

SIMULAÇÃO NUMÉRICA PARA A OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS DE COMBUSTÃO EM CALDEIRAS E FORNOS INDUSTRIAIS OPERANDO COM GÁS NATURAL E GÁS DE ATERROS

Aluno: William Schindhelm Georg
Orientador: Marcos Sebastião de Paula Gomes

Introdução

Este documento descreve um estudo numérico baseado no modelo dos volumes de controle finitos, dos mecanismos de combustão de caldeiras e queimadores de gás, assim como dos mecanismos de geração de poluentes envolvidos nesses processos, utilizando o pacote comercial FLUENT.

Objetivos

O presente estudo tem como objetivos a otimização do processo de combustão de caldeiras e queimadores de gás visando a melhor mistura de reagentes na entrada da câmara, assim como a diminuição das emissões de poluentes para a atmosfera.

Metodologia

A pesquisa iniciou-se com um modelo numérico para a câmara de combustão. Este desenvolvimento foi anteriormente realizado no projeto de dissertação de mestrado [2]. A caldeira em questão, ilustrada abaixo, tem como principal objetivo a geração de energia a partir da queima de gases provenientes de aterros sanitários. Simulações do processo de combustão, com condições de entrada puramente axiais para o ar e para o combustível, já vinham sendo feitas em domínio bi-dimensional por [2]. O primeiro passo do estudo atual foi avaliar a eficiência da reação do ar com os gases provenientes de aterros sanitários, mudando-se apenas as condições de entrada dos reagentes.



Figura 1 - Esquema simplificado da caldeira.

Visando melhorar a mistura ar-combustível logo na entrada, foram criados novos casos para simulações de swirl burners (queimadores com swirl, ou entrada dos gases com movimento em espiral) na mesma caldeira anteriormente citada. A partir dos poderes caloríficos inferiores dos componentes do gás combustível, predominantemente metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e nitrogênio (N_2), havendo ainda outras espécies presentes em menor concentração, calculou-se as vazões mássicas de entrada requeridas para a potência estabelecida [2] da caldeira de 400kW. A partir destas vazões mássicas calculou-se então as velocidades de entrada do ar e do combustível para o queimador axial. Baseando-se nos dados

de entrada encontrados para o queimador axial foram introduzidos componentes radiais e tangenciais (swirl) nas velocidades de entrada dos reagentes. As condições de fronteira foram mantidas como no caso puramente axial estudado anteriormente. A decomposição das velocidades de entrada do queimador foi feita de modo a manter sempre as vazões calculadas para o caso com entradas axiais, mantendo assim a mesma potência térmica encontrada naquela situação.

Analisando-se simulações feitas no ano anterior foram descobertas inconsistências nos valores encontrados para as emissões da caldeira. Foi feito então um teste de malhas com 6 discretizações para que os casos possam ser rodados novamente. O teste de malhas foi estudado tomando-se a temperatura em uma linha radial a $\frac{1}{4}$ do comprimento da caldeira (0,425 m). O teste de malhas resultou no gráfico ilustrado a seguir, onde os valores na legenda indicam o número de células da malha.

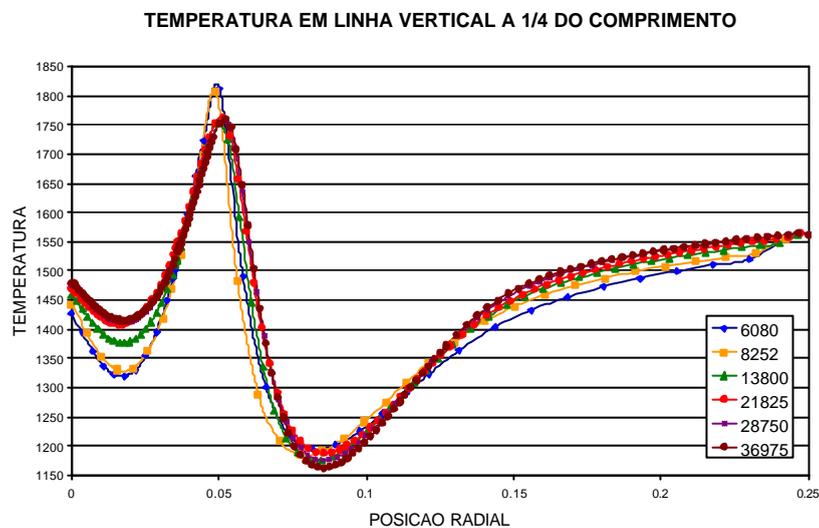


Figura 2 - Teste de malhas.

Conclusões

A otimização do processo de combustão em caldeiras a gás é um procedimento bastante cuidadoso uma vez que depende de diversos fatores correlacionados, como o aumento das taxas de reações e emissões de produtos nocivos e gases estufa pela exaustão.

A simplificação bi-dimensional pode ser uma ferramenta bastante útil para simular escoamentos envolvendo ou não processos de combustão, entretanto deve ser utilizada com bastante cautela, uma vez que geometrias complexas podem requerer uma modelagem tri-dimensional para se assemelhem ao caso real a ser estudado com alta confiabilidade. Assim, o esforço computacional deve ser levado em conta, mas não pode ser um fator limitante para casos de geometrias mais complexas.

Referências

1 - BAUKAL JR., Charles E.; John Zink Company. The John Zink Combustion Handbook. Boca Raton, Flórida CRC Press, 2001. 750 p.

2 - TEIXEIRA, Pedro Rios de Moura; GOMES, Marcos Sebastião de Paula; Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Simulação do processo de combustão de gases provenientes de aterros sanitários. 2004. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Mecânica.