

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA PORRodrigo GALBIERI.....
..... E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 18 / 02 / 2009

.....
ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**Potencial da intermodalidade rodo-ferroviária
na mitigação das emissões de CO₂: O caso do
setor de transporte de cargas do Estado de São
Paulo**

Autor: Rodrigo Galbieri
Orientador: Dr. André Felipe Simões
Co-orientador: Dr. Arnaldo César da Silva Walter

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

**Potencial da intermodalidade rodo-ferroviária
na mitigação das emissões de CO₂: O caso do
setor de transporte de cargas do Estado de São
Paulo**

Autor: Rodrigo Galbieri
Orientador: Dr. André Felipe Simões
Co-orientador: Dr. Arnaldo César da Silva Walter

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos.

Dissertação de mestrado acadêmico apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas, 2009
S.P. – Brasil

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

G131p Galbieri, Rodrigo
Potencial da intermodalidade rodo-ferroviária na
mitigação das emissões de CO₂: O caso do setor de
transporte de carga do estado de São Paulo / Rodrigo
Galbieri. --Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientadores: André Felipe Simões, Arnaldo César da
Silva Walter.

Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Mudanças Climáticas. 2. Carbono. 3. Efeito estufa
(Atmosfera). I. Simões, André Felipe. II. Walter,
Arnaldo César da Silva. III. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. IV.
Título.

Título em Inglês: Potential of the rail-road intermodality in mitigating CO₂
emissions: The case of São Paulo state's cargo transport sector
Palavras-chave em Inglês: Climate Change, Carbon, Atmospheric Greenhouse
Effect

Área de concentração:

Titulação: Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Carla Kazue Nakao Cavaliero, Carlos Alberto Bandeira
Guimarães

Data da defesa: 18/02/2009

Programa de Pós-Graduação: Planejamento de Sistemas Energéticos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO

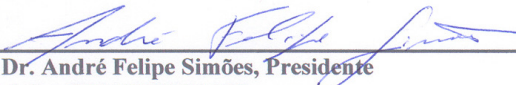
**Potencial da intermodalidade rodo-ferroviária
na mitigação das emissões de CO₂: O caso do
setor de transporte de cargas do Estado de São
Paulo**

Autor: Rodrigo Galbieri

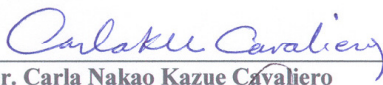
Orientador: Dr. André Felipe Simões

Co-orientador: Dr. Arnaldo César da Silva Walter

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:



Prof. Dr. André Felipe Simões, Presidente
Instituição: FEM/ UNICAMP



Prof. Dr. Carla Nakao Kazue Cavaliero
Instituição: FEM/ UNICAMP



Prof. Dr. Carlos Alberto Bandeira Guimarães
Instituição: FEC/ UNICAMP

Campinas, 18 de fevereiro de 2009

Dedico esse Trabalho a Marcelo de
Oliveira Agria (*in memoriam*)

Agradecimentos

Em primeiro lugar aos meus pais, pelo apoio incondicional, sem eles não seria possível a realização desse Trabalho.

Agradeço também ao meu orientador André Felipe Simões pela orientação e paciência nas revisões dos Capítulos. Ao professor Arnaldo Walter pela co-orientação e também pelo voto de confiança de ambos.

Agradeço a todos os professores que cursei disciplinas, seja do Planejamento Energético ou não, todas as aulas foram de grande valia. Agradeço também os colegas de turma e ao pessoal que morou comigo nesse período de estudos.

Um agradecimento especial ao Dr. Milton Xavier, superintendente da DERSA, por ter me recebido tão atenciosamente na visita que fiz a DERSA. A todos os engenheiros da DERSA que tiveram o trabalho de recalcular a matriz de transporte de carga do Estado de SP, fornecendo-me valores vitais para a realização dessa dissertação. E também a Christianne Maroun, pela solicitude em me enviar o arquivo com as críticas da *Executice Board* da UNFCCC sobre o projeto da Aracruz.

O modo como atuamos hoje relativamente às alterações climáticas acarreta conseqüências que perdurarão um século ou mais. Num futuro próximo, o resultado das emissões de gases com efeito de estufa não será reversível. Os gases retentores de calor emitidos em 2008 irão permanecer na atmosfera até 2108, e até para além disso. Por isso, as escolhas que atualmente fazemos não afetam apenas as nossas vidas, mas mais ainda as dos nossos filhos e netos. Isto faz das alterações climáticas um problema único, e mais difícil do que outros desafios políticos (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008, 2004).

“It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent, but the one most responsive to change.” (Charles Darwin).

Resumo

GALBIERI, Rodrigo, *Potencial da intermodalidade rodo-ferroviária na mitigação das emissões de CO₂: O caso do setor de transporte de cargas do Estado de São Paulo*. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2009. 159p. Dissertação (Mestrado)

No ano de 2005, no Brasil, cerca de 58% das cargas foram transportadas através de rodovias, enquanto o modal ferroviário transportou apenas 26% das cargas. O desbalanceamento da matriz de transporte de cargas paulista é ainda mais crítica, pois cerca de 88,6% das cargas que circularam pelo Estado de São Paulo foram através de rodovias e apenas 9,5% através de ferrovias. Esse desbalanceamento em favor do modal rodoviário, mais energo-intensivo, causa inúmeros problemas econômicos, sociais e ambientais para o Brasil e para o Estado de São Paulo, destacando-se: maior consumo de combustíveis fósseis (óleo Diesel), conseqüentemente maiores índices de emissões de poluentes, frete mais caro e congestionamentos. Em relação ao Estado de São Paulo, o problema dos congestionamentos que atualmente já é grave, tende a piorar no médio e longo prazo, muito devido ao crescimento econômico e aumento das taxas de motorização. Tendo como base os estudos de implementação das obras de infra-estrutura do Plano Diretor da Secretaria de Transportes do Estado de São Paulo (PDDT-Vivo 2000/2020), o principal objetivo desse Trabalho é mostrar o potencial em economia de combustível (óleo Diesel) e diminuição das emissões de CO₂ que uma implementação efetiva da intermodalidade rodo-ferroviária no transportes de cargas dentro do Estado de São Paulo pode gerar. A economia de óleo Diesel pode chegar a mais de 6,89 milhões de m³ e as emissões evitadas de CO₂ pode chegar a mais de 17,59 milhões de toneladas entre 2009 e 2029. Esse Trabalho analisa as características que um projeto envolvendo intermodalidade rodo-ferroviária deve possuir para conseguir aprovação no *Executive Board* da UNFCCC, a fim de se tornar um projeto ligado ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, e também aborda as principais barreiras que o mesmo possa enfrentar.

Palavras Chave: Mudanças Climáticas, Carbono, Efeito Estufa

Abstract

GALBIERI, Rodrigo, Potential of the rail-road intermodality in mitigating CO₂ emissions: The case of São Paulo state's cargoes transport sector. Mechanical Engineering Faculty, State University of Campinas, 2009. 159p. Dissertation (Masters).

In 2005 about 58% of cargoes, in TKU, were transported from highways in Brazil; while the modal railway carried only 26% of cargo (PNLT, 2007). The imbalance of the São Paulo state's transportation matrix is even more critical: about 88.6% of the cargoes that circulated on this state used roads as means and only 9.5% of this transportation was made through railways. This imbalance in favor of the road model, more energy-intensive, causes many economic problems; social and environmental impacts for Brazil and for the São Paulo state. Namely, this causes higher consumption of fossil based fuels (Diesel), therefore causing higher rates of pollutants emissions. In addition, this kind of transportation is more expensive than the railway model and subjected to uncertainties such as traffic jams. In the São Paulo state, the traffic jams issue is currently quite severe and tends to get worse in the medium and long terms, mainly due to the economic growth and due to the increasing rates of motorization. Using as basis the studies for the infrastructure implementation, from the Master Plan of the Secretary of Transportation of the State of São Paulo, this work's main goal is to show the potential for fuel economy (Diesel) and therefore the reduction of CO₂ emissions that can be accomplished by an effective implementation of the road-rail intermodal model within of São Paulo. The diesel economy can be more than 6.89 million m³, and the avoided CO₂ emission may reach more than 17.59 million tons between 2009 and 2029. Also, this work discuss the necessary characteristics for a road-rail intermodal project to get the Executive Board of the UNFCCC approval, and the most common obstacles for such kind of project.

Keywords: Climate Change, Carbon, Atmospheric Greenhouse Effect

Índice

Lista de Figuras	xii
Lista de Tabelas.....	xv
Nomenclatura	xvi
1. Introdução.....	1
2. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e os Problemas ambientais relacionados ao setor de transporte.....	9
2.1. Problemas ambientais relacionados ao uso de energia.....	9
2.1.1. Problemas ambientais locais	12
2.1.2. Problemas ambientais regionais	14
2.1.3. Problemas ambientais globais	16
2.2. IPCC e seus Quatro Relatórios.....	20
2.3. Etapas de um projeto de MDL	21
2.4. Critérios de elegibilidade e adicionalidade	24
2.5. Desafios para implementação de projetos de MDL no setor de transportes	28
2.6. Projetos de MDL no setor de transportes	31
2.6.1 Projeto 1351: Installation of Low Green House Gases (GHG) Emitting Rolling Stock Cars in Metro System, Nova Délhi, Índia	31
2.6.2. Projeto 0672 - BRT - TransMilenio, Bogotá DC, Colômbia	32
2.6.3. Mexico, Insurgentes Avenue, BRT Pilot Project	34
2.6.4. Projeto Intermodal proposto pela Aracruz, Modal Shifting in Industry for Transport of Product/Feedstock	35

2.7. MDL Programático e a intermodalidade rodo-ferroviária	39
3. Caracterização do setor de transportes	44
3.1. Importância do setor de transporte	44
3.2. Modos de transporte e o setor de transporte de cargas mundial.....	47
3.3. Investimento em infra-estrutura e a questão tributária.....	49
3.4. Outros problemas apresentados pelo setor de transporte brasileiro	52
3.6. Transporte de cargas do Estado de São Paulo.....	59
3.6.1. Malha Ferroviária do Estado de São Paulo	63
3.7. Transporte de cargas e intermodalidade.....	65
3.7.1. Perspectivas para a substituição intermodal.....	69
4. Consumo de energia e emissões de gases de efeito estufa do setor de transportes	74
4.1. Características do consumo de energia do setor de transportes mundial	74
4.2. Consumo de energia pelo setor de transporte brasileiro	76
4.3. Limites para expansão do consumo de petróleo no Brasil	80
4.4. Consumo de energia pelo setor de transporte no Estado de São Paulo.....	84
4.5. Emissões de gases de efeito estufa no setor de transportes.....	89
4.5.1. Metodologias para contabilização das emissões de GEE do setor energético	90
4.6. Emissões mundiais de GEE.....	92
4.7. Emissões de CO ₂ pelo setor de transportes brasileiro	96
4.8. Emissões de CO ₂ do setor de transporte do Estado de São Paulo.....	98
5. Potencial de mitigação do setor de transporte de cargas do Estado de São Paulo através da intermodalidade rodo-ferroviária	103
5.1. Introdução.....	103
5.2. Perspectivas para intermodalidade no âmbito do Estado de São Paulo	104
5.3. Ações planejadas nos modais ferroviário e rodoviário	111
5.3.1. Centros Logísticos Integrados	117
5.4. Projeções do consumo de óleo Diesel e das emissões de CO ₂	120

5.4.1. Resultados e discussões.....	126
5.5. Projeto Intermodal Paulista	134
5.5.1. Principais aspectos que compõe o projeto hipotético em questão	134
5.5.2. Exigências da <i>Executive Board</i> para aprovação de projetos de MDL	135
5.5.3. Plano de Monitoramento e período de creditação do projeto.....	136
5.5.4. Metodologia do cálculo das emissões	137
5.5.5. Possíveis entraves que o Projeto Intermodal Paulista teria que transpor para obter aprovação do EB	137
6. Conclusões e Sugestões para Próximos Trabalhos	144
6.1 Conclusões	144
6.2. Recomendações para trabalhos futuros	148
Referências Bibliográficas	149
Apêndices	158

Lista de Figuras

Figura 2.1: Concentração atmosférica dos 3 principais gases causadores do efeito estufa	11
Figura 2.2: Esquema do Efeito estufa terrestre	17
Figura 2.3: Contribuição dos principais gases de efeito estufa no aquecimento global no aumento total do forçamento radiativo no ano de 2004 em termos de CO ₂ eq.....	19
Figura 2.4: Ciclo de um projeto de MDL proposto pelo Comitê Executivo	21
Figura 2.5: Linha de base e adicionalidade	23
Figura 3.1: Principais combinações intermodais.....	47
Figura 3.2: Investimentos em infra-estrutura em relação ao PIB.....	51
Figura 3.3: Mapa ferroviário brasileiro, em destaque as 7 submalhas regionais	54
Figura 3.4: Comparação de densidade de ferrovia km/1000 km ² - Brasil x EUA	57
Figura 3.5: Fluxo de mercadorias no Estado de São Paulo	60
Figura 3.6: Malha ferroviária do Estado de São Paulo – 2004	64
Figura 3.7: Market-share da ferrovia em relação à distância no Brasil e nos EUA	68
Figura 3.8: Evolução e projeção da participação da atividade (t-km) dos modais entre 1975 a 2015	70
Figura 4.1: Participação do consumo mundial de energia por setor econômico	75
Figura 4.2: Distribuição mundial do consumo de petróleo por setor no ano de 2005	76
Figura 4.3: Consumo total de derivados de petróleo por setor da economia brasileira	77

Figura 4.4: Composição percentual do uso de energia entre os diferentes modais no Brasil – 1986 e 2006	78
Figura 4.5: Participação no consumo do setor de transportes das diferentes fontes de energia.....	79
Figura 4.6: Balança Comercial dos derivados de petróleo (2000 - 2006).....	81
Figura 4.7: Matriz energética do Estado de São Paulo 2006 – 10 ⁹ kcal	85
Figura 4.8: Fontes energéticas utilizadas no setor de transporte do Estado de São Paulo no ano de 2006	86
Figura 4.9: Emissões de CO ₂ no Brasil por Setor de Atividade (dados de 1994).....	92
Figura 4.10: Evolução das emissões mundial de CO ₂ no período de 1900 a 2004	93
Figura 4.11: Emissões globais de GEE por setor de atividade (2004).....	93
Figura 4.12: Emissões mundiais de CO ₂ por setor econômico no ano de 2005.....	94
Figura 4.13: Emissões de gases de efeito estufa do ciclo de vida dos modais de transporte de cargas na Europa	95
Figura 4.14: Setores responsáveis pela emissão de CO ₂ no Brasil nos anos de 1990 e 1994 (sem desmatamento)	97
Figura 4.15: Fontes fósseis de emissão de CO ₂ no Brasil em 1994	98
Figura 4.16: Emissões de CO ₂ por setor econômico no Estado de São Paulo – 2006	99
Figura 4.17: Emissões de CO ₂ fonte no Estado de São Paulo – 2006.....	100
Figura 4.18: Evolução das emissões de CO ₂ no Estado de SP, 1993 - 2006	101
Figura 5.1: Organograma das estratégias ferroviárias previstas pelo PDDT-Vivo 2000/2020....	113
Figura 5.2: Mapa da localização do ferroanel previsto no PDDT-Vivo 2000/2020	114
Figura 5.3: Mapa da localização dos trens expressos previsto no PDDT-Vivo 2000/2020.....	116
Figura 5.4: Mapa da localização dos CLI's previsto no PDDT-Vivo 2000/2020.....	119
Figura 5.5: Projeções de crescimento da carga transportada, em TKU, dos modais rodoviário e ferroviário para os Cenários BAU e Alternativo.....	127

Figura 5.6: Projeções do consumo total de Diesel: comparação do cenário BAU x Alternativo	128
Figura 5.7: Estimativas do consumo de óleo Diesel economizado por período de compromisso - comparação do cenário BAU x Alternativo	129
Figura 5.8: Projeções das emissões de CO ₂ para os cenários BAU e Alternativo	130
Figura 5.9: Estimativas das emissões de CO ₂ evitadas por período do projeto: comparação do cenário BAU x Alternativo	131
Figura 5.10: Estimativas em milhões de dólares que o Projeto Intermodal Paulista poderia alavancar no período de 2009 a 2029, de acordo com as projeções das principais organizações que atuam no mercado de carbono	132

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Consumo de energia per capita (kcal/dia)	10
Tabela 3.1: Composição percentual da carga transportada, em TKU, por modo de transporte dos países do G7 mais Austrália, Rússia e Brasil	48
Tabela 3.2: Matriz de transporte de cargas no Estado de São Paulo, em 2006.....	62
Tabela 3.3: Comparação entre os modais rodoviário e ferroviário e a opção intermodal.....	67
Tabela 4.1: Estrutura do consumo final de energia por fonte no Estado de São Paulo – 1981, 1986, 1991, 1996, 2001 e 2006	85
Tabela 4.2: Evolução do Consumo Final por Modal - em 10^9 kcal	87
Tabela 4.3: Evolução do consumo de energia do segmento ferroviário - em 10^9 kcal	89
Tabela 4.4: Evolução consumo de energia do segmento rodoviário - em 10^9 kcal.....	89
Tabela 4.5: Fatores de emissão por energético	91
Tabela 4.6: Emissões de CO ₂ (10^6 t/ano) do setor de transporte do Estado de São Paulo por fonte e modal no ano de 2006.....	100
Tabela 5.1: Demanda por transporte de carga atual (2000) e futura (2020) no Estado de São Paulo	106
Tabela 5.2: Matriz de transporte de carga - 2000, 2006 e 2020 - do Estado de São Paulo.....	107
Tabela 5.3: Investimentos em infra-estrutura previsto no PDDT-Vivo 2000/2020, por modal e por fonte de financiamento - em bilhões de reais	110
Tabela 5.4: Matriz de transporte de carga do Estado de São Paulo: consolidada (2006) e projetada (2029)	125

Nomenclatura

Siglas

ANP – Agência Nacional de Petróleo

ANTF – Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

BEESP – Balanço Energético do Estado de São Paulo

BEN – Balanço Energético Nacional

BRT – Bus Rapid Transit

CER's – Certificados de Emissões Reduzidas

CLI's – Centro Logístico Integrado

CMTC – Conhecimento de Transporte Multimodal de Cargas

CNT – Confederação Nacional de Trânsito

CONPET – Programa de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e Gás Natural

COP's – Conferences of the Parties

CPA – Programme Activity

CQNUMC – Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

DAC – Departamento de Aviação Civil

DAESP – Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

DETRAN/SP – Departamento Estadual de Trânsito do Estado de São Paulo

DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes

EB – Executive Board

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

GEE – Gases de Efeito Estufa
GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
GWP – Global Warming Potential
IEA – International Energy Agency
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change
JBIC – Japan Bank for International Cooperation
MCMA – Área Metropolitana da Cidade do México
MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MME – Ministério de Minas e Energia
MP – Ministério do Planejamento
MT – Ministério dos Transportes
OCDE – Organization for Economic Co-operation and Development
OTM – Operador de Transporte Multimodal
PAC – Plano de Aceleração do Crescimento
PDD – Project Design Document
PDDT – Plano Diretor de Desenvolvimento dos Transportes
PIB – Produto Interno Bruto
PNLT – Plano Nacional de Logística e Transportes
PoA – Program of Activities
PPA – Plano Plurianual
PPP – Parceria-Público-Privada
PROCONVE – Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
tEP – Tonelada Equivalente de Petróleo
TKU – Tonelada-Quilômetro-Útil
UNICA – União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo
UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change

Capítulo 1

Introdução

1.1 Importância do tema

O Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC (Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas), aprovado após árduo processo de revisão em 1990, confirmou a evidência científica da mudança do clima. A temperatura média da Terra já aumentou 0,6°C nesse último século. De acordo com os diferentes modelos climáticos do IPCC, e utilizando suas estimativas mais otimistas, no final do século XXI as projeções indicam que a temperatura média na superfície do planeta Terra estará entre 1,8 °C a 4 °C superiores (IPCC, 2007). A primeira vista pode parecer pouco, mas na última glaciação¹ pelo qual o planeta passou a temperatura média da Terra foi “apenas” 5°C menor em comparação com a média atual (Antonio Filho, 2007).

