

RENOVAÇÃO DA FROTA DE CAMINHÕES COMO MEDIDA DE MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Hevandrus de Carlon Wallerius¹

RESUMO

De acordo com o Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), existem ações planejadas em diversos setores para reduzir a emissão de poluentes no meio ambiente. Em se tratando de transporte, uma das medidas é a renovação da frota que tem o objetivo de tirar de circulação veículos antigos e colocar em circulação veículos novos com tecnologias que contemplam maior eficiência e menos emissões de poluentes dos motores. O estudo baseia-se em dados de testes de opacidade do programa DESPOLUIR realizados entre 2007 e 2013 no oeste de Santa Catarina com caminhões movidos a diesel. Os resultados das análises ratificam a importância das medidas de renovação da frota para a mitigação das emissões de poluentes atmosféricos, onde 33,8 % dos testes foram reprovados em veículos fabricados entre 1990 e 1999, 14,7% dos testes foram reprovados em veículos fabricados entre 2000 e 2009 e somente 1,8% dos testes foram reprovados em veículos fabricados após 2009, em grande parte devido às novas tecnologias e controles de emissões.

Palavras-Chave: Transporte. Emissões de poluentes atmosféricos. Opacidade.

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista a grande visão do debate sobre aquecimento global e mudanças climáticas, é necessário analisar as causas e propor melhorias para evitar a possibilidade de consequências desastrosas para a humanidade no futuro.

Neste sentido, a resolução 251/99 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), preocupada com o aquecimento global, estabelece alguns critérios, procedimentos e limites máximos de opacidade da emissão de escapamento para avaliação do estado e a manutenção dos veículos automotores do ciclo Diesel, em uso no território nacional, a serem utilizados para os Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso (MMA, 2014). Portanto, este artigo tem por objetivo avaliar os dados de testes de opacidade em caminhões pesados da região oeste de Santa Catarina e mostrar a influência do ano e tempo de uso do veículo nas emissões de poluentes atmosféricos.

¹ Engenheiro de Materiais (UEPG), Mestre em Ciências Ambientais (UNOCHAPECÓ). Docente da UCEFF. E-mail: hevandruscw@hotmail.com.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma grande parcela das emissões de gases poluentes da atmosfera entre eles os gases de efeito estufa, são devidos a queima de combustíveis fósseis pelos veículos automotores, sendo o dióxido de carbono considerado o gás de efeito estufa mais importante por ter uma força radioativa maior que os outros gases e, portanto, tem o poder de reter maior quantidade raios infravermelhos tendo por consequência a tendência de aumentar o efeito estufa e o aquecimento da atmosfera (IPCC, 2007).

Para Ribeiro e Mattos (2005), a queima de combustíveis fósseis em todo o mundo é a principal causa das emissões de dióxido de carbono (CO₂), o principal gás de efeito estufa. Em seus estudos sobre a poluição causada pelo transporte rodoviário em uma grande cidade (Rio de Janeiro), percebeu-se que entre todos os setores que consomem combustíveis fósseis, o setor de transportes é um dos mais poluentes.

De acordo com Andrade *et al* (2010), o transporte e o óleo diesel como combustível, são os maiores contribuintes das emissões de fumaça preta na atmosfera. Ong *et al* (2011), afirma que o transporte rodoviário é a principal fonte de gases de efeito estufa e que além de emitir grande quantidade de CO₂, o setor também emite gases como o monóxido de carbono, os óxidos de nitrogênio, os óxidos de enxofre, hidrocarbonetos e materiais particulados.

Com base nas estimativas de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, divulgadas pelo (MCT, 2013) com dados de 2010, observa-se que o setor de transportes é o maior contribuinte nas emissões de CO₂ e representa 44.7 % das emissões. As emissões por modal de transporte no Brasil com dados ainda do (MCT, 2013) e base 2010, indica uma significativa discrepância e a devida importância do modal rodoviário em que responde por 92% das emissões de CO₂. Com relação às diferentes categorias de veículos, o cenário geral é marcado por curvas de emissão predominantemente ascendentes desde 1980, com intervalos breves de relativa estabilidade, como 1988 e 2003, quando foram emitidos cerca de 130 milhões de toneladas de CO₂ cada ano (MMA, 2011).

Quanto à relação das emissões dos automóveis predominantemente movidos a gasolina e dos caminhões movidos a diesel, observa-se um percentual de emissões muito próximo, sugerindo que os veículos movidos a diesel emitem quantidades superiores de CO₂, já que o número de veículos em circulação é relativamente menor. Esta afirmação é demonstrada quando se abre os dados de emissões por tipo de combustível, na qual o óleo diesel representou em 2009, 53% das emissões e a gasolina 26%.

Notadamente, o óleo diesel utilizado em grande parte dos veículos de transporte, é o combustível mais poluente e economicamente custoso, se considerarmos todas as perdas ambientais, infraestrutura e governamentais do seu uso (TEIXEIRA *et al*, 2008). Uma das características dos motores a diesel é que sob carga ou aceleração, os gases de escape formam uma nuvem negra, na qual é composta por partículas formadas devido as reações químicas na combustão incompleta do combustível.

Os gases de escape não são constituídos somente de partículas sólidas como fuligem e carvão, mas também por óxidos de nitrogênio, sulfatos, compostos orgânicos voláteis e vapor de água (MIRANDA *et al*, 2013). O fator de medição dos gases de escapamento dos motores a diesel é a concentração de partículas nos gases do escape. Então, os resultados dos testes mostram o índice de opacidade não caracterizando os poluentes emitidos. Mas é de total relevância por ser padronizado e ter respectiva legislação que regula as emissões e nos geram uma noção da situação de níveis de poluição por fontes móveis. O valor de opacidade é um valor indicativo da qualidade da combustão, ou seja, um valor de opacidade acima do valor homologado pelo fabricante, indica que o funcionamento do motor não é correto, provocando uma combustão de pouca qualidade e a emissão de partículas superior ao recomendado.

