ISSN: 2594-6153

Características de escoabilidade do farelo de soja NGMO (não transgênico) em estado aerado e consolidado - Uma atividade experimental

André Luis Cardoso[1], Jovêncio José de Sousa Filho[1], Marlene Silva de Moraes[2], Vitor da Silva Rosa[2], Aldo Ramos Santos[2], Nelize Maria de Almeida Coelho[2], Deovaldo de Moraes Junior[2].

[1]Terminal XXXIX de Santos, Avenida Mario Covas Junior, S/N, Santos- SP, Brasil
[2]Universidade Santa Cecília, Unisanta, Santos-SP, Brasil
E-mail: vidanova.es@gmail.com

Resumo: A escoabilidade de materiais particulados é fundamental para a antecipação de medidas de segurança durante sua operacionalização nas unidades armazenadoras e para o adequado projeto e funcionamento de máquinas e equipamentos destinados à sua movimentação. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar a escoabilidade do farelo de soja NGMO (não transgênico) a partir da medição do ângulo de repouso e do coeficiente de compressibilidade. Os resultados experimentais forneceram um ângulo de repouso de 32 graus e uma alteração significativa na escoabilidade do material, partindo de fluxo médio para fluxo difícil após um período de 24 horas de armazenagem.

Palavras-chave: Escoabilidade; farelo de soja; ângulo de repouso; compactação; farelo de soja não transgênico.

Flowability characteristics of aerated and consolidated NGMO (non-transgenic) soybean meal- An experimental activity

Abstract: The flowability of particulate materials is essential for the anticipation of safety measures during their operation in storage units and for the proper design and operation of machinery and equipment intended for their movement. The objective of the present work was to characterize the yieldability of non-transgenic soybean meal (NGMO) by measuring the angle of repose and the coefficient of compressibility. Experimental results provided a 32 degree angle of repose and a significant change in material flowability from medium to difficult flow after a 24 hour storage period.

Keywords: Flowability; soybean meal; angle of repose; compaction; non-transgenic soybean meal.

Introdução

O conhecimento de variáveis como o ângulo de repouso e o coeficiente de compressividade é fundamental para o dimensionamento de equipamentos que operam com materiais particulados [1]. Essas variáveis definem as características geométricas essências para seu adequado funcionamento e segurança [2, 3]. Não há especifidade na literatura disponível para o ângulo de repouso do farelo de soja do tipo NGMO, senão uma faixa que pode variar de 30 a 44 graus [4]. Não foi encontrado na literatura informações quanto ao seu comportamento de fluxo em estado aerado e consolidado.

ISSN: 2594-6153

O objetivo do presente trabalho foi quantificar a escoabilidade do farelo de soja NGMO (não transgênico), a partir da medição do ângulo de repouso e do coeficiente de compressibilidade do material, em uma unidade experimental projetada e construída baseada nos silos horizontais do Porto de Santos/ SP.

Material e Métodos

Quatro variáveis essenciais foram estudadas (a) o teor de umidade, (b) a densidade específica aerada (c) a densidade específica consolidada e (d) o ângulo de repouso. O teor de umidade e a densidade específica foram determinados por um medidor da marca GEHAKA, modelo G810. Os equipamentos das Figuras 1 e 2 foram construídos para o estudo do ângulo de repouso. O aparato 1 ilustra o corte transversal em uma pilha de material e o respectivo ângulo de repouso. O sistema 2 foi utilizado para aferir o ângulo de repouso direto da pilha no interior do silos horizontal [5];



Figura 1- Esquemático de Aparato 1



Figura 2- Esquemático Aparato 2

Visando a determinação do peso específico compactado, o material foi submetido à compressão constante de 3 Kgf/cm² por um período de 24 horas. A pressão de 3 Kgf/ cm² equivale a uma coluna de 40 metros de altura e 0,68 Ton/m³ de densidade.

O equipamento está ilustrado nas Figuras 3, 4 e 5;



Figura 3- Célula de compressão com o farelo de soja NGMO

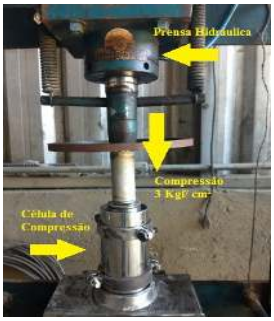

Figura 4- Prensa e célula de compressão

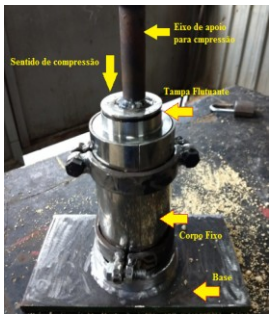

Figura 5- Detalhe da célula de compressão

O coeficiente de compressividade utilizado foi definido pela (Eq. 1), conforme proposta por KARR [7] ;

$$Cc = \frac{\gamma c - \gamma a}{\gamma c} = 1 - \frac{\gamma a}{\gamma c} \qquad \text{(Eq.1)}$$

Sendo:

Cc – Coeficiente de compressividade

γa - Peso específico aerado

γc - Peso específico compactado

Apresenta-se na Figura 6 a relação do ângulo de repouso com a capacidade de escoamento do material particulado que foi utilizado para definição do comportamento de fluxo em estado aerado [6]. Pode-se observar na Figura 7 a relação a relação entre o coeficiente de compressibilidade (Cc), o ângulo de repouso do farelo (Ør) e a classificação do comportamento de fluxo a partir do estado de compactação [7];

