

## **Avaliação da influência da correlação da OEC - *Oxygen-Enhanced Combustion* e excitação acústica na combustão de gás natural.**

Astério B. R. Pereira (Mestrando- GETEC), asteriopereira@yahoo.com

Alex A. B. Santos (Orientador - GETEC), alex.santos@cimatec.fieb.org.br  
Faculdade SENAI CIMATEC

Palavras Chave: *Combustão pulsante, OEC - Oxygen-Enhanced Combustion, Redução na emissão de poluentes*

### **Introdução**

A eficiência energética é um dos pontos fundamentais para a redução de gases estufas, emitidos dos processos de combustão industrial. Os queimadores industriais são, portanto, um 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. Todavia, nem sempre a eficiência energética conseguida é suficiente para diminuir o consumo de combustíveis necessários para a realidade atual.

Há pouco mais de uma década, surgiu o processo de combustão enriquecida por oxigênio (OEC), em que o ar de combustão é enriquecido por oxigênio, sendo que, segundo Baukal (1998), traz resultados interessantes, 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. Esta é uma técnica já difundida em processos que trabalham com altas temperaturas como siderurgias, cerâmicas e em incineradores de resíduos, todavia sem registros de utilização em plantas termoelétricas e na indústria de petróleo e gás.

O uso desta técnica associada à queimadores pode trazer uma maior formação de fuligem em certas regiões da chama (Santos, Goldstain e Ferrari, 2009) e, sendo a fuligem um meio participante importante na radiação térmica, pode com a sua interação devidamente controlada com a OEC, trazer o aumento de eficiência térmica nos queimadores, aumentando a transferência de calor das chamas para as superfícies de aquecimento através da radiação térmica.

Combustão pulsante pode ser definida como o processo de queima onde temperatura, pressão ou outras variáveis de estado variam com o tempo (Zinn,1986). Ela tem se mostrado uma interessante ferramenta na geração de energia, pois oferece

Seminário Anual de Pesquisa - 2016

algumas vantagens sobre o processo de combustão convencional devido a uma maior taxa de mistura entre o combustível e o oxidante, aumentando a turbulência na região de chama, o que gera uma queima mais eficiente e, conseqüentemente, uma redução na quantidade de combustível utilizada. Ocorre ainda diminuição nas emissões de poluentes gasosos de oxidação parcial e particulados, aumenta a transferência de calor no combustor e há necessidade de um menor investimento de capital para esse processo, se comparado aos processos convencionais (Carvalho et al.,1987).

Carvalho (1983) e Carvalho et al. (1987) compararam as diferenças entre a combustão pulsante e a não pulsante na queima de carvão em um combustor tipo tubo de Rijke e concluíram que as pulsações aumentam não só a taxa de reação entre combustível e oxidante, como também a transferência de calor dos gases quentes para a parede do combustor; ainda verificou-se uma baixa emissão de particulados.

Não há registros de trabalhos que acoplem a excitação acústica de chamas e sua influência associada à combustão de gases acoplada a utilização da OEC. A melhoria proporcionada da utilização do enriquecimento do oxigênio na combustão, como também os efeitos benéficos da combustão gerados com a acústica na redução da emissão permitem inferir que a correlação dessas metodologias possa trazer benefícios à combustão de gases.

O trabalho se propõe a avaliar a correlação da OEC, da combustão de gás natural e da excitação acústica e sua influência no aumento da transferência de calor na combustão por radiação térmica, como também na emissão de poluentes como NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO.

Será projetado e fabricado um queimador com dispositivo de excitação acústica e enriquecimento de oxigênio para realização da análise experimental.

### **Resultados e Discussão**

A figura 1 apresenta o desenho em CAD do queimador a ser construído. O queimador é do tipo coaxial, onde o fluxo de combustível está na parte

central e o de oxidante passa anular a ele. O dispositivo experimental possui também uma câmara de combustão cilíndrica com tomadas onde serão instalados sensores de temperatura, pressão sonora e um radiômetro para medição de radiação térmica da chama. Na chaminé serão coletados os gases de exaustão pra medição da concentração de poluentes.

