

SECAGEM DE ARROZ PARBOILIZADO EM LEITO DE JORRO

Ricardo Scherer Pohndorf¹; Diego Batista Zeni²; Éder Scariot³; Marcos Rosa Pereira⁴; Luiz Antonio de Almeida Pinto⁵; Moacir Cardoso Elias⁶

Palavras-chave: umidade, taxa de secagem, difusividade efetiva.

INTRODUÇÃO

A secagem pode ser definida como a remoção de líquido de um sólido por evaporação. Nos processos de secagem, o material úmido entra em contato com o ar insaturado, resultando na diminuição do conteúdo de água deste material e na umidificação do ar. A operação pode ser feita com ar sem aquecimento, na condição natural, ou com ar aquecido, tendo-se, neste caso, dois estágios que definem o processo total de secagem: o aquecimento do material e a evaporação da água deste. Assim, a secagem tem por finalidade a redução da umidade de um produto a um nível desejado (STRUMILLO & KUDRA, 1986; ELIAS, 2008).

Os problemas encontrados na secagem de arroz com casca são similares aos de outros cereais, porém o arroz exige operação mais controlada em razão da suscetibilidade a quebras durante e após essa operação. No decorrer da secagem do arroz podem ocorrer consideráveis perdas, sejam pelas suas características de sensibilidade, pelo método de secagem utilizado, pelo controle térmico do ar de secagem ou até pelas operações do equipamento (MILMAN, 2001).

A técnica do leito de jorro, conforme Freire (1992) foi estabelecida inicialmente por Gishler e Mathur em 1955, visando à secagem de trigo. Atualmente ocupa um lugar relevante nas operações envolvendo contato entre fluidos e partículas sólidas. Aplica-se eficientemente à secagem de cereais, granulação, recobrimento de partículas, cristalização, reações químicas e ultimamente, a secagem de pastas e suspensões. Segundo Massarani (1997), o sistema de secagem de leito de jorro é mais eficientemente aplicável a grãos.

Segundo Mathur e Epstein (1974), existem basicamente três geometrias de secadores de jorro: a cônica, a cone-cilíndrica e a retangular. Nem todo leito de jorro apresenta as três regiões bem definidas. Os secadores de jorro dividem-se em dois grupos principais: o JSB (Jet Spouted Bed) e o CSB (Conventional Spouted Bed). A diferença entre estes dois grupos está no diâmetro de entrada, que para o JSB é superior, e na porosidade do leito (ϵ), que para o CSB é inferior a 85% e para o JSB é superior.

O objetivo neste trabalho foi determinar a constante de secagem do arroz parboilizado, bem como sua difusividade efetiva, para a partir destes dados serem construídas as curvas de taxa de secagem, taxa de secagem por unidade de área e adimensional de água livre do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

A matéria prima utilizada no experimento foi arroz parboilizado em casca, sendo feita a parboilização no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos da Universidade Federal de Pelotas. Foram utilizados também para a medição de temperatura, termômetros graduados de bulbo seco e úmido. O secador de leito de jorro pertence ao Laboratório de Operações Unitárias da Universidade Federal do Rio Grande.

¹ Engenheiro Agrícola. Mestrando em Ciência e Tecnologia Agroindustrial - UFPel. Rua Conde de Porto Alegre, 441. CEP 96.010-290. Pelotas RS. e-mail: ricardoscherer.eng@gmail.com.

² Engenheiro Agrícola. Doutorando em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, RS. e-mail: eng.diegozeni@gmail.com

³ Acadêmico de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Pelotas, RS. e-mail: ederscariot@hotmail.com.

⁴ Acadêmico de Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, RS. jacare.marcos@hotmail.com

⁵ Professor doutor do Departamento de Química. Universidade Federal do Rio Grande, RS.

⁶ Eng. Agrônomo; Dr. Agronomia; Prof. Titular do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel; Universidade Federal de Pelotas, RS. e-mail: eliasmc@ufpel.tche.br.

A temperatura do ar de secagem utilizada foi de 70°C. A amostra utilizada continha 500g de arroz parboilizado em casca. Amostras eram retiradas do leito de jorro em intervalos de cinco minutos até um total de 150 minutos. A determinação de umidade foi feita em estufa a 105±3°C durante 24 horas (BRASIL, 2009).

A análise estatística dos dados foi realizada através de regressão, sendo observada a homogeneidade das variâncias e a independência dos erros para validação dos testes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva que descreve a umidade média no produto relacionado ao tempo de secagem é expressa na Figura 1.

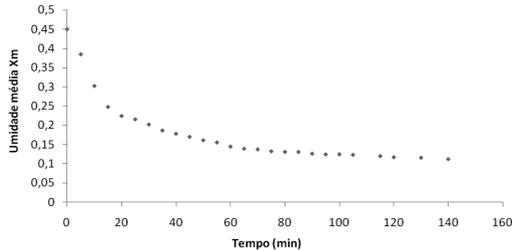


Figura 1. Curva experimental de umidade média relacionado ao tempo

Nota-se que a umidade no arroz parboilizado decresce de 45% para aproximadamente 10% (base seca) ao longo do tempo de secagem. O conteúdo de água cai rapidamente para valores próximos a 20%, como era de se esperar, evidenciando a partir daí o processo de secagem em si, pois até então a água livre presente na superfície foi evaporada em velocidade constante.

A Figura 2 mostra a curva de umidade adimensional em escala logarítmica, evidenciando a queda rápida de umidade no início da secagem.

