

MODELAGEM DA TRANSFERÊNCIA RADIATIVA EM CHAMAS E GASES DE COMBUSTÃO

Autor: Felipe Brunetto Büttenbender
Orientador: Francis Henrique Ramos França



INTRODUÇÃO

Fornos industriais de grande porte estão presentes em metalúrgicas, em siderúrgicas, em fábricas de cerâmicas e em outros setores que necessitam do aquecimento de um considerável número de peças. Apesar de apresentarem uma produtividade elevada e uma simplicidade aparente de funcionamento, a análise mais precisa dos fenômenos que regem a transferência de calor no interior desses equipamentos é complexa.

OBJETIVO

Utilizar o software *ANSYS Fluent* para calcular numericamente os fenômenos que ocorrem em um forno de aquecimento de tarugos, de maneira a verificar a transferência de calor na zona de interesse do equipamento – o piso do forno.

METODOLOGIA

A análise iniciou pela elaboração de uma geometria representativa do forno e uma malha que o discretizasse. A partir disso, foi utilizado o software *ANSYS Fluent* para modelar fisicamente o problema com condições de operação reais do forno em questão.

As equações fundamentais consideradas nas simulações numéricas foram:

Conservação:
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho u) = 0$$

Quantidade de movimento
$$\frac{\partial (\rho u)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho u u) = -\nabla p + \nabla \tau + \rho g$$

Energia:
$$\frac{\partial (\rho h)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho u h) = \nabla \cdot \left(\frac{\lambda}{C_p} \nabla h \right) - \nabla \cdot \left[\sum_{k=1}^{N_k} \left(1 - \frac{1}{Le_k} \right) \frac{\lambda}{C_p} h_k \nabla Y_k \right] + S_h$$

Transferência radiativa:
$$\frac{\partial I_\eta}{\partial s} = -\kappa_\eta I_\eta + \kappa_\eta I_{b,\eta}$$

RESULTADOS

Foram obtidos resultados de três casos: o primeiro sem radiação envolvida, o segundo considerando a radiação com modelo de gás cinza e o terceiro, considerando a radiação com modelo WSGG (soma ponderada-de-gases-cinzas).

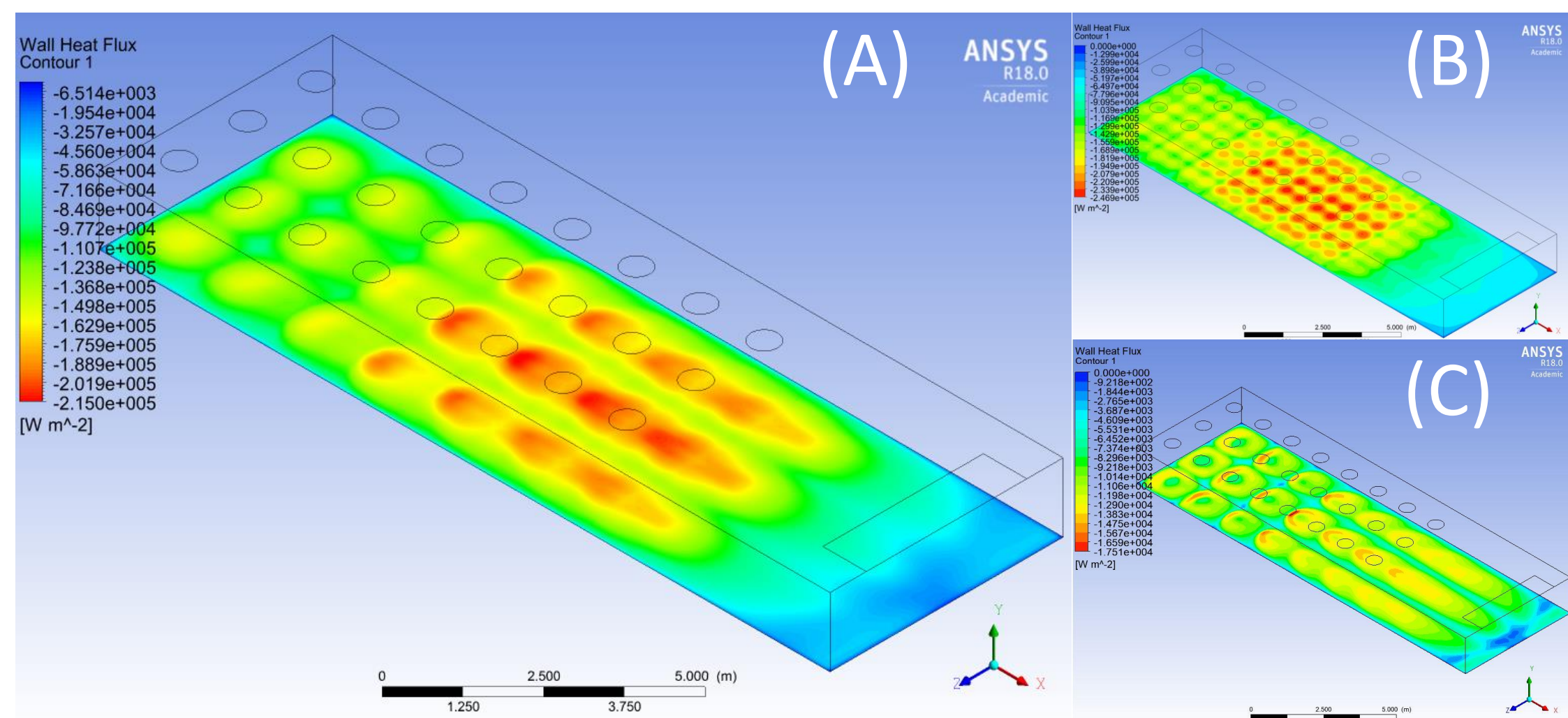


Figura 1 - Campo de fluxo de calor no piso do forno obtido através da simulação numérico-computacional no software *ANSYS Fluent* para três casos: A – WSGG; B – Gás Cinza; C – Sem Radiação

