

## VARIAÇÃO DOS FATORES DE FORMA DE GRÃOS DE FEIJÃO CAUPI DURANTE A SECAGEM

MÔNICA JAQUELINE ISAIAS ARAÚJO<sup>1</sup>, FERNANDO MENDES BOTELHO<sup>2</sup>, SÍLVIA DE CARVALHO CAMPOS BOTELHO<sup>3</sup>, JOSÉ ÂNGELO NOGUEIRA DE MENEZES JÚNIOR<sup>3</sup>, LAYANNE CRISTINA BUENO DE ALMEIDA<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, Sinop - MT, Brasil, Fone: (0XX66) 99624.5775, monicajakelineisaiasaraujo@gmail.com.

<sup>2</sup> Professor Adjunto III, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>3</sup> Pesquisador (a), Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop (MT), Brasil.

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, Sinop - MT, Brasil.

Apresentado no  
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a variação dos fatores de forma de grãos de feijão-caupi durante a secagem. Grãos de feijão caupi colhidos e debulhados manualmente e com teor de água inicial de 0,250 (b.s) foram secados em uma estufa com circulação forçada de ar à 40 °C até o teor de água final de 0,112 (b.s). A secagem foi acompanhada por diferença de massa, conhecendo-se o teor de água inicial. Ao longo da secagem, foram medidas as dimensões características principais de grãos de feijão caupi (maior, menor e intermediária). Obtidas as dimensões características calculou-se a esfericidade, a circularidade (para a posição natural de repouso), a relação superfície-volume e o diâmetro geométrico. Verificou-se que o teor de água influenciou significativamente os fatores de forma analisados, proporcionando aumento da esfericidade, da circularidade e da relação superfície-volume com a redução do teor de água. Já o diâmetro geométrico diminuiu conforme a redução do teor de água durante a secagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Vigna unguiculata*, teor de água, propriedades físicas

## VARIATION OF SHAPE FACTORS OF THE COWPEA BEANS DURING DRYING

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the variation of factors of cowpea beans shape during drying. Samples of cowpea beans harvested and threshed manually and with initial moisture content of 0.250 (b.s) were dried in a forced air oven at 40 °C until the final moisture content of 0.112 (b.s). Drying was followed by mass difference, with the initial moisture content being known. During drying, the main characteristic dimensions of cowpea beans (major, minor and intermediate) were measured. Obtained the characteristic dimensions were calculated the sphericity, circularity (repose position), surface-volume ratio and geometric diameter. It was found that the moisture content significantly influenced the analyzed shape factors, providing increased sphericity, circularity and the surface-volume ratio with the reduction of the moisture content. The geometric diameter decreased as the moisture content decreased during drying.

**KEYWORDS:** *Vigna unguiculata*, moisture content, physical properties

**INTRODUÇÃO:** No Brasil, apesar da grande variedade existente de feijões cultivados, apenas duas espécies são catalogadas como feijão para classificação técnica a nível de comercialização, sendo elas conhecidas como o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) (BRASIL, 2008). Normalmente cultivado na segunda safra do ano, o feijão caupi tem

apresentado custo/benefício bastante competitivo em relação a outras culturas, tendo uma produção de qualidade que viabiliza boa aceitação comercial do grão. Assim como outros produtos agrícolas os grãos de feijão caupi necessitam ser pré-processados visando assegurar sua qualidade e aumento de sua durabilidade durante o armazenamento (FREIRE FILHO et al. 2011). A secagem é uma das principais etapas de pré-processamento a qual o grão é submetido quando não se encontra em condições ideais para armazenamento, com principal objetivo de reduzir o teor de água do produto. Contudo a redução do teor de água além de, mitigar atividades biológicas e mudanças físico-químicas que acontecem durante o armazenamento, também é responsável por alterações nas características físicas dos grãos (OLIVEIRA et al., 2014). Das alterações físicas provocadas pela redução do teor de água, a volumétrica é relatada como uma das mais importantes, pois proporciona mudança na forma dos produtos agrícolas, que está correlacionada as suas dimensões características. O estudo dessas alterações físicas é importante para a melhor descrição do processo de secagem, assim como para melhor dimensionamento de equipamentos destinados a separação e classificação de grãos (SIQUEIRA, et al., 2013). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar os fatores de forma de grãos de feijão caupi ao longo do processo de secagem.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram utilizados grãos de feijão caupi colhidos e debulhados manualmente. O produto colhido foi encaminhado para o laboratório e submetido a um processo de limpeza visando remoção de materiais estranhos e grãos quebrados ou danificados.

Após limpeza os grãos foram secados em uma estufa com circulação forçada de ar ajustada à 40 °C. A redução do teor de água ao longo de secagem foi acompanhada pelo método gravimétrico (perda de massa), conhecendo-se o teor de água inicial do produto [0,250 (b.s)]. O teor de água inicial do produto determinado pelo método gravimétrico, utilizando-se uma estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 105 ± 1 °C, durante 24 h, com três repetições de 40 g (BRASIL, 2009), e as medições de massa nesse trabalho foram feitas por meio de uma balança analítica com resolução de 0,01g. A secagem foi interrompida quando os grãos atingiram o teor de água final médio de 0,112 (b.s.).

Para a determinação dos fatores de forma, 20 grãos de feijão caupi foram secados em recipiente metálico. A forma e o tamanho dos grãos de feijão, considerados esferoides escalenos, foram analisados pela esfericidade, circularidade, relação superfície-volume e diâmetro geométrico, calculados a partir das medidas das dimensões principais (maior, intermediária e a menor dimensão característica). Essas dimensões foram obtidas por meio de um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm em leituras periódicas durante a secagem. Para a determinação da esfericidade ( $\phi$ ), do diâmetro geométrico ( $D_g$ ), da circularidade ( $C_r$ ) e do volume dos grãos, considerados esferoides escalenos ( $V_g$ ), foram utilizadas as Equações 1, 2 e 3 (MOHSENIN, 1986).

$$\phi = \frac{D_g}{a} = \frac{(abc)^{1/3}}{a} \quad (1) \quad C_r = \left(\frac{b}{a}\right) \quad (2) \quad V_g = \frac{\pi(abc)}{6} \quad (3)$$

Em que:

a - maior dimensão característica dos grãos de feijão (mm);

b - dimensão característica intermediária dos grãos de feijão (mm) e

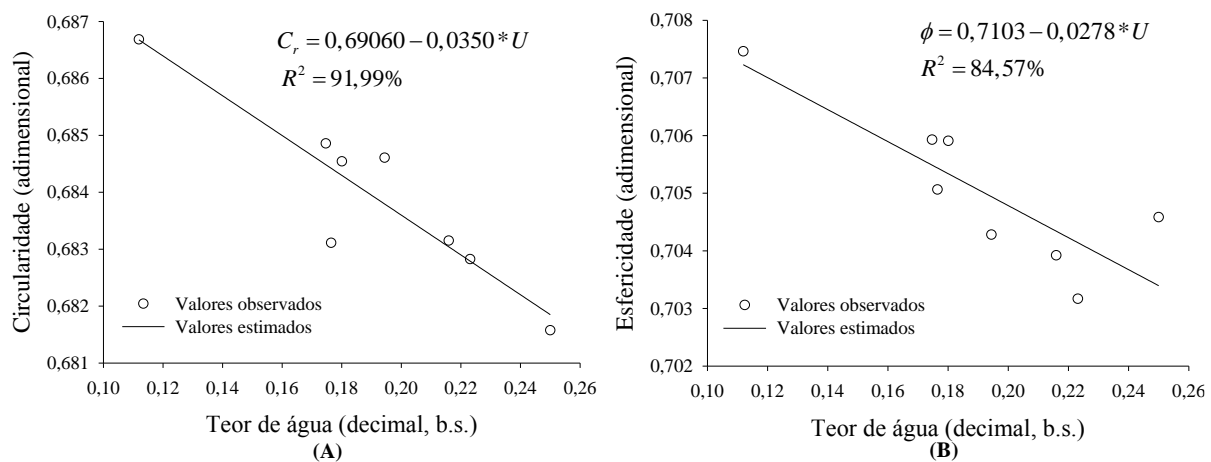
c - menor dimensão característica dos grãos de feijão (mm).

O cálculo da área superficial ( $A_s$ ) utilizada para a determinação da relação superfície-volume, foi feito de acordo com a Equação 4, conhecida como Equação de Knud Thomsen's. A Equação de Knud Thomsen's, utilizada com a constante "z" igual a 1,6075, resulta em um erro máximo de 1,061% na estimativa da área superficial do esferoide.

$$A_s = 4\pi \left[ \frac{\left(\frac{a}{2}\right)^z \left(\frac{b}{2}\right)^z + \left(\frac{a}{2}\right)^z \left(\frac{c}{2}\right)^z + \left(\frac{c}{2}\right)^z \left(\frac{b}{2}\right)^z}{3} \right]^{\frac{1}{z}} \quad (4)$$

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, seguidos de análise regressão linear ao nível de significância de 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nota-se, pela Figura 1, que a circularidade (Figura 1A) aumentou linearmente com a redução no teor de água dos grãos, apresentando uma amplitude de valores de 0,682 a 0,687 (decimal) para faixa de teor de água de 0,250 a 0,112 (decimal, b.s.). Tendência semelhante foi relatada por Araújo et al. (2014) ao estudarem a variação da circularidade de grãos de amendoim durante a secagem.



\*Significativo à 5% de probabilidade pelo teste “t”

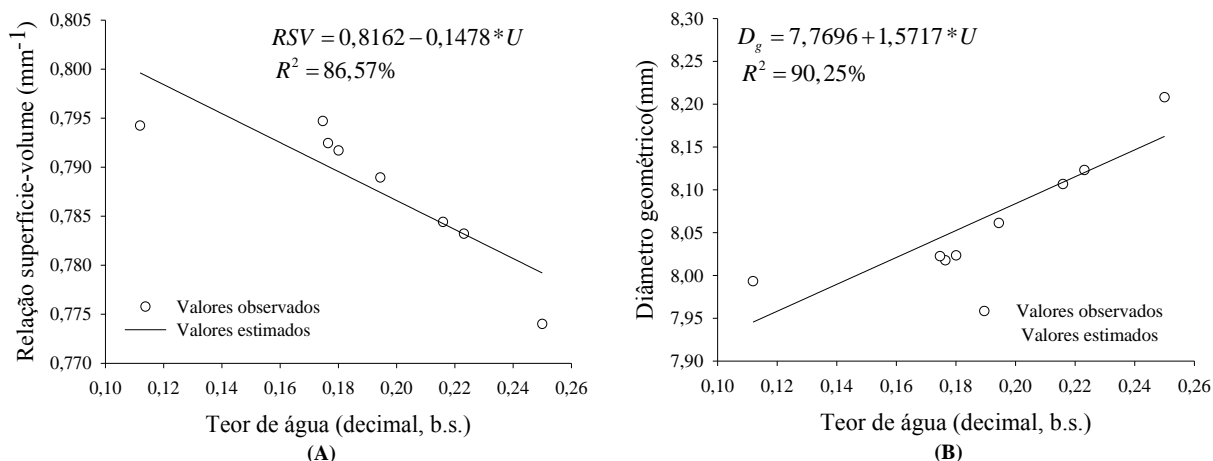
FIGURA 1. Valores observados e estimados da circularidade (A) e da esfericidade (B) de grãos de feijão caupi para diferentes teores de água.

