

**PROPRIEDADES FÍSICAS DAS SEMENTES DE SORGO GRANÍFERO EM FUNÇÃO DO TEOR DE ÁGUA**Gabrielly Bernardes Rodrigues¹, Osvaldo Resende², Daniel Emanuel Cabral de Oliveira³ & Kelly Aparecida de Sousa⁴1 - Engenheira agrônoma, Mestre em Ciências Agrárias – Agronomia, IF Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, gaby-brodrigues@hotmail.com;2 - Engenheiro agrícola, Professor IF Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, osvresende@yahoo.com.br;3 - Engenheiro agrícola, Professor IF Goiano – *Campus* Iporá – GO, oliveira.d.e.c@gmail.com;4 - Tecnóloga em Produção de Grãos, IF Goiano – *Campus* Rio Verde – GO, kellyapsousa@yahoo.com.br.**Palavras-chave:***Sorghum bicolor*
secagem
velocidade terminal**RESUMO**

As propriedades físicas das sementes são fortemente afetadas pelo teor de água, de forma que todas as suas características se alteram, causando mudanças no manejo e execuções das operações diárias dentro de uma unidade beneficiadora. Dessa forma, faz-se importante o contínuo estudo destas alterações nas características físicas das sementes, visto que cada cultura apresenta um comportamento diferente. Objetivou-se determinar e analisar as propriedades físicas das sementes de sorgo granífero ao longo da redução do teor de água em diferentes temperaturas de secagem. As sementes foram colhidas manualmente com o teor de água de 34% (b.u.), após a homogeneização e preparação das amostras, as sementes foram submetidas à secagem em estufa com ventilação de ar forçada em três condições de temperatura: 60; 80 e 100 °C, até atingir o teor de água final de 9% (b.u.). As propriedades físicas analisadas foram: massas específicas aparente e unitária, porosidade intergranular, contração volumétrica da massa e velocidade terminal. Com o processo de redução de água houve um aumento na contração das sementes em todas as temperaturas de secagem avaliadas. A velocidade terminal sofre um decréscimo à medida que o teor de água das sementes é reduzido.

Keywords:*Sorghum bicolor*
drying
terminal velocity**PHYSICAL PROPERTIES OF SORGHUM SEEDS IN RELATION TO MOISTURE CONTENT****ABSTRACT**

The physical properties of seeds are strongly affected by the moisture content, so that all their characteristics change, causing changes in the handling and execution of the daily operations within a processing unit. Thus, seed continuous study is important due to these changes in their physical characteristics, since each crop presents a different behavior. The objective of this study was to determine and analyze the physical properties of sorghum seeds during the reduction of moisture content at different drying temperatures. Seeds were harvested manually with a moisture content of 34% (w.b.). After the homogenization and preparation of the samples, the seeds were submitted to drying in forced air ventilation in three temperature conditions: 60°C; 80°C and 100°C until the final moisture content of 9% (w.b.) was reached. Physical properties analyzed were: apparent and unitary specific masses, intergranular porosity, bulk volumetric contraction and terminal velocity. With the water reduction process, there was an increase in seed contraction at all drying temperatures evaluated. The terminal velocity decreases as the moisture content of the seeds is reduced.

INTRODUÇÃO

As sementes apresentam propriedades físicas variáveis, cada cultura exibe características particulares, com alterações dentro de uma mesma espécie, e diferenças entre cultivares e variedades. Informações como forma, tamanho, volume, porosidade intergranular, massa específica, velocidade terminal, entre outras, são ferramentas indispensáveis em estudos envolvendo beneficiamento ou comercialização de sementes.

Na maioria das espécies, a forma, o tamanho e o volume das sementes são as características que mais sofrem alteração durante o processo de secagem. SMANIOTTO et al. (2017) observaram decréscimo da contração volumétrica da massa de grãos ao longo do processo de secagem, isso se deve à diminuição do tamanho do tecido celular em função da redução de água presente no grão. Segundo os autores, esta contração volumétrica da massa de grãos forma espaços vazios no interior dos secadores gerando maior passagem de ar quente nestes locais, potencializando riscos de incêndio.