Várias são as ações que contribuem na mitigação dos gases poluentes da atmosfera. No Brasil, o Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC, 2008), ligado ao Ministério do Meio Ambiente, traça um plano de ação em um horizonte de longo prazo e indica uma direção para a tomada de decisões nas questões das emissões geradas pelo transporte e outras fontes.

No caso dos transportes, medidas de renovação da frota, utilização de modais de transportes alternativos e menos poluentes que o rodoviário, utilização de combustíveis também alternativos com menor índice de emissões de poluentes e incentivos aos transportes coletivos em substituição aos particulares são essenciais para que as mitigações das emissões sejam evidenciadas (PNMC, 2008). Com base no plano, por parte da administração pública, novas legislações foram implantadas como o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), facilidades em financiamentos para troca de veículos como o (PROCAMINHONEIRO) e por parte da sociedade, ações isoladas são observadas como incentivos a renovação de frota de terceiros e cobrança no limite das emissões.

Como no Brasil a matriz de transporte é baseada no modal rodoviário com eficiência menor e emissões maiores que outros modais, várias são as formas de otimização de sua eficiência: otimização da carga, ou seja, ocupar toda a capacidade em espaço e em peso do veículo, utilizar rotas adequadas ao transporte, utilizar veículos com menor consumo de

combustível, lançar mão de técnicas de direção eficiente com o objetivo de reduzir o consumo e utilização de veículos com tecnologias novas, o que levaria não somente a uma economia de combustível, mas também das peças, do óleo do motor, freios, pneus e por fim menor emissão de poluentes.

A renovação da frota se apresenta como uma forma de mitigação de gases de efeito estufa eficiente, pois os veículos automotores mais antigos tendem a despejar mais dióxido de carbono (CO₂) e outros gases poluentes na atmosfera do que os veículos novos, contribuindo para o aquecimento global com consequências perversas para a humanidade e para os ecossistemas e sua biodiversidade (ESTEVEES *et al*, 2007)

Para Pena *et al* (2011), os veículos antigos, com dez anos de fabricação representam aproximadamente 80% da emissão de poluentes atmosférico veiculares e veículos com mais de vinte anos de fabricação representam aproximadamente 49% da emissão dos mesmos. Se houvesse a renovação total da frota brasileira com mais de dez anos haveria uma redução de no mínimo 69% de emissão de gases poluentes na atmosfera.

Já, Teixeira *et al* (2008), afirma que para todos os combustíveis, as emissões apresentam tendência de diminuição ao longo dos anos de fabricação devido as ações do PROCONVE, de novas tecnologias de motores e combustível e retirada de veículos antigos e em más condições das estradas. Ong *et al* (2011), também concluem em seus estudos sobre estratégias de mitigação de gases de efeito estufa, que a prioridade da utilização do transporte público, utilização de alternativas aos combustíveis fósseis e renovação da frota são ações possíveis para a mitigação.

A maior rigidez no controle das emissões gera benefícios tanto para a sociedade, quanto para o setor de transportes, que, conseqüentemente, colabora com a diminuição nas emissões e concentrações de gases em escala global, pois atrai os empresários de transporte a buscar veículos com tecnologia superior. No caso do dióxido de carbono, as periódicas reduções de sua emissão aplicadas no programa EURO nos últimos 24 anos representam hoje aproximadamente 88% menos do que se emitia entre as décadas de 80 e 90, apresentando a eficácia expressiva do programa e que contribui para a preservação do meio ambiente e manutenção do efeito estufa (ROCHA *et. al*, 2011).

Em São Paulo, quando comparado a 2010, um efeito equivalente a retirada de circulação de 36 mil veículos a diesel em um ano foi o resultado das inspeções veiculares realizadas pela Controlar em 2011, onde somente o ato de realizar as inspeções, reduziu-se em cerca de 28 % a emissão de materiais particulados (CONTROLAR, 2011).

Com relação a redução das emissões de poluentes atmosféricos e qualidade do ar no Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu a partir de 1989, níveis para reduzir as emissões de gases de veículos automotores, por meio de fases do (PROCONVE). Estas fases estabeleceram um cronograma de redução gradual da emissão de poluentes para veículos leves (automóveis) e para veículos pesados (ônibus e caminhões), baseado na experiência dos países com medidas de mitigação mais avançadas (FILHO, 2001). Este programa é uma evolução do padrão europeu de emissões. A fase EURO 0 corresponde a fase II (P2) do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), por exemplo (LOWELL & KAMAKATÉ, 2012). As metas mais recentes são a EURO V e a Fase VII (P7), respectivamente. O PROCONVE adota procedimentos diversos para fiscalização, homologação e certificação de veículos e motores para que as exigências determinadas sejam atendidas. (CNT, 2014).

Através da resolução da Agência Nacional de Petróleo (ANP) 62/2011, a partir de 1º de janeiro de 2012 foi implantada a fase P7 do programa. Comparando-se os limites estabelecidos pelas fases anteriores P2 e P7 pode-se perceber a diminuição de emissão de poluentes, onde haveria uma redução de 87% da emissão de CO, 81% do HC, 86% do NOx e 95% do Material particulado (REZENDE, 2012).

