

## PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE SOJA ARMAZENADAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES

RODRIGO A. SCHULTZ<sup>1</sup>, PAULO C. CORADI<sup>2</sup>, LUCAS O. BRENTAN<sup>1</sup>, LUCAS J. CAMILO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estudante de Graduação em Agronomia, UFMS/CPCS-MG

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Professor Adjunto II, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Chapadão do Sul, UFMS - MS, Fone: (0XX67) 3562-6300, [paulo.coradi@ufms.br](mailto:paulo.coradi@ufms.br)

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014 - Campo Grande - MS, Brasil

**RESUMO:** Com o aumento da produção ocorre a necessidade de produtos mais homogêneos e com menor percentual de impurezas, para tanto, a engenharia vem aprimorando os processos de beneficiamento através de estudos das propriedades físicas dos grãos, para o projeto de novas máquinas e equipamentos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas de grãos soja armazenadas em diferentes ambientes. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, fatorial (2x2x2), sendo dois sistemas de armazenamento (sacos de papel permeável e sacos de polietileno plástico), duas temperaturas de acondicionamento (10 e 23 °C) e dois tempos de avaliação (zero e três meses). Foi avaliado o comprimento, largura, espessura, porosidade, massa específica aparente e o teor de água dos grãos de soja. Não foram identificadas alterações significativas das propriedades físicas em função das condições e do tipo de armazenamento. Entretanto, o tempo de armazenamento alterou significativamente (P<0,05) a massa específica aparente e a porosidade da massa de grãos de soja. Concluiu-se que, o tempo de armazenamento teve maiores influências nas alterações das propriedades físicas de grãos de soja.

**PALAVRAS-CHAVE:** equipamentos, processamento, projeto.

## PHYSICAL PROPERTIES OF SOYBEAN STORED IN DIFFERENT CONDITIONS

**ABSTRACT:** With the increased production the need for more homogeneous products and a lower percentage of impurities occurs for both the engineering has been improving the beneficiation processes through studies of the physical properties of the grains, for the design of new machines and equipment. The objective of this study was to evaluate the physical properties of soybean grains stored in different environments. The experimental design was completely randomized, factorial (2x2x2), two storage environments in permeable paper bags and polyethylene plastic bags and plastic, two temperatures of storage (10 e 23 °C), and two phases of evaluation (zero and three months). The length, width, thickness, porosity, bulk density and water content of the soybean grains were evaluated. No significant changes in physical properties were identified, throughout the conditional and types of storage. However, the time of storage caused significant altering (P<0.05) in the bulk density and porosity of the soybean grains mass. It was concluded that the storage times had major influenced in the alterations of the physical properties of the soybean grains.

**KEYWORDS:** design, equipment, processing.

**INTRODUÇÃO:** Atualmente dados publicados pela EMBRAPA (2013) garantem que o Brasil é o segundo maior produtor e processador mundial de soja (*Glycine max* L.), óleo e farelos. Na safra 2011/2012 produziu em torno de 75 milhões de toneladas, ficando atrás somente dos EUA, fazendo

parte dos aproximadamente 263,7 milhões de toneladas produzidos mundialmente. A soja de acordo com CISOJA (2013) pode ser utilizada para alimentação humana e animal, produtos industriais e matéria-prima para agroindústrias, exemplos de utilização da soja: composição de rações (farelo de soja), farinha de soja (pães, doces e massas), carne de soja, lingüiça e salsichas, leite (sem lactose) e queijo, óleo doméstico e combustível (biodiesel), lecitina (produtos químicos, cosméticos e têxteis, alguns alimentos e sorvetes). As propriedades físicas dos produtos agrícolas têm seu uso irrestrito, podendo ser utilizado em estudos de aerodinâmica, na otimização dos processos industriais, projeto e dimensionamento de equipamentos empregados nas operações de colheita e pós-colheita (RESENDE et. al., 2005). CORRÊA et al. (2002) ressaltam que o conhecimento das características físicas em produtos granulares tem grande importância em estudos de transferência de calor e massa e movimentação de ar, o que reflete diretamente no armazenamento dos grãos. A principal causa de perdas no armazenamento de grãos, de acordo com PUZZI (1973) ocorre pela ação de insetos, fungos e roedores. Os insetos ao perfurarem os grãos e expor o tegumento facilitam a entrada de microrganismos como fungos que, iniciam o processo de deterioração do mesmo, produzindo as micotoxinas (sendo comum a aflatoxina) de extrema toxidez aos homens e animais. As massas de graneleiras comprometidas por estes componentes tóxicos são inviabilizadas para o processamento industrial. Conseqüentemente as contaminações causadas por insetos e fungos ocorrem alterações físicas dos grãos armazenados, afetando diretamente o sistema de aeração e resfriamento da massa granular e comprometendo ainda a qualidade dos produtos armazenados. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas de grãos soja armazenadas em diferentes ambientes.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Câmpus de Chapadão do Sul (CPCS), Laboratório de Pós-Colheita de Grãos. Foram feitas amostragens de grãos de soja armazenadas em sacos de papel permeável e sacos de polietileno plástico, aleatoriamente, nos tempos 0 e 3 meses de armazenamento. O teor de água foi determinado pelo método padrão da estufa, 105 °C ± 5 °C, por 24 h, com três repetições, conforme recomendações (AOAC, 2000). O tamanho das sementes foi determinado medindo-se as dimensões de comprimento, largura e espessura de cada semente após armazenamento. Com o auxílio de um paquímetro, com resolução de 0,01 mm, foram os grãos de soja, para cada sistema de armazenamento (MOHSENIN, 1986). A partir da média das dimensões medidas foi determinado o intervalo de previsão (IP= X ± t.s). Este intervalo permitiu determinar se a probabilidade de uma determinada dimensão da semente foi compreendida entre os valores apresentados no intervalo obtido. A massa específica aparente dos grãos foi determinada pela relação entre a massa de grãos e seu volume, equação (1).

