

DESENVOLVIMENTO DE UM MINILISÍMETRO DE PESAGEM AUTOMATIZADO PARA O MANEJO DA IRRIGAÇÃO DE CULTIVOS EM RECIPIENTES

E. S. GERVÁSIO¹; J. A. FRIZZONE²

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi desenvolver um minilísímetro de pesagem automatizado para ser utilizado no manejo da irrigação de cultivos em recipientes. O desenvolvimento desse equipamento consistiu da construção do suporte metálico para fixação da célula de carga, do prato para sustentação do recipiente a ser pesado, do circuito eletrônico para amplificação e conversão do sinal analógico e do desenvolvimento de um software gerenciador para leitura dos sinais e acionamento do sistema. O minilísímetro de pesagem pode ser conectado a outros dispositivos de aquisição de dados, adaptando-se parte do circuito eletrônico proposto.

PALAVRAS-CHAVE: AUTOMAÇÃO, MINILISÍMETRO, MANEJO DA IRRIGAÇÃO

DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED WEIGHING MINI LYSIMETER FOR IRRIGATION MANAGEMENT IN CONTAINER CULTIVATION

SUMMARY: The objective of this study was to develop an automated weighing mini lysimeter to be used in the irrigation management of the cultivation in recipients. The development this equipment consisted of the construction metallic support for load cell fixation, of the plate for recipient sustentation to be weighty, of the electronic circuit for amplification and conversion of the analog signal and of the development management software for read the signals and operating of the system. The weighing mini lysimeter can be connected to others data acquisition systems, adapting part of the electronic circuit proposed.

KEYWORDS: AUTOMATION, MINI LISIMETER, IRRIGATION MANAGEMENT

INTRODUÇÃO

As técnicas culturais aplicadas à produção de flores, frutas e hortaliças, têm experimentado mudanças rápidas e notáveis durante as três últimas décadas. A utilização de

¹ Prof. Doutor, CENAMB, UNIVASF, CEP , Juazeiro, BA. Fone (87) 88027137. e-mail: eliezer.gervasio@univasf.edu.br

² Prof. Titular, DER, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

casas de vegetação com cobertura plástica, sistemas de controle climático, equipamentos de irrigação e fertirrigação automatizados têm contribuído para aumentar a produtividade das culturas e a qualidade dos produtos (CADAHÍA LÓPEZ, 2000). Paralelamente verifica-se uma substituição gradual do cultivo tradicional em solo pelo cultivo sem solo. Segundo ABAD et al. (1992), entre as principais razões dessa substituição destaca-se a existência de fatores limitantes para a continuidade dos cultivos intensivos em solo natural, particularmente a salinização. Além disso, o cultivo sem solo (hidropônico e em substrato) permite um controle rigoroso do ambiente radicular, especialmente dos aspectos relacionados com o fornecimento de água e nutrientes.

Segundo LEMAIRE et al. (1989) a irrigação dos cultivos em recipientes, quando comparada aos cultivos em solo, apresenta as seguintes particularidades: elevadas necessidades instantâneas de água por unidade de massa radicular; reduzido volume de substrato disponível para a planta; existência de uma parede impermeável na base do substrato e importância relativa dos fenômenos de advecção. Essas particularidades implicam em risco de estresse hídrico, o qual deve ser prevenido com um maior controle da irrigação.

Alguns métodos climatológicos e de solo, como o tanque Classe A e a tensiometria, muito utilizados no manejo da irrigação de cultivos em solo, têm sido adotados para o monitoramento da irrigação dos cultivos em recipientes. Nessas condições, a utilização do tanque Classe A apresenta algumas limitações, como por exemplo, a definição do coeficiente do tanque. Esse coeficiente é função da velocidade do vento, da umidade relativa e do tamanho e natureza da área bordadura, sendo esta de difícil determinação em condições de casa de vegetação. Um outro aspecto refere-se ao tamanho do tanque, que ocupa boa parte da área a ser explorada impossibilitando a utilização da mesma para o cultivo. A utilização de tensiômetros no manejo da irrigação de cultivos em recipientes também apresenta uma série de limitações. O tensiômetro é um equipamento pontual, não retratando a tensão da água ao longo do perfil do substrato. Para isso seria necessária uma bateria de tensiômetros instalados no recipiente o que em algumas situações, em função do tamanho do mesmo, inviabiliza a utilização do método. Um outro inconveniente é que os substratos contendo cascas vegetais como casca de pinus e casca de arroz carbonizada, apresentam elevada porosidade o que dificulta o contato da cápsula porosa do tensiômetro e consequentemente a leitura correta do potencial matricial.

MILNER (2002) considera a pesagem de recipientes uma ferramenta eficiente no manejo da irrigação em substratos, permitindo determinar “in situ” o consumo de água ao longo do dia. Com a utilização de minilísímetros de pesagem automatizados seria possível o monitoramento do consumo de água pela planta por meio de pesagens sucessivas, permitindo

o acionamento do sistema de irrigação quando o recipiente atingisse o peso equivalente ao momento de irrigar. Com esse manejo o substrato permaneceria em condições ideais de umidade permitindo o pleno desenvolvimento das plantas.