Outra ferramenta desenvolvida pelo governo brasileiro em 2006, foi o programa PROCAMINHONEIRO para subsidiar a renovação da frota, mas com alto custo do dinheiro emprestado e elevadas exigências de garantias conversíveis em dinheiro para a garantia da liquidação do empréstimo, dificultando a maior adesão e a eficácia do programa (ESTEVEZ *et al*, 2007).

A contribuição do transporte nas emissões de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa é então significativa somando-se ao constante crescimento das demandas por transporte tornando-se essencial seu estudo e formas de mitigação. Este trabalho tem o objetivo de apresentar e analisar dados do programa DESPOLUIR e vinculá-los ao efetivo resultado da renovação da frota de caminhões na redução das emissões de gases de efeito estufa.

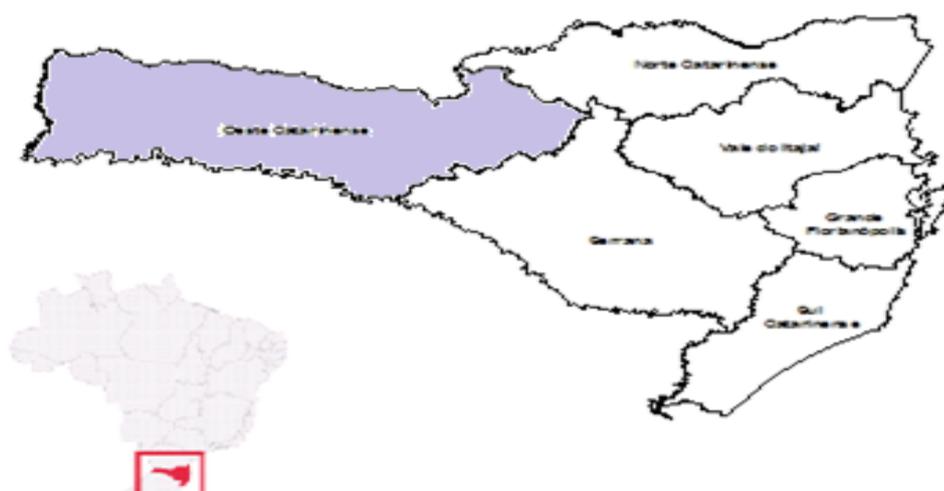
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O proposto trabalho tem como base de dados os testes realizados pelo programa DESPOLUIR da CNT, em que utiliza a opacidade para a medição da poluição atmosférica conforme resolução 251/99 do CONAMA que estabelece critérios, procedimentos e limites

máximos de opacidade da emissão de escapamento para avaliação do estado de manutenção dos veículos automotores do ciclo Diesel, em uso no território nacional, a serem utilizados para os Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso (MMA, 2014). O ensaio de opacidade é realizado de acordo com o seguinte procedimento: o motor em marcha lenta é acelerado de forma contínua e de maneira rápida, até que chegue ao fim do curso do acelerador, atingindo o máximo de rotação livre. Após a primeira medição, o acelerador será liberado e o motor será estabilizado, de modo que o software irá solicitar uma nova aceleração e irá registrar o segundo valor de opacidade. O procedimento é repetido 10 vezes ou menos e irá identificar o valor máximo de opacidade e o resultado final é a média aritmética dos valores observados (DUTRA *et al*, 2005).

A base de dados contempla o número de testes realizados, ano de fabricação dos veículos testados e a aprovação ou não dos mesmos nos limites de opacidade estabelecido pelo CONAMA. Os testes foram realizados no Estado de Santa Catarina, mais precisamente na região oeste (figura 1) com diversos modelos de veículos de cargas a diesel no período de 2007 a 2013 pelos técnicos do programa DESPOLUIR que visitam embarcadores e empresas de transporte conforme solicitação e acordos entre as federações, sindicatos, cooperativas e embarcadores. As análises foram realizadas com base nestes dados, priorizando a relação ano de fabricação do veículo versus aprovação do teste resultando em um índice de aprovação ou reprovação por ano de fabricação.

Figura 1 – Estado de Santa Catarina e oeste onde foram realizados os testes



Fonte: Estado de Santa Catarina (2015).

Como regulamentado pelo Conselho Nacional do meio Ambiente (CONAMA), o programa utiliza o opacímetro tipo fluxo parcial que é um equipamento constituído por um banco ótico, sonda (cabo inserido no escapamento) e um computador contendo o software na qual mede a quantidade de material particulado (fumaça preta). Nos motores a diesel, a fumaça preta é composta por partículas suspensas no gás de escapamento que obscurecem, refletem ou refratam a luz. No teste, a fumaça é captada pela sonda no escapamento do veículo e levada à câmara de medição, onde existe um emissor de luz e um receptor. O fecho de luz é interceptado pela fumaça e assim é medida a opacidade. Os ensaios para a medição da opacidade são realizados com base na norma NBR 13.037 – Gás de Escapamento Emitido por Motor Diesel em Aceleração Livre (MMA, 2011).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para análise do banco de dados de opacidade com 12.414 testes, foram delimitados 3 blocos de dados de 10 em 10 anos desde 1990 até 2013 indiferente dos padrões exigidos pelo CONAMA através dos programas PROCONVE. Estes blocos facilitam a análise e nos dão um parâmetro para a discussão. A Tabela 1 mostra alguns indicadores dos veículos.

