

CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DE CHAMAS NÃO PRÉ-MISTURADAS DE GÁS NATURAL COM DILUIÇÃO DE CO₂ E COM INTERAÇÃO DE ESCOAMENTO TRANSVERSAL DE AR

Bolsista: Tiago Bortoluzzi de Oliveira – tiago.bortoluzzi@hotmail.com
Orientador: Prof. Dr. Fernando M. Pereira – fernando@mecanica.ufrgs.br

INTRODUÇÃO

Chamas com a interação de um escoamento transversal de ar representam um desafio que tem atraído tanto a indústria petroquímica quanto estudos acadêmicos. Além disso, chamas criadas pela mistura de combustível e gases inertes são muito comuns nestas áreas, sendo importante entender suas estruturas geométricas. O projeto de flares utilizados na queima de combustível em plataformas de extração de petróleo, por exemplo, depende de tais conhecimentos.

No presente trabalho, experimentos foram realizados a fim de analisar a influência do escoamento transversal de ar e da diluição de CO₂ em chamas não pré-misturadas de gás natural.

METODOLOGIA

A fim de obter e analisar os parâmetros geométricos das chamas, foi construída uma bancada experimental, esquematizada na figura 1, composta por uma câmera filmadora, um queimador simples, controladores de vazão e um soprador de vento de velocidade uniforme, este, por sua vez, constituído de um ventilador axial acoplado em um túnel aerodinâmico divergente, cujas dimensões de saída são de 1m x 1m. Os testes foram realizados com combinações de diferentes diluições de CO₂ e diferentes vazões de mistura de combustível, resultando em um total de 56 testes. A velocidade do vento foi a mesma para todos os experimentos, sendo igual a 1 m/s. A partir do vídeo de cada chama, foram extraídas 500 imagens, as quais foram processadas por um código criado em MATLAB. Este programa determina as características geométricas da chama de forma estatística com base nas imagens. Os parâmetros de interesse são o comprimento, o levantamento (separação entre o bocal do queimador e a base da chama) e o ângulo de inclinação da chama (α), como mostrado na figura 2, juntamente com um mapa estatístico da posição de uma das chamas.

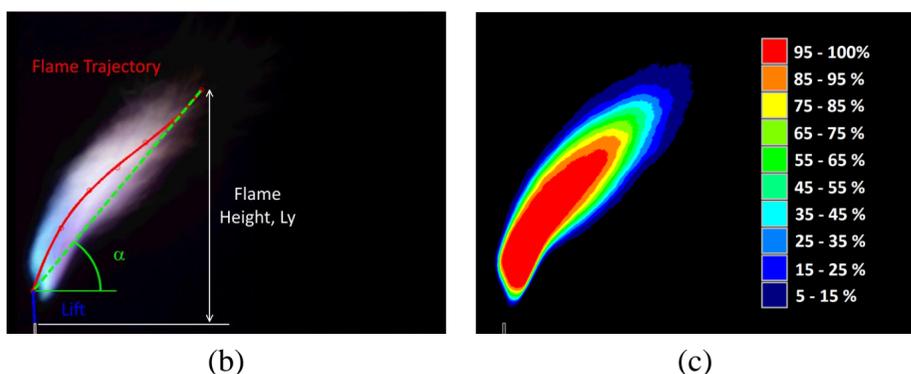
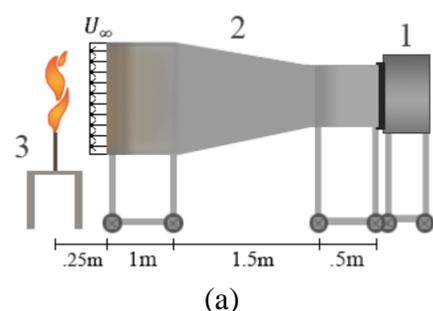


Figura 1: (a) Bancada experimental, (b) Parâmetros analisados e (c) Mapa estatístico da posição da chama.

RESULTADOS

É possível observar pela figura 2 que o comprimento, o levantamento e o ângulo de inclinação da chama crescem com o aumento da vazão da mistura de combustível. Além disso, pode-se notar que, com o aumento da diluição, a chama torna-se mais azulada e a fuligem (parte amarela) diminui. Isso ocorre, pois, na parte

azulada, há uma maior quantidade de moléculas de O₂ introduzidas na chama pelo escoamento de ar e, na parte amarela, as moléculas de oxigênio estão sendo arrastadas para longe da chama, diminuindo a mistura com o combustível.

