

## CINÉTICA DE SECAGEM DA TORTA DE MAMONA

Marcondes Barreto de Sousa<sup>1</sup>; Juarez de Paz Pedroza<sup>1</sup>; Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão<sup>2</sup>;

Liv Soares Severino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UFCG, barretosousam@yahoo.com.br, juarez@deag.ufcg.edu.br;

<sup>2</sup>Embrapa algodão, napoleão@cnpa.embrapa.br, liv@cnpa.embrapa.br.

**RESUMO** - Objetivou-se neste trabalho determinar as curvas de secagem e a umidade de equilíbrio higroscópico da torta de mamona (*Ricinus communis* L.), a fim de estudar os efeitos das condições de secagem nas espessuras de camadas de um e três cm, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C. Os resultados da cinética de secagem foram ajustados pelos modelos matemáticos de Page e Thompson e deixaram claro que as curvas de secagem se ajustaram bem, apresentando coeficiente de determinação ( $R^2$ ) superior a 0,99.

**Palavras-chave:** *Ricinus Communis* L., umidade de equilíbrio.

### INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa originária, possivelmente, da Etiópia, no leste da África. Esta planta apresenta grande potencial para ser cultivada em amplas áreas do território brasileiro, em razão de apresentar expressiva resistência à seca, exigência em calor e luminosidade, além de se adaptar perfeitamente ao clima semi-árido (CARTAXO et al., 2004); além disso, a extraordinária multiplicidade de aplicações industriais de seu óleo e do valor agregado da torta e farelo como fertilizante orgânico e suplemento protéico para alimentação animal, quando destoxicada, situa a mamona entre as oleaginosas tropicais mais importantes da atualidade (FORNAZIERI JÚNIOR, 1986).

No Brasil, o Nordeste poderá expandir sua área em mais 4,0 milhões de hectares em condições de sequeiro, para produzir mamona, sendo o óleo a matéria-prima essencial para a produção do biodiesel, enquanto os resíduos poderão ser a base para recuperação dos seus solos, que se encontram degradados e empobrecidos. De acordo com Beltrão (2002), poder-se-á cultivar cerca de até 6,0 milhões de hectares por ano com mamona na região, com produção total de resíduos de aproximadamente 3,0 milhões de toneladas. Com esta quantidade provável de torta e farelo de mamona, torna-se oportuno dar, a esses resíduos, um destino ambientalmente correto, uma vez que seu uso, como adubo orgânico e/ou concentrado para ração animal, vem se destacando, segundo diversos pesquisadores; nos dois casos, é imprescindível o processo de destoxicação, todos eles por extrusão; após isto, é conveniente a secagem do material.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Utilizou-se a torta de mamona, subproduto da mamona obtido a partir da prensagem das sementes, produzida no município de Quixeramobim, CE. A secagem foi realizada em uma estufa com circulação de ar e velocidade de 1,5 m/s, em camadas de um e três centímetros de espessura, em bandeja de alumínio de 15 x 25 cm, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, com três repetições. Foram feitas leituras em intervalos de 15, 30 e 60 minutos, em uma balança analítica, acompanhando-se a perda de massa versus tempo, até se atingir massa constante.

Para o ajuste das curvas de cinética de secagem da torta de mamona, utilizou-se os modelos matemáticos de Page e Thompson, através do programa computacional Statistica, versão 5.0.

Equação de Page:

$$RU = e^{-Kt^n} \quad (\text{equação 1})$$

em que: RU= razão de umidade (adimensional)

K, n constantes do modelo que dependem das condições de operação do processo de secagem e características do material a ser secado

t = tempo (min).

Equação de Thompson:

$$t = \ln(RU)^A + \ln(RU)^B \quad (\text{equação 2})$$

$$t = \ln(RU)^{A+B}$$

onde A e B são constantes relacionadas à temperatura do ar e RU é a razão de umidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se nas Tabelas 1 e 2 que ambos os modelos matemáticos se ajustaram bem aos dados experimentais das secagens, com os coeficientes de determinação superiores a 0,99, podendo serem usados na previsão da cinética de secagem da torta de mamona, o que foi constatado por Doymaz (2005), na cinética de secagem do figo, obtendo-se valores de R<sup>2</sup> oscilando entre 0,9512 a 0,9982.

Quanto ao parâmetro k da equação de Page, seus valores aumentaram com a elevação da temperatura o que também foi constatado por Silva et al., (2004); o parâmetro n tem efeito moderador para corrigir os possíveis erros resultantes da resistência interna à transferência de umidade. Os

parâmetros A e B da equação de Thompson aumentaram com o aumento da temperatura e decresceram com o aumento da espessura das camadas.