$$\rho_{ap} = \frac{m}{V} \quad (1)$$

em que,

- $\rho_{ap}$ : massa específica aparente do produto, (kg m<sup>-3</sup>)
- m: massa do produto, (kg)
- V: volume, (m<sup>3</sup>)

A porosidade foi determinada pelo método direto (MOHSENIN, 1986), acrescentando-se um volume líquido conhecido nos espaços da massa granular. Foi utilizado um becker de 30 mL e uma bureta de 50 mL e o líquido utilizado foi o óleo de soja. A porosidade foi calculada pela equação 2.

$$\varepsilon = \left[ 1 - \left( \frac{\rho_{Ap}}{\rho_{Um}} \right) \right] \quad (2)$$

em que,

- $\xi$ : porosidade, decimal
- $\rho_{ap}$ : massa específica aparente
- $\rho_{um}$ : massa específica unitária

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, fatorial (2x2x2), sendo dois sistemas de armazenamento (sacos de papel permeável e sacos de polietileno plástico), duas

temperaturas de acondicionamento (10 e 23 °C) e dois tempos de avaliação (zero e três meses). Os dados foram analisados por meio de análise de variância, utilizando-se o teste “t” a 1 e 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os valores de teores de água, massa específica aparente e porosidade estão apresentados nas Tabelas 1 e 3. Verificou-se um aumento dos teores de água com o aumento do tempo de armazenamento, afetando diretamente na massa específica aparente e na porosidade dos grãos. Os valores de massa específica aparente diminuíram de 626,62 a 610,13 kg m<sup>-3</sup>, enquanto que a porosidade aumentou de 35,87% para 42,34% com o aumento dos teores de água no armazenamento, ao longo do tempo. Os tipos de armazenamento não afetaram significativamente (P<0,05) as propriedades físicas dos grãos de soja. A porosidade é uma característica física importante em várias operações unitárias na linha de processos de uma agroindústria. Dentre outros processos, pode-se citar a secagem e a aeração de grãos e o resfriamento e o congelamento de frutas (MATA et al., 2002). Observa-se que a porosidade descreveu comportamento semelhante à maioria dos produtos agrícolas, apresentando redução dos seus valores com a diminuição do teor de água (RESENDE et al., 2008). RIBEIRO et. al. (2005) utilizaram grãos de soja, variedade UFV 20, colhidos com teor de água de aproximadamente 45% (b.s.) e verificaram um aumento da massa específica aparente com a redução do teor de água. Os mesmos autores verificaram ainda, que a porosidade diminuiu linearmente de 44,7 para 41,1% com a redução do teor de água na faixa entre 0,31 a 0,15 (b.s.). Portanto, os dados destes autores confirmam os dados coletados neste trabalho seguindo as mesmas características da maioria dos produtos agrícolas.

TABELA 1. Propriedades físicas de grãos de soja armazenados em diferentes sistemas e temperatura de 10 °C

Sistema armazenamento	Tempo zero <sup>1</sup> Teor de água (% b.u.)	Tempo três meses <sup>1</sup> Teor de água (% b.u.)	Tempo zero <sup>2</sup> Massa específica (kg m <sup>-3</sup> )	Tempo três meses <sup>2</sup> Massa específica (kg m <sup>-3</sup> )	Tempo zero <sup>3</sup> Porosidade (%)	Tempo três meses <sup>3</sup> Porosidade (%)
Sacos papel	10,03 aA	11,00 bB	626,62 aA	620,14 aA	35,87 aA	40,34 bB
Sacos plásticos	10,03 bA	9,02 aA	626,62 aA	618,71 aA	35,87 aA	40,57 bB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>CV (%) = 2,10 <sup>2</sup>CV (%) = 4,56 <sup>3</sup>CV (%) = 5,87 CV= coeficiente de variação

TABELA 2. Propriedades físicas de grãos de soja armazenados em diferentes sistemas e temperatura de 10 °C