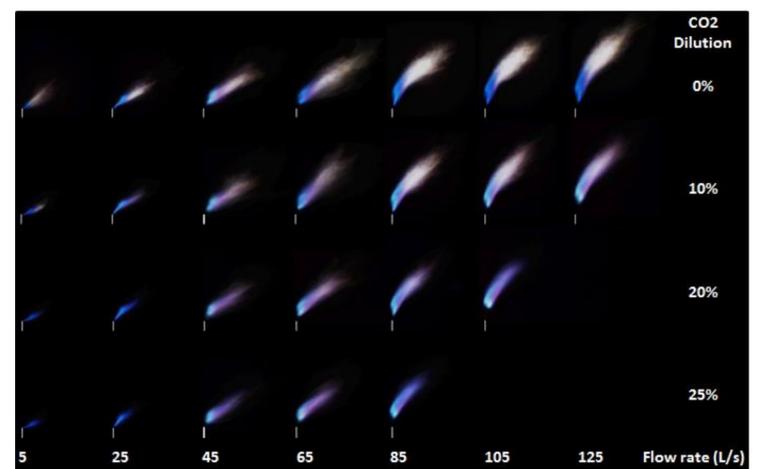


Figura 2: Evolução da chama com o aumento da vazão da mistura para as quatro diferentes diluições de CO₂.

Os resultados estão exibidos em função de R, que é a razão entre a quantidade de movimento do fluxo de combustível e do fluxo cruzado de ar, representando uma combinação dos efeitos de ambos escoamentos.

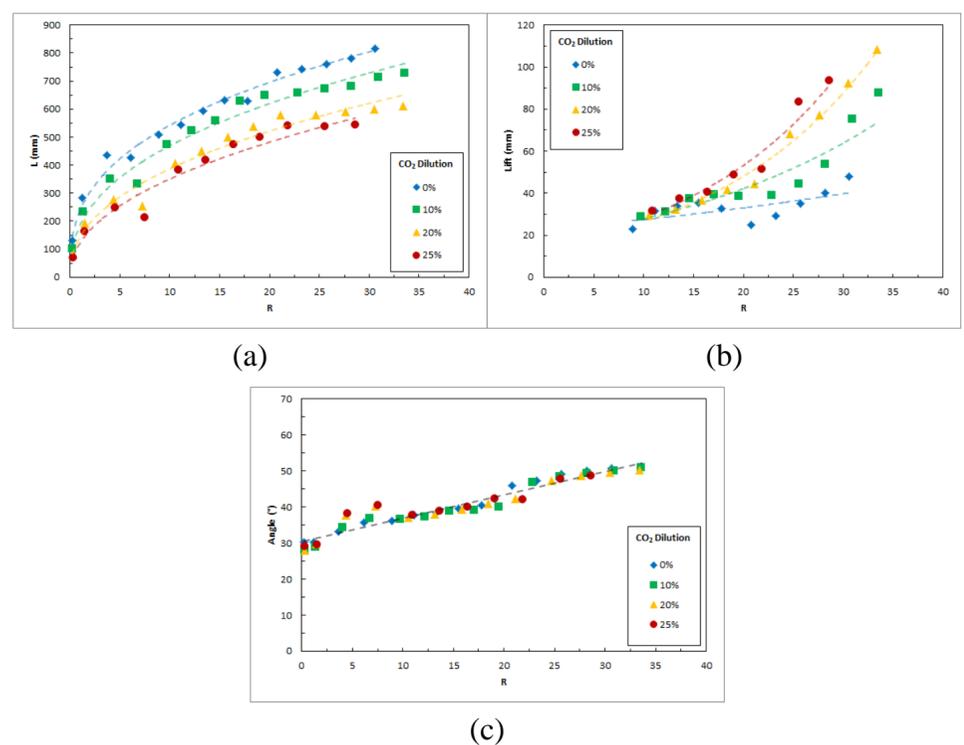


Figura 3: Parâmetros geométricos da chama pela razão de quantidades de movimento R: (a) comprimento, (b) levantamento e (c) ângulo de inclinação.

Dentro do intervalo de R estudado, é possível estimar as propriedades geométricas da chama através das correlações desenvolvidas:

$$\begin{aligned} \text{Comprimento [mm]} &= (235.47 - 4.60C)R^{(0.36+0.0038C)} \\ \text{Levantamento [mm]} &= (22.20 - 0.33C)e^{[(0.0207+0.0018C)R]} \\ \alpha \text{ [graus]} &= 0.64R + 30.46 \end{aligned}$$

Onde C é a diluição de CO₂, em porcentagem da vazão total de mistura.

Agradecimentos: