

ANÁLISE DAS EMISSÕES DE COMPOSTOS CARBONÍLICOS EM QUEIMADOR INDUSTRIAL COM APLICAÇÃO DE TÉCNICA OEC

Katheelin Rios Santa Rosa¹; Paulo Roberto Freitas Neves²; Eliete Costa Alves²; Alex Álisson Bandeira Santos²; Lilian Lefol Nani Guarieiro²

¹ Graduanda em Engenharia Automotiva; Iniciação científica – CNPq; katheelinriosr@gmail.com

² Doutora em Química; Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; lilian.guarieiro@fieb.org

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise das emissões de compostos carbonílicos (CC), no processo de combustão de queimadores industriais a fim de verificar a eficiência do enriquecimento da mistura de combustão com oxigênio, (OEC - *Oxygen Enhanced Combustion*). Foi elaborado após a câmara de desacoplagem do queimador um esquema contendo solução ácida de 2,4-dinitrofenilhidrazina (2,4 DNPH) para a amostragem, e a análise das mesmas foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Os resultados demonstram que as concentrações de CC se mantêm iguais ou maiores com a técnica OEC para quase 80% dos compostos.

PALAVRAS-CHAVE: compostos carbonílicos; queimadores industriais; OEC.

1. INTRODUÇÃO

O consumo excessivo de combustíveis fósseis na atualidade é proveniente do crescimento industrial e da demanda com o crescimento populacional. Dessa forma, há também aumento na emissão de poluentes nocivos à saúde humana na atmosfera. Poluentes como o monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos carbonílicos (CC).⁷ Assim, o queimador industrial, equipamento que será utilizado esse trabalho, tem como função fornecer energia da queima de combustível, convertendo energia química em energia térmica, emitindo a menor quantidade de poluentes possíveis.

O aumento da eficiência energética de um queimador industrial promove a redução do consumo de combustível, além de diminuir as emissões de poluentes para a atmosfera que, conseqüentemente, pode reduzir os problemas referentes ao efeito estufa. Isso ocorre devido ao desenvolvimento da técnica de OEC (Oxygen Enhanced Combustion) a qual consiste no enriquecimento de oxigênio nos gases de combustão. Em queimadores a aplicação do método traz uma maior formação de fuligem, aumentando a eficiência térmica da queima e a transferência de calor das chamas para superfícies de aquecimento por radiação térmica.⁷

Existente desde final da década de 90, a OEC consiste em aumentar a concentração de O₂ à mistura da queima, dessa forma diminui o volume dos gases de exaustão e conseqüentemente os poluentes emitidos, sem perder a eficiência do processo.⁴ A técnica de combustão enriquecida com oxigênio aumenta a produtividade e a eficiência térmica, diminuindo o volume dos gases de exaustão, e reduzindo a emissão de poluentes, visto que há maior eficiência dos processos de transferência de calor e redução do consumo de combustível.²

Os compostos carbonílicos por sua vez, aldeídos e cetonas afetam a química atmosférica, pois o aumento da concentração desses compostos, devido a reatividade dos mesmos, diminui o período de geração de “smog” fotoquímico, além disso, aumenta a concentração de ozônio na troposfera, que é indesejável. Os compostos carbonílicos também são importantes precursores dos ácidos orgânicos atmosféricos, contribuindo assim para a chuva ácida e acidificação de lagos. Assim, os CC afetam o ar atmosférico de forma direta ou indireta com suas transformações químicas.⁶

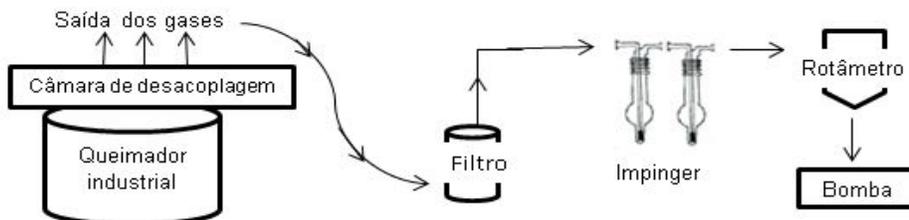
Por isso neste trabalho será analisada a emissão de CC com e sem o enriquecimento de oxigênio a fim de validar a técnica para emissão desses compostos.

