

**O uso do defletor de ar em caminhões pesados na economia de combustível:
Uma análise de viabilidade econômica e ambiental****The use of the air deflector in heavy trucks in fuel economy: An economic and
environmental feasibility analysis**

DOI:10.34117/bjdv5n10-182

Recebimento dos originais: 20/09/2019

Aceitação para publicação: 15/10/2019

Cícero Janderson Tavares Neves

Bacharel em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Federal do Ceará

Endereço: Avenida Treze de Maio, 2081 – Benfica, Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: academico.ifce@gmail.com

Antônio Wilton Araújo Cavalcante

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza.

Endereço: Avenida Treze de Maio, 2081 – Benfica, Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: awilton@ifce.edu.br

Bruno Vieira Bertoncini

Pós-Doutor em Engenharia de Transportes pela Universidade Federal do Ceará

Instituição: Universidade Federal do Ceará – Campus do PICI

Endereço: Av. Humberto Monte, S/N – Bairro PICI, Fortaleza – CE, Brasil.

E-mail: bruviber@det.ufc.br

Rafael Rocha TeixeiraAluno do curso Técnico em Mecânica Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza.

Endereço: Avenida Treze de Maio, 2081 – Benfica, Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: rafaeldkteixeira88@gmail.com

Davi Teixeira PinheiroAluno do programa de doutoramento em engenharia civil (PRODEC) pela Faculdade de Engenharia
da Universidade do Porto (FEUP)

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza.

Endereço: Avenida Treze de Maio, 2081 – Benfica, Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: davi@ifce.edu.br

RESUMO

O transporte rodoviário de cargas possui representatividade no Brasil, reflexo da priorização de investimentos do governo brasileiro neste modal de transporte. Assim, o combustível compõe um dos principais custos operacionais das transportadoras. A redução deste custo reflete em benefícios financeiros e ambientais, aumentando a lucratividade das empresas e na diminuição da emissão de poluentes na atmosfera. Este artigo tem como objetivo realizar uma análise de investimento da utilização do acessório defletor de ar em caminhões pesados fazendo uso dos indicadores: valor presente líquido, taxa interna de retorno e payback descontado, além de quantificar o decréscimo dos gases de escape no meio ambiente. Foi verificada a redução do consumo de combustível e dos poluentes atmosféricos emitidos, pelo melhoramento aerodinâmico do caminhão mostrando ser um

investimento rentável e sustentável através dos indicadores financeiros aplicando uma taxa mínima de atratividade (TMA) para o investimento de 15% ao ano.

Palavras-chave: defletor de ar; análise de investimento; transporte rodoviário de carga; poluição do ar.

ABSTRACT

Road freight transportation is representative in Brazil, reflecting the prioritization of Brazilian government investments in this mode of transport. Thus, fuel makes up one of the main operating costs of carriers. The reduction of this cost reflects financial and environmental benefits, increasing the profitability of companies and reducing the emission of pollutants into the atmosphere. This article aims to perform an investment analysis of the use of the air baffle accessory in heavy trucks using the indicators: net present value, internal rate of return and discounted payback, in addition to quantifying the decrease of the exhaust gases in the environment. The reduction in fuel consumption and air pollutants emitted by the aerodynamic improvement of the truck proved to be a profitable and sustainable investment through the financial indicators applying a minimum attraction rate (TMA) for the investment of 15% per year.

Keywords: air deflector; investment analysis; road freight transport; air pollution.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui um território com dimensões continentais e atividades produtivas diversificadas que englobam desde o fornecimento de matérias-primas a produtos industrializados de diferentes gêneros, onde o escoamento dessa produção é essencial para o desenvolvimento da economia do país. Haja vista, que se faz necessário um sistema de transporte de cargas eficiente com uma estrutura capaz de atender a tal demanda proveniente de um mercado consumidor que exige serviços com mais rapidez e confiabilidade.

