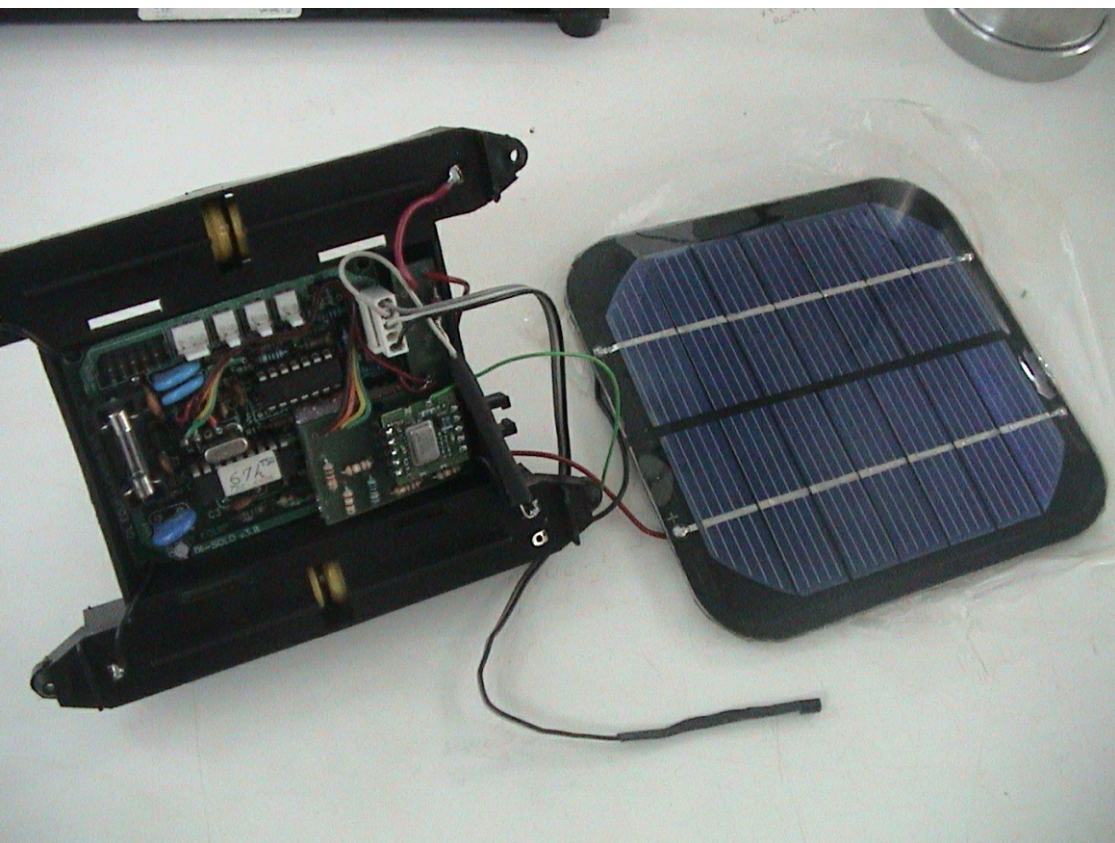


# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 05

ISSN 1678-0434  
Novembro, 2003

## **Sistema Automatizado para Monitoramento de Parâmetros Abióticos em Tempo Real e Aplicações na Agricultura de Precisão**



## **República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*

Presidente

## **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Roberto Rodrigues*

Ministro

## **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa**

### **Conselho de Administração**

*José Amauri Dimázio*

Presidente

*Clayton Campanhola*

Vice-Presidente

*Dietrich Garhard Quast*

*Alexandre Kalil Pires*

*Sérgio Fausto*

*Urbano Campos Ribeiral*

Membros

### **Diretoria Executiva da Embrapa**

*Clayton Campanhola*

Diretor-Presidente

*Gustavo Kauark Chianca*

*Hebert Cavalcante de Lima*

*Mariza Barbosa*

Diretores-Executivos

### **Embrapa Instrumentação Agropecuária**

*Ladislau Martin Neto*

Chefe-Geral

*Álvaro Macedo da Silva*

Chefe-Adjunto de Administração

*Luiz Henrique Capparelli Mattoso*

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Elomir Antonio Perussi de Jesus*

Gerente da Área de Comunicação e Negócios



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Instrumentação Agropecuária  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

