

Automação de Balanças Comerciais como Lisímetros em Ambiente Protegido

André Torre Neto¹
Pedro Roberto Furlani²
Regina Célia de Mattos Pires³

Foto: André Torre Neto



No Brasil, o cultivo protegido em solo está acarretando problemas crescentes de salinização e ocorrência de pragas e doenças de raízes que chegam a inviabilizar economicamente o investimento de produtores. O uso de substrato é uma alternativa para essas limitações. Nos países com agricultura avançada, o uso de substrato associado com a fertirrigação controlada é uma realidade há muito tempo. Em nossas condições o uso da fertirrigação em substrato é recente e não existe recomendação técnica para o manejo de água e de nutrientes do tomateiro, considerado uma das mais importantes hortaliças da dieta alimentar do brasileiro e das mais plantadas em cultivo protegido.

Assim, o Instituto Agronômico de Campinas e a Embrapa Instrumentação Agropecuária executaram o projeto "Otimização da Fertirrigação do Tomateiro em Substrato em Cultivo Protegido", com financiamento do PRODETAB. O projeto teve os seguintes objetivos: a) Coletar informações básicas do clima, substrato, água e planta para estimativa do manejo da água e de nutrientes; b) Determinar o manejo mais adequado da fertirrigação investigando frequências de aplicação de água e de nutrientes, diferentes composições de soluções nutritivas de irrigação e melhor forma de aplicação de nutrientes; c) Gerar informações para viabilização de técnicas de amostragem, manejo, automação e monitoramento da água no sistema substrato-planta-atmosfera e d) Promover o dimensionamento de sensores e sistemas de controle para automação da fertirrigação de plantas crescidas em

substrato em ambiente protegido. Neste trabalho descreve-se um dos dispositivos desenvolvidos para atender o último objetivo, onde uma balança comercial foi adaptada para coleta automática de dados de evapotranspiração.

A evapotranspiração é a variável de maior importância para a estimativa do manejo de água em sistemas de irrigação. Uma das formas de medi-la é com o uso de lisímetros. O lisímetro é nada mais que uma balança de precisão montada de tal forma que possa medir a massa do conjunto solo-planta. Neste trabalho foi utilizada uma balança eletrônica com capacidade de 50 Kg com precisão de +/- 10 gramas de fabricação da Marte Balanças e Aparelhos de Precisão Ltda, modelo LC-50. Algumas adaptações mecânicas e eletrônicas foram realizadas.

Adaptações mecânicas

Primeiramente houve a preocupação com a possibilidade de roubo ou vandalismo no local previsto para a instalação. Assim, foi construída uma caixa de concreto (Figura 1a) dentro da qual se instalou a balança. A caixa é enterrada no solo com a borda superior faceando a superfície. Após acomodar a balança na caixa uma moldura metálica é parafusada nessa borda para impedir a remoção da balança, porém expondo o prato. Para sustentar o vaso de plantio (ou substrato) no prato foi construída uma bandeja rasa com 2 apoios maiores na

¹Eng. Elétrico, Dr., Pesquisador, Embrapa Instrumentação Agropecuária, C.P. 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP, Brasil, andre@cnpdia.embrapa.br

²Eng. Agrônomo, Dr., Instituto Agronômico de Campinas, e-mail: pfurlani@iac.br

³Eng. Agrônoma, Dra., Instituto Agronômico de Campinas, e-mail: rcmpires@iacsp.gov.br

sua parte posterior (5 cm de altura) e dois apoios menores na sua parte anterior (3 cm de altura) para que haja uma ligeira inclinação desse suporte. Uma mangueira de dreno foi colocada na parte mais baixa. Dessa forma é possível recolher a calda em excesso que não é retida pelo vaso durante a irrigação. Na parte anterior dessa montagem foi instalada uma caixa metálica selada para acomodar o cabeçote de leitura, bem como o circuito eletrônico de interface e os cabos de alimentação e comunicação. Na Figura 1b pode-se observar os detalhes dessa montagem.

