

## DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE FEIJÃO-CAUPI

Juan Alves Pereira<sup>1</sup>, Joan Carlos Alves Pereira<sup>2</sup>, Renato Costa da Silva<sup>3</sup>, Raniza de Oliveira Carvalho<sup>4</sup>, Regilane Marques Feitosa<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Paraíba - [juanbiouepb@gmail.com](mailto:juanbiouepb@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande - [joan\\_carlos21@yahoo.com.br](mailto:joan_carlos21@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Campina Grande - [renatinocosta@gmail.com](mailto:renatinocosta@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Campina Grande - [ranizacarvalho@hotmail.com](mailto:ranizacarvalho@hotmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Campina Grande - [regilanemarques@yahoo.com.br](mailto:regilanemarques@yahoo.com.br)

**Resumo:** A determinação de propriedades físicas de produtos agrícolas possui relevância em diversas etapas do processo de beneficiamento e dimensionamento de equipamentos. Nesse sentido, buscou-se com o presente trabalho, determinar as propriedades físicas: dimensão, forma, massa específica real, massa específica aparente e porosidade de grãos de feijão-caupi da cultivar BRS Tumucumaque em diferentes níveis de teor de umidade (11,82, 13,24, 15,44% b.u.), com a finalidade de gerar dados para projetos na área de armazenamento de produtos agrícolas. Diante dos resultados obtidos, a variação do teor de água, dentro da faixa de umidade avaliada, promove alterações em todas as propriedades físicas dos grãos de feijão.

**Palavras-Chave:** *Vigna unguiculata* (L.) Walp; Teor de água; Materiais biológicos.

### Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é a leguminosa mais consumida pela população brasileira que, junto com o arroz, constitui ingrediente indispensável nas refeições diárias, contribuindo como excelente fonte de proteínas, aminoácidos essenciais, carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura e não conter colesterol. Dentre essas leguminosas, o feijão é uma espécie amplamente cultivada em países de climas tropical e subtropical, sobre tudo no Brasil, assumindo grande importância na alimentação humana devido aos elevados teores de proteína contidos em seus grãos e, principalmente, por seu baixo custo quando comparado às fontes de proteína animal (ALMEIDA et al., 2009).

Feijão-caupi é um Leguminosa de grande importância nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Os principais produtores de feijão são o continente asiático (Índia, China e Mianmar) e o continente americano (Brasil, Estados Unidos e México), que juntos representam 64% da produção mundial de feijão. A produção mundial média no período de 2012 a 2014 foi 23,8 milhões de toneladas (FAO, 2016).

O conhecimento das propriedades físicas pós-colheita dos grãos é essencial no que se refere à manutenção da qualidade do produto e às pesquisas com produtos alimentícios, informações como tamanho, volume, porosidade e massa específica, entre outras, são ferramentas importantes e prediz a velocidade de secagem para alimentos de variada composição e formas geométricas, quando submetidos a diferentes condições de secagem, aquecimento e resfriamento. Estas informações possuem relevância em diversas etapas do processo de beneficiamento, como o dimensionamento de equipamentos e sistemas para colheita, manuseio, transporte, secagem e armazenamento (Nikoobin et al., 2009; Isik & Isik, 2008; Karababa, 2006; Amin et al., 2004; Ferraz, 1993; Benedetti, 1987; Mohsenin, 1986).

O presente trabalho teve por objetivo determinar propriedades físicas de grãos de feijão-caupi da cultivar BRS Tumucumaque para três teores de água (11,82, 13,24 e 15,44 % b.u.), com a finalidade de gerar dados específicos para projetos na área de armazenamento de produtos agrícolas.

### **Metodologia**

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande - PB. Foram utilizados grãos de feijão-Caupi da cultivar BRS Tumucumaque fornecidos pela Embrapa. Inicialmente, os grãos adquiridos apresentaram teor de umidade de 11,82% em base úmida. Para a realização das análises, os grãos foram umidificados a fim de se obter mais dois níveis de teor de umidade para avaliação. Os grãos foram umidificados por 12 e 24 horas, onde atingiram aproximadamente teor de umidade de 13,24 e 15,44 %, respectivamente, em um recipiente fechado contendo um suporte com peneira para colocação dos grãos, e contendo água destilada no fundo do recipiente. Os níveis de teor de umidade foram determinados pelo método da estufa a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas (Brasil, 1992), utilizando três repetições de 30 grãos, sendo os resultados expressos em porcentagem (b.u.). As determinações das dimensões ou diâmetros mutuamente perpendiculares (a, b e c) foram realizadas utilizando um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm para 3 repetições de 30 grãos. A massa específica aparente ( $\rho_{\text{apar}}$ ) foi determinada pela relação entre a massa de uma determinada quantidade do produto e o volume que esta quantidade ocupa, realizada em 3 repetições para cada teor de água, utilizando um recipiente cilíndrico de volume conhecido. O recipiente com os grãos foi pesado em balança analítica, e através da equação 1, determinou-se a massa específica aparente.

$$\rho_{apar} = \frac{m}{V_{cil}} \quad (1)$$

Em que:

$\rho_{apar}$  - Massa específica aparente,  $\text{kg.m}^{-3}$ ;

$m$  - massa de certa quantidade de grãos dentro do recipiente, kg;

$V_{cil}$  - volume do recipiente que contém as amostras para ensaio,  $\text{m}^3$ .

