

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL
E MEIO AMBIENTE

ZÉLIA MARIA CAETANO DE PÁDUA

**AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ POR VEÍCULOS DE
TRANSPORTE DE CARGAS PELO MÉTODO *BOTTON-UP* EM
RODOVIAS COM PISTA DUPLA E SIMPLES**

ARARAQUARA

2014

ZÉLIA MARIA CAETANO DE PÁDUA

**AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ POR VEÍCULOS DE
TRANSPORTE DE CARGA PELO MÉTODO *BOTTON-UP* EM
RODOVIAS COM PISTA DUPLA E SIMPLES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, curso de Mestrado, do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Orientador: Leonardo Rios

Coorientador: Zildo Gallo

ARARAQUARA

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

P14a Pádua, Zélia Maria Caetano de

Avaliação das emissões de CO2 por veículos de transporte de cargas pelo método Botton-Up em rodovias com pista dupla e simples/Zélia Maria Caetano de Pádua. – Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2014.

86f.

Dissertação (Mestrado)- Centro Universitário de Araraquara
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Leonardo Rios

1. Educação ambiental. 2. Professores de pedagogia. 3. Ensino Fundamental. 4. Atividades ambientais. I. Título.

CDU 504.03




FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME DO ALUNO: *Zélia Maria Caetano de Pádua*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, curso de Mestrado, do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Leonardo Rios
UNIARA - Araraquara



Sergio Arpósti Junior
EEP/FUMEP - Piracicaba



Prof. Dr. Marcus C. A. A. de Castro
UNIARA - Araraquara

Araraquara – SP, 15 de agosto de 2014.

À minha mãe Hilda Batista Caetano (*in memoriam*), que foi a maior incentivadora dos meus estudos, e à minha família. Dedico àquele que foi para mim exemplo de grande inteligência porque ela já nascera com ele. Dedico a meu pai que tanto admirei pela sua grande persistência na lida do dia a dia e que demonstrou que a sabedoria e o conhecimento não se encontram apenas nos bancos da universidade mas sobretudo na vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e fé.

À minha família pela compreensão e carinho nos momentos de ausência.

Ao meu orientador Prof. Dr. Leonardo Rios, por acreditar em mim, pela paciência e compreensão, nos momentos mais difíceis.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Zildo Gallo, mentor do tema, pelo incentivo, amizade e apoio.

À Coordenação do Curso de Mestrado e aos meus professores por serem exemplos de profissionais a serem seguidos.

À Empresa de Transportes Rodoviários e de Cargas “Expresso Nepomuceno”, na pessoa do Sr. Agnaldo de Souza Filho, pelo apoio técnico.

Às funcionárias da secretaria de mestrado, na pessoa de Ivani pela atenção e profissionalismo.

RESUMO

Palavras-chave: Combustíveis. Mudança Climática. Método *Top Down*. Emissões de Dióxido de Carbono. Efeito Estufa.

O crescimento das emissões de gases de efeito estufa como o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄), gera sérios problemas nas condições climáticas do planeta em virtude do aumento da temperatura terrestre. Dentre os setores responsáveis pelas aceleradas emissões de gases de efeito estufa na atmosfera os veículos automotores têm uma participação ativa, principalmente no Brasil, onde a movimentação de cargas é prioritariamente dependente deste tipo de transporte. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo comparar as emissões de carbono emitidas por veículos automotores de carga, através do método de cálculo de emissão de gases de efeito estufa *Bottom-Up* e verificar se as condições das rodovias interferem na emissão de carbono comparando dois trechos rodoviários distintos, um com pista dupla, em bom estado de conservação, e outro com pista simples em sua maioria, e com estado de conservação precário. Além disso, foram comparadas as emissões de 04 marcas e 12 modelos de caminhões, com diferentes pesos de cargas (5, 10, 15, 20 e 25 toneladas). Os dados para o cálculo foram levantados em uma empresa de transporte de carga. Os resultados demonstraram que o caminhão A, transportando 5 toneladas, emitiu 593,85 g CO₂/km, sendo o caminhão com menor emissão de CO₂. O caminhão de modelo E emitiu 1120,98 gCO₂/km sendo, portanto, o caminhão que mais emitiu CO₂ da rota **sudeste**. Para a rota **nordeste** o modelo D foi o que apresentou a menor emissão de CO₂ com carga de 5 toneladas (668,92 gCO₂/km). Nas outras cargas o modelo A foi o que apresentou as menores estimativas de emissão; 10 toneladas: 700,00g CO₂/km; 15 toneladas: 749,56g CO₂/km; 20 toneladas: 835,86 g.CO₂/km. O modelo E transportando 25 toneladas de carga foi o que mais emitiu na rota nordeste com emissões de 1.253,05 gCO₂/km. Ao comparar as emissões nas rotas verificou-se que a rota sudeste, de pista dupla e bem conservada, foi a que menos emitiu CO₂, com 29,12% a menos de emissão em média de todos os modelos e pesos de cargas transportados. Quando a comparação é relativa ao peso de carga o aumento da potência dos caminhões é compensado pelo maior peso de carga transportado e as emissões tendem a serem menores quanto mais carga é transportado.

ABSTRACT

The growth of greenhouse gas emissions such as carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄), raises serious problems in the climatic conditions of the planet due to the Earth's temperature increase. Among the sectors responsible for the accelerated greenhouse gas in the atmosphere the motor vehicles have an active participation, especially in Brazil, where the cargo handling is primarily dependent on this type of transport. Thus, this study aimed to compare carbon emissions for cargo vehicles, through the method of calculation of greenhouse gas emissions and check if *Bottom-Up* Highway conditions interfere with carbon emission comparing two different road sections, one with dual carriageway, in good condition, and the other with simple track mostly and with precarious conservation status. In addition, emissions were compared and 12 marks 04 models of trucks, as different weights of loads (5, 10, 15, 20 and 25 tons). The data for the calculation were raised at a cargo transport company. The results show that the truck A transporting 5 tons issued 565.37 g CO₂ km, being the truck with the lowest CO₂ emissions regardless of weight transported and the model truck F issued 1,067 .22 g CO₂ km and therefore less efficient truck on the CO₂ emission of the Southeast route. To the Northeast the route template F is the most efficient in CO₂ emission for the load of 5 tons (636, 84g CO₂km). In other loads the mode A was the most efficient 5 tons: 679, 41 g CO₂km; 10 tones: 700, 00 g CO₂km; 15 tons: 749, 56 g CO₂km; 20 tons: 835.86 g. CO₂ km. The model F the least efficient in the Northeast route with 1,192 emissions and 96 g CO₂ km. When comparing the emissions on the routes it was found that the Southeast route was that less CO₂ with 29.12 issued less than an average emission of all models and weights of loads carried. The model A, according to the *Bottom-Up* method was the most efficient with regard to gCO₂ emissions in both routes.

Keywords: Fuels. Climate Change. Top Down Method. Emissions Carbon Dioxide. Greenhouse Effect.

LISTA DE SIGLAS

ANFAVEA- Associação nacional dos fabricantes de veículos Automotores
ANTT- Agência NACIONAL DE TRANSPORTE Terrestre
BEM- Balanço Energético Nacional
CETESB- Companhia De Texcnologia E Saneamento Ambiental
CNT- Confederação Nacional Dos Transportes
CONAMA– Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONFEA- Conselho Federal De Engenharia E Agronomia
DENTRAN- Departamento Nacional De Transito
DER- Departamento De Estradas De Rodagem
EPA- Agencia De Proteção Ambiental
FAPESP- Fundação De Amparo A Pesquisa Do Estado De São Paulo
GEE – Gases de Efeito Estufa
IBAMA- Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Recursos Naturais
IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
MDL- Mecanismo De Desenvolvimento Limpo
MMA- Ministério Do Meio Ambiente
NACIOPETRO- Distribuidora De Petróleo
ONU – Organização Das Nações Unidas
PEMC- Política Estadual De Mudanças Do Clima
PROCONVE - Controle Da Poluição Do Ar Por Veículos Automotor
QNUMC- Convenção Quadro Das Nações Unidas Sobre Mudanças Do Clima
REBLE- Rede Brasileira De Laboratório De Ensaio

LISTA DE SÍMBOLOS

CA - Consumo Aparente

CC - Consumo de Combustível

F - Frota

F_{corr} - Fator de Correção

F_{conv} - Fator de Conversão

FE - Fator de Emissão

Gg - Giga Grama

J - Joule

km/média - Média por Quilômetro

KC - Conteúdo de Carbono

t - Tonelada

tEP - Tonelada Equivalente de Petróleo

tOE - Tonelada de Óleo Equivalente

T1 - Trajeto 1

T2 - Trajeto 2

VDM - Volume Diário Médio

Lista de Gráficos

Gráfico 1 Média das estimativas de emissão de gás carbônico por quilômetro rodado, através do método Bottom-Up (g CO ₂ /km) , para cada caminhão, nas rotas sudeste e nordeste.....	62
Gráfico 2 Estimativas de emissões em g CO ₂ /km.ton para os diversos modelos de caminhões transportando cinco toneladas	62
Gráfico 3 Estimativas de emissões em g CO ₂ /km.ton para os diversos modelos de caminhões transportando 10 toneladas.	63
Gráfico 4 Estimativas de emissões em g CO ₂ /km.ton para os diversos modelos de caminhões transportando 15 toneladas.	63
Gráfico 5 Estimativas de emissões em g CO ₂ /km.ton para os diversos modelos de caminhões transportando 20 toneladas	64
Gráfico 6 Estimativas de emissões em g CO ₂ /km.ton para os diversos modelos de caminhões transportando 25 toneladas.	64
Gráfico 7 Estimativa de emissões de CO ₂ /Km.ton por peso de carga transportado, de cada modelo de caminhão, nas rotas Sudeste e Nordeste, através método <i>Bottom-Up</i>	67
Gráfico 8 Estimativas de emissões de CO ₂ /Km por peso de carga transportado, de cada modelo de caminhão, nas rotas Sudeste e Nordeste, através método <i>Bottom-Up</i>	67
Gráfico 9 Diferença de estimativa de emissão de CO ₂ (g CO ₂ /km) pelo método <i>Bottom-Up</i> , em porcentagem, entre as rotas Nordeste e Sudeste para cada modelo de caminhão e peso de carga transportada.	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Metodologias e Referências para o Cálculo das Emissões do Efeito Estufa	48
Tabela 2 – Marcas, modelos e características dos caminhões utilizados pela transportadora <i>Expresso Nepomuceno</i>	57
Tabela 3– Estimativa de emissões de CO ₂ por quilômetro rodado (g CO ₂ /km), através do método <i>Bottom-Up</i> , para os diversos modelos de caminhões e para as diversas toneladas transportadas por cada modelo, nas rotas sudeste e nordeste.....	59
Tabela 4 Resultados g CO ₂ /km,t, das rotas Sudeste e Nordeste (sem 27,27/100).. Erro! Indicador não definido.	

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Mapa da Rota Sudeste, entre as cidades de Lavras (MG) e São Paulo (SP)	53
Figura 2 Mapa da Rota Nordeste, entre as cidades de São Paulo (SP) e Camaçari (BA)	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	17
2.1. Objetivo Geral	17
2.2. Objetivos Específicos	17
2.3. Justificativa da Pesquisa.....	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1. Mudanças Climáticas e Efeito Estufa	18
3.2. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD)	18
3.2. Protocolo de Quioto	19
3.4. Acordo de Copenhague	22
3.6. Política Nacional sobre Mudanças do Clima	25
3.6.1. O Setor de Transporte no PNMC	26
3.6.2. Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE).....	26
3.7. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o Controle de Emissões Veiculares	27
3.8 A Política do Estado de São Paulo para Mudanças Climáticas ...	29
3.9. Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa	30
3.10 A Incerteza no Cálculo da Emissão de Gases de Efeito Estufa.	34
3.11 Caracterização de Qualidade da Malha Rodoviária	35
3.12 Principais Modais em Relação ao Consumo de Energia e Impactos Ambientais.....	38
3.12.1 Impactos dos Modais de Transporte sobre o Meio Ambiente.	39
3.13 A Frota Brasileira de Caminhões.....	40
3.14 Tipos de Emissão Veicular.....	41
3.14.1 Ações de Mitigação das Emissões Veiculares.....	42
3.15 Abordagens Metodologias para Calcular as Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor e Transporte.....	43

3.15.1 Método <i>Top-down</i> ou <i>Tier 1</i>	45
3.15.2 Método – <i>Top-Down</i>	45
3.16. Análise Crítica da Metodologia do IPCC - Segundo o Relatório de Referência do Primeiro Inventário Brasileiro -.....	50
4. ESTUDO DE CASO.....	52
4.1. Rota Sudeste	52
4.2. Rota Nordeste	54
4. METODOLOGIA.....	56
5.1. Aplicação da Metodologia <i>Botton-Up</i>	58
6. RESULTADOS	59
7. DISCUSSÃO.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
GOOGLE MAPS. Mapa da Rota Sudeste – entre as cidades de Lavras (MG) São Paulo (SP). Disponível em: https://maps.google.com.br/maps/mm Acesso em: 09 de Jun. de 2014.....	79
GOOGLE MAPS. Mapa da Rota Nordeste – entre as cidades de São Paulo (SP) e Camaçari (BA). Disponível em: https://maps.google.com.br/maps/mm Acesso em: 09 de Jun. de 2014.....	79

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas globais representam um dos maiores desafios para a humanidade, e vem sendo sistematicamente estudada com especial interesse pelos que se dedicam às ciências da natureza e da sociedade (SILVA et al., 2012; PARMESAN, et al., 2013). O crescimento das emissões de gases de efeito estufa como o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4), gera sérios problemas nas condições climáticas do planeta em virtude do aumento da temperatura terrestre (CONTI, 2005)

Em 1992, no Rio de Janeiro, ocorreu a segunda grande reunião mundial das Organizações das Nações Unidas (ONU) sobre o meio ambiente (Rio 92), onde foi aberta a assinatura da Convenção-Quadro das Nações Unidas. A convenção entrou em vigor em 1994 com a assinatura do acordo internacional ratificado por 182 países, entre eles o Brasil. No entanto, somente em 1997 foi assinado o Protocolo de Quioto no Japão (MOREIRA; GIOMETTI, 2008; CGGE, 2008). O Protocolo de Quioto estabeleceu, pela primeira vez, limites aos países industrializados quanto à emissão de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa que contribuem para o aquecimento global. O Protocolo de Quioto é bastante complexo visto que envolve assuntos políticos, econômicos, científicos e jurídicos, e impunha uma meta de redução de gases do efeito estufa na atmosfera apenas para as nações mais desenvolvidas economicamente. Porém, as demais nações (em desenvolvimento) como Brasil, China e Índia, embora sejam grandes emissoras, poderiam participar do acordo, mas não eram obrigadas a reduzir as suas emissões. Essa questão levou algumas nações mais desenvolvidas a não ratificarem o Protocolo de Quioto, entre elas os Estados Unidos, o que fez com que somente em 2005 fosse ratificado pelo número mínimo de países necessários para sua efetivação (BREIDENICH, et al., 1998; TESTA, et al., 2010).

Independentemente da obrigatoriedade, o Brasil tem feito grandes esforços no sentido de reduzir suas emissões. Dentre estas medidas destaca-se o PROCONVE (Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores) que visa reduzir e controlar a emissão atmosférica por fontes móveis. Este programa, criado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e coordenado pelo IBAMA, previu a redução da emissão de monóxido de carbono (CO), por veículos pesados a diesel, de 14 g/kw.h em 1990 para 2,1 g/kw.h em 2004 e para 1,5 g/kw.h a partir de 2009 (BRASIL, 2013). Além do mais a matriz energética brasileira é considerada uma das mais limpas

comparada a outros países do mundo, pois suas maiores fontes de energia vêm das centrais hidroelétricas, possui poucas termelétricas e vem diversificando sua matriz por meio de bioenergias (TESTA et al., 2010).

Dentre as diversas fontes de emissão de gases de efeito estufa, juntamente ao uso da terra e a conversão de florestas para uso agrícola (TESTA, et al., 2010), as emissões veiculares são consideradas uma das mais importantes no que se refere às alterações climáticas, pois contribuem diretamente para a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera e são de difícil controle, devido a sua grande dispersão. Os veículos automotores têm uma participação ativa no crescimento acelerado das emissões, principalmente no Brasil onde a movimentação de cargas é prioritariamente dependente deste tipo de transporte (BRASIL, 2013). O setor de transportes é essencial para o desenvolvimento de um país, por garantir acesso aos insumos, aos bens de consumo e ao desenvolver o comércio interno e externo, trazendo benefícios à sociedade e à economia (PASSARI, 1999). No entanto, torna-se responsável por efeitos importantes referentes ao grande consumo de energia e, no caso do Brasil, uso de tecnologias que propiciem um baixo aproveitamento de fontes não renováveis de energia. Este consumo ineficiente de energia pelo setor de transportes causa impacto negativo na balança comercial do país, maior emissão de poluentes, maior custo nos produtos finais e também maior dependência externa de combustíveis (GONÇALVES e MARTINS, 2008).

O transporte rodoviário representa 92% do consumo de óleo diesel no setor de transporte, por ser a mais importante fonte de energia desse modal. Esse consumo tem gerado o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera e contribuído para o aumento no aquecimento global (BARTHOLOMEU; CAIXETA FILHO, 2008).

Sendo assim, é de fundamental importância estimar as emissões de gases de efeito estufa pelo setor de transporte rodoviário, a fim de auxiliar medidas de prevenção e controle das emissões.

Várias instituições desenvolveram suas próprias metodologias para estimar as emissões de gases de efeito estufa, tais como: Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) e *World Resources Institute* (WRI), ARPEL (*Regional Association Of Oil, Gas And Biofuels Sector Companies In Latin America And The Caribbean*, e *Greenhouse Gas Protocol Corporate and Reporting Standard*), há com isso uma ampla cooperação entre

indústrias, organizações não governamentais, governos e instituições reunidas no conselho empresarial mundial (CHAN, 2006).

Atualmente existem diversas propostas para o cálculo de emissões de gases de efeito estufa, o que dificulta a comparação entre os resultados obtidos. Além do mais, não existe uma comparação desses métodos para verificar se existem diferenças nos resultados apresentados, nem tão pouco se os diversos modelos de caminhões apresentam emissões similares ou não, bem como qual configuração em termos de peso de carga transportada e modelo de caminhão é mais eficiente.

Assim sendo, esse trabalho propõe, com base nos dados de uma empresa de transporte de carga, comparar o resultado de emissões de carbono por veículos automotores de carga, levando-se em consideração o método de cálculo de emissão de gases de efeito estufa *Bottom-Up* verificando se as condições das rodovias, o modelo de caminhão e o volume de carga transportada interferem na emissão de carbono comparando dois trechos rodoviários distintos, um com pista dupla e com pedágio e outro com pista simples sem pedágio.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Comparar os resultados dos cálculos de emissões de CO₂ para veículos automotores de transporte de carga, pelo método *Bottom-Up* para duas rotas distintas de uma empresa de transporte de cargas e verificar qual configuração modelo de caminhão e peso de carga transportada é mais eficiente, observando as condições das rodovias.

2.2. Objetivos Específicos

- a) Comparar os cálculos de emissões de CO₂, através do método *Bottom-Up* em duas rotas diferentes, uma com pista dupla e outra com pista simples.
- b) Verificar quais são as relações de transporte que são menos emissoras de CO₂, correlacionando modelo do veículo e peso de carga transportada.

2.3. Justificativa da Pesquisa

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) incentiva os especialistas a desenvolverem cálculos de emissões locais para serem utilizados como alternativas adicionais no cálculo do inventário de emissões de gases de efeito estufa, visando à aferição dos resultados e, conseqüentemente, à melhoria da qualidade da informação. Comparar os resultados dos dois trechos de rodovias diferentes com dados reais de uma empresa de transporte possibilitará ampliar o conhecimento das emissões de gases de efeito estufa para realidade brasileira.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Mudanças Climáticas e Efeito Estufa

Em Dezembro de 2008, foi apresentado no Palácio do Planalto, O Plano Nacional sobre Mudanças Climáticas (PNMC) objetivando aprimorar e incentivar ações de mitigação no Brasil, de forma a contribuir também a nível global para as reduções das emissões de gases de efeito estufa (BRASIL, 2014).

Dentre os objetivos deste plano estão: identificar, planejar e coordenar ações para mitigar as emissões de Gás Efeito Estufa (GEE) gerados no Brasil. Pode-se citar ainda a eliminação da perda líquida da cobertura florestal no Brasil até 2015, identificar os impactos ambientais decorrentes das mudanças do clima, e criação de estratégias que minimizem os custos sociais e econômicos de adaptação no país. (BRASIL, 2008) Metas foram estabelecidas pelo PNMC, dentre elas: reduzir o desmatamento da Amazônia em 80% até 2020 de acordo com o Decreto nº7390/2010; ampliar em 11% ao ano, nos próximos dez anos, o consumo interno de etanol. Este plano de caráter dinâmico passará por revisões e avaliações dos resultados sazonalmente, para que possa atender aos interesses da sociedade (BRASIL, 2014).

