

## **PROTOTIPAGEM DE UM CONTROLADOR INTELIGENTE PARA SUPORTE À APLICAÇÃO LOCALIZADA DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS**

**IAGO DE OLIVEIRA BASTOS<sup>1</sup>, IVAN PEREIRA DE SOUZA<sup>1</sup>, LEILA LOURENÇO FURTADO<sup>1</sup>, ROBERTA LEÃO OLIVEIRA<sup>1</sup>, WESLEY ESDRAS SANTIAGO<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Discente em Bacharelado em Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-campus Unaí, (38) 99833-3141, iagobastoseng@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor, Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-campus Unaí, wesley.santiago@ufvjm.edu.br

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Nos sistemas de produção agrícola, o controle de doenças e pragas é uma etapa essencial. Os danos causados pela falta ou a ineficácia do controle fitossanitário podem ser mensurados, expressos na redução da produção. Assim, a busca por soluções para superarem os desafios da agricultura moderna, tendo resultado no desenvolvimento de ferramentas e técnicas de gerenciamento localizado, as quais permitem a racionalização do uso e aplicação de insumos, para reduzir os custos de produção e aprimorar os processos. O objetivo deste trabalho é projetar um sistema inteligente para aplicação localizada, visando elevar a eficiência da aplicação de produtos fitossanitários durante o manejo agrícola. A implementação do software e integração entre software e hardware, bem como a realização de ensaios de bancada será realizada nas dependências do Laboratório de Máquinas Agrícolas do Instituto de Ciências Agrárias da UFVJM, campus de Unaí-MG. Foi elaborado um fluxograma com as etapas para construção de um controlador inteligente para suporte à aplicação localizada de produtos fitossanitários. Com a efetivação das metodologias do projeto, o resultado obtido foi o conceito teórico do protótipo para aplicação de fitossanitários, levando em consideração que o mesmo ainda se encontra em fase de desenvolvimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura de precisão, Sistema inteligente, Modelagem matemática

## **PROTOTYPING AND VALIDATION OF A SMART CONTROLLER FOR SUPPORT TO APPLICATION LOCALIZED OF PRODUCTS PHYTOSANITARY**

**ABSTRACT:** In agricultural production systems, disease and pest control is an essential step. The damage caused by the lack or the ineffectiveness of the phytosanitary control can be expressed in the reduction of production. Thus, the search for solutions to overcome the challenges of modern agriculture, resulting in the development of tools and techniques of localized management, which allow the rationalization the use and application of inputs, to reduce production costs and improve processes. The objective of this work is to design an intelligent system for located in order to increase the efficiency of the application of plant protection products during agricultural management. Software implementation and integration between software and hardware, as well as bench tests will be carried out in the premises of the Laboratory of Agricultural Machinery of the Institute of Agricultural Sciences of UFVJM, campus of Unaí-MG. A flow chart was elaborated with the steps for the construction of a intelligent controller to support the localized application of phytosanitary products. With the implementation of the project methodologies, the result was the theoretical concept of the

prototype for phytosanitary application, taking into account that it is still in the development phase.

**KEYWORDS:** Precision agriculture, Smart system, Mathematical modeling

**INTRODUÇÃO:** O Brasil se encontra entre os maiores produtores e exportadores mundiais de grãos, cereais, produtos animais, sendo um dos maiores concorrentes dos EUA no comércio de commodities como soja, suíno, bovino, milho e arroz segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, (USAD, 2016). No contexto produtivo, o controle de pragas e doenças é uma etapa crucial em todos os sistemas de produção agrícola.

Os danos decorrentes da ausência ou ineficiência do controle fitossanitário podem ser quantitativos, expressos na redução da produção, e qualitativos, expressos na depreciação de características do material colhido (SANTOS, 2007). No custo de produção, o controle de pragas corresponde a uma das maiores parcelas do custo total, sendo o atraso no controle, altamente relacionado a baixa eficiência dos inseticidas (FREIRE, 2007). Há ainda que se considerar, que nos últimos anos vários casos de danos ao meio ambiente e a saúde humana provocados por defensivos agrícolas têm sido reportados (KOLLER et al., 2012; HELANDER et al., 2012; HERNANDEZ et al., 2013).