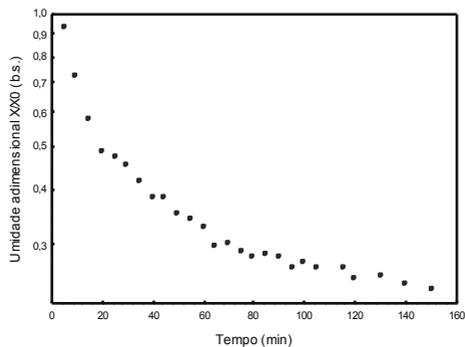


Figura 2. Curva de umidade adimensional em escala logarítmica

O adimensional de água livre é apresentado na Figura 3. Através de regressão não linear foi obtido o valor de constante de secagem, sendo este valor 0,03642. A correlação do modelo foi de 0,96 mostrando um bom ajuste, sendo satisfeita a condição de aleatoriedade.

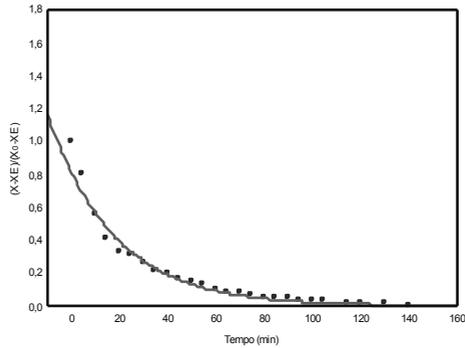


Figura 3. Adimensional de água livre em função do tempo para a temperatura

Para a construção da curva da taxa de secagem por unidade de área, foi necessária a determinação da área de secagem. Foram consideradas as dimensões do leito de jorro determinando-se o volume do cone até o início da parte deslizando deste, sendo seu valor $6,97 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$. A área de secagem foi obtida pela multiplicação da área volumétrica pelo volume calculado. Para o cálculo da área volumétrica foi necessário o valor de porosidade ($\epsilon=0,65$), esfericidade ($\Phi=0,7$) e diâmetro da partícula ($D_p=0,0037\text{m}$). Estes valores foram obtidos na literatura, encontrando-se uma área de $0,5592 \text{ m}^2$. A Figura 4 apresenta a curva da taxa de secagem por unidade de área em relação com a umidade média. Uma linha de tendência polinomial foi acrescentada para melhor visualizar o fenômeno.

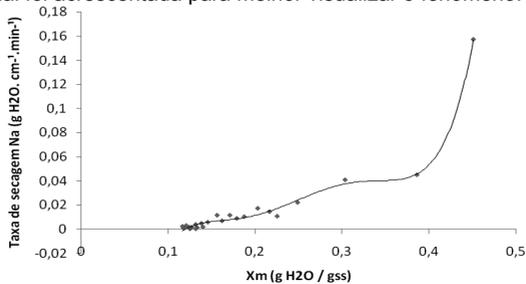


Figura 4. Curva experimental da taxa de secagem por umidade média

A Figura 5 apresenta os valores de umidade absoluta do ar de exaustão do jorro relacionados com o tempo de secagem.

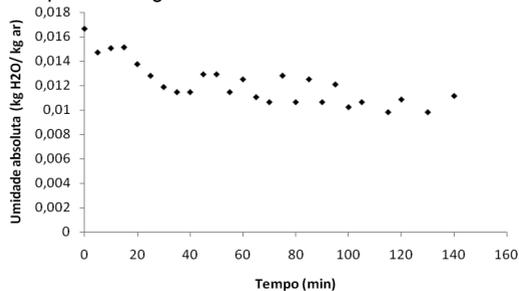


Figura 5. Valores de umidade absoluta por tempo de secagem

A Figura 5 mostra uma tendência de diminuição da umidade absoluta do ar de exaustão no período de secagem. Isto ocorre devido à diminuição da transferência de água para o ar, evidenciando a redução de água do mesmo.

Através do adimensional de água livre e da constante de secagem foi possível determinar a difusividade efetiva do produto, o qual foi de $1,0325 \cdot 10^{-10} \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

CONCLUSÃO

Foi possível determinar a constante de secagem do arroz parboilizado, bem como sua difusividade efetiva perante o modelo ajustado a partir do gráfico de adimensional de água remanescente no sólido.

Com os dados experimentais foi possível a construção das curvas de taxa de secagem, taxa de secagem por unidade de área, adimensional de água livre, e através da curva do adimensional de água livre foi possível determinar o valor da umidade de equilíbrio, ou seja, quando não há perda ou ganho de umidade do produto para o ambiente, onde a pressão de vapor da água dentro do grão se igualou à pressão de vapor da água contida no ar.

AGRADECIMENTOS

A CAPES, CNPq e SCT-RS (Pólos Tecnológicos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009. 399 p.

ELIAS, M. C. Manejo Tecnológico da Secagem e do Armazenamento de Grãos. Ed. Santa Cruz. Pelotas, 2008. 368 p.

MATHUR, K. B. and Epstein, N., Spouted Beds, Academic Press Inc. LTD., New York, 304p. (1974).

MATHUR, K. B. and Gishler, N., A Technique for Contacting Gases with Coarse Solid Particles, AIChE Journal, Vol. 1, pp.157-164 (1955).

MASSARANI, G. Fluidodinâmica em sistemas particulados. Editora UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 1997.

MILMAN, M.J. Manejo da relação de intermitência e da temperatura do ar na secagem industrial do arroz. Pelotas, RS: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 2001. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

STRUMILLO, C.Z.; KUDRA, T. Drying: Principles, Applications and Design. In Hughes, R. Topics in Chemical Engineering. v.3, UK: Gordon and Breach Science Publisher, 1986.