Santos (2010, p. 3) define o conceito de protocolo, de tratado e de convenção da seguinte forma:

Protocolo é um instrumento internacional ratificado em 1988, visando reduzir as emissões de gases de efeito estufa, foi criado como medida jurídica de combate ao aquecimento global. Tratado é um meio pelo qual sujeitos de direito internacional, estipulam direitos e obrigações entre si. Convenção é um acordo ou pacto internacional sobre assunto específico, entre partes interessadas.

3.2. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD)

Em 1992 no Rio de Janeiro ocorreu a “Cúpula da Terra”, após a afirmativa, de mais de 150 países, sobre a preocupação comum com os rumos da humanidade em razão da intervenção humana no planeta Terra e sua consequente alteração climática. Neste evento foram elaboradas estratégias a nível global com o objetivo de proteger o clima em prol das gerações presente e futura. Os governos, a partir da convenção chegaram a um acordo, decidindo pela tentativa de estabilizar as emissões a um nível que não interfira no sistema climático. Na convenção enfatizaram que os países

desenvolvidos historicamente são os principais responsáveis pelas emissões passadas e atuais e que devem partir deles a iniciativa no combate das ações humanas que provocam as mudanças climáticas.

Dentre os compromissos firmados entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento estão: submissão para apreciação das informações sobre a quantidade de suas emissões por fontes e seus sumidouros nacionais; suas ações de mitigação da mudança do clima e sua adaptação a seus efeitos para o fortalecimento e promoção de sua pesquisa científica e novas tecnologias. (BRASIL, 2012).

3.2. Protocolo de Quioto

Existe atualmente uma tendência ao aumento de dióxido de carbono na atmosfera, o maior contribuinte da mudança climática induzida pelo homem, provocado principalmente pela excessiva combustão do carbono fossilizado (petróleo, carvão), o que pode intensificar o chamado efeito estufa (BREIDENICH, et al., 1998; BRASIL, 2013). O efeito estufa é um fenômeno natural causado pelo acúmulo de vários gases na troposfera, a camada da atmosfera mais próxima da crosta terrestre. Esse acúmulo de gases bloqueia parte da radiação infravermelha, fazendo com que a temperatura média do planeta seja cerca de 14°C. Sem o efeito estufa, a temperatura da Terra seria muito baixa, da ordem de -18 °C (BRASIL, 2013).

De acordo com Luiz A. Meneguello e Marcus C. A. A. Castro (2007), é normal e necessário que parte do calor seja retida pela atmosfera terrestre através do efeito estufa. A situação deixa de ser conveniente quando a retenção de calor torna-se excessiva. É o que acontece quando aumenta muito a concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera, porque eles não permitem que o calor em excesso atravesse a atmosfera em direção ao espaço. Preocupados com essa situação, os países que fazem parte da Organização das Nações Unidas discutiram o combate às mudanças climáticas em 1992, no Rio de Janeiro. Surgiu então a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, primeiro passo, na opinião dos autores, em direção a um esforço global a favor do clima. A Convenção entrou em vigor em 1994. Depois disso, foram estabelecidos os alicerces para acordos climáticos posteriores.

Na Convenção-Quadro das Nações Unidas ficou estabelecido o princípio das “responsabilidades comuns, porém diferenciadas”, em que determinava que todos os

países deviam reduzir suas emissões de gases de efeito estufa, mas o esforço daqueles que mais emitiram esses gases deveria ser maior (TESTA et al., 2010). Sendo assim, o primeiro acordo internacional sobre mudanças climáticas foi assinado em 21 de março de 1994 por 182 países, incluindo o Brasil. Este acordo teve como objetivo estabilizar a concentração dos gases associados ao aquecimento global, entre eles o dióxido de carbono (CO₂), porém, esse acordo não especificou o limite das concentrações (SILVA e DIAS, 2012).

O Protocolo de Quioto foi redigido em 1997, tendo como metas a redução de emissões para os países desenvolvidos, responsáveis pelas maiores emissões de gases de efeito estufa. Constitui um tratado complementar à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima onde foram estabelecidas metas de redução das emissões de gases de efeito estufa. (COTTA e TONELLO, 2006).

O Protocolo representa o primeiro passo concreto no sentido de evitar ou mesmo reduzir o superaquecimento global e diminuir as previsões trágicas que vêm sendo traçadas por causa da intensificação das mudanças climáticas (SEGRETI e BITO, 2006).

Os países mais desenvolvidos que ratificaram o protocolo de Quioto se responsabilizaram a reduzir suas emissões totais de gases de efeito estufa a, no mínimo, 5% em relação às emissões de 1990, no período entre 2008 e 2012 – conhecido como primeiro período de compromisso. Cada um dos países mais desenvolvidos signatários negociou a sua meta de redução ou limitação de emissões, em função da sua visão sobre a capacidade de atingi-la no período considerado (SEGRETI; BITO, 2006; PORTAL BRASIL, 2010).

Os países signatários foram divididos em dois grupos que apresentam obrigações distintas em relação ao Protocolo. Esta divisão foi feita de acordo com o nível de industrialização de cada país onde foram listados no, chamado, Anexo I os países desenvolvidos e no Não Anexo I o grupo de países em desenvolvimento, entre eles o Brasil (MOTTA et al., 2000).

As nações que não estão listadas no Anexo I, chamados de Países do Não-Anexo I, incluindo o Brasil, não têm metas obrigatórias, mas devem auxiliar na redução de emissão dos gases de efeito estufa por meio de medidas apropriadas, ações nacionais e também através de projetos previstos no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O MDL tem como objetivos diminuir o custo global de redução das emissões dos gases de efeito estufa e também apoiar iniciativas que promovam o

desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento. Este mecanismo permite que países desenvolvidos possam investir em tecnologias ou áreas que, propiciem a redução das emissões de gases lançados na atmosfera nos países em desenvolvimento e recebem créditos pela redução obtida nas emissões. Os países desenvolvidos podem, dessa forma, aplicar esses créditos nas metas fixadas pelo Protocolo, reduzindo assim os cortes que teriam de ser realizados nas próprias economias (MOTTA et al., 2000).

O Protocolo de Quioto prevê três mecanismos de flexibilização: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e MDL. Os dois primeiros se aplicam aos países listados no Anexo I da Convenção, ao passo que o último, o MDL, se aplica também aos países não listados no Anexo I. Para que o Protocolo de Quioto entrasse em vigor era necessário que pelo menos 55 países, que representem pelo menos 55% das emissões de gases de efeito estufa, o ratificassem. Assim, o Protocolo apenas entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, após o atendimento às condições estabelecidas (CENAMO, 2004).

O Brasil ratificou o documento em 23 de agosto de 2002, tendo sua aprovação interna se dado por meio do Decreto Legislativo nº 144 de 2002 (CENAMO, 2004).

Dentre os principais países emissores de gases de efeito estufa, somente os EUA não ratificaram o Protocolo. No entanto nota-se certa movimentação dos EUA quanto à problemática do aquecimento global. Em junho de 2013 Barack Obama, presidente dos EUA, apresentou um novo plano de ação climática que promete limitar as emissões do setor de energia, aumentar incentivos para fontes renováveis e estabelecer medidas de adaptação às mudanças climáticas. O documento aponta as usinas de geração de energia como responsáveis por um terço das emissões de gases de efeito estufa dos EUA e aponta para a necessidade da adoção de limites quanto a estas emissões. Obama incumbirá a responsabilidade de criação de padrões de emissão para todas as usinas do país à Agência de Proteção Ambiental (EPA) cujas regras impostas deverão ser apresentadas pela EPA em junho de 2014 e entrarão em vigor em 2015 (BRASIL, 2013).

Em 2012, o primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto terminou. Os dados levantados revelam que os países mais desenvolvidos não conseguiram atingir a meta acordada. Ao contrário, esses países aumentaram as emissões em 11% de 1990 a 2005, com destaque para o setor energético. Em 2012 as emissões globais de gases de efeito estufa bateram um novo recorde, com um aumento pelo setor energético da ordem de 1,4% em relação ao ano anterior. Este fato é bastante preocupante visto que os

cientistas da ONU pedem para que haja uma redução de mais de 50% nas emissões globais de gases de efeito estufa até 2020 (SPITZCOVSKY, 2013).

No início de 2014 o planeta tem passado por situações climáticas consideravelmente drásticas. No Brasil, mais precisamente na região sul e sudeste, a temperatura média bateu recorde. Desde o início das medições pelo Instituto Nacional de Meteorologia, em 1943, janeiro de 2014 foi o mais quente dos últimos 71 anos alcançando a marca de 31,9 °C em São Paulo. Aliado às altas temperaturas, o clima seco resultante da falta de chuvas tem reduzido consideravelmente o nível dos rios e reservatórios que abastecem as cidades, além de causar grandes perdas na produção agrícola do país (VEJA, 2014).

3.4. Acordo de Copenhaguen

A COP-15 Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, ocorreu em Copenhaguen em 2009 onde reuniu mais de 190 países com o objetivo comum de conter as agressões ambientais como aumento da temperatura global pela ação humana. Na reunião, os americanos e os países BASIC (Brasil, África do Sul, Índia e China), tinham expectativas que surgisse um novo tratado que viesse a substituir o Protocolo de Quioto.

Três pontos principais ficaram determinados neste acordo: O primeiro se refere aos recursos destinados aos países em desenvolvimento, uma vez que o índice de emissão destes países é muito inferior ao dos desenvolvidos, e estes têm necessidade de crescimento social e desenvolvimento. Hillary Clinton sugeriu que fosse criado um Novo Fundo Verde, para os países em desenvolvimento para que haja um comprometimento destes países com as condições climáticas. O segundo se refere a proposta do Painel Intergovernamental de Mudanças Climática (IPCC) que apresenta uma proposta de cortes de emissões de dióxido de carbono pelos países desenvolvidos e em desenvolvimento entre 25% e 40% e 15% e 30% respectivamente até 2020. Mas esta proposta foi vista com certo receio porque a redução das emissões significaria redução da produção e menos crescimento econômico. O terceiro ponto que se refere às obrigações para os países em desenvolvimento, constando as metas que os países deveriam cumprir. O presidente Luiz Inácio Lula da Silva consciente da importância desta proposta para as condições climáticas assumiu o compromisso de reduzir entre

36% e 39% até 2020 das emissões de carbono, o que nem todos os países em desenvolvimento concordaram.

A China se manifestou contrária à transferência de obrigações políticas dos Estados Unidos para os países emergentes, o que caracterizaria este a fugir de suas responsabilidades. No entanto toda essa divergência resultou numa COP-15 que não formalizou as políticas por isso não obteve o resultado esperado (FERNANDES, 2010, p.3).

A preservação ambiental e o desenvolvimento econômico são considerados hoje, duas das principais preocupações que as nações enfrentam por se tratarem de forças, a priori contraditórias: o desenvolvimento Econômico impõe o crescente uso de recursos naturais e a preservação ambiental impõe limites a esse crescimento.

3.5. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) para o Setor de Transporte de Cargas

Segundo SP 4 comunicação corporativa,(26/11/2010), Organização das Nações Unidas “ONU - Organization of the United Nations” aprova a metodologia brasileira de MDL para transportes, sendo a primeira metodologia do mundo na área de logística aprovada pelo Comitê Executivo da Convenção Quadro de Mudanças do Clima das Nações Unidas “UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*” para projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) em transportes de cargas seguindo as diretrizes do Protocolo de Quioto. O Instituto Totum foi o criador desta metodologia juntamente com a siderúrgica Arcelor Mittal Tubarão, objetivando a redução de CO₂ pelo transporte de bobinas de aço por barcaças marítimas do Espírito Santo até Santa Catarina (transporte antes feito por rodovias) evitando as emissões de 800 mil toneladas de carbono nos próximos sete anos deixando de circular 110 caminhões por dia pelas rodovias brasileiras (CIFLORESTAS, 26/11/2010, SP-4 COMUNICAÇÃO CORPORATIVA).

A adoção do Protocolo de Quioto, em 1997, finalmente fixou um teto de emissões para vários países desenvolvidos e introduziu a possibilidade de criação de mecanismos do mercado de carbono (MOTTA et al., 2000).

O mecanismo proposto, que permite a participação dos países em desenvolvimento em cooperação com os países desenvolvidos, é o então chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Com este mecanismo qualquer país sem teto de emissões pode desenvolver projetos de redução de sua emissão de gases de efeito estufa e receber créditos por isso e vendê-los no mercado internacional (MOTTA et al., 2000; MOREIRA e GIOMETTI, 2008).

Segundo Lopes (2002) este objetivo pode ser alcançado mediante investimentos em tecnologias mais eficientes, substituição de fontes de energia fósseis por renováveis, racionalização do uso da energia, do florestamento e do reflorestamento, dentre outros.

O investimento nos países em desenvolvimento, pelos países desenvolvidos, seria numa ideia de cooperação que incorpora a noção de salto tecnológico, na qual o processo de desenvolvimento ocorreria de maneira diferenciada ao que ocorreu nos países do norte. Os países desenvolvidos ajudariam aqueles em desenvolvimento a saltarem algumas etapas do processo por meio de financiamentos e transferência de tecnologias promovendo um crescimento econômico menos intensivo em relação às emissões de gases de efeito estufa (MOREIRA e GIOMETTI, 2008).

Nesse processo, o Brasil encontra-se em posição privilegiada e pode, além de contribuir de forma veemente em prol do meio ambiente, se beneficiar com o MDL, pois pode aproveitar seu grande potencial para a produção de energia limpa, e desenvolver assim importante papel internacional no mercado de carbono (VIDAL, 2003; MOREIRA; GIOMETTI, 2008).

Em conformidade com o Programa Nacional de Mudanças Climáticas (BRASIL, 2013), para o funcionamento do mecanismo, primeiramente o proponente elabora um documento de concepção do projeto, de acordo com metodologias aprovadas pelo Comitê Executivo do MDL. Posteriormente o projeto deve ser validado e aprovado por órgãos específicos para então ser registrado pelo Conselho Executivo. Só a partir daí é que começa o monitoramento e a verificação das reduções de emissões dos gases de efeito estufa pertinente ao projeto.

O MDL pode trazer uma série de impactos positivos para os países em desenvolvimento, como o Brasil. No setor florestal a preservação do solo, melhoramentos na qualidade e disponibilidade da água e proteção da biodiversidade. No setor de energia a melhora na qualidade do ar urbano, redução na importação de combustíveis fósseis e proteção ou ampliação de oportunidade de emprego em grupos

de baixa renda já que este mecanismo prevê também o crescimento sustentável desses países em desenvolvimento (MOTTA et al., 2000).

Porém, o MDL e o mercado de carbono não surtiram os efeitos esperados. Falhas existentes no mercado e oportunismos econômicos são os principais fatores que puderam corroborar com tais falhas. Ainda é obscuro o que seria a promoção do desenvolvimento sustentável e não há uma delimitação que normatize a quantidade de tecnologia que deve ser transferida aos países em desenvolvimento (GODOY, 1999). O mercado de carbono tem funcionado em muitos dos casos como a venda ao um país desenvolvido o direito de poluir e não a reavaliação de seus métodos de produção. Sendo que nos países em desenvolvimento, como o Brasil, empresas envolvidas em processos de danos ambientais são responsáveis pela venda de créditos de carbono. Em muitos casos, projetos são implantados com uma mínima quantidade de estudos relativos aos impactos ambientais e sociais gerados, o caso de desmatamentos para implantação de geradores eólicos e o plantio de eucalipto em regiões causando a redução da fauna local, da biodiversidade e do ressecamento dos rios (FURTADO, 2012).

3.6. Política Nacional sobre Mudanças do Clima

Em 1º de Dezembro de 2008, foi apresentado no palácio do Planalto, o Plano Nacional sobre Mudanças do Clima, objetivando incentivar e aprimorar ações de mitigação no Brasil, contribuindo também a nível global para a redução das emissões de gases de efeito estufa (BRASIL, 2014). No final de 2009, o Brasil sancionou a Lei de nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009, em que determinava a Política Nacional de Mudanças Climáticas a qual tem como um dos objetivos estimular a participação dos governos estaduais e municipais no processo de combate à mudança do clima (ALMEIDA, 2011).

Dentre os objetivos deste plano pode-se citar: planejar e identificar ações para mitigar as emissões de gases de efeito estufa geradas no Brasil, eliminar a perda líquida da área de cobertura florestal no Brasil até 2015, identificar os impactos ambientais decorrentes das mudanças do clima e fomentar estratégias através de pesquisas científicas minimizando os custos socioeconômicos de adaptação no país.

O plano apresenta algumas metas para reverter as emissões de gases de efeito estufa, dentre elas: reduzir os índices de desmatamento na Amazônia em 80% até

2020, ampliar em 11% ao ano o consumo interno de etanol nos próximos dez anos, etc. Este plano tem caráter dinâmico e passará por revisões e avaliações de resultados sazonalmente, constantemente implementado para que possa atender aos interesses sociais (BRASIL, 2014).

3.6.1. O Setor de Transporte no PNMC

O Plano Nacional de Mudanças Climáticas tem como objetivos, para o setor de transportes através do levantamento de dados de interesse, no que se refere à oferta e demanda, visar à otimização e redução dos custos, aprimorar a matriz de transporte de cargas, priorizando o ferroviário e o aquaviário, que são mais eficientes. Uma integração mais eficiente entre os modais aquaviário, ferroviário e rodoviário, será objeto de restauração, manutenção e construção através de terminais de integração e transbordo (BRASIL, 2008).

Para analisar as emissões de dióxido de carbono e suas principais causas, foram citados ao longo deste trabalho programas, pesquisas e estudos que indicaram que dentre todos os setores que emitem CO₂, o setor de transportes é o que está crescendo mais rapidamente, representando de 22 a 24% das emissões globais dos gases de efeito estufa de fontes de combustíveis fósseis (WANG, 2005). O CO₂ está entre os gases de origem antrópica e é o principal gás emitido pela combustão de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural), e ainda pelos processos industriais e combustíveis renováveis como bagaço de cana, óleos vegetais e álcool (IPCC, 2006). Para aferição da emissão do gás foram levados em conta nos cálculos de CO₂ apenas os dados de produção e consumo de energia, sem considerar como a energia é consumida (MATTOS, 2001).

3.6.2. Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE)

Foi criado em 1986, pelo CONAMA, o PROCONVE, sendo coordenado pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente). O PROCONVE foi criado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em 1986. Este programa tinha como objetivo reduzir e controlar a contaminação atmosférica por fontes móveis

fixando os limites máximos de emissão e estabelecendo exigências tecnológicas para veículos automotores nacionais e importados.

Em 1993, a Lei nº 8.723 de 28 de outubro de 1993 passou a fiscalizar os níveis de poluentes de origem veicular, para cobrar o controle dos fabricantes de combustíveis, de motores e de autopeças para que veículos nacionais e importados atendam aos limites estabelecidos. Depois das exigências para veículos pesados, ocorreu uma redução da ordem de 80%, trazendo benefícios para o ar das regiões metropolitanas. (FORD, 2011, p. 3)

Em 2013 o mercado brasileiro de diesel, passou a comercializar o diesel S-10, que veio para substituir o diesel S-50, atendendo às normas do PROCONVE e regulamentado pelo CONAMA. (RIODIESEL, 2013).

Este diesel atende a nova geração de motores e tem teor máximo de enxofre de 10 mg/kg (ppm=partes por milhão), sendo fabricado com o objetivo de menor emissão de material particulado e NO_x (óxido de nitrogênio) do que os produzidos até 2011. Suas características são específicas aos veículos modernos de tratamento de emissões, visando a redução de até 80% das emissões de material particulado, fumaça branca na partida a frio, melhoria na ignição e redução de depósitos no motor e contaminantes contidos nos lubrificantes. Possui uma porcentagem elevada de cetano (48 no mínimo), com faixa estreita da variação da massa específica, destilação em torno de 95% e evaporação no máximo de 37 graus (RDP, 2014).

As diferenças entre os tipos de diesel estão na concentração de enxofre. O diesel S10 aditivado tem melhor desempenho, indicando completa combustão e possível redução dos compostos orgânicos odorantes, (CET-composto oxigenado n-hexadecano adicionadas ao óleo diesel aditivado). onde o resultado foi menor no CO que NO e, NO_x, conforme combustão (MIRANDA et al., 2011).

