

Proposição de um Controle Baseado em Lógica Fuzzy para Aeração de Armazéns de Grãos

Mateus V. de Azevedo¹, Marcia F. B. Binelo², Manuel O. Binelo³
PPGMMC, Unijuí, Ijuí, RS

A produção de grãos depende de várias etapas, tais como: preparo do solo, plantio, colheita, secagem e armazenagem [5]. Durante o período de armazenagem é fundamental manter os grãos dentro de condições adequadas de temperatura e umidade, caso contrário, o surgimento de pragas como fungos e insetos pode causar perdas importantes da produção [1].

Para realizar o controle dessas condições, o método mais usado é a aeração, que consiste na passagem forçada de ar externo pelo volume de grãos armazenados, que constitui um meio poroso. O fluxo de ar é realizado por meio de ventiladores elétricos de alta potência [7]. A aeração depende das condições do ar ambiente, sendo viável apenas quando as condições de temperatura ambiente e umidade do ar externos favorecem o resfriamento e a manutenção dos grãos em um nível adequado de umidade. Essa decisão de quando ligar ou desligar o controle de aeração geralmente é realizado por sistemas automáticos, pois as condições mais favoráveis podem ocorrer a qualquer horário do dia ou da noite. [3, 4].

O processo de controle de aeração é um problema de otimização multiobjetivo, pois além da necessidade de manter os grãos nas melhores condições possíveis, é necessário fazer isso considerando o menor gasto de energia possível. As estratégias para esse controle podem variar dependendo de vários fatores, como objetivo dos grãos armazenados (sementes para plantio ou alimentação), localização do armazém e época do ano, custo de energia que pode variar conforme o horário, tempo previsto de armazenagem, entre outros.

Todos esses fatores são muitas vezes ponderados de forma subjetiva por um especialista humano que pode ajustar aspectos do controle de aeração, ou realizar a aeração de forma manual (ligando e desligando diretamente os ventiladores). Incorporar esses diversos fatores em um sistema automático de aeração não é uma tarefa simples, mas sistemas de Inteligência Artificial (IA) capazes de lidar com incertezas podem ser uma ferramenta importante para esse fim.

A lógica fuzzy é um modelo de IA capaz de lidar com incertezas, pois diferentemente da lógica clássica, não opera apenas com valores absolutos de verdadeiro e falso, mas também com níveis contínuos de incerteza. Além disso, a lógica fuzzy é capaz de operar com regras que utilizam termos que expressam a subjetividade do pensamento humano, tais como "muito", "pouco", "médio", "alto", etc., facilitando assim a incorporação do conhecimento do especialista humano nas regras do modelo autônomo de controle [2].

Portanto, o objetivo desse trabalho é criar um modelo de controle de aeração baseado em lógica fuzzy, incorporando os fatores já mencionados que afetam o processo de aeração, em suas regras. Para a criação do modelo será utilizada a linguagem de programação Python, e ele será validado por meio de simulações do processo de aeração com o modelo Thorpe [6]. Esse modelo de simulação permite calcular a evolução do estado de temperatura e umidade dos grãos ao longo do tempo considerando como entrada a temperatura ambiente, umidade do ar, velocidade do ar e tempo de aeração. Diversos cenários obtidos de dados de estação meteorológica serão usados para analisar

¹mateus.azevedo@sou.unijui.edu.br

²marcia.brondani@unijui.edu.br

³manuel.binelo@unijui.edu.br

o comportamento do controle fuzzy de aeração quanto a sua capacidade de manter os grãos em condição adequada e o gasto de energia do processo.

Atualmente, o trabalho está na etapa de estudo e implementação do modelo Thorpe, revisão bibliográfica de sistemas de aeração e controle fuzzy, e obtenção de dados observacionais de condições de temperatura e umidade do ar. Espera-se que esse trabalho possa contribuir para o desenvolvimento de sistemas de armazenagem de grãos mais seguros e eficientes, visando a diminuição da perda de alimentos.

Agradecimentos

O presente trabalho é realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- [1] M. O. Binelo, V. Faoro, O. A. Kathatourian e B. Ziganshin. “Simulação de fluxo de ar e otimização do perfil de pressão de entrada de um sistema de aeração de silos de armazenamento de grãos”. Em: **Computadores e Eletrônicos na Agricultura** 164 (2019), p. 104923. DOI: ISSN0168-1699.
- [2] F. A. C. Gomide e R. R. Gudwin. “Modelagem, controle, sistemas e lógica fuzzy”. Em: **SBA controle & Automação** 4.3 (1994), pp. 97–115.
- [3] A. S. Junior, M. M. Junior, A. H. Dias, I. M. Mathias e G. Contil. “Embedded system in Arduino platform with Fuzzy control to support the grain aeration decision”. Em: **Ciência Rura** v. 46 (2016), pp. 1917–1923.
- [4] J. E. Kwiatkowski. “Simulation and Control of the Aeration System for Soybeans Mass (in portuguese)”. Dissertação de mestrado. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Íjuí-RS, Brazil, 2011.
- [5] L. C. da Silva. “Aeração de grãos armazenados”. Em: **Grãos Brasil: Da Semente ao Consumo** (2011), pp. 7–10.
- [6] G. R. Thorpe. “Physical basis of aeration”. Em: **NAVARRO, S.; NOYES, R. T. (Ed.). The mechanics and physics of modern grain aeration management. Boca Raton: CRC Press, 2001.**
- [7] V. Ziegler, R. T. Paraginski e C. D. Ferreira. “Grain storage systems and effects of moisture, temperature and time on grain quality - a review”. Em: **Jornal de pesquisa de produtos armazenados** 91 (2021), p. 101770.