

UNIVERSIDADE FEERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

LUCAS LUCHI GUERRA

ANÁLISE DE EMISSÃO DE GASES HIDROCARBONETOS E
MONÓXIDO DE CARBONO NO TRANSPORTE FLORESTAL

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2016

LUCAS LUCHI GUERRA

ANÁLISE DE EMISSÃO DE GASES HIDROCARBONETOS E
MONÓXIDO DE CARBONO NO TRANSPORTE FLORESTAL

Monografia apresentada
ao Departamento de
Ciências Florestais e da
Madeira da Universidade
Federal do Espírito Santo,
como requisito parcial para
obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2016

LUCAS LUCHI GUERRA

ANÁLISE DA EMISSÃO DE GASES HIDROCARBONETOS E MONÓXIDO DE
CARBONO NO TRANSPORTE FLORESTAL

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheiro Florestal.

Aprovada em: 02 de Dezembro de 2016

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Dr. Flavio Cipriano de Assis do Carmo
Universidade Federal do Espírito Santo



MSc. Saulo Boldrini Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo



MSc. Edson Lachini
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter guiado meus passos me concedendo saúde, força e sabedoria para chegar até aqui.

Aos meus pais Silvio Cesar Guerra e Silvana Luchi Guerra por todo apoio, incentivo e motivação para seguir em frente, além dos telefonemas confortantes nos momentos difíceis.

Ao meu irmão Victor Luchi Guerra por segurar a barra em minha ausência, fazendo a minha parte e a dele nos nossos deveres de casa.

A toda minha família pelos incentivos, orações e acreditarem sempre em mim.

A minha namorada, Lara Pupin, por toda ajuda, incentivo e motivação na reta final desta caminhada.

Ao professor, orientador e amigo Nilton Cesar Fiedler, pela amizade, apoio, orientação e companheirismo ao longo da graduação.

Aos irmãos da Republica Fazenda Nossa, Léo, laumin, Victor, Mamá, Soldado, e em especial a meu amigo/irmão Hérick Moulin(grisalho)

A todos integrantes do Laboratório de Colheita Florestal, em especial ao Flávio Cipriano de Assis do Carmo e ao Saulo Boldrini pelo auxílio direto no experimento, orientações e por nossa amizade.

A todos que estiveram comigo diariamente durante estes cinco anos, nos bons e maus momentos, em especial Apeles Ribeiro, Jonas Vinco, Guilherme Canal, Sillas Mariano, Leandro Berude, Willian Masiolli, Secão, meu muito obrigado.

A todos os amigos feitos nesse período, que com certeza ficaram para vida e sem duvidas farão parte das historias para sempre lembradas.

A Universidade Federal do Espírito Santo, por além de me fornecer instrução técnica, me proporcionar uma nova maneira de ver o mundo e oportunidade de fazer grandes amigos.

A FAPES pelo apoio financeiro ao Laboratório de Colheita, Ergonomia e Logística Florestal (LABCELF).

RESUMO

Empresas do setor florestal na atualidade visam à possibilidade de aumento na sua renda, através da comercialização de créditos de carbono, sendo estimuladas a desenvolver projetos com técnicas de produção que reduzam as emissões dos gases de efeito estufa. Assim, objetivou-se com esta pesquisa quantificar a concentração de gases, hidrocarbonetos e monóxido de carbono, emitidos durante o funcionamento dos veículos destinados ao transporte florestal de Eucaliptos e verificar se estão de acordo com a legislação vigente. A análise dos dados para a realização desta pesquisa foi realizada a partir de análise da emissão de gases de dez veículos utilizados em uma empresa florestal. Para isto foi utilizado um equipamento analisador de gases (marca Alfatest, modelo Multigas Discovery G4) que é gerenciado por um software atualizado de acordo com a resolução CONAMA n.º 418 de 2009 e da Instrução Normativa IBAMA n.º 6 de 2010. Os veículos analisados foram separados em dois grupos, onde um grupo exercia funções que demandavam maior esforço do veículo, por estradas não pavimentadas e acidentadas, transportando madeira do talhão até o pátio de estocagem. O outro grupo era designado para transportar madeira do pátio de estocagem até o pátio da empresa, na maioria dos casos por estradas pavimentadas e menos acidentadas. Com os resultados, foi possível conhecer com maior nível de detalhes a emissão de gases e a adequação à legislação para cada um dos diversos tipos de veículos utilizados no transporte de madeira. Conclui-se com o presente estudo que a frequência na manutenção e o avanço das tecnologias influíram nos diferentes níveis de emissões de gases de efeito estufa emitidos pelos dois grupos de veículos, entretanto, apesar das variações nas concentrações de gases emitidos, os mesmos se enquadram na resolução CONAMA n.º 418 de 25 de novembro de 2009.

Palavras chave: Gases de Efeito Estufa, Produção Florestal, Poluição Ambiental.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Objetivos Específicos	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 O Setor de Transportes e o Meio Ambiente	3
2.2 Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.....	5
2.3 Emissão de Gases em Veículos	6
2.4 Tipos de poluentes produzidos pela queima dos combustíveis	7
2.5 Tecnologias e Emissões	19
3. METODOLOGIA	20
3.1 Caracterização da área de estudo.....	20
3.2 Descrição das atividades e veículos analisados	20
3.3 Sistema de quantificação dos gases emitidos pelos motores de combustão interna a ciclo diesel	20
3.5 Quantificação da emissão de gases por meio da utilização do equipamento analisador de gases	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5. CONCLUSÕES	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fontes e características dos principais poluentes na atmosfera.....	17
Tabela 2. Limites máximos de emissão de CO _{corrigido} , em marcha lenta e a 2500 rpm para veículos automotores com motor do ciclo Otto.....	24
Tabela 3. Limites máximos de emissão de HC _{corrigido} , em marcha lenta e a 2500 rpm para veículos com motor do ciclo Otto.....	24
Tabela 4. Níveis e limites de gases emitidos pelo grupo um.....	25
Tabela 5. Níveis e limites de gases emitidos pelo grupo dois.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Componentes do filtro.....	21
Figura 2. Croqui do Sistema adaptado.....	21
Figura 3. Utilização do equipamento analisador de gases.....	22
Figura 4: Média de emissões de $CO_{\text{corrigido}}$ e $HC_{\text{corrigido}}$ nos dois grupos e os limites aceitáveis para cada um.....	26

LISTA DE ABREVIACÕES

GEE= Gases de Efeito Estufa

CER= Certificado de Emissão Reduzida

MDL= Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

HC= Hidrocarbonetos

CO= Monóxido de Carbono

CO₂= Dióxido de Carbono

O₂= Oxigênio

NO₂= Dióxido de Nitrogênio

CONAMA= Conselho Nacional de Meio Ambiente

ANTT= Agência Nacional de Transportes Terrestres

CNT = Confederação Nacional do Transporte

STRC= Sistema de Transporte Rodoviário de Cargas

UNFCCC= Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

COP= Conferência das Partes

IC= Implementação Conjunta

MCT= Ministério da Ciência e Tecnologia

CGEE= Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

PROCONVE= Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores

IBAMA= Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis

1. INTRODUÇÃO

Com as mudanças de temperatura que vem ocorrendo no clima do mundo, estudos estão sendo realizados para discutir a respeito do aquecimento do planeta. Porém, ainda existem várias teorias controversas entre os cientistas. No entanto, sabe-se que está aumentando a concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Entre os motivos desse aumento, estão relacionadas as práticas agrícolas e as mudanças do uso do solo por meio do desmatamento que são as principais fontes de emissão dos GEEs (DENARDIN *et al*, 2014).