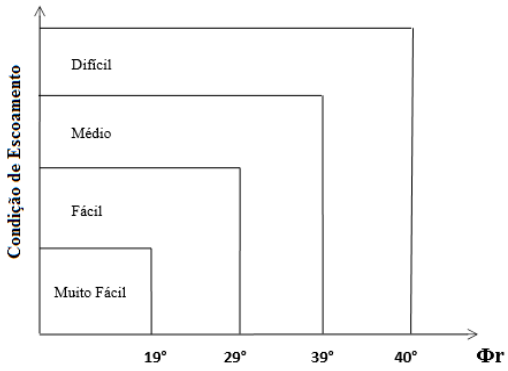

Figura 6- Condições de fluxo aerado

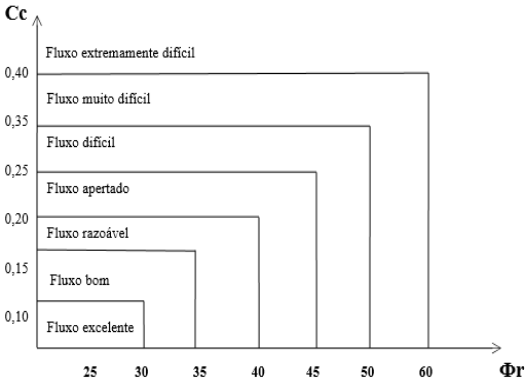

Figura 7- Condições de fluxo consolidado

Resultados

Os valores obtidos no presente estudo para os pesos específicos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- pesos específicos do farelo de soja NGMO

Peso específico aerado (Kg/m³)	Peso específico compactado (Kg/m³)
650	900

Pela Figura 8 tem-se o farelo após 24 horas de compressão;

ISSN: 2594-6153



Figura 8- Estado do farelo compactado

O teor de umidade foi de 12,5%. O ângulo de repouso de 32 graus esta registrado nas Figuras 9 e 10.



Figura 9- Aferição feita a partir do Aparato 1



Figura 10- Aferição feita a partir do aparato 2

Com o ângulo de repouso de 32 graus na Figura 6 obteve-se para o farelo de soja NGMO o grau médio de escoabilidade. O farelo em estudo foi classificado como de difícil escoabilidade após 24 horas pela Figura 7 com o coeficiente de compressividade (Cc) de 0, 27 e o ângulo de repouso (Ør) de 32 graus.

Discussão

O ângulo de repouso obtido a partir do método experimental empregado pode ser considerado na parametrização de projetos de Engenharia [5] no entanto, para a definição das propriedades de fluxo considerando as propriedades coesivas dos materiais particulados, recomenda-se que sejam utilizados os métodos quantitativos propostos por Jenike [2, 3]. A medição do ângulo de repouso do material direto na pilha pode sofrer variações devido ao efeito de segregação, esse efeito foi comprovado quando do ensaio feito a partir do aparato 1, com amostras feitas na superfície e a 200 mm de profundidade. Os resultados obtidos após período de compressão revelam que suas propriedades de fluxo são consideravelmente alteradas a partir das primeiras 24 horas de armazenagem. Após retirada do farelo compactado do molde de compressão, foi possível comprovar que após a descompactação provocada por cisalhamento mecânico o farelo de soja retorna ao seu respectivo ângulo de repouso e a condição de escoabilidade média. Observando a Figura 8, nota-se o grau de consolidação das

ISSN: 2594-6153

partículas, que pode causar obstruções de fluxo por arco ou abóboda coesiva, e até obstrução de fluxo do tipo mecânica conforme Jenike [2]. Outros materiais particulados e combinações de diferentes pressões, assim como também o estudo detalhado da influência da umidade sobre a escoabilidade dos materiais podem ser submetidos aos métodos empregados neste trabalho.

Conclusão

O ângulo de repouso aferido neste trabalho comprova o comportamento peculiar entre os farelos de soja e reafirma a necessidade do estudo dedicado dos materiais particulados para a adequada parametrização em projetos de máquinas e equipamentos. Os métodos empregados para os ensaios dos ângulos de repouso e consolidação do material demonstraram-se adequados para a caracterização qualitativa de escoabilidade dos materiais particulados. O farelo de soja NGMO estudado sofreu considerável alteração quanto a sua capacidade de escoamento em 24 horas de armazenamento, passando de escoabilidade média para difícil, podendo implicar inclusive em obstruções de fluxo por efeito de arco ou abóboda coesiva.

Referências

1. Peçanha, R. Sistemas particulados: Operações unitárias envolvendo partículas e fluidos.1.ed. Rio de janeiro: Elsevier, 2014. 424 p.,24 cm. Apresentação e objetivos: p. 8-11. ISBN 978-85-352-7721-0.
2. Jenike, A. W. Storage and flow of silos. Salt Lake City: University of Utah, 1964. 89 p. (Bulletin, 123).
3] Jenike, A.W : Powders and bulk solids. Salt Lake City: University of Utah, 1961. 322 p. (Bulletin, 29).
4. CORREIAS MERCÚRIO S.A. Manual técnico de correias transportadoras. 3. ed. São paulo : Schoba, 2016. 344 p. Largura da correia: p. 98-107. ISBN 978-85-8013-474-2.
5] Schuze, D. Globalization: Powders and bulk solids: Behavior, characterization, storage and flow. Tradução: Jörg Schwedes. Braunschweig: Germany, 2007. 517 p. Título original: Globalization: Pulver und Schüttgüter. p.173. ISBN 978-3-540-73767-4.
6. FÁBRICA DE AÇO PAULISTA S. A. Manual de transportadores contínuos. 3. ed. 412 p. Brasil, 1988.
7. Carr, R. L. Properties of Solids. Chemical Engineering, v. 13, 1969.