2. METODOLOGIA

O queimador experimental com sistema de atuação sonora através de uma fonte externa (alto-falante), que foi projetado com sistema de enriquecimento de O₂ na corrente do ar de combustão está

apresentado na Figura 1. A câmara de combustão apresenta uma configuração cilíndrica e foi fabricada em aço inox 304 e revestida internamente com concreto refratário. No topo da câmara de combustão existe uma câmara de desacoplagem onde foram coletados os gases da combustão para análise sem que o ar externo penetre no combustor através de sua saída, e sem que haja alterações nas características acústicas da câmara de combustão, que simula um tubo aberto para a atmosfera. A excitação sonora foi realizada através de um alto-falante instalado estrategicamente na parte inferior do dispositivo experimental.

Figura 1. Esquema de coleta de CC



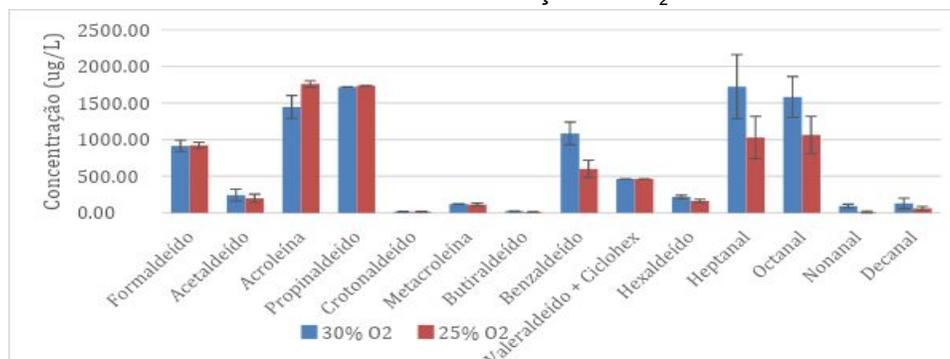
A coleta de compostos carbonílicos foi realizada utilizando frascos borbulhadores do tipo impinger em série contendo a solução derivatizante de 2,4-dinitrofenilhidrazina (2,4 DNPH). Foi preparada uma solução de 2,4 DNPH com concentração de 75 mgL⁻¹. Foram adicionados 25 mL da solução com 1 mL de Ácido fosfórico 1N em cada impinger. O tempo de coleta foi de 5 minutos para cada replicata, sob a vazão controlada por um rotâmetro de 2 L'Min⁻¹ e temperatura do banho de gelo menor que 6°C, cada experimento foi realizado em triplicata para garantir a confiabilidade dos dados. As condições de coleta foram baseadas na norma NBR 12026.⁸

Foi utilizado a mistura padrão de 16 CC com concentração de 120 µgL⁻¹ para desenvolvimento do método de quantificação dos CC. Foi utilizada como fase móvel (fluxo de 1,5 mL min⁻¹) uma mistura de água (solvente A) e acetonitrila (solvente B). O gradiente da fase móvel foi de 0 a 5 min (72% B); 5 a 10 min (72-100% B); 17 a 23 min (100-72% B); 23-25 min (72%), com tempo total de corrida de 25 minutos. O volume injetado foi de 10 µL e comprimento de onda de 360 nm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

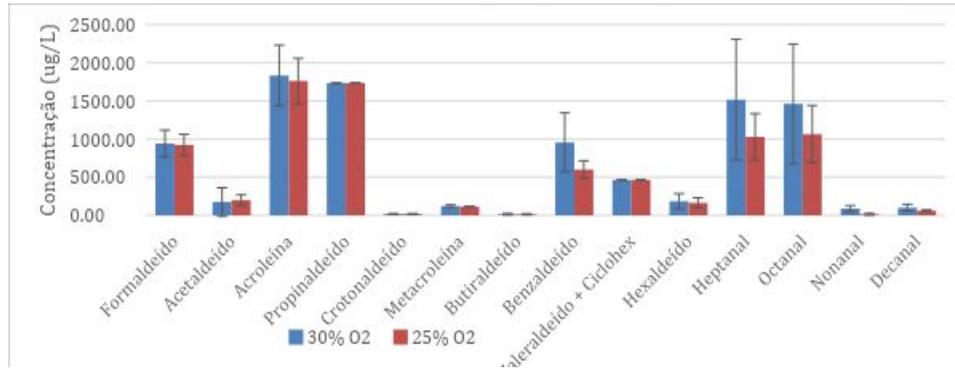
A Figura 2 apresenta os resultados da mistura de gases com relação de equivalência 1 em duas condições, com 25% de O₂ e com 30% de O₂, na com a segunda condição foi aplicada técnica de OEC. Dessa forma, foi obtido seguintes compostos carbonílicos: formaldeído, acetaldeído, acroleína, propinaldeído, crotonaldeído, metacroleína, butiraldeído, bezaldeído, valeraldeído, hexaldeído, heptanal, octanal, nonanal, decanal. Assim, nota-se na Figura 2, que na segunda condição a acroleína teve redução significativa com o método OEC em comparação com os demais CC, os quais tiveram uma relação igual ou maior com o enriquecimento de O₂. Observa-se também que as maiores concentrações foram para: formaldeído, acroleína, propinaldeído, heptanal e octanal.