No Brasil, o transporte rodoviário é responsável por 82,35% de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor de transportes. No ano de 2011, considerando as montadoras e autopeças, o setor ofereceu 375 mil empregos, teve um faturamento de R\$ 105 bilhões por ano, com participação de 18,20% na indústria brasileira. Em tributos, considerando fabricação, uso e combustíveis, são R\$ 205 bilhões arrecadados por ano (ANFAVEA, 2012; SINDIPEÇAS, 2012).

Com o aumento da renda e o aumento da população economicamente ativa, se o Brasil chegar aos níveis econômicos de países desenvolvidos, a frota de veículos poderá quadruplicar. Considerando o crescimento populacional gradual e o crescimento de veículos em 7% ao ano, teríamos duas pessoas por veículo no Brasil, no ano de 2030, com uma frota de 123 milhões de veículos. Dessa forma, reuniões com especialistas da área estão sendo realizadas com o objetivo de estabelecer metas de redução da emissão de GEE.

Como resultado desses encontros, foi criado um mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) com o objetivo de auxiliar o processo de redução de emissões de GEE ou de remoção de carbono por parte dos países industrializados, sendo permitido a estes países financiarem projetos de florestamento e reflorestamento em países em desenvolvimento (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2009).

Em 2009, o Brasil firmou um compromisso, voluntário, de redução das emissões de GEE, entre 36,1% e 38,9% até o ano de 2020 (BRASIL, 2009; BRIANEZI *et al.*, 2014). Desta forma, com o financiamento de projetos de MDL na categoria de florestamento e reflorestamento, as empresas florestais brasileiras estão sendo estimuladas a desenvolverem projetos com técnicas de produção que

reduzam as emissões dos GEE, visando um aumento de renda por meio da comercialização de créditos de carbono e por consequência uma maior viabilidade do empreendimento florestal.

Para a empresa ter aprovação de um projeto de MDL, esta precisa comprovar a efetiva redução de emissão de GEE no seu processo de produção, ou seja, propor alternativas que reduzam a emissão de GEE. Segundo Avila (2009), o país no qual será implementado o projeto, por meio de uma Comissão Interministerial de Mudanças do Clima, pode auferir certificados que comprovem a redução. Tais certificados são denominados Certificados de Emissões Reduzidas–CER.

Como o setor florestal brasileiro tem grande potencial a ser explorado e como o país apresenta condições físicas e naturais para o desenvolvimento do mesmo, como elevada extensão de terras apropriadas, mão-de-obra abundante, clima e solo favoráveis, tecnologia silvicultural avançada e rápido crescimento das plantações florestais, o investimento na atividade florestal pode contribuir ainda mais para o desenvolvimento sócio-econômico do país (SOARES, 2006).

1.1 Objetivos

Ciente da preocupação com a poluição atmosférica, o presente estudo objetivou quantificar os gases monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC) emitidos pelo escapamento dos veículos com motores ciclo Diesel utilizados no transporte florestal compará-los com os limites de emissões estabelecidos pela Resolução 418/2009 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

1.2 Objetivos Específicos

Verificar se os gases $CO_{\text{corrigido}}$ e $HC_{\text{corrigido}}$ encontram-se dentro dos limites aceitáveis pela legislação vigente segundo a resolução CONAMA N°418/2009;

Verificar qual grupo apresenta maiores níveis de emissão de $CO_{\text{corrigido}}$ e $HC_{\text{corrigido}}$;

Identificar quais veículos apresentam menores índices de emissões de $CO_{\text{corrigido}}$ e $HC_{\text{corrigido}}$;

Identificar a possível causa dos maiores índices de emissões de $CO_{\text{corrigido}}$ e $HC_{\text{corrigido}}$;

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Setor de Transportes e o Meio Ambiente

Desde o início da Revolução Industrial, no século XIX, a quantidade de gases de efeito estufa na atmosfera aumentou 30% e acredita-se que dobrará nos próximos 50 anos. Com isso, prevê-se que a temperatura da Terra aumente 1 ou 2 graus centígrados (°C), o que deverá levar a grandes alterações no clima terrestre (GOLDEMBERG, 2007).

O setor de transportes é, entre as fontes de emissão de gases de efeito estufa, o que cresce mais rapidamente, muitas vezes em uma taxa superior ao produto interno bruto dos países em desenvolvimento (SCHIPPER e MARIE-LILLIU, 1999).

Segundo a ANTT (2016), a frota brasileira de caminhões é de 1.975.087 veículos, dos quais 790.195 são de propriedade de autônomos e possui idade média de 17 anos, 1.163.160 são de empresas de transporte com idade média de 9,5 anos e 21.732 de cooperativas de transporte com idade média de 12,7 anos. Portanto, a idade média dos três grupos considerados conjuntamente é de 13,1 anos.

No Brasil o transporte rodoviário é o mais expressivo quanto ao transporte de cargas, na medida em que a elevada quantidade de rodovias pavimentadas após a implementação da indústria automobilística, na década de 50, proporcionou um maior acesso às localidades do território nacional (ALVARENGA E NOVAES, 2000). De acordo com a Confederação Nacional do Transporte – CNT (2014), o modo rodoviário tem participação predominante na matriz de transporte de cargas, sendo responsável por aproximadamente 61% da matriz. Entretanto, a avaliação da CNT retrata que mais de 60% das rodovias brasileiras pavimentadas apresentam algum tipo de problema de sinalização, pavimento ou geometria da via, na medida em que projetos deficientes, má gestão e ausência de manutenção adequada comprometem a qualidade da infraestrutura da malha rodoviária.

Além dos problemas de infra-estrutura, a gestão de frotas é uma tarefa que deve ser bem executada nas empresas de transporte, garantindo a renovação da frota e melhorias nos serviços e nos níveis de poluição. A gestão consiste em reger, administrar, bem como gerenciar um conjunto de veículos pertencentes a uma mesma organização, envolvendo serviços de dimensionamento, especificação de

equipamento, roteirização, custos, manutenção e renovação de veículos, entre outros (VALENTE, PASSAGLIA E NOVAES, 1997).