Tabela 1 – Índice de aprovação de veículos fabricados

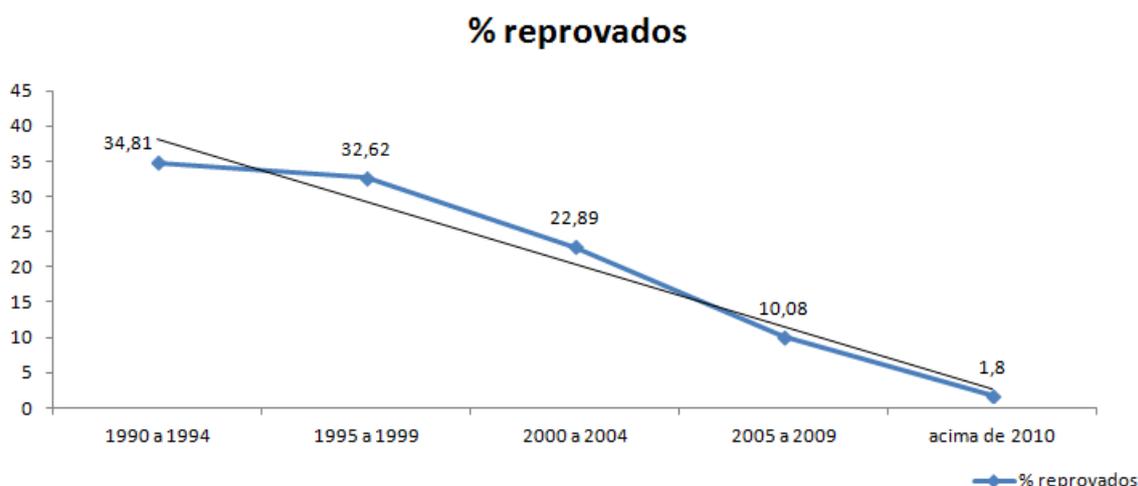
ano do veículo	total	aprovados	%	media aprovação veículos ano 1990 a 1999	media aprovação veículos ano 2000 a 2009	media aprovação veículos acima do ano de 2010
1990	56	40	71,43	66,11		
1991	79	34	43,04			
1992	31	24	77,42			
1993	87	52	59,77			
1994	86	61	70,93			
1995	198	146	73,74			
1996	135	83	61,48			
1997	268	182	67,91			
1998	237	144	60,76			
1999	229	164	71,62			
2000	412	297	72,09	85,3		
2001	368	255	69,29			
2002	520	392	75,38			
2003	795	632	79,50			
2004	1108	894	80,69			
2005	1221	977	80,02			
2006	904	802	88,72			
2007	1202	1113	92,60			
2008	1348	1272	94,36			
2009	1011	949	93,87			
2010	1013	977	96,45	98,2		
2011	823	821	99,76			
2012	228	228	100,00			
2013	55	55	100,00			
total	12414	10594	85,34			

Fonte: Dados despoluir (CNT, 2015).

A Tabela 1 mostra os testes realizados bem como o índice de aprovação. Os veículos produzidos entre 1990 a 1999 tiveram um índice de aprovação de 66,1%, veículos fabricados entre 2000 e 2009 apresentaram 85,3% de aprovação e os veículos fabricados após 2010 tiveram um índice de aprovação de 98,2%.

Analisando em segmentos menores da amostra de dados, de ano de fabricação de 5 em 5 anos, observou-se que os veículos fabricados entre 1990 e 1994 possuem um índice de reprovação superior aos veículos fabricados em anos seguintes. O gráfico 1 ilustra esta afirmativa evidenciando uma linha praticamente linear decrescente com uma abrupta queda na reprovação dos testes de opacidade. Esta análise nos mostra que os veículos mais antigos possuem quantidades de poluentes maiores em suas emissões e indica o resultado efetivo nas medidas de redução de emissões de gases de poluentes da atmosfera como a renovação da frota e programas de redução das emissões.

Gráfico 1: Relação entre ano de fabricação e porcentagem de reprovação



Fonte: Adaptado de dados do Despoluir (2015).

A opacidade tem relação direta com a queima eficiente do óleo diesel no motor e com a quantidade de oxigênio na mistura da combustão (NI et al, 2014; YAO et al, 2008). Além disso, conforme Wiznia *et al* (2006), alguns fatores de regulação e manutenção do motor contribuem enormemente para a maior opacidade, como a ignição precoce ou retardada, onde a injeção de combustível ocorre antes ou depois do ideal, fazendo com que a combustão seja incompleta e em consequência há a emissão de maior quantidade de material particulado.

Para Giakoumis *et al* (2012), combustíveis pobres em oxigênio, tem a tendência de formar fuligem, emitindo assim maior quantidade de materiais particulados e tendo por

consequência uma opacidade maior. Afirma ainda que o oxigênio atua na oxidação da fuligem e tem a capacidade de reduzir as regiões ricas em combustíveis, diminuindo assim a emissão de materiais particulados, sendo o fator chave para os benefícios de mistura de biodiesel em relação ao diesel convencional.

Dutra *et al* (2005), observaram que os veículos mais novos tem resultado de opacidade melhores que os mais antigos e concluem ainda que em veículos mais antigos, cerca de 59% dos veículos inspecionados, apresentou adulteração no ajuste da bomba de injeção mecânica para ganho de potência do motor comprometendo os resultados. Veículos novos com tecnologia eletrônica de injeção de combustível se mostraram menos poluente, porém uma redução de emissões de poluentes significativa, somente com a quantidade de veículos maior em circulação.

