

# Propriedades Físicas de Grãos de Aveia Branca Submetidos ao Processo de Secagem

78

*Renata Henrique Hoscher<sup>1</sup>, André Luís Duarte Goneli<sup>2</sup>, Mario Sergio Garutti de Oliveira<sup>1</sup>, Edilene Alves Ferreira<sup>1</sup>, Michele Rosemari Hauth<sup>1</sup>, Weliton Lucas da Silva Benites<sup>1</sup>*

---

## RESUMO

A secagem é o processo mais utilizado para assegurar a qualidade e a estabilidade de grãos e sementes durante o armazenamento, contudo, durante esse processo, a redução do teor de água é um dos fatores que mais influenciam na variação das propriedades físicas. Portanto, informações a respeito da singularidade de cada produto, visto que cada um possui um comportamento único durante a desumidificação, devido a características físicas e químicas, são de suma importância para auxiliar no processamento pós-colheita além de fornecer um conjunto de dados aos engenheiros e projetistas, que servirão de base na elaboração de máquinas, estruturas, processos de controle e proporcionar melhor eficiência de um equipamento ou operação. Assim, objetivou-se, com o presente trabalho, verificar o efeito da variação do teor de água proporcionado pela secagem sobre as propriedades físicas grãos de aveia. Foram utilizados grãos de aveia, com um teor de água inicial de água de aproximadamente 0,41 decimal b.s., submetidos a secagem em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 40 °C. Ao longo da secagem, para teores de água de interesse, foram determinadas as propriedades físicas: massa específica aparente, massa específica unitária, porosidade intergranular e massa de mil grãos. Observou-se que a redução do teor de água proporciona aumento nas propriedades físicas analisadas, exceto na massa de mil grãos, em que diminuiu ao longo da secagem.

**Palavras-chave:** *Avena sativa* L., massa específica, porosidade.

---

<sup>1</sup>Estudantes de Pós-Graduação FCA/UFGD, Rodovia Dourados-Itahum, km 12. Campus Universitário - Caixa-Postal: 533. CEP: 79804-970 - Dourados, MS. Email: renatahoscher@hotmail.com; mario.garutti@hotmail.com; edilene.univasf@yahoo.com.br; michele.r.hauth@hotmail.com; welitonlucasbenites@gmail.com

<sup>2</sup>Professor FCA/UFGD, Rodovia Dourados-Itahum, km 12. Campus Universitário - Caixa-Postal: 533. CEP: 79804-970 - Dourados, MS. Email: andregoneli@ufgd.edu.br

## INTRODUÇÃO

A Aveia Branca (*Avena sativa* L.) é uma das grandes culturas de inverno produzida na região Sul do país. Apresenta diversas possibilidades de uso, e devido a isso seu cultivo cresce continuamente. É utilizada para rotação de culturas, cobertura verde/morta de solo no inverno, forragem verde, feno, silagem e produção de grãos, possuindo também um amplo aproveitamento na indústria (CBPA, 2014).

Para a produção de grãos de alta qualidade, é necessário que as etapas de colheita e pós-colheita sejam realizadas de maneira adequada. Nos grãos a alta qualidade é alcançada no momento que atingem o ponto de maturidade fisiológica, no qual abordam o máximo de matéria seca e potencial fisiológico. Diante disso, o intervalo entre o ponto de maturidade fisiológica e a colheita deve ser mínimo possível, para que o grão não sofra deterioração no campo, principalmente pelo ataque de insetos e microrganismo. Porém, nesse ponto, os grãos apresentam teores de água elevados para um armazenamento seguro (Botelho et al., 2018a).

Assim, a secagem é o processo mais utilizado para assegurar a qualidade e a estabilidade de grãos e sementes durante o armazenamento. A diminuição da quantidade de água contida nos grãos reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o período de pós-colheita. A conservação pela secagem baseia-se no fato de que tanto microrganismos como as enzimas e todo o mecanismo metabólico necessitam de água para suas atividades (Botelho et al., 2018b).

A redução do teor de água é um dos fatores que influenciam na variação das propriedades físicas dos materiais vegetais durante a secagem (Resende et al., 2005). Admitindo a particularidade de que cada produto, não só em relação às suas características físicas, mas também por sua composição química, torna seu comportamento único durante o processo de dessorção; logo, informações a respeito desta singularidade são de suma importância para auxiliar no processamento pós-colheita além de fornecer um conjunto de dados aos engenheiros e projetistas, que servirão de base na elaboração de máquinas, estruturas, processos de controle e proporcionar melhor eficiência de um equipamento ou operação (Araujo et al., 2014).