A massa específica real ( $\rho_{real}$ ) foi determinada pela relação entre a massa de uma unidade do grão e seu volume. Determinou-se em 3 repetições a massa e o volume unitário dos grãos para cada nível de teor de água avaliado, sendo a massa obtida através de pesagem em balança analítica de precisão de 0,001g e o volume utilizando-se o método do deslocamento da massa de água descrito por Mohsenin (1978). Com os dados, a massa específica real foi determinada pela relação entre a massa de uma unidade do produto e seu volume, expressa na equação 2.

$$\rho_{real} = \frac{m}{V_{real}} \quad (2)$$

Donde:

$\rho_{real}$  - massa específica real,  $\text{kg.m}^{-3}$ ;

$m$  - massa unitária do grão, kg;

$V_{real}$  - volume unitário do grão,  $\text{m}^3$ .

Porosidade é definida como sendo a percentagem de espaços vazios existentes na massa do produto. A porosidade foi determinada através da equação 3.

$$\varepsilon = \left( \frac{\rho_r - \rho_a}{\rho_r} \right) \times 100 \quad (3)$$

$\varepsilon$  - porosidade, %;

$\rho_a$  - massa específica aparente,  $\text{kg.m}^{-3}$ ;

$\rho_r$  - massa específica real ou unitária,  $\text{kg.m}^{-3}$ .

Para o cálculo da circularidade e a esfericidade, foram utilizados 50 grãos de feijão nos três diferentes teores de água. Foram determinados com o auxílio de um retroprojetor. Cada grão foi projetado na posição de repouso, e seus contornos desenhados em papel milimetrado formato A4, com uma escala pré-estabelecida entre o tamanho real e o tamanho do objeto projetado. Entre a área projetada e a área do menor círculo que circunscreve o grão, foram determinadas a circularidade e a esfericidade, esta a partir da projeção da semente na posição de repouso. A circularidade dos grãos foi determinada de acordo com a Equação 4 e para a o cálculo da esfericidade foi usada a Equação 5, segundo a relação entre os volumes do sólido e o volume de uma esfera circunscrita a este sólido.

$$C(\%) = \frac{A_{pp}}{A_{cin}} 100 \quad (4)$$

Sendo:

C - circularidade, %;

$A_{pp}$  - área projetada do produto,  $\text{mm}^2$ ;

$A_{cin}$  - área do menor círculo que circunscreve a projeção do produto,  $\text{mm}^2$ ;

$$\varphi = \left( \frac{d_i}{d_c} \right) 100 \quad (5)$$

$\varphi$  - esfericidade, %;

$d_i$  - diâmetro do maior círculo inscrito na projeção do produto, mm;

$d_c$  - diâmetro do menor círculo circunscrito na projeção do produto, mm;

## Resultados e discussão

A tabela 1 apresenta os valores médios e o desvio padrão dos três diâmetros mutuamente perpendiculares, comprimento (a), largura (b) e espessura (c) dos grãos de feijão-caupi, obtidos pelo paquímetro para os três teores de umidade, 11,82, 13,24 e 15,44%. Verifica-se que ocorre redução no tamanho dos grãos com a redução dos teores de água, no qual ocorre a contração volumétrica nas diversas direções do grão, consequência da redução do tamanho do tecido celular.

Tabela 1: Valores dos três diâmetros mutuamente perpendiculares, comprimento (a), largura (b) e espessura (c), em função dos teores de umidade dos grãos de feijão.

Teor de água (% b.u.)	Dimensões (mm)		
	a	b	c
11,82	8,88 ± 0,78	5,87 ± 0,62	4,84 ± 0,57
13,24	8,93 ± 0,62	6,04 ± 0,35	4,88 ± 0,40
15,44	9,02 ± 0,50	6,26 ± 0,35	4,92 ± 0,85

A tabela 2 contém os resultados médios e o desvio padrão obtidos para a circularidade, esfericidade, massa específica aparente, massa específica real e porosidade para os grãos de feijão-caupi em função dos três teores de umidade, 11,82, 13,24 e 15,44 %. Constata-se diminuição da circularidade e da esfericidade do feijão com a diminuição dos teores de umidade, concordando com o comportamento verificado por Lima et al. (2010), em que avaliaram duas variedades de feijão em uma faixa de teor de água de 10 até 18 % (b.u.).