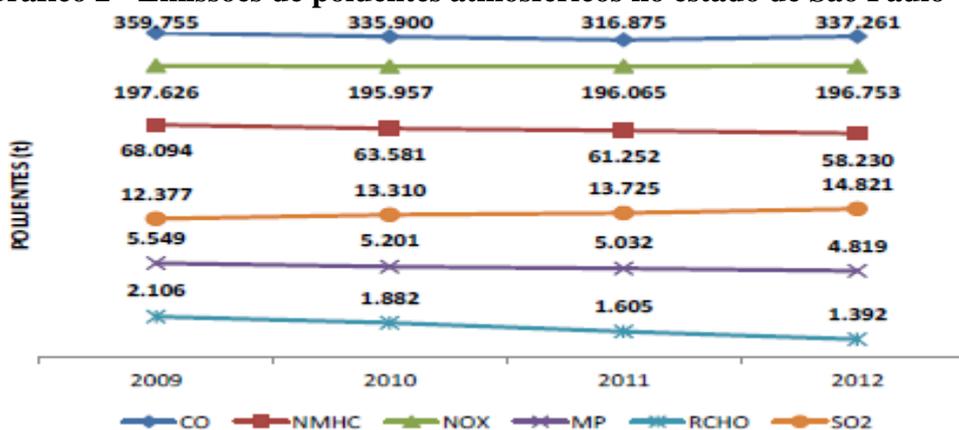
Para Fioravante *et al* (2009), os veículos pesados são os grandes responsáveis pela participação do setor de transportes na poluição atmosférica. Destaca em seu estudo que os locais onde foram encontrados maiores níveis de CO, NO_x e hidrocarbonetos, foram diferentes dos locais onde se observou maior opacidade, concluindo que as emissões de CO, NO_x e hidrocarbonetos, são influenciadas pelo tamanho da frota e a opacidade o que mais interfere é a idade do veículo, assim como mostrado pela análise dos resultados de opacidade deste trabalho.

Benefícios ambientais significativos quanto a redução da emissão de poluentes atmosféricos locais (redução de 28% de CO – monóxido de carbono, 30% de HC – hidrocarbonetos totais, 60% de NO_x – óxidos de nitrogênio, 80% de MP – material particulado) são decorrentes da implantação de tecnologia que atende aos limites de emissão estabelecidos pelo P7. Porém, espera-se uma redução marginal (1,9% a 4%) na emissão de CO₂ – dióxido de carbono - decorrente do uso desta tecnologia, de modo que o uso de combustíveis alternativos pode contribuir com reduções adicionais na emissão de poluentes atmosféricos locais e globais, mas não substituirá a necessidade da implantação de tecnologia que atenda aos limites estabelecidos pelo P7 (CNTDESPOLUIR, 2014)

Dados relevantes das emissões veiculares no Estado de São Paulo de 2012, realizados pela (CETESB, 2012) no gráfico 2, apresentam a evolução das emissões de poluentes locais no período de 2009 a 2012. Percebe-se que mesmo com o crescimento constante da frota, a emissão é praticamente constante, motivada pela incorporação de veículos novos mais avançados em substituição aos veículos antigos mais poluidores, somada a fase implantada do Proconve (P7 – análogo ao EURO V na Europa) em janeiro de 2012, utilização de diesel de baixa

concentração de enxofre (S10) e o agente redutor líquido de NOx automotivo (ARLA 32) na qual utiliza uma solução de ureia injetada na corrente de gases de escape do veículo reagindo no fluxo quente com as substâncias emitidas resultando em compostos menos poluentes. Somente a emissão de SO₂ mantém crescimento constante, em função do aumento do consumo de combustíveis fósseis com alto teor de enxofre quando comparados aos combustíveis renováveis.

Gráfico 2 - Emissões de poluentes atmosféricos no estado de São Paulo



Fonte: CETESB (2012).

Para haver eficiência de um programa de renovação de frota, conforme Centro de Experimentação e Segurança Viária (CESVI 2010), um dos fatores importantes a serem considerados é a implementação da inspeção veicular para regularizar a situação dos veículos com condições mínimas de segurança e retirar das ruas aqueles veículos considerados um risco à segurança e a saúde pública. A renovação da frota trás o benefício de tirar das ruas veículos que transitam com idade avançada, sem condições de segurança e com emissão de poluentes danosos ao sistema urbano, à saúde das pessoas e ao meio ambiente.

De acordo com o Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso da cidade de São Paulo, os benefícios da inspeção veicular são a melhoria da qualidade do ar e a saúde pública. Com relação as inspeções da frota a diesel, houve redução de 20% das emissões de material particulado, trazendo benefícios na saúde pública e na economia em dinheiro (CONTROLAR, 2012).

Carvalho 2011, afirma que os veículos mais velhos, sem uma manutenção adequada, emitem muito mais poluentes na atmosfera e que uma medida de importante para a mitigação

das emissões de poluentes é a manutenção periódica dos veículos, sendo possível com uma fiscalização ou inspeção veicular regulamentada colocada em prática.

A inspeção técnica veicular já é prevista no artigo 104º da Lei 9.503 do Código de Trânsito Brasileiro de 23 de setembro de 1997, de forma obrigatória, a inspeção de segurança, deve ser feita na forma e periodicidade estabelecida pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), porém, este órgão ainda não tem uma resolução vigente sobre a forma e periodicidade da inspeção, o que leva ao não cumprimento do artigo 131º, da mesma Lei 9.503, prevê que para licenciar o veículo, o proprietário deve comprovar a sua aprovação nas inspeções de segurança veicular e de controle de emissões de gases poluentes e de ruído, conforme disposto no artigo 104 (MILDEMBERGER, 2012). Devendo assim, quando aplicada esta Lei, serem retirados de circulação os veículos sem condições de atender as legislações vigentes.