Onze dos últimos doze anos (1995 a 2006) estão entre os 12 anos mais quentes do registro instrumental da temperatura da superfície global realizada desde 1850 (IPCC, 2007). A análise de bolhas de ar em gelo escavado a 3,2 km de profundidade mostra que concentrações atuais dos gases-estufa não têm precedentes, estando mais altas hoje do que em qualquer ano nos últimos 650 mil anos (IPCC, 2007).

¹ Marcando a transição do Pleistoceno para o Holoceno (época atual), ocorreu a última grande glaciação no planeta Terra, conhecida como glaciação de Würm, com duração de cerca de 120.000 anos e término entre 13.000 e 10.000 anos atrás (Fadel Filho, 2007).

A emissão de CO₂ está intimamente associada a quaisquer atividades antropogênicas onde há utilização de energia e uso da terra. São emitidas anualmente cerca de 49 giga toneladas de CO₂ equivalentes (CO₂eq) no planeta, provenientes em sua maioria da utilização de combustíveis fósseis (IPCC, 2007). Segundo o Painel Internacional de Mudanças Climáticas, caso não sejam adotadas medidas restritivas, as emissões podem atingir mais de 160 giga toneladas de CO₂ equivalentes no ano 2100 (IPCC, 2007). A crescente preocupação mundial com as possíveis alterações ambientais e climáticas provocadas pelas emissões de gases na atmosfera, em particular o CO₂, principal responsável pelo "efeito estufa", tem ampliado as pesquisas e estudos sobre esse problema.

Atualmente a questão ambiental tem sido considerada como uma das prioridades no estabelecimento das políticas de governo, tanto em países industrializados quanto naqueles em desenvolvimento. A degradação ambiental, de uma forma geral, é prejudicial à saúde humana, reduz a produtividade econômica e energética e induz à perda de “conforto”, termo que designa as variadas formas pelas quais as pessoas se beneficiam de um meio ambiente não poluído. No início de 2007, o assunto mundial em voga, era sobre a necessidade urgente de uma revolução ambiental para fazer frente às mudanças climáticas. Os cientistas do IPCC, com a divulgação do 4º *Assessment Report*, acumularam novas provas do aquecimento global e mais informações sobre as conseqüências dramáticas que dele poderão resultar.

Quanto maior for o aquecimento global, maior a incidência de eventos climáticos extremos (inundações, secas, ondas de calor, ciclones, geadas, tornados, tempestades, etc.). Outro problema sério é a alteração da distribuição espacial de alguns vetores de doenças infecciosas e o derretimento de geleiras com o conseqüente aumento no nível dos mares. Além de forçar uma migração populacional para o interior, a elevação do nível dos mares inviabiliza determinadas culturas agrícolas e contamina a água dos lençóis freáticos.

Cerca de 50% das atuais emissões são de responsabilidade dos países da OCDE. Entretanto, espera-se um crescimento menor da emissão desses países em comparação com a China e outros países em desenvolvimento, fato que deve se constituir no principal contencioso internacional nos próximos anos, em função dos interesses conflitantes e da grande

heterogeneidade mundial quanto à conscientização e preocupação com essa questão (BEESP, 2005).

A quantidade de CO₂ emitida em um país está fortemente ligada ao padrão de vida de seus habitantes e ao seu grau de desenvolvimento sócio-econômico e tecnológico. A emissão depende da maior ou menor necessidade de eletricidade, calor, trabalho mecânico e do correspondente "*mix*"² energético para as suas produções.

Energia é essencial para a humanidade na busca de vida saudável e produtiva; ela é necessária à produção de alimentos, vestuário e de outros bens básicos, para edificações, residências, comércio, hospitais e saúde, educação e para o transporte de carga e pessoas. Por outro lado, a sua produção predominantemente baseada em combustíveis fósseis tem resultado na poluição ambiental associada à extração, à poluição local do ar, à poluição regional com chuva ácida, à poluição global com as emissões de gases de efeito estufa. Sua utilização em larga escala claramente está levando ao esgotamento das fontes, deixando uma pesada carga adicional para as gerações futuras.

O consumo global de energia tem uma forte motivação para continuar crescendo (não para ser estabilizado, muito menos para diminuir) em função da enorme desigualdade regional no seu uso. Hoje, cerca de um terço da população da terra (dois bilhões de pessoas) não dispõe sequer de energia comercial para cocção de alimentos (UNICA, 2005). Em 1992, um só país com aproximadamente 5% da população mundial (Estados Unidos) utilizava 24% de toda a energia do planeta; dez anos depois, em 2002, este mesmo país aumentara em 21% o seu uso de energia (UNICA, 2005). Os grandes crescimentos verificados na China e Índia, por exemplo (e suas conseqüências ambientais), indicam as mudanças que já estão ocorrendo. O consumo energético dos EUA, graças ao estilo de vida altamente consumista da sociedade norte-americana, é tão avassalador, que em 1998 precisavam-se somar as emissões de CO₂ de um conjunto de 23 países

² Quanto maior o uso de fontes renováveis na matriz energética de um país, menores serão os níveis de emissões de CO₂. O mesmo raciocínio vale, apesar de em menor proporção, para o uso de gás natural em detrimento ao carvão mineral e aos derivados de petróleo.

industrializados para chegar a valores de emissão de CO₂ equivalente aos Estados Unidos (UNICA, 2005).

A humanidade necessita de uma reestruturação radical de suas economias, já que o padrão energético mundial atual, que repousa em 86,8% sobre as energias fósseis (MME, 2007), é uma “receita para a catástrofe” se nele persistirmos. É preciso reduzir drasticamente o consumo de energias fósseis, melhorando a eficiência na conversão e uso final da energia e aprendendo a fazer bom uso da energia solar de forma direta ou captada pela fotossíntese (biomassa).

Nesse contexto, cada vez mais importante são medidas que diminuem o consumo de combustíveis fósseis. O setor de transporte, além de ser o setor mais dependente de petróleo é o que possui o maior crescimento de consumo de derivados de petróleo, atualmente perfazendo cerca de 60% do consumo mundial (MME, 2007). O setor de transporte também é responsável por cerca de 13,1% das emissões de GEE (IPCC, 2007), e sendo o setor que possui o maior crescimento dentre todos os setores econômicos o problema tende a se agravar e muito no longo prazo. A tendência é que essa participação continue crescendo nas próximas décadas, podendo alcançar cerca de 20% das emissões de GEE no ano de 2030 (RIBEIRO *et al.*, 2007).

Um dos agravantes do problema é que os modelos de desenvolvimento vigentes nas sociedades contemporâneas têm se mostrado agressores à natureza, na medida em que propõem os recursos naturais apenas como matéria-prima para o crescimento econômico, sem a preocupação fundamental de conhecer suas limitações e suas perspectivas de auto sustentação. A utilização irrestrita destes recursos tem provocado discussões amplas, as quais abrangem o seu esgotamento, sua degradação e suas conseqüências à qualidade de vida. Todavia, partindo-se da premissa de desenvolvimento sustentável, o atendimento satisfatório da demanda por transportes, mesmo em um país em desenvolvimento, pode ser factível, desde que estejam contempladas, nas ações de planejamento global da sociedade, as importantes questões energéticas e ambientais (SIMÕES, 2003).

Como o Brasil ainda não possui um sistema de transportes maduro, isto é, ainda se encontra em fase de expansão da infra-estrutura de transporte, devido ao crescimento econômico,

corre-se o risco de tornar a movimentação de passageiros e de carga ainda mais intensiva em energia e conseqüentemente mais poluidora.

Outro grande problema do setor de transportes brasileiro está nas altas concentrações de automóveis em determinadas regiões, causando congestionamentos de quilômetros de distância constantemente. No Estado de São Paulo, o problema que atualmente já é grave, tende a piorar no médio e longo prazo, muito devido ao crescimento econômico e aumento das taxas de motorização. A Região Metropolitana de São Paulo e mais o espaço geoeconômico que a envolve, delimitado pelo quadrilátero Sorocaba, Campinas, São José dos Campos e Santos ilustra bem essa concentração de veículos e os seus problemas. Apenas por essa macroregião, trafegam cerca de 50% do fluxo total de mercadorias do Estado de São Paulo (PDDT-Vivo, 2000), causando constantemente congestionamentos da ordem de quilômetros de distância, prejudicando a saúde e o bem estar da sua população e também a economia do Estado.

Por outro lado, justamente pelo fato de haver ainda muito que expandir em termos de sistema de transporte, é que emerge a oportunidade para o Governo brasileiro e paulista de realizar essa expansão de forma mais sustentável, aumentando, por exemplo, o uso de combustíveis alternativos (em especial, etanol e biodiesel).

O maior emprego de recursos energéticos renováveis na frota rodoviária brasileira somada a uma melhora na eficiência energética do modal, através de veículos com motores mais eficientes e materiais mais leves, auxiliaria na mitigação das emissões de GEE. Outra estratégia fundamentada na sustentabilidade do setor de transportes do Brasil seria combater a predominância do modal rodoviário na matriz de transporte brasileira, principalmente no caso do transporte de carga, onde o mesmo é responsável por cerca de 58% da carga transportada pelo país (PNLT, 2007). Nesse contexto, cabe ressaltar que a intermodalidade pode vir a desempenhar papel decisivo. A substituição parcial de transporte de carga via caminhões por transporte via vagões de trens, foco desse presente Trabalho, seria oportuna e exemplar.

1.2 Objetivos

Tendo como base os estudos em implementação de obras de infra-estrutura do Plano Diretor da Secretária de Transportes do Estado de São Paulo (PDDT-Vivo 2000/2020), o principal objetivo desse Trabalho é mostrar o potencial em economia de combustível (óleo Diesel) e diminuição das emissões de CO₂ que uma implementação efetiva da intermodalidade rodo-ferroviária dentro do Estado de São Paulo pode gerar.

Apesar da grande importância do setor de transportes nas emissões de GEE mundial, ele vem sendo negligenciado no *Executive Board* (EB) da UNFCCC (Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas), no que tange a aprovação de projetos de MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo). Até novembro de 2008, apenas 2 projetos com escopo em transportes haviam sido aprovados como MDL. Esse Trabalho também analisa as características que um projeto envolvendo intermodalidade rodo-ferroviária deve possuir para conseguir aprovação no EB da UNFCCC, e também aborda as principais dificuldades que o mesmo possa enfrentar.

1.3 Motivações

A busca de alternativas que minimizem os problemas ambientais causados pelo setor de transporte de carga brasileiro é importante, pois pode tornar-se um útil instrumento para definição e aplicação de políticas nacionais de transporte e energia que torne o setor de transporte mais sustentável, aliando as necessidades de crescimento econômico a racionais níveis de perturbação ao meio ambiente. Nesse contexto, as principais forças-motrizas que nortearam a realização do presente Trabalho foram:

- Percepção de carência de estudos, no Brasil, que enfoquem o tênue relacionamento entre transporte de carga, intermodalidade, energia e meio ambiente.
- Contribuir para a definição de prioridades no sentido de que o desenvolvimento futuro do setor de transporte de carga brasileiro e paulista sejam o menos ambientalmente degradante possível.

- A saturação das principais estradas do Estado de São Paulo e das principais avenidas e marginais da cidade de São Paulo, e de como isso pode prejudicar o crescimento econômico do Estado e a qualidade de vida dos seus moradores no médio e longo prazo, se medidas restritivas ao crescimento da frota não forem implementadas.
- Propor alternativas para o setor de transporte de cargas, para que os produtos brasileiros se tornem mais competitivos no mercado internacional e ao mesmo tempo possuam um caráter mais sustentável, diminuindo a pressão que o óleo Diesel causa no parque de refino brasileiro e os problemas ambientais decorrentes da sua utilização.
- Importância atual do tema aquecimento global, devido a seus impactos nos diversos setores da economia, meio ambiente e sociedade. E também da importância da busca de medidas que atenuem seus efeitos.
- Baixo número de projetos aprovados pelo EB com escopo no setor de transportes.

1.4. Estrutura do Trabalho

Para o desenvolvimento desse Trabalho optou-se, intencionalmente, por uma estrutura bastante abrangente. Os estudos partem do nível mundial, depois nacional e finalmente aborda o Estado de São Paulo. A dissertação está dividida em seis Capítulos, índice de tabelas, índice de figuras, referências bibliográficas e apêndice. O Capítulo 1, que apresenta uma Introdução que está dividida em: Importância do Tema, Objetivos, Motivações e Estrutura do Trabalho.

O Capítulo 2 apresenta os principais problemas ambientais relacionados ao setor de transporte, mostrando as diferenças entre efeito estufa e aquecimento global. Aborda também os principais aspectos que compõe um projeto de MDL e os projetos de MDL no setor de transportes.

O Capítulo 3 descreve o setor de transportes, mostrando sua importância, principais características e estrutura do setor de transportes brasileiro e paulista. Enfoca os principais

problemas apresentados pelo setor de transporte de cargas brasileiro, compara o setor de transporte de cargas brasileiro e paulista com países selecionados e aborda as perspectivas para a divisão intermodal rodo-ferroviária no Brasil.

O Capítulo 4 aborda o consumo de energia e as emissões de gases causadores do efeito estufa do setor de transporte (principalmente de derivados de petróleo).

O Capítulo 5 possui como principal objetivo mostrar através de projeções do aumento da demanda de transporte de cargas, o potencial em economia de combustível e diminuição das emissões de dióxido de carbono que uma implementação efetiva da intermodalidade rodo-ferroviária dentro do Estado de São Paulo pode gerar. São abordadas nesse Capítulo as características que projetos envolvendo intermodalidade rodo-ferroviária devem possuir e as dificuldades para implementação dos mesmos.

O Capítulo 6 apresenta as conclusões e as considerações finais.

O Apêndice apresenta 2 tabelas com os dados calculados para as projeções da demanda por transporte de carga, do consumo de óleo Diesel e das emissões de dióxido de carbono do Estado de São Paulo com e sem as mudanças na matriz de transporte de carga paulista.

Capítulo 2

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e os Problemas ambientais relacionados ao setor de transporte

Este Capítulo inicia-se introduzindo os principais problemas ambientais decorrentes do uso de energia com ênfase no setor de transportes. Fornece uma ampla visão do efeito estufa, do aquecimento global e dos principais gases de efeito estufa. Trata também do MDL e dos projetos de MDL no setor de transportes e da importância do MDL Programático para que projetos envolvendo o setor de transportes consigam aprovação na *Executive Board* da UNFCCC.

2.1. Problemas ambientais relacionados ao uso de energia

A poluição atmosférica está intimamente relacionada com a produção de energia. Essa poluição advém, principalmente, da queima de combustíveis fósseis pelas termelétricas ou dos escapamentos dos veículos que queimam combustíveis principalmente de origem fóssil nos seus motores.

Desde a Revolução Industrial, quando a força motriz da produção deixou de ser manual e passou a ser as máquinas movidas a vapor, o consumo de energia pelo homem cresceu em um ritmo muito acelerado, conforme pode-se visualizar na Tabela 2.1, a seguir. Segundo

Goldemberg (1991), o consumo de energia pelo homem cresceu cerca de 116 vezes, comparando-se o homem primitivo (que viveu no período paleolítico) com o norte americano (no início da década de 90).

Tabela 2.1: Consumo de energia *per capita* (kcal/dia)

	ALIMENTAÇÃO	USO DOMÉSTICO	INDÚSTRIA E AGRICULTURA	TRANSPORTE	TOTAL
Homem Primitivo (1.000.000 a.C.)	2.000	-	-	-	2.000
Homem Nômade (1000.000 a.C.)	3.000	2.000	-	-	5.000
Agricultura Primitiva (6.000 a.C.)	4.000	4.000	4.000	-	12.000
Agricultura Avançada (1.400 a.C.)	6.000	12.000	7.000	1.000	26.000
Homem Industrial (1.875 d.C.)	7.000	32.000	24.000	14.000	77.000
Atualidade (EUA)	10.000	68.000	91.000	63.000	232.000

Fonte: GOLDEMBERG (1991), apud Mattos 2001.

