



SOLUÇÃO ANALÍTICA DA EQUAÇÃO DO CALOR EM COORDENADAS ESFÉRICAS E APLICAÇÕES.

Isaac Ferreira de Lima¹, Célia Maria Rufino Franco ²

RESUMO

Neste trabalho, foi realizado um estudo da Equação do Calor sob o ponto de vista das aplicações, dando ênfase aos fenômenos de difusão transiente de calor e massa em sólidos com forma geométrica esférica. A solução analítica da Equação do Calor, em coordenadas esféricas, foi obtida utilizando-se o método de Fourier (separação de variáveis), pressupondo condição de contorno de Dirichlet e parâmetros termo físicos constantes. A metodologia foi aplicada para estimar a variação de umidade no interior de grãos durante o processo de secagem. Para tanto, um código computacional foi implementado no software Mathematica. Resultados experimentais do teor de umidade de grãos de arroz em casca e grãos de bico, ao longo do tempo, foram comparados com valores obtidos através da solução da equação diferencial, a fim de validar o modelo. Os coeficientes de transporte foram determinados a partir de processos de otimização. Observou-se uma boa concordância entre o modelo e os dados experimentais de teor de umidade dos grãos, durante a secagem na temperatura de 40°C. O modelo também foi aplicado para simular a cinética de temperatura durante a secagem de arroz em casca. A temperatura de equilíbrio do grão de arroz em casca foi atingida em aproximadamente 150 min na secagem a 40°C, que é um tempo relativamente menor quando comparado com o observado experimentalmente. Observa-se também que os fenômenos de transferência de calor e massa não são equivalentes.

Palavras-chave: Equação do calor, Modelagem matemática, Difusão, Esfera, Secagem.

¹Aluno do Curso de Licenciatura em Matemática, Unidade Acadêmica de Física e Matemática, UFPG, Campina Grande, PB, e-mail: isaacferreira031@gmail.com

²Doutora, Professora, Unidade Acadêmica de Física e Matemática, UFPG, Campina Grande, PB, e-mail: celiarufino@ufcg.edu.br

ANALYTICAL SOLUTION OF HEAT EQUATION IN SPHERICAL COORDINATES AND APPLICATIONS.

ABSTRACT

This paper, a study of the Heat Equation was carried out from the point of view of the applications, giving emphasis to the phenomena of transient diffusion of heat and mass in solids with spherical geometric form. The analytical solution of the Heat Equation, in spherical coordinates, was obtained using the Fourier method (separation of variables), assuming Dirichlet boundary conditions and constant physical terms parameters. The methodology was applied to estimate the variation of moisture inside the grains during the drying process. For that, a computational code was implemented in Mathematica software. Experimental results of the moisture content of rough rice grains and chickpeas, over time, were compared with values obtained through the solution of the differential equation, in order to validate the model. The transport coefficients were determined from optimization processes. A good agreement was found between the model and the experimental data of moisture content of the grains, during drying at a temperature of 40°C. The model was also applied to simulate temperature kinetics during drying of rough rice. The equilibrium temperature of rough rice was reached in approximately 150 min on drying at 40°C, which is a relatively short time when compared to that observed experimentally. It is also observed that the phenomena of heat transfer and mass are not equivalent.

Keywords: Heat equation, Mathematical modeling, Diffusion, Sphere, Drying.