Para estimular o controle das emissões veiculares, em 2007, uma iniciativa da CNT lançou o programa ambiental do transporte (DESPOLUIR) com 54 unidades móveis equipadas com opacímetros distribuídas no território nacional que realizam testes de opacidade de ônibus e caminhões (veículos a diesel) de forma gratuita. Estas aferições são de grande valia para o transportador e motorista, pois além de mostrar o índice de poluição emitida, dentro ou fora dos limites exigidos, há a orientação, se necessário, de realizar manutenção e regulagem do motor com o objetivo de reduzir as emissões e o consumo de óleo diesel.

De acordo com CNT (2008), o programa tem por objetivo, por meio da aferição veicular no setor de transporte rodoviário de cargas e passageiros, a redução das emissões de poluentes atmosféricos, melhoria da qualidade do ar e uso racional dos combustíveis fósseis obtendo assim uma melhor eficiência energética com menor emissão de poluentes e por consequência possibilita melhor desempenho econômico para o transportador.

A redução no consumo de combustível é outra forma de aumentar a eficiência do transporte e diminuir a emissão de poluentes para a atmosfera. Medeiros *et al* (2012) e Bartholomeu *et al* (2008), afirmam que a utilização de tecnologias modernas e otimização do transporte como utilização de rotas melhor planejadas e estradas de qualidade contribuem para a redução do consumo e consequentemente a redução de poluentes. Deste modo, a renovação da frota, assim como investimentos em infraestrutura que melhorem as condições de conservação das rodovias, tornam-se medidas importantes na busca pela diminuição das emissões.

Para Berrittella *et al* (2007), há necessidade de modificar o comportamento dos usuários do transporte, pois a taxa de crescimento de demanda de transporte e o incremento de novos

veículos não é regulamentada, sendo que no futuro próximo os benefícios ambientais produzidos por veículos novos serão totalmente compensados pelo aumento do número de veículos que rodam na rede rodoviária.

O aumento da demanda por transporte é evidenciado pelo incremento nas vendas de veículos e implementos, mostrados na tabela 1 com base nos dados da (ANFAVEA 2013), em que o incremento dos licenciamentos foi de cerca de 10% em se tratando de veículos de carga a diesel do ano de 2012 para 2013. E comparando os anos de 2000 e 2010, a entrada de veículos novos praticamente duplicou. Este percentual de aumento da frota em grande parte tem o objetivo de suprir a demanda por transferência de cargas e o outro percentual para a renovação da frota para substituir os veículos mais antigos por novos, com tecnologias que consomem e poluem menos. Porém nota-se que a renovação da frota não acontece com uma velocidade ideal.

De acordo com a (ANFAVEA 2013), o Brasil possui uma frota de 39.695.000 veículos, sendo 5.647.00 de veículos comerciais leves, 2.097.000 de veículos comerciais pesados e 612.000 ônibus. De forma geral, ou seja, de toda a frota, a idade média total passou de 8 anos e 7 meses em 2011 para 8 anos e 5 meses em 2012. Esse movimento parece lento se comparado à grande quantidade de veículos novos que entram na frota anualmente, mas ainda é grande a base de veículos antigos em circulação em que cerca de 38% deles têm entre 6 e 15 anos, e 4% mais de 20 anos. Com relação aos caminhões pesados, a idade média é de 9 anos e 1 mês em 2012 decrescendo significativamente de ano a ano, ilustrados na tabela 2 (SINDIPEÇAS, 2012).

Tabela 2 – Idade média da frota circulante no Brasil

Segmento	2009	2010	2011	2012
Automóveis	8 anos e 10 meses	8 anos e 9 meses	8 anos e 8 meses	8 anos e 7 meses
Comerciais leves	8 anos	7 anos e 8 meses	7 anos e 4 meses	7 anos e 1 mês
Caminhões	10 anos e 6 meses	9 anos e 10 meses	9 anos e 6 meses	9 anos e 1 mês
Ônibus	9 anos e 5 meses	9 anos e 4 meses	9 anos e 1 mês	8 anos e 7 meses

Fonte: Sindipeças (2012).

Alguns fatores influenciam na emissão de gases poluentes da atmosfera pelo transporte como a quilometragem percorrida, quantidade de veículos em circulação, fator de emissão relacionado com o tipo de combustível utilizado, regulagem do motor, estado de conservação do motor e idade do veículo. Neste artigo observou-se que veículos mais velhos têm a tendência de não atenderem aos limites estabelecidos das emissões de poluentes, sendo assim é de grande valia a renovação da frota como medida de mitigação de gases de efeito estufa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme observado, deve-se levar em consideração a renovação da frota como uma medida para diminuir e ou mitigar as emissões de gases poluentes da atmosfera e gases de efeito estufa no transporte. No Brasil, esta ação está prevista no Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) do Ministério do Meio Ambiente e há um esforço do governo federal em alavancar a troca dos veículos mais velhos por mais novos tecnologicamente adaptados para reduzir as emissões. Porém, por falta de uma legislação mais abrangente, os veículos velhos não são descartados, são utilizados como moeda de troca e continuam nas estradas emitindo gases poluentes da atmosfera.

A renovação da frota de todos os modais de transporte terrestre ou a adequação dos motores é uma operação constante e que exige atenção nas políticas de financiamento, legislação, fiscalização e comprometimento das transportadoras e embarcadoras no caso das transportadoras de cargas, a fim de atender as exigências do PRCONVE que deverá estar sempre em evolução para que as reduções previstas sejam alcançadas. No atual estágio do desenvolvimento dos motores em função da redução das emissões, as tecnologias apresentadas estão nas estradas atuando na melhoria energética, aplicação de filtros para os materiais particulados, catalisadores de escapamento, utilização de injeção de ureia como agente redutor de emissões (ARLA 32), além da utilização de biocombustíveis e combustíveis com menor teor de enxofre (S10 e S50).