A porosidade intergranular pode ser compreendida como a porcentagem do volume total ocupado pelo ar em uma massa de grãos. Esses espaços vazios dependem diretamente da forma e do volume dos grãos. A massa formada por grãos com superfície rugosa apresenta a porosidade maior comparativamente a uma massa formada por grãos com superfície lisa; isso ocorre devido à sua superfície de contato e à maneira como estes se acomodam na massa de grãos (ARAUJO et al., 2014).

O conhecimento da porosidade de uma massa de grãos fornece importantes informações para o dimensionamento de silos e contêineres, caixas, embalagens e unidades transportadoras, além de auxiliar no estudo envolvendo transferência de energia e massa, assim como a movimentação de ar em uma massa de grãos (GONELI et al., 2011).

De acordo com MOHSENIN (1986), a massa específica é a razão entre a massa e o volume ocupado por esse produto, sendo real ou aparente. O diferencial entre elas é que a massa específica

aparente inclui o volume dos espaços vazios existentes entre os grãos, enquanto a massa específica real considera apenas o volume ocupado pela massa de um grão, desconsiderando os espaços vazios.

A velocidade terminal baseia-se em um corpo em queda livre, sofrendo a ação de uma corrente de ar ascendente e com densidade inferior à do material, está sujeito à ação de três tipos de força: a força gravitacional, a força devido ao empuxo do fluido e a força de resistência ao arraste do material. Quando essas grandezas vetoriais se equilibram, o corpo passa a deslocar-se com velocidade constante, designada velocidade terminal (MOHSENIN, 1986). A velocidade terminal possui relevante importância em sistemas de separação, classificação e limpeza, transportadores pneumáticos, secagem, aeração, entre outros.

A redução do teor de água dos grãos pode levar à perda da qualidade devido à lixiviação de solutos, uma vez que este fator, além de indicar o comprometimento das membranas celulares e conseqüentemente a perda de constituintes celulares importantes, pode fornecer substrato propício ao desenvolvimento de microrganismos (SANTOS et al., 2005). Essa redução do teor de água acarreta desuniformidades nas variações das dimensões, visto que durante a secagem eles podem se contrair linearmente à perda de água (RESENDE et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2014).

O estudo relacionado aos atributos físicos de sementes possui ampla importância nas diversas etapas de produção, desde a semeadura até a comercialização do produto. Dessa forma, objetivou-se determinar e analisar as propriedades físicas das sementes de sorgo granífero ao longo da redução do teor de água em diferentes temperaturas de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Pós-colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - *Campus* Rio Verde (IF Goiano - *Campus*

Rio Verde). Foram utilizadas sementes de sorgo granífero (Híbrido DKB 540) produzidas no município de Jataí – GO.

As sementes foram colhidas manualmente, quando apresentaram o teor de água em torno de 34% (b.u.); após a homogeneização e preparação das amostras, as sementes foram submetidas à secagem em estufa com ventilação de ar forçada em três condições de temperatura: 60; 80 e 100 °C. A umidade relativa do ar foi monitorada por um psicrômetro instalado no interior da estufa.

A redução do teor de água ao longo da secagem foi acompanhada pelo método gravimétrico (perda de massa), conhecendo-se o teor de água inicial do produto, até atingir o teor de água final de 9% (b.u.). O acompanhamento da redução da massa durante a secagem foi realizado com auxílio de uma balança analítica com resolução de 0,01g. Os teores de água do sorgo granífero foram determinados pelo método de estufa (BRASIL, 2009).

Durante a secagem, para cada teor de água obtido – 34; 29; 24; 19; 14 e 9% (b.u.) –, as amostras foram homogeneizadas e encaminhadas para a determinação das propriedades físicas, em três repetições.