Sistema armazenamento	Tempo zero <sup>1</sup> Comprimento (mm)	Tempo três meses <sup>1</sup> Comprimento (mm)	Tempo zero <sup>2</sup> Largura (mm)	Tempo três meses <sup>2</sup> Largura (mm)	Tempo zero <sup>3</sup> Espessura (mm)	Tempo três meses <sup>3</sup> Espessura (mm)
Sacos papel	6,01 aA	6,62 bA	6,72 bA	6,05 aA	5,33 aA	5,39 aA
Sacos plásticos	6,01 aA	6,66 bA	6,72 bA	6,13 aA	5,33 aA	5,48 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>CV (%) = 3,05 <sup>2</sup>CV (%) = 4,21 <sup>3</sup>CV (%) = 3,73 CV= coeficiente de variação

TABELA 3. Propriedades físicas de grãos de soja armazenados em diferentes sistemas e temperatura de 23 °C

Sistema armazenamento	Tempo zero <sup>1</sup> Teor de água (% b.u.)	Tempo três meses <sup>1</sup> Teor de água (% b.u.)	Tempo zero <sup>2</sup> Massa específica (kg m <sup>-3</sup> )	Tempo três meses <sup>2</sup> Massa específica (kg m <sup>-3</sup> )	Tempo zero <sup>3</sup> Porosidade (%)	Tempo três meses <sup>3</sup> Porosidade (%)
Sacos papel	10,03 aA	11,00 bA	626,62 bA	610,13 aA	35,87 aA	42,34 bA
Sacos plásticos	10,03 aA	12,00 bB	626,62 bA	613,45 aA	35,87 aA	41,24 bA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>CV (%) = 2,25 <sup>2</sup>CV (%) = 3,21 <sup>3</sup>CV (%) = 5,53 CV= coeficiente de variação

TABELA 4. Propriedades físicas de grãos de soja armazenados em diferentes sistemas e temperatura de 23 °C

Sistema armazenamento	Tempo zero <sup>1</sup> Comprimento (mm)	Tempo três meses <sup>1</sup> Comprimento (mm)	Tempo zero <sup>2</sup> Largura (mm)	Tempo três meses <sup>2</sup> Largura (mm)	Tempo zero <sup>3</sup> Espessura (mm)	Tempo três meses <sup>3</sup> Espessura (mm)
Sacos papel	6,01 aA	6,09 aA	6,72 aA	6,71 aA	5,33 aA	5,41 aA
Sacos plásticos	6,01 aA	6,02 aA	6,72 aA	6,61 aA	5,33 aA	5,30 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha, não tem diferença significativa a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>CV (%) = 3,31 <sup>2</sup>CV (%) = 4,38 <sup>3</sup>CV (%) = 5,11 CV = coeficiente de variação

Nas Tabelas 2 e 4, encontram-se os valores médios dos eixos ortogonais característicos (a, b e c) para os grãos de soja nas condições e tipos de armazenamento estudados. Observou-se que, as alterações de comprimento, largura e espessura não apresentaram diferenças significativas (P<0,05) em função do tipo e condição de armazenamento. Verificou-se, a existência de uma redução do tamanho das sementes com a redução do teor de água. Nota-se à relação linear entre o comprimento, a largura e a espessura dos grãos com o teor de água.

**CONCLUSÕES:** Concluiu-se que, o tempo de armazenamento teve maiores influências nas alterações das propriedades físicas dos grãos de soja.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem a FUNDECT - MS de apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- CISOJA-Centro de Inteligência da Soja. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/index.php?p=utilizacao>>. Acessado em: 13 jun 2013.
- CORRÊA, P.C.; AFONSO JÚNIOR, P.C.; QUEIROZ, D.M.; SAMPAIO, C.P.; CARDOSO, J.B. Variação das dimensões características e da forma dos frutos de café durante o processo de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n. 3, p. 466-470, 2002.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A soja no Brasil**. Londrina – Paraná, 2012. Disponível em <<http://www.cnpso.embrapa.br/>>. Acesso em: 23 abr. 2013.
- MATA, M.E.R.M.C., DUARTE, M.E.M. Porosidade intergranular de produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.79-93, 2002.
- MOSHENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986, 841p.
- PUZZI, D. **Conservação dos grãos armazenados**. São Paulo: Editora Agronômica Geres, 1973.
- RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; GONELI, A.L.D.; CECON, P.R. Forma, tamanho e contração volumétrica do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante a secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 15-24, 2005.
- RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; GONELI, A.L.D.; BOTELHO, F.M.; RODRIGUES, S. Modelagem matemática do processo de secagem de duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.10, n.1, p.17-26, 2008.
- RIBEIRO, D.M.; CORREA, P.C.; RODRIGUES, D.H.; GONELI, A.L.D. Análise da Variação das Propriedades Físicas dos Grãos de Soja Durante o Processo de Secagem. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.25, p.611-617, 2005.