3.7. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o Controle de Emissões Veiculares

O uso de automóveis, ônibus e caminhões apresentam significativa importância nos efeitos nocivos sobre a qualidade do ar em áreas urbanas. Com a deficiência do

transporte coletivo, torna-se cada vez mais expressivo o aumento da motorização individual. E dentre os automóveis atualmente em circulação há uma mistura de veículos com tecnologia antiga e veículos novos adequados às normas de proteção ambiental. A poluição proveniente das emissões veiculares causa sérios danos à saúde humana, além do impacto ambiental, devendo, portanto, ser controlada através de medidas eficazes de controle da poluição veicular (SANTOS JUNIOR, 2006).

Na América do Sul, o Brasil foi o primeiro país a adotar uma legislação destinada ao controle e redução das emissões veiculares (SANTOS JUNIOR, 2006). Tais medidas são positivas, pois, além do controle da poluição atmosférica, incentiva o desenvolvimento tecnológico nacional tanto na engenharia automotiva como em métodos e equipamentos para a realização de ensaios e medições de poluentes (MARTINS e PIERRE, 2013).

Como descreve Azuaga (2000), o PROCONVE fixou os limites máximos de emissão de poluentes com o cronograma específico, para três categorias distintas de veículos automotores. São elas: “Veículos Leves de Passageiros” (automóveis), “Veículos Levea Comerciais” (picapes, vans – utilitários, etc.) e “Veículos Pesados” (ônibus e caminhões). A fim de se fazer cumprir as determinações impostas pelo PROCONVE faz-se necessário a aplicação de tecnologias e sistemas que aperfeiçoassem o funcionamento dos motores proporcionando uma melhor eficiência na queima de combustíveis, reduzindo as emissões e consequente o consumo de combustível (RODRIGUES, 2009).

Em São Paulo, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) é a agência do governo do estado de São Paulo responsável por controlar, fiscalizar, monitorar e licenciar as atividades que geram poluição do ar, águas e solo. Foi criada em 1968, pelo Decreto nº 50079, e tinha nome de centro tecnológico de saneamento básico. Em 2009 a Lei nº 13.542 entrou em vigor esta que criou a CETESB.

Em São Paulo, a CETESB foi quem adaptou as metodologias internacionais às necessidades brasileiras e desenvolveu fundamentos técnicos para combater a poluição gerada pelos veículos automotores que serviam de base para que o CONAMA criasse o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), desse modo a CETESB foi escolhida pelo CONAMA para realizar os testes do nível de poluição atmosférica emitidas por estes veículos (CORRÊA et al., 2011).

Em 1986, foi criado o Laboratório de Emissões Veiculares, onde foram reduzidas drasticamente as emissões de veículos novos através da introdução de tecnologias como catalisador, injeção eletrônica de combustível e melhorias nos combustíveis automotores. A CETESB mantém uma rede de laboratórios para a execução de ensaios ambientais e são esses laboratórios um dos alicerces em que se sustenta a atividade de licenciamento e controle ambiental da companhia (CETESB, 2013).

O Laboratório de Emissão Veicular está em funcionamento há 20 anos e realiza ensaios de emissão em veículos leves de passageiros. Com inovações e as recentes expansões deve se tornar o maior e mais completo laboratório de controle de emissões veiculares da América Latina (CETESB, 2013). Também é o único laboratório governamental acreditado pelo CGCRE/INMETRO, fazendo parte da RBLE - Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio, sob o nº CRL 020/87. Este laboratório gera subsídios para o estabelecimento e consolidação dos limites de ruído e emissão veicular realizando a certificação, homologação e fiscalização de veículos/motores novos e usados, movidos com diferentes combustíveis (CETESB, 2013).

3.8 A Política do Estado de São Paulo para Mudanças Climáticas

A Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC) do estado de São Paulo foi regulamentada pela Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, e tem como objetivo disciplinar as adaptações necessárias aos impactos derivados das mudanças climáticas e contribuir para redução da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera por meio da adoção de medidas de adaptação adequadas que visam identificar vulnerabilidades, estimular e apoiar a manutenção e a promoção de práticas, atividades e tecnologias de baixas emissões de gases de efeito estufa (SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO METROPOLITANO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012).

Esta lei, sancionada pelo então governador José Serra em 2009, tem como meta a redução de 20% das emissões de gás carbônico até 2020, com base nas emissões de 2005, valor equivalente a 24 bilhões de toneladas de CO₂. Dentre o investimento e o controle em áreas como a de produção e a de consumo, em que o governo deve lançar mão de campanhas para mostrar ao consumidor, o poder das escolhas conscientes, no setor de transportes a PEMC incentiva o desenvolvimento de transporte sustentável,

como a construção de ciclovias, a inspeção veicular e as medidas para distribuir melhor o tráfego nas rodovias (PLURAL, 2010).

Esta política de mudanças climáticas prevê também alguns benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, como por exemplo, a gratificação por parte do estado em serviços ecossistêmicos que têm impactos positivos além da área onde são gerados. Assim, pessoas podem receber pagamentos por serviços ambientais prestados. Um provedor de serviços ambientais que conserve ou recupere um serviço ambiental previamente definido, é remunerado por um pagador de serviços ambientais, mediante a comprovação do atendimento das disposições previamente contratadas (SÃO PAULO, 2009).

Esta política foi criticada por especialistas pela falta de detalhamento, voltado ao setor de transportes, um dos principais vilões responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa em São Paulo. Apenas em 2011 foram elaboradas as metas setoriais, incluindo o setor de transportes, onde este sugeriu a substituição da frota de veículos que circulam pelo estado, por veículos do tipo bi-combustíveis, atingindo com isso a redução de gases de efeito estufa para o setor (FAPESP, 2013). A maior utilização de biocombustível implica em uma redução no uso de combustíveis derivados do petróleo. Os combustíveis produzidos a partir da biomassa apresentam uma carga poluente menor e normalmente são produzidos a partir de espécies vegetais, como a cana-de-açúcar, capazes de fazer fotossíntese em sua fase de crescimento contribuindo com a redução de CO₂ atmosférico. No caso do etanol, tem-se também uma molécula bem mais simples que os derivados de petróleo e a quantidade de resíduos de carbono produzidos é menor (LEITE ; LEAL, 2007).

A lei paulista de mudanças climáticas estabelece objetivos para enfrentar o problema das emissões de gases de efeito estufa, contando com o compromisso do governo e da sociedade em todos os setores, estabelecendo um calendário para o seu cumprimento. O desenvolvimento sustentável parte da ação coletiva e o governo de São Paulo espera executá-lo liderando esse processo de transformação a partir de sua ação (PLURAL, 2010).

3.9. Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa

O Inventário Nacional de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal faz parte da Comunicação Nacional da Convenção Quadro da ONU sobre Mudança do Clima (Convenção de Mudança do Clima) Um dos principais compromissos de todos os países signatários da Convenção de Mudança do Clima é a Comunicação Nacional. O Ministério da Ciência e Tecnologia é responsável pela elaboração da Comunicação Nacional, ministério responsável pela coordenação da implementação da Convenção de Mudança do Clima no Brasil, de acordo com a divisão de trabalho no governo que foi estabelecida em 1992 (BRASIL, 2009d).

Para adquirir as informações para o Inventário Nacional foram necessárias a participação de mais de 700 especialistas e cerca de 150 entidades governamentais e não governamentais, incluindo ministérios, institutos, universidades, centros de pesquisa e entidades setoriais da indústria (BRASIL, 2009d).

O inventário de emissão de gases de efeito estufa possibilita que se visualizem os impactos globais gerados por determinada atividade e as possibilidades de redução e compensação desses impactos. É de fundamental importância que todos os setores da economia brasileira encarem esta nova realidade e apliquem medidas mitigatórias e compensatórias. Devido à natureza de suas operações, especial atenção deve ser dada ao setor de transportes, que em 2011 representava 9% das emissões nacionais (CARVALHO, 2011).

De acordo com o documento, Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (2009), os primeiros inventários dos países em desenvolvimento tomam como base o ano de 1994. Naquele ano, como relatam estes inventários, a principal fonte de CO₂ no Brasil era proveniente de mudanças no uso da terra e florestas, com uma participação de cerca de 75% das emissões. Em seguida, aparecia o setor energético com emissões de CO₂ em torno de 23% do total.

Alvares e Linke (2003) ressaltaram a dificuldade que se apresenta nos cálculos de inventários de emissão de gases de efeito estufa por veículos a diesel a partir de fatores de emissão expressos em unidade de massa/distância percorrida (normalmente, em g/km). Para isso, seria necessário realizar ensaios específicos para o levantamento de fatores de emissão de veículos a diesel pesados sobre dinamômetro de chassi (rolos). No entanto, não há atualmente no Brasil laboratório capacitado para realização deste tipo de teste.

Uma vez que não existem fatores de emissão levantados localmente, normalmente os autores que desenvolvem trabalhos com emissão de veículos de carga (movidos a diesel) optam por adotar os fatores de emissão para veículos pesados europeus, já que a tecnologia de motorização brasileira é mais semelhante à dos veículos que circulam na Europa do que a dos veículos norte-americanos (BARTHOLOMEU, 2006).

No caso dos veículos a diesel, a CETESB apenas acompanha os ensaios de emissão realizados pelos próprios fabricantes segundo o método que consiste de uma avaliação do motor em 13 regimes constantes de funcionamento e que são ponderados com fatores tomados como representativos do uso médio dos veículos pesados. Este meio de avaliação é conhecido como método dos 13 pontos e fornece resultados em g/kWh, correlacionando a emissão de poluentes com a produção de energia do motor, e não com o movimento do veículo. Os resultados produzidos com estes ensaios infere sobre os valores de consumo específico de combustível, torque, potência e emissão específica de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HC) e material particulado (MP) (BARTHOLOMEU, 2006; SARCOZY et al., 2001).

Em 2009 o Estado de São Paulo elaborou o primeiro inventário das emissões de CO₂ por queima de combustíveis para o período de 1990 a 2008, utilizando-se dos métodos *Top Down* e *Bottom-Up* (CETESB, 2010).

Os resultados obtidos são apresentados no 1º Relatório de Referência do Estado de São Paulo e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, e mostram um aumento nas emissões de CO₂ derivadas da queima de combustíveis fósseis no sistema energético do Estado de São Paulo, passando de 56.958 GgCO₂ em 1990 para 79.231 GgCO₂ em 2008 de acordo com o método *Top-Down* (CETESB, 2010).

Estes dados representam um incremento nas emissões estaduais de aproximadamente 39% ao longo do período analisado. No ano de 2008, os combustíveis líquidos foram responsáveis por 78% das emissões de CO₂, seguidos pelos combustíveis gasosos (14%) e pelos combustíveis sólidos (8%). O crescimento das emissões de combustíveis fósseis foi inferior ao aumento da oferta interna bruta total de energia no mesmo período, que foi de 75% (CETESB, 2010).

O aumento das emissões de CO₂ dos combustíveis fósseis foi inferior ao aumento da oferta interna bruta total de energia, isso sinaliza um maior uso de combustíveis não intensivos em carbono (como o gás natural) e o aumento da

participação das fontes renováveis (biomassa) no sistema energético paulista (CETESB, 2010).

As emissões de CO₂ dos combustíveis oriundos da biomassa tiveram forte aumento de 42.261 GgCO₂ em 1990 para 95.085 GgCO₂ em 2008 (método *Top-Down*), um aumento de 125%, muito acima do crescimento da oferta interna bruta total de energia, que foi de 75% no mesmo período. Isto confirma a importância da participação da biomassa no sistema energético paulista, ou seja, configura um cenário tendencial importante nas reduções de emissões a serem contabilizadas proporcionando ao Estado de São Paulo incentivos a política setorial visando um cenário de baixas emissões de carbono (CETESB, 2010). Os combustíveis produzidos a partir da biomassa, além de apresentarem menor carga poluente, são oriundos de fontes renováveis e muitas vezes podem ser utilizados resíduos para sua produção (LEITE e LEAL, 2007).

As análises realizadas no presente estudo evidenciam a ocorrência do crescimento relativo das fontes renováveis no sistema energético paulista. No caso de São Paulo, esta mudança se deve principalmente à substituição de combustíveis fósseis pelos derivados da cana, com destaque para o bagaço de cana na produção de energia, mesmo muito poluidor, apesar de não contribuir de maneira significativa para o efeito estufa. (CETESB, 2010).

O conseqüente aumento do consumo de álcool e biodiesel bem como o crescente aproveitamento do biogás na geração de energia deve diminuir as participações relativas das demandas por gasolina e diesel na demanda total de combustíveis, o que deverá provocar uma redução das emissões de CO₂ (CETESB, 2010).

O Inventário das emissões de CO₂ por queima de combustíveis no Estado de São Paulo, 1990 a 2008 também estimou as emissões de CO₂ através da Abordagem Setorial (método Bottom UP).

A Abordagem Setorial permite calcular as emissões de CO₂ em um nível mais desagregado, que também é utilizado para calcular as emissões dos outros gases que causam o efeito estufa. Assim, é possível identificar quais são os setores que emitem os gases em maior quantidade (FRANÇA, 2013).

As emissões de CO₂ oriundas da queima de combustíveis fósseis no Estado de São Paulo no ano de 2008 foram estimadas em 79.199 Gg de CO₂, pelo método Bottom-Up. Estas emissões cresceram cerca de 48% no período de 1990 a 2008. O óleo diesel foi o combustível que teve a maior participação nas emissões de CO₂ (35% em 2008), apresentando um aumento de 75% ao longo do período de 1990 a 2008. O segundo

combustível que mais contribuiu foi a gasolina (15%), com uma taxa de crescimento de 65%. O gás natural ficou em terceiro lugar na contribuição das emissões de CO₂ (14%), porém foi o combustível que apresentou o maior crescimento no período analisado (2.400%). Este aumento foi devido à maciça introdução deste combustível na matriz energética, seja para uso em usinas térmicas para a geração de energia elétrica, seja como combustível veicular (pequena contribuição nestas duas primeiras formas), seja ainda, como substituto de outros combustíveis na produção de energia térmica, nos setores residencial e industrial (CETESB, 2011), devido a implantação e início da operação do gasoduto Brasil-Bolívia, incrementando a disponibilidade desse combustível no estado de São Paulo e conseqüentemente o consumo.

Dentre os setores que mais contribuíram para o aumento das emissões de CO₂ merece destaque o de transportes (54% em 2008), sendo que o segmento rodoviário foi responsável por 82% das emissões totais desse setor. O setor industrial contribuiu com 30% das emissões. O subsetor industrial que mais contribuiu para as emissões de CO₂ foi o de ferro gusa e aço, com 27,5% das emissões totais. As emissões do setor industrial cresceram 25,5% no período de 1990 a 2008. Os setores que tiveram menor participação nas emissões em 2008, cerca de 1,5%, foram o setor público e o comercial e apresentaram as seguintes taxas: aumento de 134% para o público e queda de 23% para o comercial. O setor comercial foi o único a apresentar queda nas emissões de CO₂. Estas estimativas foram calculadas com base na Abordagem Setorial (*Tier 1*), conforme Manual de Referência do IPCC (CETESB, 2011).

3.10 A Incerteza no Cálculo da Emissão de Gases de Efeito Estufa

Mesmo adotando-se métodos empíricos existem incertezas nos cálculos associadas à quantificação de parâmetros usados como entradas nos modelos de estimação e/ou metodologias. As principais fontes de incertezas consideradas são:

- a) Dados de atividade – incertezas nos dados básicos e atividades relacionadas à adequação dos dados, exatidão ou completitude;
- b) Fatores de emissão – decorre do uso de representações simplificadas com valores médios ou aplicação inapropriada de fatores de emissão que não representam o processo ou as condições de operação;
- c) Equipamento de amostragem usado para obtenção das mensurações das emissões não calibrado;

- d) Uso de conjuntos de dados que não representam completamente as operações das instalações.

Álvares e Linke (2003) seguiram as recomendações do IPCC (1997), para cálculo das emissões de CO₂, utilizando o método *Bottom-Up*, devido à importância deste gás para as emissões de gases de efeito estufa. Por ser simples e confiável, o método indicado tem um índice de incerteza de apenas 5%.

No setor de transportes, o produto dos fatores de emissão com os dados de atividades fornece uma emissão associada à atividade de transporte da empresa. Os exemplos de fontes de erros deverão ser considerados e quantificados no caso de calcular a incerteza associada à fonte. Existe uma Norma ISO (ISO14064, 2006) que orienta a realização de inventários de gases de efeito estufa; porém, ela é vaga sobre o cuidado com o levantamento e tratamento de incertezas em inventários. Entre os anos de 2004 e 2013, a extensão da malha rodoviária federal pavimentada cresceu apenas 12,1%, passando de, aproximadamente, 57,9 mil km para pouco mais de 64,9 mil km (CNT, 2013).

Além das variações naturais do processo produtivo e da qualidade de matérias-primas, existem também incertezas relacionadas ao método de mensuração e dos instrumentos utilizados em medidas. Para este processo são necessárias três informações: quantidade do material que é utilizado, qual é o material e por fim, como ele é medido (SOUZA JR. et al. citados por ALVARES e LINKE, 2003).

É importante que os inventários nacionais e corporativos contemplem o cálculo e declaração de incertezas associadas aos processos de medida das emissões de gases; o que é correto em qualquer procedimento de melhoria. Somente assim se terá uma declaração segura da efetiva redução de emissões ou julgamento do quão apropriada são as metas voluntárias ou compulsórias de redução da emissão de gases de efeito estufa, e as consequentes valorações pelo mercado (BRASIL et al., 2008).

3.1.1 Caracterização de Qualidade da Malha Rodoviária

Em termos de distribuição regional, a região Nordeste é a que possui a maior participação, com 29,7% da extensão federal pavimentada.

Já a região Norte, apesar da menor extensão (12,7%), apresentou o maior crescimento no período entre 2004 e 2013 (37,4%), seguida pela região centro-oeste (CNT, 2013).

A malha rodoviária do Brasil tem sofrido uma evolução gradativa, porém ainda é muito precária, principalmente no que se refere às rodovias federais. O Brasil se encontra em 65º lugar no ranking mundial de rodovias. É uma colocação muito baixa para um país que de acordo com o Centro de Pesquisas Econômicas e Negócios da Inglaterra é a sexta economia mundial (CONFEA, 2009).

Segundo o presidente da Confederação Nacional dos Transportes (CNT) os resultados da pesquisa rodoviária anual demonstram que as condições das rodovias não têm evoluído significativamente e vêm se mantendo em situações bastante precarizadas. Os investimentos para manutenção e conservação da malha rodoviária brasileira são insuficientes diante dos problemas atuais. Milhares de mortes em acidentes e prejuízos financeiros incalculáveis. Segundo a CNT seriam necessários R\$ 280 bilhões para que a infraestrutura do transporte seja recuperada com padrões satisfatórios. Para o presidente do CONFEA, Marcos Túlio de Melo, falta uma visão de planejamento de integração dos diversos modais de transporte, em relação à cultura técnica e social (CONFEA, 2009).

Segundo o Boletim Estatístico da CNT, o Brasil apresenta 1,6 milhões de quilômetros de rodovias, dos quais apenas 214mil km, ou seja 13,4% do total, são pavimentados. Da parcela não-pavimentada 1,4 milhão de quilômetros (90,7%) são rodovias municipais, 8,1 % são estaduais e 0,93 % é federal (HIIJAR, 2011).

Dados da Pesquisa Rodoviária da CNT indicam que o estado geral das rodovias apresenta-se bastante desfavorável, uma vez que 72% das rodovias analisadas, 100% das federais, principais trechos das estaduais e terceirizadas, apresentam algum tipo de comprometimento, sendo classificadas como "Deficiente", "Ruim" ou "Péssimo". Considerando apenas o quesito "Pavimento", a situação melhora um pouco, ou seja, 54,6% com pavimento em estado "Deficiente", "Ruim" ou "Péssimo" com pavimento tipo CAP (cimento asfáltico de petróleo) (BARTHOLOMEU, 2006).

Essa pesquisa ainda mostra que 54,6% da extensão pesquisada encontra-se com Pavimento em estado Regular, Ruim ou Péssimo (44.733 km), 60,7% da extensão pesquisada apresenta sinalização em estado inadequado (49.715 km); 39,6% da extensão avaliada não possui acostamento (32.474 km); 8,5% da extensão pesquisada tem o acostamento tomado pelo mato (6.955 km); 10,1% da extensão avaliada não tem

placas (8.304 km); 40,6% da extensão avaliada (33.309 km) não tem a presença de placas de limite de velocidade (BARTHOLOMEU, 2006).

