



Evento: XXX Seminário de Iniciação Científica.

**MODELAGEM MATEMÁTICA E COMPUTACIONAL DE UM MEDIDOR DE
UMIDADE DE GRÃOS¹****MATHEMATICAL AND COMPUTATIONAL MODELING OF A GRAIN MOISTURE METER****João Gabriel Foletto Schefer², Manuel O. Binelo³, Joana Garcia Câmara⁴, Marcia B.
Binelo⁵, João Fernando Weber⁶**¹ Projeto de pesquisa e desenvolvimento da Unijuí² Bolsista de Iniciação Científica CNPq/UNIJUÍ 2021/2022 e acadêmico do curso de Ciência da Computação, UNIJUÍ.³ Professor orientador, UNIJUÍ.⁴ Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/UNIJUÍ 2021/2022 e acadêmico do curso de Engenharia Elétrica, UNIJUÍ.⁵ Professor do PPGMMC, UNIJUÍ⁶ Engenheiro Eletricista, FW Instrumentação, Criatec, UNIJUÍ**INTRODUÇÃO**

A umidade presente nos grãos é um dos parâmetros de qualidade mais importantes na hora de compra, venda e armazenamento de grãos, pois o teor de água presente neles pode prejudicar o comprador do grão. Quando armazenados, os grãos que tiverem alto teor de umidade, podem ser prejudicados por fungos ou bactérias, que são prejudiciais à saúde. Além disso, o teor de umidade afeta diretamente o valor econômico do produto, pois os grãos costumam ser vendidos por peso (MORITZ et al., 2012). Este presente trabalho consiste em um estudo sobre a umidade dos grãos, especificamente do grão do milho e da soja, que tem sua origem no México e na China respectivamente. O milho e a soja são um dos principais cereais componentes para a produção de ração animal, voltado para um dos principais segmentos do comércio exterior do Brasil (GASQUES, 2022), a cadeia produtiva de carne animal. O estudo analisou um medidor de umidade de grãos protótipo de uma empresa incubada na Universidade. Foi feita a modelagem matemática da aferição da umidade dos grãos considerando medidas elétricas obtidas pelo aparelho. Para a modelagem foi utilizada a técnica de inteligência artificial de redes neurais artificiais, que faz o aprendizado da correspondência entre as medidas elétricas e a umidade dos grãos, previamente obtida pelo método de estufa (RASCHEN et al., 2014). O estudo também analisou a deposição dos grãos no aparelho, analisando a porosidade, pois isso interfere diretamente nas medidas elétricas.



Para esse estudo foi utilizado o método dos elementos discretos, que permite simular a física da movimentação dos grãos.

METODOLOGIA

O estudo foi efetuado através de um código na plataforma do Google, o Google Colaboratory, utilizando a linguagem de programação Python. Foi necessário o auxílio de algumas bibliotecas do python. O numpy, para trabalhar-se com computação numérica, o matplotlib para a visualização de dados, o neurolab para a criação da rede neural, e o mpltoolkits para a criação do gráfico em três dimensões(3D). O código feito possui duas entradas, temperatura e frequência, e uma saída, umidade. Os dados usados para o trabalho foram cedidos pela empresa FW sediada na Criatec da Unijuí, onde existiam vários valores agrupados em um único vetor, entre eles temperatura, frequência e umidade, que foram usados. Foi feito um código, em Python, que para o perfeito funcionamento necessita de algumas etapas.

A primeira etapa foi analisar os dados e agrupar os que seriam utilizados no código em outro vetor simples. Logo em seguida precisamos criar um gráfico 3D, pois utilizamos três dados. Precisamos também normalizar os dados para alterar os valores das colunas no conjunto de dados para uma escala comum, sem distorcer as diferenças nos intervalos de valores. A próxima etapa foi a criação de uma rede neural, onde para a criação da mesma é preciso fazer uma divisão de dados. Precisamos dividir os dados que serão utilizados para fazer o treinamento da rede neural e os dados que serão utilizados para testar a rede neural, para certificar-se que a rede neural está funcionando corretamente.

