



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

Sustentabilidade no transporte rodoviários de carga: re-potencialização da frota de veículos antigos em atividade pelo Brasil

AMAURY PINTO DE CASTRO MONTEIRO JUNIOR
amaury.monteiro@uol.com.br

MARCELO LUIZ DIAS DA SILVA GABRIEL
Universidade Nove de Julho - Uninove
mgabriel.br@gmail.com

Sustentabilidade no transporte rodoviários de carga: re-potencialização da frota de veículos antigos em atividade pelo Brasil

No Brasil, a frota de caminhões e ônibus, com mais de dez anos de uso, se faz presente em boa parte das estradas brasileiras. Seu crescimento contínuo está muito relacionado à dinâmica da economia do país. Aliado a esse fato existe a necessidade de adequação desses veículos aos novos tempos, onde leis de proteção ao Meio Ambiente se tornam mais presentes na vida dos seus proprietários e os desafios para se manter competitivos num mercado de fretes cada vez mais seletivo e exigente estão incorporados ao ciclo de vida desses veículos. Soluções tecnológicas existem em grande quantidade, muitas delas proibitivas quando se pensa na relação custo/benefício; outras ilegais e que não produzem benefícios reais em termos de proteção ao Meio ambiente e, a estudada, que consegue estabelecer uma relação positiva em relação ao aumento de potência, a capacidade de carga, a redução de consumo de combustível e a diminuição significativa de emissão de particulados, garantindo o respeito às exigências das leis de controle de emissão de fumaça preta e uma melhor relação custo/benefício aos seus proprietários.

Palavras chave: Transporte rodoviário terrestre, emissão de fumaça preta, redução consumo de combustível

Sustainability in road freight transport: re-empowerment of the old vehicle fleet in activity in Brazil

In Brazil, the fleet of trucks and buses, with more than ten years of use, is present in most of the Brazilian roads. Its continued growth is closely related to the dynamics of the economy. Allied to this fact there is a need to adapt these vehicles to the new times, where protection laws to the environment become more present in the lives of their owners and the challenges to remain competitive in an increasingly selective and demanding freight market are built the lifecycle of these vehicles. Technological solutions exist in large numbers, many of them prohibitive when considering the cost / benefit ratio; other illegal and does not produce real benefits in terms of environmental protection and the studied, which can establish a positive relationship with respect to the power increase, the load capacity, a reduction in fuel consumption and significant reduction in emissions particulates, ensuring respect to the demands of black smoke emission control laws and a better cost / benefit to its owners.

Keywords: Road transport, black smoke emission, reduced fuel consumption

1 INTRODUÇÃO

Mais da metade da carga transportada no país é realizada através de rodovias. Em função de sua importância na matriz de transportes, a pesquisa focou o consumo de combustível derivado de petróleo e as emissões de derivados de carbono provenientes desse setor de transporte.

É importante salientar que o consumo de óleo diesel pelo transporte rodoviário (ônibus e caminhões) corresponde a quase 92%, em termos quantitativos, do consumo do setor transportes e a cerca de 28% do consumo de energia total do país (Schoeder & Castro, 1996 e Castro, 2013).

O crescimento acelerado da frota de veículos automotores, mantidos os níveis de expansão atuais, estima-se a existência de uma frota próxima de 230 milhões de veículos no ano 2030, o que, por si só, a caracteriza como um padrão insustentável de evolução (Castro, 2013).

A frota de caminhões que roda no país está envelhecida, apesar dos esforços e programas de incentivo para a renovação da frota patrocinados pelo governo federal. Segundo o relatório RNTRC 2008 (ANTT, 2009), 85% dos caminhões utilizados pelos Transportadores Autônomos de Carga têm mais de dez anos de uso, sendo que 60% tem mais de 20 anos, ao passo que entre as empresas de transporte de carga, mais de 40% dos caminhões têm mais de 10 anos de uso.

Os caminhões e ônibus rodoviários mais modernos, a partir de 2012, são compatíveis com o padrão EURO V, onde a questão economia de combustível e a emissão de particulados está aderente aos padrões europeus atuais.