Diante do apresentado, objetivou-se com o presente trabalho verificar a influência do teor de água sobre as propriedades físicas dos grãos de aveia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pré-Processamento de Produtos Agrícolas, pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (FCA/UFGD), Dourados – MS.

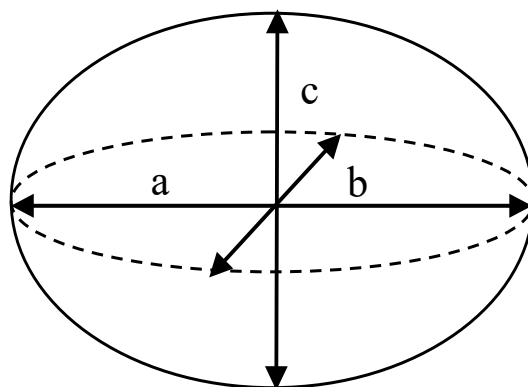
Para a realização do experimento foram utilizados grãos de aveia branca (*Avena sativa* L.), cultivar FMS 3, cultivados na Fundação MS em Maracaju – MS. O teor de água inicial das amostras foi de 0,41 decimal b.s. Inicialmente os grãos foram submetidos a um processo manual de limpeza, sendo separados os grãos avariados e as impurezas. O teor de água foi determinado pelo método gravimétrico, utilizando-se uma estufa com circulação forçada de ar a 105 °C por 24 horas em três repetições (adaptado de BRASIL, 2009).

As amostras de grãos foram submetidas à secagem numa estufa de circulação forçada de ar, na temperatura de 40 °C.

Iniciada a secagem, a massa das amostras foi medida periodicamente, por meio de uma balança analítica com resolução de 0,01 g. O teor de água durante a secagem foi determinado por diferença de massa conhecendo-se o teor de água inicial, até que se atingisse o teor de água final de pelo menos, 0,10 decimal b.s. Ao longo do processo, para teores de água de interesse, a secagem foi interrompida, a fim de se avaliar as propriedades físicas.

A massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ) da massa de grãos de aveia foi determinada em balança de peso hectolítrico com recipiente cilíndrico de volume de 1 L, em cinco repetições. A cada período de amostragem, as sementes foram acondicionadas no recipiente cilíndrico e, em seguida, realizou-se a leitura da massa da amostra em balança analítica com precisão de 0,01 g, em cinco repetições. Os resultados foram expressos em  $\text{kg m}^{-3}$ .

Para a determinação da massa específica unitária ( $\rho_u$ ), 20 grãos de aveia foram escolhidos aleatoriamente e secadas individualmente. Em cada teor de água obtido



durante a secagem, foram realizadas as medições dos eixos perpendiculares do produto, comprimento (a), largura (b) e espessura (c), conforme ilustrado na Figura 1, com auxílio

de um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm.

**FIGURA 1.** Representação dos diâmetros perpendiculares dos grãos de aveia.

Em que: a: comprimento ou maior eixo, mm; b: largura ou eixo médio, mm; e c: espessura ou menor eixo, mm.

$$V_g = \frac{\pi (a b c)}{6} \quad 1)$$

De posse das dimensões dos eixos perpendiculares, determinou-se o volume de cada grão de aveia, utilizando-se a Equação 1, proposta por Mohsenin (1986), considerando a forma do produto como esferóide triaxial ou escaleno (Figura 1).

Em que:  $V_g$ : volume,  $\text{mm}^3$ .

$$\rho_u = \frac{m_g}{V_g} 10^6 \quad (2)$$

De posse do volume unitário e da massa unitária, a qual foi determinada em balança analítica com precisão de 0,001 g, calculou-se a massa específica unitária pela Equação 2, sendo os resultados expressos em  $\text{kg m}^{-3}$ .

$$\varepsilon = \left( 1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_u} \right) 100 \quad (3)$$

Em que:  $\rho_u$ : massa específica real ou unitária,  $\text{kg m}^{-3}$ ;  $m_g$ : massa unitária, gramas.

A porosidade da massa de grãos de aveia foi determinada de maneira indireta, por meio da Equação 3 (Mohsenin, 1986).

Em que:  $\varepsilon$ : porosidade intergranular, %;  $\rho_{ap}$ : massa específica aparente,  $\text{kg m}^{-3}$ ; e  $\rho_u$ : massa específica real ou unitária,  $\text{kg m}^{-3}$ .