De acordo com a Pesquisa CNT de Rodovias 2013, 63,8% a extensão indicada apresenta deficiências no pavimento, na sinalização ou na geometria da via. Em 2012, o índice havia sido de 62,7%. Segundo a Confederação Nacional dos Transportes (2013), as condições gerais das rodovias brasileiras piorou nos últimos anos, aumentando os pontos críticos de 221 para 250. Considera-se como pontos críticos, locais que apresentam graves riscos à segurança das pessoas tais como: erosões na pista, buracos grandes, quedas de barreira ou pontes caídas (CNT, 2013).

Deve-se destacar o desequilíbrio qualitativo das regiões. Na análise comparativa do estado geral das rodovias pesquisadas em 2005, o Nordeste apresenta cerca de 31,2% de sua extensão em péssimo estado geral de conservação, enquanto na região Sul, esse índice cai para 4,1% (BARTHOLOMEU, 2006).

Em dois de cada três quilômetros percorridos pelos motoristas brasileiros em estradas federais e estaduais, as condições da pista, sinalização e acostamento apresentam falhas de acordo com a pesquisa rodoviária realizada em 2009 pela CNT. O relatório apresentado mostra que 69,9% das vias, o equivalente a 61.839 km dos 89.522 km analisados na pesquisa, não oferecem condições de segurança aos motoristas (CNT, 2009).

A falta de estrutura da malha rodoviária brasileira é reforçada pela constatação de que 89,2% das rodovias são formadas por pistas simples e apenas 10,8% são duplicadas. Mas, a existência de curvas consideradas perigosas, no entanto, foi encontrada em 23,7% dos trajetos observados. Mais da metade das estradas, 50.682 km, necessitam de melhorias urgentes, segundo o relatório (CNT, 2009).

Nos pontos considerados críticos, segundo a CNT, existem buracos maiores que as rodas dos carros, erosão, risco de desabamento de encostas em pistas sem nenhum recuo. A falta de acostamento é alarmante. Em apenas 46,3% das estradas os motoristas podem contar com algum recuo em caso de acidente na pista ou de problema no veículo. Nos locais onde existe o acostamento, a pavimentação é considerada ótima em 83,4% dos casos. O motorista brasileiro também é obrigado a conviver com estradas esburacadas e com piso irregular, onde 23,5% das vias não são possíveis trafegar, 54,3% delas é considerada ruim e 960 km (1%) de estradas analisadas estão totalmente “destruídos” (CNT, 2009).

A sinalização sofrível, as faixas centrais e laterais apresentam sérios problemas: 24,6% das faixas centrais e 35,7% das laterais não estão visíveis; e em 17,1% das estradas as marcações laterais simplesmente nem foram pintadas. O mato também é um empecilho, pois cobre 26,7% das placas que deveriam orientar os motoristas (CNT, 2009).

Comparando com a pesquisa de 2007, o relatório da CNT indica melhorias na sinalização e no pavimento das estradas. A pesquisa analisou 89.552 km de estradas, 28.768 federais e 60.784 estaduais (CNT, 2009).

As rodovias federais nordestinas, de modo geral, são as piores do país. Mais de 50% da extensão foi enquadrada nas categorias “ruim” e “péssima” (CNT, 2009).

3.12 Principais Modais em Relação ao Consumo de Energia e Impactos Ambientais

Os principais tipos de transportes (modais) são: transporte aéreo, transporte ferroviário, transporte hidroviário e marítimo, transporte rodoviário e transporte dutoviário (somente cargas) (SILVA, 2008).

Conforme artigo do consultor em controladoria de custeio Marco A. Ferreira (2008): o transporte aéreo é aquele realizado através de aeronaves e pode ser dividido em Nacional e Internacional. Todas as aeronaves possuem estruturas para transporte de bagagens e/ou cargas; o modal ferroviário é realizado por trens, compostos por vagões, que por sua vez são puxados por locomotivas, para este transporte são utilizados os trilhos; o transporte hidroviário e marítimo é dado como o movimento de mercadorias ou pessoas através de rios ou mares por meio de barcos ou navios; e finalmente o modal rodoviário é aquele feito através de ruas, estradas e rodovias, sejam elas pavimentadas ou não, com a intenção de transpor de um ponto ao outro, produtos, animais ou pessoas. No Brasil este modal é o principal meio de transporte. O modal rodoviário caracteriza-se pela simplicidade de funcionamento, este se destaca por oferecer o transporte de diversos tipos de cargas.

O transporte dutoviário é o meio de transporte que conduz produtos através de canos/tubos cilíndricos ocos desenvolvidos de acordo com normas internacionais de segurança. Para esse modal é necessário as dutovias, que são compostas por três elementos: os terminais, que fazem a propulsão dos produtos; os tubos e as juntas que unem estes. Este modal pode ser utilizado para o transporte de produtos derivados do

petróleo, conhecidos como oleodutos, para derivados de minério, chamado de mineroduto, também para gases e grãos. Muitas dutovias são subterrâneas e/ou submarinas, considerado uma vantagem, pois minimizam os riscos causados por outros veículos.

Geralmente, os custos dos modais ferroviário e aquaviário são fixos, ao mesmo tempo em que nos modais aéreo e rodoviário predominam os custos variáveis com a distância e o peso. Para reduzir custos e desperdícios, especialmente em relação ao consumo de energia, o uso integrado dos modais vem sendo estimulado pelas políticas públicas do setor em diversas partes do mundo (BRASIL, 2008). O setor de transportes brasileiro possui uma elevada concentração em torno do modal rodoviário, com números muito acima da média mundial e discrepantes em relação aos países com dimensão continental como Brasil. Comparando os dados brasileiros com alguns países do mundo com grandes extensões territoriais e elevada relevância econômica, é possível perceber as contradições da matriz logística do Brasil. Países como EUA, China e Rússia, de grande extensão territorial, assim como o Brasil, fazem um uso mais expressivo do transporte ferroviário, aquaviário e dutoviário em detrimento ao transporte rodoviário, onde o Brasil realiza o transporte de cerca de 61% de suas cargas (ANDRADE ; MATTEI, 2011). Essa matriz de transportes de cargas alicerçada no transporte rodoviário o torna mais caro e com um alto gasto energético.

Segundo o Ministério das Minas e Energia do Brasil, a utilização de energia para os transportes aumentou bastante da década de 90 até o início do século XXI, sobretudo na modalidade rodoviária, que de 1990 até o ano 2001 obteve um aumento de aproximadamente 51% do consumo energético, sendo o sistema de transporte de passageiros pelas modalidades rodoviárias os predominantes, apresentando-se nos últimos anos como o mais intensivo em consumo energético e também em níveis de emissões atmosféricas. O setor hidroviário, nos últimos anos, vem apresentando um menor consumo, obtendo inclusive uma redução em torno de 4% de 1990 a 2001 (PINTO ; SANTOS, 2013).

3.12.1 Impactos dos Modais de Transporte sobre o Meio Ambiente

Transporte Aéreo- pode impactar o meio ambiente nos processos de decolagem e aterrissagem (poluição atmosférica e aquecimento global). Durante o voo ocorre a emissão de gases de efeito estufa , ruídos, poluição, confrontos de uso do solo.

Transporte Ferroviário- Por ser considerado o rodoviário o vilão das emissões ambientais, o ferroviário causa pouco impacto ao meio ambiente.

Transporte Aquaviário ou hidroviário- Este tipo de transporte pode impactar o meio ambiente tanto no oceano como nas hidrovias interiores, através de descargas de rotinas de água de lastro, despejo de resíduos sólidos não biodegradáveis, derramamento acidental de óleo, tóxicos ou combustível nos portos, emissão de ar das casas de máquinas, construção e manutenção de portos, rios e canais, dano ecológico no transporte de espécies não nativas pelos navios (BANCO MUNDIAL, 1997).

Transporte Rodoviário é o tipo de transporte que impacta o meio ambiente através da poluição do ar e ruídos, consumo de energia, poluição dos cursos d'água adjacentes às estradas assim como de outros fatores.

Transporte Dutoviário- é o meio de transporte utilizado para transportar óleo e gases. Os riscos ambientais ocorrem através de derramamentos de derivados de petróleo e vazamentos de gases (OECD,1997).

3.13 A Frota Brasileira de Caminhões

A venda de veículos pesados a diesel está fortemente condicionada ao crescimento econômico e ligada aos setores produtivos primários (BRASIL, 2002b). Ao longo das três últimas décadas, as vendas de veículos a diesel sofreram grandes variações. Até o final da década de 70, a maior parte de veículos a diesel eram caminhões e ônibus. A partir da década de 80, iniciou-se uma venda significativa de veículos comerciais leves movidos a diesel seguindo seu crescimento até os anos 2000, sendo que os comerciais pesados e ônibus praticamente mantiveram suas vendas estáveis. Porém os caminhões ainda são os responsáveis pelas maiores quantidades de vendas no país (ANFAVEA, 2005).

Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de veículos Automotores (ANFAVEA, 2013).

A frota circulante de automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus ultrapassou 40 milhões de unidades em 2013, segundo levantamento do Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças). O aumento em relação ao ano anterior foi de 5,7%, menor que o crescimento de 2012 sobre 2011, da ordem de quase 9%.

Com a implantação da indústria automobilística no Brasil, o diesel foi definido como de uso exclusivo para carga e transporte coletivo. Essa política tinha como objetivo favorecer o uso social do diesel com um preço menor por energia fornecida. Esta tendência foi acentuada após o primeiro choque de petróleo (1973), quando a participação do diesel nos veículos comerciais pesados chegou a praticamente 100% (BRASIL, 2002b, p. 55).

O transporte rodoviário de cargas no Brasil ainda prevalece de forma significativa sobre os demais modais, como resultado de sua concepção operacional, possibilitando o transporte porta a porta. Conforme Barbosa (1996), no comércio do MERCOSUL, estima-se que, de cada 1.000 kg transportados, 900 kg são pelo modo rodoviário e apenas 100 kg são transportados pelos demais modais.

3.14 Tipos de Emissão Veicular

Os veículos automotivos utilizam-se de motores de combustão interna, os quais podem ser classificados em duas amplas categorias: os motores de ignição por faísca - motores movidos a gasolina e a álcool - e motores de combustão espontânea - os motores Diesel (DENATRAN, 1980).

Os gases poluentes lançados na atmosfera, bem como os demais resíduos produzidos pelos motores de combustão interna, podem ser agrupados, segundo a legislação ambiental na maior parte do mundo, em emissões regulamentadas e não regulamentadas. As primeiras correspondem às emissões sobre as quais já se estabeleceram padrões de vigilância, aferição e limites, enquanto que as segundas são aquelas substâncias que, por serem comuns na natureza e por exercerem uma ação comprovadamente nociva ao meio ambiente, são fiscalizadas sob o prisma da quantidade e da proporção de lançamento na atmosfera, sem que haja limites especificados em lei, como por exemplo, o dióxido de carbono (CO₂) e os óxidos de enxofre (SO_x) (ANFAVEA. 1988).

As principais fontes de poluentes em um veículo que são objeto de controle são: a emissão evaporativa de combustível, a emissão de gases do cárter do motor e a emissão de gases e partículas pelo escapamento do veículo. Além destas, pode-se considerar, ainda, a emissão de partículas provenientes do desgaste de pneus, freios, embreagem e o levantamento de poeira do solo (GOMES et al., 1994, p.16).

- a) **Emissões Evaporativas:** As emissões evaporativas caracterizam-se por perdas através de evaporação de hidrocarbonetos do combustível,

principalmente a temperaturas elevadas, geradas principalmente quando o carro não está em movimento (as perdas evaporativas com o carro em movimento - "*running fosses*" - são geralmente desprezadas). Essas emissões são provenientes do tanque de combustível, do carburador¹ (quando for o caso), através de vazamentos e percolações nas conexões e mangueiras (GOMES et al., 1994).

- b) **Emissões de Gases do Cáster:** As emissões de gases do cáster são compostas de gases de combustão que passam pelos anéis de segmento do motor e por vapores do óleo lubrificante. Nos motores atuais esses gases são canalizados ao motor para serem queimados (GOMES et al., 1994). Os hidrocarbonetos (HC's) nas suas distintas configurações são os elementos poluentes que aparecem em maior proporção nas emissões do cáster (BALASSIANO, 1991).
- c) **Emissões de Escapamento:** As emissões de escapamento são os subprodutos da combustão lançados à atmosfera pelo tubo de escapamento. Os produtos da combustão completa são CO₂, H₂O e N₂, da combustão incompleta são CO, HC, aldeídos (R-CHO) e NO_x, e ainda têm os produtos indesejáveis como material particulado e SO_x (mais expressivos em motores de ciclo Diesel) (BALASSIANO, 1991). A formação de SO_x deve-se ao conteúdo de enxofre presente nos combustíveis.

3.14.1 Ações de Mitigação das Emissões Veiculares

Na terceira Conferência Nacional do Meio Ambiente, realizada em março de 2008, foi sugeridas algumas ações que proporcionassem a redução das emissões atmosféricas por veículos automotores. A proposta sugere a adoção de taxaço sobre combustíveis fósseis, cujos recursos deverão ser aplicados em projetos de mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) através do Fundo Nacional de Mudanças Climáticas (FNMC); a melhoria da eficiência dos combustíveis; a promoção de alternativas aos combustíveis fósseis por combustíveis renováveis; a ampliação da oferta e otimização do uso de transporte público e meios sustentáveis de transportes,

¹ O carburador é um componente do motor responsável pela vaporização e dosagem da mistura ar combustível. Desde 1997, entretanto, para atender às exigências do PROCONVE, os veículos leves operam com o sistema de injeção eletrônica, que utiliza uma nova tecnologia de alimentação, evitando o desperdício de combustível, diminuindo dessa forma a emissão de poluentes.

principalmente nos centros urbanos; a promoção de programas e medidas visando adequar o sistema de transporte nacional sob o ponto de vista da menor emissão de GEE, qualidade ambiental e mudanças climáticas; e o estabelecimento de incentivos econômicos aos governos municipais para implementação de mudanças nos sistemas viários municipais, intermunicipais e regionais de forma a estimular o transporte sustentável.

3.15 Abordagens Metodologias para Calcular as Emissões de Gases de Efeito Estufa no Setor e Transporte

O IPCC BRASIL (2002a), realiza o inventário de emissões de GEE por fontes móveis.

São desenvolvidas as metodologias para aplicação em inventários nacionais de gases de efeito estufa. Indica com transparência os setores mais significativos para o total das emissões de gases em nível estadual, ou municipal. Pode auxiliar no processo de definição de ações e medidas de mitigação (redução da emissão de gases de efeito estufa ou fortalecimento dos sumidouros), caso o Estado ou o Município, queira implementar.

O IPCC também fornece orientações gerais, úteis na elaboração de inventários em qualquer nível. Incluem:

- a) abordagem para coleta de dados;
- b) estimativa de tratamento de incertezas;
- c) seleções de metodologia e identificações das categorias “chave”;
- d) manutenção da autonomia da série temporal;
- e) garantia da qualidade / controle de qualidade.

TOP-DOWN ou TIER 1: Prevê a conversão de todas as medidas de consumo de combustível para unidade comum de energia.

Metodologia que consiste de um balanço das importações líquidas de combustíveis primários e secundários e da variação interna dos estoques desses combustíveis. Dessa forma, supõe-se que, uma vez introduzido na economia municipal, em um determinado ano, o carbono contido em um combustível ou é liberado para a atmosfera no processo de combustão ou volatilização, ou é aprisionado/retido de alguma

forma, por exemplo, na camada de asfalto. Esta metodologia tem a vantagem de ser de mais fácil aplicação e obtenção de dados, pois carece apenas de informações relativas à quantidade de combustíveis consumida e os fatores de emissão. Entretanto, tem a limitação de ser restrita à quantificação das emissões de CO₂, já que este gás é emitido proporcionalmente ao volume de combustível fóssil queimado, independente do tipo de equipamento. (IPCC, 2006).

BOTTOM-UP ou TIER 2: Procedimento adicional ao Método de Top-Down, desde que haja dados locais detalhados e comprováveis sobre a tecnologia de motorização.

É uma variante da tier 2. O maior nível de detalhamento que utiliza são fatores médios de emissão para um ano modelo, o que é uma simplificação do tipo de tecnologia de controle de emissões. Por outro lado, considera também poluentes locais, o que seria tomado como uma tier 3 na metodologia do IPCC.

Para Bartholomeu (2001), trajetos rodoviários com diferentes estados de conservação e inúmeros pedágios (Metodologia própria): optou-se por adotar uma metodologia própria, elaborada a partir das propostas e valores obtidos das seguintes fontes: IPCC (1997), Bartholomeu (2001) e Brasil (2002 a). A principal finalidade desta metodologia é fornecer uma sequência de procedimentos de cálculos para as estimativas das emissões por veículos rodoviários de carga, considerando os efeitos das condições das rodovias sobre o consumo de combustível. Foi adotada a premissa de que a combustão é completa, isto é, todo o carbono do combustível é convertido em CO₂ (foram desconsiderados CO (óxido de carbono) e NMVOC, que são posteriormente transformados em CO₂ na atmosfera).

Foram desconsideradas também as emissões referentes ao N₂O e CH₄, tal como adotado por Álvares e Linke (2003) e sugerido pelo GHG Protocol (2005).

Foi adotado o fator de emissão de CO₂ a partir do diesel de 2,75 kg/l, valor médio entre os sugeridos por BRASIL (2002b) e Bartholomeu (2001). Entretanto, este valor não considera as especificações levantadas por Branco et al (2003), mas corresponde a uma estimativa geral que considera as características médias do diesel comercializado no Brasil.

Tourinho et al. (2003), metodologia que tem o objetivo de analisar os principais impactos econômicos de uma política que vise à redução das emissões (taxas) – 1998. Aplicando um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGG), rodado no GAMS – General Algebraic Modeling System e também consideram a metodologia do IPCC.

EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL (GEE): Analisa os impactos econômicos (macroeconômicos) e de política ambiental que visam à redução de CO₂ na economia brasileira.

A metodologia de Tourinho (2003), utiliza um modelo de equilíbrio geral computável (CGE) para avaliar o impacto, sobre produto, contas externas, consumo e, especialmente, sobre diversos setores da economia, da adoção de acordos comerciais. O modelo desenvolvido em conjunto pelo BNDES e pelo IPEA constitui uma análise complementar, de equilíbrio parcial.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – (1999): Estima a quantidade de poluentes em função da velocidade média dos ônibus, no tráfego urbano. (IPCC, 2004).

No entanto, o Painel Intergovernamental de mudanças Climáticas (IPCC) e a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) distinguem essas metodologias em dois grandes grupos: uma denominada de TOP-DOWN (que significa de cima para baixo) e outra de *BOTTOM-UP* (de baixo para cima).

3.15.1 Método *Top-down* ou Tier 1

A estimativa das emissões de GEE pelo método Top-Down recomendada pelo Ministério das Minas e Energia - MME em 1999 no Balanço Energético Nacional - BEN, prevê a conversão de todas as medidas de consumo de combustível para uma unidade comum.

Esta metodologia é designada para calcular as emissões de CO₂ dos combustíveis fósseis a partir da oferta no País.

Supõe-se que o carbono é conservado de tal forma que o teor de carbono do petróleo bruto é semelhante ao teor de carbono total de todos os seus derivados. A metodologia Top-down não distingue o uso do combustível por categoria (setor) e somente estima o total de CO₂ do uso do combustível (categoria 1A).

É contabilizada somente a produção de combustíveis primários. A produção de combustíveis secundários é ignorada e somente contabilizado o consumo aparente (importação, exportação e variação dos estoques) (IPCC, 2006)

3.15.2 Método – *Top-Down*

Método aparente para cálculos de combustível primário (petróleo, carvão, gás natural e outras fontes fósseis) no qual o consumo aparente representa a produção nacional do bem (produto) mais as importações e menos as exportações.

$$\text{CO}_2 = ((\text{CA} * \text{FC} * \text{CC}) * 10^{-3} - \text{CE}_x) * \text{FCO} * \text{RPM}$$

Onde:

CA = consumo aparente = produção + importação – exportação – bunker – estoque (em unidades originais)

FC = Fator de Conversão para unidades de energia (TJ) em poder calorífico inferior.

CC = Conteúdo de Carbono (tC/TJ)

CE_x = Carbono Excluído = carbono fixado em produtos não energéticos

FCO = Fator de Oxidação de Carbono (usualmente 1)

RPM = Razão entre Pesos Moleculares de carbono para dióxido de carbono.

Onde:

O método Top-down é calculado através do consumo de petróleo e não do combustível.

Álvares e Linke (2003) buscaram quantificar as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) de veículos automotores rodoviários, considerando todos os combustíveis comerciais e todas as categorias de veículos em circulação no Brasil. Eles apresentaram os métodos de cálculos de inventários propostos pelo IPCC e propuseram métodos alternativos para realização de tais cálculos a partir de dados locais disponíveis de fatores de emissão e composição dos combustíveis comerciais.

