

ESTUDO DA EMISSÃO DE GASES DE VEÍCULOS DO CICLO OTTO NO MUNICÍPIO DE LAJEADO/RS

Ronei Tiago Stein (*), Roberta Karinne Mocva Kurek, Marcelo Pozzagnolo

* Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, ronei.tiago@yahoo.com.br

RESUMO

Após a Revolução Industrial, a produção mundial de veículos foi impulsionada, adotando-se os combustíveis fósseis, como principal fonte de energia utilizada para colocar em circulação estes veículos. Porém, tal prática trouxe sérios problemas ao meio ambiente, devido à emissão de poluentes à atmosfera. No Brasil, a maior parcela de veículos em circulação se caracteriza por automóveis, veículos comerciais leves e motocicletas, sendo estes, equipados com motores do ciclo Otto, os maiores responsáveis pela emissão de poluentes. Tendo em vista a preocupação com a poluição atmosférica, este estudo objetivou avaliar o nível de concentração dos gases CO (monóxido de carbono) e HC (hidrocarbonetos) emitidos no tubo de escapamento de veículos equipados com motores do ciclo Otto, exceto motocicletas e semelhantes, no município de Lajeado/RS; e verificar se estão em conformidade com os limites de emissões estabelecidos pela Resolução CONAMA 418/2009. Este estudo foi desenvolvido em uma empresa de inspeção veicular, localizada neste município, onde durante 1 ano foram analisadas as quantidades dos gases supracitados de todos os veículos que passaram por alguma inspeção, com as características descritas. Para tal, seguiram-se todas as recomendações técnicas da Instrução Normativa do IBAMA nº6/2010, utilizando-se os equipamentos: software IGOR 2.1; analisador de gases infravermelho (TM132); tacômetro universal (TM525/2); controlador serial (TM616); sonda de tubo de escapamento e sensor de temperatura de óleo do motor. Os resultados demonstraram que dos 541 veículos do ciclo Otto analisados neste período, 348 veículos (64,3%), apresentaram nível de concentração dos gases avaliados em conformidade com a Resolução CONAMA 418/2009 (que estabelece os limites, em função do ano de fabricação do veículo, para o $CO_{\text{corrigido}}$ e $HC_{\text{corrigido}}$). Os veículos fabricados entre os anos de 1979 e 1991 foram os que apresentaram o maior percentual de reprovações, o que pode ser explicado devido o surgimento da Resolução CONAMA nº18/86, que entrou em vigor em 1992, aumentando a restrição de emissão de gases veicular junto às montadoras e a obrigatoriedade da mistura de etanol no combustível. Concluiu-se que o avanço tecnológico contribuiu positivamente para a redução de emissões atmosféricas pelos veículos, mas é preciso ter uma fiscalização mais eficiente na frota brasileira pelos Órgãos Públicos, bem como incentivar combustíveis alternativos que diminuam ou minimizem tais impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Emissão atmosférica, gases veiculares, veículos ciclo Otto, Lajeado/RS.

INTRODUÇÃO

Após a Revolução Industrial, os combustíveis fósseis se tornaram a principal fonte de energia, porém estes ocasionam diversos problemas ambientais, sobretudo, relacionado à poluição atmosférica impactando na qualidade de vida da população. A Resolução CONAMA 003/90, conceitua poluente atmosférico como qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características que estejam em desacordo com os níveis estabelecidos.

O tráfego veicular é o maior contribuinte da poluição atmosférica nos grandes centros urbanos, cuja frota segue em ascensão. Conforme o DENATRAM (2014) a frota total do Brasil compreende 86.700.490 veículos, dos quais 7,20% encontram-se no estado do Rio Grande do Sul. Do total de veículos no país, aproximadamente 85% corresponde aos veículos leves (automóveis, motocicletas, motonetas e camionetas).

Os veículos utilizam os combustíveis fósseis e uma pequena fração de etanol como fonte de energia, emitindo diversos gases: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), hidrocarbonetos (HC), aldeídos (RCHO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado (MP) (MMA, 2011). As emissões advêm do tubo de escapamento, sistema de alimentação de combustível, respiros, juntas e conexões e dos respiros do cárter (BRITO, 2005).