Dentre os serviços envolvidos na gestão de frotas, a manutenção consiste na garantia da disponibilidade da função dos equipamentos e instalações para atender a um processo de produção e preservar o meio ambiente com confiabilidade, segurança e custo adequados (KARDEC E NASCIF, 1998).

Além da manutenção, também é necessário que se faça a renovação da frota, sabendo que veículos antigos propiciam maiores custos de operação para os envolvidos no transporte, além de serem responsáveis por maiores níveis de externalidades negativas, como acidentes e poluição do ar (ARRUDA, 2010).

Externalidades são todos os efeitos que determinada ação ou atividade, seja ela econômica ou não, tem sobre o bem-estar de outras pessoas, o desempenho de empresas e a qualidade do meio ambiente, sendo positivas quando beneficiarem de maneira involuntária os demais, e negativas em caso contrário (CONTADOR, 2000). É neste contexto que os acidentes e os elevados níveis de poluição do ar provocados pela circulação da frota antiga de caminhões nas rodovias brasileiras são classificados como externalidades negativas, fazendo parte dos custos sociais dos veículos, ao passo em que podem ser quantificados monetariamente e acarretam prejuízo à sociedade (RADEL *et al.*, 2012).

Existem políticas de impostos do governo que criam dificuldades para aqueles que mantêm veículos obsoletos, buscando a circulação de frotas mais novas, as quais geram menos poluição e riscos de acidentes à população (MONTENEGRO *et al.*, 2011), sabendo que quanto mais antigo o veículo, maiores são os seus custos operacionais. O estado de São Paulo, no Decreto Estadual n. 58.093/2012, por exemplo, estabeleceu incentivos financeiros para a reciclagem de caminhões com mais de 30 anos de uso, podendo se habilitar ao programa pessoas físicas e pessoas jurídicas, como micro empreendedores individuais. No programa serão financiados caminhões novos fabricados no Brasil, sem juros e mediante comprovação de reciclagem dos caminhões antigos. Os recursos para o programa são de R\$ 45 milhões. Estima-se retirar de circulação 1.000 caminhões antigos, em Santos, com redução de 8.025 toneladas ano de emissão de GEE (CETESB, 2012).

A renovação total da frota de veículos com mais de 10 anos por veículos novos reduziria 69% das emissões atmosféricas veiculares (PENNA E REZENDE FILHO, 2012).

No Japão 3,6 milhões de veículos são reciclados anualmente, o que representa aproximadamente um montante de 5% dos veículos da frota daquele país. O usuário paga uma taxa de reciclagem juntamente com a inspeção periódica do veículo (STREIT, 2012).

Segundo a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM, 2014) a frota mais antiga é a de veículos pesados, no qual 36% apresentam ano de fabricação anterior a 1988. Diante disso é possível inferir que o país tem apresentado perdas sociais de custos e fretes, as quais aumentam com o passar do tempo caso a frota não seja renovada (ROCHA *et al.*, 2009).

2.2 Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

Os esforços para combater as alterações climáticas culminaram com a adesão de 185 países a um protocolo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), o denominado Protocolo de Quioto, firmado aos 11 de dezembro de 1997, em reunião da 3ª Conferência das Partes (COP), no Japão (SOUZA; MILLER, 2003). Nesta convenção procurou encontrar um mecanismo que conduzisse à retomada da sustentabilidade, tendo em vista os diferentes níveis de desenvolvimento em que se encontram os vários países do mundo (CHACON, 2007).

Criou-se também nesta convenção o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) que teve origem na proposta brasileira de criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo que seria formado por meio de recursos financeiros dos países desenvolvidos que não cumprissem suas obrigações quantificadas de redução ou limitação de emissões de gases de efeito estufa (MCT, 2009).

Conforme UNFCCC (2010), os mecanismos de Kyoto foram o comércio de emissões (CE), conhecido como "mercado de carbono, mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) e implementação conjunta (IC).

Os mecanismos de Kyoto visam estimular o desenvolvimento sustentável por meio da transferência de tecnologia e investimento, ajudar os países com os compromissos de Kyoto a alcançar os seus objetivos de redução de emissões ou

remoção de carbono da atmosfera e incentivar o setor privado e os países em desenvolvimento a contribuir com os esforços de redução de emissões (UNFCCC, 2010).

O MDL objetiva a mitigação de gases de efeito estufa em países em desenvolvimento, investimentos em tecnologias mais limpas, eficiência energética e fontes alternativas de energia (CEBDS, 2002), onde cada tonelada de carbono que deixa de ser emitida por um país em desenvolvimento, pela adoção de novas tecnologias, poderá ser negociada com os países industrializados e usada como forma de cumprirem suas metas de redução de emissões, determinadas em Quioto (GOLDEMBERG, 2007).

Conforme o Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT (2009), o MDL foi criado para auxiliar o processo de redução de emissões de GEE ou de remoção de carbono por parte dos países industrializados, sendo o único mecanismo que prevê a participação de países em desenvolvimento. Dentro das modalidades contempladas pelo MDL, encontram-se as atividades de florestamento/reflorestamento, únicas previstas para elaboração de projetos relacionados à mudança no uso da terra e florestas.

Desse modo, projetos de MDL na modalidade florestamento e reflorestamento (Projetos Florestais de MDL) podem ser conduzidos por países em desenvolvimento. De acordo com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) (2008), o Brasil tem grande potencial de uso da terra para esse fim, pelo fato das extensas áreas desflorestadas e de terras com pastagem, agricultura e mineração.

2.3 Emissão de Gases em Veículos

Segundo o Instituto de Energia e Meio Ambiente IEMA (2013), o transporte respondeu por 63% da distribuição percentual das emissões de GEE no estado de São Paulo em 2011, seguido das indústrias com 14,8%, resíduos 14,5 e geração de energia elétrica com aproximadamente 5%. No período de 2003 a 2011 houve um aumento de 17,8% nas emissões oriundas do setor de transporte. De acordo com estudos realizados por Esteves et al. (2007), na cidade de São Paulo, 90% da emissão de poluentes é proveniente de fontes móveis oriundas de veículos leves de passageiros, leves comerciais e veículos pesados.

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB- (2004), as emissões de poluentes originadas pelos veículos e máquinas podem ser divididas nas seguintes categorias:

- Emissões de gases e partículas para a atmosfera pelo escapamento dos veículos;
- Emissões de gases do cárter do motor;
- Emissões de partículas provenientes do desgaste de pneus, freios e embreagem;
- Emissões evaporativas de combustíveis, associada ao armazenamento e abastecimento de combustíveis.

