

Evento: Debates sobre Inteligência Artificial (d.I.A.)

## ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS DE GRÃOS DE SOJA POR MEIO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL<sup>1</sup>

### ESTIMATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF SOYBEANS BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Maurício dos Santos Dessuy<sup>2</sup>, Daniel Petravicius<sup>3</sup>, Manuel Osorio Binelo<sup>4</sup>, Edson Luiz Padoin<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa desenvolvido no curso de pós graduação em modelagem matemática da UNIJUÍ

<sup>2</sup> Aluno do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, Unijui

<sup>3</sup> Aluno do Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, Unijui

<sup>4</sup> Professor da Unijui

<sup>5</sup> Professor da Unijui

## INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores para a segurança alimentar no mundo é a eficiência dos processos de armazenamento pós-colheita. Uma ferramenta fundamental para a melhoria desses processos é a modelagem matemática e computacional (Brooker et al.,1996; Mellmann et al.,2011). No entanto, para que esses modelos possam ser simulados de forma confiável, é fundamental a correta estimação dos seus parâmetros, especialmente aqueles relacionados às propriedades físicas dos grãos (Binelo et al.,2019; Boac et al.,2010).

No caso de grãos de soja, seus parâmetros podem variar conforme o tipo da semente e o nível de umidade do grão. Entre esses parâmetros estão densidade, coeficiente de atrito, coeficiente de Poisson, entre outros aspectos (Kibar & Ozturk,2008). A obtenção destes parâmetros é um processo muito custoso e complexo, e depende de equipamentos de laboratório de alta qualidade (Lorenzoni,2018). A inteligência artificial (IA) pode ser empregada a obtenção dos parâmetros, em especial para os utilizados no método dos elementos discretos (DEM). O DEM é utilizado para a simulação do escoamento de grãos, oportunizando assim a criação de projetos otimizados de secadores, com operação mais eficiente e segura (Silva,2005).

O objetivo deste trabalho é a aplicação de IA, por meio de um algoritmo genético (AG) para a estimação de propriedades físicas de grãos de soja. Tais propriedades são importantes para simulações computacionais com DEM, que podem permitir a otimização de processos como secagem, armazenamento, movimentação e processamento de grãos.

**Palavras-chave:** Algoritmo Genético, Parametrização, Soja

**Keywords:** Genetic Algorithm, Parameterization, Soybean

## METODOLOGIA

Metodos do tipo DEM podem ser utilizados para simular o escoamento de grãos. O DEM é empregado em diferentes áreas da engenharia para simular comportamentos físicos de elementos granulares ou coesos, como grãos, rochas, concreto, solos, entre outros (Cundall & Strack,1979; Luding,2008). Neste trabalho, para obtenção dos parâmetros de simulação DEM de grãos de soja

**Evento:** Debates sobre Inteligência Artificial (d.I.A.)

foram realizadas experimentos em um aparato formado por uma rampa de madeira e um tubo de acrílico, onde foi medido o recuo do grãos após a sua descida pela rampa, conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1- Aparato experimental

O experimento foi executado 100 vezes, onde obteve-se uma média do recuo dos diferentes grãos de soja por meio da análise dos vídeos gravados. Os resultados deste experimento foram utilizados como referência para o processo de obtenção dos parâmetros que são: coeficiente de amortecimento e coeficiente de Poisson, estes que são fundamentais para a simulação correta do comportamento dinâmico dos grão.

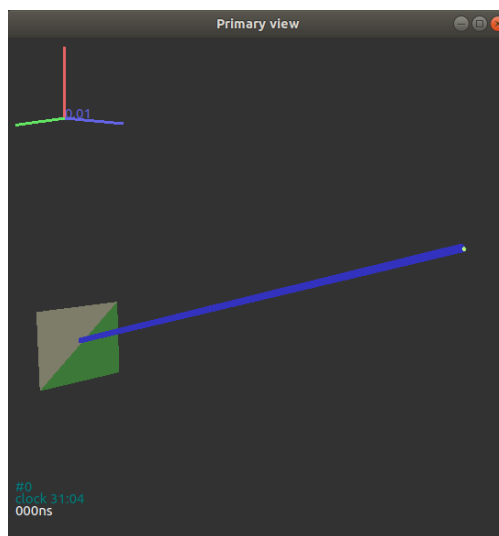


Figura 2: Simulação computacional

Evento: Debates sobre Inteligência Artificial (d.I.A.)

Após experimento físico, foi desenvolvida uma simulação computacional aplicando estes dois parâmetros. A simulação foi realizada utilizando-se o software Yade, um programa de software livre que implementa o DEM. O código da simulação escrito em Python foi utilizado para obter o recuo do grãos de soja, e assim comparar os resultados simulados com o experimento físico. A simulação pode ser vista na Figura 2.