A quantidade e o poluente emitido dependem do tipo de combustível utilizado, motor, regularidade de manutenção e modo de manuseio do veículo. O tipo de motor tem elevada influência neste aspecto, atualmente a maior parte dos automóveis, veículos comerciais leves e motocicletas (movidos à gasolina, etanol ou GNV – gás natural veicular) são equipados com motores de combustão interna de ignição por centelha, idealizado pelo ciclo Otto - ciclo termodinâmico,

onde um determinado gás executa repetidas transformações termodinâmicas resultando em trabalho (LUIZ, 2007; CONAMA, 2009).

O Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 (MMA, 2014), evidencia que os veículos do ciclo Otto foram responsáveis por aproximadamente 86% das emissões de CO, 78% de HC, 50% de CO₂, 13% de NO_x e 9% de MP. Atualmente, os padrões de emissões de gases no tubo de escapamento dos veículos automotores são determinados pela Resolução CONAMA 418/2009; e o procedimento de inspeção veicular pela Instrução Normativa do IBAMA nº 6/2010.

Tendo em vista a preocupação com a poluição atmosférica, este estudo objetivou avaliar o nível de concentração dos gases CO e HC emitidos no tubo de escapamento de veículos equipados com motores do ciclo Otto, exceto motocicletas e assemelhados, no município de Lajeado/RS; e verificar se estão em conformidade com os limites de emissões estabelecidos pela Resolução CONAMA 418/2009.

O monóxido de carbono (CO) possui características inodoras e incolor, resultante da queima incompleta de combustíveis de origem orgânica, combustíveis fósseis, biomassa, entre outros. Já os hidrocarbonetos (HC) são compostos formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio. O petróleo é constituído principalmente de HC, conseqüentemente, seus derivados como gasolina e óleo diesel possuem HC em sua composição. Diversos hidrocarbonetos, como o benzeno por exemplo, são cancerígenos e mutagênicos, não havendo uma concentração ambiente totalmente segura (SILVEIRA, 2011).

METODOLOGIA

Local de estudo

O presente estudo foi realizado em uma empresa de inspeção veicular localizada no município de Lajeado, região centro-leste do estado do Rio Grande do Sul. Este município possui, atualmente, uma frota veicular com cerca de 60.574 veículos, sendo que 34.076 são automóveis, conforme dados do DENATRAN do ano de 2014.

Veículos utilizados/amostrados

Foram utilizados todos os veículos do ciclo Otto, exceto motocicletas e assemelhados, que passaram por algum tipo de inspeção veicular na empresa supracitada, entre o segundo semestre de 2013 e o primeiro semestre de 2014, compreendendo 1 ano de avaliação. Ressalta-se que estes veículos referem-se àqueles que necessitam de regularização perante o DETRAM estadual, devido a sinistros ou alterações/modificações.

Equipamentos utilizados

Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizados os seguintes equipamentos: (i) software IGOR 2.1; (ii) analisador de gases infravermelho (TM132); (iii) tacômetro universal (TM525/2); (iv) controlador serial (TM616); (v) sonda de tubo de escapamento e (vi) sensor de temperatura de óleo do motor. Todos os equipamentos apresentam certificado de garantia e calibração em conformidade com o INMETRO.

Coleta e avaliação do nível de concentração dos gases emitidos no escapamento

O procedimento de coleta do nível de concentração dos gases: CO, CO₂ e HC, emitidos pelo escapamento dos veículos utilizados, teve como base a Instrução Normativa do IBAMA nº6/2010, que dispõe os procedimentos sobre a inspeção veicular. Nas Figuras 1 e 2 foram resumidas as etapas realizadas e os critérios para aprovação/não aprovação do veículo.

A avaliação dos limites máximos permitidos de emissão dos gases teve como base a Resolução CONAMA 418/2009. Esta estabelece os limites, em função do ano de fabricação do veículo, para o CO_{corrigido} e HC_{corrigido}, considerando o fator de diluição coletado (razão volumétrica de diluição da amostra devido a entrada de ar no sistema). A concentração de CO₂ foi medida para possibilitar a obtenção dos valores dos gases.