Portanto, é importante que as áreas de produção sejam tratadas com tecnologias modernas que se baseiem no conceito de sustentabilidade econômica e ambiental (SHIRATSUCHI et al. 2004; QUEIROZ e ANTUNIASSI, 2006). Estudos mostram que a aplicação localizada de produtos fitossanitários pela detecção instantânea dos alvos (por exemplo, plantas daninhas) através do uso de sensores ou câmeras digitais ou por mapas de prescrição, pode reduzir o volume de produto aplicado em até 90% (GERHARDS et al., 2002; SHIRATSUCHI et al., 2003), proporcionando uma maior eficiência na produção agrícola. O objetivo desta pesquisa foi projetar um sistema inteligente para aplicação localizada, visando elevar a eficiência da aplicação de produtos fitossanitários durante o manejo agrícola.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A implementação do algoritmo e integração entre software e hardware, bem como a realização de ensaios de bancada será realizada nas dependências do Laboratório de Máquinas Agrícolas do Instituto de Ciências Agrárias da UFVJM, campus de Unai.

O hardware do sistema de pulverização proposto será composto pelo reservatório de calda (capacidade de 30 litros, feito em poliestireno transparente de alta densidade), bicos de pulverização, válvulas solenóides, eletrobomba de pressurização (Jabsco, modelo 82600), sensor GPS, micro-controlador (Arduíno) e um sistema de informação que interpreta os dados (coordenadas geográficas) advindos do software de prescrição do local de aplicação / pulverização. Os componentes de hardware do sistema proposto são mostrados na figura 1.

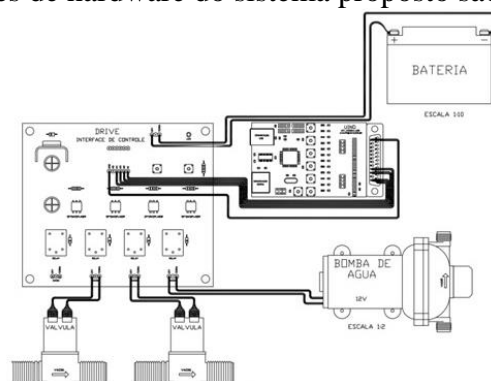


FIGURA 1. Arquitetura de hardware do protótipo proposto.

O protótipo será desenvolvido considerando dois bicos pulverizadores acoplados na barra de pulverização, serão selecionados bicos com pontas de pulverização cônicas e que fiquem posicionados garantindo a menor sobreposição da aplicação. Para cada bico, há uma válvula solenoide responsável pelas ações de abertura e fechamento do mesmo, sendo que a comunicação entre o micro-controlador e o computador para controle de cada válvula deverá ser realizada através da *Universal Serial Bus*.

A configuração do sistema de pulverização possibilita que o líquido flua constantemente através dos arranjos multi-bicos, sendo a pressão do sistema controlada por meio de uma válvula de alívio na saída do sistema de fornecimento de líquido. Adotar-se-á uma pressão de 241 kPa para obter a taxa de fluxo desejada.

Será construído um circuito utilizando a plataforma de prototipagem arduíno (modelo Mega 2560) para controle das duas válvulas, as duas saídas serão configuradas para o formato digital on/off. Como fonte de energia para todos os instrumentos eletrônicos do sistema, será utilizada uma bateria de 12V. Tendo em vista as peculiaridades da operação de pulverização, tais como exposição a poeira e umidade, o circuito para controle das válvulas será alocado numa caixa de controle à prova d'água. Todos os conectores ligados aos instrumentos também deverão ser à prova d'água para evitar danos causados por umidade.

A prescrição do local de aplicação / pulverização será obtida por meio da simulação de coordenadas geográficas do mapeamento de uma lavoura, para isso será desenvolvido no programa computacional MATLAB da The MathWorks© um software onde o usuário poderá inserir as coordenadas e ações a serem tomadas, como abrir ou fechar uma ou ambas as válvulas, conforme a coordenada geográfica.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Para as situações em que as imagens são processadas offline, ou seja, a aquisição, processamento e pulverização não são processos simultâneos, a função de acionar e desativar as válvulas é configurada conforme uma tabela com a prescrição da ação. O acionamento das válvulas somente ocorre quando há a concordância da coordenada geográfica atual, com a coordenada que tem a ação de pulverização prescrita, conforme apresentado na figura 2.