Figura 2. Concentração média CC, com relação de equivalência 1,0 para mistura gases com diferentes concentrações de O₂.



Já a Figura 3, que apresenta resultados para condição de equivalência 0,7 da mistura, observa-se que não há valores com reduções significativas com a aplicação de OEC. Da mesma forma, as concentrações se mantêm similares ou maiores para misturas com aplicação da técnica OEC. Os maiores valores de emissão foram o formaldeído, a acroleína e o propionaldeído, por fim heptanal e octanal, assim como apresentado na Figura 3.

Figura 3. Concentração média CC, com relação de equivalência 0,7 para mistura gases com diferentes concentrações de O₂.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho analisou a influência que o enriquecimento de oxigênio no processo de combustão de queimadores industriais tem com a concentração dos compostos carbonílicos emitidos na atmosfera. A amplitude do estudo para o enriquecimento de O₂ foi de 25% e 30%, além das relações de equivalência que foram 0,7 e 1,0. Ambas as condições apresentaram uma taxa de emissão maior para os mesmos compostos carbonílicos. Assim as concentrações se mantêm similares ou maiores para misturas com aplicação da técnica OEC o que difere de estudos anteriores, os quais apresentam reduções significativas na taxa de emissão.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ SANTOS, Alex A. B. et al. 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*. v. 36. p. 445-450, 2009.
- ² BAUKAL JR. C. E. *Oxygen-Enhanced Combustion*. Nova Iorque: CRC Press, 1998.
- ³ SANTOS, Alex A. B. et al. Avaliação das Taxas de Emissão de Formaldeído e Acetaldeído em Chamas de Gás Natural Confinado com OEC. *Revista Virtual de Química*. v.8. p. 1181-1191, 2016.
- ⁴ PEREIRA, A. R. B.; SANTOS, A. A. B.; DE MATTOS FILHO, M. C. L. Desenvolvimento de protótipo experimental para o estudo da correlação da OEC e excitação acústica em chamas confinadas de gás natural. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 9., 2016, Ceará.
- ⁵ CAVALCANTE, Júlia Bahia Hufganel *et al.* Experimental evaluation of CO, NO_x, formaldehyde and acetaldehyde emission rates in a combustion chamber with OEC under acoustic excitation. *Energy Reports*, [S. l.], 16 abr. 2020.
- ⁶ Committee on Aldehyde, National Research Council; *Formaldehyde and Other Aldehydes*, National Academy Press: Washington, DC, p. 340, 1981.
- ⁷ PEREIRA, Astério Ricardo Barros *et al.* AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA CORRELAÇÃO DA COMBUSTÃO ENRIQUECIDA COM O₂ E EXCITAÇÃO ACÚSTICA EM CHAMAS DE GÁS NATURAL. Repositório de Produção Científica e Intelectual SENAI CIMATEC, [s. l.], 30 maio 2017.
- ⁸ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12026: Veículos rodoviários automotores leves - Determinação da emissão de aldeídos e cetonas contidos no gás de escapamento, por cromatografia líquida - Método DNPH. Rio de Janeiro. 2016;

Declaração

Eu, **LILIAN LEFOL NANI GUARIEIRO**, orientador(a) de KATHEELIN RIOS SANTA ROSA, declaro ter realizado a análise e revisão do resumo expandido tendo como título: “**Análise das emissões de compostos carbonílicos em queimador industrial com aplicação da técnica OEC**”.

Por ser verdade firmamos o presente.

Salvador, 17 de abril de 2020.



Lilian Lefol Nani Guarieiro
Professora Ajunto
SENAI CIMATEC

