

## PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE NIGER

FERNANDA PIMENTEL DA SILVA<sup>1</sup>, VALDINEY CAMBUY SIQUEIRA<sup>2</sup>,  
LARISSA CAPOANA PAGNONCELI<sup>3</sup>, ALVARO LUIS MACHADO DALLA  
MARTHA<sup>3</sup>, RAFAEL ARAUJO LEITE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Grande Dourados, (67)981491864, [fehimentel@hotmail.com](mailto:fehimentel@hotmail.com)

<sup>2</sup> Professor Adjunto FCA, Universidade Federal da Grande Dourados, (67)981366693, [vcambuy@yahoo.com](mailto:vcambuy@yahoo.com)

<sup>3</sup> Aluno (a) de graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Grande Dourados, (67)999192061, 996312339, 999679053, [larissacapoana@hotmail.com.br](mailto:larissacapoana@hotmail.com.br), [alvaroluis2@hotmail.com.br](mailto:alvaroluis2@hotmail.com.br), [rafael\\_araujo\\_leite@hotmail.com](mailto:rafael_araujo_leite@hotmail.com)

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Os estudos das propriedades físicas de produtos agrícolas fornece informações necessárias para a otimização de processos pós-colheita. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da secagem sobre as características físicas dos grãos de niger. O teor de água inicial dos grãos de niger foi de aproximadamente 0,54 decimal (base seca, b.s.), e em seguida foram submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 40 °C. A redução do teor de água foi acompanhada por meio da perda de massa, até 0,09 decimal (b.s.). Foram determinadas as propriedades físicas: massa específica aparente, massa específica unitária e porosidade, além dos índices de contração volumétrica e unitária. A porosidade foi determinada de forma indireta, relacionando os resultados da massa específica aparente e unitária. Com base nos resultados obtidos conclui-se que a redução do teor de água proporciona redução da massa específica unitária e da porosidade, e aumento da massa específica aparente. A contração volumétrica da massa e a contração volumétrica unitária foram influenciadas pela redução do teor de água, levando à redução de seus valores em torno de 33 e 17%, respectivamente. A contração volumétrica da massa e dos grãos pode ser satisfatoriamente representada por um modelo de regressão Polinomial de segunda ordem.

**PALAVRAS-CHAVE:** índice de contração volumétrica, massa específica, porosidade.

## PHYSICAL PROPERTIES OF THE NIGER GRAINS

**ABSTRACT:** Studies of the physical properties of agricultural products provide information needed for the optimization of post-harvest processes. The objective of this work was to evaluate the effect of drying on the physical characteristics of the niger grains. The initial moisture content of the niger grains was approximately 0.54 decimal (dry basis, d.b.), and then they were subjected to oven forced drying at 40 °C. The reduction of moisture content was accompanied by loss of mass, up to 0.09 decimal (d.b.). The physical properties were determined: apparent specific mass, unit specific mass and porosity, besides the volumetric and unit contraction indices. The porosity was determined indirectly, relating the results of the apparent and unit specific mass. Based on the results obtained it is concluded that the reduction of the moisture content provides reduction of the specific unit mass and the porosity, and increase of the apparent specific mass. The volumetric contraction of the mass and the unit volume contraction were influenced by the reduction of the moisture content, leading to the reduction of its values around 33 and 17%, respectively. The volumetric contraction of the mass and the grains can be satisfactorily represented by a second-order polynomial regression model.

**KEYWORDS:** volumetric contraction index, specific mass, porosity.

**INTRODUÇÃO:** As propriedades físicas dos produtos agrícolas desempenham papel importante na otimização industrial, nos estudos de aerodinâmica, desenho e dimensionamento de equipamentos utilizados nas operações de colheita e pós-colheita (MIR, et al., 2013). O conhecimento da massa específica aparente permite realizar correto dimensionamento de silos, secadores, transportadores de grãos e sementes, podendo também ser utilizada para determinar danos causados por insetos, bem como deterioração fúngica em produtos armazenados (MIR et al., 2013). A porosidade tem expressiva importância no dimensionamento de ventiladores utilizados nos sistemas de secagem e aeração, pois exerce influência sobre a pressão de ar que passa pela massa de produto. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as seguintes propriedades físicas dos grãos de niger: massa específica aparente, unitária, porosidade, índice de contração volumétrica e unitária em função do teor de água.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O teor de água inicial apresentado pelos grãos de niger foi de 0,54 b.s. (decimal, base seca). Os grãos foram secos em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 40 °C, até que atingissem o teor de água final de aproximadamente 0,09 decimal b.s.. A massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ) dos grãos de niger foi determinada utilizando uma balança semi-analítica eletrônica de resolução de 0,01 g e um recipiente (proveta) com capacidade de 500 mL, onde se obtêm a relação massa/volume. A massa específica unitária foi obtida de forma direta com auxílio de balança de precisão de resolução 0,001 g, balão volumétrico de baixa capacidade (5 mL) e tolueno. A porosidade da massa dos grãos de niger foi determinada indiretamente por meio da relação entre a massa específica aparente e unitária. Para a determinação do índice de contração volumétrica da massa dos grãos de niger foi calculada a razão entre o volume do produto em determinado instante pelo volume inicial do mesmo (Equação 2), no decorrer do processo de secagem.