Segundo o boletim estatístico da Confederação Nacional de Transportes, CNT (2018A) o modo rodoviário possui grande representatividade no transporte de cargas brasileiro, com 61,1% da participação em toneladas por quilometro útil (TKU). Alinhado a este fato, a utilização de óleo diesel dentro da matriz rodoviária é de 39,17 milhões de m³, correspondendo a 96,62% do consumo de óleo diesel em relação aos modos ferroviário e hidroviário (CNT, 2018B). O que mostra uma dependência na movimentação de carga no país por rodovias, influenciando em um maior consumo de óleo diesel e conseqüentemente na emissão de poluentes para a atmosfera.

Segundo Wernke (2014) o combustível representa 21,17% dos custos operacionais do transporte rodoviário de cargas. Então, a utilização desse insumo como fonte de energia, representa uma importante variável, a qual impacta diretamente nos custos de transporte.

O desenvolvimento sustentável vem a conciliar os interesses empresariais, sociais e ambientais como forma de garantir a manutenção dos recursos naturais e a minimização da poluição nas

escalas terrestre, aquática e atmosférica, por meio de ações sustentáveis e utilizando novas tecnologias menos prejudiciais ao meio ambiente.

Os veículos automotores são responsáveis por 10% das emissões de dióxido de carbono no meio ambiente em nível global (GUARIEIRO; VASCONCELLOS; SOLCI, 2011). O CO₂ é tido como um gás de efeito estufa, contribuindo com o aquecimento global e distúrbios ambientais, porém poluentes como: monóxido de carbono, óxido de nitrogênio e material particulado também são lançados na atmosfera e causam danos a diversos ecossistemas e a saúde dos seres humanos.

Neste sentido, ações aplicadas que elevam a eficiência energética, ou seja, a redução da energia efetiva (proveniente do combustível) permitindo o deslocamento do caminhão representam vantagens financeiras, além de conservar este recurso fóssil não renovável e reduzir a poluição atmosférica no âmbito ambiental.

Diante desse cenário, estudos aerodinâmicos contribuem para elevar a eficiência energética de caminhões através da utilização do acessório, defletor de ar, proporcionando avanços no segmento de transporte rodoviário de cargas, tanto em meio econômico como ambiental. Porém, o desenvolvimento de novas pesquisas na área reflete a necessidade de aprimorar o rendimento operacional de veículos de transporte com o intuito de reduzir custos. Conforme, Carregari (2006) são necessários avanços em relação à aerodinâmica devido à ampla área frontal e a velocidade de percurso do veículo que transportam pessoas e cargas.

Pesquisas realizadas por simulação computacional por Chowdhury *et al.* (2019); Wang *et al.* (2009); Oliveira, Tofaneli e Guerrieri (2012); Das *et al.* (2013) e Lindgärde *et al.* (2016) revelam que há resultados positivos com a implementação do defletor de ar minimizando os efeitos negativos do arrasto aerodinâmico e aumentando de forma significativa a economia de combustível.

No subcontinente indiano foi realizado um trabalho mostrando a importância da aerodinâmica em caminhões leves, onde Chowdhury *et al.* (2019) observaram por meio de simulação computacional que melhorias aerodinâmicas proporcionam uma economia de 12% no consumo de combustível, além de contribuir na redução da emissão de poluentes para atmosfera.

De acordo com a pesquisa de Wang *et al.* (2009) a diferença entre altura da cabine e da carga de um caminhão pesado caracterizado pelo Peso Bruto Total Combinado maior ou igual a 40 toneladas exerceu influência no arrasto aerodinâmico, como também o ajuste do ângulo do defletor para a minimização deste efeito. É importante salientar que utilizar o acessório correto de acordo com o tipo de caminhão, resulta em melhor eficiência e aproveitamento energético.

