

Modelagem Matemática da Transferência de Calor em um Meio Particulado

Fabiane Avena de Oliveira

Mestrado em Modelagem Matemática
Depto de Física, Estatística e Matemática - DeFEM, UNIJUI
98700-000 Rua São Francisco, 501 Sede Acadêmica, Ijuí, RS
E-mail: fabiane@unijui.edu.br

Oleg A. Khatchaturian

Mestrado em Modelagem Matemática
Depto de Física, Estatística e Matemática - DeFEM, UNIJUI
98700-000 Rua São Francisco, 501 Sede Acadêmica, Ijuí, RS
E-mail: olegkha@unijui.edu.br

Roberta Goergen

Mestrado em Modelagem Matemática
Depto de Física, Estatística e Matemática - DeFEM, UNIJUI
98700-000 Rua São Francisco, 501 Sede Acadêmica, Ijuí, RS
E-mail: betinhamtm@gmail.com

RESUMO

Durante o período em que os grãos ficam armazenados em silos esses ficam sujeitos a alterações de temperatura e umidade, sendo que estes são os principais fatores responsáveis pela evolução da população de insetos e microorganismos que influenciam significativamente na qualidade do produto [4]. Atualmente a aeração é o método de controle mais difundido e utilizado na preservação de grãos que são armazenados por longos períodos. Este método consiste na passagem forçada do ar ambiente pela massa de grãos de forma a modificar seu micro-clima preservando a qualidade dos grãos que estão armazenados. A eficiência de um sistema de aeração está ligada ao fato de se obter um fluxo de ar uniforme em todas as regiões do silo [6], para homogeneizar a temperatura e umidade dos grãos. Neste trabalho foi desenvolvido um estudo teórico da dinâmica de resfriamento de grãos de soja armazenados em silos. A distribuição da temperatura no interior do grão em função do raio e do tempo de resfriamento foi obtida resolvendo o problema de transferência de calor em uma esfera, considerando o caso unidimensional onde, para a temperatura da superfície do grão, foi utilizada uma expressão empírica [3]. Esta expressão foi construída a partir de curvas generalizadas da temperatura adimensional $\theta = (T - T_a)/(T_0 - T_a)$ em função do número de Homocroneidade ($H_0 = vt/y$), onde a temperatura T é a temperatura dos grãos no instante t , na posição y da coluna de grãos, T_a é a temperatura do ar de entrada, T_0 é a temperatura inicial dos grãos. Estas temperaturas foram obtidas a partir de experimentos de resfriamento de grãos realizados para diferentes velocidades (v) do ar de aeração. Para a resolução da equação do calor [2,5], onde a condição de fronteira é uma função conhecida do tempo, utilizou-se o teorema de Duhamel [1]. A partir das distribuições de temperatura calculadas para o interior do grão foram obtidas temperaturas médias que dependiam da localização do grão na massa de grãos e do tempo de resfriamento. Com o objetivo de calcular a transferência de calor entre os grãos e o ar foi utilizado um modelo que dividiu a massa de grãos em camadas finas e considerou que o sistema composto pelo ar e os grãos em cada camada estava em equilíbrio térmico durante todo o processo de resfriamento (modelo tipo reator ideal homogêneo) [4]. Foram realizadas simulações numéricas onde os valores para a entalpia (energia) dos grãos e do ar foram obtidos durante o processo de resfriamento para diferentes velocidades do ar.

Palavras-chave: *Armazenamento, Resfriamento, Transferência de calor*

Referências

- [1] S. J. Farlow, *Partial Differential Equations for Scientists and Engineers*, Dover Publications, New York, 1993.
- [2] F. D. Incropera, D. P. Dewitt, *Fundamentos de Transferência de Calor e Massa*, LTC, Rio de Janeiro, 2003.
- [3] O. A. Khatchatourian, F. A. Oliveira, *Mathematical Modelling of Airflow and Thermal State in Large Aerated Grain Storage*. *Biosystems Engineering* 95(2), 159 – 169, 2006.
- [4] F. A. Oliveira, O. A. Khatchatourian, A. Bihain, *Estado Térmico de Produtos Armazenados em Silos com Sistema de Aeração: Estudo Teórico e Experimental*. *Engenharia Agrícola*, v. 27, n. 1, p. 247 – 258, 2007.
- [5] M. N. Özisik, H. R. B. Orlande, *Inverse Heat Transfer: Fundamentals and Applications*, Taylor Francis, New York, 2000.
- [6] D. Puzzi, *Manual de Armazenamento de grãos*, Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo, 1977.