

ANÁLISE EM CFD DA COMBUSTÃO CONFINADA DE GÁS DE SÍNTESE EM CONDIÇÕES DE MISTURAS POBRES COM DOPAGEM DE ACETILENO ASSOCIADA À OEC

Mariana Mendes Wilfinger¹; Alex Álisson Bandeira Santos²

¹ Graduando em Engenharia Mecânica; Iniciação científica – CNPQ; marianawilfinger@gmail.com

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; alex.santos@fieb.org.br

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo avaliar a movimentação fluidodinâmica do ar de combustão durante a queima confinada do gás de síntese. O estudo se baseia na premissa que o gás de síntese se apresenta como uma interessante alternativa às fontes não renováveis de geração de energia, apesar de apresentar níveis insuficientes de eficiência energética durante sua queima para aplicações práticas. Logo, empregam-se uma série de técnicas de combustão afim de elevar esses níveis, como a OEC (Oxygen Enhanced Combustion, ou combustão enriquecida com oxigênio), lean combustion (Combustão em condição de mistura pobre) e dopagem de acetileno. Como seguimento das etapas anteriores em que foram realizadas as análises teórica e experimental da combustão com essas técnicas, nesse momento é empregada a simulação em CFD do processo através do software Ansys CFX, buscando obter informações relevantes na busca pelo aumento da eficiência da queima do gás de síntese.

PALAVRAS-CHAVE: Gás de síntese, combustão, CFD.

1. INTRODUÇÃO

A eficiência energética de uma queima é um dos pontos fundamentais para a redução de gases estufas, emitidos dos processos de combustão industrial. Os queimadores industriais são, portanto, alguns dos principais equipamentos que devem ter a sua eficiência térmica aumentada a fim de diminuir o consumo de combustíveis, como também reduzir a emissão de gases poluentes e de efeito estufa. Inúmeras técnicas são usadas para tal, como queima estagiada, queimadores com injeção de ar com swirl, recirculação de gases, combustão em leito fluidizado etc.

Nesse sentido, se emprega o processo de combustão enriquecida por oxigênio (OEC), em que o ar de combustão é enriquecido por oxigênio, de forma que, segundo Baukal¹, traz resultados como o aumento de produtividade, eficiência térmica, menor volume de gases de exaustão, maior eficiência dos processos de transferência de calor e redução do consumo de combustível. Segundo Santos (2009)² uso desta técnica associada a queimadores pode trazer uma maior formação de fuligem em certas regiões da chama. Esse particulado é capaz de danificar equipamentos, além de ser prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente, no entanto, segundo Hwang³, a baixa produção de fuligem na queima resulta em uma redução na transferência de calor por radiação no queimador. A altas temperaturas esta é a principal forma de troca de calor, logo, na busca de maiores eficiências na combustão, é ideal que sua produção seja maximizada.

Outra técnica também utilizada é a combustão em condições de misturas pobres (lean combustion), que se propõe à redução de emissões bem como aumento da eficiência energética, conforme descrito em Dunn-Rankin⁴, devido às altas taxas de calor específico e baixas perdas de transferências de calor. Nela, a combustão é dada em condições de misturas combustível/oxidante com excesso do oxidante, sendo pobre em combustível. Com isso, a mistura entre combustível e oxidante é mais facilmente alcançada, como também menores temperaturas de chama são identificadas, e, por consequência, alguns poluentes importantes têm sua emissão diminuída, como o NO_x e CO.

Mundialmente, existe a necessidade de redução da dependência da utilização de combustíveis fósseis e fontes externas, buscando garantir a sustentabilidade. Com a necessidade da redução do impacto ambiental da combustão, surge então a gaseificação de biomassa, com a produção do syngas, o gás de síntese, alternativa atraente devido tanto à sua renovabilidade, quanto ao fato de apresentar uma combustão limpa. A sua combustão provoca baixa emissão, mas traz também uma baixa eficiência energética por conta da reduzida propensão à formação de fuligem e por consequência a baixa transferência de calor na chama por radiação térmica.