O primeiro grande salto de consumo de energia per capita pelo homem ocorreu logo após o início da Segunda Revolução Industrial³, aumentando o consumo de energia 38,5 vezes em relação ao homem primitivo. Por volta de 1875 o homem consumia em torno de 18% do total da energia disponível com a atividade de transporte. Atualmente, nota-se claramente o aumento da importância do setor de transporte no consumo de energia do homem contemporâneo, já que o mesmo consome cerca de 27% da energia utilizada pelo homem.

Uma inevitável consequência do aumento no consumo de energia foi uma crescente geração de problemas ambientais, em especial, aqueles relacionados à produção e utilização de energia. Atualmente o meio ambiente não está mais sendo capaz de reciclar com a rapidez necessária todas essas emissões de CO₂, com isso os níveis de CO₂ e dos demais GEE (gases de

³ A partir da Segunda Revolução Industrial, tendo como principal marco o surgimento da energia elétrica, houve uma aceleração ainda maior no consumo de energia pelo homem, principalmente através de um acelerado crescimento industrial, grande expansão da iluminação pública e consumo de eletricidade doméstica.

efeito estufa) na atmosfera estão crescendo a uma taxa bastante elevada, conforme pode-se observar na Figura 2.1, a seguir. O aumento nos níveis de GEE na atmosfera traz como resultado o aquecimento global. Em nível regional, o aumento nos níveis de dióxido de carbono na atmosfera, resulta em chuva ácida e em nível local temos os problemas de saúde ocasionados pelas altas concentrações de poluentes no ar.

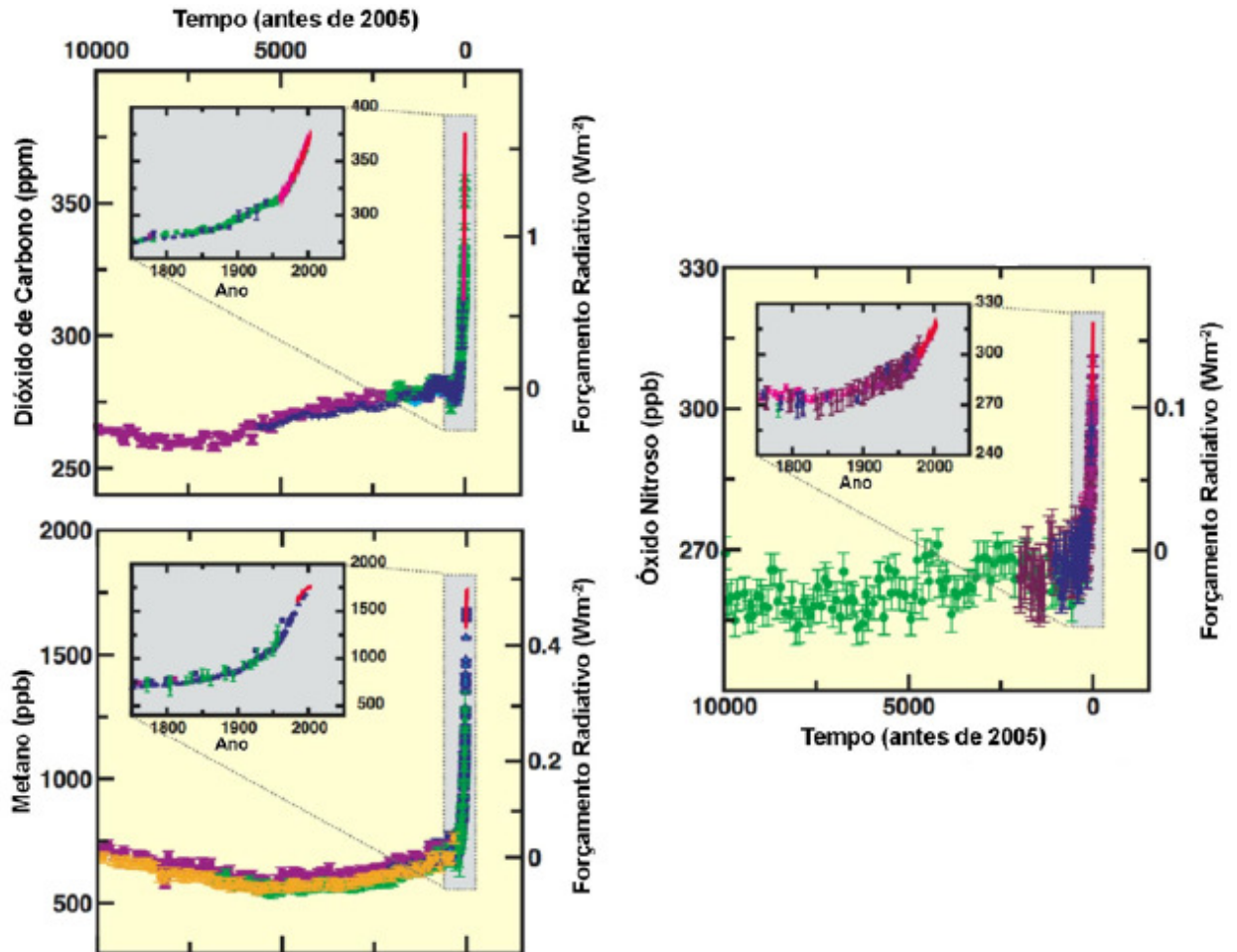


Figura 2.1: Concentração atmosférica dos 3 principais gases causadores do efeito estufa
 Fonte: IPCC, 2007.

Pode-se facilmente observar a relação dos gráficos da Figura 2.1 a seguir, com os dados da Tabela 2.1. Após 1875, as concentrações de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso aumentam exponencialmente, mesmo período que a humanidade aumenta sensivelmente seu consumo de energia.

2.1.1. Problemas ambientais locais

Os problemas ambientais locais são aqueles que causam impactos apenas na região onde a poluição foi gerada. O impacto ambiental pode ser sentido pela população local, bem como nas vegetações locais, nos animais que habitam essa região e nas suas construções. Entre os problemas ambientais locais estão: a poluição do ar (ou atmosférica), a poluição da água, a contaminação dos solos e subsolos, a poluição térmica, a contaminação radioativa e a poluição sonora.

Dentre todos os problemas ambientais locais, o setor de transporte é o que contribui mais fortemente com a poluição do ar. As causas da poluição atmosférica são inúmeras e podem ocorrer devido a fontes móveis, estacionárias ou fugitivas, tal como descrito a seguir:

- Fontes estacionárias: atividade industrial (principalmente indústria de transformação), usinas termelétricas, incineradores domésticos, etc.;
- Fontes móveis: os mais diversos meios de transporte, destacando-se os caminhões, ônibus e os automóveis;
- Fontes fugitivas: queima de gás natural nas tochas (“*flares*”) das unidades na produção e refino de óleo e gás, perdas na distribuição de gás natural, etc.

Em regiões frias, as fontes estacionárias têm um papel significativo na poluição local, pois as populações locais utilizam combustíveis fósseis para aquecer seus lares. Nos grandes centros urbanos brasileiros, situados em algumas das regiões mais quentes do globo terrestre (regiões tropicais e subtropicais), os maiores responsáveis pela poluição local são as fontes móveis (carros, ônibus e caminhões) (LA ROVERE *et. al.*, 2002; FEEMA,1999).

O setor de transporte é responsável por cerca de um quarto das emissões mundiais de CO₂, excetuando-se as emissões provenientes dos desmatamentos (IEA, 2008a). Além de serem

grandes emissores de CO₂, os veículos movidos à gasolina (carros) são os principais emissores de monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Os veículos movidos a Diesel, principalmente ônibus e caminhões, além de emitirem dióxido de carbono tanto quanto os carros, são os responsáveis pela maioria das emissões de óxidos de nitrogênio e enxofre, além de material particulado (FEEMA, 2001).

O setor de transporte é também um grande gerador de externalidades⁴, afetando diretamente a segurança, a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico do país. A poluição atmosférica provoca doenças em grande número de pessoas e causa um grande prejuízo econômico no mercado de trabalho. Os principais poluentes relacionados com a combustão de veículos são os óxidos de nitrogênio (NO_x) e o monóxido de carbono (CO). O NO_x tem como principais efeitos afetar o sistema respiratório e causar chuvas ácidas. Já o CO tem como principal efeito a redução na capacidade de transporte de oxigênio no sangue causando dores de cabeça, perda de reflexo e até a morte. Idosos, crianças e pessoas com histórico de doenças pulmonares ou cardíacas costumam ser as mais atingidas pela poluição atmosférica, mas dependendo da qualidade do ar na região considerada e principalmente do tempo que as pessoas ficam expostas a essa poluição, pode levar a morte qualquer pessoa, independente da idade e do histórico de saúde. Além dos problemas de saúde a poluição nas grandes cidades pode gerar inversão térmica⁵ e o *smog* fotoquímico⁶.

⁴ Externalidades, são efeitos positivos ou negativos – em termos de custos ou de benefícios – gerados pelas atividades de produção ou consumo exercidas por um agente econômico e que atingem os demais agentes, sem que estes tenham oportunidade de impedi-los ou a obrigação de pagá-los. Portanto, externalidades referem-se ao impacto de uma decisão sobre aqueles que não participaram dessa decisão. A externalidade pode ser negativa, quando gera custos para os demais agentes – a exemplo, de uma fábrica que polui o ar, afetando a comunidade próxima. Pode ser positiva, quando os demais agentes, involuntariamente, se beneficiam, a exemplo dos investimentos governamentais em infra-estrutura e equipamentos públicos.

⁵ A inversão térmica é caracterizada pelo estabelecimento de uma camada de ar quente em cima de uma camada de ar mais frio, o que impede o ar que fica perto do solo de subir e circular e, dessa maneira, aprisiona os poluentes que se acumulam na camada mais baixa de ar.

⁶ A palavra *smog* vem da contração das palavras inglesas "*smoke*", fumaça, e "*fog*", neblina, e expressa uma poluição atmosférica típica. O *smog* fotoquímico é formado por uma série de reações fotoquímicas entre as substâncias existentes na atmosfera, catalisadas pela luz solar. Os principais oxidantes fotoquímicos são: ozônio troposférico, aldeídos, cetonas e peróxidos. Estas substâncias formam uma espécie de nuvem marrom-avermelhada que agrava a ação irritante dos outros poluentes e intensifica as inflamações e infecções do sistema respiratório. Sua ação tóxica deve-se, principalmente, à capacidade de oxidar proteínas, lipídios e outras substâncias químicas integrantes das

Um dos fatores que agrava o problema da poluição causada pelos veículos automotores no Brasil é a sua concentração em determinadas regiões. Segundo o DENATRAN (2008), no ano de 2006, a frota de veículos brasileira já havia superado 42 milhões de veículos, sendo que de acordo com o DETRAN/SP (2008) mais de 6 milhões (14%) estão concentrados apenas na cidade de São Paulo. Essa concentração de veículos causa sérios problemas de poluição atmosférica, piorando a qualidade de vida das populações envolvidas. Por isso, cada vez mais têm recebido atenção especial os projetos de âmbito nacional ligados ao setor de transporte que buscam a melhora da qualidade do ar, feitos por órgãos públicos, como o PROCONVE, CONPET e ECONOMIZAR. A seguir um breve resumo das principais diretrizes desses três projetos.

- **PROCONVE:** O programa tem como principal meta a redução da contaminação atmosférica através da fixação dos limites de emissão, induzindo o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes e determinando que os veículos e motores atendam a limites máximos de emissão, em ensaios padronizados e com combustível de referência.
- **CONPET:** Oferece gratuitamente apoio técnico ao setor de transporte rodoviário – cargas e passageiros –, visando a racionalizar o consumo de óleo Diesel e promover a melhoria da qualidade do ar, reduzindo a emissão de fumaça preta de ônibus e caminhões.
- **PROJETO ECONOMIZAR:** Instituído por decreto federal em 1991, como Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás natural. Seu principal objetivo é incentivar o uso eficiente das fontes de energia não-renováveis dos setores de transporte, residencial, comercial, industrial e agropecuário.

2.1.2. Problemas ambientais regionais

Os problemas ambientais regionais são aqueles que transcendem a região onde eles foram gerados. O exemplo mais marcante desse problema é a chuva ácida⁷, que ocorre, por exemplo,

células, lesando ou matando-as, dependendo da concentração e do tempo de exposição (U.S.EPA, 1999, apud MATTOS, 2001).

entre os EUA e o Canadá, entre a Alemanha e os países escandinavos e entre a China e seus vizinhos asiáticos, poluindo países onde essa poluição não foi gerada. Em alguns casos, os gases responsáveis pela formação da chuva ácida podem ser transportados por até 3.000 km de distância (RIBEIRO *et al.*, 2000). Este deslocamento depende entre outros fatores do regime dos ventos, da frequência das chuvas e das condições da atmosfera.

O pH da água pura é 7, justamente por isso é considerada uma substância neutra. A água da chuva, em virtude de possuir ácido carbônico dissolvido, possui pH ligeiramente ácido (em torno de 5,6) (BAIRD, 2002). O fenômeno da chuva ácida se caracteriza quando seu pH baixa para valores inferiores a 5,6. O aumento da concentração de SO₂ e/ou NO_x na atmosfera devido a poluição causada principalmente por fábricas, termoeletricas e automóveis são os principais responsáveis por essa diminuição do pH da água da chuva.

As principais consequências da chuva ácida são a acidificação de corpos d'água como lagos e rios, prejudicando a fauna e a flora e a degradação das árvores, em altas elevações. A deposição ácida produz modificações no pH do solo que podem resultar em modificações nos nutrientes necessários para o crescimento das plantas. A chuva ácida libera metais tóxicos que estavam no solo, esses metais podem alcançar rios e serem utilizados pelo homem causando sérios problemas de saúde. A chuva ácida também ajuda a corroer os materiais usados nas construções como casas, edifícios e arquitetura, destruindo represas, turbinas hidrelétricas, etc.

⁷ O termo chuva ácida foi usado pela primeira vez por Robert Angus Smith, químico e climatologista inglês. Ele usou a expressão para descrever a precipitação ácida que ocorreu sobre a cidade de Manchester no início da Revolução Industrial. Com o desenvolvimento e avanço industrial, os problemas inerentes às chuvas ácidas têm se tornado cada vez mais sério.

2.1.3. Problemas ambientais globais

Os problemas ambientais globais são aqueles que atingem o planeta todo, independente do local onde foi gerada a poluição. Dentre esses problemas, destacam-se a depleção da camada de ozônio e o aquecimento global. Como o setor de transportes não influencia a depleção da camada de ozônio, nesse presente Trabalho só será abordado o tema do aquecimento global.

Primeiramente há necessidade de diferenciar efeito estufa e aquecimento global. Efeito estufa é um fenômeno natural e imprescindível a vida na Terra. Sem o efeito estufa, a temperatura média seria de 18°C negativos, o que tornaria impossível água em estado líquido na superfície do planeta, e conseqüentemente o surgimento da vida no planeta, pelo menos do modo que a conhecemos (IPCC, 2007). Já o aquecimento global é a intensificação do efeito estufa pela ação antropogênica.

A energia recebida por um corpo pode ser transmitida (i.e., passa pelo corpo sem aumentar sua temperatura), refletida (i.e., a energia é refletida pelo corpo no mesmo comprimento de onda, sem resultar elevação da temperatura do corpo) ou absorvida (resultando na elevação da temperatura do corpo). Todos os corpos emitem radiação em um comprimento de onda que depende de sua temperatura.

Do total da energia incidente no planeta Terra, aproximadamente 30% é refletida ao espaço por nuvens, gases atmosféricos e partículas. Os 70% restantes são absorvidos pelo solo, nuvens e oceanos. Estima-se que 50% dessa energia atinja diretamente a superfície do planeta e que 20% seja absorvida pelas nuvens e gases atmosféricos (IPCC, 2007). Os gases nitrogênio e oxigênio, juntos representam cerca de 98% da composição da atmosfera, entretanto eles não absorvem radiação térmica.

Os gases estufa, as nuvens e as partículas atmosféricas absorvem parte da energia que foi refletida pela superfície do planeta, na forma de ondas longas e a refletem de volta para a superfície terrestre, gerando o efeito estufa natural, conforme mostra a Figura 2.2 a seguir.

O fenômeno é chamado de efeito estufa, pois se assemelha a uma estufa de plantas. Alguns gases possuem a mesma propriedade do vidro de uma estufa; que é a de permitir a passagem da radiação (ondas curtas) que chegam do espaço e impedir a passagem da radiação refletida pela superfície (ondas longas), causando o aquecimento do ambiente. Os principais GEE são: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), clorofluorcarbonos (CFCs), hidroclorofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs), hexaflureto de enxofre (SF_6), vapor d'água (H_2O) e o ozônio (O_3).



Figura 2.2: Esquema do Efeito estufa terrestre

Fonte: RUDZERHOST, 2002.

Já o problema do aquecimento global decorre do aumento da concentração dos GEE, devido à interferência antrópica, principalmente através da queima constante de combustíveis fósseis e do desmatamento das florestas. O aumento da concentração dos gases precursores do efeito estufa faz com que “janelas” existentes na atmosfera sejam fechadas, reduzindo a eficiência de perda de energia para o espaço. A atmosfera passa então a absorver uma maior quantidade de energia e parte dessa energia volta à superfície da Terra ocasionando uma intensificação do efeito estufa natural. Como consequência desse processo, temos um aumento na temperatura média da superfície do planeta e uma alteração na dinâmica do clima.

O tamanho do impacto dos gases de efeito estufa na atmosfera está relacionado à sua concentração na atmosfera, as suas propriedades radioativas e, também, ao tempo de permanência do gás na atmosfera. As propriedades radioativas dizem respeito ao teor de absorção de cada gás. O tempo de permanência na atmosfera de um GEE varia muito de gás para gás.

