

Comportamento Dinâmico das Propriedades Termo Físicas de Grãos de *Jatropha curcas* L. Durante o Processo de Secagem

Gracielle Johann¹, Nehemias Curvelo Pereira¹ e Edson Antonio da Silva²

¹Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Engenharia Química
CEP 87020-900 Maringá – Paraná - E-mail: grajohann@yahoo.com.br

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Centro de Engenharias e Ciências Exatas
Caixa Postal 520 – 85903-000 Toledo – Paraná

RESUMO

Foi estudado o comportamento dinâmico das propriedades termo físicas de grãos de pinhão-mansão, a partir de um modelo matemático fenomenológico anteriormente desenvolvido, para o processo de secagem convectivo em camada fina. Somente a massa específica foi reduzida com o aumento da umidade adimensional, variando de 281,42 a 435,32 kg m³; o calor específico das sementes de pinhão-mansão, apresentou menor variação entre os teores de umidade adimensionais, variando entre 2,34 e 3,61 kJ kg⁻¹ °C⁻¹; a condutividade térmica variou de 7,398×10⁻⁴ a 6,061×10⁻⁴ W m⁻¹ °C⁻¹ e a difusividade térmica, variou entre 7,84×10⁻¹⁰ a 1,39×10⁻⁹ mm² s⁻¹.

Palavras-chave: propriedades termo físicas, secagem, *Jatropha curcas*.

INTRODUÇÃO

A crescente busca por fontes de combustíveis alternativos ao petróleo de origem fóssil tem incentivado as pesquisas com espécies do reino animal e vegetal, sendo que dentre as espécies vegetais algumas plantas têm se destacado na produção óleo, como o pinhão-mansão, *Jatropha curcas* L. (SIQUEIRA et al. 2012). De acordo com ULLMANN et al. (2010), com o incentivo criado pelo Governo Federal brasileiro, a partir do Programa de Biodiesel, o plantio de áreas com pinhão-mansão vem crescendo, tanto por pequenos agricultores como por empresas agrícolas, que buscam explorar novos nichos de mercado, isso se deve principalmente às várias vantagens que o pinhão manso apresenta em relação à mamona (oleaginosa indicada pelo governo como primeira escolha para projetos relacionados a agricultura familiar). As principais vantagens são a menor exigência hídrica e nutricional, capacidade de recuperação de áreas degradadas em função de suas raízes profundas, além de apresentar maior produtividade média (TEIXEIRA, 2005).

De acordo com SOUZA et al. (2009) o pinhão-mansão apresenta uma concentração média de 40,33 ± 1,91 % de lipídios na matéria seca das sementes, sendo que outros atributos estão relacionados ao óleo que não é comestível, não concorrendo, portanto, com a alimentação humana (SATURNINO et al., 2005). De acordo com RAMOS; MANCINI e MENDES (2014), no processo de extração de óleo das sementes para produção de biodiesel, são comumente utilizadas prensas, e como as sementes não são descascadas, é necessária a secagem antes da prensagem.

Para MOHSENIN (1980), grande parte das alterações internas de um produto, que ocorrem durante as diversas etapas do processamento, pode ser identificada conhecendo-se as suas principais propriedades térmicas, como calor específico, condutividade e difusividade térmica. Nesse sentido, de acordo com PERUSSELLO (2013) e PARK, ALONSO e NUNES (1999), dentro do contexto da modelagem matemática no desenvolvimento das ciências agrícolas e de alimentos, é de extrema importância conhecer as propriedades termo físicas dos alimentos, uma vez que influenciam o design, otimização do desempenho de equipamentos de transferência de calor, reidratação, aparatos de esterilização, redução de custos do processo, qualidade e segurança do produto final, taxa de secagem ou distribuição de temperatura em grãos úmidos sujeitos a diferentes condições de secagem, aquecimento ou resfriamento.