A rede neural criada possui duas entradas, uma para temperatura e outra para frequência, três neurônios na camada oculta, e um neurônio na camada de saída, para a umidade. Para a realização do trabalho, foi preciso calcular o erro absoluto e relativo, onde o erro absoluto é a diferença entre o valor medido e o valor real e o erro médio relativo que é a diferença entre o valor exato de um determinado número e o seu valor aproximado, ambos para treino e teste. Para simplificar o entendimento, o erro absoluto(abs) é a diferença entre o valor real(x) e o valor estimado(y). Já o erro relativo(rel) é o quociente(q) entre o erro absoluto e o valor estimado(y).

Para o estudo da deposição dos grãos foi utilizado o método dos elementos discretos, que possibilita simular a interação física dos grãos. Nesse método, cada grão foi representado

por um elemento esférico com propriedades de material específicas, como módulo de Young, coeficiente de Poisson e ângulo de atrito. Para realizar as simulações foi utilizada a ferramenta Yade, que é uma ferramenta de software livre disponível em Linux, que usa Python para criar as simulações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo consistiu em várias etapas feitas no código, porém existe uma parte importante que foi a criação de uma rede neural artificial (RNA). A entrada da RNA é formada por dois neurônios, um para a frequência, e outro para a temperatura. A RNA possui 3 neurônios na camada escondida e um neurônio na saída, que a umidade dos grãos. Também foi necessário fazer uma divisão de dados que serão utilizados para fazer o treinamento da RNA e os dados que serão utilizados para testar a RNA, para certificar-se do seu correto funcionamento.

Para treinar a rede neural foi preciso definir um número de épocas que ela será treinada, bem como quais épocas serão mostradas na interface e o objetivo de erro mínimo. Em seguida foi preciso calcular o erro médio absoluto e o erro médio relativo. Após feito o treinamento e teste da RNA foi possível obter o resultado mostrado na Figura 1. Os erros absolutos no treinamento e teste foram de 0,015 e 0,009, respectivamente. Os erros relativos de treinamento e teste foram 2,86% e 2,55% respectivamente, como mostra a Figura 2.