Para a otimização dos parâmetros foi utilizado o método AG, que é um método de IA inspirado na seleção natural. Nesse método os parâmetros são representados por um código de DNA cujo processo de reprodução, mutação e seleção deve levar à otimização dos valores dos parâmetros. Para a seleção dos indivíduos optou-se pela seleção por torneios, e para a reprodução foi utilizado cruzamento de ponto único (Devillers,1996). O código genético foi definido como um vetor de dez posições, onde o fator de amortecimento foi representado pelos cinco primeiros dígitos, e o coeficiente de Poisson pelos cinco últimos dígitos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelo AG são mostrados na Figura 3, onde é possível notar que na primeira geração os dados estão dispersos devido à forma aleatória como é gerada a primeira geração. No entanto, ao passar das gerações é possível notar que os indivíduos convergem para os valores de 0,1384043 para o coeficiente de Poisson e 0,2476494 para o fator de amortecimento.

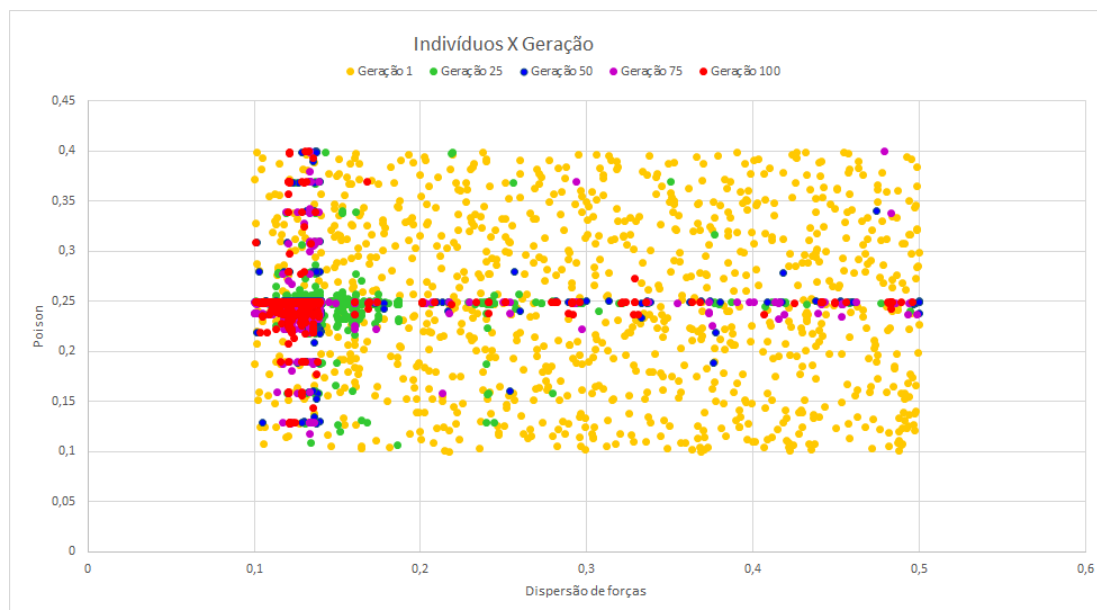


Figura 3: Resultado do AG

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou a aplicação de IA para obtenção de parâmetros físicos de grãos de soja. Os resultados mostram que o AG é uma técnica viável para o processo de parametrização de modelos de simulação. A execução do MED com parâmetros otimizados por IA pode auxiliar no projeto de sistemas de secagem e armazenagem de grãos mais eficientes. Como trabalho futuro, o método pode

**Evento:** Debates sobre Inteligência Artificial (d.I.A.)

ser expandido para a obtenção de mais parâmetros, como coeficiente de atrito e módulo de Young.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Binelo, M. O., de Lima, R. F., Khatchatourian, O. A., Stránský, J. (2019). Modelling of the drag force of agricultural seeds applied to the discrete element method. *Biosystems Engineering*, 178, 168-175.

Boac, J. M., Casada, M. E., Maghirang, R. G., Harner III, J. P. (2010). 3-D and quasi-2-D discrete element modeling of grain commingling in a bucket elevator boot system. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*.

Brooker, D. B., Bakker-Arkema, F. W., Hall, C. W. (1992). *Drying and storage of grains and oilseeds*. Springer Science Business Media.

Cundall, P. A., Strack, O. D. (1979). A discrete numerical model for granular assemblies. *geotechnique*, 29(1), 47-65

Devillers, J.(1996). Genetic algorithms in computer-aided molecular design. In: *Genetic Algorithms in Molecular Modeling*. [S.l.]: Elsevier, p. 1–34.

Kibar, H., Ozturk, T. (2008). Physical and mechanical properties of soybean. *International Agrophysics*, 22(3), 239-244.

Lorenzoni, R. K. Modelagem matemática e simulação computacional do escoamento de grãos em secadores de fluxo misto utilizando o método dos elementos discretos. 2018. Dissertação.

Luding, S. (2008). Introduction to discrete element methods: basic of contact force models and how to perform the micro-macro transition to continuum theory. *European journal of environmental and civil engineering*, 12(7-8), 785-826.

Mellmann, J., Iroba, K. L., Metzger, T., Tsotsas, E., Mészáros, C., Farkas, I. (2011). Moisture content and residence time distributions in mixed-flow grain dryers. *Biosystems Engineering*, 109(4), 297-307.

Silva, L. C. da. Secagem de grãos. *Boletim Técnico: AG*, v. 4, n. 05, 2005.