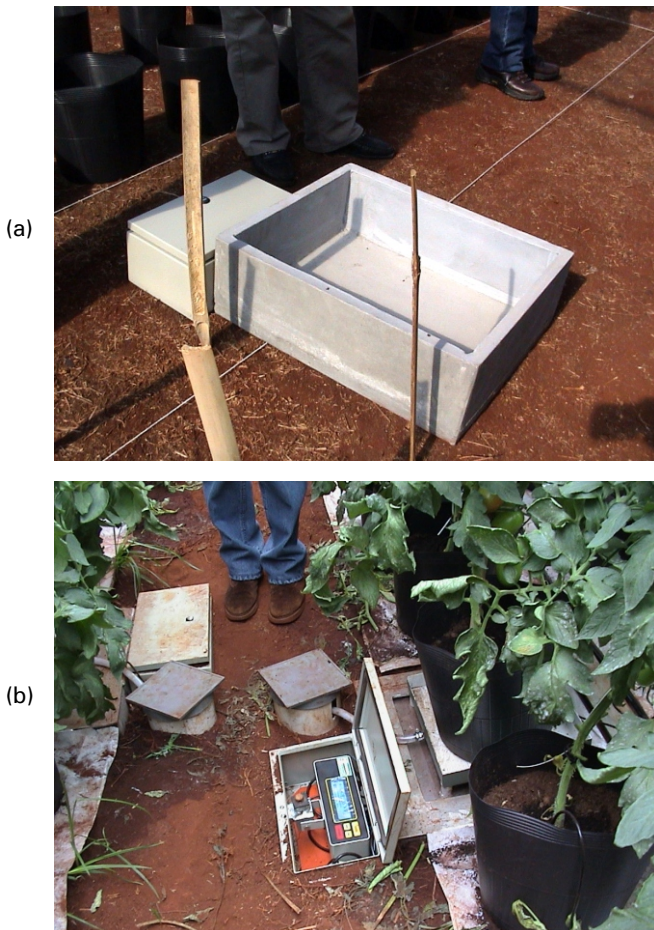


Figura 1 - Detalhes da instalação da balança: a) caixa de concreto e b) moldura metálica, bandeja, dreno e caixa selada para o cabeçote de leitura, circuito de interface e passagem de cabos.

Adaptações eletrônicas

No total foram utilizadas 12 balanças distribuídas em diferentes posições da estufa. Elas foram adquiridas com interface serial no padrão RS-232. Caso fosse utilizada essa interface entre as balanças e o computador que realiza a coleta de dados, a instalação e manutenção dos cabos seriam onerosas e complexas. Dentre as diversas opções para resolver esse problema, decidiu-se adotar um barramento de comunicação monocabo e multiponto baseado no protocolo de comunicação Control Area Network, CAN. Atualmente este protocolo figura como um dos mais importantes padrões de barramentos de campo (Fieldbus) e de barramentos para sistemas eletrônicos embarcados. Ele tem sido cada vez mais adotado para automação de sistemas agrícolas. A robustez, a confiabilidade e a flexibilidade conferida aos

sistemas implementados com este protocolo são reconhecidas e têm sido responsáveis pelo crescente número de aplicações que o utilizam.

Para a conversão da interface RS-232 para o CAN foi desenvolvido um circuito baseado no microcontrolador PIC 18F258, fabricação da Microchip Inc., o qual, já possui um controlador interno para esse protocolo. O circuito teve que ser complementado com o "driver" de linha MCP2155. Na Figura 2 é mostrada uma etapa do desenvolvimento desta interface em laboratório.

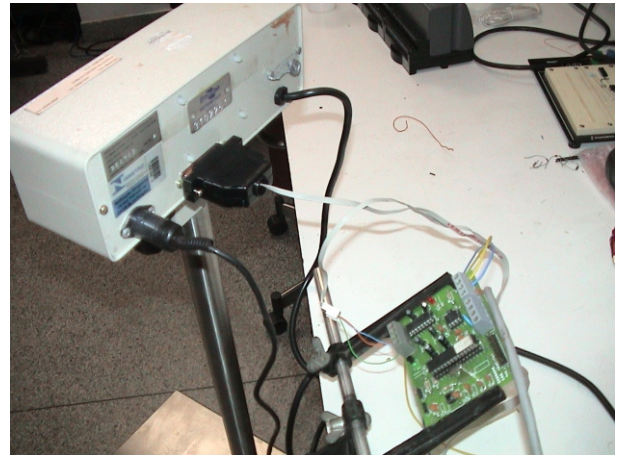


Figura 2 - Circuito de conversão da interface RS-232 para o protocolo CAN.

Sistema de controle e coleta de dados

A coleta de dados seria realizada inicialmente com um computador PC convencional de mesa. Entretanto, optou-se por substituí-lo por um "Single Board Computer, SBC". Dentre as vantagens dessa opção estão: a) a possibilidade de alimentação via bateria; b) a portabilidade, permitindo que esse computador possa ser embarcado no painel de controle do sistema de acionamento de irrigação e c) a robustez e confiabilidade de um sistema industrial. O SBC escolhido foi o modelo PCM-3350 da Advantech, que segue o padrão PC104. Como principais características esse computador tem um processador GEODE de 300 MHz, conector de memória DIMM no qual instalou-se um cartão de 128 MBytes de memória RAM, conector para memória de tipo Compact Flash que opera como disco, interfaces VGA, IDE, paralela, seriais, rede Ethernet e USB. Portanto, a não ser pela restrição na capacidade de processamento com relação aos computadores de mesa atuais, este SBC permite todas as conexões a periféricos que os PCs comportam. Adicionalmente, foi adquirido um cartão no padrão PC104 com a interface CAN, modelo PCM-3680, para a comunicação de dados com as balanças.

O programa de coleta foi desenvolvido em linguagem de programação visual LabView para o sistema operacional Windows 98 ou no máximo o Windows Milênio. Essa limitação do sistema operacional é devida principalmente à velocidade de 300 MHz do processador. O programa gera arquivos de dados no formato texto e também tem a opção de gravar diretamente em uma planilha Excel. Na Figura 3a é mostrada a tela de entrada desse programa. Dentre as opções que o usuário tem estão o cadastramento e exclusão de entidades do sistema (tanto dispositivos de coleta como dados de infraestrutura e de usuários), além de consultas a dados na forma de tabelas e na forma de gráficos.

