

Engenharia Agrícola

Visualização e Caracterização do Fluxo de Grãos em Silos de Escala Reduzida: Influência da Geometria da Tremonha

WARLEY MARTINS RODRIGUES - Warley Martins Rodrigues ? 9º Módulo de Engenharia Agrícola, UFLA.

Samuel Nana Kwame Dade - Samuel Nana Kwame Dade ? 12º Módulo de Engenharia Agrícola, UFLA.

Bruno Borges Alves - Bruno Borges Alves ? 2º Módulo de Engenharia Agrícola, UFLA.

Rômulo Marçal Gandia - Rômulo Marçal Gandia ? Orientador, Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA. - Orientador(a)

Wisner Coimbra de Paula - Wisner Coimbra de Paula ? Coorientador, Professor do Departamento de Engenharia, UFLA.

Francisco Carlos Gomes - Francisco Carlos Gomes ? Coorientador, Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA

Resumo

O conhecimento preciso do padrão de fluxo de grãos durante a descarga é fundamental para a engenharia de armazenagem, pois influencia diretamente as pressões dinâmicas atuantes nas paredes e no fundo do silo. Fluxos do tipo mássico ou funil apresentam comportamentos distintos, sendo que o último pode gerar concentrações críticas de tensões responsáveis por falhas estruturais e colapsos, frequentemente observados em silos no Brasil e no mundo. Assim, compreender e caracterizar o tipo de escoamento em função da geometria da tremonha torna-se essencial para mitigar riscos operacionais e garantir segurança estrutural. Neste trabalho, buscou-se avaliar experimentalmente o padrão de fluxo em silos de escala reduzida com diferentes geometrias de tremonhas, identificando as variações de comportamento durante a descarga. O experimento foi realizado utilizando três modelos de silos de igual volume, diferenciados apenas pela inclinação de suas tremonhas ($\beta = 15^\circ$, 33° e 60°). O processo de descarga foi registrado por filmagem contínua, da qual foram extraídas 10 imagens representativas para cada geometria. As fotografias foram analisadas visualmente, permitindo identificar formações de canais de fluxo, movimentação da massa de grãos e comportamento da superfície ao longo do esvaziamento. Os resultados evidenciaram que no silo com $\beta = 15^\circ$ ocorreu fluxo mássico, caracterizado pelo rebaixamento uniforme da superfície e movimentação simultânea de toda a massa de grãos. Na tremonha com $\beta = 33^\circ$, verificou-se um fluxo de transição: o escoamento iniciou com características mássicas, mas evoluiu para a formação de um canal central, indicando a tendência ao fluxo funil. Já na geometria de $\beta = 60^\circ$, o padrão predominante foi de fluxo funil desde os estágios iniciais, evidenciado pela formação central de canal, enquanto os grãos próximos às paredes permaneceram estáticos até a fase final de descarga. Conclui-se que nesse trabalho sob essas condições a geometria da tremonha exerce influência determinante no comportamento do escoamento. Tremonhas de menor inclinação promovem fluxos mássicos, ângulos intermediários favorecem transições, e ângulos elevados conduzem ao fluxo funil. Tais observações corroboram modelos teóricos clássicos, como a teoria de Janssen, e normas internacionais (EUROCODE 1, ISO 11697), reforçando que a escolha da geometria da tremonha é um parâmetro crítico de projeto para assegurar tanto o fluxo desejado quanto a integridade estrutural dos silos.

Palavras-Chave: Escoamento mássico, Escoamento funil, Segurança estrutural.

Instituição de Fomento: UFLA

Link do pitch: <https://www.youtube.com/watch?v=GF0Mud5pTA4>

Sessão: 3

Número pôster: 91

Identificador deste resumo: 6386-19-5470

novembro de 2025