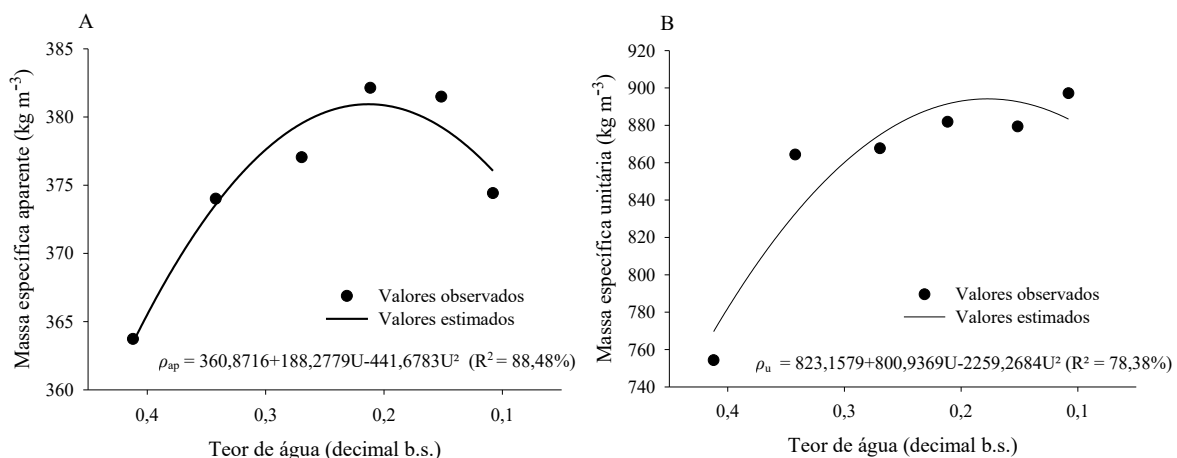
Para cada teor de água obtido, realizou-se a escolha aleatória de 100 grãos de aveia, em oito repetições, sendo determinada a massa de cada repetição em balança analítica com resolução de 0,001 g. A massa de mil grãos foi obtida pela multiplicação da massa média das oito repetições por 10 e os resultados foram expressos em gramas (BRASIL, 2009).

Os dados experimentais das propriedades físicas foram submetidos à análise de variância seguido de regressão linear, sendo selecionado o modelo matemático mais adequado para expressar a relação entre estas características físicas e o teor de água dos grãos de soja. O grau de ajuste dos coeficientes de cada modelo foi avaliado pelo

teste «t», ao nível de significância de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se na Figura 2A um aumento nos valores da massa específica aparente dos grãos de aveia conforme a redução do teor de água do produto ao longo do processo de secagem. Segundo OBA (2016) isso indica que a redução do volume da massa do produto foi mais intensa que perda de água na forma de vapor para o ar de secagem. Os valores médios observados variaram de 363,73 a 374,42 kg m<sup>-3</sup> em uma faixa de teor de água de 0,41 a 0,11 decimal b.s., respectivamente, sendo satisfatoriamente representados por um modelo de regressão quadrática.

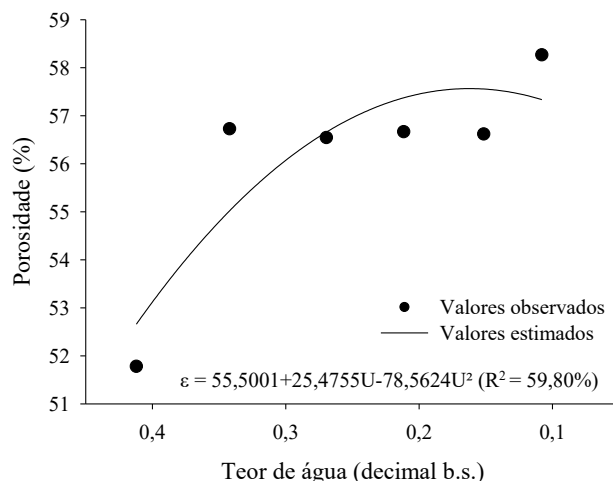


Observa-se na Figura 2B que houve aumento da massa específica unitária conforme a redução do teor de água, como verificado para a maioria dos produtos agrícolas (Corrêa

et al., 2006). Os valores médios observados da massa específica unitária dos grãos de aveia variaram de 754,32 a 897,17 kg m<sup>-3</sup> em uma faixa de teor de água de 0,41 a 0,11 decimal b.s., sendo satisfatoriamente representados por um modelo de regressão quadrática.

**FIGURA 2.** Valores observados e estimados da massa específica aparente (A) e unitária (B) dos grãos de aveia branca em função de diferentes teores de água.