Tem-se, nas Figuras de 1 e 2, as curvas de secagem ajustadas pelas equações de Page e Thompson, para a torta de mamona, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C e nas espessuras de um e três cm, no programa STATISTICA versão 5.0. Em virtude de sua natureza empírica, essas equações só podem ser usadas para prever dados de secagem para as condições de temperatura, espessuras de camada e velocidade do ar de secagem estudadas. Observa-se uma importante diminuição no tempo gasto para secar a torta de mamona, em função da elevação da temperatura e redução na espessura da camada de secagem. A aplicação dessas equações confirma os resultados obtidos por Alsina et al., (1996).

A velocidade de secagem na espessura de um cm de torta de mamona foi 52,38% mais rápida que na espessura de três cm. Verifica-se que as curvas de secagem se apresentam bem definidas, sem grandes flutuações nos pontos indicados, em ambos os modelos matemáticos, mostrando boa condição de homogeneidade da estufa. Quanto ao efeito da temperatura, observa-se que, quanto maior esta for, mais rápida se dá a secagem, independentemente da espessura da camada do produto, indicando que este é o fator que exerce maior influência na cinética de secagem de produtos agrícolas, em concordância com Prado (1998), Yoshida (1997) e Gouveia (1999).

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que:

O percentual de razão de umidade em base seca determinado e usado para descrever o fenômeno de secagem, ajustou-se bem aos dados experimentais obtidos para a torta de mamona, nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C.

O tempo médio requerido para a torta de mamona atingir a umidade de equilíbrio, depende da temperatura e da espessura da camada, em razão da dificuldade de penetração de ar quente no seu interior, retardando a remoção da água do produto.

Os modelos matemáticos de Page e Thompson, utilizados para prever o equilíbrio higroscópico da torta mamona, se ajustaram satisfatoriamente aos dados experimentais sendo que o modelo de Page mostrou melhores ajustes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSINA, O. L. S.; ARAGÃO, R. F.; MONTEIRO, L. F. Estudo sobre as condições de secagem de vagens de algaroba, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25.;

CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2., 1996, Bauru . **Resumos...**  
Bauru: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996. 1 CD ROM.

BELTRÃO, N. E de M. **Torta de mamona (*Ricinus communis* L.):** fertilizante e alimento. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 6 p. (Comunicado Técnico, 171).

CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, O. R. R. F da; SEVERINO, L. S.; SUASSUNA, N. D.; SOARES, J. J. **Cultivo de mamona no semi-árido brasileiro.** Campina Grande. EMBRAPA Algodão, 2004. 20 p.

DOYMAZ, I. Sun drying of figs: an experimental study. **Journal of Food Engineering**, v. 71, n. 4, p. 403-407, 2005.

FORNAZIERI JÚNIOR, A. **Mamona:** uma rica fonte de óleo e de divisas. São Paulo: Ícone, 1986. 71 p.

GOUVEIA, J. P. G. **Avaliação da cinética de secagem de gengibre (*Zingiber officinale*, Roscoe) em um secador de leito fixo.** 1999. 161 p. Tese (Doutorado) – UNICAMP, Campinas.

PRADO, M. E. T. **Secagem de tâmaras (*Phoenix dactylifera* L.) para a obtenção de tâmara passa.** 1998. 149 p. Tese (Doutorado) – UNICAMP, Campinas.

SILVA, C. V.; BARBOSA, C. P. I.; PAULA, M. L.; COELHO, N. R. A. Obtenção e caracterização físico-química do pó de tomate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTO, 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. 1 CD-ROM.