As propriedades físicas analisadas foram: massas específicas aparente e real, contração volumétrica da massa, porosidade intergranular e velocidade terminal.

A porosidade intergranular (ε) foi determinada utilizando-se uma proveta contendo 100 mL de sementes, na qual foi adicionado o hexano, conforme recomendação de DONADON *et al.* (2012), com auxílio de uma bureta de 50 mL, para preencher os espaços vazios da massa. A porosidade foi obtida medindo-se a quantidade de hexano adicionada na massa de produto e os resultados foram expressos em %.

A massa específica aparente (ρ_{ap}), expressa em kg m^{-3} , foi determinada, utilizando-se uma balança eletrônica de peso hectolitro com resolução de 0,1 g (GEHAKA – BK 4001) e um recipiente com capacidade de 1 L.

A massa específica real (ρ_u), expressa em kg m^{-3} , foi obtida indiretamente em função da porosidade intergranular e da massa específica aparente, de acordo com a equação descrita por Mohsenin (1986):

$$\rho_u = \frac{\rho_{ap}}{(1 - \varepsilon)} \quad (1)$$

em que,

ρ_{ap} = massa específica aparente, kg m^{-3} ;

ρ_u = massa específica real, kg m^{-3} ; e

ε = porosidade intergranular, decimal.

A contração volumétrica da massa (ψ) foi determinada utilizando-se uma proveta de 250 mL. Para cada teor de água, as sementes de sorgo granífero foram colocadas na proveta com auxílio de um funil com altura preestabelecida em 0,36 m, e a contração da massa foi obtida verificando-se a redução do volume durante a secagem por meio da seguinte expressão:

$$\psi = \frac{V_t}{V_0} \quad (2)$$

em que,

ψ = contração volumétrica da massa, decimal;

V_0 = volume inicial, mL; e

V_t = volume no tempo t, mL.

O índice de contração volumétrica ($\check{\psi}$) foi obtido por meio da seguinte expressão, e os resultados foram expressos em %:

$$I\psi = (\psi_0 - \psi_t) \cdot 100 \quad (3)$$

em que,

$\check{\psi}$ = índice de contração volumétrica da massa, %;

ψ_0 = contração volumétrica inicial da massa, decimal; e

ψ_t = contração volumétrica no tempo t, decimal.

A velocidade terminal experimental foi avaliada utilizando-se o equipamento de coluna de ar (Figura 1), que é composto por um ventilador centrífugo conectado a um tubo de acrílico transparente, com diâmetro de 0,150 m e 2,30 m de comprimento. Foi instalada uma tela perfurada a 2,15 m de altura para acomodação das sementes. Acoplou-se um retificador para uniformizar a distribuição da velocidade do ar na seção transversal do tubo. Para o acionamento do ventilador, foi utilizado um motor trifásico de 5 cv e um diafragma para controle da entrada do ar próximo ao ventilador.

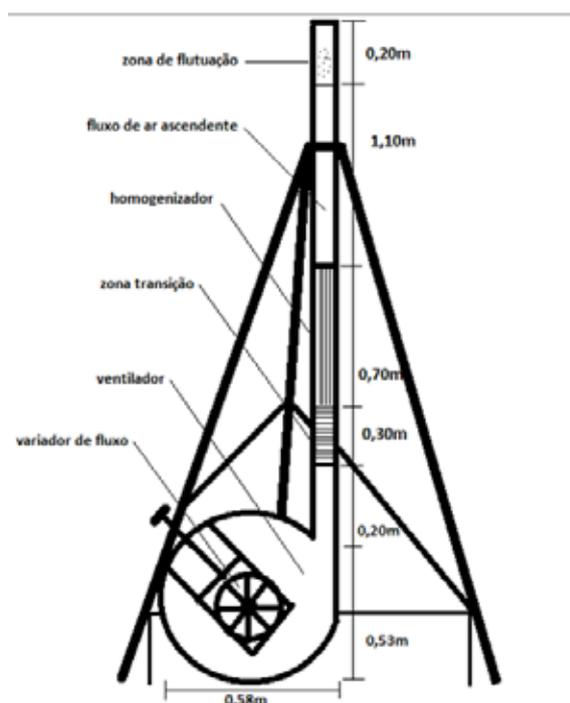


Figura 1. Desenho esquemático do determinador de velocidade terminal (SMANIOTTO et al., 2017)

