

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

GERAÇÃO DE MALHA DE UM SISTEMA REAL DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS PARA A MODELAGEM MATEMÁTICA E SIMULAÇÃO¹ **GENERATION OF MESH OF A REAL GRAIN STORAGE BINS SYSTEM FOR MATHEMATICAL MODELING AND SIMULATION**

Alexandre Da Rosa Maschio², Vanessa Faoro³, Manuel Osório Binelo⁴

¹ Projeto de Iniciação Científica.

² Aluno do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, maschio.ale@hotmail.com.

³ Professora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI, Orientadora, vanessa.faoro@unijui.edu.br.

⁴ Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI, Orientador, manuel.binelo@unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

Atualmente a modernização da agricultura, vem se destacando no Brasil, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção de grãos da safra 2016/2017, deve chegar a 227,9 milhões de toneladas, com aumento de 22,1% em relação a safra passada. Com o avanço da área agrícola e safras de volumes significativos de grãos, a produção rural vem se tornando um assunto de interesse, buscando encontrar melhorias na produção, sendo indispensável o investimento na armazenagem. Com o processo de modernização, propiciou o maior rendimento no processo produtivo.

Khatchatourian et al. (2015), argumentam que durante o tempo de armazenamento, a quantidade do produto armazenado não é constante (parte da massa de grãos pode ser extraído ou adicionado), que altera as condições de fluxo de ar e dificulta a modelagem matemática e simulação do sistema de aeração. Devido a necessidade de melhorias no processo de armazenamento e aeração em armazéns graneleiros, o presente trabalho é um estudo de caso, iniciado pelo grupo Matemática Aplicada e Computacional da UNIJUI, visando a geração de geometria e malhas 3D de um sistema real de armazenagem de grãos para a modelagem matemática e simulação do sistema de aeração em armazéns graneleiros.

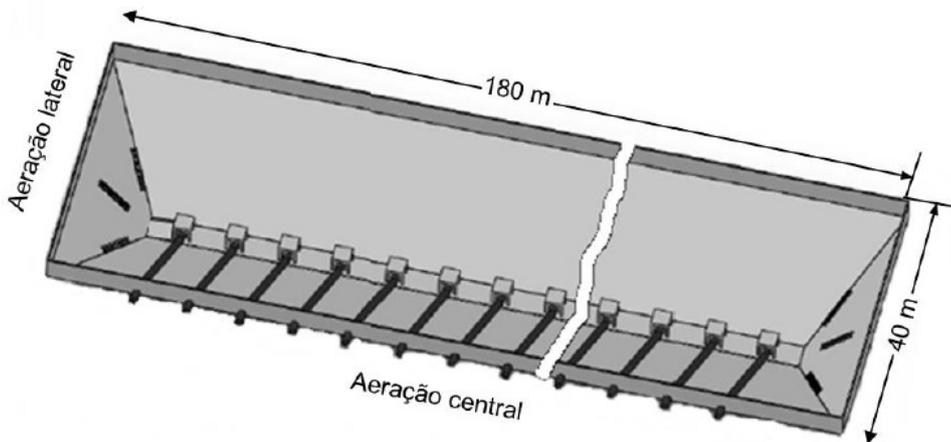
Os principais objetivos do presente trabalho, referente a um sistema real de armazenagem de grãos, foram: a) criar um mapa de alturas que dimensiona a massa de grãos; b) construir a geometria, modelando o objeto de estudo proposto com suas devidas condições de contorno; c) discretizar a geometria, em malha tetraédrica 3D, para aplicação de uma suposta modelagem matemática e suas simulações.

METODOLOGIA

O objeto de estudo deste trabalho é um sistema real de armazenagem de grãos de propriedade da Cooperativa Cotrirosa, localizada na cidade de Santa Rosa, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O armazém possui estrutura com fundo V, com 180 metros de comprimento, 40 metros de largura e 10 metros de profundidade. Existem dois sistemas de entrada de ar: a) aeração central, b) aeração lateral (Figura 1).