Os gases emitidos pelo tubo de escapamento de veículos são constituídos pelos produtos gerados durante a reação de combustão incompleta que ocorre no motor. Na queima do combustível, os gases de exaustão são constituídos basicamente por monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrogênios (NO) e hidrocarbonetos (HC) que são considerados gases poluentes. Dessa forma, com o objetivo de reduzir as emissões dos veículos automotores e incentivar o desenvolvimento tecnológico na área automotiva o Governo Federal, por meio da Resolução do CONAMA Nº 18 de 1986, instituiu o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE. Com a adoção desse programa, os fabricantes passaram a produzir veículos menos poluentes (DUTRA *et al.*, 2004).

Segundo Teixeira *et al.*, (2008), os veículos pesados (ônibus e caminhões) são responsáveis pela maior fração das emissões de óxidos de nitrogênio e de enxofre, enquanto que os veículos leves (automotores de passeio e de uso misto), movidos a gasolina e a álcool, são os principais emissores de monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

2.4 Tipos de poluentes produzidos pela queima dos combustíveis

Na Tabela 1, estão descritos os principais poluentes emitidos pelas máquinas e frota de veículos florestais.

Tabela 1: Fontes e características dos principais poluentes na atmosfera.

Poluente	Características	Fontes Principais	Danos
Material Particulado	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem.	Processos de combustão (industrial, veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera).	Doenças pulmonares, asma, bronquite e câncer.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor, com forte odor. Pode ser transformado a SO ₃ , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível (refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes).	Irritação nos olhos, nariz e garganta, tosse, doenças respiratórias e cardiovasculares.
Hidrocarbonetos (HC)	Normalmente encontrados em concentrações baixas suspensas na atmosfera em qualquer área urbana (gás ou fase líquida) e são muitas vezes emitidos quando a combustão é incompleta	Combustão incompleta de combustíveis (consumo de compostos de petróleo, como gasolina e diesel). Além disso, esses gases podem ser formados por incêndios, reações químicas	Distúrbios no sistema respiratório

Cont...

Poluente	Características	Fontes Principais	Danos
Óxido de Nitrogênio (NOx)	Gás marrom avermelhado, com odor forte. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Edema pulmonar, bronquites hemorragias e enfisema pulmonar.
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	Náuseas, distúrbios visuais, vertigens e hemorragias
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Gás incolor, inodoro	Combustão incompleta de combustíveis fósseis, incêndios, desmatamento e pela decomposição bacteriana de matéria orgânica.	Distorções visuais, dor de cabeça, falta de ar e aumento da frequência cardíaca.
Ozônio (O ₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais. Principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Tosse, irritação nos olhos, nariz e garganta, asma e doenças pulmonares.

Fonte: adaptado de Santos (2001); Yip (2002); Moraes (2005); Friedman (2009); CETESB (2013).

Desses gases poluentes demonstrados na Tabela 2, somente o Ozônio não é emitido diretamente pelas máquinas e frotas de veículos. Este gás é formado por meio de reações atmosféricas de hidrocarbonetos (emitidas a partir do motor de combustão interna) e óxidos de nitrogênio (NOx), sob a influência da luz ultravioleta emitida, irradiada do sol (CARMO, 2016).

2.5 Tecnologias e Emissões

Os catalisadores tornaram-se obrigatórios no Brasil no ano de 1992. O catalisador automotivo tem por função a redução de gases poluentes. O catalisador denominado de três vias controla a emissão de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio (Garcia, 2003). Os catalisadores com tempo de uso perdem sua eficiência em média em três vezes (MELO et al., 2009).

O diesel passou por redução de enxofre de 500 ppm para 10 ppm, em 2013, nas regiões metropolitanas (BRASIL, 2011). Os caminhões a Diesel, fabricados a partir de 2012, na fase P7 do PROCONVE, emitem menos poluente, com redução de 60% da emissão do NOx e 80% do MP, em relação à fase P5 (ANFAVEA, 2012).

As tecnologias automotivas podem reduzir a poluição veicular e o consumo de combustível. A perda de energia em um veículo inicia-se na combustão, quando se perde cerca de 2/3 de energia química do combustível. É possível reduzir em 30% o consumo de combustíveis e a emissão de poluentes, com veículos híbridos e reduções de 10% a 20% com aprimoramento em motor, injeção direta, redução de massa do veículo e partida integrada (SMITH, 2010).

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada em uma empresa do setor florestal localizada no norte do estado do Espírito Santo. A Empresa executa as funções de colheita semi-mecanizada, extração, empilhamento, carregamento, transporte, descascamento e tratamento da madeira para utilização como estacas e mourões em cercas, currais, postes, porteiras, dentre outros usos da madeira de eucalipto tratada.

3.2 Descrição das atividades e veículos analisados

As atividades florestais analisadas nesta pesquisa envolveram o transporte de toras do talhão até o pátio de estocagem e do pátio de estocagem até a empresa, cuja frota utilizada é formada por dez veículos que foram divididos em dois grupos. O grupo um é formado por quatro veículos nomeados de “A” até “D”, que apresentam idades entre dezesseis e vinte e seis anos e fazem o transporte de madeira do talhão até o pátio de estocagem. O grupo dois é formado por seis veículos nomeados de “E” até “J”, apresentando idade entre um e seis anos, fazendo o transporte de madeira do pátio de estocagem até a empresa.

Os veículos do grupo um são veículos com maior idade, que são destinados a executarem tarefas mais intensas, que demandam maior esforço do motor. Este grupo por apresentar menor número de veículos trabalha mais horas do que o grupo dois.

O grupo dois é formado por caminhões mais novos, fazendo o transporte de madeira na maioria das vezes por estradas pavimentadas.

3.3 Sistema de quantificação dos gases emitidos pelos motores de combustão interna a ciclo diesel

Em virtude do equipamento analisador de gases utilizado na pesquisa ser utilizado para avaliação de motor de combustão interna a ciclo Otto, houve a necessidade de utilizar um filtro (Figura 1) para possibilitar a quantificação dos gases emitidos pelos motores do ciclo Diesel.

O filtro tem a função de reter os materiais particulados dos gases emitidos no escapamento das máquinas e veículos analisados. Assim é possível analisar os

gases emitidos sem a presença de materiais particulados, que pode danificar o funcionamento do equipamento utilizado (CARMO, 2016).