A velocidade terminal foi determinada em quatro repetições para cada um dos seis teores de água para as sementes de sorgo granífero. Para isso, foram pesados e espalhados na parte central da tela perfurada 15,0 gramas de amostra (SILVA et al., 2003). Para realização das leituras da velocidade do ar, o fluxo de ar foi regulado até o início do processo de flutuação do produto e, então, posicionou-se um anemômetro de pás rotativas em cinco pontos distintos da saída de ar do tubo, um ponto na parte central e quatro pontos nos demais quadrantes.

O experimento foi montado segundo esquema fatorial 3x6, sendo 3 temperaturas de secagem

(60, 80 e 100 °C) e 6 teores de água (34; 29; 24; 19; 14 e 9% b.u.) em delineamento inteiramente casualizado. À exceção da velocidade terminal, que foi avaliada somente na temperatura de 80 °C, e os 6 teores de água determinados para as demais propriedades físicas. Os dados foram analisados por meio de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 informa o resumo da análise de variância para todas as propriedades físicas estudadas. Nota-se que houve interação significativa entre a temperatura do ar de secagem e os diferentes teores de água nas análises de massa específica unitária, porosidade e contração volumétrica da massa de grãos. Já para a massa específica aparente, houve significância isolada dos dois fatores avaliados. A velocidade terminal foi significativa para os diferentes teores de água estudados.

Houve a redução da massa específica aparente das sementes de sorgo granífero ao longo da diminuição do teor de água (Figura 2A), promovendo uma variação nos valores de 645,81 a 634,51 kg m⁻³, em que o modelo linear descreveu satisfatoriamente com R² de 92,13% afirmando a alta precisão do modelo ajustado (Figura 2A). SMANIOTTO et al. (2017) sugerem que este fato pode estar relacionado à maior contração na parte interna do grão, em relação aos tecidos externos, que contraem em menor proporção, resultando na presença de espaços vazios no interior do grão, com isso ocorre menor redução do volume do produto em função da maior perda de massa de água.

Quando avaliado o efeito isolado da temperatura, nota-se que houve um aumento da massa específica

Tabela 1. Resumo da análise de variância para Massas específicas aparente (ρ_{ap}) e unitária (ρ_u), Porosidade (ϵ), Contração volumétrica da massa (ψ) e Velocidade terminal (VT). Em que: Temperatura (T), Teor de água (Ta) e interação (T x Ta) entre os dois fatores

FV	GL	Quadrados médios				
		ρ_{ap}	ρ_u	ϵ	Ψ	VT
T	2	262,20*	4766,37**	25,46**	0,019**	
Ta	5	209,27**	1735,77**	5,88 ^{ns}	0,088**	1,01**
T x Ta	10	94,26 ^{ns}	4340,43**	10,53**	0,001*	
CV (%)		1,12	1,12	3,82	2,35	3,09

** Significativa a 1%, * Significativa a 5% e ^{ns} não significativa pelo teste de F.

aparente com o incremento de temperatura (Figura 2A), alcançando os valores de 635,16; 641,56 e 641,96 kg.m⁻³ para as temperaturas de 60, 80 e 100 °C, respectivamente.