A capacidade de cada gás bloquear a radiação infravermelha também é variável. Ela é avaliada em termos do Potencial do Aquecimento Global (*Global Warming Potential* - GWP) de uma unidade de massa de gás em relação a uma unidade de massa de CO₂ em um dado período de tempo (no caso 100 anos).

Entre os gases naturais, o vapor d'água é um poderoso gás de efeito estufa, porém como não há evidências que sua concentração esteja aumentando e sua permanência na atmosfera é breve, em relação aos outros gases, seu GWP não é calculado.

As forças radioativas de cada gás são estimadas a partir de procedimentos em laboratório, considerando propriedades moleculares e seus pesos moleculares, através do estudo da mecânica quântica. O efeito indireto de alguns gases está associado a processos químicos. No caso do ozônio troposférico, por exemplo, sua formação ocorre em função de reações químicas na atmosfera envolvendo óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Segundo o IPCC (1996), 93 gases apresentam GWP. Os principais estão listados na Tabela 2.2, a seguir.

Tabela 2.2: Potencial de Aquecimento Global dos principais GEE

GÁS	GWP	GÁS	GWP
CO ₂	1	HFC-152a	140
CH ₄	21	HFC-227ea	2.900
N ₂ O	310	HFC-236fa	6.300
HFC-23	11.700	HFC-4310mee	1.300
HFC-125	2.800	CF ₄	6.500
HFC-134a	1.300	C ₄ F ₁₀	7.000
HFC-143a	3.800	C ₆ F ₁₄	7.400
		C ₂ F ₆	9.200

Fonte: IPCC, 1996.

Na figura a seguir, é mostrada a contribuição dos principais GEE no aquecimento global, já levando em consideração suas concentrações na atmosfera e o seu respectivo GWP.

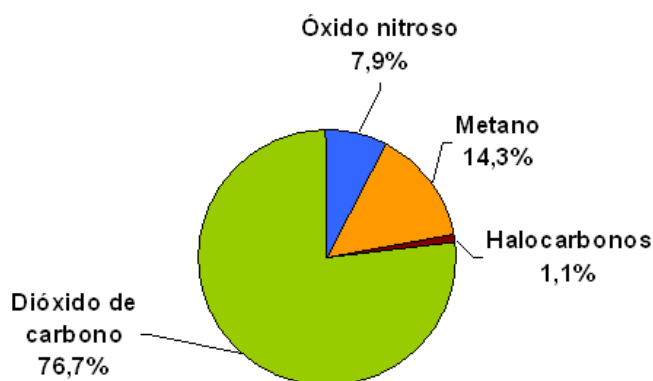


Figura 2.3: Contribuição dos principais gases de efeito estufa no aquecimento global no aumento total do forçamento radiativo no ano de 2004 em termos de CO₂eq

Fonte: IPCC, 2007.

Pode-se observar na figura anterior, que o principal gás responsável pelo aquecimento global é o CO₂, com mais de três quartos da contribuição para a intensificação do efeito estufa. Do total de CO₂ emitido, cerca de 74% é por uso de energia e cerca de 22,5% é responsabilidade

do desflorestamento (IPCC, 2007). Por isso, a maioria dos esforços para mitigar as emissões de GEE deve focar nas emissões desse gás.

A seguir, será introduzido um breve histórico do surgimento do Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas e de seus Relatórios (*Assessment Report*).

2.2. IPCC e seus Quatro Relatórios

Em 1988, a UNEP (*United Nations Environment Programme*) e o WMO (*World Meteorology Organization*) estabeleceram o IPCC (Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas). Seu Primeiro Relatório (*Assessment Report*), em 1990, confirmou a hipótese do aquecimento global. Em maio de 1992 foi adotada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), que foi assinada por 189 países na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, na cidade do Rio de Janeiro em 1992, e entrou em vigor em 21 de março de 1994 e conta atualmente com 189 “Partes” (países). Desde então, as Partes têm se reunido, pelo menos uma vez ao ano (COP’s), para discutir o assunto e tentar encontrar soluções para o problema do aquecimento global.

O Segundo *Assessment Report* do IPCC foi publicado em 1995, reforçando as hipóteses de aquecimento global. Finalmente na COP 3, em 1997, foi assinado o Protocolo de Quioto, no Japão, por 84 países. Em maio de 2001 foi publicado o 3º *Assessment Report* do IPCC, reiterando as hipóteses anteriormente apresentadas, mas com argumentos científicos mais sólidos.

Ao longo do ano de 2007, o IPCC divulgou seu 4º *Assessment Report*, onde novas observações e a respectiva modelagem dos gases de efeito estufa, atividade solar, propriedades da superfície terrestre e alguns aspectos dos aerossóis promoveram melhorias nas estimativas quantitativas do forçamento radiativo⁸. A compreensão das influências antrópicas no aquecimento e esfriamento do clima aumentou no 4º *Assessment Report*, promovendo uma

⁸ O forçamento radiativo é uma medida da influência de um fator na alteração do equilíbrio da energia que entra e sai do sistema Terra-atmosfera e é um índice da importância do fator como possível mecanismo de mudança do clima. O forçamento positivo tende a aquecer a superfície, enquanto o forçamento negativo tende a esfriá-la (IPCC, 2007).

confiança muito grande (acima de 90%⁹) de que o efeito líquido global das atividades humanas, em média, desde 1750 foi de aquecimento, com um forçamento radiativo de +1,6 [-0,6 a +2,4] Wm⁻² (IPCC, 2007).

Os próximos itens trazem uma discussão mais aprofundada sobre o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), sua nova modalidade – MDL Programático – e um resumo dos projetos de MDL relacionados ao setor de transporte.

2.3. Etapas de um projeto de MDL

Um projeto que almeja aprovação da *Executive Board* da UNFCCC, a fim de se tornar um MDL e gerar créditos de carbono (CER's) precisa passar por várias etapas. Um diagrama sobre as diferentes etapas que um projeto deve necessariamente passar para conseguir aprovação pode ser visto na Figura 2.4, a seguir.

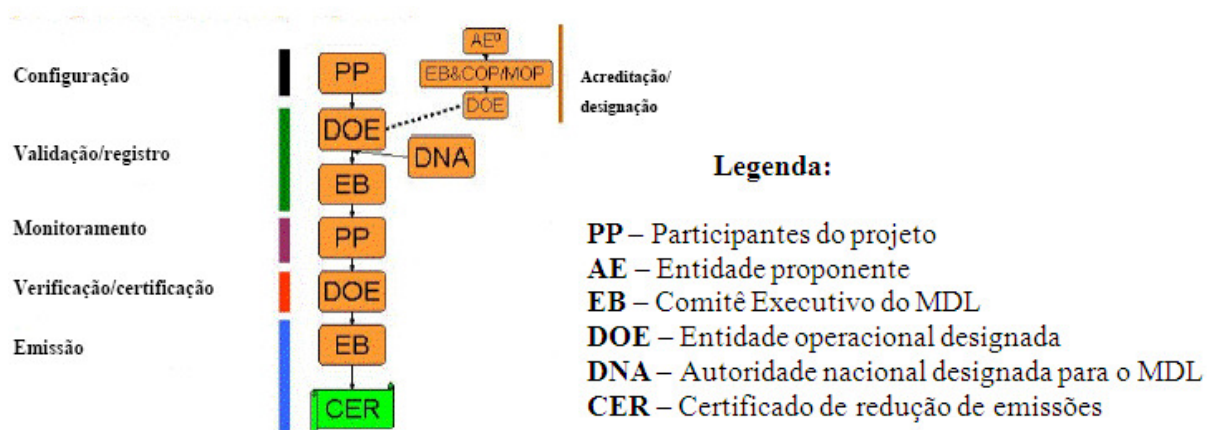


Figura 2.4: Ciclo de um projeto de MDL proposto pelo Comitê Executivo

Fonte: UNFCCC (2002), apud ROCHA, 2003

⁹ A despeito dessa grande certeza, ainda hoje há muitos cientistas de renome mundial que não estão plenamente convencidos da interferência antrópica no aquecimento global e nas mudanças climáticas. Os céticos não negam a existência de um aquecimento em curso no planeta e nem que o dióxido de carbono, metano, óxido nitroso etc. são gases que causam o efeito estufa. Eles partem do princípio de que o clima está mais quente não por causa do homem, mas devido a um ciclo natural de aquecimento e resfriamento do globo. Esse ciclo obedeceria a forças mais poderosas do que a presença de mais CO₂ na atmosfera, como a influência do Sol na Terra, por exemplo. O maior expoente desse grupo de cientistas céticos é Richard Lindzen, professor de climatologia do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*).

Um pré-requisito estabelecido pelas regras das COP's (Conferência das Partes), é que a participação de um projeto que almeja ser incluído como um projeto de MDL deve ser voluntária. As sete etapas do ciclo do projeto, representadas na figura anterior são: elaboração de documento de concepção de projeto (DCP), usando metodologia de linha de base e plano de monitoramento aprovado; validação (verifica se o projeto está em conformidade com a regulamentação do Protocolo de Quioto); aprovação pela Autoridade Nacional Designada – AND, que no caso do Brasil é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMGC (criada em 7 de julho de 1999 – verifica a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável); submissão ao Conselho Executivo (EB) para registro; monitoramento; verificação/certificação; e emissão de unidades segundo o acordo de projeto.

Na fase de configuração do projeto, é necessário o estabelecimento da adicionalidade e da linha de base (*baseline*) do projeto, além da metodologia de monitoramento que será utilizada para verificar o cumprimento das metas de redução de emissões e/ou de seqüestro de carbono. As atividades de um projeto de MDL são consideradas adicionais se as emissões antropogênicas de GEE forem menores que as que ocorreriam na ausência do projeto. Para o caso de projetos de seqüestro (sumidouro) de carbono, as atividades são consideradas adicionais se o seqüestro for maior do que aquele que ocorreria na ausência do projeto. A linha de base de um projeto de MDL é o cenário que representa as emissões antropogênicas de GEE que ocorreriam na ausência do projeto. A diferença entre os cálculos da linha de base e da linha do projeto representa as reduções de emissões das atividades de projeto de MDL (adicionalidade), conforme a Figura 2.5, a seguir.

A entidade operacional designada (DOE) selecionada pelos participantes do projeto (PP) para validar o projeto deve revisar o PDD¹⁰ (e outros documentos relevantes, tais como comentários das partes interessadas – “*stakeholders*”) e possíveis impactos ambientais do projeto. O Comitê Executivo possui o poder de aprovar ou não a linha de base e a metodologia de monitoramento proposta. Se for aceita, o projeto é registrado no Comitê Executivo (*Executive Board*). O registro é um pré-requisito para a verificação, certificação e emissão dos CER's.

¹⁰ Uma cópia do PDD (Documento de Concepção do Projeto) pode ser obtida em http://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/PDDs/index.html.

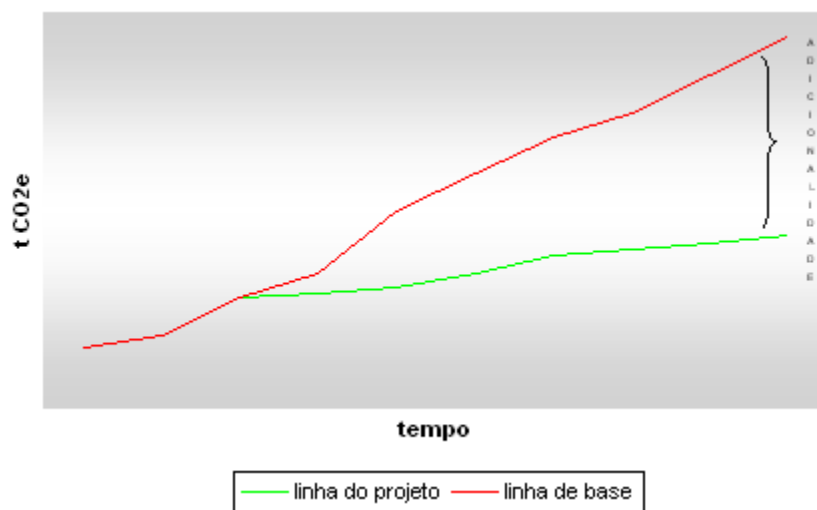


Figura 2.5: Linha de base e adicionalidade

Fonte: Elaboração própria

Depois de registrado o projeto passa para a fase de monitoramento, realizado de acordo com a metodologia previamente aprovada. Esse monitoramento irá acontecer de acordo com a metodologia aprovada anteriormente, tendo como resultados relatórios que serão submetidos para a entidade operacional para a verificação do projeto. A verificação, nada mais é do que a revisão periódica e independente realizada pela entidade operacional e o monitoramento posterior às reduções de GEE e/ou seqüestro de carbono ocorridos durante o período de verificação. A certificação é a garantia por escrito, dada pela entidade operacional, de que durante um determinado período o projeto alcançou as reduções de GEE e/ou seqüestro de carbono propostos. Após a aprovação da certificação, torna-se possível a solicitação pelo Comitê Executivo das emissões dos CER's relativos à adicionalidade do projeto.

O MDL, portanto, traz inúmeras oportunidades de negócios para o mercado brasileiro. Existe um grande interesse manifestado por diversos investidores em realizar projetos MDL, que aportando essa fonte de recursos adicionais, permitirá o desenvolvimento e implementação de projetos que reduzam a emissão de gases de efeito estufa.

Além do MDL, existem outros dois mecanismos de flexibilização incluídos no Protocolo de Quioto. São eles o Comércio de Emissões (*Emission Trade* - CE) e a Implementação Conjunta

(Joint *Implementation* - IC) e ambos os mecanismos são válidos apenas para os países membros do ANEXO I.

O Comércio de Emissões (ou *Emission Trade*) é definido no Artigo 17 do Protocolo de Quioto. Quando um país do ANEXO I deixar de emitir GEE em uma quantidade maior do que a meta que lhe fora imposta, este pode comercializar esse excedente.

A Implementação Conjunta (IC) permite a negociação bilateral de projetos de redução de emissões de GEE entre países integrantes do ANEXO I. Por esse mecanismo, qualquer país do ANEXO I pode transferir ou adquirir de outro também pertencente ao ANEXO I unidades de redução de emissões resultantes de projetos destinados a diminuir as emissões ou aumentar as remoções, por sumidouros, dos gases de efeito estufa. Basicamente, ocorre a transferência do crédito de emissões de GEE do país em que o projeto está sendo implementado para o país emissor. Este pode comprar “crédito de carbono” e, em troca, constituir fundos para projetos a serem desenvolvidos em outros países. Os recursos financeiros obtidos serão aplicados necessariamente na redução das emissões ou na remoção de carbono.

Resumindo: os três mecanismos de flexibilização, de uma forma geral, têm por objetivo ajudar os países do ANEXO I a minimizar o custo para alcançar suas metas de emissão, reduzindo as emissões de GEE em países cujo custo marginal de abatimento seja menor do que em seus próprios territórios. No caso do MDL, este tem também a finalidade de contribuir para o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento. O MDL é, portanto, o instrumento de mercado da Convenção aplicável ao Brasil.

2.4. Critérios de elegibilidade e adicionalidade

Critérios de elegibilidade são condições, impostas no Protocolo de Quioto, sem as quais um projeto não pode ser aprovado como MDL. A razão desses critérios é fazer com que um projeto comprove o cumprimento dos objetivos do MDL: redução das emissões de GEE e/ou de sequestro de carbono por meio de atividades que levem o país hospedeiro do projeto ao desenvolvimento sustentável.

No total, são quatro os critérios de elegibilidade: participação voluntária, benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo, adicionalidade e desenvolvimento sustentável.

A demonstração de adicionalidade é um dos maiores desafios para se aprovar um projeto de MDL, pois o texto da norma contém muitas incertezas, levando a diversas interpretações. De acordo com os Acordos de Marrakesh, um projeto de MDL é adicional se “as emissões antropogênicas de gases do efeito estufa por fonte forem reduzidas para um nível abaixo das emissões que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto do MDL registrada”.

Os métodos de avaliação de adicionalidade têm sido criticados por sua complexidade, altos custos e falta de padronização, além de alongar o processo de aprovação dos projetos. Uma crítica articulada pelo *International Emissions Trading Association* (IETA) sugere que o foco da adicionalidade tem sido na intenção de reduções do projeto, ao invés de determinar a linha de base correta para garantir a redução das emissões (COSBEY *et al.*, 2006). A percepção das empresas é que a ferramenta de adicionalidade expõe os projetos uma avaliação de elegibilidade ao MDL feita de forma subjetiva, projeto a projeto.

De acordo com CASTRO (2007), dentro do conceito de adicionalidade, o maior desafio consiste no estabelecimento da linha de base. De acordo com os termos dos Acordos de Marrakesh, a linha de base deve ser estabelecida:

- Pelos participantes dos projetos, de acordo com as disposições para a utilização das metodologias aprovadas e das novas metodologias;
- De maneira transparente e conservadora acerca da escolha de abordagens, suposições, metodologias, parâmetros, fontes de dados, fatores principais e adicionalidade, e levando em conta a incerteza;
- Com base num projeto específico;

- Levando em conta as políticas e circunstâncias nacionais e/ou setoriais pertinentes, tais como as iniciativas de reforma setorial, a disponibilidade local de combustíveis, os planos de expansão do setor elétrico e a situação econômica do setor do projeto.

Na determinação da linha de base de um projeto freqüentemente existe mais do que um cenário possível. A linha de base pode incluir um cenário no qual as futuras emissões antrópicas por fontes são projetadas acima dos níveis atuais, em razão das circunstâncias específicas da Parte anfitriã. Também deve ser definida de forma que os CER's não possam ser obtidas a partir de decréscimo nos níveis de atividade fora da atividade do projeto ou devido à força maior (CUNHA, 2005).