Figura 1 - Gráfico RNA

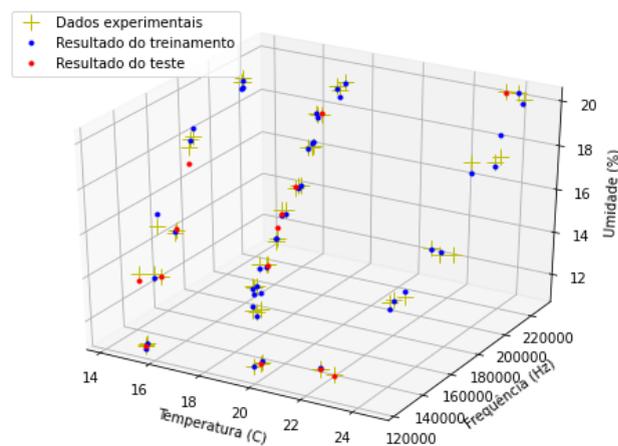


Figura 2 - Tabela de erros

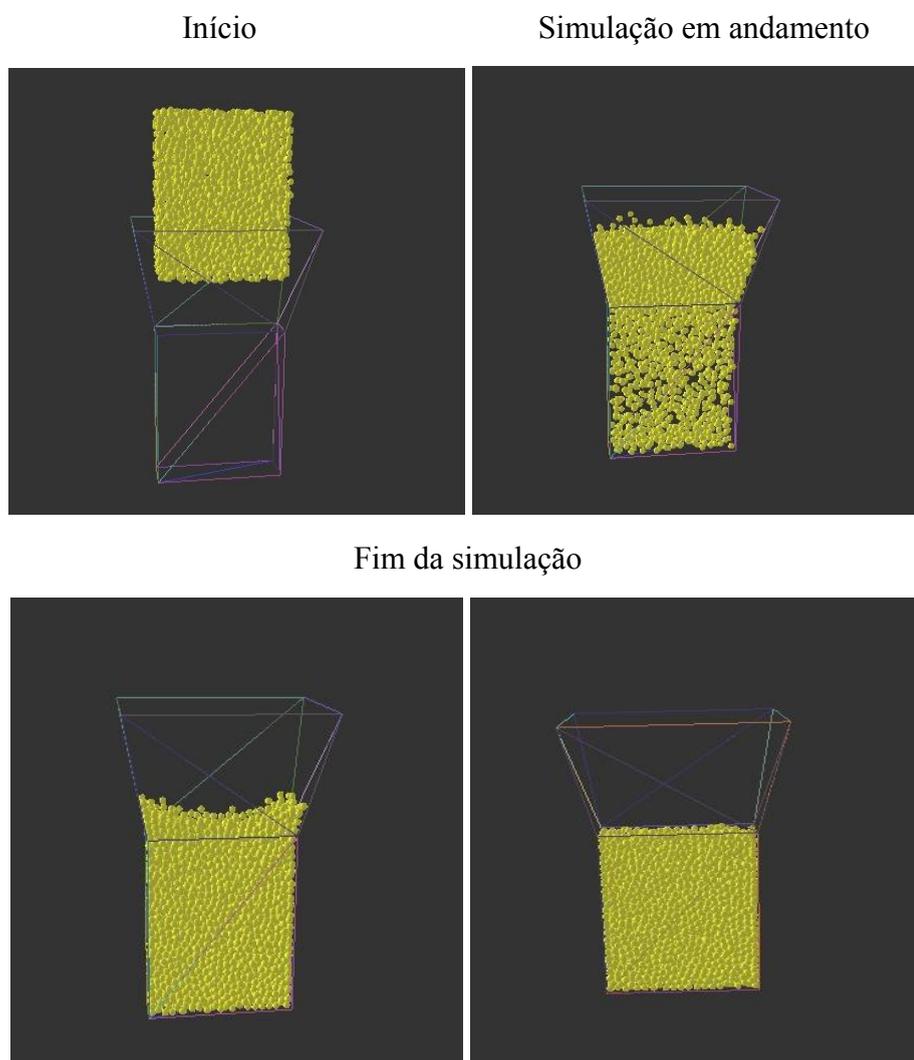
Erro	Treinamento	Teste
------	-------------	-------



Absoluto	0,015	0,009
Relativo	2,86	2,55

A parte da simulação, feita no Yade, mostrou resultados satisfatórios como podemos ver na Figura 3.

Figura 3 - Simulação Yade



Ao final da simulação foi calculada a porosidade da soja, que seria um valor aproximadamente de 45,5%. Comparando esses valores com (SANTOS, 2012), que encontrou em sua pesquisa valor médio em 43,43%, os valores encontrados em nosso estudo se tornam válidos.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que a RNA foi capaz de modelar a umidade dos grãos a partir das medidas de frequência e temperatura, possibilitando assim o desenvolvimento de medidores de umidade de grãos mais acurados. Concluímos também, que muitos outros estudos podem ser feitos com o auxílio de simulações 3D para um melhor tratamento de grãos, visto que de acordo com a Conab, há um aumento de área plantada na soja, com 4,1% ou 1,6 milhão de hectares e, no milho, com 6,5% ou 1,3 milhão de hectares, quando comparados à safra 2020/21. Para trabalhos futuros podem ser simulados grãos com geometrias mais complexas que a esfera, e pode ser analisada de forma mais detalhada a variação da porosidade conforme a deposição dos grãos e o efeito disso nas medidas elétricas.

Palavras-chave: Umidade. Porosidade. Milho. Soja. RNA.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da bolsa CNPq/UNIJIÚ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SANTOS, Claudia et al. Massa específica e porosidade de grãos pelo método de complementação de líquidos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012

MORITZ, Aline et al. Comparação de métodos para a determinação do teor de umidade em grãos de milho e de soja. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 2, p. 145-154, 2012.

RASCHEN, Matheus Rafael et al. Determinação do teor de umidade em grãos empregando radiação micro-ondas. **Ciência Rural**, v. 44, p. 925-930, 2014.

GASQUES, J. G. et al. Brasil: projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022.
EMBRAPA