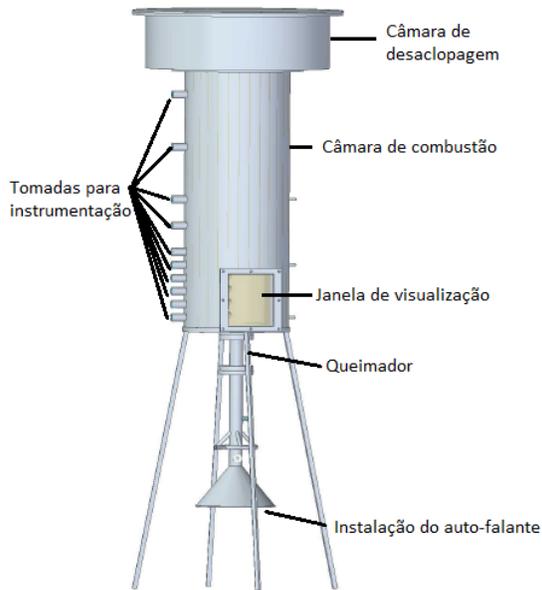


Figura 1. Queimador de gás natural.

O experimento a ser realizado visa verificar se, combinando características da combustão enriquecida com oxigênio com a da combustão excitada com ondas sonoras, é possível obter os efeitos benéficos das duas técnicas na radiação térmica e concentração de CO e NOx nos gases de exaustão, ou seja, verificar se o uso das duas técnicas combinadas pode trazer ganhos que não são possíveis obter-se com o uso das técnicas isoladamente.

Para realização do experimento serão considerados três fatores controlados de entrada: frequência sonora, grau de enriquecimento do oxidante e o fator de equivalência ar/combustível. Sendo que a “frequência sonora” é uma característica específica da técnica de combustão excitada com ondas sonoras, o “grau de enriquecimento do oxidante” um fator característico da técnica de combustão enriquecida com oxigênio (OEC) e o “fator de equivalência ar/combustível” é uma variável comum no estudo do fenômeno de combustão que dá uma referencia do excesso de ar envolvido na queima.

Serão considerados fixos os seguintes fatores: equipamento, composição química do combustível,

temperatura de entrada dos gases, lotes de matéria prima.

As respostas a serem analisadas são: radiação térmica, concentração de CO e concentração de NOx.

Como resultados esperamos identificar quais fatores e combinação deles tem maior interferência em cada variável resposta do processo, bem como, obter um modelo de equação que represente com confiança o fenômeno em estudo e através de uma análise física do fenômeno e dos resultados obtidos concluir se teremos ganhos em combinar as duas técnicas de combustão em questão.

## Conclusões

O projeto está na fase de aquisição da instrumentação e materiais para fabricação da bancada experimental, a fabricação será realizada pela fábrica de kits didáticos do Senai.

## Referências

BAUKAL, Jr., C.E. Oxygen-Enhanced Combustion. 1a ed. New York: CRC Press, 1998, 369.

CARVALHO Jr., J.A. Investigation of the characteristics of a coal burning Rijke type pulsating combustor. Atlanta, GA. Thesis (Doctoral Thesis in Science) – Georgia Institute of Technology, 1983.

CARVALHO Jr., J.A.; MILLE R, N.; DANIEL B.R.; ZINN B.T. Combustion characteristics of unpulverized coal under pulsating and non pulsating conditions. Fuel, v. 66, n. 1, p. 4-8, 1987.

SANTOS, A.A.B., GOLDSTEIN, Jr., L. e 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.

ZINN, B.T. Pulsating combustion . In: Weinberg, F.J., ed. Advanced combustion methods. London: Academic Press, 1986. p. 113-181.