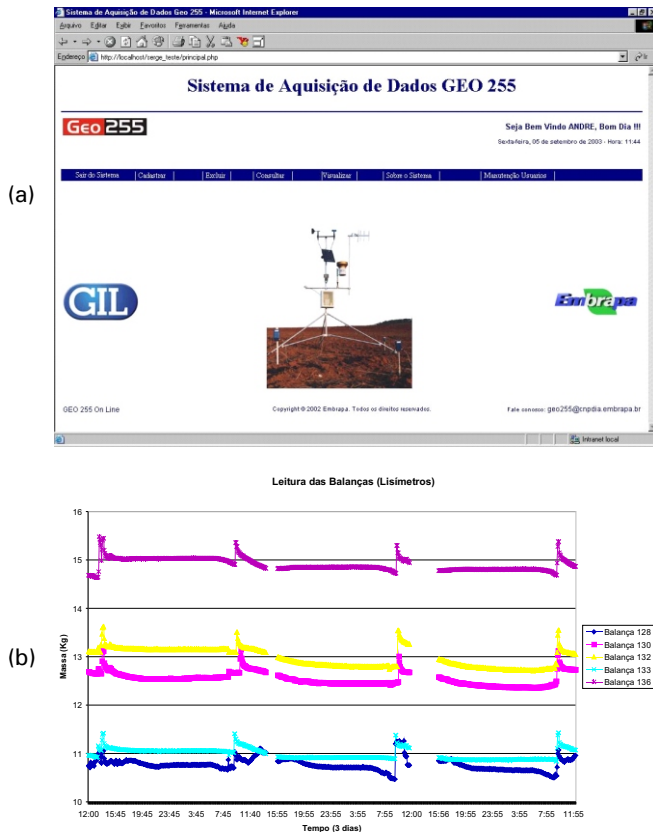


Figura 3 Programa de coleta de dados: a) Tela de entrada e b) tela com plotagem dos dados das balanças, já operando como lisímetros, obtidos durante 3 dias consecutivos e mostrando a ocorrência das irrigações diárias em torno de meio-dia.

Resultados e conclusões

Somente a operacionalidade dos dispositivos e do sistema de coleta foi avaliada. Questões como calibração e aferição das medidas por outros métodos não foram realizadas.

Os gráficos mostrados na Figura 3b foram construídos com dados coletados a cada 5 minutos durante 3 dias consecutivos. Os picos nele observados correspondem aos instantes em que houve irrigação. A subida é abrupta devido ao intervalo entre as coletas. O comportamento das curvas reflete não somente a variável de interesse que é a evapotranspiração, mas também o excesso de água que escorre pelo dreno e obviamente, qualquer atividade que altere a massa do conjunto substrato-planta. A curva da Balança 128 tem comportamento diferente das outras. Infelizmente não foram anotados eventos que pudessem explicar tais variações. Considera-se a possibilidade de operação irregular de algum componente eletrônico, como a célula de carga ou um amplificador operacional. As duas descontinuidades registradas são devidas a erros no programa de coleta. Nestas ocasiões a coleta foi interrompida para modificações no programa e reinicialização do sistema.

De modo geral o funcionamento dos lisímetros, bem como do sistema de coleta de dados foram satisfatórios. As caixas de concreto proporcionaram o resultado desejado, fornecendo a segurança desejada e permanecendo razoavelmente camufladas, principalmente no estádio adulto da cultura. O barramento CAN facilitou a instalação, manutenção e ampliação do sistema. Entretanto, sua robustez e confiabilidade foram comprometidas pela alta incidência de raios nas proximidades do experimento. Houve mais de uma ocasião em que várias unidades da interface com as balanças queimaram. A utilização de dispositivos de proteção de linha pode melhorar essa vulnerabilidade do sistema. Entretanto, atualmente a tecnologia mais adequada do ponto de vista técnico e econômico para solucionar esse problema é a transmissão sem fio proporcionada pelos sistemas ubíquos ou também conhecidos por sistemas de computação pervasiva.

Comunicado Técnico, 80

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Instrumentação Agropecuária
 Rua XV de Novembro, 1542 - Caixa Postal 741
 CEP 13560-970 - São Carlos-SP
Fone: 16 3374 2477
Fax: 16 3372 5958
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br
 www.cnpdia.embrapa.br

1a. edição
 1a. impressão 2006: tiragem 300

Comitê de Publicações

Presidente: Dr. Carlos Manoel Pedro Vaz
Membros: Dra. Débora Marcondes B. P. Milori,
 Dr. João de Mendonça Naime,
 Dr. Washington Luiz de Barros Melo
 Valéria de Fátima Cardoso

Membro Suplente: Dr. Paulo S. P. Herrmann Junior

Expediente

Revisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto
Normalização bibliográfica: Valéria de Fátima Cardoso
Tratamento das ilustrações: Valentim Monzane
Foto da capa: André Torre Neto
Editoração eletrônica: Valentim Monzane