



Desenvolvimento e Estudo de um Equipamento de Lavagem de Gases do Ciclo Otto em Ambientes Confinados

Alexandre Juisis Blanco¹, Karina Tamião de Campos Roseno^{1,2} e Aldo Ramos Santos²

¹**POLI-USP**- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Química
Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3 n° 380 - CEP 05508-010 - São Paulo – SP, Brasil

²**Unisanta** – Universidade Santa Cecília – Programa de Mestrado em Engenharia Mecânica -PPGEMec
Rua Oswaldo Cruz, 266- Santos-SP, Brasil

E-mail: alexandre.blanco@unisanta.br

Received January, 2015

Resumo: A inalação involuntária dos gases de escape, provenientes de motores de combustão interna causa diversos problemas respiratórios e podem, dependendo da toxicidade, levar a óbito. Este problema é ainda mais agravante nas oficinas mecânicas, pois estas realizam manutenções de veículos e a ventilação existente é insuficiente para remover os gases poluentes emitidos pelos escapamentos. Dentro deste contexto o presente trabalho teve por objetivo desenvolver um equipamento de simples construção e baixo custo que fosse capaz de captar e tratar os gases emitidos pelos escapamentos dos veículos que passam por manutenção nas oficinas. O equipamento projetado foi denominado de Dispositivo para Lavagem de Gases do Ciclo Otto (DLGO). O DLGO foi conectado ao escapamento do automóvel e então os gases emitidos após passarem por este foram analisados através de um aparelho PC-MULTIGAS da NAPRO Eletrônica, o qual detectava os produtos da combustão CO, CO₂, hidrocarbonetos (HCs) e O₂. A comparação das emissões dos gases pelo escapamentos dos veículos antes e após a instalação do DLGO mostraram uma redução de aproximadamente, 83% na emissão de HCs, 90% de CO e 95% de CO₂.

Palavras chave: Lavador de Gases, Sustentabilidade, Qualidade do Ar.

Study and Development of Gas Cleaning Equipment of the Otto Cycle to Confined Environments

Abstract: The involuntary inhalation of exhaust gases from internal combustion engines cause several respiratory problems and may, depending on the toxicity, lead to death. This problem is even more aggravating in mechanical workshops, as they perform vehicle maintenance and the existing ventilation is insufficient to remove gaseous pollutants emitted by tailpipes. Within this context, the present study aimed to develop a simple construction equipment and low cost that was capable of capturing and treating the gases emitted from exhausts of vehicles that pass by the maintenance workshops. The designed equipment was called Device for gas Cleaning of the Otto Cycle (DLGO, *Dispositivo para Lavagem de Gases do Ciclo Otto*), this was connected to the exhaust of a automobile and then the gases emitted after passing through were analyzed in a PC device Electronic NAPRO MULTIGAS, which detected combustion products CO, CO₂, hydrocarbons (HCs) and O₂. Comparison of gas emissions by exhausts of vehicles before and after the installing DLGO showed a reduction of approximately 83% the emission of HCs, 90% of CO and 95% of CO₂.

Keywords: Gas Washer, Sustainability, Air quality.

1. Introdução

A poluição é parte integrante da sociedade industrial sendo consequência da geração de energia útil pelo pro-

cesso de combustão. Além disso, os veículos que são propulsionados por motores de combustão interna contribuem para a contínua deterioração da qualidade do ar, especialmente nos grandes centros urbanos, segundo Roseno (2008).

A poluição atmosférica vem recebendo crescente atenção como problema de saúde pública, pois representa uma fonte de agentes que podem promover o *stress* oxidativo e danos ao DNA, levando a efeitos cancerígenos e mutagênicos. As vias aéreas superiores, incluindo a cavidade oral são as áreas mais expostas do sistema respiratório (NEGRI, 2009). Diversos receptores, além dos seres humanos são afetados pela poluição do ar, dentre eles animais, plantas, materiais naturais e sintéticos, ecossistemas aquáticos e, também, as propriedades atmosféricas como visibilidade, taxa de formação de neblina e de precipitação, radiação solar e temperatura (MELLO, *apud* ROSENO, 2008).