Notou-se ainda que no decorrer do processo de secagem a esfericidade dos grãos de feijão caupi também aumentou linearmente (Figura 1B), variando de 0,705 a 0,707 (decimal). Ao analisarem a esfericidade durante a secagem dos grãos de feijão adzuki, Mendes et al. (2016) também observaram aumento da esfericidade, como resultado da redução do teor de água.

Similarmente ao observado para a esfericidade e a circularidade, a relação superfície-volume dos grãos de feijão caupi aumentou proporcionalmente à redução do teor de água (Figura 2A). Esse índice variou de 0,774 a 0,794  $\text{mm}^{-1}$ , para a faixa de teor de água de 0,250 a 0,112 (decimal, b.s.). Tendência semelhante foi relatada por Oba (2016) ao estudarem a dependência da relação superfície-volume com o teor de água.

Verificou-se também que, com a retirada de água dos grãos de feijão caupi, o diâmetro geométrico reduziu linearmente com a secagem (Figura 2B). O diâmetro geométrico reduziu de 8,21 (mm) para o teor de água de 0,25 (decimal, b.s) para 7,99 (mm) para o teor de água final de 0,112 (decimal, b.s).

Oliveira et al. (2013) ao estudarem as alterações morfológicas em grãos de soja durante o processo de secagem com duas temperaturas (90 e 50 °C) também observou que o diâmetro geométrico diminuiu ao longo da secagem para ambas as temperaturas, conforme o teor de água diminuía, onde a redução representou 2,69% para 50 °C e 3,8% para 90 °C em relação ao diâmetro geométrico inicial.



\*Significativo à 5% de probabilidade pelo teste “t”

FIGURA 2. Valores observados e estimados da relação superfície-volume (A) e do diâmetro geométrico (B).

**CONCLUSÕES:** A redução do teor de água, devido à secagem influenciou os fatores de forma dos grãos de feijão caupi, proporcionando aumento da circularidade, da esfericidade e da relação superfície-volume bem como a redução do diâmetro geométrico.

#### REFERÊNCIAS:

- ARAÚJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, C. M. A.; GONÇALVES, A. A.; VILHASANTIS, H. C. B. Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.3, p.279–286, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 28 mar. 2008. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. Seção 1, p. 11-14. 31 mar., 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análises de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. C.; RODRIGUES, E.V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2011. 84 p.
- MENDES, U. C.; RESENDE, O.; DONADON, J. R.; ALMEIDA, D. P. ROCHA, C. A.; OLIVEIRA, D. E. C. Efeito da secagem nas propriedades físicas dos grãos de feijão adzuki. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 6, p. 3871-3880, 2016.
- MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach, 1986. 841 p.
- OBA, G. C. **Caracterização física de sementes de feijão-caupi durante o processo de secagem**. 88f. : il. ; 30 cm Dissertação (Mestrado em Engenharia Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande, Dourados - MS, 2016.
- OLIVEIRA, D. E. C.; RESENDE, O.; SMANIOTTO, T. A. S.; SIQUEIRA, V. C.; NETO, C. A. Alterações morfométricas em grãos de soja durante o processo de secagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 975-984, 2013.
- OLIVEIRA, D. E. C.; SANTOS, M. N. S.; RUFATTO, S. Forma e tamanho dos grãos de milho da cultivar p3646 submetidos a diferentes condições de ar de secagem. **Nativa**, v. 02, n. 03, p. 162-165, 2014.
- REGINATO, M. P.; ENSINAS, S. C.; RIZZATO, M. C. O.; KOSLINSKI, M. K.; PRADO, E. A. Boas práticas de armazenagem de grãos. In: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, 8., 2014, Dourados. **Anais...Dourados**: Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.
- SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H. Shape and size of jatropha beans (*Jatropha curcas* L.) during drying at different temperatures. **Revista Ceres**, v. 60, n.6, p. 820-825, , 2013.