Oliveira, Tofaneli e Guerrieri (2012) fazendo uso de simulação computacional em um caminhão classificado como semipesado caracterizado pelo Peso Bruto Total Combinado inferior a 40 toneladas, obtiveram como resultado a redução no consumo de combustível. No entanto, os

mesmos autores mostraram que a geometria do defletor exerce influência neste desempenho, podendo haver variações de economia de diesel em até 25% dependendo do dispositivo em uso.

De acordo com Alvarenga (2010) o uso desse acessório em caminhões proporcionou redução no consumo de combustível, melhoria na estabilidade e dirigibilidade do veículo. Das et al. (2013) afirmaram que o emprego deste acessório no caminhão contribuiu com uma diminuição de 15% no arrasto aerodinâmico e quando realizado testes no túnel de vento DNW-German Dutch mostrou uma redução de 16,5%.

Segundo Lindgärde et al. (2016) por meio de simulações com o software Computational Fluid Dynamics (CFD) perceberam que o ajuste nos defletores laterais como no de teto refletem em economia de combustível. É verificado que o ajuste do ângulo deste dispositivo na lateral proporciona ganhos na faixa de 0,3 a 1,5% e no teto até 2%, porém fatores como a topografia interferem no rendimento do caminhão. Sendo importante também considerar além deste fator nesta pesquisa, a velocidade, curvas, e qualidade das estradas na roteirização dos veículos para que o rendimento do caminhão seja aprimorado, a fim de reduzir os custos de transporte.

Portanto, o emprego desse acessório vem a melhorar o desempenho aerodinâmico e conseqüentemente contribui para a redução do combustível e da poluição atmosférica, assim, vem a proporcionar maiores ganhos financeiro e contribui para um desenvolvimento sustentável.

O presente estudo tem como objetivo realizar uma avaliação na redução do consumo de óleo diesel aplicando o defletor de ar em caminhões, em complementação é apresentada uma análise econômica e ambiental, com destaque para os ganhos financeiros, recuperação do capital investido e a redução de emissão de poluentes na atmosfera.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa possui abordagem quantitativa de caráter exploratório e consiste em um estudo de caso que visa analisar fenômenos individuais significativos que possuam representatividade para fundamentar trabalhos científicos semelhantes (SEVERINO, 2002).

O processo da pesquisa seguiu as etapas do delineamento de um estudo de caso, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Processo do Estudo de Caso.



Fonte: Adaptado de Gil (2002).

O experimento foi realizado em uma transportadora cearense com o intuito de verificar a redução no consumo de combustível e realizar uma análise de investimento por meio da implantação do defletor de ar em caminhões pesados, mostrando ganhos financeiros e a recuperação do capital investido. Os parâmetros utilizados para obtenção dos dados foram obtidos pelo Departamento de Compras referente aos preços do defletor de ar e do óleo diesel S10 (adquirido direto da distribuidora) e no setor de Operação de Transporte pertinente ao desempenho dos caminhões: Quilometragem (Km) anual do veículo de carga, consumo de diesel do caminhão com e sem o defletor de ar e a vida útil do acessório automotivo em análise.

O cálculo para identificação do consumo de óleo diesel em litros (l) do caminhão em questão com e sem defletor de ar é apresentado de acordo com a equação 1:

$$\text{Consumo anual} = (\text{Km anual})/(\text{Km/l}) \quad [\text{Eq.1}]$$

O Procedimento para a realização da análise financeira do estudo de caso é efetuado a partir dos seguintes fundamentos:

Construção do Fluxo de Caixa: foi determinado às entradas e saídas de caixa e o investimento inicial, onde no cálculo não foi considerado a variação do preço do óleo diesel dentro do período de 5 anos.

Cálculo dos indicadores: Esta etapa foi auxiliada pelo software MS Excel por meio das funções: =VPL(taxa;valor1:valor5) – valor0 e =TIR(valor0:valor5), como não há função para cálculo do Payback descontado (período do retorno de investimento) no MS Excel é utilizada a equação 2. Considerou-se uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 15% a.a para todos os indicadores.

$$\text{Payback descontado} = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} = FC_0 \quad [\text{Eq.2}]$$

em que, FC_t = Fluxo de Caixa, de ordem t;

i = taxa mínima de atratividade;

n = número de períodos de tempo;

FC_0 = Investimento.