Os resultados mostram que veículos fabricados a partir de 2012 tiveram o índice zero de reprovação, comprovando a eficiência dos recursos de novas tecnologias embarcadas e coincidindo com a nova etapa do PROCONVE, P7.

Os dados do programa Despoluir da CNT, utilizando o teste de opacidade regulamentado pelo CONAMA, mostra claramente que veículos com maior tempo de uso, poluem mais, ou seja, 33,9% dos veículos fabricados entre 1990 e 1999 reprovaram no teste e somente 1,8% dos veículos fabricados após 2010 reprovaram. Isto se deve à falta de manutenção ou a menor condição de manutenção do transportador, pois muitas vezes o mesmo não tem condições financeiras de fazer a manutenção adequada e muito menos de proceder com a renovação da frota. As tecnologias do passado, utilizadas em veículos mais velhos, não visavam soluções de menores emissões e, portanto, estes veículos poluem de forma geral bem mais que os veículos atuais.

Ratifica-se então, a necessidade de medidas de renovação da frota com o objetivo de diminuir as emissões de gases poluentes da atmosfera por fontes móveis que queimam combustíveis fósseis. Necessário sim um programa complexo de renovação, mas não desenvolvido somente para a aquisição de veículos novos; sugere-se aqui a aplicação efetiva da legislação que já existe, fiscalização dos limites das emissões pelos veículos automotores e uma regulamentação para controle de toda a vida útil do veículo, ou seja, desde a aquisição até o descarte.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M.F., MIRANDA, R.M., FORNARO, A., KERR, A., OYAMA, B., ANDRE, P.A., SALDIVA, P.; **Vehicle emissions and PM_{2.5} mass concentrations in six Brazilian cities**; Air Qual Atmos Health; n.5, p. 79-88; 2010.

ANFAVEA, 2013. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/anuario.html>. Acesso em: 01 mar 2014

BARTHOLOMEU, D.B., CAIXETA-FILHO, J.V.; **Impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras**: um estudo de caso; Revista de Economia e Sociologia Rural; vol. 46; n. 3; Brasília, 2008.

BERRITTELLA, M., CERTA, A., ENEA, M., ZITO, P.; **An Analytic Hierarchy Process for The Evaluation of Transport Policies to Reduce Climate Change Impacts**. Fondazione Eni Enrico Mattei Working Papers; Artigo n. 61; Milano; 2007.

CARVALHO, C.H.R., **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); n. 1606; Brasília, 2011.
Disponível em: <http://hdl.handle.net/10419/91332>; Acesso em 20 mai. 2014.

CESVI, 2010; Edição especial: **Sobre inspeção técnica veicular, manutenção preventiva e renovação de frota e fatores chave para o trânsito brasileiro**. Ano 13; n. 67; 2010.
Disponível em:
<http://www.cesvibrasil.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Revista/Upload/rc67.pdf>
Acesso em: 20 fev. 2014.

CNT, 2013. **Confederação Nacional dos Transportes**. Boletim Estatístico. Julho 2013.
Disponível em: http://www.cnt.org.br/Paginas/Boletins_Detalhes.aspx?p=3. Acesso em :28 ago.2013.

CONTROLAR, 2011. **Relatório Anual**, 2011. Disponível em <http://www.controlar.com.br>. Relatório Anual Controlar (2011). Acesso em 20 mar 2014.

CONTROLAR, 2012. **Benefícios e Resultados**. Disponível em:

http://www.controlar.com.br/AInspecao_Beneficios.aspxf. Acesso em 20 mar 2014.

CETESB, 2012. **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo 2012**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/emissao-veicular/48-relatorios-e-publicacoes>. Acesso em: 31 jan. 2014.

CNT, 2014. **A fase P7 do Proconve e o Impacto no Setor de Transporte**. Disponível em: http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/proconve_p7_2012. Acesso em: 20 fevereiro 2014.

CNTDESPOLUIR, 2014. **Alternativas tecnológicas para o transporte rodoviário de passageiros no Brasil**. Disponível em: <http://www.cntdespoluir.org.br/Paginas/Artigos.aspx?n=9>. Acesso em: 20 fev 2014.

DUTRA, E.G., VALLE, R.M., FIORAVANTE, E.F., CHAVES, L.R.D., BATITUCCI, M.C., JUNIOR, E.D.D., OLIVEIRA, D.A.; **Opacity emissions inspection from the exhaust pipe on duty vehicles in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil**. 18th International Congress of Mechanical Engineering; Ouro Preto; 2005.

ESTEVES, G.R.T., BARBOSA, S.R.S., SILVA, E.P. e ARAÚJO, P.D.; **Estimativa dos efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana: algumas possibilidades metodológicas e teóricas para a cidade de São Paulo**; *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*; vol.1, n. 3, Artigo 4, p.4, 2007.

FILHO, H.M.; **Brazilian efforts towards reducing greenhouse gas emissions in the transport sector and in the energy intensive industry**; Workshop on Good Practices in Policies and Measures; Disponível em: http://unfccc.int/files/meetings/workshops/other_meetings/application/pdf/filho.pdf. Acesso em: 20 abr. 2014. Copenhagen, 2001.

FIORAVANTE, E.F., DUTRA, E.G., FIGUEIREDO, L.V.P.; **Estimativa da emissão de poluentes por veículos pesados a diesel**. 9º Congresso Ibero americano de Engenharia Mecânica; p. 25 – 31; Las Palmas de Gran Canaria, 2009. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/rafael/cibim_9_las_palmas-estimativa_da_emissao_29-aspectos_medio_ambientales.pdf. Acesso em 20 mai. 2014.

