

PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE FEIJÃO CAUPI

MÔNICA JAQUELINE ISAIAS ARAÚJO¹, FERNANDO MENDES BOTELHO², SILVIA DE CARVALHO CAMPOS BOTELHO³, JOSÉ ÂNGELO NOGUEIRA DE MENEZES JÚNIOR³, LAYANNE CRISTINA BUENO DE ALMEIDA⁴.

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

² Professor Adjunto III, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

³ Pesquisador (a), Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop - MT, Brasil.

⁴ 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 as propriedades físicas do feijão caupi em diferentes teores de água. Amostras de 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 0,13 (b.s). A secagem foi acompanhada por diferença de massa, conhecendo-se o teor de água inicial. Ao longo da secagem, para teores de água predeterminados, foram determinadas as propriedades físicas: ângulo de repouso, massa específica aparente, massa específica unitária, porosidade intergranular e massa de mil grãos. De acordo com os resultados obtidos observou-se que, o teor de água influenciou significativamente as propriedades físicas das amostras de feijão Caupi analisadas. Durante a secagem houve aumento da massa específica aparente e da massa específica unitária, além da redução da massa de mil grãos, do ângulo de repouso e da porosidade intergranular.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata*, teor de água, secagem.

PHYSICAL PROPERTIES OF COWPEA BEANS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the physical properties of cowpea beans in different moisture contents. Samples of cowpea beans manually harvested and threshed with initial moisture content of 0.250 (b.s) were dried in a forced air oven at 40 °C until the final moisture content was 0.13 (b.s). Drying was followed by mass difference, with the initial moisture content being known. During drying, the physical properties were determined for predetermined moisture content: repose angle, bulk density real density, intergranular porosity and mass of thousand grains. According to the results obtained, it was observed that moisture content significantly influenced the physical properties of the samples of Cowpea beans analyzed. During drying, the bulk density and real density increased, as well as the reduction of the mass thousand grains, the angle of repose and the intergranular porosity.

KEYWORDS: *Vigna unguiculata*, moisture content, drying

INTRODUÇÃO: O feijão caupi vem sendo umas das principais opções de cultivo para a segunda safra em algumas regiões do país em substituição ao milho, inclusive no Mato Grosso, que já é o maior produtor nacional desse grão (CONAB, 2018). Similarmente ao que acontece com outras culturas, os grãos de feijão caupi devem ser pré processados para que viabilizem uma armazenagem segura mantendo seus atributos físicos e químicos. Dos processos comumente utilizados destaca-se a secagem como sendo um dos principais, pois garante a redução do teor de água dos produtos. Todavia, Sousa et al. (2016) argumentam que, apesar de indispensável, a secagem normalmente causa alterações significativas nas propriedades físicas de produtos agrícolas. Araújo et al. (2014) ressalta que a adequada determinação e conhecimento das mudanças ocorridas nas propriedades físicas dos grãos ao longo de