ISSN 1678-0434

Novembro, 2003

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 05***

## **Sistema Automatizado para Monitoramento de Parâmetros Abióticos em Tempo Real e Aplicações na Agricultura de Precisão**

André Torre Neto

Yves D. Faustin

Thiago Pereira Felix S. Lima

Wellington Carlos Lopes

São Carlos, SP  
2003

**Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:**

Embrapa Instrumentação Agropecuária  
Rua XV de Novembro, 1452  
Caixa Postal 741  
CEP 13560-970 - São Carlos-SP  
Fone: (16) 274 2477  
Fax: (16) 272 5958  
www.cnpdia.embrapa.br  
E-mail: sac@cnpdia.embrap.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Dr. Luiz Henrique Capparelli Mattoso  
Secretária-Executiva: Janis Aparecida Baldovinotti  
Membros: Dr. Odílio Benedito Garrido de Assis,  
Dr. João de Mendonça Naime,  
Dr. Rubens Bernardes Filho,  
Dr. Washington Luiz de Barros Melo  
Membro Suplente: Dra. Débora Marcondes Bastos Pereira Milori

Supervisor editorial: Dr. Odílio Benedito Garrido de Assis  
Revisor de texto: Janis Aparecida Baldovinotti  
Normalização bibliográfica: Janis Aparecida Baldovinotti  
Tratamento de ilustrações: Valentim Monzane  
Foto(s) capa: Rubens Bernardes Filho  
Editoração eletrônica: Valentim Monzane

**1ª edição**

1ª impressão (2003): tiragem 300

**Todos os direitos reservados.**

**A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).**

**CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Instrumentação Agropecuária**

---

Torre-Neto, André

Sistema automatizado para monitoramento de parâmetros abióticos em tempo real e aplicações na agricultura de precisão. / A. Torre-Neto, Y. D. Faustin, T. P. F. S. Lima, W. C. Lopes. São Carlos: [Embrapa Instrumentação Agropecuária], 2003.

9 p. : il. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, ISSN 1678-0434; n. 05).

1. Instrumentação agropecuária. 2. Análise espaço-temporal. 3. Parâmetros abióticos. 4. Base de dados. 5. Sensores. 6. Internet. I. Faustin, Y. D. II. Lima, T. P. F. S. III. Lopes, W. C. IV. Embrapa Instrumentação Agropecuária. V. Título. VI. Série.

**CDD (21 ed.) 681.763**

© Embrapa 2003

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução .....	7
Material e Métodos .....	7
Resultados e Discussão .....	9
Conclusões .....	9
Referências Bibliográficas .....	9

# Sistema Automatizado para Monitoramento de Parâmetros Abióticos em Tempo Real e Aplicações na Agricultura de Precisão

---

André Torre Neto<sup>1</sup>

Yves D. Faustin<sup>2</sup>

Thiago Pereira Felix S. Lima<sup>3</sup>

Wellington Carlos Lopes<sup>4</sup>

## Resumo

Neste artigo é apresentado o desenvolvimento de um sistema automatizado para análise espaço-temporal de seqüências de parâmetros abióticos de curto termo com dados coletados em tempo real por uma rede de sensores fixos inteligentes. Esse sistema pode ser dividido basicamente em duas partes: uma base de dados e uma interface que oferece aos usuários a possibilidade de acesso remoto aos dados armazenados através da Internet, utilizando um navegador. O sistema possibilita a visualização desses dados na forma de relatórios e na forma gráfica. O trabalho foi dirigido para ser uma ferramenta de auxílio na tomada de decisões em agricultura de precisão. Uma das aplicações previstas é o controle da irrigação espacialmente diferenciada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise espaço-temporal, parâmetros abióticos, base de dados, sensores, Internet.