O conceito legal de linha de base, contudo, exprime a dificuldade de sua construção, principalmente porque, por ser apenas uma hipótese, não poderá ser testada, levando a diferentes graus de incerteza sobre as emissões que ocorreriam na ausência do projeto (GUPTA *et al.*, 2003,). Michaelowa & Dutschke (1998, apud, CUNHA 2005) apontam algumas incertezas que podem dificultar a determinação da linha de base, levando a mudanças no contexto do cenário de referência escolhido como mais plausível:

- Incertezas políticas: mudanças regulatórias, criação ou extinção de subsídios a determinadas atividades;
- Incertezas econômicas: políticas econômicas bem conduzidas, a impulsionar maiores taxas de crescimento econômico ou ocorrência de grandes choques econômicos externos;
- Incertezas tecnológicas: quais técnicas seriam implementadas na ausência do projeto;
- Incertezas relativas aos custos: se o projeto já é previamente viável economicamente.

Além da dificuldade de se demonstrar a adicionalidade ambiental, via linha de base, para tornar um projeto de MDL elegível tem que ser demonstrada também a adicionalidade financeira.

A adicionalidade financeira diz respeito à aferição se o projeto seria econômica e financeiramente viável sem os recursos provenientes das vendas dos CER's. Pois, se, tais projetos

forem viáveis economicamente seriam realizados independentemente dos recursos provenientes dos CER's, portanto, considerados como *business-as-usual*. Nesse caso o cenário das emissões que ocorreriam na ausência do projeto seria igual à linha de base, portanto, o projeto não demonstraria adicionalidade.

Os principais argumentos contrários à adicionalidade financeira partiam do reconhecimento prático de que a lógica do setor privado é somente investir em novos projetos que já apresentam uma atratividade econômica mínima, tendo o eventual retorno econômico do MDL papel eminentemente complementar. Ademais, os projetos economicamente viáveis podem enfrentar outras barreiras a obstar sua implementação, o que torna a análise da adicionalidade financeira por demais restrita e insuficiente (CUNHA, 2005).

Desafio maior ainda para se conseguir créditos de carbono via MDL, consiste na aprovação da metodologia. Se o projeto a ser aprovado na UNFCCC não se enquadrar em alguma metodologia já estabelecida, uma nova metodologia terá que obrigatoriamente ser desenvolvida e aprovada, o que prolonga demasiadamente a aprovação do projeto, encarecendo-o muito.

Portanto, as lacunas existentes no tema da adicionalidade podem desencorajar o desenvolvimento de novos projetos e reduzir o número dos mesmos. É fundamental revisar as ferramentas e métodos de avaliação para poder incrementar o número de projetos de MDL existentes. Abaixo, encontram-se algumas propostas apresentadas ao EB para reduzir as incertezas sobre a interpretação da adicionalidade e que permanecem em discussão até a data de conclusão deste Trabalho:

- Foco na adicionalidade ambiental (propostas genéricas), através da redução de emissões dos GEE em relação a uma linha de base e não à intenção. Assim, o foco será na escolha da linha de base e de sua metodologia, tornando o processo mais objetivo e transparente e facilitando a avaliação;
- Linhas de base para projetos múltiplos (*multi-project baselines*), recompensando a performance ao invés da intenção. Neste caso a adicionalidade poderia ser comparada

através de *benchmarks*¹¹ ou padrões de performance do setor no qual o projeto esteja sendo implementado. Esta opção considera que uma dada tecnologia com menor nível de emissão de GEE provavelmente não seria implementada na ausência da atividade de projeto de MDL;

- Também existe a opção de eliminar o teste de adicionalidade, pois o que é “*business as usual*” em um país pode não ser em outro, e as tecnologias mudam com muita rapidez.

Uma forma eficiente de agilizar a aprovação dos projetos de MDL é através de uma lista de tipos de projeto e tecnologias que são considerados automaticamente adicionais. O Banco Mundial e o Governo do Canadá desde 2006 trabalham nesse tipo de abordagem (CASTRO, 2007).

2.5. Desafios para implementação de projetos de MDL no setor de transportes

O setor de transportes é fundamental para a atividade econômica e possui uma demanda crescente de acordo com o crescimento populacional e do PIB. Atualmente é o setor que apresenta as maiores taxas de crescimento nas emissões de GEE (IPCC, 2007), contribuindo com cerca de 13,1% das emissões mundiais de GEE (IPCC, 2007). Pelos dados expostos, era de se esperar que um número grande de projetos de redução de emissão de GEE com escopo de transportes, no âmbito do MDL, estivesse em andamento na UNFCCC. Contudo, até novembro de 2008, somente dois projetos envolvendo o setor de transporte haviam obtido aprovação: *Bus Rapid Transit, Project 0672*: BRT, Bogotá, Colômbia, também chamado TransMilenio e o *Project 1351*: Nova Délhi, Índia. Ambos os projetos serão descritos com maior detalhamento a posteriores.

No ano 2005, o setor de transporte, foi responsável por 60,3% da demanda mundial de petróleo (MME, 2007) e projeta-se que em 2020 chegará a 77% (RIBEIRO *et al.*, 2003). Projetos de MDL no setor de transporte, além de reduzirem as emissões de GEE, principalmente CO₂,

¹¹ Os *benchmarks* são testes padronizados que são usados para medir a performance de diferentes processadores em tipos específicos de aplicação. Tipicamente, os *benchmarks* medem a performance em tarefas como produtividade, por ex..

trarão também outros benefícios em termos de sustentabilidade, como melhoria da qualidade do ar, redução da dependência do petróleo e dependendo do tipo de projeto, seria alcançada também melhoria na qualidade do trânsito.

A busca de oportunidades de implementação de projetos de reduções de GEE no setor de transportes é fundamental na mitigação das mudanças climáticas global. Os projetos de MDL são um grande incentivo para ações, porém, como foi visto anteriormente nesse Capítulo, os conceitos metodológicos dificultam a elegibilidade dos projetos de MDL. No caso específico do setor de transportes, a quantificação da adicionalidade e o monitoramento das emissões têm sido os conceitos mais difíceis de demonstrar dentro do processo do MDL.

Essa dificuldade está relacionada à definição do nível no qual será estabelecida a adicionalidade para definição das linhas de base, uma vez que o setor de transporte envolve fontes móveis e de difícil monitoramento das suas emissões, ao estabelecimento de limites de abrangência e à influência de políticas públicas para o setor.

Há quem defenda uma redução no nível de exigência para demonstração da adicionalidade, argumentando que a adicionalidade ambiental é que deve ser o foco verdadeiro, e não a adicionalidade financeira. E mesmo que alguns projetos não eficazes acabem sendo aprovados, o resultado global seria positivo, pois a quantidade de projetos aumentaria substancialmente, a participação dos países em desenvolvimento seria maior e haveria um incentivo ao surgimento de novas tecnologias (CASTRO, 2007). Outro fato a se considerar: não é improvável que as metas Pós-Quito tornem-se mais severas e, portanto, a flexibilização do conceito de adicionalidade tornar-se-á fundamental para que mais projetos sejam submetidos e aprovados no UNFCCC, principalmente no setor de transporte. Pois quanto maiores as dificuldades de se aprovar projetos, maiores serão os custos da mitigação e conseqüentemente maiores serão as barreiras para que metas mais severas sejam impostas às Partes.

Apesar de extremamente necessária, essa flexibilização do conceito de adicionalidade tem que ocorrer com muito critério para não levar à ocorrência de fraudes. Como bem explicam Michaelowa e Dutschke (1998, apud CUNHA 2005), os participantes de um projeto de MDL têm o objetivo de conseguir o máximo de reduções, pois, ao mesmo tempo em que o ganho do

investidor depende da diferença entre o total dos custos e os CER's resultantes, o proponente do país anfitrião apenas terá um investidor se o projeto trouxer ganhos a este. Considerando que esse ganho depende da quantidade de CER's, há um incentivo para que os participantes do projeto super-estimem as reduções, fazendo isso por meio da inadequada delimitação da linha de base ou até mesmo pelo desenvolvimento de projetos per si não adicionais, chamados por Bernow *et al.* (2000, apud CUNHA 2005) de “*free-riders*”. Esta controvérsia acerca da demonstração da adicionalidade foi discutida na COP-12 (realizada em Nairobi, no Quênia) pelo EB, principalmente nos aspectos relacionados a melhorias na ferramenta para demonstração de adicionalidade e sobre opções para combinar a demonstração de adicionalidade e a metodologia da linha de base.

O EB também tomou outras ações para melhor esclarecer o conceito de adicionalidade através das decisões da sua 22^a reunião ocorrida em Novembro de 2005, pois embora nunca tivesse sido explicitamente declarado, por vários anos houve uma suposição de que a existência ou a introdução de leis ou políticas benéficas para o clima em países em desenvolvimento faria com que os projetos desenvolvidos nestes países perdessem suas características de adicionalidade e, portanto, não seriam mais elegíveis ao MDL. Assim, os países atrasavam propositalmente a introdução de políticas e leis benéficas ao meio ambiente, para evitar que as mesmas fossem agregadas às linhas de base, com o intuito de evitar a desqualificação dos projetos (COSBEY *et al.*, 2006; SALES & KERLAKIAN, 2006, apud HINOSTROZA *et al.*, 2007). Isso com certeza gerou um retrocesso em nível ambiental, que a adoção do MDL Programático tentará corrigir.

Na 22^a reunião do EB, através de seu Anexo 3, foram tomadas algumas medidas para evitar que países implementem políticas que superestimem os pedidos de CER's através de projetos que na prática não são positivos ao meio ambiente, principalmente à atmosfera. Ficando definido que estes tipos de políticas só podem ser levados em consideração nas linhas de base se tiverem sido implementados antes no início do primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto (até dezembro de 2007). Para políticas implementadas depois do início da adoção do Protocolo de Quioto, a linha de base deverá ser elaborada a partir de uma situação hipotética que descreva um cenário no qual a política nunca tivesse sido implementada. O que na prática deve inibir os “*free riders*”, já que a determinação da linha de base se tornará por demais complexa,

pois na determinação da linha de base será considerado um nível inferior de emissões que exista na realidade.

COSBEY destaca em '*Options for Fostering the Development Dividend*' (2006, apud CASTRO, 2007) que o mesmo Anexo 3, determina que as linhas de base construídas a partir de novembro de 2001, data em que foram aprovados os procedimentos e modalidades do MDL, não levem em conta políticas que encorajem as reduções de emissões, desde que as mesmas tenham sido publicadas a partir desta data. Assim, foram definidos parâmetros para evitar a desqualificação de projetos de MDL nos países em desenvolvimento e ao mesmo tempo incentivar o desenvolvimento e a implementação de políticas e leis benéficas ao meio ambiente.

2.6. Projetos de MDL no setor de transportes¹²

Conforme citado anteriormente, até a data de conclusão desse Trabalho, apenas dois projetos envolvendo o escopo transportes foram aprovados como MDL: um envolvendo troca de modal no transporte de passageiros em Bogotá e um envolvendo frenagem regenerativa no metrô de Nova Délhi.

São analisados também mais dois projetos envolvendo o setor de transportes, mas que não conseguiram aprovação. Um do tipo BRT (*Bus Rapid Transit*), na Cidade do México, e outro da empresa de papel e celulose Aracruz, localizada no Estado do Espírito Santo, envolvendo troca de modal (substituição de caminhões por barcos no transporte de cargas).

2.6.1 Projeto 1351: Installation of Low Green House Gases (GHG) Emitting Rolling Stock Cars in Metro System, Nova Délhi, Índia

O objetivo do projeto é diminuir o consumo de energia elétrica do sistema de metrô de Nova Délhi, Índia, através de um sistema que absorve a energia dissipada na frenagem dos

¹² As descrições dos quatro projetos a seguir, foram baseadas nos seus respectivos PDD, disponíveis no site da UNFCCC. <http://cdm.unfccc.int/index.html> e também do documento enviado pelo EB à Aracruz com as justificativas detalhadas da razão da não aprovação do projeto intermodal pleiteado pela empresa.

vagões do metrô e a transforma novamente em energia elétrica, realimentando o sistema (sistema de frenagem regenerativa). A regeneração de energia elétrica reduz o consumo de energia elétrica equivalente no *grid* exigido pela alimentação dos comboios, assim conservando a energia elétrica e, conseqüentemente, levando à redução das emissões de GEE associadas à produção dessa energia elétrica (UNFCCC, 2007).

A tecnologia empregada na travagem regenerativa pela DMRC (Corporação Metroviária de Nova Délhi) é diferente do sistema adotado pelo outro sistema de metrô indiano, que utiliza o convencional sistema de frenagem reostática eletro-dinâmica (*electro-dynamic rheostatic*). O sistema de travagem reostática eletro-dinâmica converte a energia cinética da desaceleração do material circulante para a energia térmica dos reostatos que é dissipada como calor sem produção de energia elétrica. Assim, a escolha feita pelo DMRC para usar tecnologia de travagem regenerativa é adicional ao atual modelo adotado pelo sistema metroviário indiano (UNFCCC, 2007).

2.6.2. Projeto 0672 - BRT - TransMilenio, Bogotá DC, Colômbia

O TransMilenio tem como aspecto ambiental principal, gerar uma maior eficiência de transporte de passageiros, reduzindo o nível de emissões por passageiro transportado, quando comparado com a situação da inexistência do projeto. As reduções de emissões esperadas para o primeiro período de créditos (2006 – início do projeto – a 2012) é de 1.725.940 tCO₂eq (UNFCCC, 2006). De acordo com UNFCCC (2006a), os principais aspectos que compõe o projeto são:

- Uma nova infra-estrutura viária consistindo de linhas exclusivas para ônibus de alta capacidade de transporte de passageiros, estações elevadas operando com pagamento antecipado de passagens nas estações permitindo rápidas operações de embarque e desembarque, integração com ramais de menor capacidade que são utilizados para alimentar o sistema principal com passageiros;
- Tarifa integrada com outros sistemas;

- Um melhor sistema de gestão de transporte por ônibus, evoluindo de um cenário no qual muitas pequenas empresas competem entre si disputando passageiros ônibus a ônibus, para outro no qual um sistema consolidado irá controlar a concessão de operação por áreas;
- Controle centralizado da frota, permitindo monitoramento, comunicação e respostas em tempo real para contingências;
- Racionamento da frota de ônibus existente, reduzindo em mais de um terço os atuais 9.000 veículos em operação, evitando o risco de queda de eficiência (taxa de ocupação) no sistema remanescente.

A fase II (ampliação do sistema) será implementada gradualmente até o ano 2012 e deverá contar com mais 130 km de novas linhas e estações, um total de 1.200 ônibus articulados com capacidade para 160 passageiros cada e 500 novos ônibus operando nos ramais integrados de menor capacidade, totalizando 1,8 milhão de passageiros transportados por dia (UNFCCC, 2006a).

A linha de base do projeto escolhida foi a continuação do sistema atual, pois era a alternativa mais provável caso o TransMilenio não fosse implementado. De acordo com UNFCCC (2006a), os cenários alternativos estudados pelo proponente do projeto a fim de justificar a escolha do TransMilenio foram:

- Estabelecimento de um sistema baseado em trens: inadequado por seu alto custo de implementação, 20 vezes maior que o do BRT por km;
- Reestruturação operacional do sistema de transportes: barreiras organizacionais e de natureza de gestão com risco considerável de fracasso de implementação além de resistência a mudanças no setor de transporte, hoje altamente pulverizado entre empresas que competem pelos passageiros urbanos, ônibus a ônibus;

- Continuação do sistema atual (incluindo o TransMilenio) com melhorias baseadas em políticas nacionais, regionais e locais: mostrou-se a opção mais atrativa, pela baixa resistência política, por não haver necessidade de grandes investimentos públicos e pelo benefício político do projeto já ter sido utilizado, sendo o TransMilenio parte integrante do cenário atual (*Business as Usual*);
- Implementação do TransMilenio sem o MDL: Esta hipótese é inviável, pois os custos das fases adicionais do TransMilenio são relativamente mais elevados e há uma resistência dos atores do atual setor de transportes.

Apesar de se tratar de um sistema com limites definidos (sistema de linhas de tráfego segregadas e monitoradas) e com condições de rastreamento dos veículos, existe uma série de dados externos cujo monitoramento é difícil de ser realizado, como por exemplo, o volume de passageiros que migraram de modal e o volume de emissões reduzidas devido ao menor uso de táxis e carros de passeio. Apesar dessas complexidades de monitoramento, conseguiu-se aprovação da metodologia e também do projeto.

2.6.3. Mexico, Insurgentes Avenue, BRT Pilot Project

O projeto, se fosse aprovado, seria semelhante ao TransMilenio Bogotá. A fim de melhorar os serviços baseados em ônibus da Área Metropolitana da Cidade do México (MCMA), o governo municipal concebeu um corredor piloto com faixa exclusiva para ônibus na Avenida Insurgentes. Esse corredor iria melhorar as condições de transporte de 250.900 viagens diárias, fornecendo uma importante contribuição para o desenvolvimento sustentável, além de também reduzir poluentes atmosféricos locais. Embora a operação de um único corredor não resultaria em grandes reduções de emissões, o projeto iria permitir ganho de *know how*, pela aplicação de procedimentos, para posterior implementação de uma rede composta por 33 corredores, nas MCMA. O sistema BRT da MCMA seria construído utilizando a parte central de duas faixas de rodagem e possuiria 34 estações distribuídas a aproximadamente 450 metros de distância uma da outra ao longo de uma extensão de 19,3 km da Avenida Insurgentes. Oitenta ônibus a óleo Diesel

de alta capacidade e melhores desempenhos energéticos iriam substituir a atual frota de cerca de 350 ônibus e microônibus (UNFCCC, 2006b).

Outra característica deste moderno corredor de ônibus seria uma centralização coordenada da frota, através de monitoramento e controle, a fim de agendar serviços de comunicações em tempo real, com isso forneceria respostas “*on line*” as necessidades de contingências. Haveria também melhoria do fluxo de tráfego (UNFCCC, 2006b).

O corredor de alta capacidade de transporte seria o resultado de uma parceria público-privada (PPP), na qual o setor público seria responsável pelo investimento para implantar a infraestrutura necessária (vias segregadas, estações, terminais, etc.) e parte do equipamento (25% da frota de ônibus), enquanto o setor privado seria responsável pela maior parte dos investimentos da frota (75% dos ônibus) e comercialização das passagens (UNFCCC, 2006b).