Para realizar a estimativa das emissões no transporte, Álvares e Linke (2003) seguiram as recomendações do IPCC (1997), considerando apenas os dados relativos ao CO₂, apesar de também ocorrerem emissões de óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄). Esta simplificação deve-se à predominância e à importância do CO₂ para as emissões de GEE, assim como à simplicidade e à relativa confiabilidade do método. Ademais, em muitos casos, não existem fatores de emissão precisos para N₂O e CH₄.

O CO₂ responde por mais de 97% das emissões mundiais de GEE por fontes móveis (IPCC, 2003).

A incerteza dos cálculos para esse gás é da ordem de 5%, oriunda principalmente da operação, mais do que das imprecisões nos fatores de emissão. Já o óxido nitroso (N₂O) e o metano (CH₄) contribuem com cerca de até 3% e 1% das emissões totais de

GEE de fontes móveis e as incertezas de cálculo são aproximadamente 50% e 40%, respectivamente, devidas principalmente aos fatores de emissão (IPCC, 1997 citado por ÁLVARES e LINKE, 2003).

Com relação ao processo de combustão, apenas uma pequena parte do carbono escapa à oxidação, na forma de monóxido de carbono - CO e hidrocarboneto - HC, que posteriormente é quase totalmente oxidada na atmosfera. Somente uma pequena parcela, inferior a 1%, do carbono remanescente que não se oxida, é armazenada na forma de material particulado e cinzas (IPCC, 1997 apud ÁLVARES; LINKE, 2003).

Outro estudo foi desenvolvido por Bartholomeu (2001), em que a autora desenvolveu uma metodologia para quantificar as emissões de CO₂ por caminhões percorrendo trajetos rodoviários, com diferentes estados de conservação e número de pedágios.

Considerando sugestão de Pagliuso (citado por Bartholomeu, 2001), a autora adotou um valor aproximado para a densidade do óleo diesel de 845 g/L. Como resultado, o fator de emissão de CO₂ por litro de óleo queimado encontrado foi de 2,695 g/L. O cálculo do fator de emissão pressupõe que todo o carbono é oxidado para CO₂, pois a quantidade de diesel que não se transforma diretamente em CO₂ é desprezível.

A pesquisa considerou dois trajetos alternativos para uma rota ligando Campinas (SP) a Bauru (SP). Um dos trajetos (denominado T1) era concedido à iniciativa privada, com grande número de praças de pedágio e com ótimas condições de conservação. O trajeto alternativo (T2), utilizado como rota de fuga dos pedágios, apresentava piores condições de conservação.

Inicialmente, foi calculado o consumo de combustível em cada trajeto (T1 e T2), a partir do conceito de "Consumo Específico", o qual anula o possível efeito da variabilidade do peso da carga transportada e indica a quantidade de litros consumida por tonelada transportada a cada 100 quilômetros.

Em seguida, para cada trajeto percorrido (T1 e T2), o consumo específico de combustível verificado foi multiplicado pela quilometragem total percorrida em cada trajeto, obtendo-se o consumo de combustível por tonelada transportada. Finalmente, as emissões de CO₂ foram obtidas multiplicando-se o consumo de combustível (em l/t transportada) pelo fator de emissão (2,965 kg de CO₂).

Também nesta pesquisa, Bartholomeu (2001), estimou o valor anual para a diferença nas emissões, utilizando dados fornecidos pelo Departamento de Estrada de Rodagens (DER) do Estado de São Paulo, referentes à Contagem de Fluxo de Veículos

ou Volume Diário Médio - VDM realizada em diferentes trechos do trajeto alternativo (T2).

O estudo de Bartholomeu verificou que, para o caso estudado, o trajeto com melhores condições de conservação acabou resultando em menores emissões de CO₂, e o consumo de combustível, também inferior, acabou compensando o gasto adicional com as tarifas de pedágio. A tabela 1 mostra as principais características das metodologias citadas.

Tabela 1– Metodologias e Referências para o Cálculo das Emissões do Efeito Estufa

Autores	Principais objetivos	Metodologia	Resultados/Estimativas
d' Avignon (2007)	Realizar o inventário de emissões de GEE por fontes móveis.	- Baseado na Metodologia do IPCC (<i>top-down e bottom-up</i>) para fontes móveis - Fator de emissão: aproximadamente 2,8 kg/L de combustível. - Conteúdo de C: 89,6%	- Emissões de CO ₂ e outros GEE por veículos pesados no transporte rodoviário (1990 a 1994), via combustão do diesel.
Álvares e Linke (2003)	Calcular as emissões de GEE de veículos rodoviários brasileiros.	- Apoiaram na metodologia do IPCC, e também propuseram métodos alternativos, considerando dados locais disponíveis.	- Emissões de GEE de veículos rodoviários, para todos os tipos de combustíveis e de categoria de veículos.
Bartholomeu (2001)	Quantificar as emissões decorrentes do percurso de trajetos alternativos em diferentes condições de conservação	- Própria - Fator de emissão: aproximadamente 2,7 kg/L 2,965 ? combustível.	- Numa rota de cerca de 500 km, o trajeto concedido gastou cerca de 8 litros a menos de combustível, ou seja, cerca de 23 kg de CO ₂

A metodologia apresentada nas Diretrizes para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa de 1996, com base no IPCC, é oficialmente adotada pelo Governo Brasileiro para elaboração do Inventário Nacional, para a quantificação de gases emitidos pela combustão de combustíveis fósseis em motores de veículos rodoviários, comprovando os altos teores de poluentes atmosféricos (RIBEIRO, MATTOS e BEDESCHI, 2001).

As referências metodológicas foram criadas com base no IPCC para inventariar as emissões de gases efeito estufa e foram elaboradas por Alvares e Linke (2003), que

construíram inventários com dados locais para maior coerência nos resultados da quantificação de gases de efeito estufa.

Bartholomeu (2001) apresentou como resultado de sua pesquisa, utilizando o método *Bott-up*, onde ela se restringiu às emissões da combustão do óleo diesel, pela predominância do óleo diesel no transporte de cargas, concluindo também que as condições das rotas influenciaram no consumo de combustível e emissão de CO₂, gerando pequena diferença em relação ao modelo do caminhão e que o caminhão que percorreu a rota com melhores condições de conservação, resultou em maior benefício econômico total em relação ao frete, benefícios também ambientais com redução das emissões. Concluiu-se que, a tecnologia dos caminhões influenciou, também, no consumo de combustível e índice de emissão.

De acordo com o pesquisador Ronchi (2011), a mensuração do custo social subjacente a atual frota autônoma de caminhões, da agropecuária nacional, observando-se as externalidades negativas como poluição ambiental (do ar) e acidentes nas estradas, em que foi somada também ao custo do frete pago pelo serviço de transportes. Para o autor, os custos sociais referentes aos acidentes nas estradas também deve ser considerado.

Considerando as formulações teóricas de Rocha et al (2011), de Arruda (2010), e Sandoval et al (2010), ao mensurar o custo externo ambiental agregadas aos custos do impacto ambiental e do valor do frete cobrado, foi comprovado que o custo relativo pela diferença entre o valor do frete para a frota na idade de 23 anos , considerada envelhecida, e o valor do frete na idade econômica de 8 anos, é três vezes superior, resultando num elevado custo de capital, operação e manutenção (COM), onde os cálculos levaram em conta o caminho do transportador autônomo, em determinadas quantidades de viagens ao ano, referentes aos variados tipos de cargas transportadas. Pelo mesmo caminhoneiro autônomo, em três tipos de caminhões, graneleiro, carga geral e gaiola, considerando a distância percorrida até os respectivos portos de exportação. Portanto os custos somados resultaram em 27 mil reais por caminhão/ano correspondendo 15 % do valor de um caminhão novo com tecnologia não poluidora.

Segundo os autores, citados anteriormente, o governo federal não tem negligenciado a renovação da frota de caminhões no país, mas os programas como o MODERCARGAS-BNDES DE 2004, não alcançou os objetivos propostos pelo auto investimento em dinheiro e exigências referentes à liquidação do empréstimo. O programa PROCAMINHONEIRO de 2009 também não obteve o sucesso esperado,

onde mostrou que o caminhoneiro autônomo não auferia renda suficiente para trocar seu caminhão, sendo necessário não somente restringir os responsáveis, mas também prevenir os efeitos negativos e precificá-los.

Para João et al (2007), o uso da metodologia do IPCC, do Diagrama de Pareto (gráfico de barras que ordena a frequência das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas) e da Causa e Efeito, de 4 M, (representação gráfica que permite a organização das informações, identificando possíveis causas de um determinado problema) permitiram demonstrar os principais fatores de emissões de CO₂. Os autores, ainda, consideraram que as condições das estradas também contribuem com o aumento das emissões de CO₂, pois as vias mal conservadas influenciam na eficiência com que os veículos operam, ou seja, exigem dos motoristas acelerações e desacelerações constantes, aumentando o consumo e, desta forma, as emissões de gás carbônico. Observa-se a evolução de fatores apresentados como as causas das crescentes emissões de CO₂. Apesar de o Brasil apresentar condições para desenvolver combustíveis de fontes renováveis, como o álcool, gás natural e biodiesel, ainda não foi possível reduzir as emissões de dióxido de carbono de acordo com o que sugere os programas responsáveis pela campanha da redução dos gases causadores do efeito estufa.

3.16. Análise Crítica da Metodologia do IPCC - Segundo o Relatório de Referência do Primeiro Inventário Brasileiro -

A metodologia foi elaborada por especialistas de países desenvolvidos onde a maior parte das emissões é proveniente da queima de combustíveis fósseis, onde consequentemente o setor como a agricultura e mudança no uso da terra e florestas que são importantes para os países em desenvolvimento não são tratados com o interesse necessário; os fatores de emissão e a própria metodologia não refletem as realidades nacionais; no Brasil a busca e a coleta de informações não são adequadas devido ao custo de obtenção e ocorre pouca preocupação institucional com a organização ou fornecimento de informações; a legislação é carente no que diz respeito a obrigatoriedade das empresas em fornecer informações principalmente no que diz respeito às emissões de GEE. Diante de tal constatação, sugere-se que deva haver o estabelecimento de prioridades para realização de estudos, assim como de pesquisas

sobre os fatores responsáveis pelas emissões de dióxido de carbono, assim como também, a indicação dos setores que mais o emitem para que seja possível a elaboração e aplicação de medidas que reduzam as emissões de CO₂.

4. ESTUDO DE CASO

Para o estudo de caso da presente pesquisa, contamos com a colaboração do(s) representante(s) da empresa *Expresso Nepomuceno*. A Transportadora foi fundada em 1959, e atua no seguimento de transportes, logística, tratamento de passageiros, agropecuária e construções desde então. A empresa desenvolve suas atividades sempre com o intuito de reduzir ao máximo os impactos ambientais. Constantemente a empresa reavalia os procedimentos que envolvem o gasto de energia elétrica, água e outros. Assim como também incentiva o descarte do lixo de forma consciente na forma reciclagem.

4.1. Rota Sudeste

A rota sudeste (Figura 1) tem o trajeto da cidade de Lavras no estado de Minas Gerais à cidade de São Paulo no estado de mesmo nome, pela rodovia federal BR-381. Compreende uma distância de 760 quilômetros considerando o percurso de ida e de volta e tempo de viagem aproximado de oito horas. Os veículos da empresa, *Expresso Nepomuceno*, realizam em torno de oito viagens por mês, totalizando 9.600 quilômetros mensais e possui o passe sem parar, não necessitando parar nos pedágios. A empresa dispõe de aproximadamente 150 veículos para essa rota.

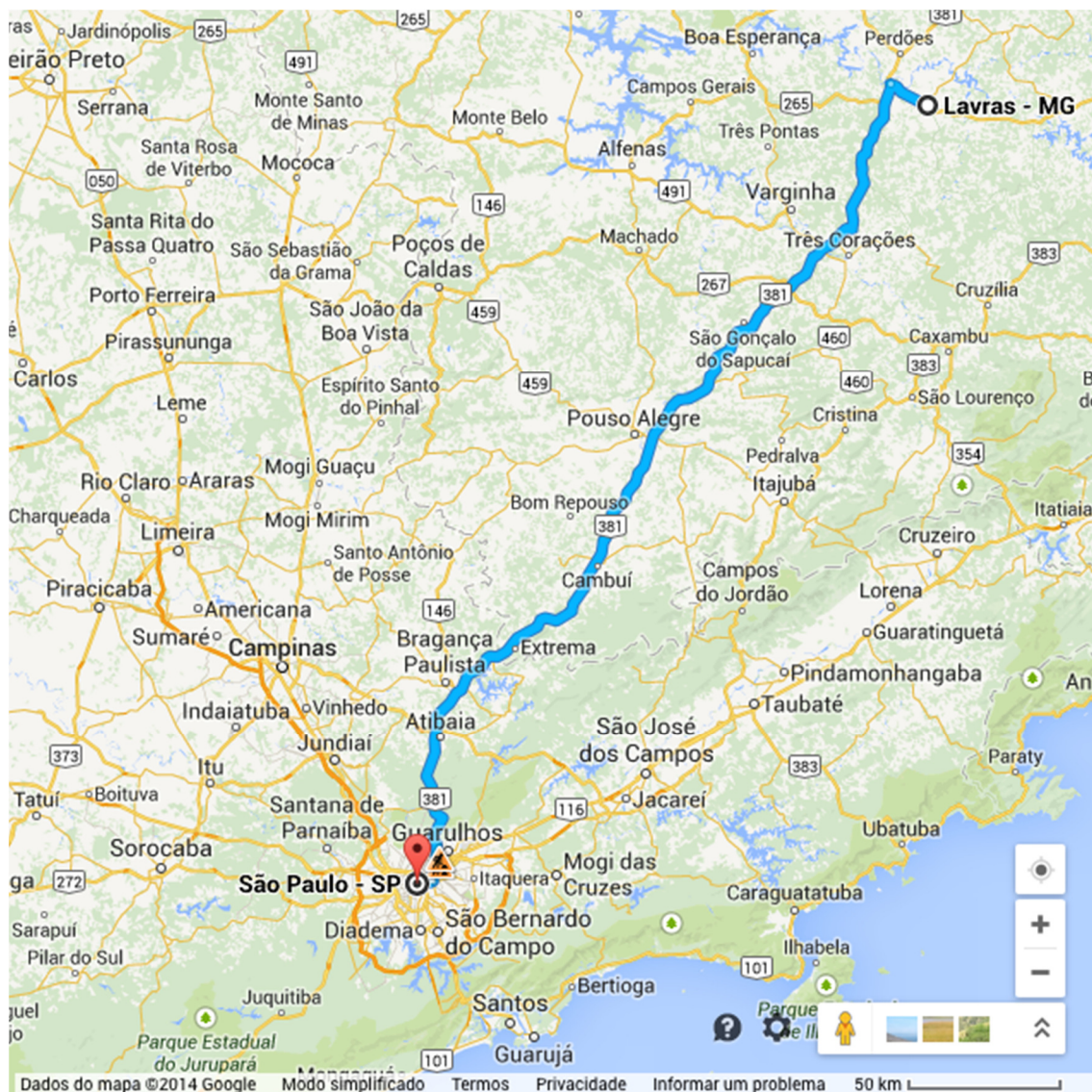


Figura 1 Mapa da Rota Sudeste, entre as cidades de Lavras (MG) e São Paulo (SP)

Fonte: <https://maps.google.com.br/maps/mm>

Atualmente este trecho acima possui cinco pedágios no trajeto que passa pela BR381 e possui as seguintes características: entrada em Lavras pelo quilmetro 354 até o quilometro 363,1, trecho duplicado e em boas condições de trafegabilidade e sinalizações em bom estado. Trecho 375,1 ao 469,7 em obras de duplicação, sinalização vertical em estado razoável. Trecho 469,7 ao 705,6 – Ilícinea até São Sebastião do Paraíso, em obras de implantação e pavimentação de trechos em sua maioria bons. Boas condições de trafegabilidade e sinalizações (DNIT, 2013). Do quilometro 0 (zero) ao quilômetro 236,6: trecho em concessão pela empresa Nova Dutra, em muito bom estado de conservação, sendo totalmente pavimentada (DNIT, 2013).Do quilometro 0 ao quilometro 261,4 trechos com sinalizações boas e pavimentação em boas condições.

Trecho entre os Km 257,6 e 261,4 pavimento com condições ruins. Trechos entre os quilômetros 261,4 e 308,7 boas condições de pavimento e sinalização em bom estado (DNIT, 2013).

4.2. Rota Nordeste

A rota nordeste (Figura 2), tem o trajeto da cidade de São Paulo Capital a Camaçari, na Bahia, pela rodovia federal BR 116. Compreende uma distância de 4.000 quilômetros de ida e volta e tempo de viagem aproximado de 6 dias. São realizadas por volta de quatro viagens por mês, totalizando 16.000 quilômetros mensais. A empresa que colaborou com a presente pesquisa dispõe de aproximadamente 120 veículos para essa rota. O estado de conservação da Rodovia é de pavimentação irregular, pista simples "estreita", com muitas curvas. As principais rodovias desta rota são: rodovia estadual BA524 e rodovias federais BR381, BA 324 e BR116. A Viabahia é a concessionária que administra os trechos no Estado nordestino. Aproximadamente 152 km estão em estado regular de conservação e 102 km em estado ruim. Ocorre a cobrança de pedágio, num total de 15, desde a BR381, administrada pela OHL autopista, BR116, pela Autopista Regis Bitencurt e BAs 324 e 524 pela Viabahia. Abaixo segue uma descrição mais detalhada de cada rodovia.

De acordo com as informações, sobre as condições das rodovias no Brasil, retiradas do sítio do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT), a Rodovia Federal BR 324 que compreende o trecho de rodovia de Salvador a Feira de Santana (113,2 km), encontra-se em obras segundo o boletim de obras da Viabrasil, no período de 24 a 30 de Março de 2014, do km 560, 800m ao 570, recuperação do pavimento e do acostamento. Do km 518 a 560, 800m implantação de passarela para pedestres. Previa-se também a recuperação de pontes, e viadutos /alargamentos, restaurações e reforço estrutural no anel de contorno de Feira de Santana.

Já a Rodovia Estadual BA 524 encontra-se em obras nos seguintes trechos:

- a) Restauração do Viaduto sobre a Linha Férrea, no quilometro 18,8;
- b) Restauração do pavimento asfáltico entre o quilometro 01 e 06;
- c) Montagem de semipórticos na Praça de Pedágio 03, no quilômetro 11.

A rodovia BA 524 está completamente restaurada e com nova sinalização (Concessionária Bahianorte). (SUDIC, 2013). No estado da Bahia a BR 116 encontra-se

em boas condições e bem sinalizada, exigindo atenção do motorista em relação ao desnível de acostamento e cuidados com fiscalização ao longo da rodovia. Grande perigo de assalto "no km 40", no trevo de saída para Chorrochó.

No município de Jaguaquara encontra-se a Serra do Mutum, ladeira bastante perigosa onde ocorrem muitos acidentes. Os principais radares estão sendo reativados, para aumentar a cautela. A concessionária que administra o trecho entre Feira de Santana e a Divisa com Minas Gerais é a Via Bahia Deformidades podem ser encontradas nos arredores de Feira de Santana. A pista que chega à Feira vinda do sul necessita de duplicação urgente. (VIABAHIA, 2013).