Aos veículos mais antigos, resta promover a sua atualização mecânica, dentro dos parâmetros de custo compatíveis com o valor de mercado do veículo e o respeito às limitações do projeto original, de modo a garantir sua competitividade no mercado de fretes e proporcionar um aumento de torque do motor e da redução da emissão de GEE (gases de efeito estufa).

Existem, no mercado, diversas alternativas disponíveis para esse fim, muitas delas de resultado duvidoso, legalidade discutível e que ao alterar a curva de torque do veículo podem aumentar a emissão de particulados, aumentar o consumo de combustível e comprometer a durabilidade do equipamento.

Esse relato técnico focou o desenvolvimento tecnológico do turbo-alimentador para veículos de carga movidos a diesel, com a ressalva de que o estudo baseou-se na análise de veículos que se beneficiariam da alteração tecnológica do turbo instalado, com ganhos de performance tangíveis e redução da emissão de particulados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A hipótese que norteia essa análise parte da constatação que a partir do aumento da frota utilizada para o transporte rodoviário, com o seu envelhecimento e com a sua consequente defasagem tecnológica, ocorre um aumento do consumo de combustíveis fósseis e da emissão de poluentes responsáveis pela piora da qualidade ambiental e consequentemente da qualidade de vida dos cidadãos.

Segundo a Secretaria de Transportes (2008), a definição de transporte sustentável implica em políticas de controle de emissões e nas práticas de consumo racional de petróleo e seus derivados. Essa definição reforça a pesquisa objeto desse relato técnico.

De acordo com o Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente), por sua resolução nº3 de 28/06/1990:

“poluente atmosférico é qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos e que tornem ou possam tornar impróprio, nocivo, ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem estar público,

danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial á segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade”.

Segundo a CETESB (2014), entre os poluentes que mais ultrapassam os limites legais na RMSP estão o ozônio, o material particulado e o monóxido de carbono.

Os órgãos de controle e preservação do Meio Ambiente, desde os anos 1970, desenvolvem ações para a fiscalização da emissão excessiva de fumaça preta, oriunda dos veículos movidos a diesel. Essa fiscalização é feita diariamente, por agentes credenciados, com o veículo fiscalizado em circulação na via pública, de acordo com a lei estadual 997/76 (SP).

A simples verificação visual da emissão de fumaça preta por caminhão ou ônibus em circulação em vias públicas, sem a necessidade de medições adicionais, é condição suficiente para lavrar um auto de multa contra o veículo infrator (CETESB, 2015).

As externalidades geradas pela combustão do diesel podem ser divididas em três categorias, a saber: efeito nocivo à saúde humana, efeito nocivo local e efeito ambiental global. Todos são efeitos que devem preocupar a humanidade: a) A emissão de particulados é a responsável pelo efeito nocivo à saúde humana, já que pode causar doenças no aparelho respiratório e mortes prematuras, b) a combinação de hidrocarbonetos e dióxido de nitrogênio em presença de radiação solar causa a redução de visibilidade e a chuva ácida provocada pela emissão de dióxido de enxofre e de nitrogênio se transforma em ácido sulfúrico, nítrico, sulfatos e nitratos, e c) a alteração do clima pela emissão de GEE causam o efeito ambiental global (Dias e Kuwahara, 2009).

O interesse em avaliar os custos sociais e as externalidades do transporte vem crescendo de forma significativa nas últimas décadas. Políticas mais eficazes de controle dos efeitos negativos associados ao transporte rodoviários têm sido implementadas (Castro, 2013), o que tem reflexos no transporte efetuado por caminhões e ônibus equipados com tecnologia mais antiga e não preparada para atender a essas políticas.

A idade média da frota dos caminhões utilizados no transporte de cargas varia conforme o tipo de veículo e o perfil dos proprietários, sejam eles autônomos, empresa ou cooperativa. A tabela 1 apresenta essas diferenças.

Tabela 1: Idade média da frota de caminhões - Brasil

Tipo de Veículo	TAC	Empresa	Cooperativa	Total
CAMINHÃO LEVE (3,5T A 7,99T)	20,3	9,5	9,6	13,2
CAMINHÃO SIMPLES (8T A 29T)	23,8	10,9	15,3	16,6
CAMINHÃO TRATOR	18,1	8	13,4	13,1
CAMINHÃO TRATOR ESPECIAL	15,6	5,4	8,1	9,7

Fonte: ANTT, 2015

A principal característica do motor diesel, observada externamente, é a fumaça preta, também conhecida como material particulado, que é um subproduto da combustão mal realizada.