De acordo com Labriet *et al.* (2008), as principais razões para a não aprovação da metodologia proposta foram: necessidade de uma relação clara entre as reduções das emissões medidas e das atividades do projeto (dificuldade relacionada principalmente com a definição da fronteira do projeto); pressupostos inapropriados relacionados com padrões de tráfego e de crescimento; e cálculo incompleto das emissões fugitivas.

Há de se ressaltar que mais dois projetos do tipo BRT na Colômbia estão em etapa de validação na UNFCCC: o MEGABUS em Pereira e o MIO em Cali, utilizando a mesma metodologia do TransMilenio (LABRIET *et al.*, 2008).

2.6.4. Projeto Intermodal proposto pela Aracruz, Modal Shifting in Industry for Transport of Product/Feedstock

A Aracruz tentou, no ano de 2005, desenvolver uma metodologia para a mudança de modal no transporte de carga. A mudança seria do modal rodoviário (caminhões) para o modal aquaviário (barcos marítimos).

O Projeto da Aracruz era composto pelo terminal marítimo (Portocel), na cidade de Barra do Riacho, próximo da fábrica de celulose da Aracruz no Estado do Espírito Santo, pelo terminal

Caravelas, próximo das plantações de eucaliptos, no Estado da Bahia, por três lanchas e por um rebocador, que percorreriam uma distância de cerca de 150 milhas entre os dois portos. Cada barça teria a capacidade de transportar uma quantidade de madeira que é o equivalente a 100 caminhões de toras. Impulsionado por um rebocador a uma velocidade média de 12,5 nós entre o terminal de Caravelas e o terminal de Portocel, a duração da viagem seria de aproximadamente 12 horas. Na segunda fase do projeto, uma quarta lancha e um segundo rebocador entrariam em serviço (UNFCCC, 2005).

De acordo com a Aracruz, o transporte marítimo não era uma opção atraente, uma vez que seria mais onerosa do que a típica prática de transporte em estrada (caminhões). As receitas provenientes das vendas dos CER's tornar-se-iam importantes para reduzir os impactos negativos na taxa interna de retorno do projeto marítimo. Os dados de referência adotados para o projeto estão baseados no pressuposto de que, na ausência de financiamento dos créditos de carbono, a empresa continuaria a transportar sua carga (madeira) através do modal rodoviário (UNFCCC, 2005).

Era esperada, através do uso do transporte marítimo para escoamento da produção madeira da Aracruz, uma redução considerável do fluxo de caminhões ao longo do trecho da rodovia BR-101 que liga o Espírito Santo à Bahia. O projeto tem potencial para reduzir 63.799 toneladas de CO₂ equivalentes ao longo de 10 anos, considerando as reduções de emissões de GEE a partir da diminuição do número de viagens de caminhões para a fábrica com conseqüente redução do consumo de combustível (óleo Diesel) (UNFCCC, 2005).

Durante a construção do terminal, 400 empregos foram criados, dos quais aproximadamente 80% foram preenchidos pelos recursos humanos locais. A Aracruz investiu mais de R\$ 3 milhões na aquisição de materiais e serviços de fornecedores locais (UNFCCC, 2005).

O cálculo das emissões de linha de base e do projeto foi realizado a partir do consumo de combustível do modo de transporte existente (caminhões) em comparação com o consumo de combustível do modo de transporte alternativo (barcos) para o transporte de produtos e/ou matérias para as duas fábricas da empresa (no caso do projeto, transporte da madeira via barcos

da Bahia para a fábrica no Espírito Santo). Foi computado também o consumo de combustível dos caminhões que seriam utilizados para o transporte de madeira das plantações para o porto e do porto para a fábrica e também do consumo dos maquinários que seriam utilizados durante a carga e descarga de madeira a partir das barcas (UNFCCC, 2005).

A Aracruz não contava com fugas na concepção do Projeto, em grande parte porque acreditava que os dados recolhidos para acompanhar a linha de base e a linha do projeto seriam de fácil coleta. Os dados incluiriam informações sobre a quantidade de produto / matéria prima transportado, a quantidade de combustível utilizado para o atual modo de transporte, bem como o montante dos combustíveis utilizados para o modo de transporte alternativo. As reduções de emissões que ocorriam a partir deste projeto estariam diretamente relacionadas com estas variáveis. Ou seja, as emissões de GEE no âmbito do projeto derivariam da combustão dos combustíveis utilizados (UNFCCC, 2005).

De acordo com os cálculos apresentados pela Aracruz ao EB, as emissões de CH₄ e N₂O devido ao consumo de combustível não são significativas quando comparadas com o total de emissões na linha de base e no projeto. Apesar de haver reduções de emissões devido às emissões de CH₄ e N₂O no projeto comparado para a linha de base, estas reduções, no entanto, não foram incluídas no projeto a fim de reforçar a forma conservadora em que os cálculos foram feitos para reduzir as emissões (UNFCCC, 2005).

As principais razões para a não aprovação da metodologia proposta pela Aracruz da mudança de modal no transporte de cargas envolveram desde erros na criação do cenário de referência até erros nas fórmulas utilizadas para os cálculos nas emissões dos GEE (UNFCCC, 2005).

De acordo com o relatório final do EB, a metodologia deveria ter sido formulada de forma mais genérica, pois está redigida de forma a ser muito específica para o projeto em questão. Nenhum procedimento para determinar cenários alternativos foi realizado. Pelo contrário, a metodologia assumiu que o cenário de referência é a continuação do atual modo de transporte (e implicitamente assume que a eficiência e os fatores de carga permanecerão idênticos durante toda

a vigência do projeto). Em condições normais (*business as usual*), os veículos tendem a ser substituídos por outros com tecnologias mais eficientes e os veículos remanescentes tendem a incrementar as emissões. Para simplificar o cálculo, uma taxa média constante de melhoria anual deveria ter sido estabelecida nos cálculos das emissões dos caminhões (UNFCCC, 2005).

A metodologia proposta pressupõe que todas as reduções das emissões são devidas a mudança de modal para o transporte de matérias-primas. No entanto, as reduções das emissões relacionadas com o transporte de matéria prima também poderiam ocorrer se houvesse mudanças nos processos que requerem matéria prima na fábrica, ou se essa fábrica reduzisse suas saídas (ou pelo conjunto desses fatores). Nenhum desses fatores foi contabilizado na metodologia proposta, mas deveriam ter sido. Isso exigiria uma mudança importante na metodologia, com a introdução de novas equações indicando como as emissões dos modais de transportes poderiam ser relacionadas aos processos de produção da fábrica (UNFCCC, 2005).

Por causa das mudanças requeridas na linha de base da metodologia, o acompanhamento da metodologia sofreria mudanças significativas antes que a mesma fosse aprovada. Além disso, presume-se que qualquer proponente do projeto utilizando a metodologia terá uma "qualidade e sistema de gestão ambiental que assegure todos os registros necessários e que os procedimentos estabelecidos se manterão padronizados para todos os dados, incluindo procedimentos de acompanhamento, aferição e calibragem dos equipamentos utilizados para realizar essas atividades". No entanto, não é dada informação sobre o que é este sistema, nem garantias se tal sistema estará em vigor (UNFCCC, 2005).

Existem também erros no cálculo das emissões de CH₄ e N₂O gerados a partir da combustão dos combustíveis utilizados na linha de base e do projeto. A metodologia também não assume nenhuma fuga. De acordo com o relatório da EB, esta situação é problemática, pois poderia permitir a projetos gerar créditos nas fábricas, pela redução da produção, ao invés do aumento da eficiência proporcionada pela mudança de modal de transporte das matérias-primas (UNFCCC, 2005).

Há também problemas na coleta de dados utilizada para determinar a linha de base. A Metodologia utiliza dados de apenas um ano na determinação da linha de base. De acordo com a EB, esta deveria ser estendida para três anos. Por fim, a metodologia proposta pela Aracruz possui também erros nas fórmulas que calculam o fator de conversão energético dos combustíveis (UNFCCC, 2005).

2.7. MDL Programático e a intermodalidade rodo-ferroviária

O chamado MDL Programático ou Programa de Atividades (PoA, na sigla em inglês) foi lançado como uma opção dentro do MDL que facilitasse o registro de um grupo de pequenos projetos com a mesma metodologia, porém em locais ou tempos distintos. As regras para aprovação são similares ao MDL tradicional, com a diferença de que o programa como um todo, agregando os diversos projetos, é submetido para receber o registro da ONU. Uma das principais vantagens é que, no decorrer do tempo, novos projetos podem ser reavaliados como integrantes do PoA já aprovado.

A aceitação de programas no âmbito dos projetos de MDL foi decidida durante a COP-11/MOP-1 realizada em Montreal, Canadá, através do documento ‘*Further Guidance Relating to the CDM*’: “Decide que as políticas ou padrões locais/regionais/nacionais não podem ser consideradas como atividades de projeto de MDL, mas que atividades de projeto desenvolvidas sob os programas podem ser registradas individualmente como atividades de projeto de MDL (...) desde que se enquadre em alguma metodologia aprovada” (HINOSTROZA *et al.*, 2007).

Segundo COSBEY, é justificável que políticas ou normas não sejam consideradas como um projeto de MDL, pois normalmente são implementadas de maneira não estruturada que permita a medição e monitoramentos necessários para a confirmação da redução de emissões que irão gerar os créditos de carbono. De acordo com CASTRO (2007), embora o programa de atividades seja similar a um projeto tradicional envolvendo uma localidade, existem algumas diferenças, a saber:

- Os programas são deliberados, podendo ser públicos ou privados. Programas públicos podem ser identificados por selos e programas de teste e verificação;

- O programa gera uma multiplicidade de reduções de emissões, em fontes variadas. A região de abrangência deve ser claramente definida pelo programa (cidade, região ou país);
- As reduções de emissões não precisam ocorrer necessariamente ao mesmo tempo, mas sim durante o tempo de vida do programa;
- Embora o volume de reduções de emissões de GEE devido ao programa seja incerto, todas as ações do programa devem estar delineadas e serem mensuráveis, utilizando linhas de base e metodologias de monitoramento aprovadas, para que se possam avaliar as reduções geradas pelo programa;
- O programa deve ter um coordenador, responsável pelo projeto e pela supervisão de sua implementação e execução. Este coordenador pode ser um dos participantes das atividades de projeto, uma entidade pública ou privada, organização não-governamental ou instituição financeira, podendo receber CER's emitidos para cobrir seus custos operacionais.

A principal diferença entre o MDL e o PoA é que no MDL, uma atividade deve ser claramente definida no Documento de Concepção do Projeto (PDD). Cada PDD se refere a uma única atividade, que é “fechada” após a validação na ONU e nenhuma outra atividade pode ser incluída neste projeto (MCT, 2008). O PoA irá funcionar como se o PDD fosse aberto e novos projetos de atividades, que respeitem as definições do projeto inicialmente inscrito, poderão ser incluídos durante o período de creditação. A grande vantagem é a simplificação dos procedimentos que cada novo projeto irá enfrentar para se tornar parte do MDL Programático.

No MDL Programático existem três documentos para registrar o programa de atividades, que são o PoADD (que contém todas as informações com relação à metodologia e financiamento), o CPA modelo (que contém todas as informações genéricas sobre o projeto) e um CPA completo (que contém os detalhes do CPA que será validado). Cada atividade do projeto deverá ter um CPA e é este que, no futuro, poderá ser submetido a ONU sem precisar de

validação e registro. A verificação e a adicionalidade também não precisarão ser feitas em todos os CPAs, somente no que foi submetido como modelo (MCT, 2008).

Os volumes gerados pelos projetos acompanhando as metodologias agora submetidas ao EB são pequenos. No entanto, se aprovadas, essas metodologias poderiam potencialmente abrir espaço para replicações de grande escala. Esses projetos que estão sendo submetidos ao EB possuem um componente de desenvolvimento sustentável importante. Em relação ao número de CER's advindas do MDL Programático, depende de quão rápido os desenvolvedores se derem conta da grande oportunidade que esse tipo de projeto pode proporcionar. Agilidade na aprovação das metodologias submetidas ao Conselho Executivo do MDL é fundamental para dar continuidade ao processo.

O Banco Mundial – e muitos outros bancos de desenvolvimento – possui numerosas iniciativas em andamento e planejadas para reduzir emissões de GEE e outros impactos ambientais do transporte urbano. É muito provável que tais projetos sejam beneficiários do MDL Programático. O PoA tem potencial para tornar atraentes mais projetos sob o MDL dentro dos setores de transporte e eficiência energética, já que eles freqüentemente apresentam pouco sentido econômico ou administrativo, a menos que sejam realizados como parte de um projeto maior. Na COP-10 de Buenos Aires no final de 2004, o Japão levantou uma forte reivindicação para desenvolver metodologias para tais projetos. Exemplos de programas elegíveis:

- Programas para estabelecimento de padrões de eficiência energética. Exemplo: Substituição de lâmpadas com maiores padrões de eficiência em uma rede de supermercado.
- Programas de substituição de combustíveis de origem fósseis por outros oriundos de biomassa ou com menores níveis de emissão. Ex: Substituição de determinada frota de veículos movida a combustível fóssil por biodiesel.
- Programas de implantação de fontes renováveis de energia. Ex: Instalação de painéis solares ligados à rede elétrica nas residências em determinada cidade, estado ou país.

- Racionalização de sistemas de transportes. Ex: Substituição de um modal mais energo-intensivo por outro menos energo-intensivo.

Com isso, o MDL Programático ajuda superar algumas limitações e incentivar países em desenvolvimento a buscar redução de emissões através do setor de transportes. É provável que o MDL Programático aumente a oferta de CER's no médio prazo, e a diversifique tornando atraentes novos tipos de projetos. Resumindo: se países em desenvolvimento implementarem novas políticas ou padronizações locais, regionais ou nacionais, por exemplo, para reduções de emissões de gases de efeito estufa no setor de transporte, tais ações não serão elegíveis para reivindicar CER's. No entanto, as atividades empreendidas devido às novas políticas ou programas irão de fato se qualificar como projetos MDL.

É nesse contexto que poderia se adequar uma política realizada pelo Governo Estadual Paulista, por exemplo, voltada à expansão do transporte ferroviário e dos terminais intermodais, ou mesmo um investimento do setor privado, com ou sem auxílio do governo (através de uma PPP, por ex.), nas linhas férreas e/ou na modernização da frota férrea e/ou na construção de novas linhas e aquisição de novos trens.

Tais ações teriam como resultado a diminuição do uso de caminhões para o transporte de cargas no Estado de SP. Conseqüentemente, obter-se-ia diminuição do uso de óleo Diesel e das emissões de CO₂. A iniciativa privada, no caso as operadoras das linhas férreas, as empresas que teriam suas cargas transportadas (empresas agrícola, industrial ou mineradora), o Governo responsável pelas obras de infra-estrutura, ou até mesmo a empresa responsável pela logística e transporte das cargas, poderiam ser as grandes beneficiadas com os créditos de carbono. Com isso as empresas que com o passar do tempo, migrassem de modal ou optassem pelo uso das ferrovias em detrimento das rodovias poderia acrescentar no PDD um novo CPA com a nova "rota". Dos primeiros vinte e um projetos de PoA submetidos para aprovação na UNFCCC, muitos são coordenados diretamente por agências governamentais, mais de metade ou estão recebendo financiamentos públicos ou subsídios, sob diversas formas. Algumas empresas privadas estão também atuando como coordenadoras de projetos de PoA, com isso reivindicando os possíveis CER's (HINOSTROZA *et al.*, 2007). O mais importante não é quem se beneficiará

com os créditos de carbono, mas sim, demonstrar a adicionalidade, isto é o quanto de CO₂ que deixou de ser emitido devido ao projeto. Nem que para isso, fosse necessária a utilização de modelos estatísticos na demonstração das reduções de GEE.

Nesse contexto, urge ressaltar que o EB já aprovou metodologias que incorporam o princípio da amostragem. Comprovou-se que a análise estatística é confiável e precisa. E, se, por exemplo, uma amostragem rigorosa de unidades de ar-condicionado ou (no caso da metodologia AM0046) lâmpadas elétricas for feita, descontando também os CER's pela margem de erro, os resultados então serão bastante conservadores (POINT CARBON, 2007). O mesmo princípio poderia ser adotado para a construção de metodologias no setor de transporte, principalmente do uso de modelos estatísticos para cálculo das emissões fugitivas.

Esse Capítulo encerra-se mostrando as etapas de funcionamento de um projeto de MDL e também a importância do setor de transporte tanto no aquecimento global, quanto na poluição local e regional. E como o MDL Programático pode ajudar a superar barreiras para que projetos envolvendo o setor de transporte e principalmente a intermodalidade consigam a aprovação no *Executive Board* da UNFCCC.

O próximo Capítulo aborda a infra-estrutura do setor de transportes brasileiro e paulista e a importância da intermodalidade para manter o crescimento da demanda por transporte de cargas mais sustentável.

Capítulo 3

Caracterização do setor de transportes

Esse Capítulo objetiva mostrar a importância do setor de transportes mundial para a economia, bem como suas principais características. Aborda a estrutura do setor de transportes brasileiro e paulista, enfocando os principais problemas apresentados pelo setor de transporte de cargas brasileiro e as principais causas que afetam sua eficiência. Compara o setor de transporte de cargas brasileiro e de São Paulo com o de países selecionados. São abordadas também as perspectivas para a divisão intermodal no território brasileiro.

3.1. Importância do setor de transporte

Fator crucial do aumento da atividade econômica das sociedades contemporâneas, o setor de transporte propicia também muitas das necessidades humanas. A evolução das nações nos últimos tempos mostra um processo de integração contínua, através de um intercâmbio de informações, de mercadorias e de cultura de forma cada vez mais intensa. Este processo, incutido em um ambiente de economias competitivas, desenvolveu nos mercados mundiais a necessidade da velocidade de resposta às diversas demandas, sejam elas por produtos, serviços ou lazer. Desta forma, mais do que uma característica meramente mercadológica, tais transformações permearam um novo estilo de vida na sociedade que parece não ter retorno (MORAES, 2005). Este estilo de vida e padrão de desenvolvimento requer do setor de transportes uma continua expansão e

aprimoramento de forma a saciar a necessidade de mobilidade de cargas e passageiros em cada parte do mundo.

