

**RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS SOBRE SISTEMAS DE CONTROLE  
AUTOMÁTICOS PARA AGRICULTURA IRRIGADA**

André Torre Neto



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*

*Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária*

*Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

*Rua XV de Novembro, 1452 - Caixa Postal 741 - CEP 13560-970 - São Carlos - SP*

*Telefone: (016) 274 2477 - Fax: (016) 272 5958*

## **Recomendações técnicas sobre sistemas de controle automáticos para agricultura irrigada.**

André Torre Neto<sup>1</sup>

### **Introdução**

A agricultura irrigada é altamente recomendada em determinadas regiões do país e é uma prática que vem se intensificando mesmo em regiões onde o clima é mais generoso. Em qualquer caso a viabilidade econômica dos sistemas de produção agrícola é afetada sobremaneira, tanto pela falta, como também pelo excesso de água. Além da ineficiência, a irrigação inadequada pode provocar intensa degradação do solo. Portanto, o seu controle é de fundamental importância. Um dos métodos mais difundidos para o controle da agricultura irrigada emprega tensiômetros, que são instrumentos para medir o potencial mátrico do solo, parâmetro que está relacionado com a quantidade de água disponível no solo para as plantas. Assim como qualquer outro método de controle, a tensiometria pode ser manual ou automatizada. Neste texto são feitas algumas considerações sobre sistemas de controle automáticos para agricultura irrigada baseada em tensiometria sendo apresentado um sistema não-convencional desenvolvido pela EMBRAPA-CNPDIA que emprega sensores inteligentes e transmissão digital de sinais.

### **Irrigação por tensiometria**

Dos vários métodos conhecidos para o controle de irrigação, o mais comum baseia-se no conhecimento da

---

<sup>1</sup> Dr. Pesquisador - Embrapa/CNPDIA, CP 741, CEP 13560-970, São Carlos-SP

quantidade de água disponível para as plantas no horizonte onde se encontra o sistema radicular. Entre os instrumentos conhecidos para monitorar indiretamente esse parâmetro, o tensiômetro é o que apresenta uma das melhores relações custo/benefício. Saad e Libardi 1992 e Saad e Libardi 1994 apresentam detalhes do controle manual de irrigação através de tensiômetros para pivôs centrais instalados em latossolos paulistas, na região de Guaíra, com excelentes resultados.

Uma das questões básicas com relação ao emprego de tensiômetros é a quantidade e localização dos mesmos no campo. Saad e Libardi, 1992, recomendam pelo menos uma bateria por cultivo (pivô) em um terreno plano e ao menos três baterias para terrenos com declividade: uma no topo, uma no ponto intermediário e uma na parte mais baixa do terreno. Cada bateria consiste de três tensiômetros a cerca de 10, 20 e 30 cm de profundidade (tais profundidades variam de acordo com a cultura). Dos três tensiômetros somente dois são observados, os dois primeiros ou os dois últimos, dependendo do estágio fenológico da cultura. Quanto à localização, recomendam, no caso de uma bateria de tensiômetros, que ela seja instalada no último quarto do raio do pivô, no ponto onde a lâmina de água coletada seja igual à lâmina média.

### **Variabilidade**

Assim como muitas outras recomendações agrícolas, as recomendações do item anterior baseiam-se em valores médios e assumem o campo como sendo homogêneo. Essa abordagem permite reduzir os custos de instalação e operacionais dos instrumentos de medida, no caso os tensiômetros, e simplificar o controle do ponto de vista do agricultor. Porém, fatores como o tipo de solo, a topologia e o tamanho da área irrigada podem contribuir positiva ou negativamente para essa aproximação. Se tais fatores não permitem que o campo seja considerado homogêneo, ou seja, a variabilidade espacial e temporal têm que

ser consideradas, uma solução é a instalação de várias baterias de tensiômetros e o controle setorizado da irrigação. Nesse caso, os custos de instalação e operacionais são maiores e o processo manual de obtenção das medidas praticamente inviabiliza o controle. Assim, é extremamente recomendável a utilização de um sistema de medida e controle automatizado.

### **Outros instrumentos e dispositivos**

O controle através de tensiômetros pode ser auxiliado com o conhecimento de outros parâmetros, como: as perdas de água por evapotranspiração (usualmente medidas por intermédio de tanque "Classe A"), medidas da umidade relativa do ar (com sensores capacitivos e outros), o balanço de energia na superfície do solo (através de radiômetros e termômetros de superfície), medidas do fluxo de seiva no caule da planta (por monitoramento de órgãos vegetais como em Ferreira, 1995), entre outros. Todas essas variáveis podem ser consideradas para que o controle da irrigação seja otimizado. Além desses instrumentos de medida são necessários também dispositivos de atuação como, relés, válvulas solenóides e circuitos de controle, que atuam no chaveamento de motores, fluxo de água e na velocidade de motores.