O objetivo do presente trabalho é, a partir de um modelo matemático fenomenológico anteriormente desenvolvido, descrever o comportamento dinâmico das propriedades termo físicas de Grãos de *Jatropha curcas* L. durante o processo de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

A distribuição de temperatura e umidade no interior de um produto submetido a secagem depende fortemente das propriedades termo físicas do mesmo (PERUSSELLO, 2013), sendo que estas características podem ser influenciadas pelo teor de água, temperatura, porosidade e massa específica aparente, que variam consideravelmente a cada etapa e de ponto a ponto no interior de uma massa de grãos, tendo como resultado propriedades termo físicas variáveis, CHANG (1986) e ANDRADE et al. (2004). As propriedades termo físicas massa específica, calor específico, condutividade térmica e difusividade térmica, todas variáveis durante o processo de secagem e funções da umidade e temperatura do pinhão-mansão, foram estimadas com base na composição centesimal, por meio das Equações 1 a 5, de SINGH e HELDMAN (1993).

$$\rho_s = \frac{1 - \varepsilon}{\sum \left(\frac{x_j}{\rho_j} \right)} \quad (1)$$

$$cp_s = \sum x_j \times cp_j \quad (2)$$

$$\kappa_s = \frac{1}{2} \left[\sum x_{vj} \times k_j + \frac{1}{\sum \left(\frac{x_{vj}}{k_j} \right)} \right] \quad (3)$$

$$\alpha_s = \sum x_j \times \alpha_j \quad (4)$$

$$x_{vj} = \frac{\frac{x_j}{\rho_j}}{\sum \left(\frac{x_j}{\rho_j} \right)} \quad (5)$$

Em que ρ_s é a densidade do grão (kg m^{-3}), ε é a porosidade (0,5286, conforme SIRISOMBOON e KITCHAIYA, 2009), x_j é a fração mássica de cada componente puro, cp_s é o calor específico ($\text{kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$), x_{vj} é a fração volumétrica de cada componente puro, κ_s é a condutividade térmica do grão ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$) e α_s é a difusividade térmica do grão ($\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$).

A composição centesimal foi obtida no trabalho de FERRARI et al. (2009), cujas amostras representam uma mistura de sementes coletadas aleatoriamente em populações de pinhão-manso de diferentes localidades brasileiras. O modelo fenomenológico da secagem convectiva em camada fina de grãos de pinhão-manso, desenvolvido por JOHANN; PEREIRA e SILVA (2015), foi obtido a partir de balanços de massa e energia efetuados no leito de grãos e a simulação conduzida a 30, 40 e 50 °C e 0,397 m/min.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a massa específica, Figura 1 (a), indicaram que essa foi a única propriedade reduzida com o aumento da umidade, esse fato pode ser explicado uma vez que os componentes cinzas, proteínas, lipídeos, fibras e carboidratos, têm sua fração mássica aumentada com o decorrer da secagem e apresentam massa específica maior que a da água. A massa específica variou de 281,42 a 435,32 kg m⁻³, respectivamente para a umidade adimensional de 1,00 e 0,16445 a 50 °C. O calor específico das sementes de pinhão-manso, Figura 1 (b), foi a propriedade que apresentou menor variação entre os teores de umidade adimensionais, variando entre 2,34 e 3,61 kJ kg⁻¹ °C⁻¹, respectivamente para a umidade adimensional de 0,16445 e 1,00 a 50 °C. Por sua vez, a condutividade térmica das sementes de pinhão-manso, Figura 1 (c), variou de 7,398×10⁻⁴ a 6,061×10⁻⁴ W m⁻¹ °C⁻¹, respectivamente para a umidade adimensional de 1,00 e 0,16445 a 50 °C. Verificou-se ligeira diferença entre os valores calculados para 30, 40 e 50 °C, sendo que quanto menor a temperatura, maior foi a condutividade térmica. Os valores da difusividade térmica, Figura 1 (d), variaram entre 7,84×10⁻¹⁰ a 1,39×10⁻⁹ mm² s⁻¹, respectivamente para a umidade adimensional de 0,16445 a 50 °C e 1,00 a 30 °C.