A massa específica é considerada uma importante característica física dos produtos vegetais, por ser frequentemente associada na avaliação da qualidade de uma massa de sementes e grãos. De acordo com CARVALHO & NAKAGAWA (2000), os produtos que apresentam maior massa são aqueles que normalmente possuem os embriões e tecidos de reserva com melhor formação em campo. BOTELHO *et al.* (2015), avaliando a influência da temperatura na massa específica aparente de grãos de soja, observaram resultados contrários aos encontrados neste estudo, em que a massa específica dos grãos de soja reduziu em função do incremento de temperatura, indicando prejuízo à qualidade desse produto.

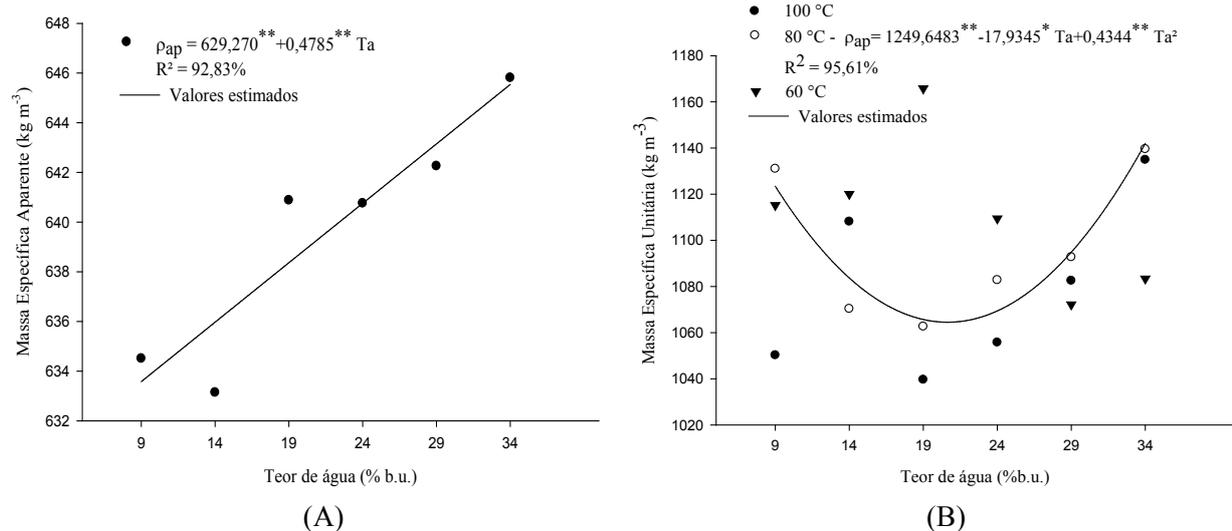
SIQUEIRA *et al.* (2012b), em um estudo das propriedades físicas das sementes de pinhão-manso ao longo da secagem em diferentes temperaturas, e SMANIOTTO *et al.* (2017) observaram que a redução do teor de água favorece a redução da massa específica aparente, corroborando os resultados obtidos no presente trabalho.

Em relação à massa específica unitária (Figura 2B), somente houve representação e ajuste de modelo estatístico para a temperatura de 80 °C,

indicando acentuado declínio partindo do maior teor de água (34% b.u.) até atingir os 19 (% b.u.) e um acréscimo para os menores teores de água estudados. ARAUJO *et al.* (2015) relatam que ao longo do processo de secagem pode ocorrer uma maior redução do volume em relação à redução da massa, em que os valores da massa específica podem aumentar; o que possivelmente seria a explicação para o comportamento observado nos teores de água de 14 e 9 (% b.u.) das sementes de sorgo granífero.

Na Figura 3, estão apresentados os valores encontrados para a porosidade intergranular das sementes de sorgo granífero, em que se nota um efeito similar ao encontrado na massa específica unitária, isso porque estas duas propriedades físicas são fortemente correlacionadas. No entanto, os valores experimentais não confirmaram uma tendência clara do comportamento da porosidade intergranular ao longo da redução do teor de água nas diferentes temperaturas estudadas, exceto para a temperatura de 80 °C que foi descrita por meio de uma equação quadrática.