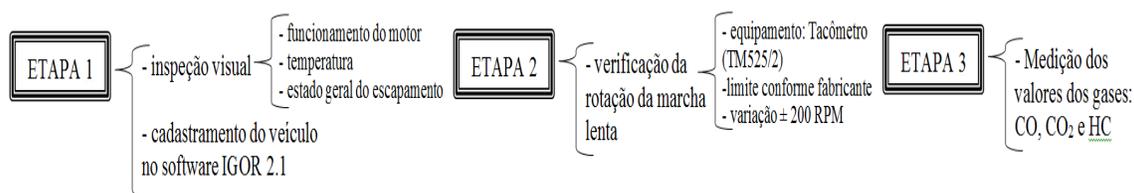


Figura 1 – Fluxograma das etapas de inspeção de veículos do ciclo Otto. Fonte: baseado em IBAMA (2010).

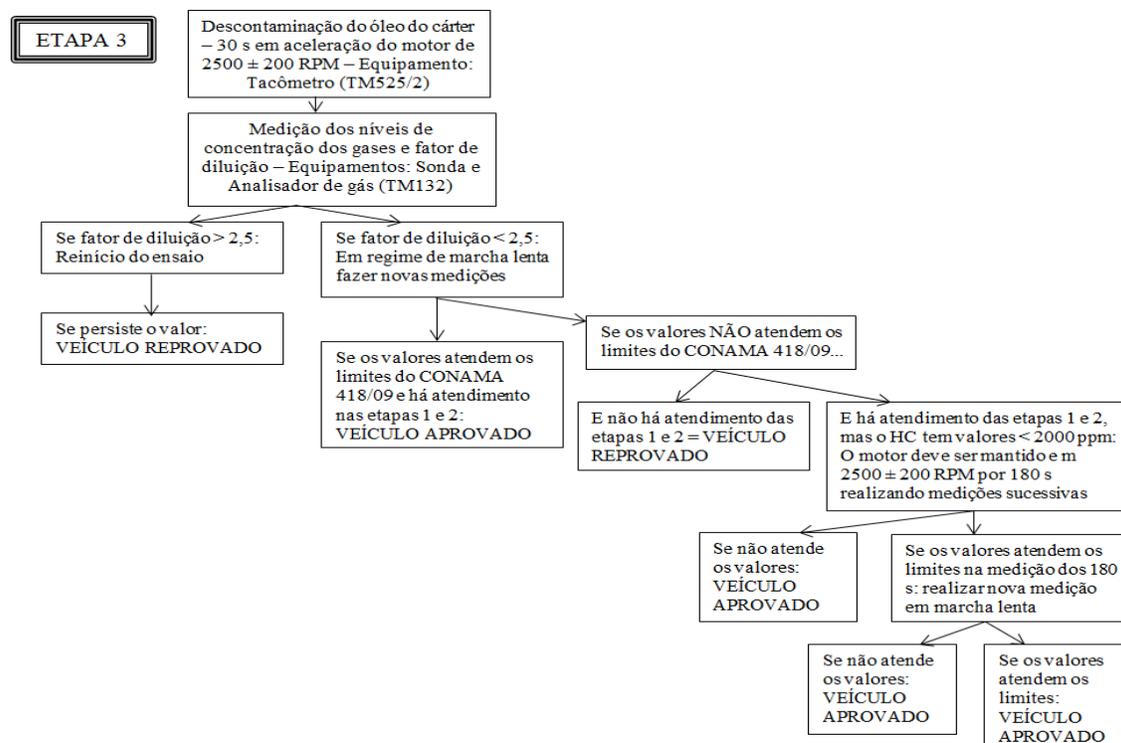


Figura 2 – Fluxograma do detalhamento da etapa 3 de inspeção de veículos do ciclo Otto. Fonte: baseado em IBAMA (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisaram-se 541 veículos do ciclo Otto que passaram por algum tipo de inspeção na empresa em questão durante o período citado. Do total, 348 veículos (64,3%) apresentaram nível de concentração dos gases avaliados em conformidade com a Resolução CONAMA 418/2009, ou seja, foram aprovados na inspeção realizada. Com enfoque nos valores dos gases 29,8% dos veículos ultrapassaram os limites máximos de $CO_{\text{corrigido}}$ e 17% dos veículos os limites máximos de $HC_{\text{corrigido}}$ (Figura 3).