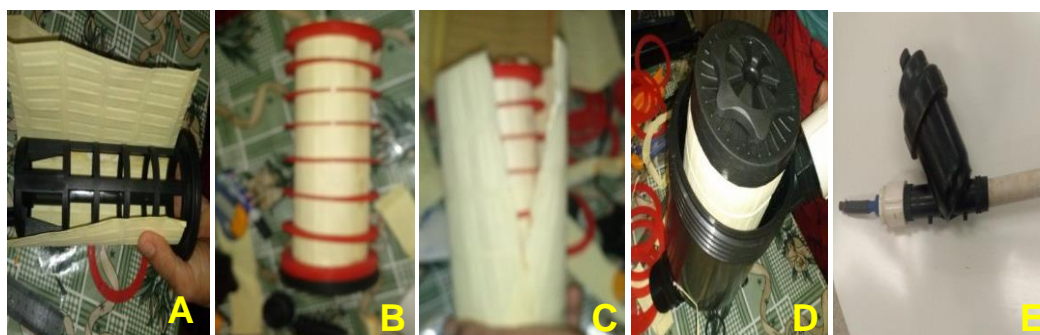


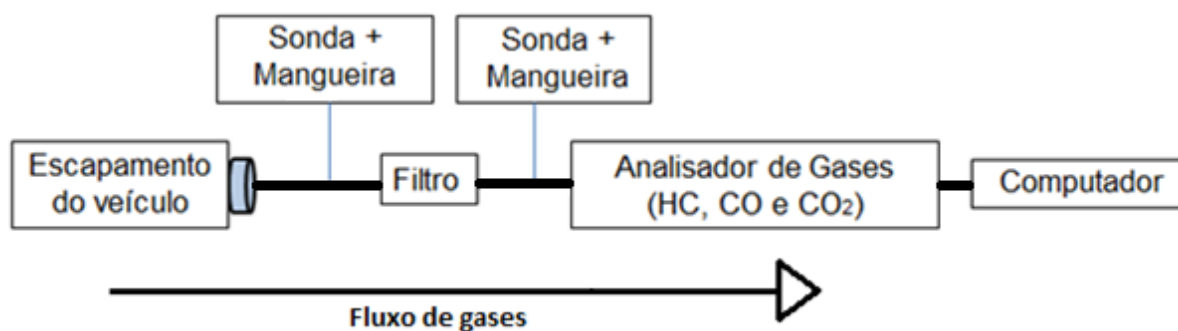
Figura 1. Componentes do filtro.

*Nota: A= 1ª camada do filtro de ar; B= Filtro de água para separação entre as camadas de filtro de ar; C= 2ª camada do filtro de ar; D= Vista interna do filtro desenvolvido; E= Vista externa do filtro desenvolvido.

Fonte: (CARMO, 2016)

Dessa forma a coleta dos dados foi realizada conforme apresentado no fluxograma da Figura 2.

Figura 2: Croqui do Sistema adaptado (CARMO, 2016).



Segundo Carmo, (2016), conforme observado na Figura 2, o sistema adaptado para a coleta de dados, consiste na utilização de duas mangueiras, sendo uma inserida no interior do escapamento dos veículos, na qual propicia o deslocamento dos gases até a entrada do filtro e a outra introduzida na saída do filtro, na qual tem a função de coletar os gases filtrados para serem analisados pelo analisador de gases.

3.5 Quantificação da emissão de gases por meio da utilização do equipamento analisador de gases

Para quantificar a real emissão de gases durante o funcionamento dos caminhões transportadores de eucaliptos, foi utilizado o analisador de gases (marca Alfatest, modelo Multigas Discovery G4) que é gerenciado por um software atualizado de acordo com a resolução CONAMA n.º 418 de 2009 e da Instrução Normativa IBAMA n.º 6 de 2010. O mesmo possibilitou quantificar a emissão de cada tipo de gás (HC, CO, CO₂), conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 3: Utilização do equipamento analisador de gases

Os gases foram captados no duto do escapamento dos veículos através da sonda, passando por um processo de separação da água mais particulados por meio de filtros e em seguida dirigidos ao banco de medição do aparelho. Um feixe de luz de raios infravermelhos, gerados por um transmissor é enviado através dos filtros óticos para os elementos de medição.

Os gases presentes no banco de medição (CO, CO₂ e HC), em função de sua concentração, absorvem os raios infravermelhos em comprimentos de ondas específicos.

A quantificação da emissão dos gases dos veículos foi realizado em campo, com a utilização do computador no próprio local com auxílio de um gerador de energia a diesel. Para a quantificação dos gases emitidos foi adotado a metodologia proposta por BRASIL (2009) pelas equações 1 e 2:

$$CO_{\text{corrigido}} = \frac{15}{(CO+CO_2)_{\text{medido}}} * CO_{\text{medido}} \quad (01)$$

Em que:

CO: monóxido de carbono contido nos gases de escapamento, medido em % em volume.

CO_{corrigido}: é o valor medido de monóxido de carbono e corrigido quanto à diluição dos gases amostrados

$$HC_{\text{corrigido}} = \frac{15}{(CO+CO_2)_{\text{medido}}} * HC_{\text{medido}} \quad (02)$$

Em que:

HC_{corrigido}: é o valor medido de HC e corrigido quanto à diluição dos gases amostrados;

Após a quantificação da emissão de **CO_{corrigido}** e **HC_{corrigido}**, os valores foram confrontados com os limites máximos de emissões propostos pela legislação vigente (Tabelas 2 e 3).

Utilizou-se os limites máximos de **CO_{corrigido}** e de **HC_{corrigido}** para veículos ciclo Otto, já que não existem dados de limites de emissões desses gases para motores ciclo Diesel na Legislação Brasileira.

Tabela 2: Limites máximos de emissão de $CO_{\text{corrigido}}$, em marcha lenta e a 2500 rpm para veículos automotores com motor do ciclo Otto.

Ano de fabricação	Limites de $CO_{\text{corrigido}}$ (%)			
	Gasolina	Álcool	Flex	Gás Natural
Todos até 1979	6	6	-	6
1980-1988	5	5	-	5
1989	4	4	-	4
1990 e 1991	3,5	3,5	-	3,5
1992-1996	3	3	-	3
1997-2002	1	1	-	1
2003-2005	0,5	0,5	0,5	1
2006 em diante	0,3	0,5	0,3	1

Fonte: BRASIL (2009)

Na Tabela 3, estão os limites máximos de emissão de $HC_{\text{corrigido}}$, em marcha lenta (câmbio de marcha na posição de ponto morto) e a 2500 rpm para veículos automotores com motores do ciclo Otto.

Tabela 3: Limites máximos de emissão de $HC_{\text{corrigido}}$, em marcha lenta e a 2500 rpm para veículos com motor do ciclo Otto

Ano de fabricação	Limites de $HC_{\text{corrigido}}$ (ppm de hexano)			
	Gasolina	Álcool	Flex	Gás Natural
Todos até 1991	700	1100	-	700
1992-1996	700	700	-	700
1997-2002	700	700	-	700
2003-2005	200	250	200	500
2006 em diante	100	250	100	500

Fonte: BRASIL (2009)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, encontram-se as informações a respeito dos veículos do grupo um como ano de fabricação, potência, o teor dos gases hidrocarbonetos (HC) e monóxido de carbono (CO) obtidos com o analisador de gases e os valores limites permitidos pela Legislação brasileira.

