

Simulação Computacional da Combustão de Carvão Mineral Pulverizado em Caldeira de Queima Frontal

1. Introdução

A queima de combustíveis hidrocarbonetos é a maior responsável pela emissão de poluentes no planeta e este fato leva à necessidade de tecnologias de geração de energia que causem menor impacto ambiental. Porém, como estas tecnologias ainda são bastante caras, a saída encontrada é a utilização de ferramentas computacionais que permitam um maior entendimento dos fenômenos envolvidos em processos de combustão de hidrocarbonetos e utilizar os resultados encontrados para melhorar a eficiência energética dos mesmos. Este trabalho é continuação do trabalho iniciado por Cristiano Sabóia Ruschel [1].

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é simular a combustão de carvão mineral pulverizado em caldeira de queima frontal utilizando para tal o software Ansys CFX v.11. Também deseja-se utilizar os resultados encontrados como base para a modelagem de combustão de carvão mineral em leito fluidizado circulante.

3. Modelagem matemática

A modelagem numérica é baseada no método dos volumes finitos, onde são resolvidas as equações de conservação de massa, quantidade de movimento e energia. Estas equações são dadas respectivamente por:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \left(\frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} \right) + S_{Massa} = 0$$

$$\left(\frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} \right) + \nabla \cdot (\rho U U) = \nabla \cdot (-p\delta + \mu (\nabla U + (\nabla U)^T)) + S_M$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho h_{tot}) - \frac{\partial p}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho U h_{tot}) = \nabla \cdot (\lambda \nabla T) + S_E$$

4. Descrição do Problema

As dimensões da caldeira modelada são, aproximadamente, dezessete metros de altura, sete metros de largura e seis metros de comprimento. Os queimadores medem um metro de comprimento e trinta e cinco centímetros de diâmetro. A geometria pode ser visualizada na figura 1, juntamente com as suas condições de contorno.

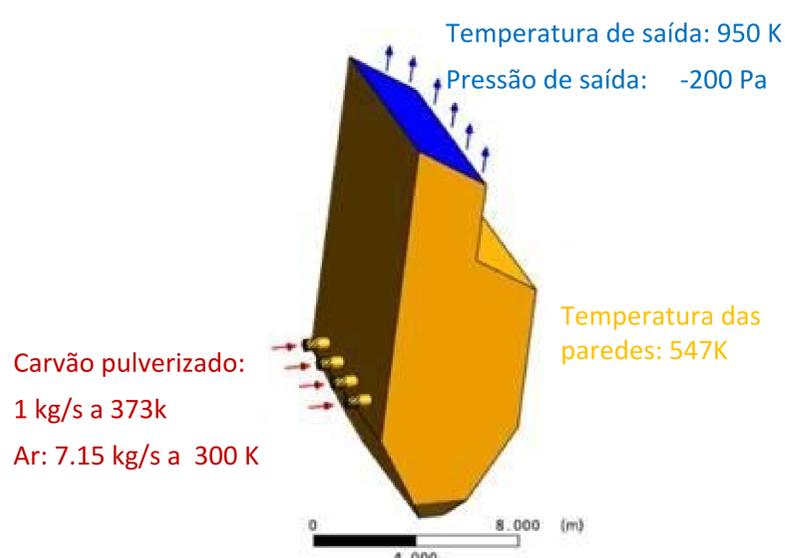


Figura 1: Geometria do problema com as condições de contorno.

A malha utilizada possui cerca de dois milhões e cem mil volumes tetraédricos, sendo que o maior refinamento está na região dos queimadores, devido à alta turbulência ali presente. O modelo de combustão adotado foi o Eddy Dissipation; os modelos de turbulência utilizados foram o K-ε e o K-ε - RNG [2]; o modelo adotado para a radiação térmica foi o P1. O regime adotado para a simulação foi o permanente.

5. Resultados e Conclusões

Por ser um problema de alta complexidade, foram definidas estratégias de solução, seguindo algumas recomendações do manual do software[3]. Assim como no trabalho anteriormente realizado, partiu-se de uma pequena quantidade de combustível sólido e incrementando gradativamente. Porém foram encontrados campos de temperaturas e chamas completamente distorcidos. Este resultado pode ser visto na figura 1. Em seguida, foi feita a implementação de dispositivos termo-fonte no problema, e também o uso do modelo de turbulência K-ε - RNG. Estas modificações levaram a resultados mais coerentes, com campo de temperaturas mais comportado, tanto em distribuição como em valores, e, também, as chamas apresentaram baixa distorção em relação ao primeiro caso analisado. Este último resultado pode ser visualizado na figura 2.

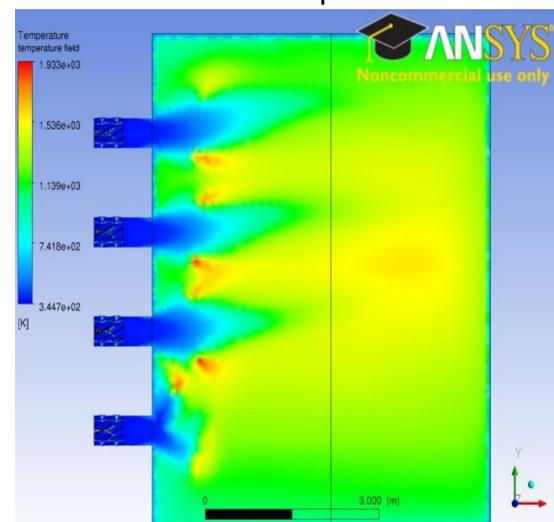


Figura 2: Resultado para a primeira tentativa de solução

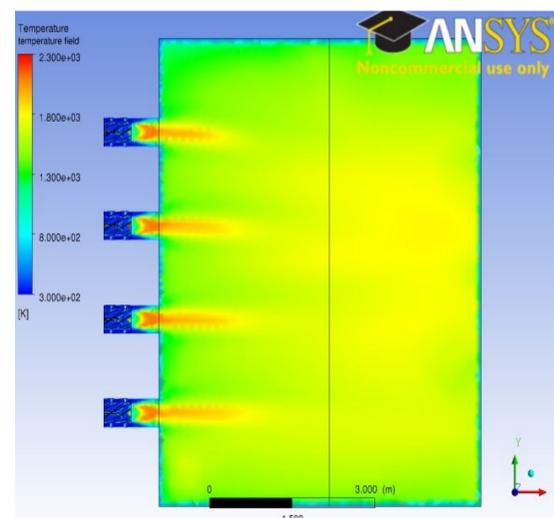


Figura 3: Resultado após as mudanças realizadas

6. Referências Bibliográficas

- [1] Ruschel, Cristiano Sabóia. "Simulação Computacional da Combustão de Carvão Mineral Pulverizado em Caldeira de Queima Frontal." XXI Salão de Iniciação Científica da UFRGS
- [2] Formenton, Ana Bárbara Krummenauer. "Modelagem Matemática de Processos de Combustão de Combustíveis - Carvão Mineral"
- [3] CFX v11, Ansys CFX-Solver Theory Guide, Ansys Inc. 2006