

# Sistema didático de sensores digitais agro-ambientais para treinamento em suporte à tomada de decisão

## A DIDACTIC SYSTEM BASED ON DIGITAL ENVIRONMENTAL SENSORS FOR DECISION-MAKING TRAINING

José Luiz Azzolino  
Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia  
Universidade de Taubaté - UNITAU  
Programa de Mestrado em Engenharia Mecânica  
Paulo Estêvão Cruvinel  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

### RESUMO

Neste artigo é apresentado um sistema didático de sensores agro-ambientais, os quais compõem uma plataforma educacional para treinamento em processos agrícolas que envolvam suporte à decisão, em particular com aplicação em análise de riscos climáticos. O sistema é composto por um módulo básico de coleta e processamento de informações digitais e três módulos sensores que envolvem medida da velocidade do vento [m/s], medida da direção do vento [°] e medida de índice pluviométrico [mm], os quais foram montados em bases de acrílico transparente, o que viabiliza um acompanhamento dos sensores durante período operativo. Resultados são apresentados quanto à praticidade, à confiabilidade e à adequabilidade e ao treinamento, constituindo-se em uma plataforma para desenvolvimento de método completo para ensino.

### PALAVRAS CHAVE

Sensores agro-ambientais. Treinamento. Suporte à decisão. Instrumentação Agrícola.

### ABSTRACT

This paper presents a didactic system based on digital environmental sensors, which allow an educational platform for decision-making training on agricultural processes, with particular application in climatic risk analysis. It is organized with a module for data acquisition and signal processing for digital information and three additional modules dedicated respectively to wind speed [m/s], wind direction [°], and pluviometric rate [mm] measurements. Besides, these modules having the sensors were assembled

into a container made by transparent acrylic material, i.e., such arrangement allows not only the visualization of the transducers but also the electronic and mechanical hardware of the sensors during operation. Results are presented in terms of its practicality, reliability and usefulness for training, as well as base for a complete method to formal education.

### KEYWORDS

Environmental sensors. Training. Decision-making. Agricultural instrumentation.

### INTRODUÇÃO

A tomada de decisão nos diversos setores da atividade humana, geralmente contém incertezas. Fatos que decorrem da aleatoriedade associada aos fenômenos e eventos, bem como a complexidade de interrelacioná-los. Essas incertezas geralmente decorrem devido a erros aleatórios cometidos em medições estatísticas, julgamentos subjetivos, imprecisão dos instrumentos de medidas, o que pode causar erros sistemáticos e imprimir tendenciosidade, imprecisões lingüísticas quanto ao entendimento e descrição de fenômenos e eventos, variabilidade dos valores no tempo e espaço, aleatoriedade associada a certos fenômenos ou eventos, discordância de opiniões entre especialistas e considerações estipuladas quando da modelagem de sistemas. Deste modo tem-se que as incertezas imprimem, geram, e implicam riscos. Riscos são definidos com a probabilidade ou possibilidade da ocorrência de valores para determinados eventos e fenômenos, indesejáveis ou adversos. Assim, em processos como de medição, observações, avaliações e tomada de decisões, podem ser influenciados por várias fontes de incertezas. Isto leva a estabelecer a

convivência contínua e inevitável com inúmeros tipos de risco. Riscos podem possuir diferentes conotações, como as de ordem física, estrutural, econômica, social e ambiental.

Os primeiros trabalhos em risco climático voltados ao zoneamento agrícola desenvolvidos no Brasil se basearam fortemente nos estudos de aptidão climática para estabelecer zonas aptas, zonas marginais e zonas inaptas para as principais culturas. Os trabalhos desenvolvidos no Instituto Agrônomo de Campinas, sob a coordenação do Dr. Ângelo Paes de Camargo, foram pioneiros nesse sentido (CAMARGO; ORTOLANI, 1966). Com o surgimento de novos softwares e linguagens de programação, houve um grande avanço no desenvolvimento de modelos para representar as interações planta-ambiente, permitindo assim simular para períodos mais longos o comportamento de cada espécie vegetal em relação ao clima (MUCHOW, BELLANY, 1991; FARIA, 1999). Pellegrino et al. (1998), destacam a importância do monitoramento das condições do tempo e clima, na influência sobre a atividade agrícola e a transmissão e divulgação dessas informações na forma de mapas, com aspectos referentes aos métodos de mapeamento de informações meteorológicas e climatológicas através do uso de SIG. A primeira e importante ação no Brasil para se identificar as melhores épocas de semeadura, com a utilização de ferramentas como a geoestatística ou SIG foi desenvolvida por Assad e colaboradores em 1998 (ASSAD et al., 1998; ASSAD, SANO, 1998). Em trabalhos dessa natureza o mapa de risco classificado é a principal visualização em cada decêndio, uma vez que representa o resultado parcial do risco de semeadura no decêndio. A interface para o banco de dados cultura, estações meteorológicas, dados meteorológicos e as outras bases de dados derivadas devem possuir visualização, para possibilitar a manutenção e consultas no banco de dados (PUSGLEY, CRUVINEL, CARAMORI, 2001).