Essa redução inicial da porosidade da massa das sementes de sorgo granífero é comumente encontrada na literatura para outras culturas, como: frutos de amendoim (ARAUJO *et al.*, 2015), sementes de pinhão-manso (SIQUEIRA *et al.*, 2012b), girassol (SMANIOTTO *et al.*,



**Significativo a 1% pelo teste t; *Significativo a 5% pelo teste t; ^{ns} não significativo.

Figura 2. Valores experimentais e estimados da massa específica aparente (A) e unitária (B) de sementes de sorgo granífero em função do teor de água (% b.u.)

2017) e mamona (GONELI et al., 2011). Isso ocorre devido à contração volumétrica da massa, em que o formato e o tamanho das sementes são modificados, promovendo uma nova organização entre si e redução desses espaços intergranulares.

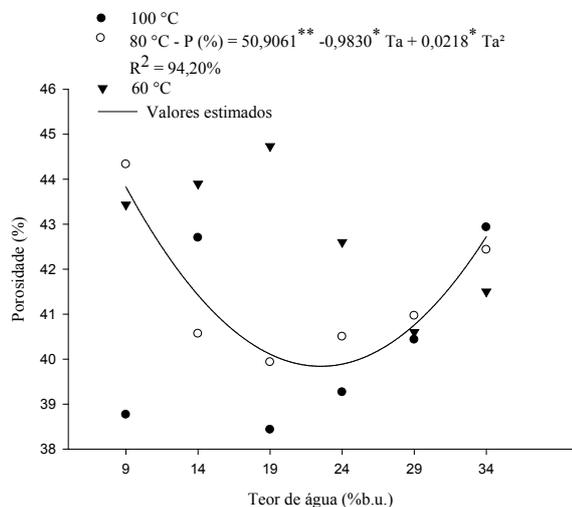
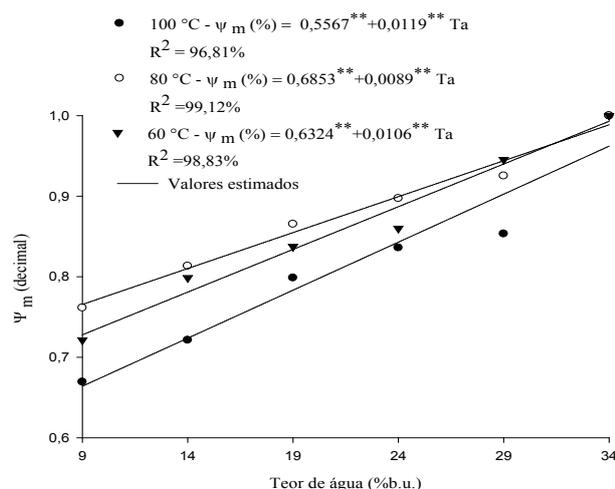


Figura 3. Valores experimentais e estimados da porosidade intergranular de sementes de sorgo granífero em função do teor de água (% b.u.)

A Figura 4A ilustra o comportamento da contração volumétrica da massa de sementes de sorgo granífero, evidenciando que houve um decréscimo linear dos valores ao longo da secagem para todas as temperaturas estudadas. Na Figura 4B, verifica-se que o índice de contração foi de



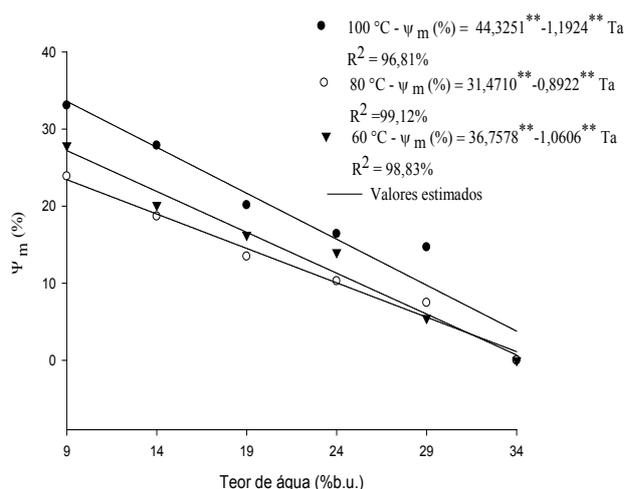
**Significativo a 1% pelo teste t; *Significativo a 5% pelo teste t; ns não significativo.