seu processamento tornam-se necessária, pois essas são características de fundamental importância para a otimização de processos industriais, elaboração de novos projetos e equipamentos usados nas operações de colheita e pós-colheita de grãos. Diante do apresentado e ressaltando a importância de conhecer as propriedades físicas dos produtos agrícolas, buscou-se avaliar a influência do teor de água sobre a massa específica aparente, a massa específica unitária, a massa de mil grãos, o ângulo de repouso e a porosidade intergranular de feijão caupi durante o processo de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram utilizados grãos de feijão caupi colhidos e debulhados manualmente. Depois de colhido, o produto foi encaminhado para o laboratório e submetido a um processo de limpeza para remoção de impurezas, material estranho e grãos quebrados ou danificados. Os grãos de feijão foram submetidos à secagem em uma estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 40 °C, até atingirem o teor de água final de 0,13 (b.s.). A redução do teor de água ao longo do processo foi acompanhada por diferença de massa conhecendo-se o teor de água inicial, sendo de 0,250 (b.s.). As medições de massa neste trabalho foram feitas por meio de uma balança analítica com resolução de 0,01 g. O teor de água do produto foi determinado pelo método gravimétrico, utilizando-se uma estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 105 ± 1 °C, durante 24 h, em três amostras de 40 g (BRASIL, 2009). Durante a secagem amostras do produto foram retiradas, com teores de água previamente determinados e então encaminhadas para a determinação de suas propriedades físicas. Para a determinação do ângulo de repouso, foi utilizado um dispositivo feito de fibra de média densidade (MDF) que possui um alçapão, que, quando aberto, possibilita o escoamento do produto, a formação e a medida do seu talude. Para esse índice foram realizadas três repetições para cada teor de água. A massa específica aparente, foi determinada por meio da massa de amostra coletada em um cilindro com volume de 1 L, cuja relação entre o diâmetro e a altura é igual a 1. Para esta propriedade foram feitas três repetições por teor de água. Para a determinação da massa específica unitária foram escolhidos, ao acaso, 20 grãos de feijão caupi e secados separadamente, sendo medidas as suas dimensões características principais (maior, intermediária e a menor dimensão característica) e a massa durante a secagem. As dimensões características foram determinadas por meio de um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm. O volume dos grãos de feijão caupi foram então calculados por meio da Equação 1, sendo os mesmos considerados esferoides escalenos. Devido a sua dependência com a massa específica, a porosidade (ϵ) intergranular foi determinada indiretamente por meio da Equação 2 (MOHSENIN, 1986).

$$V_g = \frac{\pi(abc)}{6} \quad (1)$$

$$\epsilon = 100 \left[1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_u} \right] \quad (2)$$

Em que:

V_g – volume de grãos, mm³;

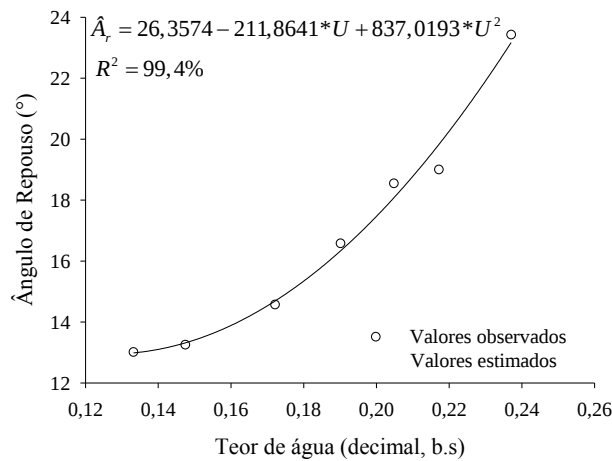
a, b e c - a maior, a intermediária e a menor dimensão característica principal dos grãos de feijão caupi (mm); e

ρ_{ap} e ρ_u - massa específica (ap) aparente e unitária (u), kg m⁻³.

Para a determinação da massa de mil grãos, mil grãos de feijão foram secados separadamente numa bandeja metálica, sendo sua massa acompanhada durante a secagem.

A dependência entre as propriedades físicas dos grãos de feijão caupi analisadas em função do teor de água, foi verificada por meio de análise de variância, seguida de regressão linear. A avaliação dos parâmetros dos estimadores dos modelos foi feita pelo teste “t”, considerando-se uma significância de 5% de probabilidade.