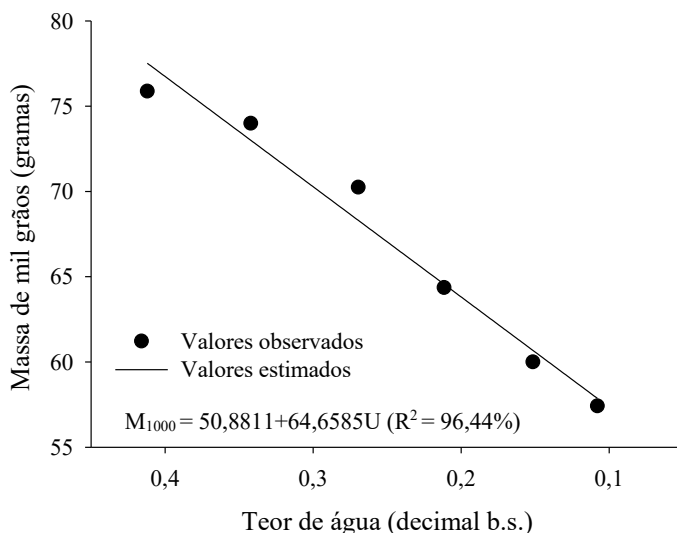
Verifica-se que os valores da porosidade da massa de grãos de aveia crescem com a redução do teor de água do produto. A determinação da porcentagem dos espaços vazios da massa foi de forma indireta, levando em conta os valores da massa específica aparente e massa específica unitária sendo que, a formação de espaços vazios no interior dos grãos de aveia pode ter contribuído para tal tendência observada neste trabalho. O



comportamento da curva assemelhou-se com aquela encontrada nas sementes de soja (Kibar e Öztürk, 2008), contradizendo a maioria dos produtos agrícolas, onde há redução da porosidade com a redução do teor de água (Araujo et al., 2015). A porosidade da massa dos grãos de aveia variou de 51,78 a 58,27%, numa faixa de teor de água de 0,41 a 0,11 decimal b.s., respectivamente, sendo satisfatoriamente representados por um modelo de regressão quadrática (Figura 3).

**FIGURA 3.** Valores observados e estimados da porcentagem de porosidade intergranular da massa de grãos de aveia em função de diferentes teores de água.

Houve redução da massa de mil grãos de aveia conforme reduziu o teor de água.



Tal comportamento também foi encontrado por outros pesquisadores que observaram comportamento semelhante para diversos outros produtos agrícolas (Goneli et al., 2008; Bande et al., 2012). De acordo com Araujo et al. (2014) durante a secagem ocorre remoção de água em virtude da diferença de pressão parcial de vapor entre o produto a ser secado

e do ar que o envolvia, este processo influencia diretamente na redução da massa dos grãos. Os valores médios observados da massa de mil sementes variaram de 75,88 a 57,42 g para uma faixa de teor de água de 0,41 a 0,11 decimal b.s., respectivamente, sendo satisfatoriamente representados por um modelo de regressão linear (Figura 4).

**FIGURA 4.** Valores observados e estimados da massa de mil grãos de aveia em função de diferentes teores de água.

Diante disso, conclui-se que a redução do teor de água proporciona aumento nas propriedades físicas analisadas, exceto na massa de mil grãos, em que diminuiu ao longo da secagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; ORLANDO, R. C.; MARTINS, E. A. S.; HARTMANN FILHO, C. P. Propriedades físicas dos frutos de amendoim durante a secagem. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 170-180, 2015.

ARAUJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, C. M. A.; GONÇALVES A. A.; VILHASANTI H. C. B. Propriedades físicas do amendoim durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 279–286, 2014.

BANDE, Y. M.; ADAM, N. M.; AZNI, Y.; JAMAREI, O. Moisture-dependent physical and compression of bitter melon (*Citrullus colocynthis lanatus*) seeds. **International Journal of Agricultural Research**, v. 7, p. 243-254, 2012.

BOTELHO, F. M.; HAUTH, M. R.; HOSCHER, R. H.; BOTELHO, S. C. C. Modelagem matemática da contração volumétrica de grãos de soja durante o processo de secagem. **Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 1, p. 1-12, 2018a.

BOTELHO, F. M.; HOSCHER, R. H.; HAUTH, M. R.; BOTELHO, S. C. C. Cinética de secagem de grãos de soja: Influência varietal. **Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 1, p. 13-25, 2018b.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. Ed. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2014. 136p.

CORRÊA, P. C.; RIBEIRO, D. M.; RESENDE, O.; BOTELHO, F. M. Determinação e modelagem das

propriedades físicas e da contração volumétrica do trigo, durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 665- 670, 2006.

GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; BOTELHO, F. M.; OLIVEIRA, G. H. H.; SANTOS, E. S. Propriedades físicas dos frutos de mamona durante a secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 33, p. 148-155, 2008.

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

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841 p.

OBA, G. C. Caracterização física de sementes de feijão-caupi durante o processo de secagem. 2016. 106 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; CECON, P. R. Forma, tamanho e contração volumétrica do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante a secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, p.15-24, 2005.