### **Sistemas automatizados convencionais**

Como mencionado, se a variabilidade for considerada, a quantidade de pontos de medida é grande e recomenda-se o controle automatizado. O mercado oferece vários sistemas de medida e controle automatizados convencionais, ou seja, baseados em coletores de dados (Valim, 1985). A grande desvantagem de sistemas desse tipo são os limites que sua arquitetura de interligação dos vários instrumentos impõe às aplicações agrícolas. A forma de interligação dos instrumentos nesses sistemas é denominada estrela, ou seja, para cada sensor (tensiômetro, termômetro, radiômetro, evaporímetro) há um cabo

transmitindo sinais analógicos ao coletor de dados. Essa arquitetura é adequada para o caso dos sensores estarem agrupados próximos ao coletor de dados, a distâncias não maiores que dez metros, como em uma estação climatológica. No caso da irrigação por tensiometria os dispositivos de controle (tensiômetros, outros sensores e atuadores) estão espalhados no campo a distâncias de dezenas e centenas de metros. Além disso, o número de entradas nos sistemas convencionais também é limitado, usualmente, em torno de trinta. Esse número pode ser aumentado através de multiplexadores, porém, a quantidade de cabos dificultam a instalação e manutenção do sistema.

### **Sistemas automatizados não-convencionais**

A tendência atual dos sistemas automatizados para o ambiente agrícola é a utilização da arquitetura em barramento. Nessa arquitetura os sensores são inteligentes (possuem um circuito microcontrolado miniaturizado) e assim podem ser interligados através de um barramento serial com transmissão digital dos sinais. Tais sistemas têm entre outras, as seguintes vantagens:

- a) proporcionam medidas confiáveis, pois a transmissão digital possibilita a detecção e recuperação de falhas de comunicação;
- b) oferecem versatilidade para a expansão da quantidade de sensores e para a adaptação de novos sensores;
- c) permitem que o controle seja realizado diretamente por computadores de uso pessoal (PCs) sem interfaces específicas, somente utilizando uma porta serial, e
- d) ao empregarem um único cabo (contra vários cabos, um para cada sensor, no caso de uma topologia convencional com transmissão analógica) causam menos perturbações para o campo e garantem simplicidade de instalação e facilidade de manutenção do sistema.

## **A falta de padronização dos sistemas não-convencionais**

Apesar da tendência de utilização e das vantagens da arquitetura em barramento para o uso agrícola, ainda não existe um padrão definido para essa área. Há padrões dirigidos para a indústria, porém, é difícil sua adaptação para o ambiente agrícola que requer um sistema com características bastante diversas do industrial, como:

- a) capacidade para uma grande quantidade de sensores (usualmente 100 a 200) e grandes distâncias entre eles (dezenas ou centenas de metros);
- b) tempo entre leituras da ordem de segundos ou ainda minutos (implicando taxas de comunicação menores e conseqüente redução no custo de vários componentes);
- c) baixo consumo de energia para viabilizar a operação com baterias;
- d) oferece ambiente, geralmente, menos agressivo que o industrial (o qual pode apresentar temperaturas extremas, atmosfera ácida, exposição à radiação, explosões, entre outras formas de agressividade) e
- e) baixo custo, simplicidade na instalação e facilidades de manutenção para que seja um investimento atraente a nível do produtor.

Algumas propostas de padronização são encontradas na literatura como a de Hayson, 1992. Porém, foram observadas restrições quanto a um ou mais requisitos da lista acima. O mesmo acontece com um sistema proprietário (SDI-12) oferecido pelo mercado, que além de limitações, não se estabeleceu como um padrão. As principais limitações de tais sistemas são: 10 sensores por barramento, leitura não-simultânea, comprimento do barramento de no máximo 60 metros e consumo de energia excessivo.

## O sistema não-convencional da EMBRAPA-CNPDIA

Devido à falta de padronização, a EMBRAPA-CNPDIA decidiu desenvolver seu próprio sistema de medidas e controle automatizados não-convencional (Torre-Neto, 1995 e Torre-Neto et al, 1997). Esse sistema foi desenvolvido originalmente para atender às necessidades de monitoramento de dados ambientais de um projeto de estudos do transporte de pesticidas no solo. O resultado é um sistema com capacidade de leitura ou atuação sobre 250 dispositivos inteligentes (sensores ou atuadores) interligados por um único cabo (barramento) que pode ter até 1200 m de comprimento (Figura 1). O barramento pode ser ligado diretamente ou via rádio-modem (telemetria) a um microcomputador compatível com o IBM-PC (486 ou Pentium). A programação do sistema está dirigida para o ambiente Windows. Assim, o microcomputador não fica necessariamente dedicado ao controle, podendo ser utilizado com outros programas ao mesmo tempo.