A indústria utiliza o sistema de transporte para escoar seus produtos para o mercado consumidor. A melhora na qualidade do transporte faz com que os custos caiam e a produção e distribuição dos produtos industrializados tornam-se mais barata e mais eficiente. Através de um sistema de transporte eficiente, empresas têm obtido maior poder de escolha de seus recursos primários e os mercados para seus produtos. Estima-se que o valor adicionado à economia pelo setor de transportes equivalha de 3 a 5% do Produto Interno Bruto de um país. Os investimentos nos transportes são da ordem de 2 a 2,5% do PIB, mas podem chegar a até 3,5% quando os países fazem a modernização de infra-estruturas ultrapassadas ou quando aplicam na construção de novas infra-estruturas para os transportes. Além disso, este setor representa de 5 a 8% do total pago aos trabalhadores (WORLD BANK, 2000).

Um sistema de transporte planejado é vital para a saúde econômica de uma região, podendo minimizar custos e tempo na distribuição da produção e dos maquinários, além de minimizar as perdas devido ao atraso da mão de obra ao local de trabalho.

Como indicativo das ameaças impostas pela falta de planejamento e controle do setor de transporte nacional, pode-se citar o risco de se ter um transporte incapaz de acompanhar o crescimento da demanda por qualidade, gerando um possível colapso do sistema. Alguns sintomas deste risco já estão presentes no setor de transporte brasileiro: frota rodoviária com idade média de cerca de 17,5 anos (valor acima do padrão de um país desenvolvido) e locomotivas com idade média de 25 anos (também acima do padrão de um país desenvolvido); estradas com condições péssimas, ruins ou deficientes em 78% dos casos; baixa disponibilidade de infra-estrutura ferroviária; baixíssima disponibilidade de terminais multimodais e hidrovias sendo ainda pouco utilizadas para o escoamento de safra agrícola (CNT, 2002).

Um pequeno indicativo de como uma melhora do setor de transporte pode contribuir para o aumento da eficiência econômica do país pode ser encontrado nos estoques. Estimativas calculadas pela Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2002) indicam que cerca de R\$ 118 bilhões de excesso de estoque são mantidos pelas empresas brasileiras ao longo das cadeias

produtivas como forma de se proteger das ineficiências do transporte, consequências de atrasos, acidentes e roubos de carga. Um setor de transporte mais confiável e eficiente poderia diminuir sobremaneira este valor, liberando recursos da ordem de bilhões de reais que poderiam ser reinvestidos em atividades produtivas.

O setor de transporte é fundamental para o crescimento e o desenvolvimento econômico de um país. Mas para que isso ocorra, é necessário um alto investimento em infra-estrutura (estradas, pontes, viadutos, etc.) e necessidade constante de fornecimento de energia (geralmente combustíveis fósseis).

Quando maior o consumo de derivados de petróleo, maior a poluição gerada, principalmente de CO₂. Quem mais contribui para a poluição atmosférica são as fontes veiculares. Em 2005, o modal rodoviário emitiu cerca de três quartos das emissões associadas ao setor de transporte mundial (RIBEIRO *et al.*, 2007). Esse tipo de fonte tem uma participação acentuada, na degradação da qualidade do ar atmosférico, principalmente em grandes centros urbanos (BAIRD, 2002; STERN *et al.*, 1984). A frota mundial de veículos cresce ano a ano num ritmo acelerado, entre 1970 e 1990 cresceu 140%. De acordo com Michaelis *et al.* (1996) a frota pode aumentar entre 60% e 120% até 2025 e entre 140% e 600% até 2100. Por conta da demanda reprimida¹³, o crescimento tende a ser maior no sudeste da Ásia, na África e na América Latina e em alguns países da Europa Central e do Leste Europeu (MICHAELIS *et al.*, 1996).

O substancial aumento das taxas de motorização – de 50 milhões de veículos em 1950 para 580 milhões em 1997, cinco vezes mais rápido do que o crescimento da população (IPCC, 2007), o uso cada vez maior do transporte individual, os congestionamentos constantes de grandes extensões nos horários de pico, a redução da velocidade média do trânsito nos corredores de tráfego, são questões que fazem parte da realidade dos centros urbanos (ONURSAL *et al.*, 1997) e refletem a importância do setor rodoviário no aumento das emissões de poluentes.

¹³ Isso ocorre, pois uma parcela considerável da população ainda não atingiu níveis satisfatórios de conforto (principalmente os países emergentes China, Índia e Brasil que concentram a maior parcela da população mundial). Essa demanda reprimida é maior nos países em desenvolvimento por causa do maior crescimento econômico agregado a melhores níveis de distribuição de renda (com isto, mais pessoas terão carros particulares e maior acesso ao transporte aéreo).

O sistema de transporte se desenvolve de acordo com a situação socioeconômica e os padrões de uso da terra e como estes estão interconectados. Mudanças climáticas é o novo interesse a ser adicionado às demais influências do setor de transporte.

Como os principais GEE permanecem décadas e até séculos na atmosfera, após serem emitidos, fazendo com que a influência dos GEE no problema aquecimento global possua certa inércia, isto é, mesmo que alteremos as fontes de energia abruptamente, ainda assim o planeta Terra continuaria esquentando e sentiríamos os problemas relacionados às mudanças climáticas por décadas. Por isso, a busca por soluções para o problema do aquecimento global deve ser iniciada imediatamente, antes que as consequências se tornem severas demais. Outro problema em se demorar a iniciar as mitigações das emissões de GEE, está no fato de que uma alteração abrupta das fontes de energia seria demasiadamente custosa, pois novas tecnologias requerem tempo para maturar e tornar-se comercialmente aceita, podendo levar ao colapso o sistema econômico vigente.

3.2. Modos de transporte e o setor de transporte de cargas mundial

Os modos de transporte podem ser divididos em aéreo, aquaviário (hidroviário mais cabotagem), dutoviário (somente para o transporte de carga), ferroviário (trens, metrô e bondes) e rodoviário. As modalidades podem ser usadas de forma isolada ou de forma combinada, o que se chama de transporte intermodal. Segundo RIBEIRO *et al.* (2000) no transporte de carga, as alternativas de combinações intermodais mais comumente usadas estão mostradas na Figura 3.1 a seguir:

rodoviário + ferroviário	rodoviário + aéreo
rodoviário + aquaviário	ferroviário + aquaviário

Figura 3.1: Principais combinações intermodais.

Fonte: Ribeiro *et al.*, 2000.

Os dados de transporte de cargas usualmente são expressos em toneladas-quilômetro. Uma tonelada-quilômetro representa o movimento de uma tonelada de carga a uma distância de um quilômetro. A tonelada-quilômetro é calculada multiplicando-se o peso da carga transportada em toneladas de cada carregamento pelos quilômetros transportados. Na Tabela 3.1, a seguir, podem ser observadas estatísticas das composições modais do transporte de cargas, no ano de 2005, dos países do G-7¹⁴, mais Austrália, Rússia e Brasil.

Tabela 3.1: Composição percentual da carga transportada, em TKU, por modo de transporte dos países do G7 mais Austrália, Rússia e Brasil

País	Área 10 ⁶ km ²	Ferroviário	Rodoviário	Aquaviário	Dutoviário	Total %	Total Absoluto 10 ⁹ TKU
ALEMANHA	0,35	19,61%	63,77%	13,18%	3,44%	100%	486,3
ITÁLIA	0,3	9,56%	69,81%	16,02%	4,61%	100%	232,2
FRANÇA	0,55	15,11%	73,54%	3,39%	7,96%	100%	262,7
JAPÃO	0,37	3,87%	57,64%	38,49%	Nd	100%	569
REINO UNIDO	0,24	8,78%	63,71%	23,21%	4,30%	100%	251,6
BRASIL	8,51	25%	58%	13%	3,6%	99,6%*	888,5
EUA	9,63	40,47%	31,58%	13,54%	14,41%	100%	6077,4
CANADÁ	9,98	55,23%	16,04%	8,55%	20,18%	100%	554,6
RÚSSIA	17,07	56,29%	5,86%	2,81%	35,04%	100%	3300
AUSTRÁLIA	7,74	37,58%	37,27%	25,15%	Nd	100%	452,8

Fonte: Elaboração própria a partir de OCDE, 2007, PNLT, 2007 e ANTT, 2006. Dados de 2005.

* Os 0,4% faltante pertence ao modal aeroviário

Pode-se observar com clareza, que o transporte de cargas realizado pelo modal rodoviário é predominante em relação ao ferroviário nos países do G-7 que possuem pequenas dimensões territoriais quando comparadas às do Brasil (5 primeiros países da Tabela 3.1). Já Canadá, EUA e Rússia, que possuem dimensões comparáveis as do Brasil, possuem predomínio do modal ferroviário. A Austrália, que mesmo não possuindo uma predominância do modal ferroviário na sua matriz de transporte, possui ao menos um forte equilíbrio entre o uso dos modais rodoviário e ferroviário no seu transporte de cargas.

¹⁴ G7 é um grupo internacional que reúne os sete países mais industrializados e desenvolvidos economicamente do mundo. Inclui os EUA, Canadá, Japão, França, Alemanha, Itália e Reino Unido.

A China, outro país de dimensões continentais, como o Brasil, possui participação do modal rodoviário na sua matriz de transporte de cargas de apenas 8% (FLEURY, 2003, apud GOVERNO DO ESTADO DE SP, 2005). A situação da matriz de transporte de cargas brasileira coloca o Brasil não na companhia de EUA, Canadá e Austrália, países de grandes extensões territoriais e desenvolvidos, nem na companhia da China (país de grande extensão territorial que apresenta o maior crescimento econômico mundial no século XXI), mas sim na companhia dos países do G-7 que possuem pequenas dimensões territoriais em comparação ao Brasil. A situação da matriz de transporte de carga paulista será abordada separadamente mais adiante nesse Capítulo.

Se excluirmos dos cálculos os valores referentes ao transporte de minério de ferro, carro chefe do modal ferroviário, a participação do modal rodoviário superaria os 70%, o que tornaria a matriz de transporte de cargas brasileira ainda mais desbalanceada em favor do modal rodoviário (PNLT, 2007).

No Brasil, existe uma forte tendência ao uso do modal rodoviário para o transporte de cargas, mesmo o país possuindo extensão territorial comparável à Rússia, EUA, Canadá e China. O transporte rodoviário de carga no país predomina desde o término da 2ª Guerra Mundial, sendo que em 1950 a participação percentual deste modal era de 34% (RIBEIRO *et al.*, 2000), crescendo para cerca de 60% no ano 2000 (GEIPOT, 2001).

Há de se ressaltar que no transporte de cargas brasileiro há um maior equilíbrio entre os modais comparativamente ao transporte de passageiros, onde apenas o modal rodoviário é responsável por aproximadamente 95% do fluxo de passageiros transportados (em passageiros-km) (PNLT, 2007).

3.3. Investimento em infra-estrutura e a questão tributária

Dois dos principais determinantes do desbalanceamento da matriz de transporte de carga brasileira – em favor do modal rodoviário – são os investimentos em infra-estrutura e a questão da bi-tributação.

A construção de uma infra-estrutura adequada é de fundamental importância para o desenvolvimento econômico do país, e o governo deve incentivar sua construção ou mesmo construí-la de forma direta. Deve-se acrescentar ainda a existência de riscos e incertezas quanto à viabilidade econômica de grandes projetos no setor de transportes, como a construção de uma ferrovia por exemplo. O volume de recursos necessários é elevado e exige fluxo regular de financiamento, viabilizado somente por fontes especiais, pois o crédito de longo prazo muitas vezes não é protegido de oscilações conjunturais da política monetária que podem elevar em demasia as taxas de juros (IPEA, 1999). Por isso é tão importante o papel das políticas governamentais para financiamentos de grandes projetos de infra-estrutura e das agências reguladoras no papel de fiscalizador das empresas prestadoras de outrora serviços públicos. Através desse controle é possível determinar a distribuição modal no médio e longo prazo, o consumo de combustíveis, a necessidade de novas refinarias e centrais de energia, etc..

Os baixos níveis de investimentos públicos na infra-estrutura do setor de transporte, conforme observa-se na Figura 3.2, a seguir, é um dos muitos problemas que têm atrapalhado o crescimento dos modais ferroviário e aquaviário no Brasil. Os investimentos em infra-estrutura que já estavam em um patamar baixo nas décadas de 70 e 80, decaíram consideravelmente na década de 90¹⁵, para algo em torno de 0,2% do PIB (MT, 2005, apud JBIC, 2006). Quando de acordo com o Banco Mundial, países em fase de construção e modernização de infra-estrutura de transportes, como é o caso do Brasil, poderiam ter investimentos públicos anuais, no setor, correspondentes de até 3,5% do PIB. Outro grande entrave é a alta concentração de investimentos do setor de transporte no modal rodoviário. Dos recursos do orçamento, cerca de 66,5% do total estão concentrados no transporte rodoviário. O modal hidroviário interior fica com apenas 2,5% dos investimentos¹⁶ e o modal ferroviário com apenas 2,2% (MT, 2001).

¹⁵ Nos anos 90, a maior dificuldade de se conseguir empréstimos externos e a imposição do FMI (Fundo Monetário Internacional) para que os países em desenvolvimento “enxugassem” seus gastos a fim de atingirem superávit primário, obrigou o Brasil a fazer uma série de reformas (financeira, tributária do sistema de seguridade social e privatizações). Com isso os investimentos em infra-estrutura decaíram consideravelmente.

¹⁶ O restante do orçamento, no ano base 2000, está dividido entre: o segmento portuário (6,5%), transportes urbanos (15,5%) e marinha mercante (6,7%) (MT, 2001).

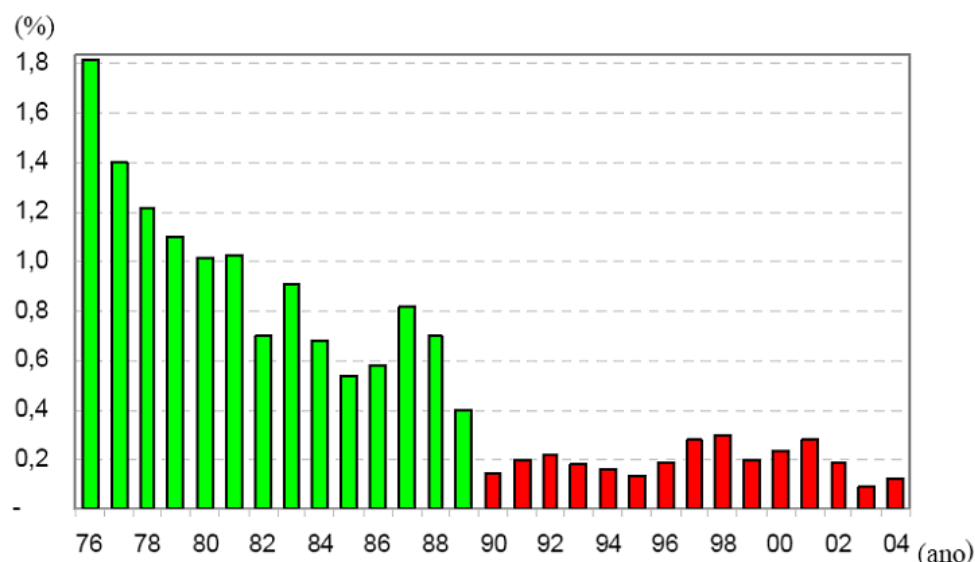


Figura 3.2: Investimentos em infra-estrutura em relação ao PIB

Fonte: MT, 2005, apud JBIC, 2006.

Através das Parcerias Público-Privadas (PPP), o Governo Federal juntamente com o Ministério dos Transportes esperam que os investimentos necessários em infra-estrutura sejam viabilizados. O objetivo de tais parcerias é simples: transferir o risco da operação e da construção para a iniciativa privada e viabilizar os investimentos necessários à manutenção e a ampliação da infra-estrutura do setor de transporte (MP, 2004).

Outro grande impasse para a expansão da atividade multimodal no Brasil está na bi-tributação a que o transporte de carga no Brasil é submetido sempre que ocorre a utilização de mais de um modal, ou a mudança de Estado da Federação.

O transporte multimodal de cargas tem sua principal característica baseada no uso de um único conhecimento de transporte, no Brasil definido como Conhecimento de Transporte Multimodal de Cargas (CTMC), previsto na Lei nº 9.611/98. Apesar desse amparo legal, é em torno do CTMC que estão os principais entraves à multimodalidade no Brasil. O Ajuste SINIEF 06/03 prevê a obrigatoriedade da emissão do CTMC antes do início da prestação do serviço, sem prejuízo da emissão do Conhecimento de Transporte correspondente a cada modo. Dessa forma, tal determinação vai de encontro com a concepção de transporte multimodal que é a realização de toda operação com um único documento. Além disso, a emissão dos conhecimentos de

transportes dos modos utilizados na operação implica na incidência de tributos sobre cada conhecimento emitido, configurando assim uma bi-tributação (NUNES 2007).

No âmbito do transporte internacional de carga, a multimodalidade é comprometida em duas situações. A primeira refere-se à Receita Federal que impossibilita a atuação do OTM (Operador de Transporte Multimodal) nas atividades de despacho aduaneiro, através do Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX), pelo fato de só reconhecer a figura do despachante aduaneiro através de pessoa física, e não jurídica, como é o caso do OTM. Por outro lado, O OTM não é reconhecido pelo Banco Central do Brasil, o que impede a realização de operações com o exterior do país, já que fica o OTM impossibilitado de registrar as remessas de divisas vindas do exterior, como prevê a legislação brasileira (NUNES, 2007).