O PROCONVE considera que a concepção tecnológica do motor e a qualidade do combustível utilizado são os principais responsáveis pela emissão de poluentes na atmosfera (CETESB, 2015). Daí a importância do sistema de injeção instalado nos motores diesel, já que ele é o responsável por injetar o combustível sob pressão para que ocorra a combustão. Esse sistema controla o tempo e a quantidade de injeção de acordo com as necessidades do motor.

O torque de um motor está diretamente relacionado à massa de ar que ele consegue aspirar por ciclo de admissão. O turbo-alimentador comprime o ar antes que seja admitido pelo motor. Assim,

dado um mesmo volume de ar, têm-se muito mais massa de ar devido à compressão e dessa forma o turbo contribui para a melhora da queima do combustível injetado, o que antecipa o torque do motor e reduz a emissão de particulados.

A partir da existência de uma frota de caminhões e ônibus antigos em plena atividade e da necessidade de reduzir a emissão de particulados, do aumento de torque obtido num regime de rotações compatível com o motor, acompanhada da redução do consumo de combustíveis, o mercado de reposição e manutenção desses veículos tem grandes desafios: repotencializar essa frota sem agredir o meio ambiente e aumentar sua capacidade de trabalho sem incrementar o consumos de combustíveis fósseis.

3 MÉTODO DA PRODUÇÃO TÉCNICA

Esse relato técnico foi desenvolvido a partir da observação da significância do transporte rodoviário de cargas e pessoas, do tamanho da frota em operação e das externalidades provocadas pela dificuldade de renovar essa frota, principalmente, num mercado crescente dos transportadores autônomos de carga (TAC) que, diante das dificuldades econômicas do país, da redução da quantidade de empregos e da vontade de empreender, compram seus caminhões e ônibus, com muitas dificuldades, para iniciar-se em sua nova atividade econômica.

A análise da literatura, as entrevistas com alguns transportadores autônomos e a troca de experiências com a empresa produtora de turbos Biagio Turbos forneceram os subsídios para que esse relato fosse elaborado.

4 CONTEXTO DO PROJETO

A empresa Biagio Turbos é uma empresa de capital nacional, localizada na cidade paulista de São João da Boa Vista, onde industrializa turbo-alimentadores destinados ao mercado de reposição para caminhões e ônibus produzidos no mercado brasileiro.

São produtos desenvolvidos pela própria empresa que detém as patentes de seus produtos. Concorre com gigantes do mercado global como a Garret e outras fornecedoras de equipamentos originais utilizados pelas grandes montadoras.

Visando o mercado de caminhões e ônibus produzidos antes de 2012, muitos com mais de 20 anos, que continuam a rodar pelo Brasil, seu departamento de engenharia aprimorou e agregou novas funcionalidades e tecnologias capazes de produzir uma evolução em termos de turbo-alimentadores, o Ecoturbo.

Esse equipamento foi lançado no mercado em 2010 e, hoje, tem sido empregado como substituto dos equipamentos originais e dos convencionais no mercado de reposição com grandes vantagens quanto à curva de torque, à redução da emissão de particulados e a redução do consumo de combustível.

Hoje o produto é distribuído por revendedores autorizados em todo o território nacional e atende a uma ampla gama de modelos de montadoras nacionais fabricados na faixa que varia dos mais recentes produzidos antes de 2012 até os mais antigos com mais de 30 anos de uso.

5 TIPO DE INTERVENÇÃO E MECANISMOS ADOTADOS

As principais intervenções de engenharia no design e produção do Ecoturbo em relação aos concorrentes, foram: a) a otimização do fluxo de gases através do retrabalho da carcaça da turbina; b) a inclusão da válvula wastegate; c) a inclusão de refluxo na carcaça compressora e d) a carcaça de turbina com fluxo otimizado (figura 1).