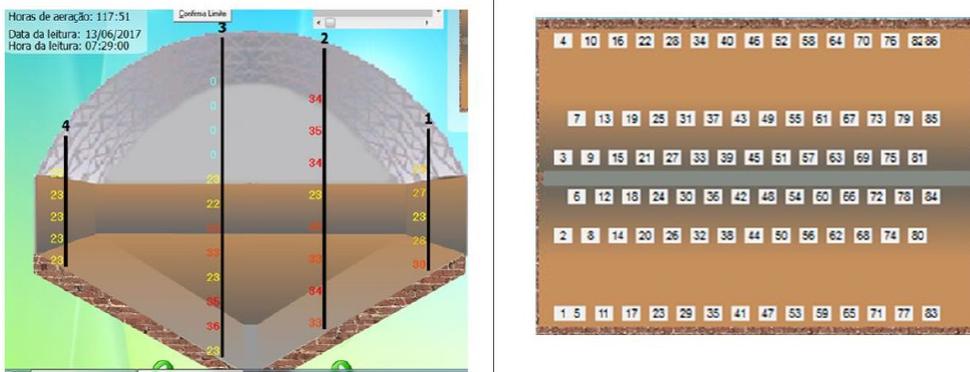
Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

Figura 1: Estrutura do armazém graneleiro estudado.



Na armazenagem agrícola, a altura da massa de grãos é muito importante para a análise da compactação dos grãos nas camadas mais profundas, que sofrem o peso das camadas superiores. Ao analisar diversos formatos da altura da massa de grãos ao longo da armazenagem, observa-se que a massa encontra-se não uniforme e diferente, pois parte da massa de grãos pode ser extraída ou adicionada, da armazenagem. Para a discretização do objeto de estudo, deve-se ter uma perfeita harmonia entre mapeamento da altura da massa de grãos do sistema real com a geometria e malha construída 3D, para a modelagem matemática e simulações. Para obter o mapa de alturas da massa de grãos do objeto de estudo, buscou-se trabalhar com dados obtidos através da termometria do sistema. Foram obtidos valores da termometria de todo o objeto de estudo, no dia 13 de Junho de 2017. O objeto de estudo possui 83 cabos termométricos, e cada cabo possui de 5 à 12 sensores, representados nas figuras abaixo.

Figura 2: Comando central de medição da Termometria do objeto de estudo.



Através da termometria foi obtido a altura da massa de grãos em cada sensor, analisado a

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

diferença da temperatura ambiente e a temperatura interna da massa. Esse procedimento só foi possível devido ao conhecimento do tamanho de cada cabo e da quantidade de sensores distribuídos neles. O maior cabo possui 27 metros e tem 12 sensores, com espaçamento 2.25 metros cada sensor.

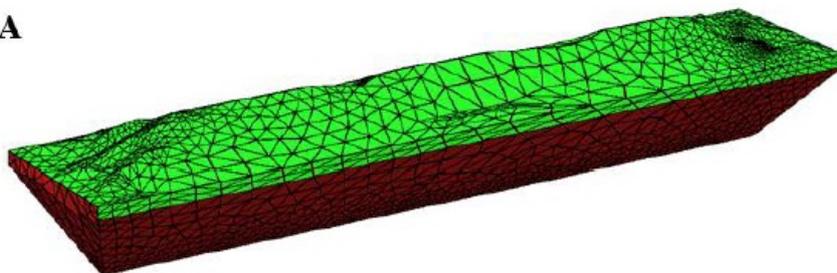
A geometria foi construída no programa OpenSCAD específico para a criação de sólidos, neste etapa foi definido todas as informações da geometria, inclusive o mapa de alturas da massa de grãos. O software utilizado para a construção da malha foi o NetGen, sendo um gerador automático de malhas tetraédricas 3D, contém módulos para otimização e refinamento de malha com altíssima qualidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

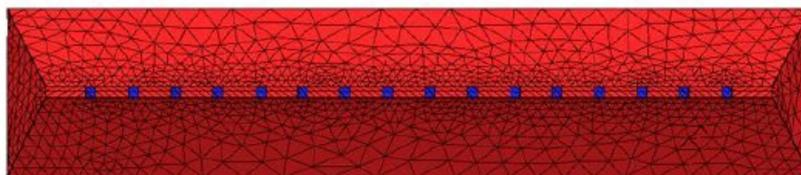
A partir das informações obtidas da estrutura do objeto de estudo e do mapa de alturas da massa de grãos, foi gerada a geometria e malha tetraédrica. A Figura 3, mostra a não uniformidade da massa de grãos (Figura 3A, cor verde), condições de contorno nas paredes do armazém (Figura 3, cor vermelha) e condições de contorno, da aeração central (Figura 3B, cor azul). Os mesmos padrões de cores serão seguidos na demonstração dos resultados, pois são definidos no NetGen.

Figura 3: Malha tetraédrica para análise pelo Método dos Elementos Finitos.

