

MODELAGEM NUMÉRICA DO CALOR TRANSIENTE EM CERÂMICA REFRATÁRIAS PARA AVALIAÇÃO DE ISOLAMENTO TÉRMICO

Verenice Barros¹, Brenda Carolina de Sousa Machado¹, Layse Baia de Nazaré¹, Paulo Lopes Guedes Filho¹,
Eduarda Batista Silva¹, Nielson Veloso Medeiros²

¹Discente do Curso BACHARELADO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS, IFPA campus BELÉM

²Docente do Curso BACHARELADO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS, IFPA campus BELÉM

Correspondência: nielson.medeiros@ifpa.edu.br

Cerâmicas refratárias são essenciais em aplicações que exigem alta inércia térmica e proteção contra choques térmicos súbitos. Este trabalho modelou a evolução temporal da temperatura em placa cerâmica de alumina (difusividade térmica $\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$, espessura $L = 0,10 \text{ m}$) sob condição transiente utilizando o esquema FTCS (Forward Time, Centered Space) do Método das Diferenças Finitas. O objetivo foi simular a capacidade de isolamento térmico do material, quantificando o retardo na propagação da onda de calor. A metodologia empregou discretização espacial com 51 nós ($\Delta x = 0,002 \text{ m}$), passo temporal $\Delta t = 0,1633 \text{ s}$ (Número de Fourier $Fo = 0,49 < 0,5$, garantindo estabilidade numérica), condições de contorno de Dirichlet fixas ($T(0) = 800 \text{ }^\circ\text{C}$, $T(L) = 25 \text{ }^\circ\text{C}$) e condição inicial homogênea $T(x,0) = 25 \text{ }^\circ\text{C}$. Os resultados mostraram que após 30 minutos de exposição à fonte quente, a face fria da placa ($x = 0,10 \text{ m}$) atingiu apenas $45,2 \text{ }^\circ\text{C}$ (elevação de $20,2 \text{ }^\circ\text{C}$ a partir dos $25 \text{ }^\circ\text{C}$ iniciais). A isoterma de $100 \text{ }^\circ\text{C}$ penetrou $34,0 \text{ mm}$ na cerâmica, correspondendo a 34% da espessura total. O tempo necessário para que a face fria alcançasse $257,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (30% do gradiente térmico total) foi de 1200 s (20 minutos), corroborando o elevado retardo térmico do material. O tempo característico de difusão ($\tau = L^2/\alpha = 833 \text{ s} \approx 13,9 \text{ min}$) confirma que a cerâmica refratária atenua significativamente a passagem do calor em comparação a metais condutores ($\tau \approx 0,1 \text{ s}$ para cobre de mesma espessura). Conclui-se que a modelagem FTCS com $Fo \leq 0,5$ é estável e precisa para prever o comportamento térmico transiente de barreiras cerâmicas, sendo ferramenta útil no projeto de revestimentos para fornos industriais e sistemas sujeitos a gradientes térmicos severos.

Palavras-chave: Cerâmicas Refratárias; Calor Transiente; Isolamento Térmico; Estabilidade Numérica.