<sup>1</sup> Engenheiro Eletricista, Pós-Doutor em Engenharia Elétrica, Embrapa - CNPDIA, São Carlos, e-mail: andré@cnpdia.embrapa.br

<sup>2</sup> Bacharel em computação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, e-mail: ives@cnpdia.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro Eletricista, Mestrando em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, Campus de São Carlos, e-mail: thiago@cnpdia.embrapa.br

<sup>4</sup> Tecnólogo em Processamento de Dados, Mestrando em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, Campus de São Carlos, e-mail: lopes@cnpdia.embrapa.br

# **Automated System For Real-Time Monitoring Of Non Biotic Parameters And Precision Farming Applications**

---

André Torre Neto  
Yves D. Faustin  
Thiago Pereira Felix S. Lima  
Wellington Carlos Lopes

## **Abstract**

In this work it is presented the development of an automated system for time-space analyses of short term sequences of non biotic data collected in real time by an intelligent fixed sensor network. This system is basically divided in two parts: a data base and a user interface that allows remote data access by Internet using a browser. It is possible to generate both reports and graphs. The work was devised to be a decision support tool for precision farming. One possible application is an automated site-specific irrigation system.

**INDEX TERMS:** Time-space analyses, abiotic parameters, data base, sensor, Internet.

## **Introdução**

Apesar do notável suporte tecnológico que nos últimos anos alavanca a agricultura de precisão no Brasil, ainda há áreas necessitando de muito desenvolvimento para que essa nova abordagem do manejo agrícola se viabilize como parte da solução do paradoxo do aumento da produtividade e a conservação dos recursos naturais. As oportunidades em instrumentação e automação vão desde o desenvolvimento de novos sensores, que permitam a obtenção dos diversos mapas de parâmetros dos solos, das culturas e do ambiente de forma cada vez mais eficiente e confiável, até sistemas que possibilitem maior integração dos dados adquiridos para facilitar a interpretação, análise e uso adequado dos mapas. Este trabalho está orientado para a exploração dessas oportunidades, especificamente para a questão de integração de dados.

## **Material e Métodos**

Para o desenvolvimento desse projeto foi utilizado um sistema de aquisição de dados desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária (TorreNeto et al., 1997), conhecido como GEO255 e comercializado pela empresa Gil Equipamentos ([www.gil.com.br](http://www.gil.com.br)). O sistema GEO255 é composto por redes de sensores e atuadores inteligentes associadas a estações de campo. As estações de campo comunicam-se com estações base através de enlaces para comunicação de dados via cabo ou via rádio. Os enlaces via rádio podem ser ponto-a-ponto ou multiponto. As estações base são instaladas nos escritórios das fazendas e executam um programa de monitoramento e armazenamento em arquivo ASCII dos dados provenientes dos sensores. Atualmente existem dez tipos diferentes de sensores e outros estão sendo desenvolvidos. O intervalo de leitura desses sensores pode ser ajustado de acordo com o tipo de dado a ser medido e intensidade de variação desse parâmetro. Podem, por exemplo, ser configurados intervalos de poucos minutos para parâmetros que variem muito (como a velocidade e direção do vento) até intervalos de leitura de várias horas para parâmetros que variem pouco (como a umidade do solo). Dentre as possíveis aplicações do sistema GEO255 está a irrigação espacialmente diferenciada (Torre-Neto et al., 2001).

Nas estações base, após o armazenamento das informações coletadas pelos sensores em arquivo no formato ASCII, esses dados são inseridos na base de dados através da leitura desse arquivo. A base de dados foi desenvolvida utilizando-se o Sistema Gerenciador de Base de Dados (SGBD) MySQL, que foi escolhido por sua grande compatibilidade com a linguagem PHP (utilizada para implementação da interface do sistema), pela capacidade de utilização para aplicações voltadas para Internet e por ser um sistema multiplataforma. A base



de dados possui a flexibilidade de expansão do número e tipo de sensores cadastrados, além de atender as diferentes possibilidades de enlace de comunicação. Por exemplo, pode-se cadastrar um enlace de comunicação sem fio entre uma estação base e uma estação campo e também cadastrar o mesmo tipo de enlace entre os sensores e as estações de campo. Juntamente com os componentes do sistema GEO255, a base de dados contém ainda os registros das fazendas, proprietários, talhões, funcionários, usuários, entre outras informações administrativas utilizadas para o gerenciamento. Foi elaborado um método para tratamento e validação dos dados com base nos parâmetros dos sensores fornecidos pelo fabricante, como valores máximos, mínimos e típicos esperados, bem como análise de tendências. Dessa forma, é associado um valor de qualidade e confiabilidade nos dados armazenados. O acesso permite apresentação de consultas na forma gráfica e de relatórios. A interface foi desenvolvida utilizando-se as linguagens PHP e HTML. A Figura 1 mostra algumas telas dessa interface. Ela permite que usuários cadastrados possam realizar consultas pela Internet. Além de oferecer a possibilidade do usuário filtrar suas consultas por sensores em uma determinada data, ou em um determinado intervalo entre datas, o sistema permite ainda consultas de um grupo de sensores de interesse. Para isso a base de dados incorpora o conceito de agrupamento. Por exemplo, o mapeamento da distribuição de chuvas de uma região é obtido pelo agrupamento dos pluviômetros de todas as estações de campo lá instaladas.