As hipóteses que podem estar relacionadas com as reprovações são o (i) desgaste dos componentes do motor, associado à intensidade do uso, quilometragem e manutenção; (ii) queima incompleta do combustível, devido a deficiência de oxigênio no processo; e a (iii) elevada mistura de oxigênio com o combustível. As duas últimas, tem maior interferência nos resultados da reprovação, pois quanto menor a quantidade de oxigênio disponível no processo, maior a liberação de CO e, em contraposto, a elevada disponibilidade de oxigênio, eleva a liberação de HC.

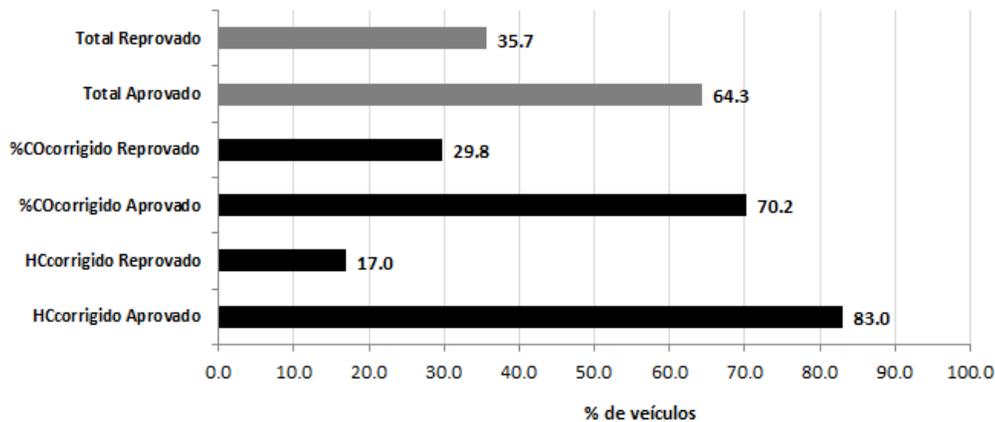


Figura 3 – Gráfico da porcentagem (total, CO e HC) de veículos aprovados/reprovados.

Tendo em vista a distribuição dos resultados em função do ano de fabricação, conforme a CONAMA 418/09, notou-se que nos veículos fabricados entre os anos de 1979 e 1991 houve um maior percentual de reprovações, ocorrendo o oposto com os veículos fabricados após este período (Figura 4). Tem-se como implicantes nos achados a evolução tecnológica dos motores, mistura do etanol na gasolina e a criação de programas de controle de poluição veicular - PROCONVE / PROMOT (MMA, 2014).

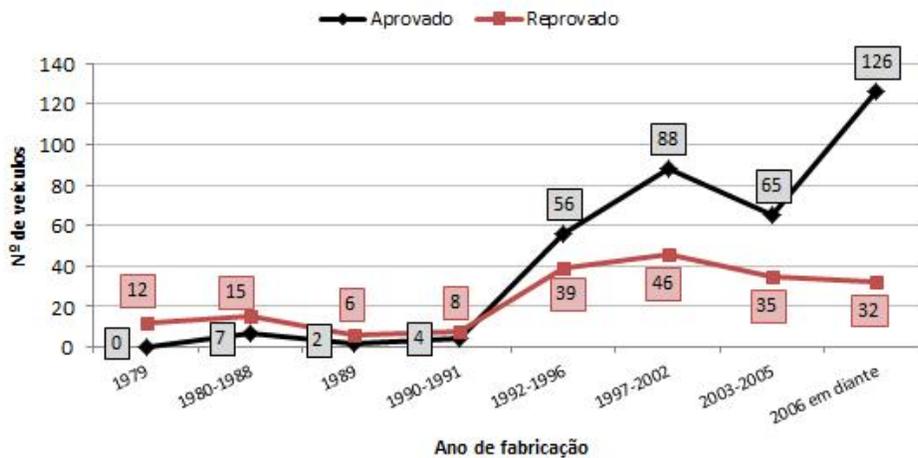


Figura 4 – Gráfico da distribuição dos veículos aprovados/reprovados em função do ano de fabricação.