Tabela 4. Níveis e limites de gases emitidos pelos veículos do grupo um.

Veículo	Ano de fabricação	Valores Calculados			Valores Limites	
		Potência	HCc	Coc	HCc Máx.	COc Máx.
A	1990	130CV	243 ppm	0,68%	700 ppm	3,50%
B	1993	130CV	168 ppm	1,22%	700 ppm	3%
C	1996	184CV	260 ppm	0,42%	700 ppm	3%
D	2000	214CV	162 ppm	0,67%	700 ppm	1%

CV*: Cavalos de Potência/ PPM*: partes por milhão.

Na Tabela 5, encontram-se as informações a respeito dos veículos do grupo dois como ano de fabricação, potência, teor dos gases hidrocarbonetos (HC) e monóxido de carbono (CO) obtidos com o analisador de gases e os valores limites permitidos pela Legislação vigente.

Tabela 5. Níveis e limites de gases emitidos pelo grupo dois.

		Valores Calculados		Valores Limites		
Veículo	Ano	Potência	HCc	Coc	HCc Máx.	COc Máx.
E	2010	260CV	10 ppm	0,15%	100 ppm	0,30%
F	2012	380CV	0 ppm	0,27%	100 ppm	0,30%
G	2013	520CV	5 ppm	0,10%	100 ppm	0,30%
H	2014	270CV	19 ppm	0,14%	100 ppm	0,30%
I	2014	290CV	13 ppm	0,26%	100 ppm	0,30%
J	2015	540CV	0 ppm	0,15%	100 ppm	0,30%

CV*: Cavalos de Potência/ PPM*: Partes por milhão.

Em relação aos veículos analisados notou-se que todos obtiveram nível de concentração de gases HC corrigido e CO corrigido em conformidade com a Resolução CONAMA 418/2009, sendo assim, aprovados na inspeção realizada. Entretanto, é possível notar uma drástica diferença entre a média dos níveis de emissões de gases HC e CO dos grupos um e dois, como pode ser visto na figura 4.

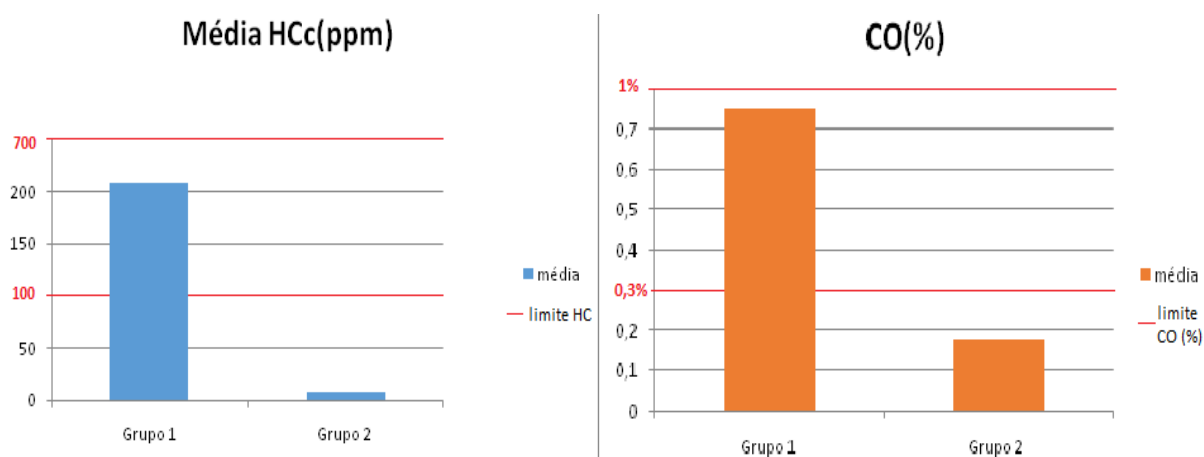


Figura 4: Média de emissões de CO_{corrigido} e HC_{corrigido} nos dois grupos e os limites aceitáveis para cada um

As evoluções tecnológicas proporcionaram grandes avanços, como a invenção do catalisador automotivo, por exemplo, que tem por função a redução de gases poluentes. Os catalisadores tornaram-se obrigatórios no Brasil a partir de 1992. O catalisador denominado de três vias controla a emissão de monóxido de carbono, hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio (GARCIA, 2003), o que pode estar associado ao fato de todos os veículos estarem em conformidade com a Resolução CONAMA 418/2009, já que, o único veículo que se encontra na análise que está fora deste prazo foi fabricado no ano de 1990, entretanto passou por regularização e por isso utiliza o catalisador.

Durante a pesquisa, foi possível constatar que os veículos pertencentes ao grupo um tinham carga horária diária maior do que os veículos do grupo dois, considerando que o número de caminhões eram inferiores, o que prejudica a manutenção nos veículos do grupo um por falta de tempo, levando a pensar que a menor frequência de manutenção agravou essa diferença de emissão de poluentes entre os veículos do grupo um e dois, concordando com Melo et al. (2009) que diz que os catalisadores por exemplo, extrapolando o tempo de uso, perdem sua eficiência em média de até três vezes.

Com o passar dos anos, as resoluções foram se adequando e restringindo ainda mais os limites permitidos de emissão de gases. Por esse motivo, imagina-se que os veículos do grupo um emitiram maiores níveis em relação ao grupo dois também pela idade que os mesmos apresentam, acompanhando assim as evoluções tecnológicas. Desta maneira notou-se expressa variação entre os níveis de HC corrigido e CO corrigido emitidos pelos veículos do grupo um em relação aos do grupo dois, supondo-se que isso tem como implicantes a evolução tecnológica dos motores e a criação de programas de controle de poluição veicular - PROCONVE / PROMOT (MMA, 2014). Segundo MANAVELLA (2012), a concentração de CO está diretamente relacionada com a razão ar/combustível: assim, quanto mais pobre a mistura, maior o índice de CO emitido.

Os veículos pertencentes ao grupo um, são destinados a fazer o serviço mais pesado de transporte, trazendo madeira do talhão até o pátio de estocagem, o que demanda maior esforço do motor, conseqüentemente maior consumo de combustível e assim aumento na emissão de gases como o HC corrigido e CO corrigido, concordando com Valente *et al.* (2012) que também verificaram que as

emissões de $CO_{\text{corrigido}}$ e $HC_{\text{corrigido}}$ aumentaram com o aumento na carga aplicada ao motor.

