

# ESTUDO DA PRODUÇÃO DE FULIGEM EM CHAMA LAMINAR DE GÁS NATURAL COM DILUIÇÕES DE $CO_2$ E $N_2$

Aluno: <sup>1</sup>Thiago Gardin Fernandes  
Orientador: <sup>2</sup>Professor Dr. Fernando Marcelo Pereira

## OBJETIVO

O gás natural proveniente da camada pré-sal brasileira apresenta altas concentrações de gases inertes na sua composição. Assim, é de interesse fundamental da indústria petrolífera caracterizar as chamas produzidas a partir deste combustível. O objetivo deste trabalho, então, é avaliar a formação de fuligem em chamas laminares de gás natural não pré-misturadas e com diferentes diluições de gases inertes.

## METODOLOGIA

A quantidade de fuligem produzida pela queima de gás natural foi avaliada através da técnica LII (Laser-Induced Incandescence), a qual proporciona resultados qualitativos da fração de volume de fuligem com alta resolução espacial. Esta técnica envolve o aquecimento das partículas até cerca de 4000 K, utilizando um pulso de laser de alta potência (Nd:YAG) durante alguns nano segundos, incandescendo a partícula. É obtida uma imagem bidimensional da intensidade de incandescência, a qual é proporcional à quantidade de fuligem produzida. Uma esquematização do sistema de medição e parâmetros usados são mostrados na figura 1.

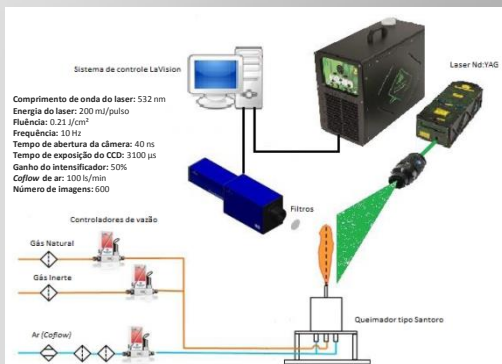


Figura 1. Sistema de montagem do experimento LII

Os resultados da quantidade de incandescência são resolvidos para diferentes casos de diluição. Nos experimentos realizados até então, foram utilizados os gases inertes  $CO_2$  e  $N_2$  para diluir as chamas de gás natural em um queimador do tipo Santoro, mantendo-se a potência da chama, com vazão de GN de 0,5 l/min, e variando-se a diluição de  $CO_2$  e  $N_2$  de 0 a 30% e 0 a 40% em volume, respectivamente, variando em 10%.

## RESULTADOS

A técnica LII detectou a produção de fuligem para diluições de até 30% de dióxido de carbono, embora ainda fosse observado a presença de fuligem para 50% de diluição do inerte, observado pela coloração amarela da chama. As diluições com nitrogênio proporcionaram a detecção de fuligem em condições de até 40%. Abaixo estão apresentados os resultados obtidos no experimento realizado. A figura 2 mostra as imagens captadas por uma câmera fotográfica de alta resolução (parte superior) comparadas a imagens de incandescência capturadas pela câmera intensificadora (parte inferior). Já a figura 3 mostra os respectivos gráficos de intensidade de sinal de LII para cada diluição de gás inerte, para alturas entre 40 e 90 mm desde a base do bico do queimador, em intervalos de 10mm.

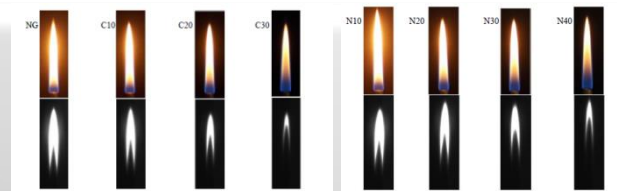


Figura 2. Imagens fotográficas (superiores) e de sinal LII (inferiores) das chamas para diferentes diluições de  $CO_2$  e  $N_2$

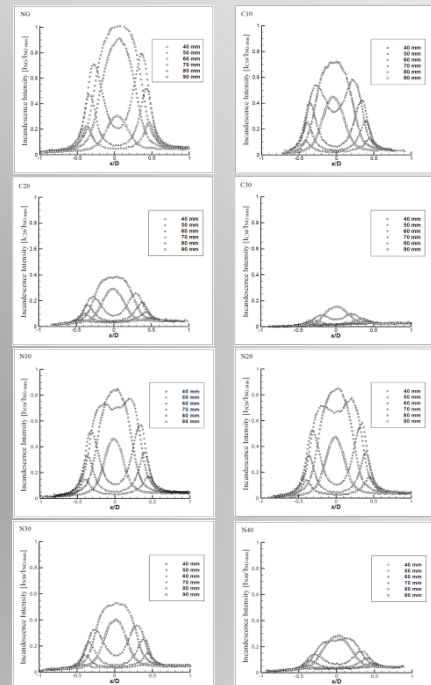


Figura 3. Gráficos da intensidade do sinal de incandescência (LII) das partículas de fuligem

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram que para várias regiões da chama, observou-se que tanto a adição de gás nitrogênio como dióxido de carbono provocaram uma redução significativa na formação de fuligem, sendo que a adição deste último resultou numa redução mais acentuada. Essa redução da formação de fuligem é devido à redução na concentração do combustível e também devido a redução da temperatura da chama. Nota-se uma diferença entre os dados na parte da esquerda e da direita do gráfico, devido a não retirada da imagem de "background" da amostra de imagens. Outra consideração a ser feita para validação dos resultados é de que a utilização de laser com comprimento de onda de 532 nm causa fluorescência de outras espécies químicas durante a formação da fuligem, ao contrário do laser com  $\lambda = 1064$  nm.

<sup>1</sup>Thiago Gardin Fernandes: Aluno de graduação do Curso de Engenharia Mecânica, vinculado ao Depto. de Engenharia Mecânica da Universidade Federal Do Rio Grande do Sul, e bolsista de iniciação científica do Laboratório de Combustão da UFRGS.

<sup>2</sup>Professor Dr. Fernando Marcelo Pereira: Professor adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e responsável pelo Laboratório de Combustão da UFRGS.