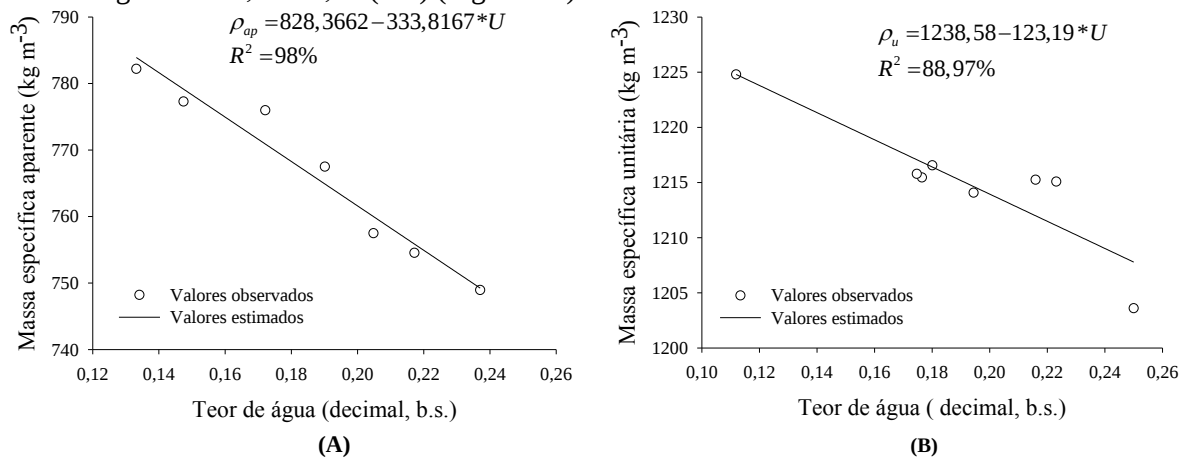
RESULTADOS E DISCUSSÃO: O valor do ângulo de repouso dos grãos de feijão caupi diminuíram durante a secagem, variando de 23,4 a 13,0 °, para a faixa de teor de água de 0,25 a 0,13 (b.s.). Tendência semelhante foi observada por Aviara et al. (2013) durante a secagem de sementes de *Moringa oleífera*, ou seja, com a redução do teor de água o ângulo de repouso também reduziu. A dependência do ângulo de repouso com a redução do teor de água pode ser explicada de forma significativa por meio de uma equação polinomial de segundo grau, que apresentou bom ajuste aos dados experimentais ($R^2 = 0,99$).



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

FIGURA 2. Valores observados e estimados do ângulo de repouso de grãos de feijão caupi para diferentes teores de água.

A massa específica aparente dos grãos de feijão caupi aumentou linearmente com a redução no teor de água durante a secagem, sendo observado uma amplitude de valores de 748,95 a 782,20 kg m⁻³ para teores de água entre 0,25 e 0,13 (b.s.) (Figura 3A).

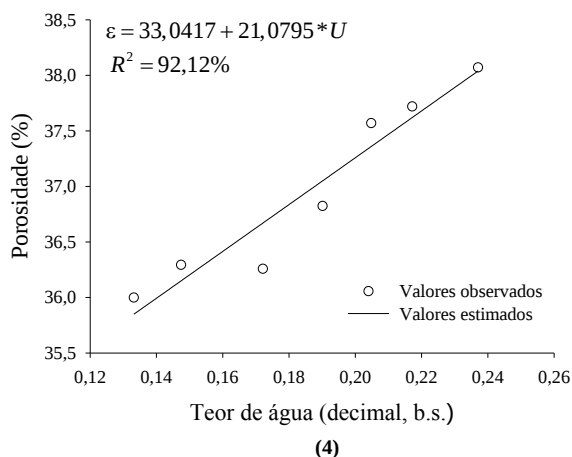


*Significativo à 5% de probabilidade pelo teste “t”

Figura 3. Valores observados e estimados da massa específica aparente (A) e da massa específica unitária (B) dos grãos de feijão caupi em função do teor de água (decimal, b.s.).

