

MODELOS MATEMÁTICOS PARA DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE SECAGEM EM CAMADA FINA DE FEIJÃO MACASSAR (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Jorge Alves de Souza ¹, Yvson Costa e Silva ², Francisco Diniz da Silva ³, Mário Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata ⁴

¹Mestre em Engenharia Agrícola – UFCG, PB, jorgeal@bol.com.br

²Aluno de Mestrado em Engenharia Agrícola – UFCG, PB, yvson77@yahoo.es

³Aluno de Mestrado em Engenharia Agrícola – UFCG, PB, fdinizcg@yahoo.com.br

⁴Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG – Avenida Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, 58.109-970 - Campina Grande – PB – Brasil, mmata@deag.ufcg.edu.br

Palavras-chave: feijão macassar, secagem, modelo de Page, modelo de Thompson

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Resumo – O processo de secagem tem sido utilizado como uma alternativa para conservação de grande parte da produção de feijão. A aplicação de modelos matemáticos confiáveis torna-se possível prever o comportamento de diversos fenômenos que ocorrem no processo bem como possibilita a redução do seu custo operacional. Neste trabalho foi estudada a aplicação dos modelos de Page e Thompson na secagem de feijão macassar variedade “mateiguinha”. O modelo de Page se ajustou melhor aos dados experimentais, constatando-se uma variação do coeficiente de correlação de 97,8% a 98,7%, enquanto que, para o modelo de Thompson o coeficiente de determinação teve uma variação entre 97,4% a 97,9%.

Introdução

O feijão macassar ou caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.), é uma leguminosa granífera, rústica, e constitui um dos principais componentes da dieta alimentar nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, especialmente na zona rural [1].

Depois do cultivo e colheita existem vários processos que podem ser usados na conservação da qualidade do feijão. Dentre estes, a secagem é o processo mais utilizado para a preservação da qualidade desse produto. A operação consiste na remoção de parte da água contida no produto recém-colhido [2]. O baixo conteúdo de água permite o armazenamento do produto por um período de tempo superior ao que normalmente ocorreria com um produto mais úmido [3].

Para expressar o comportamento das curvas de secagem em camada fina de produtos agrícolas, Page [4], propôs um modelo com base na equação de Fick, tomando-se, apenas o primeiro termo da série, Desta forma o modelo de Page será:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_0 - X_e} = \exp(-k.t^N) \quad (\text{Eq. 1})$$

em que:

k = constante de secagem;

t = coeficiente de correção de ordem potencial N ;

X = conteúdo de água, decimal base seca;

X_e = conteúdo de água de equilíbrio, decimal em

base seca;

X_0 = conteúdo de água inicial, decimal em base seca;

$$\frac{X - X_e}{X_0 - X_e} = \text{razão de umidade, adimensional.}$$

Thompson et al., apresentaram em 1968 um modelo em que colocaram o tempo em função da razão do conteúdo de água do produto na forma de uma exponencial de segunda ordem [5]:

$$t = A.(\ln RX) + B.(\ln RX)^2 \quad (\text{Eq.2})$$

em que, A e B são coeficientes que dependem do produto.

Desta forma, diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar o as curvas de ajuste dos modelos de Page e Thompson na secagem de feijão macassar às temperaturas de 30, 40 e 60 °C e conteúdo de água inicial de 33% em base seca.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Transferência em Meios Porosos (LTMP) do Departamento de Engenharia Química, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande –PB.

Para realização desta pesquisa foram utilizados grãos de feijão macassar variedade “manteiguinha”, adquiridos no comércio local da cidade de Campina Grande – PB.

Os grãos de feijão que foram acondicionados em saco plástico e colocados em refrigerador à temperatura de 1 °C, foi determinado o seu conteúdo de água inicial, utilizando-se uma estufa de circulação de ar do tipo FANEN 330, a temperatura de 105 ± 1 °C por um período de tempo de 24 horas, também foi determinado o conteúdo de água do feijão após a secagem pelo mesmo método.

Determinado o conteúdo de água, os grãos eram retirados dos sacos plásticos, que estavam no refrigerador, e colocados no ambiente até que atingissem o equilíbrio térmico com o meio.

Posteriormente, uma amostra de 256 gramas do grão era colocada em um secador experimental localizado no Laboratório de Transferência em Meios Porosos do DEQ com sistema pré-estabilizado para temperatura e velocidade do ar desejado (Figura 1).

Os testes de secagem do feijão macassar em camada fina foram realizados às temperaturas de 30, 40 e 60 °C com conteúdo de água inicial de 33%, em base seca e velocidade do ar de secagem de 0,5 m/seg para todos os testes.

A diminuição do conteúdo de água com o tempo, para cada temperatura estudada, foi acompanhada por meio da perda de peso, conhecendo-se o conteúdo de água inicial. A balança utilizada para este acompanhamento foi uma balança Mettler PC 440, com precisão de 0,01 grama.

Para ajustar as equações de secagem em camada fina foram utilizados os modelos propostos por Page e Thompson. A determinação dos coeficientes dessas equações foi feita por regressão não linear utilizando o programa STATISTICA 5.0.

