

PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE FEIJÃO CARIOCA EM DIFERENTES TEORES DE ÁGUA

MATEUS MORAIS SANTOS¹, IVANO ALESSANDRO DEVILLA², PÂMELLA DE CARVALHO MELO³, ARLINDO MODESTO ANTUNES³

¹ Mestrando em Engenharia Agrícola – UEG, Anápolis, GO. (62) 9117-0297, E-mail: mateus_eng.agricola@hotmail.com

² Professor Adjunto do curso de Eng. Agrícola -CCET/UEG, Anápolis, GO

³ Mestrando em Engenharia Agrícola – UEG, Anápolis, GO.

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: O presente trabalho objetivou determinar e modelar as propriedades físicas dos grãos de feijão em diferentes teores de água. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, no qual o tratamento foram os teores de água. Foram utilizados grãos de feijão Carioca, cultivar BRS Estilo. As propriedades foram investigadas em sete teores de água (32,9; 28,1; 24,9; 21,9; 18,9; 16,2; 13,6% b.s.). Dentre as propriedades físicas, determinou-se os eixos característicos (comprimento, largura, espessura), circularidade, esfericidade e a massa específica aparente. Após a coleta de dados, foram ajustados modelos matemáticos aos dados experimentais, utilizando o software STATISTICA 12.0. Na escolha do melhor modelo foram considerados: a magnitude do coeficiente de determinação ajustado (R^2) e o erro relativo (P). A análise dos resultados permitiu concluir que os eixos e a circularidade dos grãos de feijão são diretamente proporcionais a redução do teor de água. A massa específica aparente diminuiu com o aumento do teor de água. A esfericidade permaneceu constante com o decréscimo do teor de água.

PALAVRAS-CHAVE: tamanho, forma, *phaseolus vulgaris*.

PHYSICAL PROPERTIES OF BEAN CARIOCA GRAIN IN DIFFERENT WATER LEVELS

ABSTRACT: This study aimed to determine and model the physical properties of the beans in different water contents. We used a completely randomized design, in which the treatment was the water content. Carioca beans were used, BRS Style. The properties were investigated in seven water content (32.9; 28.1; 24.9; 21.9; 18.9; 16.2; 13.6% b.s.). Among the physical properties, it determined the characteristic axis (length, width, thickness), roundness, sphericity and bulk density. After collecting data were adjusted mathematical models to experimental data using STATISTICA 12.0 software. In choosing the best model were considered: the magnitude of the adjusted coefficient of determination (R^2) and the relative error (P). The results concluded that the axes and the circularity of the beans are directly proportional to the reduction of water content. The bulk density decreased with increasing water content. The sphericity remained constant with decreasing water content.

KEYWORDS: size, form, *phaseolus vulgaris*.

INTRODUÇÃO: O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma espécie vegetal pertencente à família Fabaceae, de fácil acesso e uma importante fonte de proteína, complexos minerais, vitaminas e compostos fenólicos (DÍAZ et al., 2010). Sua produção e consumo são observados principalmente na América do Sul, Caribe, América Central e África (LUNA-VITAL et al., 2015), é uma das culturas mais amplamente cultivadas no Brasil e no mundo (ZUCARELI et al., 2015).

Na fase de pós-colheita do feijão, a secagem é o processo mais utilizado para assegurar sua qualidade e estabilidade, pois a diminuição da quantidade de água reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem nos grãos no decorrer do armazenamento. Sendo assim, a correta determinação das propriedades físicas é de total importância na otimização dos processos industriais, estudos de aerodinâmica, projeto e dimensionamento de equipamentos utilizados nas operações de colheita e pós-colheita, tendo em vista o aumento da qualidade do produto final (RESENDE et al., 2012).

O ajuste de modelos matemáticos aos dados experimentais, são essenciais para prever e simular o comportamento dos grãos que são submetidos a um determinado processo, portanto, contribui para a execução dos projetos e dimensionamento dos equipamentos, bem como a compreensão dos processos relacionados (CORRÊA et al., 2011).

Com o objetivo de melhorar a qualidade do produto processado, a determinação das propriedades físicas dos grãos de feijão, é um fator que contribui para o adequado processamento dos mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS: Os experimentos foram realizados no Laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis – GO. Foram utilizados grãos de feijão Carioca (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar BRS Estilo, produzidos pela Embrapa Arroz e Feijão, localizada em Santo Antônio de Goiás. Os grãos foram armazenados em sacos plásticos e acondicionados em um freezer à 9 °C até o início dos experimentos.