$$\psi = V / V_0 \quad (2)$$

em que,  $\psi$  - índice de contração, adimensional; V - volume (da massa ou do grão) em determinado instante, mm<sup>3</sup>; e V<sub>0</sub> - volume inicial (da massa ou do grão), mm<sup>3</sup>. Aos dados experimentais do índice de contração volumétrica da massa dos grãos de niger foram ajustados os modelos matemáticos apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Modelos matemáticos utilizados para representar o índice de contração volumétrica da massa dos grãos de niger em função do teor de água.

Referência	Modelo	Eq.
Bala e Woods (1984) mod. modificado	$\psi = 1 - A \{1 - \exp[-B(X_0 - X)]\}$	(3)
Corrêa et al. (2004)	$\psi = 1 / [A + B \exp(X)]$	(4)
Exponencial	$\psi = A \exp(BX)$	(5)
Linear	$\psi = A + BX$	(6)
Polinomial	$\psi = A + BX + CX^2$	(7)
Lang e Sokhansanj (1993)	$\psi = a + B(X - X_0)$	(8)

em que,  $\psi$  - índice de contração, adimensional; X - teor de água do produto, decimal b.s.; X<sub>0</sub> - teor de água inicial do produto, decimal b.s.; e a, b, c - parâmetros que dependem do produto, adimensional.

Para o ajuste de modelos matemáticos foi realizada análise de regressão não linear. Para verificar o grau de ajuste de cada modelo foram consideradas as magnitudes do desvio padrão da estimativa (SE), do erro médio relativo (P) e do coeficiente de determinação R<sup>2</sup>.

$$P = \frac{100}{n} \sum \left( \frac{|Y - \hat{Y}|}{Y} \right) \quad (1)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{GLR}} \quad (2)$$

em que, Y- valor observado experimentalmente;  $\hat{Y}$  - valor calculado pelo modelo; n: número de observações experimentais; e GLR - graus de liberdade do modelo (número de observações menos número de parâmetros do modelo).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os valores experimentais e estimados da massa específica unitária (A) e aparente (B) dos grãos de niger, para diferentes teores de água durante a secagem.

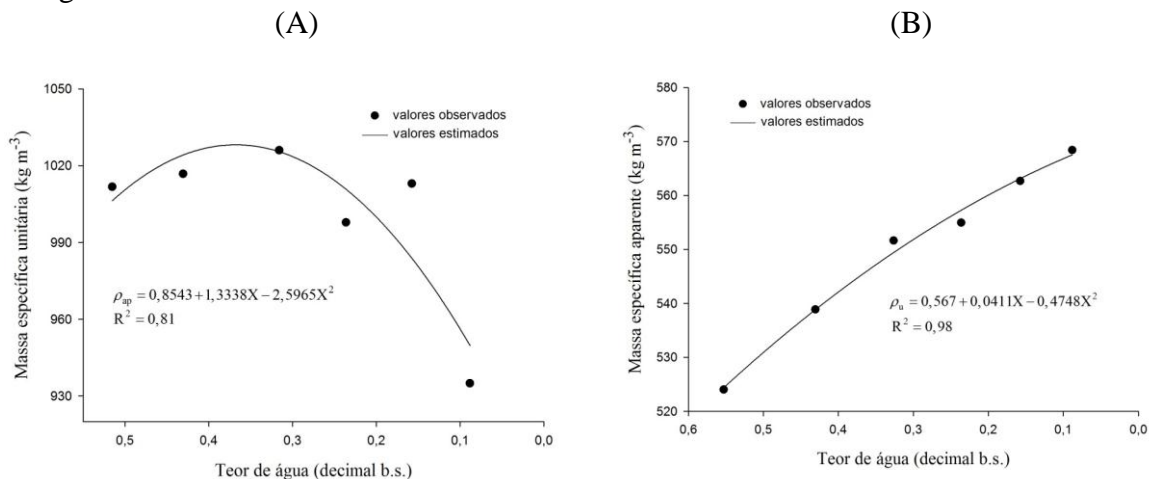


FIGURA 1. Valores experimentais e estimados da massa específica unitária (A) e aparente (B) dos grãos de niger em função do teor de água.

Nota-se que os valores experimentais de massa específica unitária dos grãos de niger variaram de 1026,04 a 934,98  $\text{kg m}^{-3}$ , para a faixa de teor de água de 0,52 a 0,08 (b.s.), respectivamente, já os valores médios da massa específica aparente, estimados pelo modelo polinomial, variaram de 524,03 a 568,41  $\text{kg m}^{-3}$ , respectivamente. Na Figura 2 estão apresentados os valores observados da porosidade dos grãos de niger durante a secagem.