Análise dos indicadores: A viabilidade do investimento seguiu os critérios para aceitação:

Valor Presente Líquido (VPL) > 0.

Taxa Interna de Retorno (TIR) > TMA.

Payback descontado < Vida útil do Defletor de ar.

Com relação ao cálculo das emissões dos poluentes CO₂, CO, Óxidos de Nitrogênio (NOx), Hidrocarbonetos não-metano (NMHC) e Material Particulado (MP) em caminhões pesados na Fase 7 do Programa de Controle de Emissões Veiculares (PROCONVE), seguiu os fatores de emissão para o óleo diesel apresentados pelo Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (BRASIL, 2014).

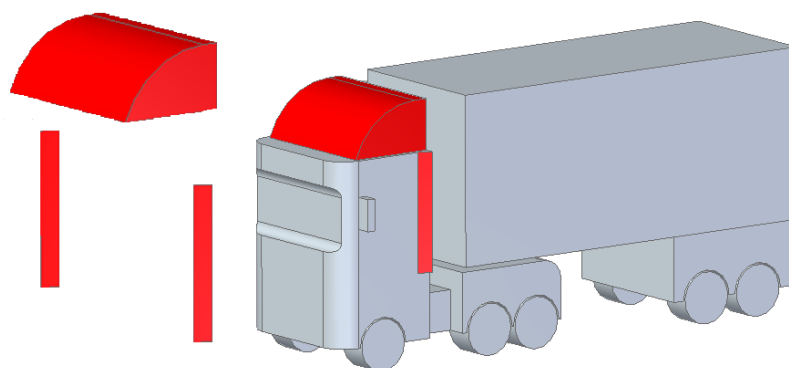
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização do defletor de ar melhorou a eficiência aerodinâmica do caminhão em questão, pois o desempenho operacional passou de 2,39Km/l para 2,56Km/l reduzindo o consumo de combustível em 6,64%, elevando o rendimento operacional do veículo e conseqüentemente melhorou o desempenho da frota da empresa. Entretanto, fazendo uso da modelagem computacional por meio do software ANSYS CFX, Oliveira et al. (2016) alcançaram uma redução de 36,1% na força e no coeficiente de arrasto para os veículos simulados. Obtendo, dessa forma uma economia de combustível na ordem de 30,2% a 34,7%, com este valor variando dependendo da velocidade de tráfego e do peso da carga transportada.

Dessa forma, diferentemente das pesquisas de Chowdhury et al. (2019); Wang et al. (2009); Oliveira, Tofaneli e Guerrieri (2012); Das et al. (2013); Lindgärde et al. (2016) e Oliveira et al. (2016) realizadas por simulação computacional, este estudo abordou um caso real, onde há paradas do veículo, variações da velocidade do vento e do caminhão e condições físicas da rodovia que influem no consumo de combustível.

A Figura 2 representa um desenho gráfico do caminhão equipado com defletor de ar (partes em vermelho e ampliando) e este acessório tem como função facilitar o escoamento do ar pelo caminhão, reduzindo a resistência do ar e proporcionado melhor rendimento operacional do veículo.

Figura 2 - Representação gráfica 3D do caminhão com defletor de ar.



Fonte: Autores (2019).

O Fluxo de Caixa elaborado a partir do valor do investimento inicial referente ao preço do defletor de ar, além dos valores de entradas de caixa correspondentes a redução do consumo de óleo diesel estão apresentados conforme a tabela 1. Para este caso não há saídas de caixa.