Os grãos foram secos na estufa à temperatura constante de 35 °C, a redução do teor de água ao longo da secagem foi acompanhada pelo método gravimétrico (perda de massa), conhecendo-se o nível de umidade inicial do produto que foi 32,9% b.s, até atingir os teores de água (28,1; 24,9; 21,9; 18,9; 16,2; 13,6% b.s.), com auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,01g. Os teor de água inicial foi determinado pelo método padrão da estufa, à temperatura de 105±3°C, durante 24 h, em três repetições (BRASIL 2009). Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado. Foram ajustados aos dados experimentais das propriedades físicas dos grãos de feijão equações de regressão linear e polinomial de segundo grau, utilizando o software STATISTICA 12.0. Na escolha do melhor modelo foram considerados a magnitude do coeficiente de determinação ajustado (R²) e o erro relativo (P).

Na determinação do tamanho dos grãos, foram medidas as dimensões dos eixos ortogonais (comprimento (a), largura (b) e espessura (c)), em três amostras de cinquenta grãos, com o auxílio de um paquímetro digital com precisão 0,01mm. A esfericidade foi calculada conforme a equação 2 sugerida por Mohsenin (1980):

$$S = \frac{(a.b.c)^{1/3}}{a} .100 \quad (1)$$

Em que, S = esfericidade, %; a = medida do maior eixo do grão, m; b = medida do eixo normal ao eixo a, m; e c = medida do eixo normal aos eixos a e b, m.

A circularidade dos grãos de feijão foi calculada pela equação 3, considerando a posição de repouso natural dos grãos.

$$C = (d_i / d_c). 100 \quad (2)$$

Em que, C = circularidade, %; d_i = diâmetro do maior círculo inscrito (eixo b), m; e d_c=diâmetro do menor círculo circunscrito (eixo a), m.

A determinação da massa específica aparente foi realizada em cinco repetições para cada teor de água, utilizando uma balança de peso hectolítrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: No quadro 1 são apresentados os valores médios e os desvios dos eixos ortogonais (a, b, c), da esfericidade, da circularidade dos eixos, e da massa específica aparente dos grãos de feijão Carioca em diferentes teores de água.

Quadro 1. Médias e desvios dos valores dos eixos ortogonais (a, b e c), massa específica, esfericidade e circularidade dos grãos de feijão Carioca, cultivar BRS Estilo, em diferentes teores de água.

Teor de água (% b.s.)	Eixo a (10 ⁻³ m)	Eixo b (10 ⁻³ m)	Eixo c (10 ⁻³ m)	Massa Específica (Kg m ⁻³)	Esfericidade (%)	Circularidade (%)
32,89	10,96±0,12	7,02±0,08	5,39±0,08	729,2±10,8	68,06±0,18	64,06±0,03
28,09	10,74±0,27	6,81±0,10	5,03±0,15	758,8±4,1	66,69±0,22	63,36±0,75
24,97	10,53±0,24	6,70±0,12	5,06±0,11	768,4±3,3	67,42±0,90	63,69±1,01
21,88	10,38±0,06	6,57±0,08	5,20±0,08	769,6±2,2	68,18±0,37	63,29±0,47
18,99	10,11±0,08	6,34±0,05	5,08±0,04	788,8±4,4	68,03±0,13	62,64±0,47
16,25	10,18±0,23	6,44±0,15	5,00±0,16	790,8±4,8	67,72±0,25	63,22±0,08
13,62	10,03±0,27	6,29±0,14	5,04±0,12	814,0±5,5	68,03±0,17	62,72±0,29

De acordo com o Quadro 1, verifica-se, um aumento de 8,49, 10,39 e 6,49% para o comprimento (eixo a), a largura (eixo b) e a espessura (eixo c) dos grãos de feijão, respectivamente, com o aumento do teor de água. Desta forma, verifica-se que os grãos de feijão apresentam variações desuniformes das suas dimensões características, como observado para a maioria dos produtos biológicos, que, durante a secagem, contraem-se, irregularmente, nas diversas direções como observado por (RESENDE et. al., 2008).

Verifica-se no Quadro 1 que a circularidade é diretamente proporcional ao teor de água. A redução da circularidade do teor de água inicial para a final foi de 2,1 %. Em relação à esfericidade não houve uma redução visível dos valores com a diminuição do teor de água. Para a massa específica aparente, nota-se um aumento de 10,44%, à medida que se diminui o teor de água dos grãos de feijão. De acordo com Ribeiro et al. (2005) este aumento é observado para a maioria dos produtos agrícolas, pois diminui-se a porosidade com o decréscimo do teor de água, independentemente da metodologia utilizada. O mesmo comportamento foi observado para outros produtos, como: frutos de crame, investigados por Costa et al. (2012), sementes de lentilha, investigadas por Amim et al. (2004), grãos de feijão, observados por Rezende et al. (2005), grãos de soja, investigados por Ribeiro et al. (2005), grãos de quinoa, observados por Nunes (2009).