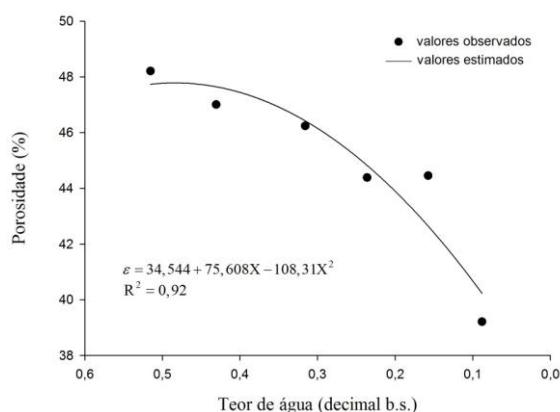


FIGURA 2. Valores experimentais e estimados da porosidade dos grãos de niger em função do teor de água.

Verifica-se que no início do processo de secagem os valores ficaram próximos de 48% e que com a redução do teor de água a porosidade também reduziu até 39,20%.

TABELA 2. Valores de desvio padrão da estimativa (SE), erro médio relativo (P) e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) para os modelos de índice de contração volumétrica da massa e unitária dos grãos de niger.

Modelos	SE (decimal)	P (%)	R <sup>2</sup> (decimal)
Bala e Woods (1984)	0,0857	7,9877	0,6981
Corrêa et al. (2004)	0,0039	0,4074	0,9995
Exponencial	0,0170	1,6669	0,9899
Linear	0,0237	2,3306	0,9802
Polinomial	0,0046	0,4472	0,9993
Lang e Sokhansanj (1993)	0,0197	2,3162	0,9807
Modelos	SE (decimal)	P (%)	R <sup>2</sup> (decimal)
Bala e Woods (1984)	0,0677	5,4784	0,5993
Corrêa et al. (2004)	0,0354	2,3389	0,9083
Exponencial	0,0276	1,8951	0,9163
Linear	0,0275	1,9643	0,9173
Polinomial	0,0274	2,0221	0,9175
Lang e Sokhansanj (1993)	0,0278	1,9924	0,9158

Dentre os modelos analisados para representar a contração da massa e unitária dos grãos de niger, durante a secagem, o modelo Polinomial foi selecionado, por ser de fácil aplicação, compreensão e por atender todos os parâmetros avaliados. Na Figura 3 A e B estão apresentados os valores observados e estimados para a contração volumétrica da massa (A) e unitária (B) dos grãos de niger pelo modelo Polinomial de segunda ordem durante a secagem.

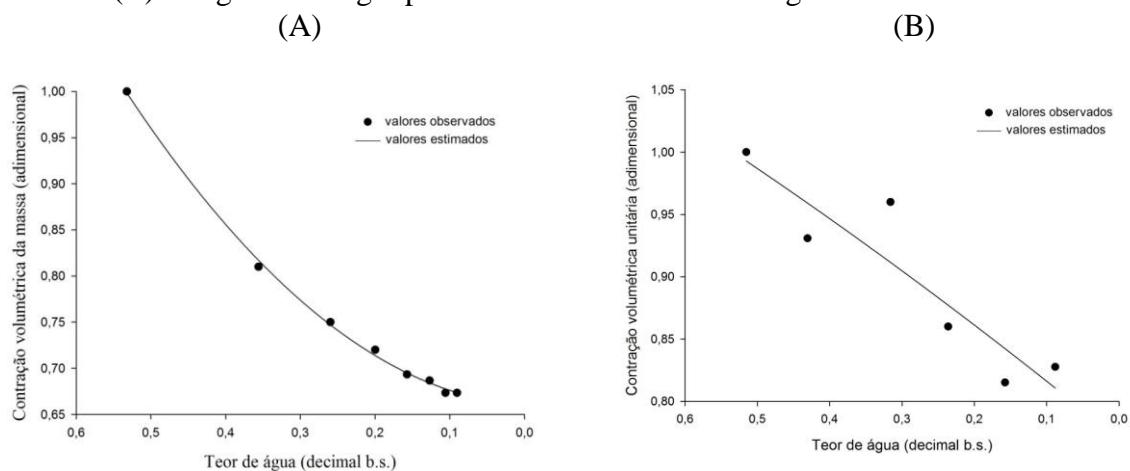


FIGURA 3. Valores observados e estimados para a contração volumétrica da massa (A) e unitária (B) dos grãos de niger durante a secagem.

A massa dos grãos de niger contraiu em torno de 33% com relação ao seu volume inicial, para uma redução do teor de água de 0,53 à 0,09 decimal b.s. (Figura 3A). A contração volumétrica unitária dos grãos de niger apresentou redução em torno de 17% em relação ao seu volume inicial, para a faixa de teor de água estudada (Figura 3B).

## CONCLUSÕES

A massa específica aparente aumenta, a massa específica unitária e a porosidade reduzem com a secagem; A redução do teor de água reduz a contração volumétrica da massa e unitária dos grãos de niger.

## REFERÊNCIAS

KIBAR, H. Physical and mechanical properties of soybean. **International Agrophysics**, v. 22, p.239-244, 2008.