A partir de 1992, a Resolução CONAMA nº18/86 aumentou a restrição da emissão de gases veicular e juntamente com a obrigatoriedade da mistura de etanol, fez com que a indústria investisse em tecnologias para tal adequação. Ao longo dos anos, novas resoluções foram criadas restringindo ainda mais os limites permitidos de emissão de gases veiculares, por isso há a separação das classes de ano de fabricação dos veículos, para acompanhar a evolução tecnológica. Desta forma, os veículos fabricados recentemente possuem uma tecnologia mais eficaz no controle da emissão de gases poluentes, conforme foi verificado neste estudo, onde ocorreu um percentual menor de reprovação nos anos mais atuais (Figura 5).

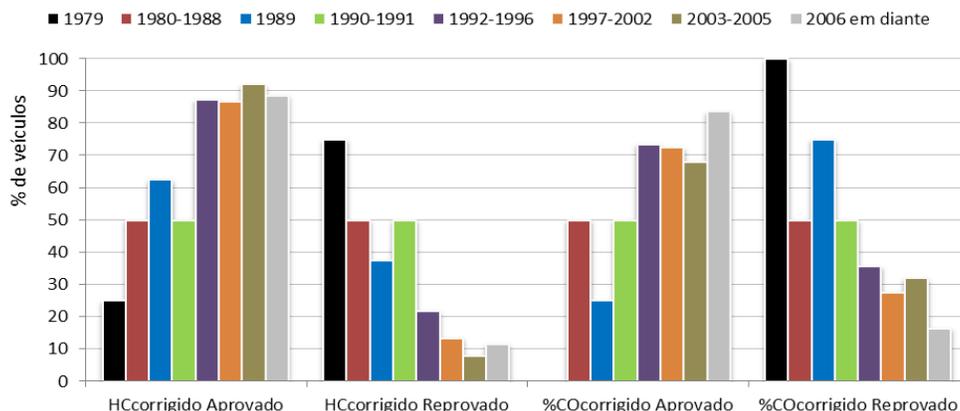


Figura 5 – Gráfico da porcentagem de veículos aprovados/reprovados em função do ano de fabricação e do gás avaliado.

CONCLUSÃO

- Do total de veículos do ciclo Otto no município, analisou-se 1,6%, sendo que a maioria (64,3%) estava em conformidade com a CONAMA 418/2009.
- A maior parcela das reprovações foi devido ao nível de concentração do CO_{corrigido}.
- Constatou-se a diminuição de emissão de gases poluentes após 1992, atrelado à eficiência das legislações e o desenvolvimento de novas tecnologias automotivas.
- De forma geral, percebe-se a necessidade de uma fiscalização da emissão de gases veicular em toda a frota nacional; não somente em veículos com alterações, que são exigidos atualmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brito, H. P. de. Análise das emissões atmosféricas geradas por veículos automotores em Natal-RN. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, 2005.
2. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 18, de 6 de maio de 1986. Publicada no D.O.U de 17/06/86.
3. _____. Resolução nº 03, de 28 de julho de 1990. Publicada no D.O.U. de 22/08/90.
4. _____. Resolução nº 418, de 25 de novembro de 2009. Publicada no D.O.U. de 26/11/09.
5. Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN). Registro Nacional de Veículos Automotores – Ano 2014. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: fev. 2015.
6. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa nº 6, de 8 de junho de 2010. Publicada no D.O.U. de 09/06/10.
7. Luiz, A. M. Gravitação, ondas e termodinâmica: teoria e problemas resolvidos. 1. ed. São Paulo, Livraria da Física, 2007.
8. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários - Relatório Final. Brasília, 2011.
9. _____. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários - ano base 2012. Brasília, 2014.
10. Silveira, I. B. Produção de Biodiesel. 1.ed. São Paulo, Biblioteca 24h.com, 2011.