Figura 4. Valores experimentais e estimados da contração volumétrica da massa (A) e índice de contração volumétrica da massa de sementes de sorgo granífero (B) em função do teor de água (% b.u.)

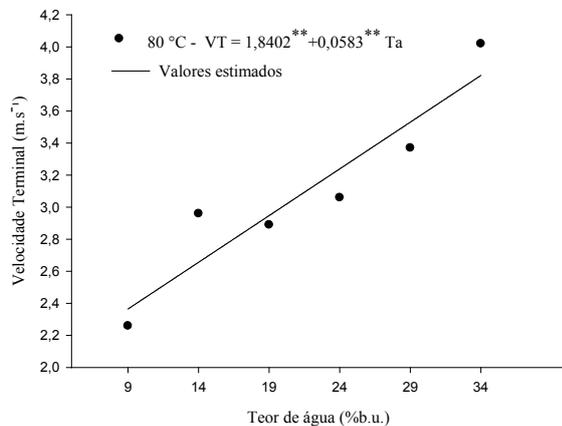
aproximadamente 27; 23 e 33% nas temperaturas de 60, 80 e 100 °C, respectivamente. A temperatura de 100 °C propiciou maior contração comparativamente às demais, sugere-se que isso ocorra devido à acelerada remoção de água na secagem, em que se gasta um menor tempo para remover uma maior taxa de água. De acordo com SIQUEIRA et al. (2012a), com a elevação da temperatura do ar, observa-se uma maior diferença entre a pressão parcial de vapor d'água do ar de secagem e do produto, fazendo com que a água seja retirada com maior facilidade e rapidez.

Corroborando os dados encontrados no presente estudo, SMANIOTTO et al. (2015), OLIVEIRA et al. (2013), OLIVEIRA et al. (2014) e CORADI et al. (2016), os quais trabalharam com grãos de soja, feijão adzuki e milho, respectivamente, verificaram que a influência da temperatura do ar na contração volumétrica dos grãos está associada com a energia de vaporização da água que é incrementada com o acréscimo da temperatura do ar e do produto, resultando em uma maior rapidez no processo de secagem.

Com relação à Figura 5A, verifica-se um decréscimo linear dos valores da velocidade terminal à temperatura de 80 °C ao longo da redução do teor de água, variando de 4,02 a 2,26 m s⁻¹. Possivelmente, essa redução se deve a alterações das características físicas do produto, como massa,



área e volume, confirmando a hipótese de que quanto maior o teor de água presente na semente, maior será sua massa em relação ao volume, que oferece maior resistência ao deslocamento quando imerso ao fluxo de ar e contribui para um acréscimo nos valores da velocidade terminal.



**Significativo a 1% pelo teste t; *Significativo a 5% pelo teste t; ^{ns} não significativo.

Figura 5. Valores experimentais da velocidade terminal das sementes de sorgo granífero em função do teor de água (% b.u.) para a temperatura de 80 °C.

SILVA *et al.* (2003) verificaram que os grãos de sorgo apresentaram uma velocidade terminal maior comparativamente aos grãos de milho, no entanto, ambos tiveram uma redução linear dos valores experimentais de velocidade terminal. Os autores sugerem que os grãos de sorgo apresentaram superioridade em relação à massa e, portanto, maior resistência ao deslocamento.

SMANIOTTO *et al.* (2017) também observaram redução da velocidade terminal com o declínio do teor de água, em que o valor máximo encontrado para os grãos de girassol foi de 1,429 m s⁻¹ para o teor de água de 18,4 (% b.u.).