Tabela 1- Entradas para a formação do Fluxo de Caixa

Informações operacionais	Resultados
Consumo sem Defletor de ar	58.579,08 l/ano
(-) Consumo com Defletor de ar	54.689,06 l/ano
(=) Consumo decremental	3.890,02 l/ano
(*) Preço do diesel S10 (julho 2019)	R\$ 3,19
(=) Valor economizado anual	R\$ 12.409,15

Fonte: Autores (2019).

De acordo com a Tabela 2 os indicadores mostraram que o investimento realizado é viável e rentável para a empresa, sendo que a vida útil do equipamento é estimada em um período de cinco anos, caso a empresa possua 10 caminhões na categoria pesados tem-se um ganho de R\$ 390.574,10 dentro deste período. O investimento unitário de R\$ 2.540,00 é considerado baixo em um ambiente empresarial e gera um retorno financeiro que se paga em 86 dias dentro de um intervalo de tempo de cinco anos.

A TIR é superior a TMA mostrando a viabilidade do projeto em conjunto com os demais indicadores utilizados para este estudo. Em muitos casos, é difícil determinar a taxa mínima de atratividade que se pretende utilizar para o investimento, pois não foi definido um cálculo padrão para estabelecê-la.

Então, pode-se utilizar o maior valor da taxa de aplicações financeiras de baixo risco como, por exemplo, o Tesouro Direto e a Caderneta de Poupança para determinar a taxa mínima de atratividade, porém é usual estabelecer 15% ao ano (FREITAS; MARQUES; PERLINGEIRO, 2016).

Tabela 2 - Resultados da Análise de Investimento

Indicadores Financeiros	Valores
VPL	R\$ 39.057,41
TIR	488,48%
<i>Payback</i> descontado	86 dias

Fonte: Autores (2019).

A redução da poluição atmosférica ocasionada por veículos é uma consequência de ações que visam diminuir o consumo de combustível. Portanto, pode-se observar a influência do defletor de ar na esfera ambiental relacionado à emissão anual de poluentes atmosféricos pelo caminhão em questão, conforme mostrado na tabela 3.

Tabela 3 - Redução anual de poluentes atmosféricos em Kg por caminhão pesado

Caminhão Pesado	Poluentes Atmosféricos em Kg				
	CO ₂	CO	NO _x	NMHC	MP
Com defletor de ar	152.481,34	15,54	216,16	1,54	1,96
Sem defletor de ar	142.355,62	14,51	201,81	1,44	1,83
Redução em valores absolutos	10.125,72	1,03	14,35	0,1	0,13

Fonte: Autores (2019).

O dióxido de carbono é o principal gás de escape lançado no meio ambiente por este tipo de veículo, portanto, verifica-se uma maior redução na quantidade deste poluente, que é um dos responsáveis pelo efeito estufa, causando mudanças climáticas que afetam o equilíbrio do ecossistema. Não obstante, os óxidos de nitrogênio, CO, MP e o NMHC possuem valores menos expressivos, porém, podem causar sérios danos ambientais e aos seres humanos elevando o gasto público em saúde. Por exemplo, na cidade chinesa de Lanzhou foram verificados que o aumento da concentração do material particulado de diâmetro 2,5µm estava associado a maiores números de consultas médicas, referentes a doenças respiratórias (CHAI *et al.*, 2019). Um estudo realizado no Brasil, abordando 5444 cidades mostrou que poluentes atmosféricos provenientes de veículos automotores podem está associada ao risco de doenças cardiorrespiratórias, assim, verificou-se que um aumento de 15% na poluição do ar pode elevar em 6% a quantidade de internações em hospitais (REQUIA *et al.*, 2016).

Considerando a magnitude da frota nacional para transporte de cargas dentro da matriz rodoviária tem-se que a quantidade total de poluentes na atmosfera é um fato preocupante do ponto de vista ambiental e de saúde pública, sendo idosos e crianças os que estão mais suscetíveis a doenças relacionadas à poluição do ar.

Então, pode-se observar que o defletor de ar reflete em uma oportunidade tanto econômica como na conservação do meio ambiente, colaborando para um desenvolvimento mais sustentável.