GIAKOUMIS, E.G., RAKOPOULOS, C.D., DIMARATOS, A.M., RAKOPOULOS, D. C.; **Exhaust emissions of diesel engines operating under transient conditions with biodiesel fuel blends**. Progress in Energy and Combustion Science; n. 38; p. 691-715; Grecia, 2012.

IPCC, 2007. Mudança Climática 2007: **A base da ciência física**. Disponível em: http://www.cqgp.sp.gov.br/gt_licitacoes/publicacoes/IPCC%20mudan%C3%A7as%20climaticas.pdf. Acesso em: 12 out. 2012.

LOWELL, D., KAMAKATÉ, F.; **Urban off-cycle NOx emissions from Euro IV/V trucks and buses**; ICCT – The International Council on Clean Transportation; n.8; Washington DC; 2012. Disponível em:

http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/ICCT_WP18_urban_NoX_emissions.pdf;
Acesso em: 20 abr. 2014.

MATTOS, Laura Bedeschi Rego. **A importância do setor de transporte na emissão de gases de efeito estufa** – o caso do município do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado em Ciências em Planejamento Energético. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 2001.

MCT 2013. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Disponível em:
http://www.mct.gov.br/upd_blob/0226/226591.pdf; Acesso em: 31 jan. 2014

MEDEIROS, W., SILVA, F.D.A.; **Impactos Ambientais da Mobilidade Urbana: o que Discutem as Revistas Científicas Brasileiras?**; Revistas dos Transportes Públicos; ANTP; Ano 35; São Paulo, 2012.

MILDEMBERGER, L.; **Avaliação dos principais aspectos da reciclagem de veículos em fim de vida: comparação dos procedimentos legais, técnicos e administrativos entre Alemanha e Brasil**; Dissertação de Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial, UFPR; 2012.

MIRANDA, G.R., LISBOA, H.M., MEIER, H.F., VIEIRA, M.M., HATMANN, E. M.; **Avaliação das Emissões de CO, NO, NO_x e SO₂, provenientes da combustão, em motor monocilíndrico, de misturas de diesel e biodiesel de óleo de fritura**. Revista de Ciências Ambientais; v.7, n.2; p. 33-43; Canoas, 2013.

MMA 2011. Ministério do Meio Ambiente. **1º Inventário de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**. Brasília, 2011. Disponível em:
http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf.
Acesso em: 01 set. 2013.

MMA 2011. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 251/99**. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=251>. Acesso em: 01 set. 2013.

NI, M., HUANG, J., LU, S., LI, X., YAN, J., CEN, K.; **A review on black carbon emissions, worldwide and in China**. Chemosphere; n. 107, p. 83-93; China, 2014.

ONG, H.C., MAHLIA, T.M.I., MASJUKI, H.H.; **A review on emissions and mitigation strategies for road transport in Malaysia**. Renewable and Sustainable Energy Reviews; n.15; p.3516-3522; Malaysia, 2011.

PENA, P.M.M.A., FILHO, C.B.R.; **Benefícios fiscais a veículos poluidores; Repositório eletrônico do departamento de ciências agrárias da UNITAU**. Disponível em:
<http://hdl.handle.net/2315/178>; Acesso em: 02 fev 2014.

PNMC, 2008. **Plano Nacional de Mudanças Climáticas**. Brasília, 2008. Disponível em
http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clim
a. Acesso em: 15 set. 2013.

REZENDE, F.P.; **Contribuição ao estudo para implantação de centro de reciclagem de veículos pesados (caminhões)**. Dissertação de Mestrado; Departamento de Engenharia Civil

e Ambiental; Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

RIBEIRO, S.K., MATTOS, L.B.R., 2005. **A importância do setor de transporte rodoviário no aquecimento global – caso da cidade do Rio de Janeiro.**

http://www.cntdespoluir.org.br/Documents/PDFs/anpet_emiss%C3%B5es.pdf; Acesso em: 15 mar. 2014.

ROCHA, D.T.M.; FERREIRA, C.N. **Gases de escapamento e a comparação de ecoeficiência entre os meios de transporte mais utilizados na cidade de Macaé-RJ.**

Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego; vol. 5, n.2, p. 125 – 134, Campos dos Goytacazes/RJ.

ROCHA, C.H., ARRUDA, B.D.L., ROCHA, M.O.M.; **Renovação da frota de caminhões de carga agropecuária; XXIII Congresso de pesquisa e ensino em transportes;** 2009. Disponível em:

http://www.cbtu.gov.br/monografia/2009/trabalhos/artigos/gestao/4_342_AC. Acesso em: 02 fev. 2014.

SINDIPEÇAS, 2012. **Levantamento da frota circulante.** Disponível em: <http://www.sindipecas.org.br/arquivos/RFCB2013.pdf>. Acesso em: 02 mar 2014.

TEIXEIRA, E.C., FELTES, S., SANTANA, E.R.R.; **Estudo das emissões de fontes móveis na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.** Química Nova; vol.31; no.2; p. 244 – 248; São Paulo; 2008

YAO, C., CHEUNG, C.S., CHENG, C., WANG, Y., CHAN, T.L., LEE, S.C.; **Effect of Diesel/methanol compound combustion on Diesel engine combustion and emissions;** Energy Conversion and Management; n. 49; p. 1696-1704; China, 2008.

WIZNIA, D., GEIST, G., ELLIS, H.; **Biofuels, Implementation and Emissions Analysis;** Yale Department of Mechanical Engineering, New Haven; 2006. Disponível em:

<http://www.yale.edu/yedt/biofuel.pdf>; Acesso em: 30 mai 2014.