Observa-se um aumento da massa específica real do feijão com o aumento dos teores de umidade, variando de 1198,42 para 1238,85 kg/m<sup>3</sup> com variação do teor de umidade de 11,82 e 15,44%, respectivamente. Fato também constatado por Guedes (2010), que obteve resultado semelhante analisando o feijão carioquinha. A massa específica aparente diminuiu, variando de 840,52 para 812,12 kg/m<sup>3</sup> de acordo com a variação do teor de umidade de 11,82 a 15,44%.

Constata-se também acréscimo da porosidade à medida que se aumentou os níveis dos teores de umidade, sendo esta propriedade diretamente proporcional ao teor de umidade. O maior valor, 34,45%, foi obtido com o teor de umidade de 15,44 %. Lima et al. (2010) no estudo das propriedades físicas de cultivares de feijão comum, obtiveram valores médios de porosidade de 40,19 e 40,17% para a faixa de teor de umidade entre 10 a 18 %. De acordo com Araújo (2014), com a diminuição do teor de umidade, os grãos tendem a apresentar contração volumétrica e que este fenômeno pode proporcionar a redução de espaços vazios na massa granular.

Tabela 2: Valores médios e desvio padrão da circularidade (C), esfericidade ( $\phi$ ), massa específica real ( $\rho$  Real), massa específica aparente ( $\rho$  aparente) e porosidade (%) para os grãos de feijão.

Teor de água (% b.u.)	C (%)	$\phi$ (%)	$\rho$ real (Kg/m <sup>3</sup> )	$\rho$ aparente (Kg/m <sup>3</sup> )	Porosidade (%)
11,82	66,34±1,85	68,69±1,77	1198,42± 0,11	840,52±0,02	29,86±1,79
13,24	66,68±1,09	68,77±1,80	1223,23± 0,28	831,43±0,01	32,03±1,22
15,44	66,82±1,54	68,82±1,91	1238,85±0,08	812,12±0,01	34,45±1,31

## Conclusões

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que: Os três diâmetros mutuamente perpendiculares aumentaram em função do aumento do teor de umidade dos grãos de feijão.

A circularidade, esfericidade, Massa específica real e porosidade são diretamente proporcionais à variação do teor de umidade, dentro da faixa de umidade avaliada, promovendo alterações em todas as propriedades físicas dos grãos de feijão, com exceção da massa específica aparente, que teve comportamento inversamente proporcional a redução do teor de umidade.

## Referências

- ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C.; SALES, J. F. Cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*). *Global Science and Technology*, Rio Verde, v.2, n.1, p.72-83, 2009.
- AMIN, M. N.; HOSSAIN, M. A.; ROY, K. C. Effect of moisture content on some physical properties of lentil seeds. *Journal of Food Engineering*, v. 65, p. 83-87, 2004.
- ARAUJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, C. M. A.; GONÇALVES, A. A.; VILHASANTI, H. C. B. Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.18, n.3, p. 279-286, 2014.
- BENEDETTI, B. C.; JORGE, J. T. Influência da variação do teor de umidade sobre os pesos específicos, aparente e real, e a porosidade de vários grãos. *Engenharia Agrícola*, v.11, p.7-16, 1987.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT, 2009. Disponível em: <http://faostat.fao.org> . Acesso em 01 de Outubro de 2017.
- FERRAZ, A. C. O. Relação planta-máquina. In. CORTEZ, L. A. B.; MAGALHÃES, P. S. G. (Coord). *Introdução à Engenharia Agrícola*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2.ed., 1993.
- GUEDES, M. A. Características físicas de grãos utilizando processamento digital de imagens. 2010. 333 f. Dissertação (mestrado em engenharia agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2010.
- ISIK, E.; ISIK, H. The effect of moisture of organic chickpea (*Cicer arietinum* L.) grain on the physical and mechanical properties. *International Journal of Agricultural Research*, v.3, n.1, p.40-51, 2008.
- KARABABA, E. Physical properties of popcorn kernels. *Journal of Food Engineering*, v.72, p.100-107, 2006.
- LIMA, M. L.; PACHECO G. A.; CUNHA D. A.; PINHEIRO L. A. M. G.; TEIXEIRA I. R. Propriedades Físicas de Cultivares de Feijão-Comum em Função De Diferentes Teores De Água. In: VIII seminário de iniciação científica e v jornada de pesquisa e pós-graduação, 2015. Goiás. Anais... Universidade Estadual de Goiás, 2010. P. 1-13.
- MOHSENIN, N. N. *Physical properties of plant and animal materials*. New York: Gordon and Breach Science Publishers, p. 742, 1978.
- MOHSENIN, N. N. *Physical properties of plant and animal materials*. Amsterdam: Gordon and Breach Sc. Pub. Inc., 2nd ed., 1986.
- NIKOUBIN, M.; MIRDAVARDOOST, F.; KASHANINEJAD, M.; SOLTANI, A. Moisture dependent physical properties of chickpea seeds. *Journal of Food Process Engineering*, v.32, p.544-564, 2009.