Ainda nesta linha é possível ver que outras medidas além de avanços na aerodinâmica como a renovação da frota, roteirização (rota mais econômica), motores mais eficientes e gestão de pneus vem a contribuir para a diminuição dos custos deste segmento e conseqüentemente da poluição atmosférica (BARTHOLOMEU; PÉRA; FILHO, 2016). Ademais, Bartholomeu e Filho (2008) mostraram que as condições da infraestrutura de transporte na escolha de rotas podem exercer

influência na economia de combustível, na ordem de 7,8% e proporcionando uma redução na emissão de dióxido de carbono na proporção de 2g de CO₂ por tonelada transportada.

Outra opção de cunho ambiental para a redução na emissão de poluentes como o CO, CO₂ e o material particulado é a incorporação parcial de biodiesel na composição da matriz energética de veículos de carga com motores com ciclo a diesel (PERIN *et al.*, 2015; KOZERSKI; HESS, 2006). Assim, há uma diversidade de possibilidades a serem estudadas com o intuito de reduzir custos de transporte e a emissão de poluentes promovendo o desenvolvimento econômico e ambiental.

4. CONCLUSÃO

A utilização de combustíveis fósseis corresponde a um importante custo do modal rodoviário, assim, melhorias que permitam a redução do consumo deste tornam-se uma vantagem competitiva significativa neste segmento de serviço. A melhoria aerodinâmica em caminhões por meio do defletor de ar para este estudo de caso corresponde a uma economia de 6,64% de óleo diesel para a empresa pesquisada, contribuindo com a redução na emissão de poluentes para a atmosfera, principalmente em relação ao CO₂.

O emprego dos indicadores financeiros mostrou que o investimento é vantajoso, apresentando aplicação de reduzida quantidade de capital para os padrões empresariais, proporcionando retorno de caixa e tempo de recuperação rápida do recurso financeiro empregado no projeto. Portanto, considerando que a empresa tenha uma frota relevante a economia de recursos financeiros com combustível é expressiva dentro do segmento de transporte rodoviário de cargas em conjunto com a redução da emissão de poluentes no ar.

Recomendam-se estudos relacionados a outros acessórios ou práticas que promovam a economia de recursos financeiros e naturais no segmento de transporte de carga e que contribuam com o meio ambiente e a saúde pública.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará e a Universidade Federal do Ceará pelo apoio na pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Gustavo Siqueira. **Estudo do impacto do pedágio no aumento do tempo de viagem, no consumo de combustível e na emissão de poluentes**. 2010. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

BARTHOLOMEU, D. B.; PÉRA, T. G.; FILHO, J. V. C. Logística sustentável: avaliação de estratégias de redução das emissões de CO₂ no transporte rodoviário de cargas. **J. Transp. Lit**, v. 10, n. 3, p. 15-19, 2016. doi: 10.1590/2238-1031.jtl.v10n3a3.

BARTHOLOMEU, D. B.; FILHO, J. V. C. Impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras: um estudo de caso. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 46, n. 3, p. 703-738, 2008. doi: 10.1590/S0103-20032008000300006.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários 2013: ano base 2012**. 2014, 115 p. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/inventario/inventario_Ar/2014-0527%20inventrio%202013.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.

CARREGARI, André Luiz. **Estudo do Escoamento de Ar sobre a Carroceria de um Ônibus usando um Programa de CFD e Comparação com Dados Experimentais**. 2006. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. **Boletim Estatístico**. Jan; 2018. 1 p. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-estatistico-cnt>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES. **Boletim Ambiental**. Mai; 2018. 3 p. Disponível em: <<http://www.despoluir.org.br/boletim>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

CHAI, G.; HE, H.; SHA, Y.; ZHAI, G.; ZONG, S. Effect of PM_{2.5} on daily outpatient visits for respiratory diseases in Lanzhou, China. **Science of the Total Environment**, v. 649, p. 1563-1572, 2019. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.08.384.

