

EFEITOS DO PERCENTUAL DE GRÃOS QUEBRADOS SOBRE PROPRIEDADES FÍSICAS DE INTERESSE NO ARMAZENAMENTO DE GRÃOS DE SOJA

**JARDEL CASARIL¹; RERINTON MEDEIROS PATRICIO²; LAZARO
CARVALHO DE OLIVEIRA³; WILNER BROD PERES⁴; FÉLIX MIGUEL HASING
LARREÁTEGUI¹; MOACIR CARDOSO ELIAS⁵.**

¹Eng^o Agr^o, Mestrando; UFPel-FAEM-DCTA. ²Ac. de Engenharia Agrícola UFPEL-CENG, IC, ³Ac. de Agronomia UFPEL-FAEM, IC; ⁴Eng^o Agrícola, PRODOC UFPEL-FAEM-DCTA, ⁵Eng^o Agr^o Dr. Professor FAEM-DCTA. Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96.010-900, Pelotas, RS, Brasil. Contato: jardelcasaril@hotmail.com ou eliasmc@ufpel.tche.br, home page: www.labgraos.com.br

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma leguminosa rica em óleo e proteínas, cultivada como alimento, tanto para humanos quanto para animais. Pertencente à família Fabaceae, é originária da China e do Japão, sendo que atualmente Estados Unidos, Brasil, Argentina, China e Índia são os maiores produtores mundiais. O grão possui formato de um esferóide (KASHANINEJAD et al., 2008).

Para chegar ao produto final, depois da colheita, os grãos passam por várias etapas, como transporte, limpeza, secagem, armazenamento e processos que podem causar, por exemplo, trincamentos e quebras, que lhes alteram as propriedades físicas e químicas. Dentre as propriedades físicas dos grãos, estão a porosidade, ângulo de talude ou de repouso, peso hectolitro ou massa específica e pressão estática (MILMAN, 2002).

O sucesso das operações de secagem e aeração depende da uniformidade de distribuição do ar no interior da massa de grãos e esta é dependente da resistência que o produto oferece à passagem do fluido (HAQUE et al., 1982).

O ângulo de repouso pode ser medido pelo amontoado de produto granular formado pelo seu basculamento sobre uma superfície plana. O ângulo formado pela superfície livre com o plano horizontal é o ângulo de repouso do produto. O conhecimento desta propriedade tem grande importância, pois ele está relacionado com a capacidade estática, o carregamento e a descarga nos silos e armazéns graneleiros de fundo plano, além de influenciar no dimensionamento dos equipamentos transportadores de grãos (PUZZI, 2000).

A determinação da massa específica tem aplicação no dimensionamento de silos, secadores, depósitos, sistemas de transportes e na comercialização de produtos. Pode ainda ser empregado para avaliar danos causados por insetos e pragas nos grãos armazenados e também para determinar os teores de umidade. Para determinar a massa específica utiliza-se um volume conhecido de grãos e pesa-se a massa deste volume (SILVA & CORREA, 2000).

A pressão estática equivale à resistência que a massa de grãos oferece à passagem do ar, e depende da espécie de grão (formato), das impurezas, da umidade e do fluxo de ar. Quanto maior for a pressão estática, maior será a potência necessária para os ventiladores, aumentando custos na aeração (ELIAS, 2008). Esta propriedade é utilizada no dimensionamento de sistemas de separação e limpeza, transportes pneumáticos, secagem, resfriamento, seleção densimétrica, entre outros. (SILVA & CORREA, 2000).

A porosidade, constituída pela soma dos espaços intragranulares e intergranulares tem média entre 45 e 50%. A porosidade e a composição

conferem aos grãos características higroscópicas e de má condutibilidade térmica. Pode-se determinar o espaço poroso intersticial enchendo-se, com grãos, uma proveta graduada, e adicionando um líquido não absorvível por eles, como óleo mineral ou óleo vegetal, medindo o volume gasto para preencher estes espaços (ELIAS, 2008).