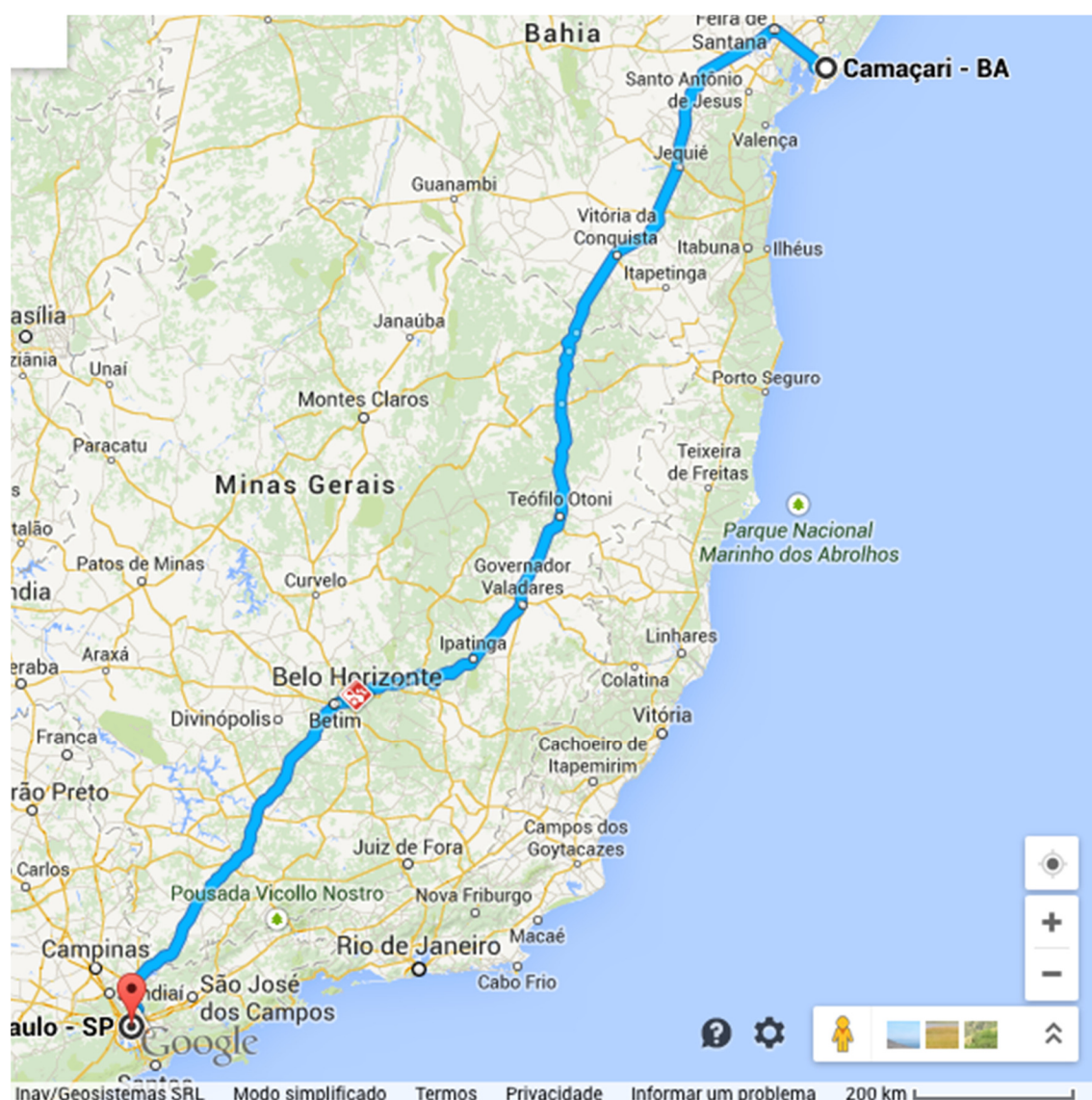


Figura 2 Mapa da Rota Nordeste, entre as cidades de São Paulo (SP) e Camaçari (BA)

Fonte: <https://maps.google.com.br/maps/ms?msa=0&dg=feature>

4. METODOLOGIA

No desenvolvimento deste trabalho, várias referências a órgãos que trabalham com o cálculo das emissões de gases de efeito estufa, como CETESB, IPCC, MME, CNT, foram consultadas para selecionar a metodologia mais adequada para o cálculo de emissão de gases por veículos automotores de cargas. A metodologia *Bottom-Up* foi selecionada para aplicação neste trabalho pois, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) incentiva os especialistas a desenvolverem cálculos de emissões locais para serem utilizados como alternativas adicionais ao cálculo global do inventário de emissões de GEE (Gases de Efeito Estufa) visando à aferição dos resultados e, conseqüentemente, à melhoria da qualidade da informação. A abordagem metodológica referida é específica para calcular as emissões de gases de efeito estufa no setor de transporte rodoviário.

O método do cálculo *Bottom-Up* é mais complexo e exigem dados locais detalhados e confiáveis como tecnologia do motor, fatores em laboratórios locais, estado de manutenção da frota, distância percorrida e consumo de combustível. O método do cálculo *Top-Down* exige um menor detalhamento dos dados em relação ao *Bottom-up*. Os dados para o cálculo das emissões de CO₂ foram levantados foram coletados na transportadora Expresso Nepomuceno. De posse dos dados, foram calculadas as emissões de CO₂ para a frota de caminhões em duas rotas, a sudeste que liga Lavras (MG) a São Paulo (SP) e a nordeste que liga São Paulo (SP) a Camaçari na Bahia.

Foram estimadas as emissões de CO₂ de quatro marcas e doze modelos de caminhões de transporte de carga. As marcas e modelos dos caminhões foram mantidas em sigilo. Desta forma, as marcas estão representadas por algarismos romanos e os modelos por letras.

As características dos caminhões utilizados pela transportadora estão descritas na tabela 2.

Tabela 2 – Marcas, modelos e características dos caminhões utilizados pela transportadora *Expresso Nepomuceno*.

Marca/modelo A	Toneladas 10 a 25	Potência 450 cv	Eixo 02	Modelo Sider
	10 a 25	400cv	02	Sider
E	10 a 25	540cv	03	Sider
D	10 a 25	440cv	03	Sider
I	10 a 25	326cv	02	Sider
J	10 a 25	354cv	02	Sider
B	10 a 25	440cv	02	Sider
K	10 a 25	330cv	02	Sider
L	5 a 20	210cv	02	Sider
G	5 a 20	211cv	02	Sider
H	5 a 20	211cv	02	Sider
F	5 a 20	250cv	02	Sider

Os caminhões da frota possuem as seguintes características (MANUAL DO CAMINHÃ, 2014):

A - O caminhão possui motor D13C 540cv em combinação com a transmissão I-SHIFT com seis cilindros e tecnologia de motorização SCR.

C- Os caminhões são da segunda geração de motores euro 3, de 13 litros, com 400cv a 1400-1800rpm, torque de 2000 Nm a 1050-1400rpm, 6 cilindros em linha. Câmbio: manual de 14 marchas (12 + 2 super reduzidas). (Fonte: manual do caminhão).

E e D - Estes caminhões são equipados com motor de 440 cv, caixa de câmbio automatizada

I- Caminhão com motor de seis cilindros e 326 cv de potência

J - O caminhão cavalo-mecânico possui potência máxima de 354cv

B - Equipado com motore de 13 litros e com 520cv de potência

K - Este caminhão que possui a motorização de 330cv (Fonte: manual do caminhão).

L - O caminhão voltado para o segmento semipesado e possui motor de 310cv de potência e injeção eletrônica de diesel (Fonte: manual do caminhão).

G - Esse caminhão possui motor de seis cilindros é turbo alimentado com aftercoller (pós-resfriador) e tem potência de 366 cv (Fonte: manual do caminhão).

H - O caminhão possui motor de 6 cilindros, com gerenciamento eletrônico de combustível e potência de 231cv (Fonte: manual do caminhão).

F – Caminhão com motor de 6 cilindros e 5,9 litros e com 250cv de potência (Fonte: manual do caminhão).

5.1. Aplicação da Metodologia *Botton-Up*

O cálculo das emissões de CO₂ foram realizados multiplicando o consumo médio de combustível, em litro de combustível gasto para rodar um quilômetro, de cada modelo de caminhão e para cada rota, pelo fator de conversão de emissão por litro de combustível determinado pelo PROCONVE que é igual a 2.669 g de CO₂ por litro de diesel (Equação 1).

$$\text{gCO}_2/\text{km}^{(i, n)} = \text{consumo de combustível}^{(i, n)} (\text{L}/\text{km}) \times 2.669 \text{ gCO}_2/\text{L} \quad (1)$$

Onde:

g CO₂/km^(i, n) – gramas de dióxido de carbono emitido por quilômetro rodado, do enésimo modelo de caminhão, na enésima rota;

Consumo de combustível^(i, n) (L.km⁻¹) – é o volume médio de combustível gasto em litros por quilômetro rodado, do enésimo modelo de caminhão, na enésima rota;

2.669 – fator de conversão do PROCONVE de emissão de CO₂ por litro de diesel.

Para estimar as emissões de CO₂ proporcional ao peso de carga transportado foi dividido o resultado da estimativa de gramas de gás carbônico emitido por quilômetro rodado (g CO₂/km) pelo peso de carga transportado em toneladas e obteve a estimativa de emissão de gás carbônico emitido por quilômetro rodado e tonelada transportada (g CO₂/km.ton).

6. RESULTADOS

A maioria dos caminhões da empresa são cavalos mecânicos que engatam em carretas, sendo dois apenas caminhões *truck*, o caminhão K e A.

O diesel usado no período da coleta de dados e pesquisa foram o S-500 e S-800.

Na tabela 3 estão apresentadas as características de cada modelo de caminhão estudado. Os caminhões apresentaram potencia entre 210 e 540 cv e capacidade de transporte de carga entre 5 e 20 toneladas para os de menor potencia (210 e 250 cv) e entre 10 e 25 toneladas para os caminhões com maior potência (326 a 540 cv).

As estimativas de emissão de CO₂ por quilômetro rodado (gCO₂/km) nas rotas sudeste e nordeste para os diversos modelos de caminhões e nos diversos pesos de cargas estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3– Estimativa de emissões de CO₂ por quilômetro rodado (g CO₂/km), através do método *Bottom-Up*, para os diversos modelos de caminhões e para as diversas toneladas transportadas por cada modelo, nas rotas sudeste e nordeste.

Modelo	Peso/ c/ Transp, (t.)	Pot, (cv)	Sudeste			Nordeste			Diferença (%)
			Cons. p/ 100 km	Cons./ Comb, (L)	Emis, C/B, Up (g/km)	Cons. p/ 100 km	Cons./ Comb. (L)	Emis, C/B, Up (g/km)	
			(L)	(L)	(g/km)	(L)	(L)	(g/km)	
A	5	210cv	22,25	89	593,85	26,74	529	713,64	16,78
	10		24,75	99	660,58	27,55	545	735,26	10,16
	15		26,25	105	700,61	29,50	584	787,32	11,01
	20		29,00	116	774,01	32,89	651	877,96	11,84
B	5	211cv	24,25	97	647,23	26,74	529	713,64	9,30
	10		25,75	103	687,27	28,65	567	764,76	10,13
	15		28,25	113	753,99	31,55	625	841,96	10,45
	20		30,50	122	814,05	34,25	678	914,04	10,94
C	5	211cv	23,75	95	633,89	26,11	517	696,87	9,04
	10		26,50	106	707,29	29,50	584	787,32	10,17

	15		28,00	112	747,32	31,45	623	839,31	10,96
	20		30,00	120	800,70	33,78	669	901,69	11,20
D	5	250cv	23,00	92	613,87	25,06	496	668,92	8,23
	10		26,50	106	707,29	29,41	582	785,00	9,90
	15		27,75	111	740,65	31,45	623	839,31	11,76
	20		29,50	118	787,36	33,00	653	880,86	10,61
E	10	326cv	35,25	141	940,82	38,61	764	1030,50	8,70
	15		36,75	147	980,86	40,49	802	1080,57	9,23
	20		39,50	158	1054,26	43,48	861	1160,43	9,15
	25		42,00	168	1120,98	46,95	930	1253,05	10,54
F	5	330cv	26,25	105	700,61	27,17	538	725,27	3,40
	10		28,50	114	760,67	30,67	607	818,71	7,09
	15		30,25	121	807,37	32,89	651	877,96	8,04
	20		32,25	129	860,75	35,34	700	943,11	8,73
G	10	354cv	33,75	135	900,79	37,04	733	988,52	8,87
	15		35,25	141	940,82	38,46	762	1026,54	8,35
	20		38,00	152	1014,22	42,19	835	1126,16	9,94
	25		40,25	161	1074,27	45,05	892	1202,25	10,65
H	10	400cv	34,00	136	907,46	37,31	739	995,90	8,88
	15		36,00	144	960,84	39,68	786	1059,13	9,28
	20		38,25	153	1020,89	42,19	835	1126,16	9,35
	25		39,50	158	1054,26	44,05	872	1175,77	10,34
I	10	440cv	33,75	135	900,79	37,04	733	988,52	8,87
	15		35,00	140	934,15	38,46	762	1026,54	9,00
	20		37,75	151	1007,55	41,67	825	1112,08	9,40
	25		40,00	160	1067,60	44,44	880	1186,22	10,00
J	10	440cv	34,25	137	914,13	37,31	739	995,90	8,21
	15		36,25	145	967,51	39,68	786	1059,13	8,65
	20		38,25	153	1020,89	42,19	835	1126,16	9,35

	25		39,75	159	1060,93	44,05	872	1175,77	9,77
K	10	450cv	33,50	134	894,12	36,63	725	977,66	8,54
	15		35,25	141	940,82	38,91	770	1038,52	9,41
	20		37,50	150	1000,88	41,32	818	1102,89	9,25
	25		38,75	155	1034,24	43,29	857	1155,41	10,49
L	10	540cv	33,25	133	887,44	36,63	725	977,66	9,23
	15		35,00	140	934,15	38,91	770	1038,52	10,05
	20		37,00	148	987,53	41,32	818	1102,89	10,46
	25		38,50	154	1027,57	43,29	857	1155,41	11,07

Os resultados mostraram que o caminhão A transportando 5 toneladas emitiu 593,85 gCO₂/km, sendo o caminhão com menor emissão de CO₂ por quilômetro rodado e o caminhão de modelo E emitiu 1120,98 gCO₂/km transportando 25 toneladas sendo, portanto, o caminhão com maior emissão de CO₂ na rota **Sudeste**.

Na rota **Nordeste** o modelo D foi o que apresentou menor emissão de CO₂ para a carga de 5 toneladas (668,92gCO₂/km). O modelo E foi o que apresentou maior estimativa de emissão em 25 toneladas com 1.253,05 gCO₂/km, sendo também o modelo de caminhão com maior estimativa de emissão para todos os pesos transportados.

Ao comparar as emissões nas rotas verificou-se que a rota sudeste foi a que menos emitiu CO₂, com 29,12% a menos de emissão em média de todos os modelos e pesos de cargas transportados (Gráfico 1).

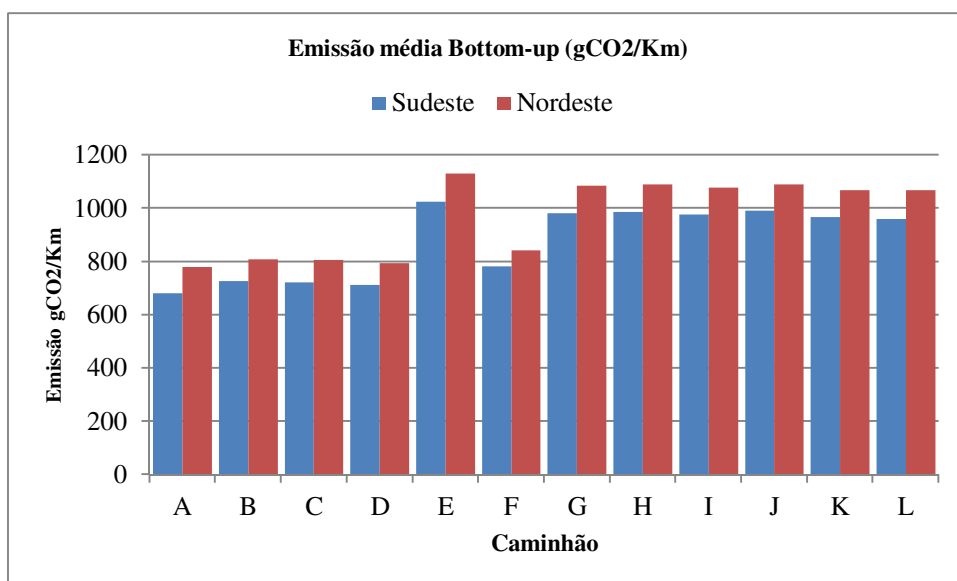


Gráfico 1 Média das estimativas de emissão de gás carbônico por quilômetro rodado, através do método Bottom-Up (g CO₂/km) , para cada caminhão, nas rotas sudeste e nordeste.

Nos gráficos de 2 a 6 estão apresentados os gráficos das estimativas de emissão de CO₂ (gCO₂/km) para os diversos modelos de caminhões com pesos de carga de 5, 10, 15, 20 e 25 toneladas respectivamente. Os resultados demonstram uma pequena variação nas emissões entre os modelos de caminhões que transportaram 5 toneladas tanto para rota nordeste quanto para rota sudeste (Gráfico 2).

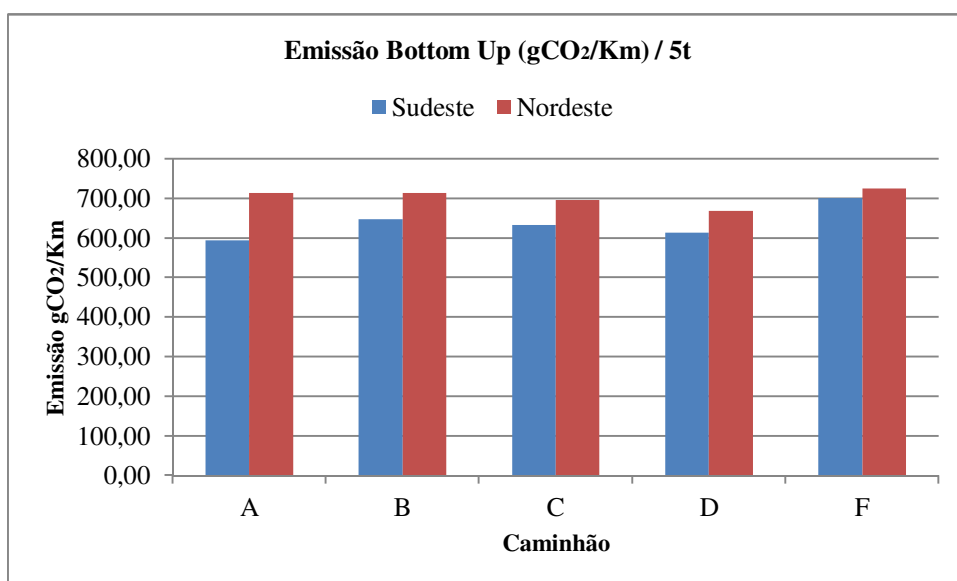


Gráfico 2 Estimativas de emissões em g CO₂/km.ton para os diversos modelos de caminhões transportando cinco toneladas

Para os pesos de carga de 10, 15 e 20 toneladas, ocorreram variações significativas para ambas às rotas entre os diversos modelos que transportaram esses pesos de carga, sendo que o caminhão A apresentou as menores estimativas de emissão e o caminhão E o que apresentou as maiores estimativas de emissão (Gráficos: 3, 4 e 5).

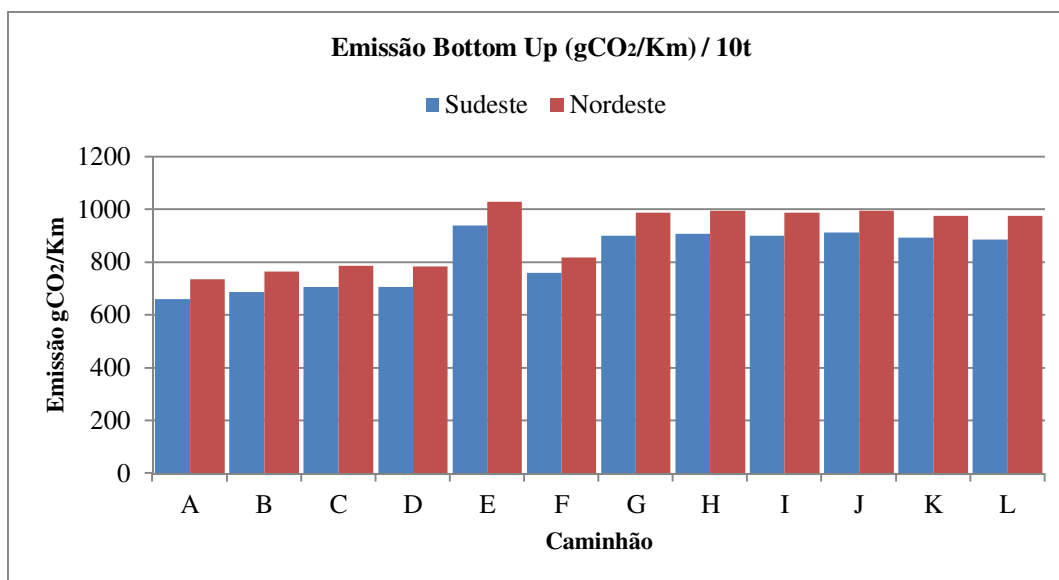


Gráfico 3 Estimativas de emissões em g CO₂/km.ton para os diversos modelos de caminhões transportando 10 toneladas.