FIGURA 2 - Interface mostrando o acionamento das válvulas no campo

Por se tratar de um sistema hidráulico de acionamento direto, constatou-se que sua dinâmica é característica de um sistema de 1ª ordem. Assim, para a identificação e determinação dos parâmetros da equação de transferência que rege o sistema, foi aplicado um sinal de teste do tipo degrau, e obteve-se a curva de resposta de sua saída até a estabilização em malha aberta (até 92,8% do valor de regime). O processo de modelagem do sistema considerou o estudo com diversas vazões do fluido, os dados foram coletados e armazenados, sendo posteriormente utilizados como parâmetros de comparação com as simulações matemáticas. Estas simulações foram executadas com auxílio da ferramenta Simulink (MATLAB®, 2012)

e a ferramenta *ident toolbox*, com o objetivo de validar o modelo experimentalmente identificado e assim verificar os pontos para identificar falhas e melhorar o sistema em estudo, a correlação da simulação do modelo com os dados experimentais foi de 89,62%.

Comprovou-se que o tempo de resposta entre a geração do sinal e a atuação é de aproximadamente 3 ms, tempo este relativamente baixo. Porém, o tempo necessário para que o fluido interrompa o escoamento é aproximadamente 5 s, tempo este alto, devido à proximidade entre regiões definidas com infestação e de cultura da cana.

Cabe detalhar que este tempo de 5s, se dá ao esvaziamento do trecho anterior ao bico pulverizador, por questões de projeto a válvula de controle solenoide foi instalada a 12,0cm do bico pulverizador. Como o bico pulverizador tem a característica de estar sempre aberta, a interrupção do fluxo através da válvula solenoide não impede que o produto acumulado no interior da tubulação pare de escorrer até estar completamente vazio, gerando este fluxo, chamado de “atraso”, já que a aquisição de dados mede a resposta em volume da pulverização.

**CONCLUSÕES:** Com a efetivação das metodologias do projeto, o resultado obtido foi o conceito teórico do protótipo para aplicação de fitossanitários. Em relação ao sistema de posicionamento, é ainda necessários estudos para validar a taxa de acerto conforme sua localização.

## REFERÊNCIAS

GERHARDS, R., SÖKEFELD, TIMMERMANN, C. and KÜBAUCH. 2002. Site-specific weed control in maize, sugar beet, winter wheat, and winter barley. *Precision Agriculture*, 3, 25-35, 2002.

HELANDER, M.; SALONIEMI, I.; SAIKKONEN, K. Glyphosate in northern ecosystems, *Trends in Plant Science*, Volume 17, Issue 10, October 2012, Pages 569-574, ISSN 1360-1385, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2012.05.008>.

HERNÁNDEZ, A.F., PARRÓN, T., TSATSAKIS, A.M., REQUENA, M., ALARCÓN, R., LÓPEZ-GUARNIDO, O. Toxic effects of pesticide mixtures at a molecular level: Their relevance to human health. *Toxicology*, Volume 307, Pages 136-145. 2013.

KOLLER, V. J.; FÜRHACKER, M.; NERSESYAN, A.; MIŠÍK, M.; EISENBAUER, M.; KNASMUELLER, S. (2012). Cytotoxic and DNA-damaging properties of glyphosate and Roundup in human-derived buccal epithelial cells. *Archives of Toxicology*, Volume 86, Issue 5, pp 805-813.

QUEIROZ, C. A. S.; ANTUNIASSI, U. R. Avaliação de um sensor de detecção de plantas daninhas por análise de imagens. *Energ. Agric.*, v.21, n.4, p.1-11, 2006.

SHIRATSUCHI, L. S.; MOLIN, J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Mapeamento da distribuição espacial da infestação de *Panicum maximum* durante a colheita da cultura de milho. *Planta Daninha*, v.22, n.2, p.269-274, 2004.

SHIRATSUCHI L.S., CHRISTOFFOLETI P.J., FONTES JR. Aplicação localizada de herbicidas. *Embrapa Cerrados, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*, v. 91, p. 18, 2003.