

# **SMART FARMING EM PROPRIEDADES AGROECOLÓGICAS: ESTRATÉGIAS DE CONTROLE INTELIGENTE USANDO FUZZY**

**M.S. Vianna; G.Y. Antônio; J.P. Torres; C.A. Cosensa**

**Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho Lab. Micropoluentes (Projeto Start up Wibis Vitae): Av. Carlos Chagas Filho, nº 373, Cidade Universitária, Cep: 21941-902. Rio de Janeiro, RJ.**

**Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) - Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária - PPGTIA**

**E-mail: wibisvitae@gmail.com**

## **INTRODUÇÃO**

O fortalecimento da Agroecologia passa por estudos e investimentos na eficiência e controle desses sistemas produtivos. Por isso, a implantação de sistemas inteligentes e a estruturação das propriedades rurais em Smart Farming é uma estratégia para a expansão do modelo agroecológico de produção de bens agrícolas e de sua valorização econômica e de impacto agro-ambiental. Entretanto, a realidade de pequenos produtores rurais ainda não alcança tais tecnologias.

As tecnologias da informação podem ajudar de forma decisiva à expansão do manejo agroecológico por oferecer melhores e palpáveis garantias de eficiência produtiva em substituição ao manejo dependente de insumos químicos industriais. Estudos e ações que apoiem esta agro-inclusão dos pequenos produtores que vivem da terra promoverá um mercado justo e com equidade de condições e oportunidades para combater as desigualdades sócio-econômicas no campo. Uma das etapas mais complexas do desenvolvimento dos sistemas agritechs é o controle das etapas produtivas. Esses sistemas de controle fornecem respostas à determinada entrada. Assim, os chamados 'sistemas inteligentes' são aqueles que fornecem respostas que solucionam problemas, apropriadas às situações específicas da produção e de seu contexto ecológico. A Lógica Fuzzy, as redes neurais e os algoritmos, dentre outras ferramentas matemáticas, pertencem ao novo paradigma chamado coletivamente por sistemas inteligentes.

Até o presente momento existe um descompasso entre a capacidade criativa dos seres humanos e a possibilidade de solução que as máquinas computacionais proporcionam, devido ao fato de que as pessoas raciocinam de forma incerta, imprecisa, difusa ou nebulosa, enquanto as máquinas e computadores são movidas por raciocínio preciso e binário. No contexto da agricultura esta diferença é muito nítida: entre a lógica das máquinas (que precisam oferecer respostas rápidas e eficientes ao produtor em contextos diversos e não-padronezados) e a percepção experiente do próprio produtor. Este distanciamento dificulta que a máquina absorva e aprenda com as impressões e experiências do homem do campo e, ao mesmo tempo, não torna acessível e simples o acesso do produtor aos serviços da máquina. A eliminação de tal restrição faria com que as máquinas fossem inteligentes, isto é, pudessem raciocinar da mesma maneira imprecisa. Tal forma de raciocínio é chamado em inglês de 'fuzzy'. A lógica Fuzzy é uma técnica que incorpora a forma humana de pensar em um sistema de controle. O advento da Lógica Fuzzy foi causada pela necessidade de um método capaz de expressar de uma maneira sistemática quantidades imprecisas, vagas, mal-definidas porém rica em informações relevantes e operacionais. A lógica fuzzy também é útil em tarefas de tomadas de decisão, onde as variáveis não são definidas em termos exatos. O raciocínio o indutivo, que também pode ser utilizado no projeto de controladores fuzzy, torna possível o aprendizado e generalizações através de exemplos particulares provenientes da observação do comportamento do processo em uma situação dinâmica.

## **OBJETIVO**

O sistema produtivo agrícola é complexo e seu controle exige a vigilância de inúmeros parâmetros e seu significado produtivo e ecológico. Pretende-se desenhar um protótipo de um sistema de controle para monitorar condições de fertilidade de solo e sua adequada correspondência às necessidades das culturas.

Este trabalho tem como objetivo modelar um sistema de monitoramento e controle eficiente e de menor custo aplicado ao manejo agrícola com ênfase em processos agroecológicos em propriedades rurais do município de Nova Friburgo, Estado do Rio de Janeiro. Ao mesmo tempo, pretende absorver a experiência empírica dos produtores rurais em um formato moderno e acessível de informação para a tomada de decisão.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A configuração básica de um controlador fuzzy pode ser discriminados em seus blocos funcionais: (1) interface de fuzzificação, (2) base de conhecimento; (3) lógica de tomada de decisão, (4) interface de defuzzificação. Essa estrutura de controlador representa a transformação que ocorre do domínio do mundo real, que usa números reais, para o domínio fuzzy (usa números fuzzy). Nessa transformação um conjunto de inferências fuzzy é usado para as tomadas de decisões e, por fim há uma transformação inversa do domínio fuzzy para o domínio do mundo real, para que ocorra o acoplamento entre saída do algoritmo fuzzy e as variáveis de atuação. Será utilizada para o gerenciamento de incertezas, através da expressão de termos com um grau de certeza, num intervalo numérico [0,1], onde a certeza absoluta é representada pelo valor 1. As expressões verbais, imprecisas, qualitativas, inerentes da comunicação humana, que possuem vários graus de incerteza, são mensuráveis através da lógica fuzzy. No raciocínio humano, consistindo de implicações lógicas, ou também chamado por inferência lógica, a entrada ou condição e a saída ou consequência, são associadas por regras de raciocínio, com graus de verdade no intervalo [0,1]. Nesta metodologia vamos utilizar os seguintes dados: (1) Entrevistas com os produtores das comunidades agrícolas baseado em questionários estruturados; (2) Entrevistas com os especialistas (técnicos, consultores e pesquisadores) baseado em questionários estruturados;

(3) Parâmetros Químicos, Físicos e Biológicos. A fuzzificação é a transformação das variáveis do problema em valores fuzzy. Etapa no qual as variáveis lingüísticas podem ser definidas de forma subjetiva, bem como as funções membro (funções de pertinência). A informação do questionário será utilizada para determinar e avaliar o conjunto de critérios ou variáveis mais relevantes assim como para definir os termos lingüísticos a empregar para cada uma dessas variáveis. Aplicação do modelo de inferência: conjunto das regras para a operação dos elementos do conjunto e para a operação do modelo.

Nesta etapa, o modelo de inferências inclui fatores relacionados à dinâmica de ciclagem de nutrientes, correção do solo e adubação e outros mecanismos de auto-regulação que influenciam diretamente a fertilidade dos solos e o combate à susceptibilidade à doenças.

### **DISCUSSÃO E RESULTADOS**

Após a aplicação dos questionários foram definidas variáveis e seus respectivos graus de pertinência para a posterior construção do modelo a partir de inferências definidas a partir das características agroecológicas de ciclagem e fertilidade de solos dos sistemas produtivos estudados. Foi construído um protótipo de um sistema de controle para monitorar e alertar o produtor, através de relatórios com linguagem simples e com indicações gráficas, sobre as condições de fertilidade do solo, a necessidade de fontes de adubação orgânica e correção do solo e forma adequada de manejo considerando condições específicas. O protótipo está em teste em 3 propriedades do município de Nova Friburgo em plantio de hortaliças.

### **CONCLUSÃO**

Os controladores fuzzy baseado em regras de inferência (modelo) possui vantagens práticas que os tornam a mais popular configuração usada pelos softwares de sistemas de desenvolvimento de controladores fuzzy: (1) regras de controle de fácil compreensão, todas as funções de controle associadas a uma regra podem ser testadas individualmente, etc.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPERJ-Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e da CAPES – Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.