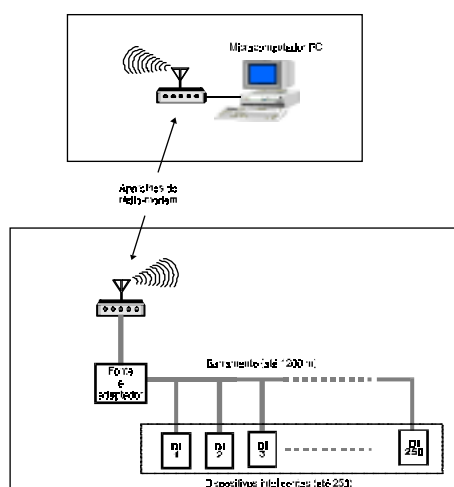


Figura 1 - Arquitetura em barramento e dispositivos inteligentes (DI). Os dispositivos inteligentes (sensores e atuadores) são interligados por um único cabo. A transmissão do sinal é digital desde o ponto de medida até o microcomputador. A comunicação entre o barramento e o microcomputador, ou é feita diretamente por cabo, ou via rádio-modem.

Os dispositivos inteligentes já implementados nesse sistema são: tensiômetros, termômetros para solo e sensores climatológicos (velocidade/direção do vento, temperatura e umidade do ar, radiômetro, pluviômetro). A Figura 2 mostra a vista explodida de um tensiômetro inteligente. O pleno domínio do sistema permite facilmente a adaptação de novos sensores e atuadores ao barramento. Assim, com os sensores já implementados e a adaptação de eventuais novos sensores e alguns atuadores para o acionamento de bombas, aspersores e controles de velocidade de pivôs centrais, esse sistema torna-se uma excelente opção para o controle automatizado da agricultura irrigada baseada em tensiometria auxiliada por outros sensores.

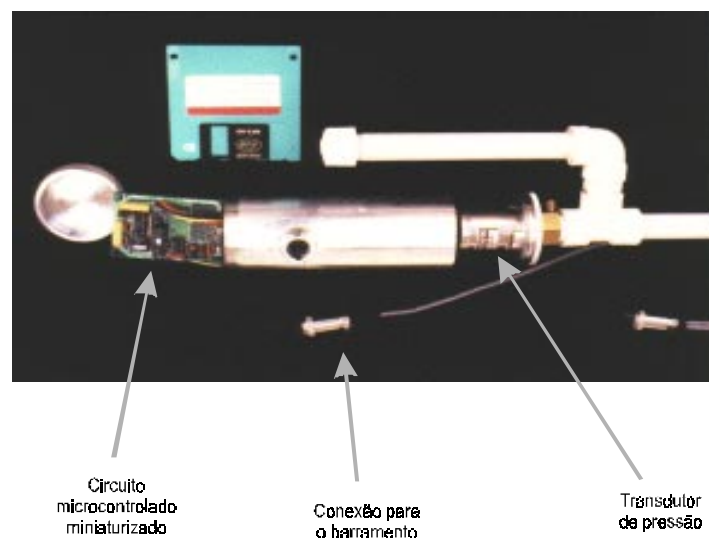


Figura 2 – Tensiômetro adaptado para operar como sensor inteligente na arquitetura em barramento. O transdutor de pressão substitui o manômetro de mercúrio ou de ponteiro e converte a sucção em sinal elétrico. O circuito microcontrolado converte o sinal elétrico da forma analógica para a digital, processa e armazena temporariamente as leituras. Uma vez na forma digital o sinal está pronto para ser transmitido pelo barramento



## **Referências Bibliográficas**

- FERREIRA, W.S. **Instrumentação para o monitoramento de microvariações em órgãos vegetais**. São Carlos: USP-EESC, 1994. Dissertação Mestrado. 226p.
- Haysom, M., Forward, K. E. A design for an agricultural communication system. Institution of Engineers, Australia. **National Conference Publications**. Crows West, 1992, v.11, p.281-286.
- SAAD, A.M.; LIBARDI, P.L. **Aferição do controle da irrigação feito pelos agricultores utilizando tensiômetros de faixas**. São Paulo: s.n., 1994. 14p.
- SAAD, A.M.; LIBARDI, P.L. **Uso prático do tensiômetro pelo agricultor irrigante**. São Paulo: IPT, 1992. 27p. (IPT. Publicação IPT 2002).
- TORRE-NETO, A. **Estudo e implementação de um sistema de monitoramento remoto de variáveis edafo-ambientais**. São Carlos: USP-IFSC, 1995. Tese Doutorado. 148p.
- TORRE NETO, A.; CRUVINEL, P.E.; SLAETS, J.F.W.; CRESTANA, S. Remote monitoring of environmental variables for modeling of pesticide transport in soil. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph v.13, n.1, p.115-122, 1997.
- VALIM, P.H. **Tensiômetros monitorados por microcomputador para estudo da física de solos e controle de irrigação**. Campinas: UNICAMP-FE, 1985. Tese Mestrado. 100p.