Figura 1: Vista em corte do Ecoturbo



Fonte: Biagio Turbos

Em conjunto, essas soluções tecnológicas contribuíram para a concepção e produção de um turbo-alimentador que supera em desempenho os convencionais, quanto a torque em baixas rotações e o melhor aproveitamento na queima de combustível, de onde derivam o menor consumo de diesel e a menor emissão de particulados.

6 RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE

A Viação Itapemirim S.A., uma das maiores empresas de transporte rodoviário de passageiros do Brasil, após a aplicação do Ecoturbo em seus ônibus e testes de desempenho em bancadas dinamométricas coletou os gráficos apresentados na figura 2, onde observa-se que o produto proporciona uma curva de torque superior nas faixas de operação recomendadas e que proporcionam maior durabilidade para o motor dos veículos.

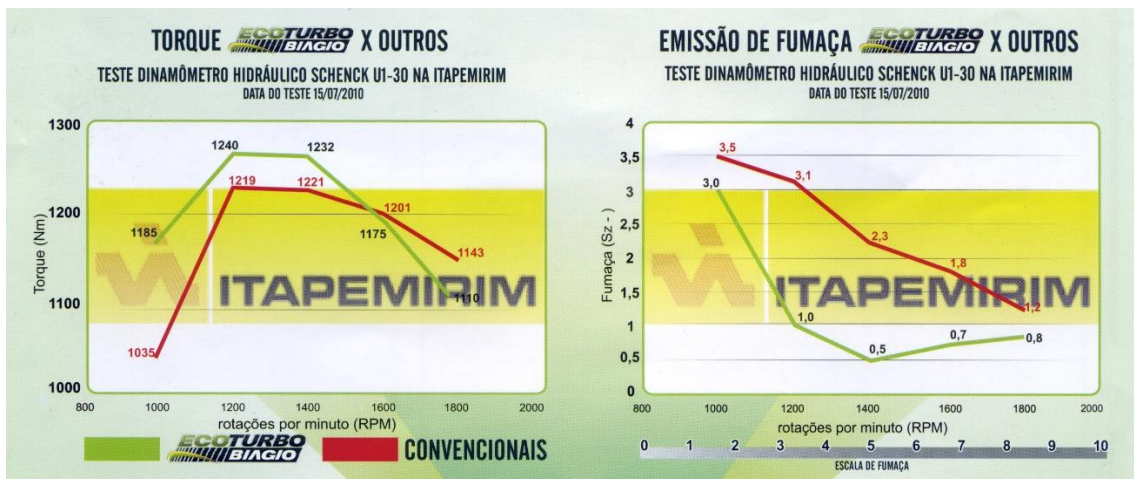
Em relação à emissão de fumaça preta, que é uma das grandes preocupações dos proprietários de caminhões e ônibus, devido à legislação restritiva e altas multas aplicadas, o gráfico aponta uma redução significativa da emissão de particulados por motores equipados com o Ecoturbo.

Aliado a isso, a empresa realizou testes de durabilidade em condições normais de uso na estrada e acabou por homologar o produto, relatando uma redução de consumo de combustível na frota, onde o equipamento foi instalado.

O produto foi homologado, também por grandes transportadoras de carga, que relataram a redução do consumo de combustível na ordem de 9% a 12%, quando seus veículos rodam com o Ecoturbo instalado (figura 3). Esse valor é bastante significativo quando se leva em conta o custo de combustível em relação ao valor total do frete contratado.

Uma preocupação importante adotada pela Engenharia do Produto foi com a total compatibilidade de instalação entre o Ecoturbo e os turbo-alimentadores originais ou convencionais. Basta a simples troca de equipamentos em um veículo para que se possa comparar o desempenho dos produtos em mesmas condições de qualidade de combustível, regulagem do sistema de injeção de combustível e estado geral do conjunto motor e câmbio.