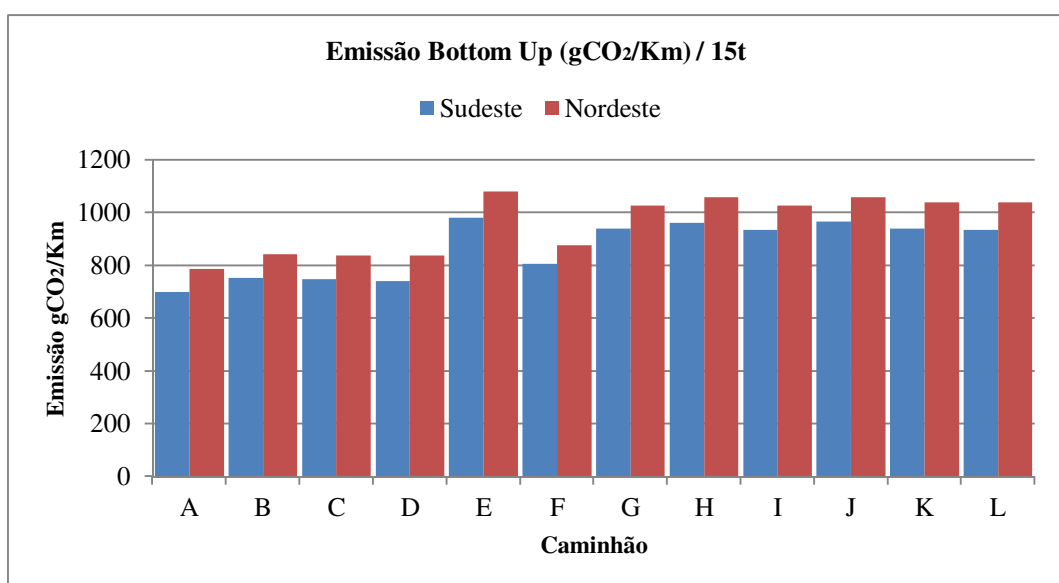


Gráfico 4 Estimativas de emissões em g CO₂/km.ton para os diversos modelos de caminhões transportando 15 toneladas.

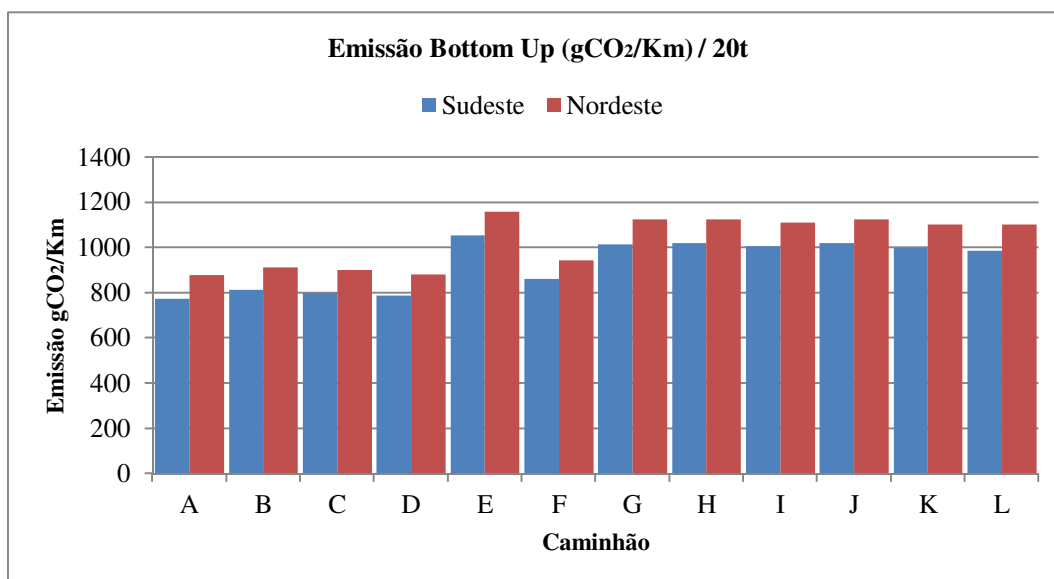


Gráfico 5 Estimativas de emissões em g CO₂/km.ton para os diversos modelos de caminhões transportando 20 toneladas

As variações nas estimativas de emissão de CO₂ foram menores com o peso de carga de 25 toneladas para todos os modelos estudados (Gráfico 6) em relação aos demais pesos de carga.

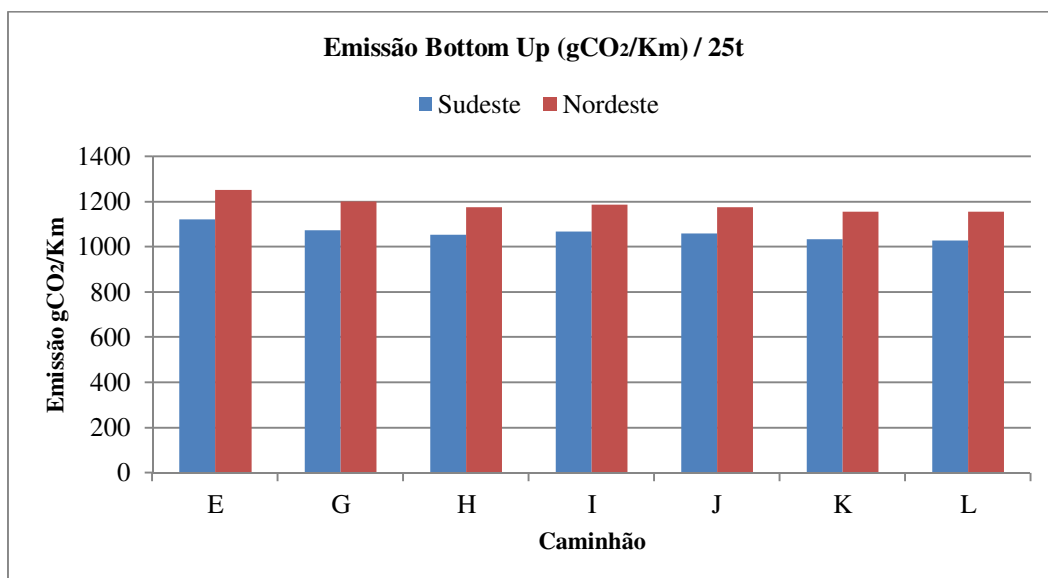


Gráfico 6 Estimativas de emissões em g CO₂/km.ton para os diversos modelos de caminhões transportando 25 toneladas.

As estimativas de emissões de CO₂ também foram calculadas levando-se em conta o peso de carga transportado. Os resultados apresentados na tabela 4 e gráfico 7, demonstram que para todos os modelos de caminhões, proporcionalmente ao peso transportado, houve uma tendência de queda nas emissões de CO₂ por quilômetro rodado quanto maior o peso de carga transportado.

Tabela 4 Resultados g CO₂/km,t, das rotas Sudeste e Nordeste (sem 27,27/100)

Modelo	Peso/ c/ Transp,	Pot,	Sudeste	Nordeste
			Emis, C/B, Up	Emis, C/B, Up
A	5	210cv	118,77	142,73
	10		66,06	73,53
	15		46,71	52,49
	20		38,70	43,90
B	5	211cv	129,45	142,73
	10		68,73	76,48
	15		50,27	56,13
	20		40,70	45,70
C	5	211cv	126,78	139,37
	10		70,73	78,73
	15		49,82	55,95
	20		40,04	45,08
D	5	250cv	122,77	133,78
	10		70,73	78,50
	15		49,38	55,95
	20		39,37	44,04
E	10	326cv	94,08	103,05
	15		65,39	72,04
	20		52,71	58,02
	25		44,84	50,12
F	5	330cv	140,12	145,05

	10		76,07	81,87
	15		53,82	58,53
	20		43,04	47,16
G	10	354cv	90,08	98,85
	15		62,72	68,44
	20		50,71	56,31
	25		42,97	48,09
H	10	400cv	90,75	99,59
	15		64,06	70,61
	20		51,04	56,31
	25		42,17	47,03
I	10	440cv	90,08	98,85
	15		62,28	68,44
	20		50,38	55,60
	25		42,70	47,45
J	10	440cv	91,41	99,59
	15		64,50	70,61
	20		51,04	56,31
	25		42,44	47,03
K	10	450cv	89,41	97,77
	15		62,72	69,23
	20		50,04	55,14
	25		41,37	46,22
L	10	540cv	88,74	97,77
	15		62,28	69,23
	20		49,38	55,14
	25		41,10	46,22

Também fica evidente que as diferenças entre as estimativas de emissão vão diminuindo com o aumento do peso de carga tendendo a uma estabilização nas

emissões, mesmo aumentando a carga. Os caminhões com maior peso de carga foram os que apresentaram menores valores de emissão proporcional ao peso transportado e os caminhões com menor peso de carga os que apresentaram maiores valores de emissão proporcionalmente ao peso transportado.

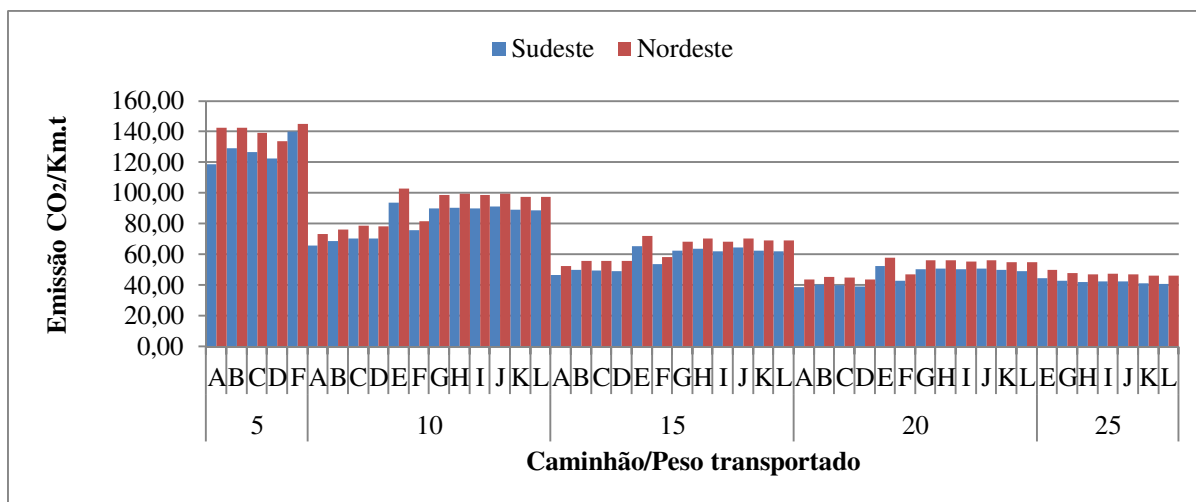


Gráfico 7 Estimativa de emissões de CO₂/Km.t por peso de carga transportado, de cada modelo de caminhão, nas rotas Sudeste e Nordeste, através método *Bottom-Up*.

Quando não se leva em consideração a proporção de carga transportada, os resultados se invertem. Havendo uma tendência maior de emissão quando o peso transportado é maior (Gráfico 8).

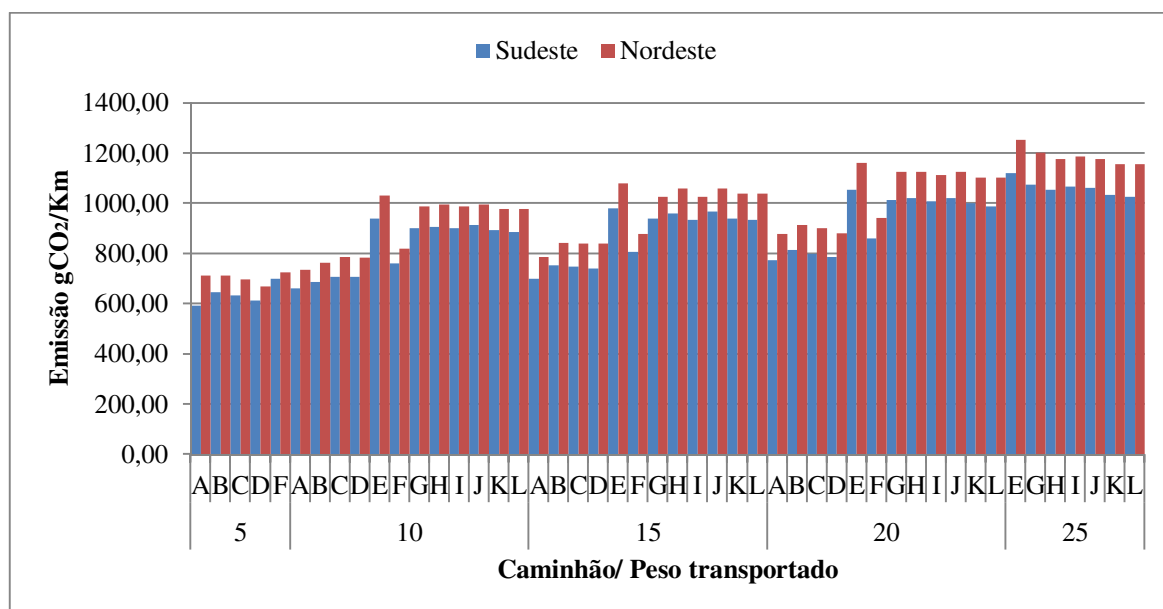


Gráfico 8 Estimativas de emissões de CO₂/Km por peso de carga transportado, de cada modelo de caminhão, nas rotas Sudeste e Nordeste, através método *Bottom-Up*.

No gráfico 9 estão apresentadas as diferenças, em porcentagem, das estimativas de emissão de CO₂ entre as rotas sudeste e nordeste. A maior diferença de emissão foi do caminhão A, transportando 5 toneladas de carga e a menor diferença foi a do caminhão K transportando 5 toneladas.

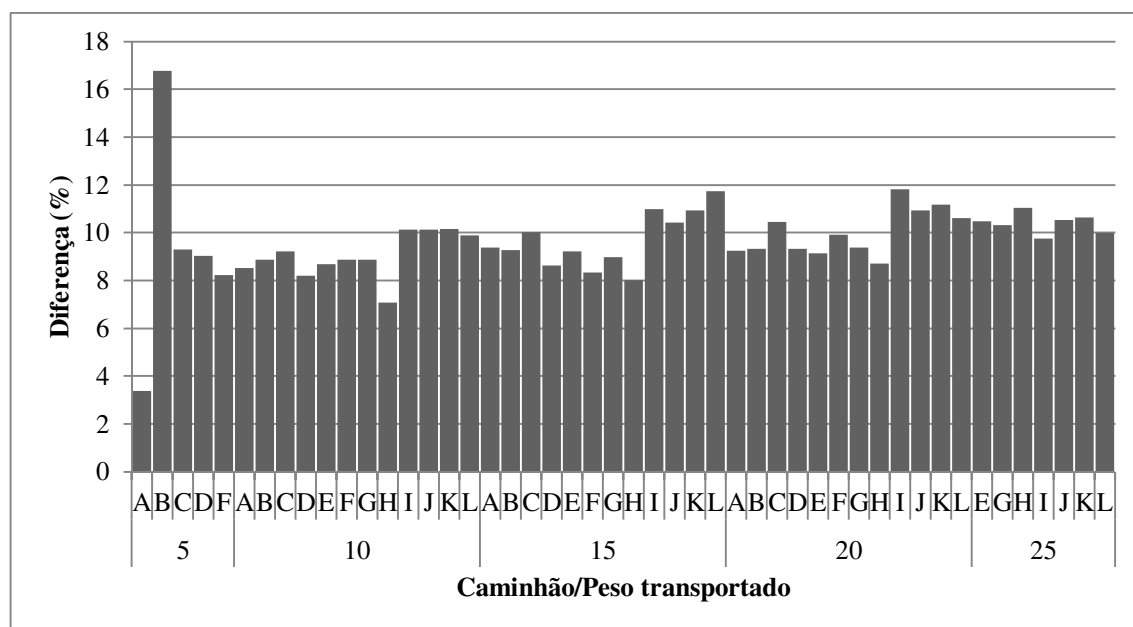


Gráfico 9 Diferença de estimativa de emissão de CO₂ (g CO₂/km) pelo método *Bottom-Up*, em porcentagem, entre as rotas Nordeste e Sudeste para cada modelo de caminhão e peso de carga transportada.

7. DISCUSSÃO

Na presente pesquisa, foi observada a relação entre o consumo de combustível, a carga transportada pelos caminhões e a emissão de CO₂. Foi observado que a rota sudeste com melhor pavimentação apresentou estimativas de emissão menores que a rota nordeste, com pista simples e mal conservada.

Bartholomeu (2001), também verificou que as condições das rodovias interferem de forma benéfica, econômica e ambiental, independente do peso de carga transportada.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que ocorreu uma relação entre as estimativas de emissão de CO₂ com o peso da carga transportada pelos caminhões, o modelo de caminhão e as condições das rodovias trafegadas.

Ficou evidente o aumento na estimativa de emissão de CO₂ por quilômetro rodado quando ocorre o aumento no peso da carga para ambas as rotas (Figura 10).

Quando a estimativa de emissão foi calculada levando em consideração o peso de carga transportado (gCO₂/km.t), observa-se que proporcionalmente a carga transportada, a estimativa de emissão decresce com o aumento do peso de carga (Figura 9) para todos os modelos de caminhões.

Também foi observado que a rota com melhores condições de trafegabilidade, rota sudeste, obteve uma menor estimativa de emissão de CO₂, variando entre 3,9 e 16,7% a menos de emissão de CO₂ por quilômetro rodado do que a rota nordeste (Figura 11).

O método Botton-up, foi utilizado por Bartholomeu (2001) em uma pesquisa em que foram estimadas as emissões de CO₂ por três modelos de caminhões para as rotas de diferentes estados de conservação de pista. Este autor, concluiu que as condições das rotas também influenciaram no consumo de combustível e emissão de CO₂. Nas rotas com condições precárias houve um aumento nas emissões. Porém, em relação aos modelos dos caminhões não foi obtida diferença significativa.

Assim, no estudo realizado bem como na pesquisa apresentada por Bartholomeu (2001) demonstraram que as boas condições das rodovias trazem benefícios econômicos e ambientais, independente do peso de carga transportada.

A metodologia Botton-up considera detalhes tecnológicos por isso se torna a melhor quando o objetivo for a definição de políticas públicas de incentivo ou investimentos na redução das emissões e aplicação de novas tecnologias. Por outro lado a Top-Down é limitada em termos tecnológicos, mas contempla adequadamente as

interações entre os mercados, podendo ser útil para macro-políticas de estímulo comercial, rotas alternativas, definição de barreiras com custo associado às emissões (VUURON et al., 2009).

Após conhecimento da pesquisa de João e João (2007) onde fizeram uso da metodologia do IPCC e o Diagrama de Pareto e de Causa e Efeito, de 4 M, para analisar as emissões e suas principais causas, concluíram que dentre todos os setores que emitem CO₂, o setor de transportes é o que está crescendo mais rapidamente, representando de 22 a 24% das emissões globais dos gases de efeito estufa de fontes de combustíveis fósseis (WANG, 2005), sendo o CO₂ o gás de efeito estufa de origem antrópica mais emitido pela combustão de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural), junto com os processos industriais e combustíveis renováveis como bagaço de cana, óleos vegetais e álcool (IPCC,2006) .

Foram levados em conta nos cálculos de CO₂, apenas os dados de produção e consumo de energia, sem considerar como a energia é consumida (MATTOS, 2001). Concluindo que as condições das estradas também contribuem com o aumento das emissões de CO₂, pois as vias mal conservadas influenciam na eficiência com que os veículos operam, ou seja, exigem dos motoristas acelerações e desacelerações constantes, aumentando o consumo e, desta forma, as emissões.

Contudo, nos dias de hoje a evolução de todos os fatores apresentados como as causas das crescentes emissões de CO₂, apesar do Brasil apresentar condições de desenvolver combustíveis de fontes renováveis, como o álcool e biodiesel.

8. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que ao comparar as emissões, nas rotas sudeste e nordeste, a sudeste foi a que menos emitiu CO₂ com 29,12% a menos de emissão em média de todos os modelos e pesos de cargas transportadas. Desta forma ficou evidente que a qualidade da rodovia interfere de maneira significativa na emissão de CO₂.

Existem diferenças de emissão entre os modelos de caminhão transportando o mesmo peso de carga.

Quando a comparação é relativa ao peso de carga o aumento da potencia dos caminhões é compensado pelo maior peso de carga transportado e as emissões tendem a serem menores quanto mais carga é transportado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Rodrigo de. **Diretrizes para elaboração de inventários de emissões de gases de efeito estufa em municípios de pequeno e médio porte**. 2011. 195p. Dissertação (mestrado) – Universidade Positivo, Curitiba, 2011.