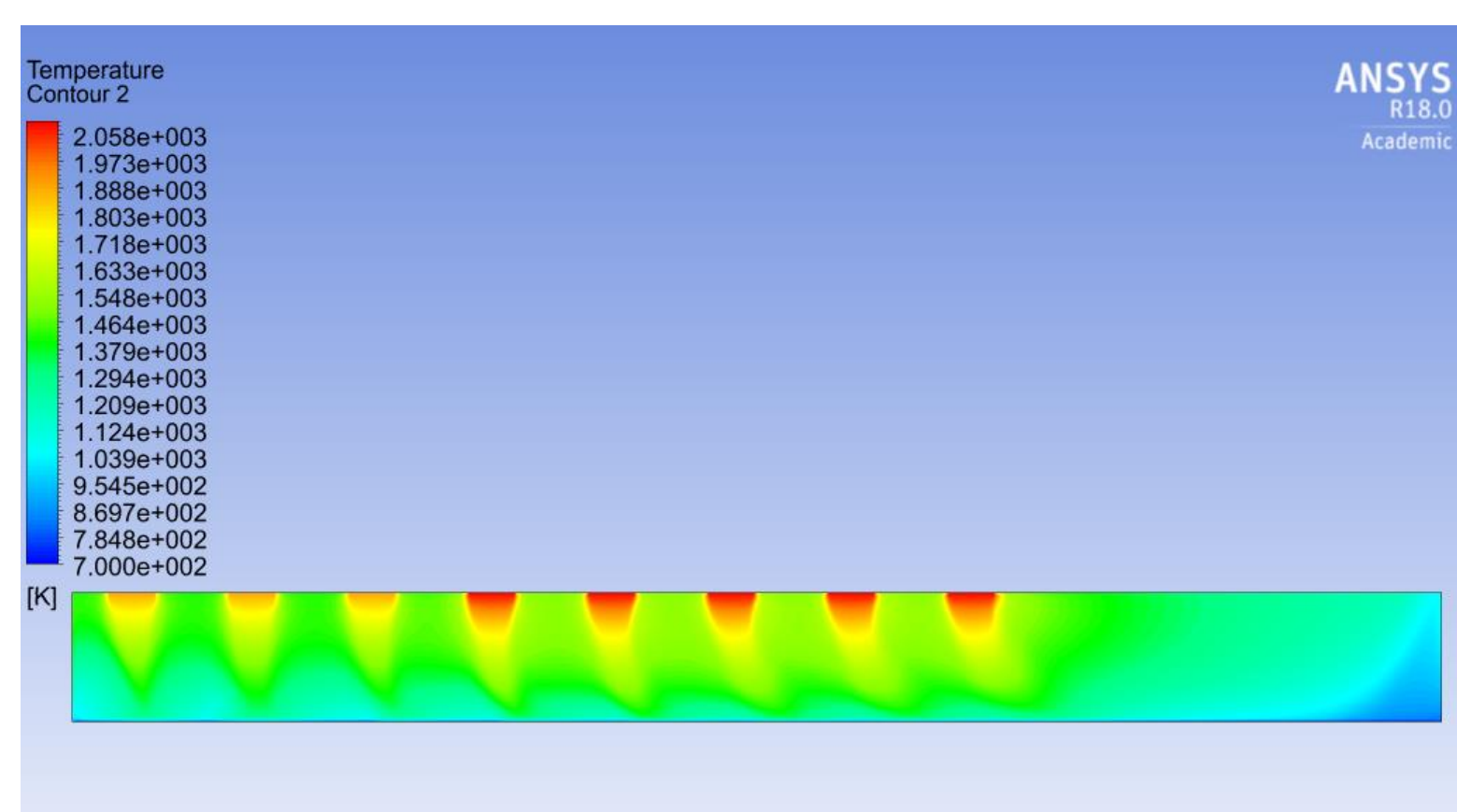


Figura 2 - Campo de temperaturas no plano médio do forno no caso com radiação e modelo WSGG

Análise da influência do número de divisões Theta e Phi

Theta/Phi Divisions	2	4	6	8	10	12
HeatFluxAverage [W/m²]	-1,35E+05	-1,40E+05	-1,42E+05	-1,42E+05	-1,42E+05	-1,42E+05
HeatFlux Min [W/m²]	-2,00E+05	-2,12E+05	-2,15E+05	-2,15E+05	-2,13E+05	-2,14E+05
HeatFluxAreaStdDev	0,3469	0,3522	0,3529	0,3527	0,3520	0,3526
Time for Convergence [h]	2,58	2,37	8,35	13,74	23,91	25,46

Análise da influência do refinamento da malha

Number of cells	74019	127764	153720	299472
HeatFluxAverage [W/m²]	-1,37E+05	-1,42E+05	-1,40E+05	-1,42E+05
HeatFlux Min [W/m²]	-2,10E+05	-2,13E+05	-2,12E+05	-2,13E+05
HeatFluxAreaStdDev	0,3536	0,3557	0,3522	0,3507
Time for Convergence [h]	0,84	2,03	5,37	12,74

CONCLUSÕES

Através do modelo elaborado e do estudo da influência da malha e do número de divisões no espaço de cálculo das ordenadas discretas foi possível estipular uma malha que alie tempo de cálculo com resultados que expressem suficientemente a realidade do forno. O seguimento do estudo se dará na utilização do modelo nessas condições para a otimização da uniformidade do fluxo de calor no piso do forno.