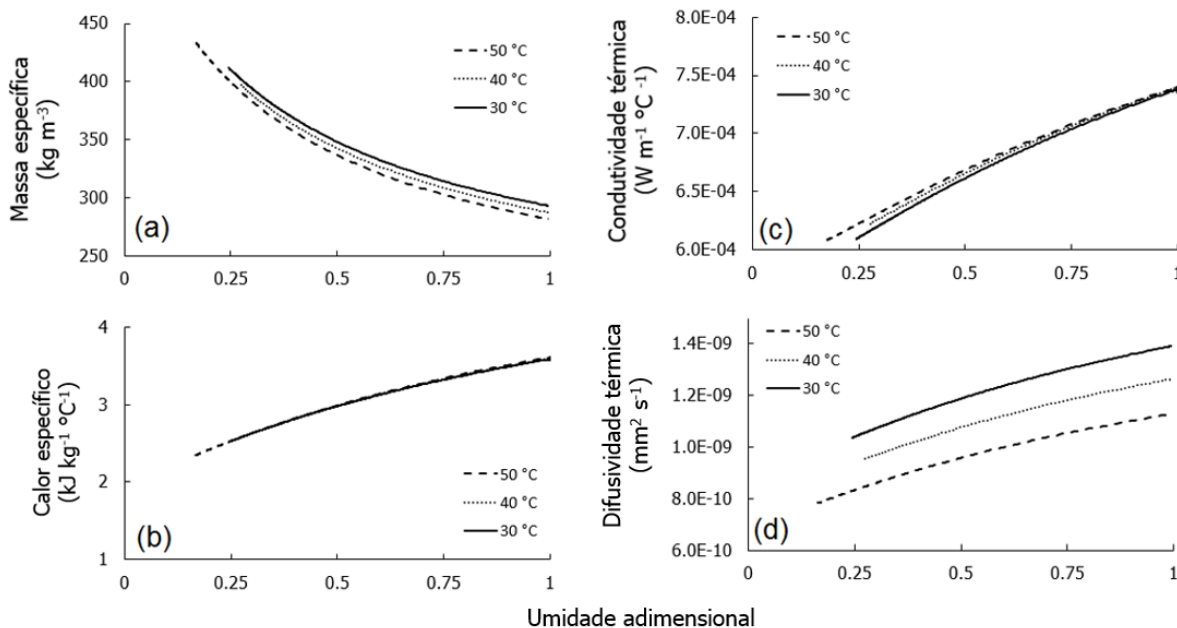


Figura 1: Variação das propriedades termo físicas com a umidade adimensional

CONCLUSÕES

Somente a massa específica foi reduzida com o aumento da umidade adimensional, variando de 281,42 a 435,32 kg m³; o calor específico das sementes de pinhão-mansão, apresentou menor variação entre os teores de umidade adimensionais, variando entre 2,34 e 3,61 kJ kg⁻¹ °C⁻¹; a condutividade térmica variou de 7,398×10⁻⁴ a 6,061×10⁻⁴ W m⁻¹ °C⁻¹ e a difusividade térmica, variou entre 7,84×10⁻¹⁰ a 1,39×10⁻⁹ mm² s⁻¹.

Agência de Fomento: Capes.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. T.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M.; PEIXOTO, A. B. Determinação de propriedades térmicas de grãos de milho. Determination of corn thermal properties. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 488-498, 2004.
- FERRARI, R. A.; CASARINI, M. B.; MARQUES, D. A.; SIQUEIRA, W. J. Avaliação da composição química e de constituinte tóxico em acessos de pinhão-mansão de diferentes origens. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 309-314, 2009.
- CHANG, C. S. Thermal conductivity of wheat, corn, and grain sorghum as affected by bulk density and moisture content. **Transactions of the ASAE**, v. 29, n. 5, p. 1447-450, 1986.
- JOHANN, G.; PEREIRA, N. C.; SILVA, E. A. Investigação de Modelo Fenomenológico Aplicado à Secagem de Grãos de *Jatropha curcas* L. **Anais eletrônicos do V Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia**, Londrina, 2015.
- MOHSENIN, N. N. **Thermal properties of foods and agricultural materials**. New York: Gordon and Breach Science, 1980.
- PARK, K. J.; ALONSO, L. F. T.; NUNES, A. S. Determinação experimental da condutividade e difusividade térmica de grãos em regime permanente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, 1999.
- PERUSSELLO, C. A. **Análise numérica e experimental da secagem osmo-convectiva do yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. 2013. Tese de Doutorado, UFPR, Curitiba, Brasil, 2013.
- RAMOS, B. A.; MANCINI, M. C.; M. F., MENDES. Estudo das isotermas de equilíbrio das sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 2, p. 1385-1398, 2014.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.
- SINGH, P. R.; HELDMAN D. R. Introduction to food engineering. 2. ed. USA: Editora Acadêmica, 499 p., 1993.
- SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H. Propriedades físicas dos frutos de pinhão-mansão durante a secagem. **Global Science and Technology**, v. 05, n. 01, p.83-92, 2012.
- SIRISOMBOON, P.; KITCHAIYA, P. Physical properties of *Jatropha curcas* L. kernels after heat treatments. **Biosystems Engineering**, v. 102, n. 02, p. 244-250, 2009.
- SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P.; ÍTAVO, L. C. V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão manso, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1328-1335, 2009.
- TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 229, p. 18-27, 2005.
- ULLMANN, R.; RESENDE, O.; SALES, J. F.; CHAVES, T. H. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 442-447, 2010.