

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Modelagem Matemática e Validação Experimental do Ângulo de Repouso dos Grãos de Aveia

Ricardo Klein Lorenzoni¹

Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, UNIJUÍ, Ijuí, RS

Saul Vione Winik²

Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, UNIJUÍ, Ijuí, RS

Eliezer José Balbinot³

Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, UNIJUÍ, Ijuí, RS

Maurício dos Santos Dessuy⁴

Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, UNIJUÍ, Ijuí, RS

1 Introdução

O Método dos Elementos Discretos (MED) é uma técnica numérica para simulação do comportamento mecânico de materiais granulares. Tal técnica é amplamente utilizada para analisar o comportamento dos grãos em secadores. A secagem de grãos é realizada para reduzir a sua umidade à um nível adequado para a sua armazenagem. A simulação do fluxo dos grãos é necessária para evitar uma secagem não uniforme da massa e possíveis incêndios dentro do secador.

Para a correta simulação do escoamento, é necessário que as propriedades mecânicas do grão sejam corretamente especificadas no ambiente de simulação. O objetivo do presente trabalho é comparar os resultados das simulações, experimento físico e dados da literatura, para validar o ângulo de repouso dos grãos de aveia com umidade de 7,5% b.u.

2 Metodologia

Inicialmente foi contruído um aparato para a realizações dos experimentos. Após, este aparato foi replicado virtualmente utilizando o *software* Yade, amplamente utilizado para a realização de simulações envolvendo o MED.

No Yade foram inseridos os dados utilizados por Boac, et al (2010) [1] para as propriedades mecânicas do grão de aveia, Tabela 1. O grão de aveia foi simulado de distintas formas, sendo representado por *clumps* (agregados de esferas) com 1, 7, 11 e 15 esferas.

¹ricolorenzoni@gmail.com

²saul.winik@gmail.com

³eliezer.balbinot@hotmail.com

⁴mauriciodessuy@hotmail.com

Tabela 1: Propriedades mecânicas da aveia

Parâmetro	Valor	Unidade de Medida
Densidade	1397	Kg/m^3
Coefficiente de Poisson	0,2	–
Módulo de Young	15,6e6	Pa
Ângulo de atrito	31,8	Radianos
Módulo de Cisalhamento	0,05	Pa
Coefficiente de amortecimento	0,2	–

3 Resultados e Considerações Finais

A Tabela 2 apresenta os resultados das simulações computacionais, do experimento realizado com o aparato e o valor obtido por Park (2007) [2] para o ângulo de repouso dos grãos de aveia. O *clump* com 15 esferas obteve o mesmo resultado obtido no experimento, bem como apresentando resultados dentro do esperado segundo a literatura.

Tabela 2: Comparativo dos resultados

<i>Clump</i> 1	<i>Clump</i> 7	<i>Clump</i> 11	<i>clump</i> 15	Experimento	Literatura
28°	38°	35°	32°	32°	26-32°

Conforme aumenta o número de esferas do *clump*, mais os resultados se assemelham com o resultado obtido no experimento. Pode-se concluir assim, que as propriedades mecânicas para o grão de aveia a 7,5% b.u. estão corretas, podendo ser utilizadas em simulações computacionais. Em trabalhos futuros serão realizados estudos aplicando o MED para diversas culturas de grãos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e a UNIJUÍ pelas bolsas de pesquisa.

Referências

- [1] J. M. Boac, M. E. Casada, R. G. Maghirang e J. P. Harner III e outros. Material and interaction properties of selected grains and oilseeds for modeling discrete particles, Transactions of the ASABE, 2010.
- [2] K. J. Park e G. C. Antonio e R. A. Oliveira e K. J. B. Park. Conceitos de processo e equipamentos de secagem, Campinas: Unicamp, 2007.