No Quadro 2, encontram-se os parâmetros estatísticos e as equações ajustadas utilizados na determinação das propriedades físicas, nos diversos teores de água para o feijão- carioca cultivar BRS Estilo.

Quadro 2. Equações ajustadas, coeficientes de determinação (R², decimal), erros relativo (P,%), para as propriedades físicas analisadas, para diferentes teores de água do feijão-Carioca (*P. vulgaris* L.) cultivar BRS Estilo.

Propriedades Físicas	Equações	R ²	P
Massa Específica	ME= 861,4+(-3,89)*U	0,96	3,15
Eixo (a)	Eixo (a)= 9,30+0,05*U	0,87	5,05
Eixo (b)	Eixo (b)=5,74+0,04*U	0,91	5,06
Eixo (c)	Eixo (c)=4,81+0,01*U	0,54	5,18
Esfericidade	E=70,29+(-0,21)*U+0,004*U ²	0,37	4,9
Circularidade	C=62,55+0,001*U+0,001*U ²	0,61	4,89

De acordo com o Quadro 2, em relação à massa específica, eixo (a) e eixo (b), os modelos mostraram-se adequados para estimar essas propriedades físicas dos grãos de feijão, apresentando elevado coeficiente de determinação (R²) e baixo erro médio relativo (P). Se

tratando do eixo (c), esfericidade e circularidade, os modelos não apresentaram um elevado coeficiente de determinação (R^2), a equação não se ajustou aos dados experimentais, contudo obteve-se um baixo erro médio relativo (P).

CONCLUSÕES: Para o comprimento (eixo a), a largura (eixo b), a espessura (eixo c) e a circularidade dos grãos de feijão, com a diminuição do teor de água houve um decréscimo desses valores. A esfericidade manteve-se praticamente inalterada com variação do teor de água. A massa específica aumentou à medida que reduziu o teor de água nos grãos.

AGRADECIMENTOS: Agradeço ao apoio financeiro da Universidade Estadual de Goiás – UEG, por meio do Programa de Auxílio Eventos (Pró-Eventos) e o apoio financeiro da Capes.

REFERÊNCIAS

- AMIN, M. N.; OSSAIN, M. A.; ROY, K. C. Effects of moisture content on some physical properties of lentil seeds. **Journal of Food Engineering**, London, v. 65, p. 83-87, 2004.
- BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 365p.
- CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; GARIN, S. A.; JAREN, C.; OLIVEIRA, G. H. H. Mathematical models to describe the volumetric shrinkage rate of red beans during drying. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.4, p. 716-726, 2011.
- COSTA, L. M.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D. N.; SOUZA, K. A.; SALES, J. F.; DONADON, J. R. The influence of drying on the physiological quality of crambe fruits. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 34, n. 2, p. 213-218, Apr.-June, 2012.
- DÍAZ, A. M.; CALDAS, G. V.; BLAIR, M. W. Concentrations of condensed tannins and anthocyanins in common bean seed coats. **Food Research International**, v. 43 n. 2, p. 595–601, 2010.
- LUNA-VITAL, D. A.; MOJICA, L.; MEJÍA, E. G.; MENDOZA, S.; LOARCA-PIÑA, G. Biological potential of protein hydrolysates and peptides from common bean (*Phaseolus vulgaris* L.): A review. **Food Research International**. v. 76, p. 39-50, 2015.
- MOHSENIN, N. N. **Thermal properties of foods and agricultural materials**. London, Gordon & Breach science Publishers, p.407, 1980.
- NUNES, D. M. C. Propriedades físicas, térmicas e aerodinâmicas de grãos de quinoa (*Chenopodium quinoa willd*). Anápolis, GO: Universidade Estadual de Goiás, Engenharia Agrícola. **Dissertação de Mestrado**, 68p. 2009.
- RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; CECON, R. P. 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.; RIBEIRO, D. M. Propriedades físicas do feijão durante a secagem: determinação e modelagem. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 225-230, 2008.
- RESENDE, O.; ALMEIDA, D. P.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C.; SALES, J. F. Adzuki beans (*Vigna angularis*) seed quality under several drying conditions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.32, n. 1, p. 151-155, 2012.
- RIBEIRO, D. M.; CORRÊA, P. C.; RODRIGUES, D. H.; GONELI, A. L. D. Análise da variação das propriedades físicas dos grãos de soja durante o processo de secagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, p. 611-617, 2005.
- ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; WERNER, F.; RAMOS Jr. E. U.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.8, p.803–809, 2015.