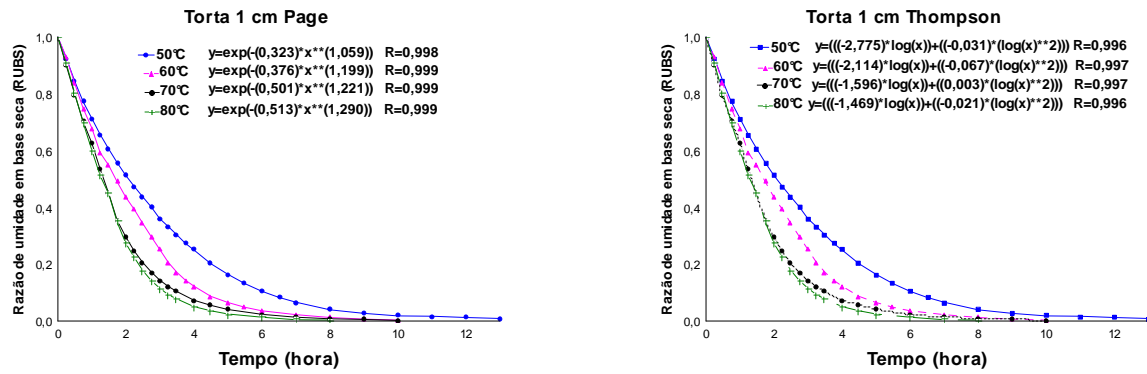
YOSHIDA, C. M. P. **Cinética de secagem do milho superdoce.** 1997. 149 p. Dissertação (Mestrado) - UNICAMP, Campinas.

**Tabela 1.** Parâmetros das curvas de secagem de torta de mamona e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ajustados ao modelo matemático de Page.

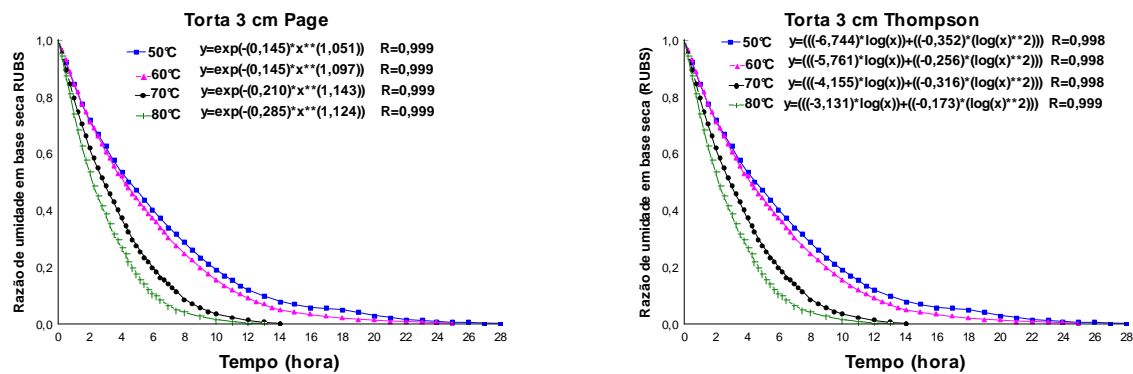
| Modelo | Espessura (cm) | Temperatura (°C) | Parâmetros |        | $R^2$ |
|--------|----------------|------------------|------------|--------|-------|
|        |                |                  | K          | n      |       |
| Page   | 1              | 50               | 0,3303     | 1,0428 | 0,998 |
|        |                | 60               | 0,3762     | 1,1991 | 0,999 |
|        |                | 70               | 0,5016     | 1,2213 | 0,999 |
|        |                | 80               | 0,5135     | 1,2903 | 0,999 |
|        | 3              | 50               | 0,1454     | 1,0512 | 0,999 |
|        |                | 60               | 0,1454     | 1,0978 | 0,999 |
|        |                | 70               | 0,2100     | 1,1432 | 0,999 |
|        |                | 80               | 0,2856     | 1,1248 | 0,999 |

**Tabela 2.** Parâmetros das curvas de secagem de torta de mamona e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ajustados ao modelo matemático de Thompson.

| Modelo   | Espessura (cm) | Temperatura (°C) | Parâmetros |         | $R^2$ |
|----------|----------------|------------------|------------|---------|-------|
|          |                |                  | A          | B       |       |
| Thompson | 1              | 50               | -2,7753    | -0,0319 | 0,996 |
|          |                | 60               | -2,1147    | -0,0671 | 0,997 |
|          |                | 70               | -1,5962    | -0,0034 | 0,997 |
|          |                | 80               | -1,4693    | -0,0215 | 0,996 |
|          | 3              | 50               | -6,7448    | -0,3527 | 0,998 |
|          |                | 60               | -5,7618    | -0,2567 | 0,998 |
|          |                | 70               | -4,1552    | -0,3165 | 0,998 |
|          |                | 80               | -3,1314    | -0,1738 | 0,999 |



**Figura 1.** Curvas de secagem de torta de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, em camada de um cm de espessura, nos modelos de Page e Thompson.



**Figura 2.** Curvas de secagem de torta de mamona nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80 °C, em camada de três cm de espessura, nos modelos de Page e Thompson