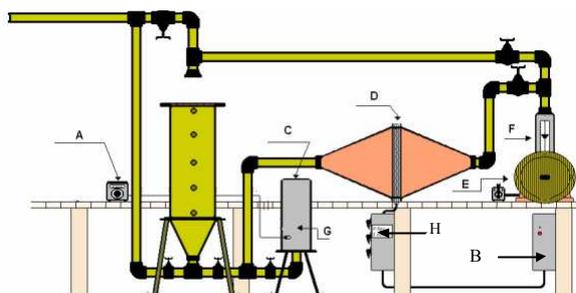


Figura 1 – Secador experimental utilizado para secagem em camada fina do feijão macassar: (A - controlador de temperatura, B – chave principal, C - coluna de secagem, D - sistema aquecedor, E - Ciclone, F- rotômetro, G – termopar, H – chave seletora de resistência).

Resultados e discussão

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os coeficientes das equações de Page e Thompson,

respectivamente, para cada temperatura e conteúdo de água inicial estudado, obtido por regressão não linear. Observa-se que os coeficientes de determinação da equação de Page são relativamente melhor do que os coeficientes de determinação da equação de Thompson. No entanto, é possível dizer que estas duas equações se equivalem já que essas diferenças são pequenas.

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os dados experimentais e calculados pelas as equações de Page e Thompson para conteúdo de água inicial de 33% em base seca, respectivamente.

Tabela 1 – Coeficientes da equação de Page, obtidos para cada temperatura e conteúdo de água inicial estudado.

Temp. °C	Xi % (b.s.)	k (min ⁻¹)	n	R ²
30		-0,000331	1,342263	98,71
40	33	-0,006010	0,955930	97,79
60		-0,014918	0,895234	98,22

Tabela 2 – Coeficientes da equação de Thompson, obtidos para cada temperatura e conteúdo de água inicial estudado.

Temp. °C	Xi % (b.s.)	A	B	R ²
30		317,29168	-24,46009	97,38
40	33	232,38681	-18,86378	97,98
60		120,76165	-9,248275	97,98

Observa-se, que o modelo matemático sugerido por Page descreve melhor as curva de secagem do feijão macassar para temperaturas de 60 e 30 °C, no entanto, o modelo matemático sugerido por Thompson descreve melhor a curva de secagem para temperatura de 40 °C. Consta-se ainda, que em grande parte dos trechos das curvas de secagem o modelo de Page se aproxima mais dos dados experimentais com uma pequena dispersão no trecho final destas curvas comparado ao modelo de Thompson.

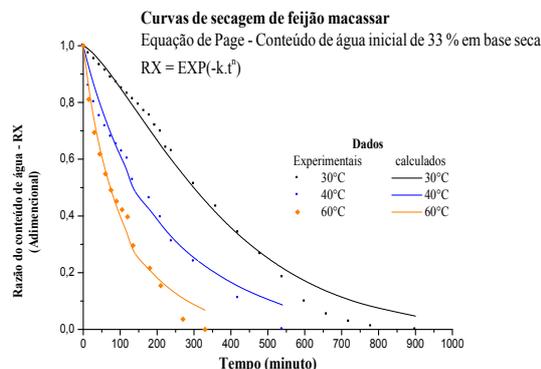


Figura 2 – Curvas dos dados experimentais dos grãos de feijão macassar e calculadas pela equação de Page, para um conteúdo de água inicial de 33% b. s.

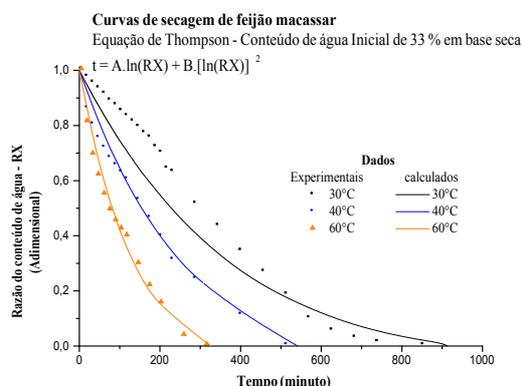


Figura 3 – Curvas dos dados experimentais dos grãos de feijão macassar e calculadas pela equação de Thompson, para um conteúdo de água inicial de 33% b.s.

Conclusões

Diante dos resultados obtidos para as condições em que foram realizados os experimentos, pode-se concluir que o modelo matemático sugerido por Page para secagem em camada fina é a que melhor representa os dados experimentais, com coeficientes de determinação variando de 97,8 a 98,7 %, quando comparada com a equação de Thompson, com coeficientes de determinação variando de 97,4 a 97,9 %.

Referências

- [1] FEIJÃO-CAUPI, Internet site address: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/> acessado em 08/10/2003.
- [2] BROOKER, D.B., BAKKER-ARKEMA, F.W., HALL, C.H. Drying and storage of grains and oilseeds. Westport: AVI, 1992. 450p.
- [3] CAVALCANTI-MATA, M.E.M., ALMEIDA, F.A.C., HARA, T. Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais. **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campina Grande**, p.69-76, 1997.
- [4] PAGE, C. Factors influencing the maximum rates of air drying shelled corn in thin layer. MSc Thesis, Purdue University, USA. 1949.
- [5] FIOREZE, R. Introdução a secagem de Produtos biológicos. João Pessoa: Editora Universitária, 2004. 221p.