INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL E NUMÉRICA DA DESCARGA DE PARTICULADOS POR BOCAIS

Rafael Cubas Silva (PIBIC/CNPq/Uem), Alexandre Marconi de Souza da Costa (Orientador), e-mail: amscosta@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Tecnológicas /Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharias, Engenharia Mecânica

Palavras-chave: Fluxo de massa, Sistemas particulados, fluidodinâmica computacional.

Resumo:

Pretende-se investigar um fenômeno de movimentação de particulados sólidos em fluido quiescente e em interação com parede sólida utilizando-se filmagem em alta velocidade e simulação computacional. As filmagens foram feitas com uma câmera adequada à captura de fenômenos e eventos físicos de curta duração temporal. As simulações foram efetuadas, utilizando uma ferramenta de fluidodinâmica computacional (CFD).

Introdução

O movimento de uma partícula não esférica sólida isolada em um fluido quiescente na ausência de forças de curta-distância e colisão, e sob a ação da gravidade pode ser genericamente descrito por um movimento acelerado e girante, de acordo com Martin J. Rhodes em Introduction to Particle Technology, 2008, página 472. As forças correspondentes a estas componentes são: arraste, Basset, Saffman e Magnus, respectivamente. Por sua vez, quando a partícula se move na presença de outras, a força de interação entre as mesmas irá afetar a cinemática do seu movimento. Nesta situação, a frequência de colisão é influenciada pelo número de partículas presentes no fluido, tamanho, e geometria do escoamento. A teoria de colisão mais simples é denominada de estereomecânica. Tal teoria fornece resultados de velocidade e perda de energia cinética após as colisões, e é baseada na lei de Newton do impulso-quantidade de movimento. A descrição matemática mais conveniente para o movimento de uma partícula

em um fluido pode ser obtida utilizando a abordagem Lagrangiana, na qual o sistema de coordenadas e fixado ao centro da partícula que se move. Para o movimento linear e a baixos números de Reynolds, o movimento da partícula e governado pela equação BBO, (Basset-Boussinesq, Oseen). De acordo com Liang-Shih Fan, Chao Zhu em Principles of Gas-Solid Flow, 1998, página 575, tal descrição forma a base dos modelos de trajetória lagrangiana. Visto tais conceitos, o objetivo do presente trabalho é a Investigação experimental e numérica de movimento de sólidos em fluido quiescente e de sólido particulado em interação com fronteira sólida.

Materiais e métodos

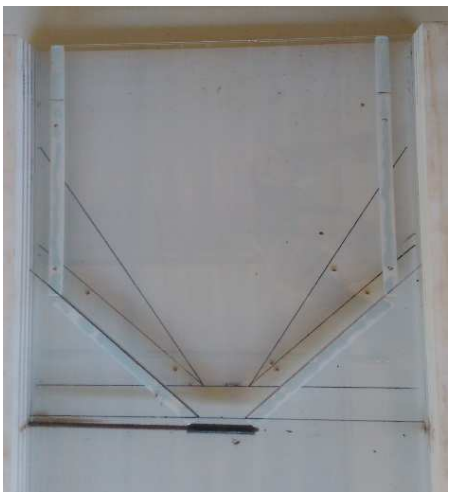

Figura 1 – Montagem experimental

Foram efetuadas uma montagem de um silo bidimensional e sua simulação no software EDEM para estudo da descarga de diversos materiais particulados. Para as filmagens, foi utilizado a câmera Fastec InLine. A câmera permite filmagens até 1000 quadros por segundo em preto e branco. Concomitantemente foi utilizada ferramentas de fluidodinâmica computacional para comparação qualitativa com os experimentos.

Resultados e Discussão

Na análise da simulação, existem dois principais atributos a serem analisados, a classificação de algumas características por cores, onde podemos analisar principalmente o comportamento da energia total do

sistema, no qual apresenta-se com maior magnitude no início do trajeto de cada partícula dentro do silo, e tende a diminuir quando as partículas atingem ou colidem com as superfícies inclinadas da geometria. Este fato ocorre principalmente devido a energia gasta através do atrito e colisões entre partícula e geometria. Outro atributo é a criação de seleções, que permitem que os dados sejam extraídos a partir de uma determinada área ou elemento no domínio, monitorando qualquer elemento que passa através de uma área particular ou rastrear elementos particulares onde quer que eles se movam dentro do domínio. Com isso podemos observar por exemplo o fluxo de massa que passa em um determinado local que é escolhido, em um determinado período de tempo, de 8 segundos, que no experimento nos mostra um acréscimo de 0,356076 kg, encontrando um fluxo de massa aproximado igual a 44,51 g/s. O que foi muito próximo ao dado do experimento, no qual foi usado 480g de miçanga, sendo que a filmagem com a câmera fastec durou cerca de 10s, resultando em um fluxo de massa de 48 g/s, contendo um erro de aproximadamente 7,271%.

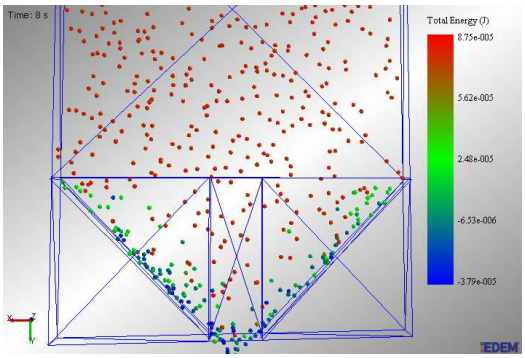

Figura 2 – Análise da Energia Total das partículas durante a simulação

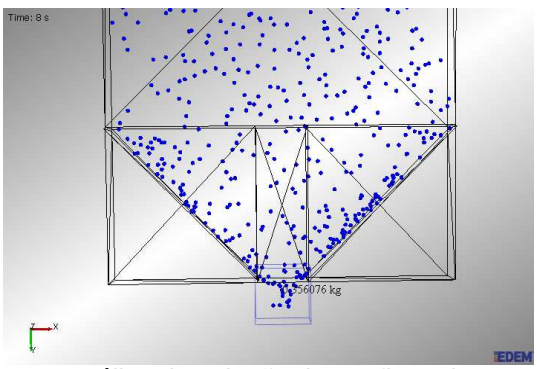

Figura 3 – Análise da seleção de um fluxo de massa

Conclusões

Notou-se que se utilizarmos partículas (grãos) com um diâmetro elevado, e rugoso em um pequeno intervalo de tempo para o silo usado neste experimento, no final do bocal, o fluxo é interrompido, ocasionando no evento chamado Círculo de Mohr, que depende das Tensões de compactação, a desenvolvida no material, e do fator de fluxo. E que os erros encontrados, foram principalmente no arredondamento das propriedades da miçanga, possíveis erros na gravação, bem como no manuseio de algumas ferramentas do software.

Agradecimentos

A esta universidade, que oportunizou esse projeto. Ao meu orientador Dr. Alexandre Marconi de Souza da Costa, e do professor Marcelo Alba pelo suporte no pouco tempo que lhes couberam, pelas suas correções. A minha família, pelo amor, incentivo e apoio.

Referências

FAN; L. S., ZHU, C., **Principles of Gas-Solid Flow**, Cambridge University Press, 1998, pp. 575.

RHODES; M., **Introduction to Particle Technology**, Wiley, 2008, pp. 472.