Assim, o objetivo do trabalho foi desenvolver um minilísímetro de pesagem automatizado para ser utilizado no manejo da irrigação de cultivos em recipientes.

METODOLOGIA

O desenvolvimento do minilísímetro de pesagem automatizado consistiu da construção do suporte metálico para fixação da célula de carga, do prato para sustentação do recipiente a ser pesado, do circuito eletrônico para amplificação e conversão do sinal analógico e do desenvolvimento de um software gerenciador para leitura dos sinais e acionamento do sistema.

O suporte metálico foi construído com base nas características da célula de carga utilizada (formato e forma de fixação). A célula de carga (modelo GL20 da Alfainstrumentos com capacidade nominal de 20kg) foi fixada no suporte metálico e no prato de sustentação por meio de parafusos. Esse prato foi confeccionado em fibra de vidro e resina, apresentando um diâmetro de 0,2m e espessura de 1 cm. Em toda a sua extensão foram feitos orifícios para permitir a passagem de um microtubo e possibilitar a drenagem do recipiente pesado (Figura 1).

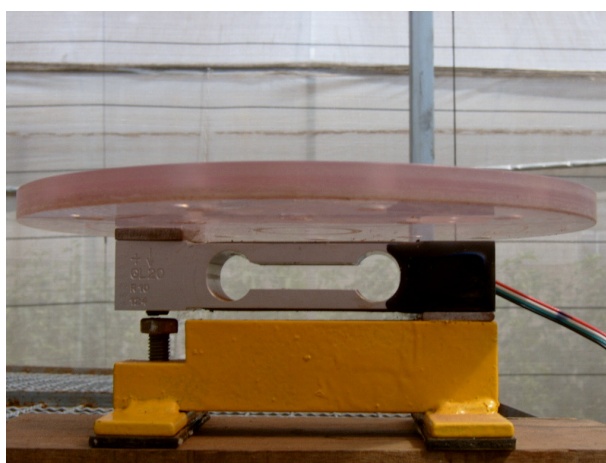


Figura 1. Minilísímetro de pesagem.

Para a leitura do sinal da célula de carga foi desenvolvido um circuito eletrônico contendo os seguintes componentes: um amplificador operacional (INA125) utilizado para

leitura e amplificação do sinal analógico da célula de carga; um conversor AD de 12 bits (ADS7841) utilizado na conversão do sinal analógico para digital; um driver de corrente (ULN2003) para acionamento do conjunto motobomba e outros componentes como resistores, capacitor, diodos e relê.

Para o gerenciamento do sistema foi desenvolvido um software em linguagem Delphi 4.0 cuja interface de comunicação com o circuito eletrônico foi feita por meio da porta paralela (Figura 2). Este software apresenta uma função que controla o conversor AD e permite a leitura do peso em tempo real (peso atual). Com base no valor lido e nos limites superior e inferior definidos previamente, o programa aciona ou desliga o conjunto motobomba. Esses limites podem ser alterados na janela de configuração do programa e representam a capacidade de “container” e o peso crítico. A capacidade de “container” define o limite superior e indica o momento em que o conjunto motobomba deve ser desligado. Já o ponto crítico indica o momento da irrigação permitindo o acionamento da motobomba a qual permanece ligada até o peso atingir novamente o limite superior.