Num momento em que a preservação do meio ambiente é uma das questões mais discutidas globalmente e devido às facilidades e avanços que o advento dos motores de combustão interna têm proporcionado as pessoas de forma direta ou indiretamente, seja em veículos, motores estacionários, geradores e equipamentos, pouco se tem levado em consideração o momento da manutenção ou testes dos mesmos. A manutenção dos motores normalmente se dá em espaços sem renovação de ar ou com limitação de ventilação (espaços confinados) e isso pode causar entre outras coisas, envenenamento por alguns gases, dentre eles o monóxido de carbono (CO), um dos subprodutos da exaustão, que gerado através da reação química da combustão incompleta, pode se acumular rapidamente, mesmo em áreas que parecem ser bem ventiladas, sendo capaz de gerar concentrações perigosas a ponto de conduzir ao óbito, como alegam Caiazza *et al.* (2013). Para saturar o ar interno de um ambiente, não é necessário que uma infinda quantidade de motores esteja funcionando e expelindo gases, Brunetti (2012) afirma que apenas um motor em funcionamento já é o suficiente para gerar a quantidade necessária de gases capazes de induzir desde uma simples tontura, até o falecimento de uma pessoa em apenas uma hora inalando 1600 ppm de CO.

O presente trabalho teve por finalidade desenvolver um dispositivo simples, sustentável, portátil, que fosse capaz de reduzir os efeitos nocivos das emissões de veículos automotores geradas em espaços confinados, tendo como base de funcionamento, os lavadores de gases utilizados em larga escala nas indústrias.

O dispositivo construído foi testado em um veículo Ford Ka, modelo 1.0, ano 2004. Os gases emitidos pelo escapamento do veículo foram analisados antes e após a instalação do DLGO.

2. Material e Métodos

O protótipo construído teve seu projeto limitado a uma tubulação de entrada, onde foi conectado o escapamento

do veículo testado, o reservatório e leito de aborbulhamento simultaneamente onde os gases seriam lavados e o duto de descarga, para liberação das emissões.

Para confeccionar o pórtilco de entrada do DLGO foi utilizado um tubo de aço carbono SAE 1012 conformado a frio com costura, perfil de seção circular, fabricado de acordo com a norma NBR 8261, com 1500 mm de comprimento e diâmetro interno de 45 mm em um ângulo de aproximadamente 90°, (ângulo com melhor aporte para conferir maneabilidade do experimento). Para que não houvesse vazamentos de gás em sua emenda de conexão e nem tão pouco danos ao sistema de escapamento do veículo utilizado no teste, foi utilizada uma abraçadeira de união de tubos de escapamento, regulável de 60 mm pra fixação tubo do dispositivo no tubo de saída de descarga do veículo.

Para o reservatório/leito de aborbulhamento, recorreu-se á reutilização de um reservatório de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) de volume 50 litros, conhecido popularmente como “bombona”.

A medida de concentração dos gases foi realizada com um analisador de gases, com os seguintes dados técnicos: CO: 0-15%; CO₂: 0-20%; HCs: 0-20000 ppm hexano; O₂: 0-25%; NO_x (opcional): 0-5000 ppm, Lambda: 0-9.99 e AFR: 0-99.99.

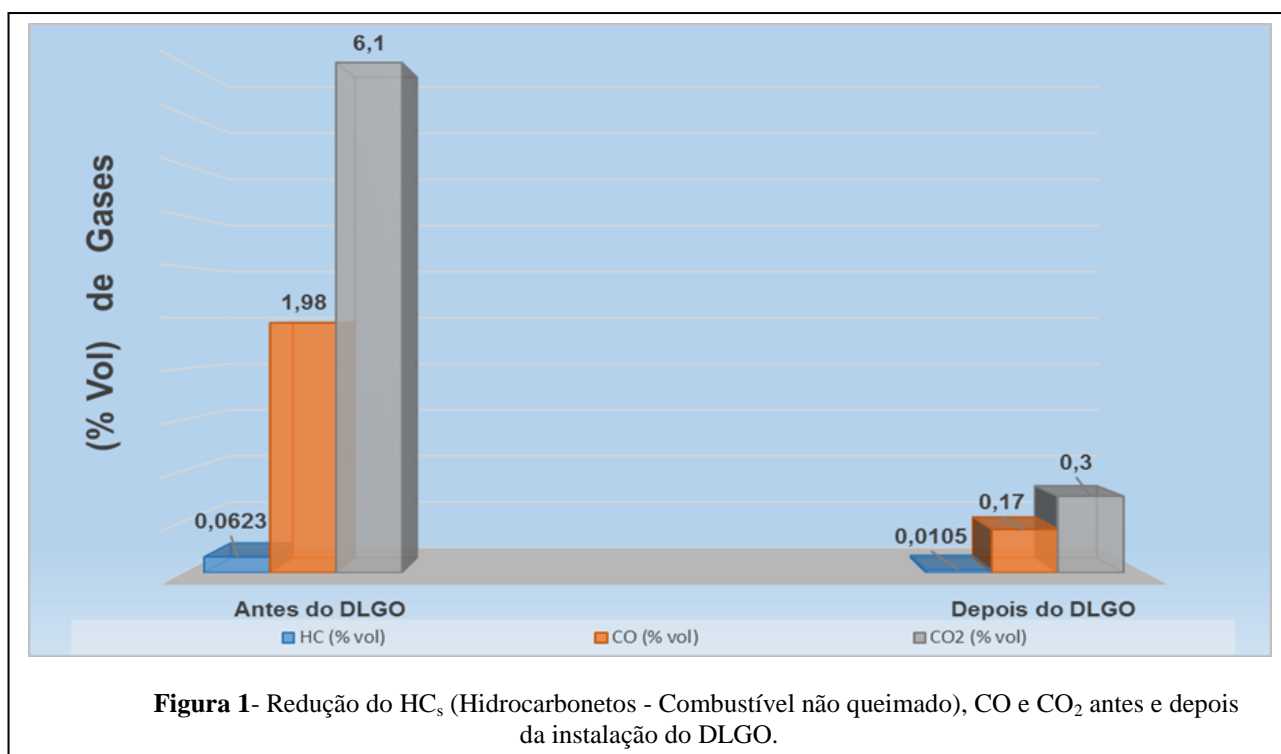
O analisador de gases utilizado está homologado pelo Inmetro, Portaria Inmetro n.º 155, de 12 de agosto de 2005. O equipamento também atende as normas internacionais OIML R99 CLASS I, ISO 3930 e ASM/BAR 97.