Os menores níveis de gases emitidos pelos veículos fabricados a partir do ano de 2012 podem estar associados à entrada em vigor da fase CONAMA P7 do PROCONVE, que em seu artigo dois estabelece a obrigatoriedade de incorporação de dispositivos ou sistemas para autodiagnose (OBD), das funções de gerenciamento do motor que exerçam influência sobre as emissões de poluentes do ar, dotados de indicadores de falhas ao motorista e de recursos que reduzam a potência do motor em caso de falhas que persistam por mais de dois dias consecutivos, para todos os veículos pesados (BRASIL, 2008), concordando com os níveis menores de emissão pelo grupo dois da análise.

Tal fato é de suma importância, visto que altas emissões de gases por veículos transportadores de madeira podem causar danos à saúde humana, assim como impactos ao meio ambiente.

5. CONCLUSÕES

- Os gases $CO_{\text{corrigido}}$ e $HC_{\text{corrigido}}$ emitidos pelos veículos transportadores de eucalipto analisados encontram-se dentro dos limites aceitáveis pela legislação vigente segundo a resolução CONAMA N°418/2009;
- Os veículos do grupo um, que executam atividades que exigem maior esforço, apresentaram maiores níveis de emissão de HC e CO corrigidos;
- Os veículos fabricados a partir do ano 2012 apresentaram os menores índices de emissões;
- A falta de manutenção é um dos motivos do aumento no índice de emissões de GEE.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, A.C; NOVAES, A. G. N. *Logística aplicada*. São Paulo: Blucher, 2000.
- ANTT. Registro Nacional dos Transportadores Rodoviários de Carga - RNTRC. Agência Nacional de Transportes Terrestres, Brasília-DF, 2016.
- ARRUDA, B. D. L. *Análise dos programas nacionais de financiamento para renovação de frota dos transportadores autônomos*. Dissertação de Mestrado em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2010.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. Diesel e emissões: a nova legislação 2012. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/documentos/CARTILHAproconveSPREAD.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2012.
- ÁVILA, P. R. T. Os impactos financeiros da comercialização dos créditos de carbono em uma empresa florestal. O caso Plantar S/A. 2009. 156f.. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, MG. 2009.
- BRASIL. Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. 2009.
- BRASIL. Resolução Nº 403 de 11 de novembro de 2008, Dispõe sobre a nova fase de exigência do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores PROCONVE para veículos pesados novos (Fase P-7) e dá outras providências.". Brasília. 2008.
- BRASIL. Resolução Nº 418 de 25 de Novembro de 2009, Dispõe sobre os critérios para elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso – I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para avaliação do estado de manutenção de veículos em uso". Brasília. 2009.
- BRIANEZI, D. JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; GONÇALVES, W.; ROCHA, S. J. S. S. Balanço de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa no Campus da

- Universidade Federal de Viçosa. Floresta e Ambiente, Seropédica, v.21, n.1, p.1-11,2014.
- CARMO, F. C. A. Balanço Da Emissão De Gases Carbônicos Nas Operações Florestais E Sequestro De Carbono Em Florestas Plantadas No Espírito Santo. 2016. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES, 2016. 68 p.
- CARVALHO, J.A. Combustível industrial. São Paulo: ABM. Apostila do curso Combustão Industrial. 2001
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). Manual de capacitação sobre mudança do clima e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL). Brasília: 2008. 276 p.
- CERRI, C. C. et al. Emissões de gases do efeito estufa do Brasil: Importância da agricultura e pastagem. Sci. Agric. Piracicaba, Brazil, v.66, n.6, p.831-843, 2009.
- CHACON, J. A floresta amazônica e o sequestro do carbono. 2007. Revista do CREA/RJ. Disponível em: <http://www.ecolnews.com.br/carbonoefeitoestufa.htm>. Acesso em: 20 de mar. 2014.
- CNT. *O que o Brasil precisa em transporte e logística*. Confederação Nacional do Transporte, Brasília-DF, 2014.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Governo lança linha de crédito para a troca de caminhões poluentes. 31 maio 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/noticia/399,Noticia>. Acesso em: 06 dez. 2016.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Relatório de qualidade ambiental. São Paulo: CETESB, 113p. 2013.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Relatório de qualidade ambiental. São Paulo: CETESB, 142p. 2004.
- CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CEBDS). Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Rio de Janeiro, 2001. 35 p. Disponível em: <http://www.cebds.com/mudancasclimaticas/mdl.pdf>. Acesso em: 21 de mar. 2014.
- CONTADOR, C. *Projetos sociais: avaliação e prática*. Atlas, São Paulo-SP, 2000.

- CRUVINEL, R. R. S.; PINTO, P. V. H. ; GRANEMANN, S. R. Mensuração econômica da emissão de CO₂ da frota dos transportadores autônomos de cargas brasileiros. *Journal of Transport Literature*, v.6, n.2, pp. 234-252, 2012.
- DENARDIN, R. B. N.; MATTIAS, J. L.; WILDNER, L.P.; NESI, C.N.; SORDI, A.; KOLLING, D. F.; BUSNELLO, F. J., CERUTTI, T. Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais, Chapecó, SC. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 59-69, 2014.
- DIP, T.M. Otimização de condições operacionais de processo visando a minimização da emissão de material particulado na incineração industrial de resíduos perigosos. São Carlos: USP, 2004. Dissertação (mestrado em engenharia mecânica).
- DRUMM, F. C. GERHARDT, A. E., FERNANDES, G. D., CHAGAS, P., SUCOLOTTI, M. S., KEMERICH, P.D.C. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. *Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, V. 18 n. 1, p. 66-78, 2014.
- DUTRA, E. G. Emissão de gases poluentes pela frota de táxi de Belo Horizonte. Seminário de Tecnologia de Motores Combustíveis e Emissões 2005. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Monitoramento/relatorio_do_projeto_inspecao_veicular_dez-2005.pdf Acesso em: 02 de nov. 2016.
- EMISSÕES de poluentes. Disponível em: < <http://www.guiadotrc.com.br/lei/polui.asp>> Acesso em: 23 ago. 2016.
- Energia, Brasília, DF.
- ESTEVES, G. R. T.; BARBOSA, S. R. C.S.; SILVA, E. P.; 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* v.1, n.3, p.1-20, 2007.
- FLEURY, P. F.; WANK, P.; FIGUEIREDO, K. F. *Logística Empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo: Atlas, 2000.
- FRIEDMAN, D. Toxicity of Carbon Dioxide Gas Exposure, CO₂ Poisoning Symptoms, Carbon Dioxide Exposure Limits, and Links to Toxic Gas Testing Procedures. 2009. Disponível em: <http://inspectapedia.com/hazmat/CO2gashaz.htm>. Acesso em: 28 nov. 2016.
- GARCIA, J. de S. Perovskitas preparadas pelo método do citrato como catalisadores para reação de redução de NO com CO. 2003. Dissertação (Mestrado em Química) -

- Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75131/tde-25082009-092347/pt-br.php>. Acesso em: 04 dez. 2016.
- GOLDEMBERG, José. Mudanças climáticas e desenvolvimento. *Estud. av.* [online]. 2000, vol.14, n.39, pp.77-83. ISSN 0103-4014. Disponível em ><http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142000000200008><. Acesso em: 17 nov. 2016.
- HIRATSUKA, A. Análises de impactos ambientais e econômicos em transporte multimodal. Ilha Solteira, 2009. 85p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Departamento de Engenharia Civil.
- INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (IEMA). Diário Oficial da Cidade de São Paulo, 61 (35) quinta-feira, 25 de fevereiro de 2016.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. *Manutenção – Função Estratégica*. 1.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1998.
- LAMBERTSEN CJ. Carbon dioxide and respiration in acid-base homeostasis. *Anesthesiology*, p: 642-547, 1971.
- MANAVELLA, H. J. (2012). Emissões Automotivas – Sistema de Controle Diagnóstico. São Paulo, SP: HM Autotrônica.
- MARCORIN, W. R., LIMA, C. R. C. Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. *Revista de Ciência & Tecnologia* • v. 11, nº 22 – pp. 35-42, 2003.
- MELO, T. C. C.; CARVALHO, R. N.; SÁ, R. A. B.; CARDOSO, M. J. B. Manutenção e combustível adequados – garantia da durabilidade de emissões. 2009. Disponível em: <http://www.aea.org.br/aea2009/downloads/simea09/pap/PAP0070.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2013.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). O mecanismo de desenvolvimento limpo: guia de orientação 2009. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio: FIDES, 2009. 131 p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0205/205947.pdf>. Acesso em: 21 de mar. 2014.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). O mecanismo de desenvolvimento limpo: guia de orientação 2009. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio: FIDES, 2009. 131 p. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0205/205947.pdf>. Acesso em: 21 de mar. 2014.

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários - Relatório Final. Brasília, 2011.
- MONTENEGRO, L. C. S., BOURAHILI, A., FERNANDES, I. A. Determinação do momento adequado para substituição de veículos em empresas com frota própria: estudo de caso no setor público. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da FUNDACE*, Ribeirão Preto-SP, 2011.
- MONTENEGRO, L. C. S., BOURAHILI, A., FERNANDES, I. A. Determinação do momento adequado para substituição de veículos em empresas com frota própria: estudo de caso no setor público. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da FUNDACE*, Ribeirão Preto-SP, 2011.
- MORAES, A. C. L. Toxicologia Ocupacional. In: Eduardo Macedo Barbosa. (Org.). A Saúde na Gestão Ambiental. 01 ed. Rio de Janeiro: Gerência de Saúde da Gerência Executiva de Segurança, Meio Ambiente e Saúde da Petrobras, 2005, v. 1, p. 198-253.
- PENNA, M. M. de A. P.; REZENDE FILHO, C. de B. Benefícios fiscais a veículos poluidores. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/>. Acesso em: 10 out. 2016.
- RADEL, E., SANDOVAL, D. M. G. L., PEREIRA, P. R., MACHADO, S. C. C., GRANEMANN, S.R. *Análise da vida econômica da frota brasileira de caminhões*. II Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa-PR, 2012.
- ROCHA, C. H., ARRUDA, B. D. L.; ROCHA, M. O. M. *Renovação da frota de caminhões de carga agropecuária*. Anais do XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Vitória-ES, 2009.
- SCHIPPER, L. ; MARIE-LILLIU, C. (1999). *Transportation and CO2 emissions: Flexing the Link* - a path for the World Bank. Washington, DC: The World Bank Environment Department and The Transport, Water and Urban Unit. (ClimateChange Series)
- SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA VEÍCULOS AUTOMOTORES - SINDIPEÇAS. Desempenho do setor de autopeças 2012. Disponível em: <http://www.sindipecas.org.br>. Acesso em: 04 dez. 2016.
- SMITH, C. B. Análise da difusão de novas tecnologias automotivas em prol da eficiência energética nos veículos leves no Brasil. 2010. 277f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

- SOARES, N. S. Potencial de Implantação de um Contrato Futuro da Madeira de Reflorestamento. Viçosa, MG: UFV, 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SOUZA, C. S.; MILLER, D. S. *O protocolo de Quioto e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: as reduções certificadas de emissões, sua natureza jurídica e a regulação do mercado de valores mobiliários, no contexto estatal pós-moderno*. Relatório da Comissão de Valores Mobiliários, 2003.
- STREIT, R. Japão recupera 95% dos componentes de veículos reciclados. Agência CNT de notícias, 15 mar. 2012. Disponível em: http://www.cnt.org.br/Paginas/Agencia_Noticia.aspx?n=81111. Acesso em: 05 out. 2016.
- TACO, G. B. G. (2006). Desenvolvimento de uma Metodologia para Identificar Espacialmente os Níveis de Emissão de Gases Derivados de Veículos Automotores nas Áreas Urbanas. Brasília, DF: UNB.
- TEIXEIRA, E.C.; FELTES, S.; SANTANA, E.R.R. Estudo das Emissões de Fontes Moveis na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Revista Química Nova. V. 31, nº. 2, p. 244-248. 2008. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/qn/No%20Prelo/Artigos/AR06532.pdf>, 2008. Acesso em: 28 de nov. 2016.
- UELZE, R. *Transporte e frotas*. São Paulo: Pioneira, 1998.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). Kyoto Protocol. Disponível em: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php. Acesso em: 20 de mar. 2014.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). The mechanisms under the Kyoto Protocol: Emissions Trading, the Clean Development Mechanism and Joint Implementation. Disponível em: http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php. Acesso em: 21 de mar. 2014.
- VALENTE, A.M., PASSAGLIA, E. E NOVAES, A.G. *Gerenciamento de transporte e frotas*. Pioneira: São Paulo, 1997.
- VALENTE, O.S.; PASA, V.M.D.; BELCHIOR, C.R.P.; SODRÉ, J.R. Exhaust emissions from a diesel power generator fuelled by

waste cooking oil biodiesel. *Science of the Total Environment*, v.431, p.57-61, 2012. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.05.025.

VILLELA, T. M. de A. e G. M. I. TEDESCO. Sistema de transporte rodoviário de cargas: uma proposta para sua estrutura e elementos. *Transportes*. v. 19, n. 2, p. 57– 65, 2011.

YIP M; P MADL. Air Pollution in Mexico City. 2002. Disponível em: <<http://www.sbg.ac.at/ipk/avstudio/pierofun/mexico/air.htm#crudeoil>>. Acesso em: 19 de Nov. 2016.