

Aprendizado de Máquina Aplicado à Simulação do Processo de Aeração de Soja

Graziela Zorzo¹, Manuel O. Binelo², Marcia F. B. Binelo³
PPGMMC - UNIJUÍ, Ijuí, RS

A aeração de grãos desempenha um papel fundamental na preservação da qualidade dos grãos na indústria agrícola e de alimentos. Considerando a demanda constante de importação e exportação de commodities agrícolas ao longo do ano, a preservação da qualidade dos grãos é vital para atender a essas necessidades [1]. Assim, torna-se necessário buscar simulações matemáticas e computacionais precisas do processo de aeração de grãos, visando um manejo econômico e seguro dos grãos armazenados.

Nesse sentido, sabe-se que existem vários modelos matemáticos capazes de fazer a simulação da aeração dos grãos. Segundo [4], estudos envolvendo implementar um modelo matemático eficiente no gerenciamento da aeração são datados da década de 1970, onde se estudava modelagem do fenômeno de transferência de calor e massa no domínio de grãos armazenados. No ano de 2001, [7] apresentou um modelo que é baseado nas equações de balanço de massa e energia formulado por [6]. Posteriormente, o modelo Thorpe ganhou discussão na literatura, por demonstrar resultados satisfatórios quando comparado a dados experimentais, sendo considerado acurado [3]. Entretanto, para a realização das suas simulações são necessários muitos recursos computacionais, o que dificulta a sua aplicação embarcada em sistemas de controle de aeração.

Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho é propor um modelo de Inteligência Artificial (IA) com aprendizado de máquina baseado em Redes Neurais Artificiais (RNAs), que seja capaz de aprender o comportamento das simulações do modelo Thorpe para simulação do processo de aeração de soja. De acordo com [5], as RNAs são modelos computacionais que se inspiram no funcionamento do sistema nervoso de seres vivos. Uma vantagem importante das RNAs é que, embora demandem um custo computacional alto para seu treinamento, depois de treinadas podem fornecer respostas de forma ágil, exigindo menos recursos computacionais que uma simulação de métodos numéricos clássicos como diferenças finitas ou elementos finitos.

Como entradas do modelo Thorpe tem-se a temperatura do ar, a umidade do ar, a velocidade do ar, o tempo de aeração, e a temperatura inicial e a umidade inicial dos grãos em cada camada do silo. As saídas do modelo Thorpe são a temperatura final e a umidade final dos grãos em cada camada do silo, após a aeração. A validação do modelo será realizada a partir de dados observacionais referentes a essas entradas e saídas, obtidos em uma cooperativa ligada ao recebimento, beneficiamento, armazenagem e comercialização de grãos.

O modelo de RNA adotado será uma rede tipo feedforward multicamadas, com número de entradas e saídas dependendo do número de camadas de grãos considerado no silo. As entradas e saídas da RNA são as mesmas que as do modelo Thorpe. O modelo de IA será implementado usando linguagem Python e a biblioteca TensorFlow/Keras, que é amplamente utilizada para implementação de RNAs [2]. O modelo Thorpe será implementado também em Linguagem Python com biblioteca NumPy. Um conjunto de dados será gerado por meio de simulações do modelo

¹graziela.zorzo@sou.unijui.edu.br

²manuel.binelo@unijui.edu.br

³marcia.brondani@unijui.edu.br

Thorpe, abrangendo diferentes valores de entrada para temperatura e umidade dos grãos e do ar, velocidade do ar, número de camadas do silo e tempo de aeração, resultando como saída a temperatura e umidade final dos grãos para cada cenário simulado. Esses dados de entrada e saída serão usados como conjunto de treinamento e teste da RNA.

Atualmente o trabalho se encontra no estágio de obtenção de dados observacionais e na implementação computacional do modelo Thorpe. Testes iniciais indicam que simulações desse tipo podem levar de 30 segundos até 10 minutos dependendo do tempo de aeração simulado, enquanto o tempo de ativação de uma rede neural do tipo feedforward já treinada está na ordem de milissegundos, o que viabilizaria a utilização do modelo em sistemas de controle em tempo real, especialmente no contexto de sistemas embarcados.

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. “Airflow simulation and inlet pressure profile optimization of a grain storage bin aeration system”. Em: **Computers and Electronics in Agriculture** 164 (2019), p. 104923. DOI: 10.1016/j.compag.2019.104923.
- [2] F. Chollet et al. **Keras**. Online. Acessado em 05/06/2024, <https://github.com/fchollet/keras>.
- [3] J. E. Kwiatkowski Junior. “Múltipla Extrapolação De Richardson Para Reduzir E Estimar O Erro De Discretização Na Simulação Do Processo De Aeração Da Massa De Grãos”. Tese de doutorado. UFPR, 2023.
- [4] S. Panigrahi, C. Singh e J. Fielke. “CFD modelling of physical velocity and anisotropic resistance components in a peaked stored grain with aeration ducting systems”. Em: **Computers and Electronics in Agriculture** 179 (2020), p. 105820. DOI: 10.1016/j.compag.2020.105820.
- [5] I. N. Silva, D. H. Spatti, R. A. Flauzino, L. H. B. Liboni e S. F. R. Alves. **Artificial Neural Networks - A Practical Course**. 1a. ed. São Paulo: Springer, 2017. ISBN: 978-3319431611.
- [6] G. R. Thorpe. “Modelling ecosystems in ventilated conical bottomed farm grain silos”. Em: **Ecological Modelling** 94.2 (1997), pp. 255–286. DOI: 10.1016/S0304-3800(96)00022-1.
- [7] G. R. Thorpe. “Physical basics of aeration”. Em: **The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management**. Ed. por S. Navarro e R. T. Noyes. Vol. 1. CRC Press, 2001. Cap. 4, pp. 125–185. DOI: 10.1201/9781420040333.