A combinação das técnicas da OEC e da LC, na queima do gás de síntese pode trazer benefícios para possíveis aplicações tecnológicas da queima do gás de síntese. A característica de baixas emissões da LC e da própria característica do syngas, associada à potencialização da eficiência energética por intermédio do aumento da formação de fuligem no início da chama, e por consequência da radiação térmica, traz boas possibilidades do uso conjunto das técnicas na combustão do gás de síntese. Com isso poderá ser identificado se o uso da OEC associada à LC traz benefícios na eficiência energética e na redução de emissões na queima do syngas.

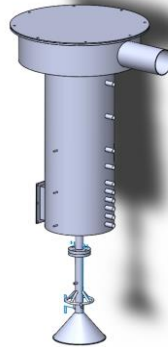
2. METODOLOGIA

2.1 Definição da geometria

Para realização da simulação fluidodinâmica em CFD, o queimador a ser analisado foi dividido em duas seções: Seção inferior (região de entrada de ar e combustível) e seção superior (região de queima). A geometria foi definida com base nas medidas de projeto da câmara, mantendo em vista a presença do refratário utilizado para manutenção do isolamento térmico na câmara. Se fizeram necessários alguns ajustes no modelo projetado, visando uma aproximação maior do queimador real localizado no laboratório.

Na Figura 1 a seguir, é possível verificar o projeto total do queimador, que foi utilizado como embasamento para a construção da geometria inserida no CFX.

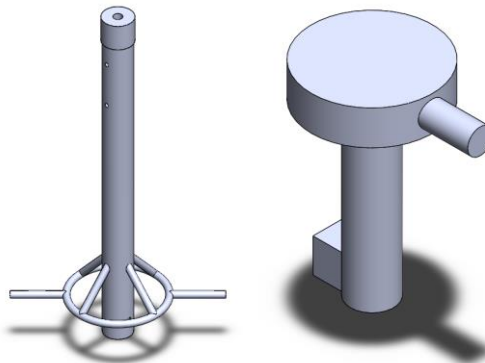
Figura 1: Modelagem de projeto do queimador



Fonte: Própria

A Figura 2 abaixo evidencia as geometrias das seções inferior e superior do queimador, contemplando as entradas de ar e combustível na câmara, e a região onde ocorre a combustão.

Figura 2: Geometria das seções inferior e superior do queimador



Fonte: Própria

2.2 Condições de contorno

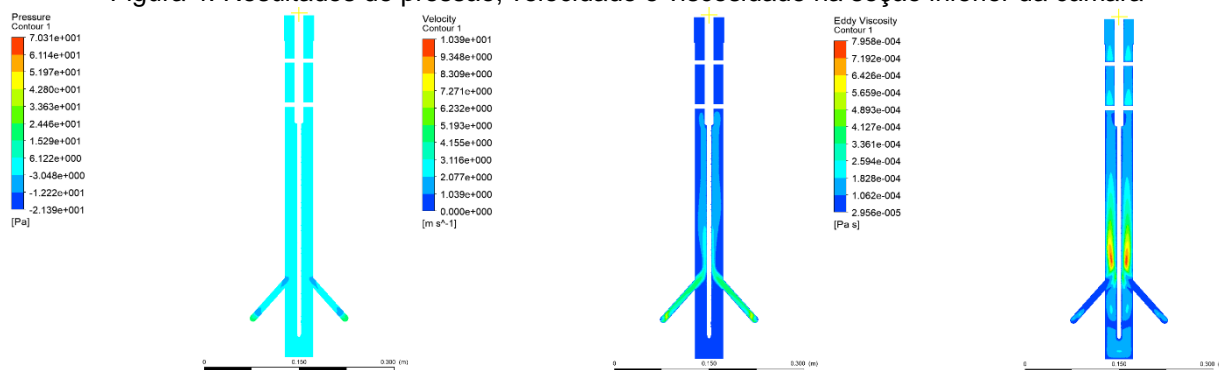
As condições de contorno empregadas foram definidas com base nos experimentos realizados previamente na primeira etapa dessa pesquisa. Nesse momento, a simulação considera apenas o fluxo de ar, desconsiderando o combustível em um primeiro momento. Dessa forma, Na seção inferior do queimador, a vazão de ar na entrada foi definida como 1,81015 g/s, enquanto na saída a condição de controle definida foi de pressão relativa igual a zero.