A



B

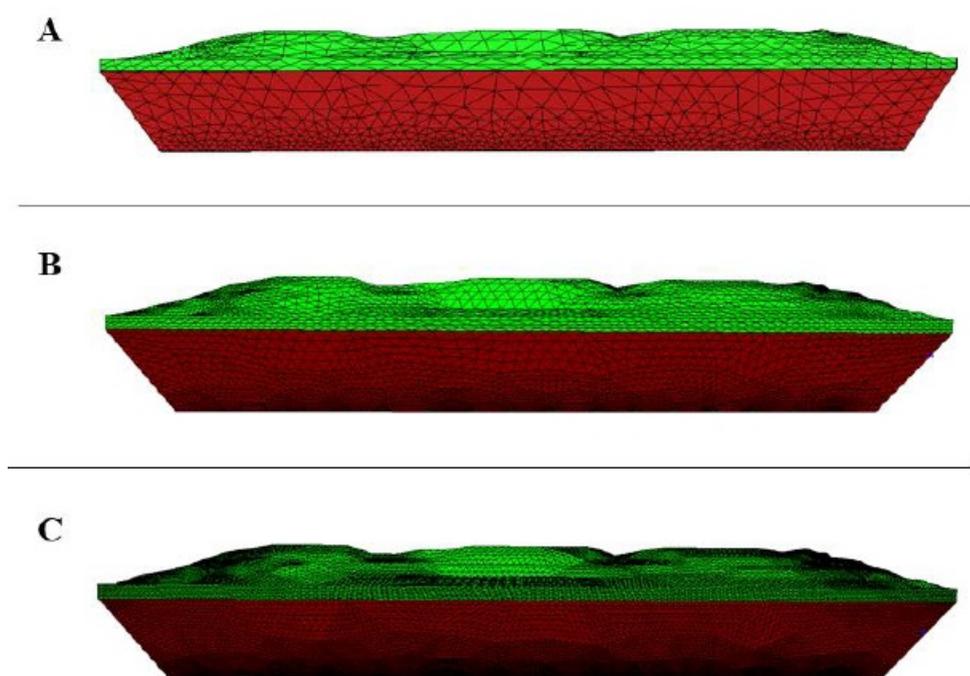


O NetGen possui um bom sistema de refinamento local da malha. Após gerar a malha inicial, é possível refiná-la mais através de comandos próprios do programa. Desta maneira, pode-se definir o volume máximo e mínimo de tetraedros desejáveis. Atualmente o NetGen é fortemente um aliado em modelos matemáticos e simulações, pois seu refinamento e discretização da geometria,

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

umenta o número de elementos esperando, com isso melhorar a exatidão do cálculo. O objeto de estudo, foi refinado em três malhas diferentes, representado na Figura 4, no qual é possível observar a diferença visual entre os níveis de refinamento das malhas. A Figura 4A, mostra a massa de grãos dividida em 25.248 tetraedros, a Figura 4B, a massa de grãos dividida em 201.984 tetraedros, já a Figura 4C, a massa de grãos dividida em 1.615.872 tetraedros.

Figura 4: Refinamento do objeto de estudo em três níveis.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou demonstrar a geração de geometria e malhas de um sistema real de armazenagem de grãos, construído no OpenSCAD e no NetGen, no qual demonstraram um bom desempenho e estabilidade, na construção da geometria e malhas tetraédricas com qualidade. Foi construído um mapa de alturas da massa de grãos, a partir da análise da termometria do sistema de armazenagem. Os resultados obtidos são satisfatórios, uma vez que, podem ser utilizados em métodos numéricos na modelagem matemática e simulações, especificamente na simulação tridimensional do fluxo de ar em armazéns graneleiros, com condições de contorno mais complexas e não uniformes.

Palavras-chave: Massa de grãos; Discretização, Simulação 3D; OpenSCAD; NetGen;

Keywords: Grain mass; Discretization; 3D Simulation; OpenScad, NetGen;

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UNIJUI pela oportunidade, e a Cooperativa Tritícola Cotrirosa, pela ajuda e disponibilidade na coleta dos dados experimentais.

REFERÊNCIAS

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira, Safra 2016/2017, quarto levantamento, Junho/2017. Disponível em: www.conab.gov.br

KHATCHATOURIAN O. A; BINELO M. O; FAORO, V; TONIAZZO, N. A. Three-dimensional simulation and performance evaluation of air distribution in horizontal storage bins. Biosystems Engineering, volu. 142, pp.42-52, 2015.