3. Resultados e Discussão

A análise dos resultados experimentais como mostrado na Figura 1, compara os valores das medições realizadas sem o dispositivo e com a instalação do mesmo no escapamento do veículo testado.

Os dados coletados antes da instalação do DLGO foram 0,0623 (% vol.) de HC, 1,98 (% vol.) de CO e 6,1 (% vol.) de CO₂, enquanto após conectar o dispositivo ao veículo os valores dos dados coletados foram reduzidos para 0,0105 (% vol.) de HC, 0,17 (% vol) de CO e 0,3 (% vol.) CO₂.

O teste, operando com água como fluido absorvente mostrou uma redução efetiva de 83,14% do índice de emissões de HC, 91,41% do índice de CO e 95,08% do índice de CO₂, comprovando empiricamente que com a passagem do gás que é gerado no motor da queima do combustível pelo dispositivo há uma redução significativa, mostrando a viabilidade e sustentabilidade do equipamento tanto em termos de impacto ambiental bem como a saúde ocupacional das pessoas que operam e realizam manutenções periódicas nos motores.



Com a utilização de equipamento apropriado para tal medição verificou-se que antes da implantação do dispositivo os dados coletados de funcionamento do motor em rotações próximas a 2500 rpm foram de: Tensão da bateria 11,6 volts, Temperatura do motor 96°C, Temperatura do ar 55°C, Avanço do motor -4,0°, Pressão do sistema de MAP 518Mbar e Pós Borbol 16,0 %. Já os dados coletados dos parâmetros de funcionamento do motor com o dispositivo em operação foram de: Tensão da bateria 12,0 volts, Temperatura do motor 99 °C, Temperatura do ar 54°C, Avanço do motor -3,0°, Pressão do sistema de MAP 518 Mbar e Pós Borbol 14,5%. Isto mostra que com a instalação do DLGO não houve alterações significativas na integridade operacional do motor bem como de seus componentes elétrico, de injeção.

4. Conclusões

Os dados experimentais dos parâmetros de funcionamento do motor, antes e depois da instalação do dispositivo não sofreram mudanças significativas, o que possibilita concluir que o dispositivo não causa danos a integridade operacional do motor bem como de seus componentes elétrico, de injeção eletrônica e ainda reduziu os índices de poluentes emitidos pelo escapamento para o meio ambiente. No entanto, as reduções dos poluentes após a passagem pelo dispositivo instalado necessitam de

um melhor esclarecimento e estudos voltados aos fenômenos envolvidos que ocasionaram tal diminuição, pois é de conhecimento que tanto o CO como o CO₂ não absorvem em água nas condições ambientais.

Referências

- BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos fluidos**. Ed. rev. São Paulo: Pearson – Prentice Hall, 2008.
- CAIAZZO, Fabio, *et al.* **Air pollution and early deaths in the United States**. Part I: Quantifying the impact of major sectors <<http://lae.mit.edu/wordpress2/wp-content/uploads/2013/08/US-air-pollution-paper.pdf>>. Acesso em: 12 Jun. 2014.
- NEGRI, Ariadini. **Estudo dos efeitos mutagênicos da poluição ambiental em trabalhadores de rua em São Paulo**. 2009. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- ROSENO, Karina Tamião de Campos. **Estudo dos catalisadores paládio/zircônia sulfatada e paládio/alumina sulfatada na redução do NOx com metano e etanol**. Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008.