Objetivou-se, com o trabalho, avaliar efeitos dos teores de incidência de quebrados em parâmetros físicos de interesse no armazenamento, como ângulo de repouso ou de talude, pressão estática, porosidade e massa específica de grãos de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel na Universidade Federal de Pelotas.

Para a realização do trabalho foram utilizados grãos de soja com umidade próxima a 12 %, oriundos do comércio local, no município de Pelotas, RS, Brasil. O produto foi separado por peneiras planas, sendo considerados grãos inteiros os constituintes da fração retida na peneira de orifícios circulares com diâmetro 4 mm e como grãos quebrados a fração não retida na peneira. Para o experimento foram constituídas amostras sem grãos quebrados (0%) e com 4, 8 e 12 % de quebrados, obtidas por misturas de quebrados nesses teores com grãos inteiros.

Para a determinação do ângulo de talude, amostras de quatro quilogramas foram descarregadas com fluxo contínuo, determinado pelo equipamento, e o ângulo de repouso foi medido experimentalmente em relação a um plano horizontal.

A massa específica foi determinada utilizando-se balança de peso hectolitro Dalle Molle com capacidade de $\frac{1}{4}$ de litro, sendo necessária transformação para kg.m^{-3} e balança eletrônica digital com precisão de 0,01g, de acordo com a metodologia descrita por Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

A porosidade dos grãos foi determinada pelo método do deslocamento de líquido (óleo vegetal) utilizando-se uma proveta graduada de 250 ml.

A pressão estática foi avaliada em um protótipo desenvolvido no próprio LABGRÃOS, o qual consiste de um conjunto motor de 0,75cv e ventilador centrífugo, dotado de diafragma para a obtenção dos fluxos de ar. As medidas de pressão estática foram efetuadas utilizando-se um manômetro de tubo em “U”.

As análises foram realizadas em triplicata. A comparação de médias foi realizada através do teste de Tukey a 5% de significância, utilizando análise de variância (ANOVA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das avaliações dos efeitos do teor de quebrados sobre a porosidade e a pressão estática, enquanto na Tabela 2 estão apresentados os resultados das avaliações de ângulo de talude ou de repouso e massa específica ou peso volumétrico de grãos de soja.

Observa-se (Tabela 1) que com o aumento do percentual de quebrados há diminuição, da porosidade e aumento da pressão estática. Isso se deve ao fato de que partículas menores podem ocupar espaços intergranulares e com isso diminui

a porosidade e dificulta a passagem do ar, o que aumenta a pressão estática. Esses comportamentos são similares aos descritos por Correa et al. (2001) e Elias (2009).

Tabela 1: Porosidade e pressão estática da soja para diferentes percentuais de grãos quebrados e inteiros.

Grãos quebrados (%)	Porosidade (%)	Pressão estática (mmca)
0	39,400 a	110,000 c
4	38,866 a	115,333 b
8	37,600 b	119,333 a
12	37,200 b	120,000 a

Letras minúsculas iguais nas mesmas colunas não diferem estatisticamente ($p \geq 0,05$).

O resultado (Tabela 1) é semelhante ao que Neto et.al. (2012) encontraram trabalhando com vagens de amendoim com percentuais de impurezas menores que as mesmas, onde foi observado que para qualquer fluxo de ar, ocorreu um aumento na perda de carga das vagens de amendoim.

Corrêa et al. (2001) verificaram que a porosidade do feijão diminui com o aumento do teor de impurezas finas; enquanto que a elevação da porcentagem de impurezas grossas promove aumento da porosidade da massa de grãos.

Esses resultados são importantes para o manejo da qualidade no armazenamento. A má distribuição do ar em uma massa de grãos armazenados pode provocar o desenvolvimento de fungos em áreas onde a velocidade do ar é baixa e, também, ocasionar a super secagem dos grãos em áreas com alta velocidade do ar (DEVILLA, et al., 2005).

A resistência ao fluxo de ar em sistemas de secagem e aeração depende de vários fatores. Esta resistência não depende apenas do fluxo de ar e da espessura da camada de grãos, mas também da presença de impurezas, do tamanho e da distribuição dos grãos (NETO, 2012).

Tabela 2: Ângulo de talude e massa específica da soja para diferentes percentuais de grãos quebrados e inteiros.

Grãos quebrados (%)	Ângulo de talude	Massa específica (Kg.m ⁻³)
0	26,833 c	679,45 c
4	27,666 bc	682,00 bc
8	28,666 ab	683,65 ab
12	29,666 a	686,20 a

Letras minúsculas iguais nas mesmas colunas não diferem estatisticamente ($p \geq 0,05$).

Observa-se (Tabela 2) que o ângulo de talude ou de repouso aumenta com o aumento da porcentagem de grãos quebrados. Esse fato é mais evidente nas maiores proporções de quebrados (8 e 12 %), sendo verificado o maior valor de ângulo de talude na amostra que contém 12% de grãos quebrados.

O ângulo interfere no preenchimento do volume de um silo. Assim, quanto menor o ângulo de talude, maior será o volume de grãos que poderão ser armazenados em um silo. Ao realizar o processo de aeração em um silo, o nivelamento da parte superior da massa de grãos evita caminhos preferenciais na

passagem do ar, e conseqüentemente ocorre uma aeração mais homogênea e eficaz (SILVA, 2000).

Pode-se observar também (Tabela 2) que houve aumento na massa específica com o aumento de grãos quebrados, e esse aumento foi mais expressivo quando a porcentagem de grãos quebrados aumentou para 12 %.

Trabalhando com feijão, Corrêa et al. (2001) verificaram que a massa específica aparente aumenta com o aumento do teor de impurezas finas; entretanto, a elevação dos teores de impurezas grossas promove redução da massa específica aparente.

4. CONCLUSÕES

O aumento no teor de quebrados numa massa de grãos de soja provoca aumento no ângulo de repouso, na massa específica e na pressão estática, ocorrendo o contrário com a porosidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: ACS, 2009. 399p.
- CORRÊA, P.C.; GUIMARÃES, W.T.; JÚNIOR, P.C.A.; Efeito do nível e do tamanho de impurezas nas propriedades físicas da massa granular de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.5, n 1, p.97-100, 2001.
- DEVILLA, I.A., COUTO, S.M., QUEIROZ, D.M. Distribuição do fluxo de ar em silos com sistema de aeração: análise por elementos finitos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande – PB, v.9, n.2, 2005.
- ELIAS, M. C. **Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos**. 1. ed. Pelotas: Editora Santa Cruz, 2008. v. 1. 368 p.
- HAQUE, E.; AHMED, Y.N.; DEYOE, C.W. Static pressure drop in a fixed bed of grain as affected by grain moisture content. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.25, n.4, p.1095-1098, 1982.
- SILVA, J.S.; CORRÊA, P.C. Estrutura, composição e propriedades dos grãos. In: SILVA, J.S. Secagem e Armazenamento de produtos agrícolas. Juiz de Fora: Instituto Maria, 2000. p.21-37
- KASHANINEJAD, M.; AHMADI, M.; DARAEI, A.; CHABRA, D. Handling and frictional characteristics of soybean as a function of moisture content and variety. **Powder Technology**, v.188, p. 1-8, 2008.
- MILMAN, M.J. **Equipamentos para pré-processamento de grãos**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2002. 206p.
- NETO, A.F.F.; DANTAS, B.F.; SILVA, J.C.; OLIVIER, N.C.; SILVA, M.F. Resistência ao fluxo de ar das vagens de amendoim com diferentes percentuais de impurezas. **Revista Nucleus**. Ituverava, v.9, n.1, p. 85-91, 2012.
- PUZZI, D. Abastecimento e armazenamento de grãos. Campinas: ICEA, 2000. 604p.
- SILVA, J.S. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa, Aprenda fácil, 2000, 502p.

6. AGRADECIMENTOS

CNPQ, CAPES, FAPERGS, SCT-RS, COREDE-SUL, Pólo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul.