

Avaliação geral, resultados, perspectivas e uso de ferramentas de agricultura de precisão

João de Mendonça Naime^{1,3*}, João Camargo Neto^{2*}, Carlos Manoel Pedro Vaz^{1,3*}

¹ Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil

² Embrapa Informática Agropecuária, São Carlos, Brasil

³ Bolsista do CNPq

*e-mail: naime@cnpdia.embrapa.br; camargo@cnptia.embrapa.br; vaz@cnpdia.embrapa.br

Resumo: A agricultura de Precisão aplica o conceito da espacialização ou da análise da variabilidade espacial dos fatores que influenciam a produção agropecuária. Dessa forma, a AP é bastante dependente de instrumentos que auxiliam na aquisição, tratamento e transmissão dos dados nos campos agrícolas, transformando-os em informações úteis para o manejo sítio específico. Neste projeto componente estão sendo desenvolvidos e adaptados equipamentos, sensores, métodos, programas computacionais e uma plataforma de rede de sensores sem fio, denominadas de ferramentas de AP. São apresentados resultados de equipamentos para a medida da matéria orgânica e umidade dos solos e de doenças de plantas; bancada de ensaios para a aplicação de insumos; esfera instrumentada para a avaliação de impactos no transporte de hortifrúteis; modelagem, processamento de imagens e visão computacional; rede de sensores sem fio; robótica e projetos de sistemas embarcados para máquinas e implementos agrícolas. Participam deste Projeto Componente as seguintes Unidades da Embrapa e parceiros: Embrapa Instrumentação, Embrapa Informática, CSEM Brasil, Embrapa Pecuária Sudeste, Embrapa Pecuária Sul, Embrapa Trigo, Embrapa Hortaliças, Embrapa Florestas, Centro Internacional de la Papa (Peru) e membros da Força Tarefa ISOBUS.

Palavras-chave: equipamentos on-the-go, rede de sensores sem fio, tecnologia da informação, sensoriamento remoto, SIG, robótica.

General evaluation, results, and perspectives of the precision agriculture tools use

Abstract: Precision Agriculture applies the concept of spacialization or the spatial variability of the factors influencing the agricultural production. Therefore, the AP depends on instruments to acquire, treat and transmit the data from the fields, transforming then to useful information for site-specific management. In the current project several instruments, sensors, methods, computing programs and a wireless sensors network platform have been developed or adapted, denominated AP tools. It is presented results on instruments to measure the organic matter and humidity of soil and plant diseases; a assay bench top system for fertilizers and agrochemicals application; an instrumented sphere for fruit and vegetables impact evaluation, modeling, image processing and computational vision; wireless sensors network; robotic and on-board systems for machines and agricultural implements. The following research centers and partners institutions participate in this project: Embrapa Instrumentation, Embrapa Informatics, CSEM Brasil, Embrapa Cattle Southeast, Embrapa Cattle South, Embrapa Wheat, Embrapa Vegetables, Embrapa Forests, International Potato Center (Peru) and members of ISOBUS Task Force.

Keywords: on-the-go equipment, wireless sensor network, information technology, remote sensing, GIS, robotics.



1. Introdução

A essência da agricultura de precisão reside na análise da variabilidade espacial dos fatores que influenciam a produção, como solo, água, nutrientes, clima, doenças e outros. Os resultados dessa análise, interpretados sob a óptica de ganhos econômicos e de benefícios ambientais, devem orientar o manejo e a aplicação dos insumos de forma localizada e com doses precisas. Para tanto, são utilizadas diversas tecnologias como o GPS, GIS, sensores, atuadores, processadores embarcados, entre outras. No Brasil, principalmente por suas características geográficas, climáticas e culturais, o nível de adoção da agricultura de precisão ainda é relativamente baixo.

Visando o aumento da adoção da AP torna-se necessário ampliar a utilização dessas ferramentas, adaptadas às condições de produção para as diferentes realidades regionais e considerando os distintos níveis de tecnificação dos produtores. O objetivo dessa pesquisa é de desenvolver novas ferramentas de AP e testar outras já disponíveis, mas que necessitem avaliação, validação e adaptação para condições específicas de solos, climas e realidades locais e regionais da produção agrícola e pecuária. Especificamente serão focalizados equipamentos de laboratório e campo, sensores, metodologias, técnicas de processamento e análise de imagens e mapas, além de programas e sistemas computacionais dirigidos ao manejo espacialmente diferenciado.

Diversas áreas experimentais (Unidades Piloto) de culturas como laranja, pastagem, uva e outras serão utilizadas para teste dessas ferramentas de modo que possam ser úteis também na avaliação da variabilidade espacial das Unidades Piloto e, conseqüentemente, contribuam com informações que possam ser úteis para a tomada de decisão com enfoque no manejo sítio específico dessas áreas. A seguir são apresentadas as principais ferramentas a serem desenvolvidas, adaptadas e avaliadas neste Projeto Componente, subdivididos em 3 Planos de Ação, com ênfase em ferramentas instrumentais, em programas computacionais e em uma plataforma de sensoriamento e transmissão remota de dados em campo.

O Plano de Ação *Desenvolvimento e teste de protótipos de sensores, equipamentos, sistemas e novas metodologias*, é composto por 21 atividades de pesquisa. As ações de desenvolvimento de equipamentos utilizarão a infraestrutura dos laboratórios de Eletrônica e Desenvolvimento e de Mecânica da Embrapa Instrumentação Agropecuária e também de parceiros como a Universidade de São Paulo e a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Os métodos para a medida de parâmetros de plantas estão sendo desenvolvidos nos laboratórios de Instrumentação em Pós-colheita e de Óptica e Fotônica Aplicadas à Agricultura da Embrapa Instrumentação, que contam também com toda infraestrutura de instrumentação necessária para a execução das ações em andamento. Os testes e validações estão sendo realizados nas unidades piloto (UP) de citricultura, viticultura e na Embrapa Trigo. Existe um número muito grande de equipamentos, sensores e sistemas para uso na agricultura de precisão, mas muitos deles são importados e muitas vezes inadequados para algumas condições específicas das culturas, climas e solos brasileiros. Portanto, há necessidade de testar inicialmente as tecnologias desenvolvidas principalmente na Europa, Estados Unidos e Japão e realizar estudos que visem a realização de adaptações ou mesmo novos desenvolvimentos mais adequados às condições específicas da agricultura brasileira. Nesse cenário, este plano de ação prevê o teste e adaptação de sensores, equipamentos e métodos para:

- Medida de parâmetros do solo: condutividade elétrica, matéria orgânica, resistência, umidade e potencial da água, textura, retenção de água e condutividade hidráulica, nutrientes e contaminantes;
- Medida de parâmetros de plantas: evapotranspiração, estresse nutricional, pragas e doenças;
- Aquisição de dados em campo por meio de *scouting*, mosaicamento, robô agrícola;
- Teste de conectividade e adoção do padrão ISOBUS;
- Modelamento e tratamento das informações utilizando metodologias como

wavelet-multifractal, aprendizado de máquina/mineração de dados.

A maioria das atividades será executada nas unidades piloto de citricultura e videira, de forma integrada com os experimentos do projeto componente *Caracterização, manejo e monitoramento de atributos do solo, da planta e do clima em sistemas de produção de plantas perenes e semíperenes*.

O Plano de Ação *Avaliação de uma plataforma de rede de sensores sem fio para diversas aplicações* está sendo desenvolvido principalmente nos laboratórios de Eletrônica e Desenvolvimento e Mecânica da Embrapa Instrumentação. Os testes, implementações e coletas de dados estão sendo realizados na Embrapa Hortaliças, Embrapa Florestas, Embrapa Pecuária Sul e na UP de citricultura.

A elevação dos custos de produção, as exigências dos mercados por alimentos mais seguros e a preocupação crescente com a contaminação ambiental e as mudanças climáticas são fatores que têm contribuído para intensificar os avanços da microeletrônica nos campos agrícolas. Atualmente é comum embarcar-se nas cabines dos tratores e máquinas, terminais eletrônicos ligados a receptores GPS e conectados a uma ampla rede de sensores e atuadores distribuídos no motor, nas rodas e especialmente nos implementos, para a prática da agricultura de precisão. Seguindo a tendência da indústria automobilística, essa rede de instrumentos embarcados tem sido estabelecida com o protocolo *Control Area Network*, CAN, sobre um barramento que perpassa as diversas partes da maquinaria (MUNACK; SPECKMANN 2001). A produção animal é outro exemplo a ser considerado. A substituição de sistemas identificadores na forma de brincos com códigos de barra, por dispositivos injetáveis conhecidos por *Radio Frequency Identification*, RFID, é uma realidade que melhora o processo de identificação e a rastreabilidade nessa cadeia produtiva (SAHIN; DALLERY; GERSHWIN, 2002).