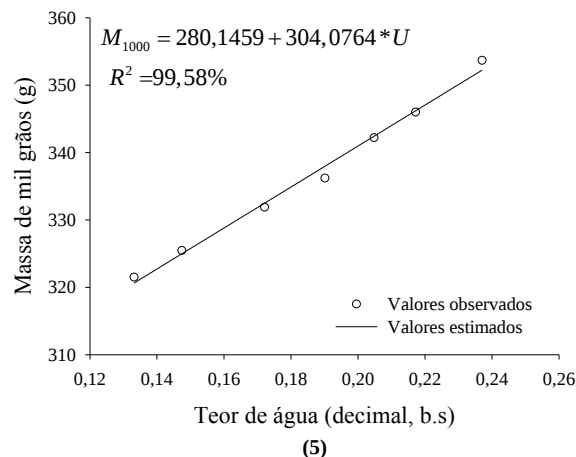
Jesus *et al.* (2013) ao analisarem a secagem de duas cultivares de feijão (BRS Valente e BRS Pontal) também notaram que a massa específica aparente aumentou à medida que o teor de água presente nos grãos diminuía, apresentando valores de 757,06 e 738,66 kg m⁻³ para as umidades de 0,11 e 0,22 (b.s) respectivamente, sendo valores semelhantes à este trabalho. A massa específica unitária também apresentou aumento linear com a redução da quantidade de água dos grãos (Figura 3B). A amplitude de valores neste caso foi de 1203,6 kg m⁻³ a 1224,7 kg m⁻³ para teores de água variando de 0,25 a 0,11 (b.s.), respectivamente. Resultados similares foram verificados por Andrade *et al.* (2014) ao constatarem aumento da massa específica unitária de sementes de abóbora durante a secagem. Modelos lineares descreveram satisfatoriamente a tendência das massas específicas aparente e unitária, de acordo com a redução no teor de água dos grãos de feijão caupi, apresentando os coeficientes de determinação de 97,0 e 88,0% respectivamente.

A porosidade diminuiu proporcionalmente à redução do teor de água presente nos grãos de feijão caupi (Figura 4). Essa variável reduziu aproximadamente 2,07% desde o início até o final do processo de secagem. Tendência semelhante foi relatada por Siqueira *et al.* (2012) ao avaliarem a porosidade de frutos de pinhão manso durante a secagem. Modelo linear descreveu adequadamente a relação entre a porosidade e a redução do teor de água com grau de ajuste de 92,12%.



(4) *Significativo à 5% de probabilidade pelo teste “t”*

Figura 4. Valores observados e estimados de porosidade intergranular em função do teor de água.



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

Figura 5. Valores observados e estimados da massa de mil grãos em função do teor de água.

Para a massa de mil grãos notou-se que, com a diminuição do teor de água de 0,25 para 0,13 (b.s.), houve redução da massa de 353,58 para 321,51 g no decorrer da secagem, tendo a dependência entre as variáveis sendo descrita satisfatoriamente por modelo linear com grau de ajuste de 99,0% (Figura 5). Araújo et al. (2014) avaliando o efeito da secagem sobre as características físicas de grãos de amendoim, também observou uma redução para massa de mil grãos, passando de 736 para 553 g, em uma faixa de teor de água de 0,56 a 0,04 (decimal, b.s.).

CONCLUSÕES: O teor de água influencia as propriedades físicas dos grãos de feijão caupi, de modo que sua redução proporciona aumento na massa específica aparente e unitária, e a redução do ângulo de repouso, da porosidade intergranular e da massa de mil grãos.

REFERÊNCIAS:

- ANDRADE, E. T.; TEIXEIRA, L. P.; ESPÍNDOLA, J. Z.; FIGUEIRA, G. V.; SILVA, I. M. Determinação das propriedades físicas e avaliação da cinética de secagem dos grãos de abóbora. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 43., 2014. **Anais...** Campo Grande-MS, 2014.
- 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.
- AVIARA, N.; POWER, P. P.; ABBAS, T. Moisture-dependent physical properties of Moringa oleifera seed relevant in bulk handling and mechanical processing. **Industrial Crops and Products**. v. 42, p. 96-104, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análises de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. - v.7, n.7 (2017/2018) – Brasília: Conab, 2018- v. Mensal. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> > acesso em 22 de Abril de 2018.
- JESUS, F. F.; SOUZA, R. T. G.; TEIXEIRA, G. C. S.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A. Propriedades físicas de sementes de feijão em função de teores de água. **Engenharia na agricultura**, , v. 21, n. 1, p.09-18, 2013
- MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach, 1986. 841 p.
- SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H. Propriedades físicas dos frutos de pinhão-mansão durante a secagem. **Global science and technology**, Rio Verde -GO, v. 05, n. 01, p.83 – 92, 2012.
- SOUZA, R. V.; MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M.; ALMEIDA, R. D.; ROSA, M. E. C.; SOUSA, A. C. Influência do teor de água nas propriedades físicas dos grãos de arroz vermelho em casca. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.18, n. especial, p.495-502, 2016.