Já na seção superior, na entrada, foram importados os dados de velocidade da saída da seção inferior (que alimenta a região de queima diretamente), e, de forma simular à inferior, a condição de pressão relativa na saída foi definida como igual a zero.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

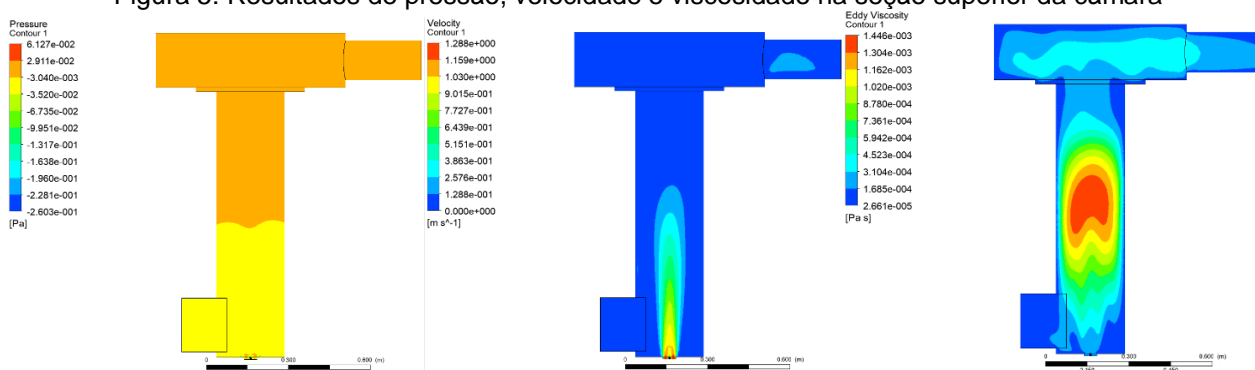
Com a metodologia proposta, foi possível realizar a simulação através do Ansys CFX e obter os resultados de velocidade, pressão e viscosidade, ao longo do perfil de deslocamento do ar em cada seção. Esses resultados podem ser visualizados nas Figuras 1 e 2 a seguir, e devem, futuramente, ser confrontados aos resultados obtidos com a simulação de combustão, dessa vez levando em consideração a entrada de combustível na câmara.

Figura 4: Resultados de pressão, velocidade e viscosidade na seção inferior da câmara



Fonte: Própria

Figura 5: Resultados de pressão, velocidade e viscosidade na seção superior da câmara



Fonte: Própria

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das simulações apresentadas, foi possível estabelecer uma compreensão acerca da combustão do gás de síntese no queimador empregado, dadas as condições propostas. Os valores de pressão, temperatura e viscosidade permitiram uma compreensão acerca da movimentação fluidodinâmica na câmara de combustão e zonas periféricas, sem atuação da queima dos gases. Dessa forma, espera-se que, posteriormente, os resultados obtidos através da simulação fluidodinâmica possam ser utilizados como embasamento tanto para uma simulação da combustão em si, quanto para uma avaliação entre os resultados obtidos experimentalmente e através da simulação.

Agradecimentos

Agradecimentos ao SENAI CIMATEC e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro e tecnológico no desenvolvimento da pesquisa.

5. REFERÊNCIAS

- BAUKAL JR., C.E. **Oxygen-Enhanced Combustion**. 1a ed. New York: CRC Press, 1998, 369p.
- SANTOS, A.A.B., GOLDSTEIN Jr., L., FERRARI, C.A.: **'An Experiment on the Effect of Oxygen Content and Air Velocity on Soot Formation in Acetylene Laminar Diffusion Flame Produced in a Burner with a Parallel Annular Coaxial Oxidizer Flow'**, International Communications in Heat and Mass Transfer, 2009, 36, 445-450.
- HWANG, S.S., GORE, J.P. **Combustion and Radiation Characteristics of Oxygen-Enhanced Inverse Diffusion Flame**. KSME International Journal 2002, 1156-1165.
- DUNN-RANKIN, D. **Lean Combustion – Technology and Control**. 1a ed. New York: Academic Press, 2008, 261p.