No presente trabalho é apresentado um sistema didático, baseado em sensores digitais que viabilizam a leitura de parâmetros agro-ambientais como velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico, para treinamento em processos de auxílio à tomada de decisão em sistemas de zoneamento agrícola clássico, em particular sobre o fator de aptidão climática, em que se estabelece quais são os parâmetros climáticos importantes à cultura e o potencial oferecido pela região de estudo. Essas informações podem constituir

base de dados para um modelo básico de análise de risco climático que auxilie na indicação de melhores épocas de plantio e tipo de cultura adequada com vista a otimização do risco associado a essa natureza de processo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A sistematização de uma base didática para treinamento em processos que requeiram auxílio à tomada de decisão focada em aplicações agrícolas, como é o caso de análise de risco climático por exemplo, deve levar em conta não somente os aspectos referentes ao ensino e à modelagem propriamente dita, como também deve abordar a instrumentação de treinamento, a qual deve ser amigável na operação. Baseado neste contexto, com vistas a detalhar os aspectos da modelagem e da instrumentação, objetos deste trabalho os seguintes materiais e métodos são considerados: modelo para treinamento e base instrumental focada em sensores de velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico com os respectivos circuitos para condicionamento, aquisição de sinais e processamento da informação.

Quanto ao modelo para treinamento, este pode estar fundamentado no uso de vetores que representam classes de padrões caracterizados por informações quantitativas. Cada componente pode, assim, representar um descritor quantitativo na forma:

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} \textit{risco de ventos} \\ \textit{risco de excesso de chuva na colheita} \\ \textit{risco de deficiência hídrica na floração} \end{bmatrix} \quad (1)$$

O modelo de objetos que descreve a estrutura de objetos de um sistema, seus relacionamentos com outros objetos, seus atributos e suas operações, proporciona a estrutura necessária na qual podem ser colocados os modelos dinâmico e funcional. As classes definem os valores de atributos relativos a cada instância de objetos e as operações que cada objeto executa ou a que se submete. O modelo dinâmico ilustra uma seqüência de estados e de eventos permitidos em um sistema para uma classe de objetos. Os diagramas de estado também se relacionam com os outros modelos. O modelo funcional descreve os aspectos de um sistema relacionados à transformação de valores: funções, mapeamento, restrições e dependências funcionais.

Quanto aos sensores e circuitos de processamento de sinais, foram utilizadas tecnologia CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) de baixo consumo e sub-sistemas individuais para as medidas e condicionamento dos sinais digitais advindos dos sensores de velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico. Leituras podem ser realizadas simultaneamente em visor de diodos emissores de luz ou enviadas a um computador hospedeiro para geração de base de informação temporal.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto ao medidor de velocidade optou-se por projetar um transdutor baseado em leitura de rotações por segundo com o uso de um disco com janelas sobre o anteparo mecânico de leitura e chave óptica de leitura que opera na frequência do infravermelho e viabiliza leituras na faixa de 0,1m/s a 99,9m/s.

Quanto ao medidor de direção do vento optou-se por projetar um transdutor baseado em um disco codificado em código *Gray* de 5 bits, os quais são lidos

por diodos emissores e receptores que operam na frequência do infravermelho e cuja leitura é transformada em endereço para um bloco de memórias do tipo EPROM, as quais decodificam informações sobre a direção do vento, com leituras realizadas sob resolução de 11,2° na faixa de 360,0°.

Quanto ao medidor de índice pluviométrico optou-se por projetar um transdutor baseado em balsa e leitura óptica com operação na frequência do infravermelho, cuja calibração viabiliza resolução de 1mm de chuva com limite máximo de integração, antes de reinicialização, de até 9999mm.

Todos os módulos sensores e também o módulo de condicionamento do sinal e leitura foram montados em invólucros acrílicos, de forma que os sensores, bem como a estrutura do hardware com circuitos e partes mecânicas sejam visualizados por usuários.

A Figura 1 ilustra o módulo de processamento de sinais, coleta ou leitura de informações, como também os sensores de velocidade do vento, direção do vento e índice pluviométrico.



Figura 1 - Fotografia dos módulos de processamento do sistema didático para auxílio em processos de tomada de decisão e sensores agro-ambientais

## CONCLUSÕES

Foi apresentada a base instrumental para um sistema didático baseado no uso de sensores digitais agro-ambientais, o qual encontra aplicação em treinamen-

to de processos de suporte à decisão. Os resultados indicam que ele é um mecanismo alternativo, sistematizado e de baixo custo para treinamento em problema de auxílio à tomada de decisão, podendo

ser facilmente implementado e útil a programas didáticos de treinamento.

## AGRADECIMENTOS

À UNITAU, EMBRAPA, ao CEFET-SP e à CAPES, pelo apoio e oportunidade para o desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D. et al. Uso de modelos numéricos de terreno na espacialização de épocas de plantio. *In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura*. Brasília: Embrapa, 1998.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. *Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura*. 2. ed. Brasília: Embrapa, 1998.

CAMARGO, A. P.; ORTOLANI, A. A. *Climas de zonas*

*canavieiras do Brasil*. Campinas, IAC, 1966.

FARIA, R. T.; MADRAMOOTOO, C. A. Simulation of soil moisture profiles for wheat in Brazil. *Agricultural Water Management*, v. 31, p. 35-49, 1996.

MUCHOW, R. C.; BELLANY, J. A. Climatic risk in crop production: models and management for the semiarid tropics and subtropics. Wallingford: C.A.B. International, 1991.

PELLEGRINO, G. Q. O Uso de Sistemas de Informações Geográficas no Mapeamento de Informações Agrometeorológicas. *In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E., Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura*. Brasília: Embrapa, 1998.

PUGSLEY L., CRUVINEL, P.E., CARAMORI P. New Agroclimatic Digital Images Classification System and Risk Zone Mapping. *IEEE Computer Society 2001*, p.237-244.