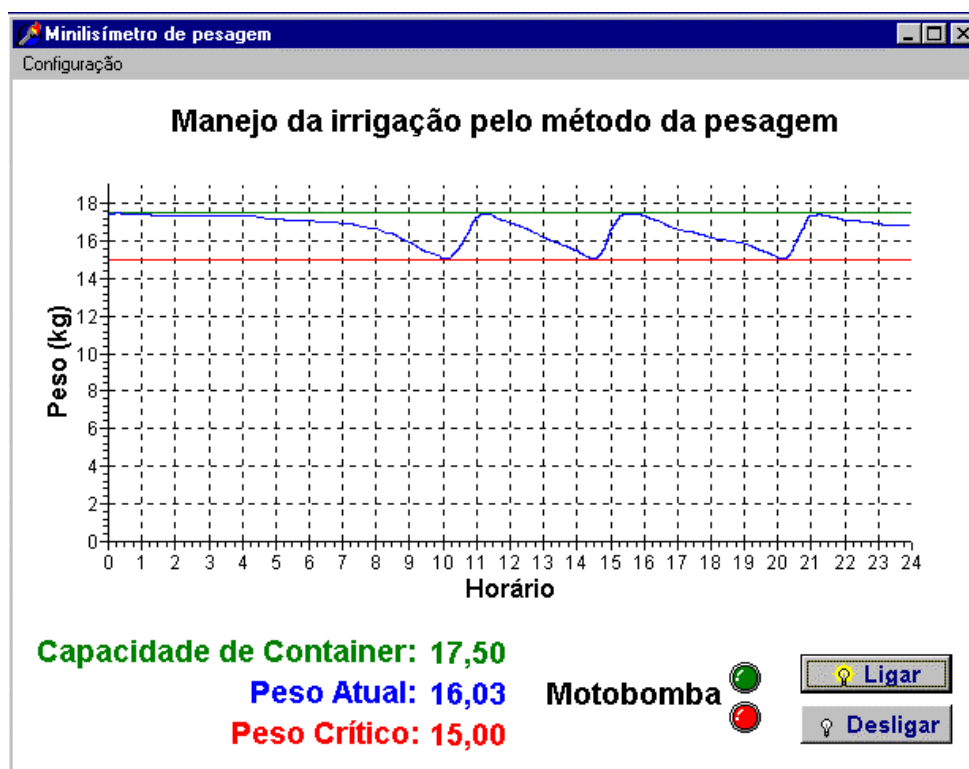


Figura 2. Tela principal do software gerenciador.

Após o desenvolvimento do minilímetro, procedeu-se a calibração do mesmo com o intuito de gerar a equação de peso em função do sinal digital fornecido pelo conversor AD. Para isso foi utilizada uma balança de precisão (0,01g), na qual foram pesados vários pacotes

de brita de 100g. Esses pacotes foram adicionados individualmente no minilísímetro e ao mesmo tempo foi registrado o sinal digital enviado pelo conversor AD. Depois de atingida a capacidade nominal da célula de carga (20 kg), retirou-se cada pacote registrando novamente o sinal digital. Esse procedimento foi realizado para verificar a existência de histerese na célula de carga.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados obtidos do ensaio de calibração foi possível ajustar a seguinte função:

$$PA = \frac{5,2359 Dec}{1000} \quad (R^2 = 0,9999) \quad (1)$$

em que,

PA – peso atual, kg;

Dec – sinal decimal do conversor AD.

Essa função foi inserida no programa gerenciador, permitindo o monitoramento em tempo real do peso do recipiente.

A resolução da célula de carga é função da precisão do conversor AD. Nesse trabalho foi utilizado um conversor AD de 12 bits, o que significa dizer que a capacidade nominal da célula (20 kg) foi dividida em 4096 incrementos ($2^{12 \text{ bits}} = 4096$) de 4,88 g, sendo esse o menor valor lido pelo conversor (precisão do minilísímetro). Para aumentar a precisão seria necessária a utilização de um conversor AD de maior capacidade. Por exemplo, com um conversor AD de 14 bits seria possível a leitura de incrementos de 1,22g.

Quanto ao efeito da temperatura sobre o comportamento da célula de carga, informações do catálogo do fabricante indicam que esse efeito é compensado na faixa de temperatura compreendida entre 0 a 50 °C. Como o desenvolvimento ideal das plantas ocorre em ambiente com temperatura inferior a 50 °C, o minilísímetro, da forma como foi construído, atende adequadamente o objetivo proposto, sem prejuízos significativos em termos de precisão.

Uma das limitações aparentemente encontrada, quando da utilização de lisímetros de pesagem no manejo da irrigação, seria o aumento da massa verde da planta em função do seu crescimento no interior do lisímetro. Esse fato pode ser controlado por meio do conhecimento da função de acúmulo de massa verde da planta, informação essa disponível na literatura científica. Essa função pode ser inserida dentro do programa gerenciador, corrigindo periodicamente os limites da capacidade de container e do momento de irrigar.

O circuito eletrônico utilizado pode ser adaptado a outros dispositivos de aquisição de dados. Para situações em que se dispõe de um “data logger”, basta ligar o sinal de saída do amplificador instrumental diretamente em um canal analógico disponível. Nessa adaptação, descarta a utilização do conversor ADS7841 e do software gerenciador, já que o “data logger” apresenta conversor AD interno.

Em termos de custo, estima-se que o minilísímetro e o circuito eletrônico apresentam um valor aproximado de U\$ 210,00 (1 dólar = 2,343 reais em 11/08/05).

CONCLUSÕES

Com base nos aspectos técnicos e econômicos apresentados neste trabalho, a utilização de minilísímetros de pesagem pode ser uma boa alternativa para o manejo da irrigação de cultivos em recipientes, principalmente se essa tecnologia for embarcada em sistemas microcontrolados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M.; MARTÍNEZ-HERRERO, M.D.; MARTÍNEZ-GARCÍA, P.F.; MARTÍNEZ-CORTE, J. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. Actas de Horticultura, v.11, p.141-154, 1992.

CADAHÍA LÓPEZ, C. Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentales. 2.ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000. 475p.

LEMAIRE, F.; DARTIGUES, A.; RIVIÉRE, L.M. CHARPENTIER, S. Cultures an pots at conteneurs. Paris:INRA/PHM Revue Horticole, 1989. 184p.

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, C.A.; FURLANI, P.R.; QUAGGIO, J.A.; MINAMI, K. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p.45-51. (IAC. Documentos, 70).