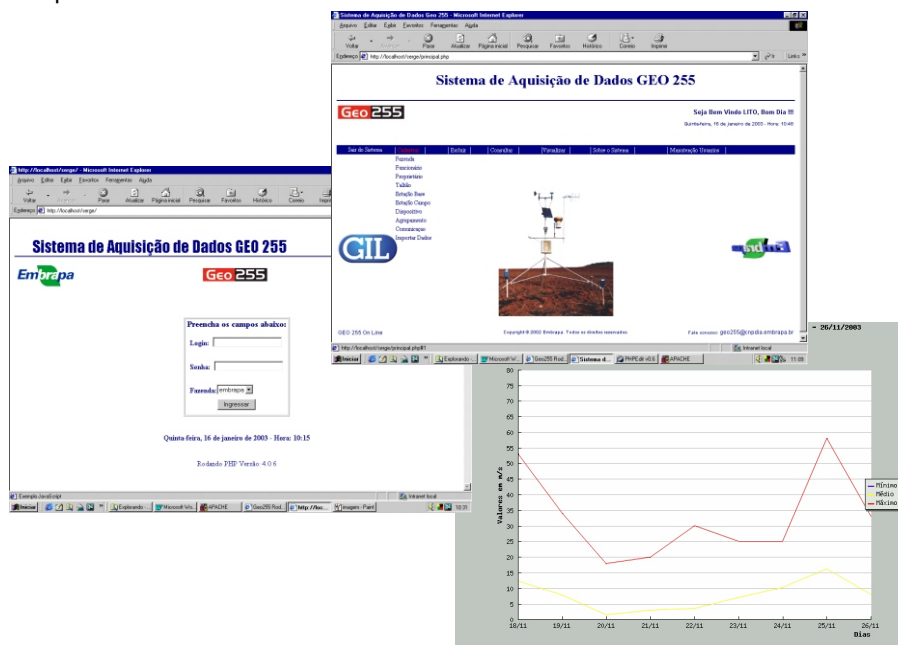


Figura 1 Telas da interface com o usuário do gerenciador desenvolvido.

## Resultados e Discussão

Após testes realizados na Embrapa Instrumentação, em São Carlos, o sistema mostrou-se ser de fácil acesso e de uso intuitivo. Para a implementação do sistema ou ambiente de consulta remota a linguagem PHP mostrou-se eficiente e possui até o momento todos os recursos necessários. É o caso das bibliotecas utilizadas para geração de gráficos. Possui também grande compatibilidade com o SGBD (MySQL) e tem a vantagem de ser portátil entre sistemas Unix e Windows. Com os testes realizados não foi possível avaliar a limitação do gerenciador MySQL em relação à capacidade de armazenamento dos dados. Porém, constatou-se certa dificuldade de implementação devido à falta do recurso de tratamento da integridade relacional entre as tabelas.

## Conclusões

Através da utilização da rede de sensores fixos georreferenciados e o sistema gerenciador desenvolvido é possível realizar-se análises espaço-temporais de parâmetros abióticos do sistema de produção agrícola em intervalos de minutos, o que não é possível com a utilização de sensores móveis.

Testes e simulações realizados em laboratório permitem concluir que esse módulo do sistema de apoio à tomada de decisão que visa a irrigação espacialmente diferenciada é plenamente funcional para essa aplicação.

A próxima etapa do desenvolvimento será a integração dos dados de agrupamento com um sistema de informações geográficas (SIG).

## Referências Bibliográficas

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.

TORRE-NETO, A.; SCHUELLER, J. K.; HAMAN, D. Z. Automated System for Variable Rate Microsprinkler Irrigation in Citrus: A Demonstration Unit. In: **THIRD EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE**, 3., June 18-20 2001, Montpellier (Fr) **Proceedings...** Montpellier: Ecole National Supérieure Agronomique, 2001. p. 725-730. 1 CD-ROM.