CHOWDHURY, H.; JUWONO, R.; ZAID, M.; ISLÃ, R.; LOGANATHAN, B.; ALAM, F. An experimental study on of the effect of various deflectors used for light trucks in Indian subcontinent. **Energy Procedia**, v. 160, p. 34-39, 2019. doi:10.1016/j.egypro.2019.02.115.

DAS, P.; TSUBOKURA, M.; MATSUUKI, T.; OSHIMA, N.; KITO, K. Large Eddy Simulation of the flow-field around a full-scale heavy-duty truck. **Procedia Engineering**, v. 56, p. 521–530, 2013. doi: 10.1016/j.proeng.2013.03.155.

FREITAS, D. S.; MARQUES, J. J.; PERLINGEIRO, C. A. G. Estudo da viabilidade de aproveitamento de CO₂ offshore visando à produção de ureia. **Scientia Plena**, v. 12, n. 5, p. 01-13, 2016. doi:10.14808/sci.plena.2016.054212.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas; 2002. 175 p.

GUARIEIRO, L. L. N.; VASCONCELLOS, P. C.; SOLCI, M. C. Poluentes Atmosféricos Provenientes da Queima de Combustíveis Fósseis e Biocombustíveis: Uma Breve Revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 5, p. 434-445, 2011. doi: 10.5935/1984-6835.20110047.

KOZERSKI, G. R.; HESS, S. C. Estimativa dos poluentes emitidos pelos ônibus e microônibus de Campo Grande/MS, empregando como combustível diesel, biodiesel ou gás natural. **Eng. Sanit. Ambient**, v. 11, n. 2, p. 113-117, 2006. doi:10.1590/S1413-41522006000200003.

LINDGÄRDE, O.; SÖDERMAN, M.; TENSTAM, A.; FENG, L. Optimal Complete Vehicle Control for Fuel Efficiency. **Transportation Research Procedia**, v. 14, p. 1087-1096, 2016. doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.179.

OLIVEIRA, T. D.; TOFANELI, L. A.; MAGALHÃES, T. F.; SANTOS, A. A. B. Redução de Consumo de Combustível em Veículos de Carga Rodoviários: Uma Abordagem Numérica e Analítica. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 4, p. 1204-1219, 2016. doi:10.21577/1984-6835.20160086.

OLIVEIRA, T. D.; TOFANELI, L. A.; GUERRIERI, Y. Análise de desempenho aerodinâmico de defletores de ar para veículos de carga rodoviários via cfd. **Anais do VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica**; 2012 jul 31-03; São Luís – Maranhão; 2012.

PERIN, G. F.; SCHLOSSER, J. F.; DE FARIAS, M. S.; ESTRADA, J. S.; TREICHEL, H.; GALON, L. Emissões de motor agrícola com o uso de diferentes tipos de diesel e concentrações de

biodiesel na mistura combustível. **Pesq. agropec. bras**, v. 50, n. 12, p. 1168-1176, 2015. doi:10.1590/S0100-204X2015001200006.

REQUIA, W. J.; KOUTRAKIS, P.; ROIG, H. L.; ADAMS, M. D.; SANTOS, C. M. Association between vehicular emissions and cardiorespiratory disease risk in Brazil and its variation by spatial clustering of socio-economic fator. **Environmental Research**, v. 150, p. 452-460, 2016. doi:10.1016/j.envres.2016.06.027.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2002. 335 p.

Wang M, Dengfeng QL, Yang C, Zhao J, Wen G. The air-deflector and the drag: A case study of low drag cab styling for a heavy truck. **IEEE 10th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual**; 2009 Jan; Wenzhou, c2009. p. 1025-1030. doi:10.1109/CAIDCD.2009.5375401.

WERNKE, R. **Custos logísticos**. Maringá: MAG; 2014. 256p.