Se por um lado existem soluções já adotadas e aceitas como estas, por outro, o recente desenvolvimento das redes de sensores sem fio poderá ampliar ainda mais a presença da

tecnologia eletrônica no agronegócio. O uso de instrumentos transmitindo dados via rádio ou via infravermelho no ambiente agrícola é comum há algumas décadas. Há atualmente várias opções no mercado de estações climatológicas e de sistemas de automação de irrigação que se utilizam desses meios de comunicação. A vantagem óbvia é a grande facilidade de instalação e manutenção de sistemas operando sem fio no campo. Entretanto, diante das possibilidades de aplicações do que se designou de computação pervasiva ou sistemas ubíquos, estabelecidos através das redes de sensores sem fio distribuídos no campo e atravessando as porteiras, os benefícios serão inúmeros (WANG; ZHANG; WANG, 2006). Se a prática da agricultura de precisão nos modelos atuais permite uma economia potencial de insumos e a menor contaminação ambiental, esse impacto positivo pode ser ainda mais significativo se o controle de processos, como a pulverização ou a irrigação, for auxiliado por uma ampla grade de sensores sem fio monitorando as plantas o solo e o ambiente com informações espacializadas em tempo real. Fora da porteira, o monitoramento em tempo real, das condições de armazenamento, transporte e distribuição de frutas, hortaliças, madeira, entre outros produtos, garantiria informações precisas não somente de procedência, mas de toda possível injúria sofrida nesses processos.

O Plano de Ação *Desenvolvimento, validação e extração de conhecimento de tecnologias de informação*, está sendo desenvolvido pela Embrapa Instrumentação, Instituto de Ciências Matemáticas da USP Campus de São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Fundecitrus e Grupo Fischer. Essas instituições dispõem da infraestrutura computacional necessária para os desenvolvimentos de software e dos estudos previstos. As imagens aéreas estão sendo obtidas pelo helicóptero recém adquirido pelo projeto. O sistema de visão computacional para detecção e mapeamento de plantas daninhas para a aplicação de herbicida a taxa variada. O protótipo do sistema especialista georreferenciado para ajuste de correção e adubação de solos será desenvolvido utilizando a estrutura do sistema especialista de diagnóstico de doenças de plantas.

A ampla gama de aparatos tecnológicos disponíveis atualmente tem propiciado novas formas de monitoramento e atuação no âmbito da agricultura e da agropecuária, viabilizando assim a essência que concerne à área de AP. O uso de imagens aéreas obtidas a partir de veículos tripulados e não tripulados, novos sensores, técnicas e equipamentos, tecnologias para georreferenciamento e geoprocessamento, modelos e bancos de dados praticamente ilimitados delineiam um arcabouço tecnológico importante para a evolução e sucesso da AP. Trata-se, porém, de um escopo tecnológico integrado que demanda pesquisa, desenvolvimento, validação e testes. Importantemente vinculados a esses aparatos, tornam-se imprescindíveis sistemas, métodos e modelos capazes de lidar com os dados gerados, extraindo informações úteis que possam nortear o processo de tomada de decisão e a atuação, assim como a análise para descoberta de conhecimento novo. Nesse contexto, este plano de ação trabalha no desenvolvimento, validação e testes de sistemas de tecnologia de informação, assim como o uso de ferramentas estatísticas, mineração de dados, matemáticas e computacionais para análise, extração de conhecimento e suporte à tomada, automática ou não, de decisão.

As ações de desenvolvimento de sistemas e softwares estão sendo executadas no laboratório de Imagem e Modelamento da Embrapa Instrumentação e no Instituto de Ciências Matemáticas da USP. Neste plano de ação serão desenvolvidos os seguintes produtos:

- Programas baseados em computadores de mão para obtenção de informações georreferenciadas diversas (*scouting*);
- Método *wavelet-multifractal* para simulação e modelagem a partir de imagens aéreas e de

scouting, e metodologia para mosaicamento automático por transformada SIFT (*scale invariant feature transform*);

- Sistema computacional de análise multiespectral de cobertura do solo;
- Métodos de mineração de dados /aprendizado de máquina para estudo, aumento da precisão de modelos de predição e descoberta de conhecimento nos dados gerados;
- Método para análise da textura de folhas e plantas invasoras e extratores para abordagem em folhas largas e finas;
- Metodologia *Wavelet-Multifractal* para simulação e modelagem a partir de imagens aéreas, *scouting*, etc.;
- Modelo de decisão com gestão de risco envolvendo reconhecimento e especialização da planta invasora selecionada.

No primeiro ano do projeto diversos avanços já foram obtidos e os trabalhos apresentados a seguir descrevem os principais resultados no desenvolvimento, adaptação e teste de ferramentas de AP.

Referências

MUNACK, A.; SPECKMANN, H. Communication Technology is the Backbone of Precision Agriculture. **Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development**, v. 3, 2001.

SAHIN, E.; DALLERY Y.; GERSHWIN, S. Performance evaluation of a traceability system: an application to the radio frequency identification technology. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, 2002, Yasmine Hammamet, Tunisia. **Proceedings...IEEE**, 2002. v. 3, p.647-650.

WANG, N.; ZHANG, N.; WANG, M. Wireless sensors in agriculture and food industry-Recent development and future perspective. **Computer & Electronics in Agriculture**, v. 50, p. 1-14, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2005.09.003>