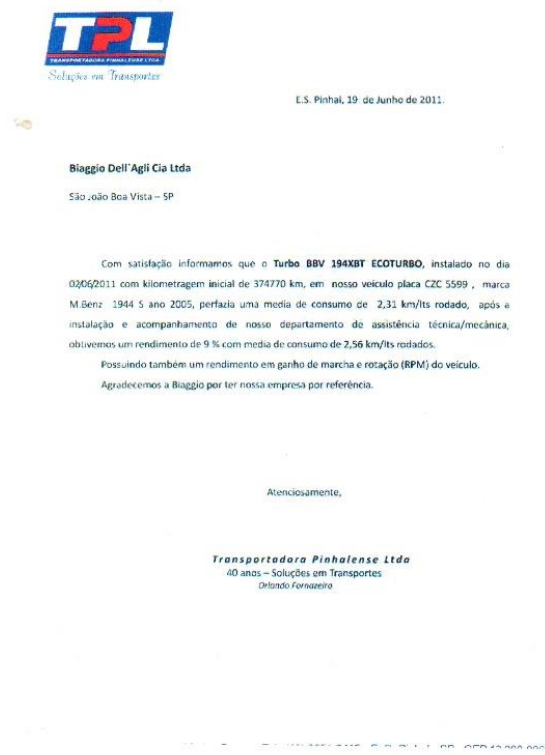
Figura 2: Testes realizados pela empresa Viação Itapemirim no processo de homologação do produto



Fonte: Biagio Turbos

Considerando a frota alvo, veículos produzidos antes de 2012, muitos com idade superior a 20 anos, transportando carga e passageiros por todo o território brasileiro, o Ecoturbo se mostrou bastante eficiente pelos seguintes aspectos a) a redução do consumo de combustível; b) a redução de emissão de particulados e a consequente eliminação de multas; e c) o aumento de torque com a consequente redução de troca de marchas, que poupa o conjunto motor/cambio como um todo.

Figura 3: Exemplo de relato/testemunho de adequação do Ecoturbo à frota de transportadora de carga



Fonte: Documento recebido e arquivado na Biagio Turbos

7 CONCLUSÃO

Em momentos de desemprego crescente, onde cresce o número de pequenos empreendedores individuais, em tempos de recessão econômica onde a competição feroz por redução do custo do frete, e de alta n (CETESB, Serviços - Fumaça Preta, 2015) o preço de combustível, são significativas as opções para re-potencializar a frota circulante e garantir melhores condições para uma competição mais justa nesse mercado.

Por fim, deve-se ressaltar a iniciativa de empresas brasileiras, sintonizadas com a realidade do mercado de veículos de transporte rodoviário, ao investir na pesquisa e desenvolvimento de produtos que proporcionem uma sobrevida a essa frota, fabricada num período em que a questão Meio Ambiente não estava tão enraizada na legislação brasileira, defasada tecnologicamente e com rendimento muito aquém dos produtos mais modernos, mas que são inacessíveis à maioria dos transportadores nacionais.

8 REFERÊNCIAS

- ANTT, A. (2009). *Panorama RNTRC*. Brasília: Universidade de Brasília, CEFTRU.
- Barbieri, J. (7-13 de junho de 2010). Aperfeiçoamento de técnica reduz emissão de poluentes em motor diesel. *Jornal da Unicamp*, p. 5.
- Castro, N. (Jan de 2013). Mensuração de externalidades de transporte de carga brasileiro. *Journal of Transport Literature*, 7(1), 163-181.
- CETESB. (2014). *Qualidade do Ar*. Fonte: ar.cetesb.sp: <http://ar.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>, acesso em 16 Out. 2015
- CETESB.(2015). *licenciamento/documentos/1976*. Fonte: www.cetesb.sp.gov.br: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/1976_Lei_Est_997.pdf, acesso em 16 Out 2015
- CETESB. (2015). *Serviços - Fumaça Preta*. Fonte: [cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br): <http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/fumaca-preta/>, acesso em 16 Out 2015
- Dias, I. P., & Kuwahara, M. Y. (2009). Sistema de transporte público urbano da RMSP e seus impactos ambientais. *Revista Jovens Pesquisadores*(10), 141-161.
- Schoeder, E., & Castro, J. (nov de 1996). *Transporte rodoviario de carga: Situação atual e perspectivas*. Acesso em 09 de 10 de 2015, disponível em <http://www.bndes.gov.br>: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/carga.pdf
- Transportes, S. d. (07 de mar de 2008). *Informações gerais sobre sustentabilidade dos transportes*. Fonte: www.transportes.gov.br: www.transportes.gov.br/CPMA/cap01.htm#1