CONCLUSÕES

- A redução do teor de água promove alterações nas características físicas das sementes de sorgo granífero.
- O aumento da temperatura, aliado à redução dos teores de água, causa um incremento do

índice de contração volumétrica da massa de sementes de sorgo granífero.

- A massa específica aparente e a velocidade terminal das sementes de sorgo granífero sofrem um declínio com a redução do teor de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, W.D.; GONELI, A.L.D.; SOUZA, C.M.A.de; GONÇALVES, A.A.; VILHASANTI, 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.

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.

BOTELHO, F.M.; GRANELLA, S.J.; BOTELHO, S.C.C.; GARCIA, T.R.B.; Influência da temperatura de secagem sobre as propriedades físicas dos grãos de soja. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.23, n.3, p.212-219, 2015.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 2009. 395p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CORADI, P.C.; MILANE, L.V.; ANDRADE, M.G.O.; CAMILO, L.J.; SOUZA, A.H.S.; Secagem de grãos de milho do cerrado em um secador comercial de fluxos mistos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.10, n.1, p.14-26, 2016.

CORRÊA, P.C.; SILVA, J.S. **Estrutura, composição e propriedades dos grãos**. 2.ed. Aprenda fácil: Viçosa, 2008. 560p.

DONADON, J.R.; RESENDE, O.; CASTRO,

- C.F.S.; MENDES, U.C.; GONCALVES, D.N. Comparação entre o tolueno e o hexano na determinação da porosidade intergranular de diferentes produtos agrícolas. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.37, n.2, p.37-40, 2012.
- GONELI, A.L.D.; CORRÊA, P.C.; MAGALHÃES, F.E.A.; BAPTESTINI, F.M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.1, p.1-8, 2011.
- MENDES, U.C.; RESENDE, O.; DONADON, J.R.; ALMEIDA, D.P.; ROCHA, A.C.; OLIVEIRA, D.E.C.; Efeito da secagem nas propriedades físicas dos grãos de feijão-adzuki. **Revista 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 Publishers, 1986. 841p.
- OLIVEIRA, D.E.C.; RESENDE, O.; MENDES, U.C.; SMANIOTTO, T.A.S. DONADON, J.R.; Modelagem da contração volumétrica do feijão-adzuki durante a secagem. **Revista Científica**, v.42, n.1, p.23-31, 2014.
- OLIVEIRA, D.E.C., RESENDE, O.; SMANIOTTO, T.A.S.; SIQUEIRA, V.C.; JOSÉ NETO, C.A.; Alterações morfométricas em grãos de soja durante o processo de secagem. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.3, p.975-984, 2013.
- 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, n.1, p.15-24, 2005.
- SANTOS, C.M.R; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.104-114, 2005.
- SILVA, F.S.; CORRÊA, P.C.; AFONSO JUNIOR, P.C.; GONELI, A.L.D. Influência do teor de umidade na velocidade terminal de grãos de sorgo e milheto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.143-147, 2003.
- SIQUEIRA, V.C.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H. Drying kinetics of Jatropha seeds. **Revista Ceres**, v.59, n.2, p.171-177, 2012a.
- SIQUEIRA, V.C.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H. Propriedades físicas das sementes de pinhão-mansão ao longo da secagem em diferentes temperaturas. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.2705-2714, 2012b.
- SMANIOTTO, T. A.S.; RESENDE, O.; SOUSA, K.A.; CAMPOS, R.C.; GUIMARÃES, D.N.; RODRIGUES, G.B.; Physical properties of sunflower seeds during drying. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.1, p.157-164, 2017.
- SMANIOTTO, T.A.S.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D.E.C., SIQUEIRA, V.C.; SOUSA, K.A. Ajuste de modelos matemáticos a contração volumétrica unitária e da massa dos grãos de soja. **Revista Agroambiente**, v.9, n.4, p.397-404, 2015.