ALVARES JR, O. M.; LINKE, R. R. A. **Metodologia simplificada de cálculo das emissões de gases de efeito estufa da frota de veículos do Brasil**. Relatório CETESB, 2003.

AMARAL, Daniel S. ; CUNHA, Cláudio Barbieri da. Análise das principais metodologias para cálculo de emissões de Co2 no modal marítimo. **24º Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Offshore**. Rio de Janeiro, 15 a 19 de Outubro de 2012.

ANDRADE, A. L. C.; MATTEI, L. Consumo energético e emissões de CO₂: uma análise do setor de transportes brasileiro. **Anais do IX Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**. Políticas Públicas e a Perspectiva da Economia Ecológica. Brasília, 2011.

ANFAVEA, **Anuário Estatístico da ANFAVEA 1988**. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/>. Acesso em: 20 out. 2013.

ANFAVEA, **Anuário Estatístico da ANFAVEA 2005**. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/>. Acesso em: 20 out. 2013.

ANFAVEA. **Associação Nacional de Veículos Auto Motores**. 2013. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/>. Acesso em: 20 out. 2013.

ARRUDA, B. D. L. **Análise dos programas nacionais de financiamento para renovação de frota dos transportadores autônomos**. 2010. 102 f., il. Dissertação (Mestrado em Transportes Urbanos)-Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

AZUAGA, Denise. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**. 2000. 168p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

BALASSIANO, R. **Alternativas Tecnológicas para o Ônibus Urbano: Avaliação do Ônibus a Gás Natural Comprimido, do Troleibus e de seus Impactos Ambientais Atmosféricos**. 204p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético - COPPE) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992.

BANCO MUNDIAL, **Transporte Modal de Carga: Questões Regulatórias Seleccionadas**”, Relatório nº 16.361-BR: Banco Mundial, 1997.

BARBOSA, C. Gestão de Custos e Preço de Frete. Programa de Pós- graduação de engenharia de produção. Universidade Federal de Santa Catarina. **IDAQ – Instituto de desenvolvimento, assistência técnica e qualidade em transportes**, 1996.

BARTHOLOMEU, D. B. **Quantificação dos impactos ambientais econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras**. 2006. 165p. Tese de Doutorado, USP, Piracicaba, 2006.

BARTHOLOMEU, D. B.; CAIXETA FILHO, J. V. Impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.46, n.3, p.703-738, 2008.

BARTHOLOMEU, D.B. **Potencial da negociação de crédito de carbono a partir da avaliação de trajetos alternativos para uma mesma rota rodoviária: um estudo de caso no Estado de São Paulo**. 2001. 95 p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Econômicas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

BNDES. **Programa BNDES de Financiamento a Caminhoneiros – BNDES Procaminhoneiro.** Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/apoio/procaminhoneiro>
Acesso em: 5 de jun. de 2014.

BNDES. **Programa Modercarga para Renovação da Frota de Caminhões.**
Disponível em:
http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Sala_de_Imprensa/Noticias/2004/20040420_not780.html Acesso em: 5 de jun. de 2014.

BRASIL. Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993. **Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências.** Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8723.htm Acesso em: 8 de jul. de 2014a.

BRASIL. Lei de nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.** Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm
Acesso em: 8 de jul. de 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano nacional sobre mudança do clima.** Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. Brasília, 2008. 132 p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa.** Brasília, 2009b. 16 p.:

BRASILE. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE.** Disponível em:
http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/proconve_163.pdf, Acesso em: 08 set. 2013.

BRASILf. Ministério do Meio Ambiente **Protocolo de Quioto.** Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/clima/protocolo-de-quioto>, Acesso em: 04 set. 2013.

BRASILg. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima. **Comunicação nacional inicial do Brasil: à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima.** Brasília: [s.n.], 2004. 274 p.

BRASILh. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Programa Nacional de Mudanças Climáticas.** Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77650.html>

Acesso em: 4 de jun. de 2013.

BRASIL, G. H.; SOUZA JUNIOR, P. A.; CARVALHO JUNIOR, J. A. Inventários corporativos de gases de efeito estufa: métodos e usos. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v.3, n.1, p.15-26, 2008.

BREIDENICH, C.; MAGRAW, D.; RUBIN, J. W. **The Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change**, UNITED NATIONS 1998. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso em: 20 out. 2013.

CARVALHO, C. H. R. Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA**, Brasília, 2011.

CENAMO, M. C. **Mudanças climáticas, o protocolo de Quioto e mercado de carbono.** CEPEA, 2004. Disponível em: <http://www.ipam.org.br/biblioteca/livro/Mudancas-Climaticas-o-Protocolo-de-Quioto-e-o-Mercado-de-Carbono/122>, Acesso em: 04 set. 2013.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Manual de capacitação sobre mudança do clima e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo**. Manual de Capacitação. Brasília, DF, 2008.

CETESB. **Autoridades visitam complexo de laboratórios de emissões veiculares da CETESB**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/noticia/549,Noticia>. Acesso em: 19 out. 2013.

CETESB. **Emissão veicular**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Emiss%C3%A3o-Ve%C3%ADcular/12-Laborat%C3%B3rio-de-Emiss%C3%A3o-Ve%C3%ADcular> Acesso em: 19 out. 2013.

CETESB. **Inventário das emissões de CO₂ por queima de combustíveis no Estado de São Paulo, 1990 a 2008**: abordagem de referência (Top Down). 1º Relatório de Referência do Estado de São Paulo de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, período de 1990-2008. São Paulo, 2010.

CETESB. **Inventário de emissão de CO₂ por queima de combustíveis no Estado de São Paulo no período entre 1990 a 2008**: abordagem setorial (Botton-Up). 1º Relatório de Referência do Estado de São Paulo de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, período de 1990 a 2008. São Paulo, 2011.

CHAN, W. N. **Quantificação e redução de emissões de gases de efeito estufa em uma refinaria de petróleo**. 2006. 112p. Dissertação de Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos, Unicamp, Campinas, 2006.

CNT. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES **Pesquisa CNT de rodovias 2009**: relatório gerencial. Brasília, CNT, 2009.

CNT. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES, **Pesquisa CNT de rodovias 2013**: relatório gerencial. Brasília, CNT, 2013.

CONFEA. **Falta de planejamento e integração dos modais agrava situação de transportes**, 2009. Disponível em: <http://site2.confega.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=8345&pai=8&sid=10&tpl=printerview>. Acesso em 20 out. 2013.

CONFERÊNCIA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. III, 2008, Brasília. **Vamos Cuidar do Brasil?** Brasília: MMA, 2008.

CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. **Revista do Departamento de Geografia**, v.16, p.70-75, 2005.

CORBETT, J.J.; KOEHLER, H.W. Considering alternative input parameters in an activity-based ship fuel consumption and emissions model: Reply to comment by Oyvind, **Journal of Geophysical Research**, v.109, 2004.

CORRÊA, L. C.; GALLARTE, C. A.; OLIVEIRA, M. S. R. Os indicadores de qualidade ambiental no órgão estadual de controle ambiental do estado de São Paulo. **Revista PCH & SHP NEWS**, n. 44, 2011.

COTTA, M. K.; TONELLO, K. C. Os projetos florestais no contexto das mudanças climáticas. **Anais do 6 Encontro de Energia no Meio Rural**, 2006. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v2/090.pdf>, Acesso em 10 set. 2013.

D'AVIGNON, Alexandre. **Metodologia de Inventário de Emissões de GEE "DO" Estado Federativo – Energia e Transportes** – Centros de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. 2007. Disponível em: http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/aa_miegee.pdf Acesso em: 22 de jun. 2014.

DENATRAN. **Departamento Nacional de Trânsito**. Tráfego e Meio Ambiente. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 1980.

DER-SP. **CNT divulga resultados da pesquisa rodoviária 2005, 2005.** Disponível em <http://www.der.sp.gov.br/website/Home/noticias.aspx?n=181>. Acesso em: 21 out. 2013.

DETRAN. Departamento Estadual de Trânsito, 1999. **Frota Circulante de 1998.** Departamento de Análises, São Paulo. Citado em CETESB (1999).

DNIT. **Condições das Rodovias.** 2013. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/rodovias/condicoes/>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

DNIT. **Histórico das ferrovias.** 2013. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/ferrovias/historico.asp>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

EXAME. 2014. **Uma análise do mercado mundial de certificados de carbono.** Disponível em: <http://exame.abril.com.br/mundo/album-de-fotos/enchentes-castigam-cidades-do-reino-unido>. Acesso em: 20 jun. 2014.

FAPESP. **Responsabilidade compartilhadas.** Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/14324>>. Acesso em: 20 out. 2013.

FERNANDES, J. S. **COP-15 e a tentativa de conter os impactos climáticos.** 2010. Disponível em: http://www.pucminas.br/imagedb/conjuntura/CNO_ARQ_NOTIC20100310102337.pdf?PHPSESSID=9072cc3cc2d6cfeba8c18419e655f067. Acesso em: 01 de jul. 2014.

FERREIRA, Tipos de Modais. 2008. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/670 Acesso em: 6 de mai. de 2013.

FORD. **Relatório Ambiental Ford Brasil 2011.** Ano 5. São Paulo., 2012. p. 3. Disponível em: http://www.ford.com.br/servlet/BlobServer/Relatorio_ambiental_2011.pdf?blobtable=D

[FYBlob&blobheader=application/pdf&blobwhere=1249053953818&blobcol=urlblob&blobkey=id](#) Acesso em: 21 de mai. De 2014.

FRANÇA, C. I. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e consumo energético setorial do Estado de São Paulo por meio da matriz insumo-produto.** 2013. 125p. Dissertação de Mestrado. USP, São Paulo, 2013.

FURTADO P. F. **Ambientalismo de espetáculo: a economia verde e o mercado de carbono no Rio de Janeiro.** 2012. 119f. Dissertação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 2012

GODOY, P.R., Hidrovias Interiores, 1999. Integrante do compêndio “O Estado das Águas no Brasil”, editado pela **Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL**, 1999.

GOOGLE MAPS. **Mapa da Rota Sudeste – entre as cidades de Lavras (MG) São Paulo (SP).** Disponível em: <https://maps.google.com.br/maps/mm> Acesso em: 09 de Jun. de 2014.

GOOGLE MAPS. **Mapa da Rota Nordeste – entre as cidades de São Paulo (SP) e Camaçari (BA).** Disponível em: <https://maps.google.com.br/maps/mm> Acesso em: 09 de Jun. de 2014.

GONÇALVES, J. M. F.; MARTINS, G. Consumo de energia e emissão de gases do efeito estufa no transporte de cargas no Brasil. **Brasil Engenharia**, v. 586, p.70-77, 2008.

HIIJAR, M. F., LOBO, A. **Cenário da infra-estrutura rodoviária no Brasil**, 2011. Disponível em: http://www.ilos.com.br/web/index.php?option=com_content&task=view&id=1807&Itemid=74&lang=br. Acesso em: 18/08/2013

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis – Summary for Policymakers - Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007**. Disponível em www.ipcc.ch, acesso em: 12 out. 2012.

IPCC – **National Greenhouse Gas Inventories Programme**. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. [Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds)]. Hayama, Japan: IGES, 2006. Disponível em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/0_Overview/V0_0_Cover.pdf Acesso em 17 mai. 2013.

IPCC. **Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas**. 1997. Disponível em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/0Overview/V0_0_Cover.pdf Acesso em: 17 mai. 2013.

JOÃO, Mayara de Moraes ; JOÃO, Daniel de Moraes. Transportes e emissões de CO₂: uma abordagem baseada na metodologia do IPCC. **Revista INGEPRO**, Universidade Federal de Santa Maria, RS., p.109-118, 2007.

LEITE, ROGÉRIO CEZAR DE CERQUEIRA; LEAL, MANOEL RÉGIS L. V. O biocombustível no Brasil. **Novos estudos. CEBRAP**, São Paulo, n. 78, Julho 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/nec/n78/03.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2013.

MANUAL CAMINHÃO. **Avaliação- VOLVO VM**, 2011. Disponível em: <http://www.oficinabrasil.com.br/>. Acesso em: 15 mai. 2014.

MARTINS, R.; PIERRE, F. C. Avaliação da implantação da Euro V em uma empresa encarregadora de ônibus. **Tekhne e Logos**, Botucatu, SP, v.4, n.1, 2013.

MATTOS, L.B.R. **A importância do setor de transportes na emissão de gases do efeito estufa – o caso do município do Rio de Janeiro**. 2001. 222p. Tese de Mestrado. UFRJ, 2001.

MENEGUELLO, L. A.; CASTRO, M. C. A. A. **Protocolo de Kyoto e a geração de energia elétrica pela biomassa da cana-de-açúcar como mecanismo de desenvolvimento limpo**. Revista Internacional de Desenvolvimento Local, v.8, n.1, p.33-43, 2007.

MIRANDA, Gilson Rodrigo de. **Redução de emissão odorante na exaustão de motor diesel utilizando aditivo**. 2011. 177f. Doutorado. Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

MOREIRA, H. M. ; GIOMETTI, A. B. dos R. O protocolo de quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no mecanismo de desenvolvimento limpo por meio de projetos em energia limpa. **Contexto Internacional**, v.30, n.1, p.9-47, 2008.

MOTTA, R. S.; FERRAZ, C.; YOUNG, C. E. F.; AUSTIN, D.; FAETH, P. O mecanismo de desenvolvimento limpo e o financiamento do desenvolvimento sustentável no Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, 2000.

O.E.C.D. **The Environmental Effects of Freight**. Paris: Organization for Economic Co-Operation and Development, 1997.

PASSARI, A. F. L. O setor de transportes no Brasil: um estudo comparativo. **Anais do IV SEMEAD, USP, São Paulo, 1999**. Disponível em: http://www.ead.fea.usp.br/semead/4semead/artigos/Adm_geral/passari.pdf. Acesso em: 09 set. 2013.

PINTO, F. C. V.; SANTOS, R. N. Redução de dióxido de carbono através da maior utilização da modalidade hidroviária no transporte de passageiros: um estudo de caso da ligação Rio-Niterói. **Anais do XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Brasília, 2013.

PLURAL. **Política estadual de mudanças climáticas de São Paulo – PEMC**, 2010. Disponível em: http://www.plural.com.br/materia_politica_mudancas_climaticas_sp.php. Acesso em: 19 out. 2013.

BRASIL. **Protocolo de Quioto**, 2010. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/protocolo-de-quioto>. Acesso em: 07 set. 2013.

RDP. **Óleo Diesel B S10**. Disponível em: <http://www.rdppetroleo.com.br/produtos.html> (Acesso em 28 de jun. de 2014).

RIBEIRO, Suzana Kahn de ; MATTOS, Laura ; BEDESCHI Rego. A importância do setor de Transporte Rodoviário no Aquecimento Global – O Caso da cidade do Rio de Janeiro. COPPE, Rio de Janeiro, 2001.

RIODIESEL. **A Evolução do Óleo Diesel no Brasil**. Disponível em: <http://riodiesel.com.br/site/index.php/combustivel-blog/147-a-evolucao-do-oleo-diesel-no-brasil>. Acesso em: 15 de jun. de 2013.

ROCHA, C.H. ; ARRUDA, B.D.L. **Renovação da frota de caminhões da carga agropecuária**. Anais da ANPET, 2009.

ROCHA, C. H. RONCHI, R. C. ARAUJO, G. Custos externos subjacentes a atual frota autônoma de caminhões do Brasil: um estudo empírico. **Revista ANTT**, 2011.

RONCHI, Rodrigo Daniel Caudullo. **Mensuração do custo social subjacente à atual frota autônoma de caminhões da agropecuária nacional**. 2011. 126f. Dissertação de

Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Faculdade de Tecnologia – Universidade de Brasília, 2011.

RODRIGUES, M. A. C. **Políticas públicas e emissão de gases poluentes: uma análise de programas governamentais**. 2009. 303p. Dissertação de Mestrado, Univali, Itajaí, 2009.

ROSA, A.G. **Meio ambiente**: Principais conclusões dos modelos climáticos podem estar erradas. 2009. Disponível em: http://www.noticiasagricolas.com.br/dbarquivos/Planeta_Terra_esta_esfriando_e_nao_a_quecendo-conheca_a_teorias.doc. Acesso em: 22 out. 2012.

SANDOVAL, D. M. G. L., RONCHI, R. D. G. e ROCHA, C. H. Custos sociais provocados pela atual frota brasileira autônoma de caminhões. Salvador: **Anais da ANPET**, 2010.

SANTOS, Bruna Bianchi dos. Protocolo de Quioto: preocupação ambiental ou lucro com os créditos de carbono?. In: **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XIV, n. 91, ago 2011. Disponível em: http://www.ambitouridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=10169>. Acesso em 10 set 2013.

SANTOS JUNIOR, W. N. **Um estudo sobre o impacto ambiental dos combustíveis automotivos na qualidade do ar na RMSP – Região Metropolitana de São Paulo** período de 2001 a 2005. 94p. Dissertação de Mestrado, Taubaté, 2006.

SÃO PAULO. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, v.113, n.209, 10 de novembro de 2009.

SARCOZY, A.; FONSECA JUNIOR, D.; ROCHA, P. R. L. A trocalização como indutora da qualidade ambiental. **Anais do Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito da Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP**, Porto Alegre, 2001.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO METROPOLITANO DO ESTADO DE SÃO PAULO E FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO. **Estudo sobre a política estadual de mudanças climáticas**. São Paulo, 2012.

SEGRETI, J. B.; BITO, N. S. Crédito carbono: um estudo de caso da empresa NovaGerar. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v.8, n.21, p.82-91, 2006.

SILVA, O. C. T. **Um procedimento para a concepção de um modelo de plataforma logística regional**: características e tendências para o desenvolvimento sustentável da região amazônica. 2008. 268p. Tese de Doutorado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

SILVA, P. C. S.; DIAS, V. B. As mudanças climáticas na região amazônica e sua repercussão no projeto internacional ambiental. **Cadernos de Aulas do LEA**, v.1, n.1, p.32-51, 2012.

SPITZCOVSKY, D. Emissões globais de gases de efeito estufa batem novo recorde. **National Geographic Brasil**, 2013. Disponível em: <http://viajeaqu.abril.com.br/materias/emissoes-globais-de-gases-de-efeito-estufa-batem-novo-recorde-noticias>. Acesso em: 15 set. 2013.

SUDIC. **Bahia Norte Avança em Obras de Rodovias na Bahia**. Superintendência de Desenvolvimento Industrial e Comercial. 2013. <http://www.sudic.ba.gov.br/Noticia.aspx?n=337>
Acesso em: 26 de mai. de 2013.

TESTA, F. G.; NOGUEIRA, J. L.; SILVA, L. C. Protocolo de Kyoto: posicionamento internacional e as chances de renovação. **Cidadania & Meio Ambiente**, 2010. Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2010/06/22/protocolo-de-kyoto-posicionamento-internacional-e-as-chances-de-renovacao-artigo-de-fabiano-garcia-testa-juarez-lemes-nogueira-e-luciane-costa-e-silva/> Acesso em: 08 set.2013.

TOURINHO, O.A.F. **Metodologia de quantificação de emissão de gases de efeito estufa**. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.hph>. Acesso em: 08 set. 2013.

TOURINHO, O.A.F.; MOTTA, R.S.; ALVES, Y.L.B. **Uma aplicação ambiental de um Modelo de Equilíbrio Geral**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, n.976, ago. 2003.

VEJA. **Porque o calor bateu recordes nas regiões sul e sudeste**. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/por-que-o-calor-bateu-recordes-nas-regioes-sul-e-sudeste,2014>. Acesso em: 06 set. 2013.

BR-116. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2013. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=BR-116&oldid=40086551>>. Acesso em: 23 set. 2013.

VIABAHIA. BR-116, 2013. Disponível em: <http://www.viabahiasa.com.br/author/admin/page/3/> Acesso em: 03 de jan. de 2013.

VIDAL, J. W. B. **A posição do Brasil frente ao novo ambiente mundial**. Revista Eco 21, Ano XIII, n.75, 2003. Disponível em: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/artigos_energia/a_posicao_do_brasil_frente_ao_novo_ambiente_mundial.html, Acesso em: 06 set. 2013.

VUUREN, P. V. ; HOOGWYJK, M.; BARKER, T. ; RIAHI, K. Comparison of top-down and bottom-up estimates of sectoral and regional greenhouse gas emission reduction potentials, **Energy Police**, 37 p. 5125-5139, 2009.

WANG, C. ; CORBETT, J.J. Geographical Characterization of Ship Traffic and Emissions, **Journal of the Transportation Research**, p. 90-99, 2005.

WWF BRASIL. **A história da Convenção de Clima, Protocolo de Quioto e próximo acordo global de clima**, 2008. Disponível em: http://www.wwf.org.br/informacoes/sala_de_imprensa/?uNewsID=16780, Acesso em: 07 set. 2013.