Se a questão dos investimentos em infra-estrutura está sendo de certa maneira contornada por embarcadores e operadores, através das PPP, o mesmo não acontece com as questões burocráticas e de ordem legal. Um operador logístico não consegue, na prática, gerenciar toda a operação, deixando o cliente livre de preocupações. O serviço porta-a-porta existe e muitas operadoras o oferecem. Porém, na hora de formalizar a operação intermodal, ainda não é possível elaborar apenas um conhecimento de carga único, que já defina as regras de transporte, taxas, e apólices de seguro. Resumindo, a fim de se almejar uma maior participação do modal ferroviário na matriz de transportes brasileira, é imprescindível a solução do problema da bi-tributação, pois só assim o uso da intermodalidade se tornará financeiramente vantajosa, estimulando com isso uma migração maciça do modal rodoviário para o modal ferroviário no que tange o transporte de carga.

3.4. Outros problemas apresentados pelo setor de transporte brasileiro

De acordo com a CNT (2002), setor de transporte de cargas brasileiro apresenta problemas crônicos, além dos já comentados frota sucateada, desbalanceamento da matriz de transporte, baixos níveis de investimentos em infra-estrutura e da questão tributária. Dentre eles destacam-se: baixa disponibilidade de infra-estrutura, insegurança nas estradas, alto consumo

energético, alta emissão de poluentes, baixos preços dos fretes cobrados pelos motoristas de caminhão autônomos e as poucas alternativas ao modal rodoviário.

Evidentemente, todos esses aspectos causam enormes prejuízos econômicos e financeiros para Brasil. A seguir, apresenta-se um panorama analítico dos principais problemas apresentado pelo setor de transporte brasileiro.

A infra-estrutura de transporte disponível no Brasil é significativamente menor do que aquela existente em diversos países em desenvolvimento e de grandes extensões territoriais. A análise da oferta de infra-estrutura para os diversos modais de transporte de carga foi realizada a partir de um índice conhecido como densidade de infra-estrutura. Este índice é calculado a partir do número de quilômetros de infra-estrutura disponível por km^2 de área do país. A infra-estrutura de transporte brasileira é de 26,4 km por cada 1000 km^2 de área, significativamente menor do que a da China (38,3), a do Canadá (48,3) e que a dos EUA (447), países que possuem dimensões territoriais comparáveis ao Brasil (CNT, 2002).

Do total da densidade de infra-estrutura brasileira, cerca de 65,5% é correspondente ao modal rodoviário, cerca de 13% corresponde ao modal ferroviário e os outros 21,2% correspondem ao modal hidroviário. Notamos uma menor disponibilidade de infra-estrutura de transporte no Brasil, sobretudo no modal ferroviário, representando uma reduzida oferta deste modal no país. A disponibilidade do modal hidroviário não é aproveitada em sua plenitude por causa da localização dos rios navegáveis e da necessidade de se intervir para melhorar a navegabilidade em diversos trechos (CNT, 2002).

Outro problema do setor de transporte de cargas brasileiro é distribuição desigual da malha ferroviária dentro do país. Fato agravado pela total falta de linhas férreas em alguns Estados, principalmente os pertencentes à região Norte. A maioria da malha férrea brasileira concentra-se nas regiões Sul e Sudeste, com destaque para o Estado de São Paulo, conforme observa-se na Figura 3.3, a seguir.



Figura 3.3: Mapa ferroviário brasileiro, em destaque as 7 submalhas¹⁷ regionais
 Fonte: CNT, 2002.

Em relação à segurança, o número de mortes por quilômetro nas estradas brasileiras é entre 10 a 70 vezes maior do que a dos países pertencentes ao G-7. Este problema fica ainda mais evidenciado quando se verifica que os acidentes de trânsito no Brasil são o segundo maior problema de saúde pública no país, só perdendo para a desnutrição. Além disso, 62% dos leitos de traumatologia dos hospitais são ocupados por acidentados no trânsito (CNT, 2002).

O setor de transporte brasileiro (cargas e passageiros) apresenta pior aproveitamento de fontes não-renováveis de energia, quando comparado aos padrões norte-americano, considerado *benchmark* quando o assunto é eficiência do setor de transporte. O grau de aproveitamento de nossas fontes não-renováveis de energia no transporte de cargas e passageiros pode ser verificado

¹⁷ No ano de 2006, a ALL comprou a Novoeste e a Ferrobán.

a partir do número de BTU's¹⁸ gastos pelo setor para cada dólar gerado no PIB do país. O índice de aproveitamento energético brasileiro é cerca de 29% pior do que o norte-americano (CNT, 2002).

Em relação ao nível de emissão de poluentes, o setor de transporte brasileiro apresenta índices altos, quando comparado com aquele apresentado no setor de transporte norte-americano. Os principais poluentes relacionados com a combustão de veículos são os óxidos de nitrogênio (NO_x) e o monóxido de carbono (CO). As emissões¹⁹ de CO e NO_x do Brasil são respectivamente 1,5 grama/TKU e 1,29 grama/TKU, enquanto dos EUA é 0,56 g/TKU para o CO e 0,94 para o NO_x (CNT, 2002). A tendência é que os valores reais de emissão no Brasil sejam ainda maiores, por causa da utilização de enxofre, o baixo nível de manutenção e alta idade da nossa frota de transporte rodoviário (CNT, 2002).

Um dos principais problemas do setor de transporte de carga brasileiro diz respeito ao baixo preço cobrado pelo frete rodoviário. De acordo com a CNT (2002), as principais causas do baixo valor cobrado pelo frete rodoviário brasileiro e que acabam gerando uma oferta de transporte maior do que a demanda são:

- As pequenas barreiras de entrada (basicamente possuir um caminhão e habilitação) e altas barreiras de saída (difícil colocação no mercado de trabalho devido aos poucos anos de educação formal e formação técnica) no setor de transporte de cargas;
- A falta de estímulos ou exigências para a renovação de veículos rodoviários de carga tem como consequência o envelhecimento da frota de caminhões, gerando um frete barato, mas que reduz a segurança nas estradas e diminui a produtividade do transporte, além de aumentar as emissões de poluentes;

¹⁸ BTU é um acrônimo para *British Thermal Unit* (ou Unidade térmica Britânica) é uma unidade de medida não-métrica (não pertencente ao Sistema Internacional) utilizada principalmente nos estados Unidos e Reino Unido. É uma unidade de energia equivalente a 1055 Joules.

¹⁹ Na ausência de dados confiáveis para o nível de emissão de poluentes no setor de transporte de carga brasileiro foi feita uma estimativa, calculando-se os índices a partir de coeficientes padrão do IPCC, que representa uma correlação padrão entre consumo de combustíveis e de emissão de poluentes (CNT, 2002).

- Pequeno investimento em manutenção dos veículos;
- A deficiência nas fiscalizações dos pesos máximos permitidos pela lei da balança implica na freqüência ocorrência deste tipo de infração, prejudicando o setor de transporte duplamente: aumento da capacidade estática e degradação das estradas brasileiras;
- As longas jornadas de trabalho realizadas por motoristas do transporte rodoviário de carga afetam o valor do frete na medida em que aumenta a oferta do transporte. A consequência deste processo – além da redução artificial do valor do frete – um aumento da insegurança nas estradas.

Este frete artificialmente baixo, em muitos casos, num patamar abaixo dos níveis razoáveis de remuneração do negócio, principalmente para os cerca de 350 mil transportadores autônomos existentes no Brasil é um problema porque compromete a saúde do setor, impede o crescimento de outros modais e gera externalidades negativas para a sociedade, tornando a situação dos transportes de carga no Brasil inviável no longo prazo. Este tipo de transportador não faz uma avaliação de todos os seus custos e com isso pratica um frete menor do que deveria (NAZÁRIO, 2001).

O sistema ferroviário brasileiro possui uma baixa disponibilidade, limitando o crescimento de sua participação na matriz de transportes. A Figura 3.4, a seguir compara a disponibilidade de infra-estrutura no transporte ferroviário brasileiro e norte-americano. Observa-se que a densidade de ferrovia norte-americana é quase 9 vezes maior do que a brasileira. A análise da Figura 3.4 expõe claramente a necessidade de expansão da malha ferroviária brasileira para que se ambicione uma melhor participação deste modal na matriz de transporte nacional.

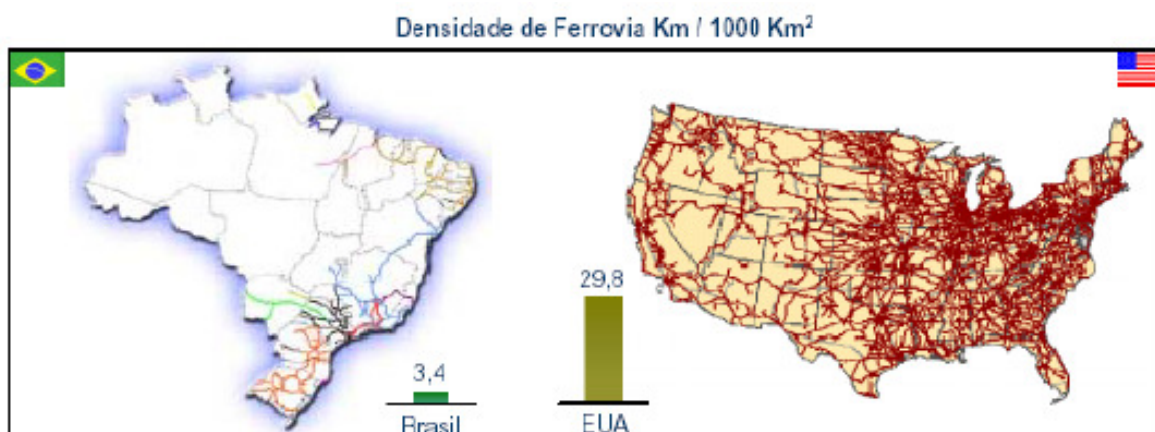


Figura 3.4: Comparação de densidade de ferrovia km/1000 km² - Brasil x EUA

Fonte: CNT, 2002.

Outros problemas referem-se à segmentação geográfica utilizada no leilão de concessão e a deficiente regulamentação do direito de passagem, que dificultam a operação ferroviária intramodal dificultando seu uso para transportes de longas distâncias. A malha ferroviária concessionada foi subdividida em diversas submalhas regionais, conforme foi observado na Figura 3.3, anteriormente. O modelo de concessão adotado implica na necessidade de regular-se adequadamente a garantia do tráfego mútuo e o direito de passagem entre as concessionárias, visando dessa forma atingir a eficiência almejada para o subsistema ferroviário como um todo e não de suas subpartes (CNT, 2002).

Além da baixa infra-estrutura de transporte, o sistema ferroviário apresenta também problemas relacionados com a viabilidade econômica de algumas ferrovias que permanecem fortemente subutilizadas (CNT, 2002). A ausência de uma definição prévia de níveis mínimos de serviço e máximos de tarifa que garantam, na prática, o direito de passagem entre concessionárias, é considerado um entrave à adoção mais freqüente do transporte ferroviário entre empresas e por longas distâncias (CNT, 2002).

De acordo com a CNT (2002), o sistema ferroviário brasileiro passou por um período de degradação de suas vias permanentes, material rodante e superestrutura no período pré-privatização. Houve um verdadeiro sucateamento desse sistema antes de sua transferência para as mãos da iniciativa privada, com níveis de investimentos associados à manutenção do sistema

ferroviário (vias permanentes, material rodante e superestrutura) diminuindo em uma taxa muito acelerada.

No cerne dos problemas de disponibilidade e baixo nível de investimento na manutenção de linhas está o alto custo de capital no Brasil. As ferrovias, como negócio, têm como principais características, a alta dependência de capital e a baixa rentabilidade. Demanda, portanto, altos investimentos com retorno de longo prazo. Negócios com esta característica são muito mais afetados pela alta taxa de juros praticados no país, reduzindo a atratividade para investimentos da iniciativa privada.

A real dimensão do problema do alto custo do capital pode ser percebida quando se verifica que as ferrovias apresentam retorno negativo sobre seu patrimônio líquido apesar das significativas margens operacionais obtidas. A única empresa que apresentou lucro em 2000 foi a ALL (América Latina Logística do Brasil S.A.), com um ROE²⁰ (*Return on Equity*) de 5%. Os números apresentados indicam, portanto, um grande *gap* entre geração de caixa e retorno sobre o investimento, caracterizando uma baixa atratividade para novos investimentos da iniciativa privada (CNT, 2002).

Quanto ao transporte de cabotagem, urge ressaltar que a baixa disponibilidade na cabotagem de contêineres é considerada como um obstáculo para o crescimento do setor. Apesar do recente crescimento no número de navios porta-contêineres que realizam o transporte na costa brasileira, o número ainda baixo de saídas semanais nas principais rotas é apontado por alguns embarcadores como limitante ao maior uso deste modal (CNT, 2002).

Quando se compara o número de saídas semanais, em rotas que o navio concorre com o caminhão, na costa brasileira e na costa européia, verifica-se uma maior frequência de saída no mercado europeu. É interessante ressaltar que os produtos transportados em contêineres possuem, normalmente, um alto valor agregado. Para este tipo de produto o custo financeiro relacionado à espera é alto, principalmente na realidade brasileira de altas taxas de juros (alto custo de oportunidade) (CNT, 2002).

²⁰ ROE é o acrônimo em inglês para retorno sobre o patrimônio. É um indicador financeiro percentual que se refere à capacidade de uma empresa em agregar valor a ela mesma utilizando os seus próprios recursos.

3.6. Transporte de cargas do Estado de São Paulo

Antes de iniciar a descrição do sistema de transporte de cargas do Estado de São Paulo, urge analisar, mesmo que sucintamente, a economia e o comércio do Estado de São Paulo.

A base econômica do Estado de São Paulo contribui, anualmente, com cerca de US\$ 200 bilhões para o PIB nacional, gerando cerca de 7,7 milhões de postos de empregos, dos quais 2,4 milhões são na manufatura. A renda *per capita* do Estado de São Paulo atual de US\$ 5.700, é superior não só a brasileira (US\$ 3.400) como também é superior a de muitos países possuidores de economias fortes e de destaque no comércio mundial, como a África do Sul (US\$ 3.250), o Chile (US\$ 4.820), a Malásia (US\$ 4.530), o México (US\$3.700) e a Polônia (US\$3.590) (GOVERNO DO ESTADO DE SP, 2005).

O Estado de São Paulo arrecada cerca de US\$ 15 bilhões de impostos estaduais e cerca de US\$ 38 bilhões de impostos e taxas federais, o que corresponde a 45% da arrecadação da União (GOVERNO DO ESTADO DE SP, 2005).

Refletindo o perfil do setor produtivo do Estado, o valor das exportações paulistas representa, em média, cerca de US\$ 1.000 / tonelada, comparativamente aos US\$ 220 / t da média nacional, se incluído minério de ferro, ou US\$ 640 / t se excluído este item (GOVERNO DO ESTADO DE SP, 2005). No ano de 2006, o volume de negócios no Estado de São Paulo (exportação e importação) atingiu um montante de US\$ 83 bilhões, representando 36,26% de todo o comércio exterior brasileiro (GOVERNO DO ESTADO DE SP, 2005).

Apesar de consideráveis, os fluxos de comércio com outros países são secundários se comparados à movimentação intra-estadual de bens. Em 1999, cerca de 75% de toda a movimentação de bens com origem no Estado de São Paulo ocorreu para destinos dentro do Estado. A movimentação é bastante concentrada na região denominada pela Secretaria dos Transportes de macrometrópole, constituída pela Região Metropolitana de São Paulo e pelo espaço geoeconômico que a envolve, delimitado pelo quadrilátero Sorocaba, Campinas, São José dos Campos e Santos (PDDT-Vivo, 2000). Na relação com os outros Estados, de maneira geral,

São Paulo importa produtos de menor valor agregado e exporta produtos industrializados. O fluxo de mercadorias no Estado de São Paulo é representado no mapa da Figura 3.5 a seguir:

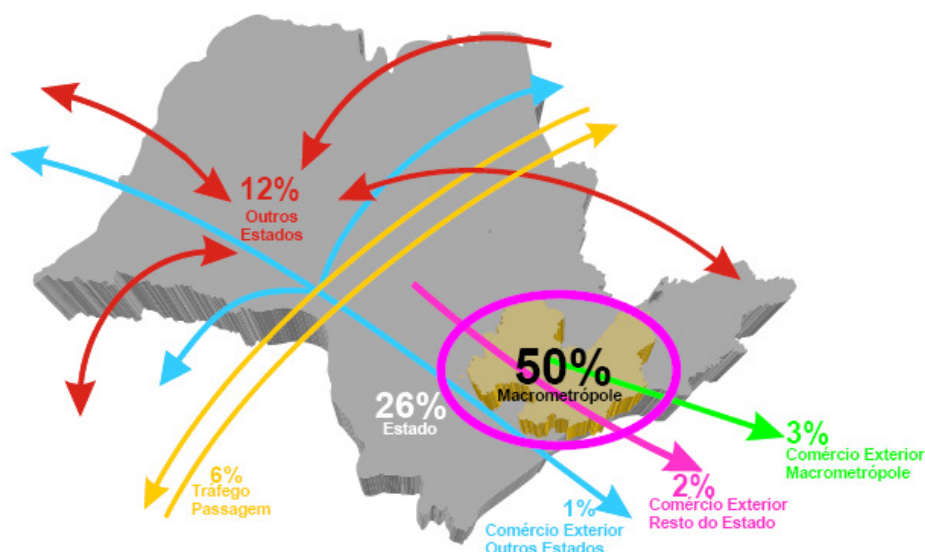


Figura 3.5: Fluxo de mercadorias no Estado de São Paulo

Fonte: PDDT-Vivo, 2000.

A rede física de infra-estrutura paulista, que abrange todos os modais, foi construída pelo esforço cooperativo das três esferas de governo e apresenta números consideráveis, de acordo com o GOVERNO DO ESTADO DE SP (2005):

- Uma malha rodoviária de cerca de 200 mil km, dos quais 32,9 mil são pavimentados. Esse sistema, além de apresentar recursos operacionais de primeira classe nos 3,5 mil km concedidos ao setor privado²¹, vem gradativamente incorporando o conceito de atendimento ao usuário em todo o restante da rede. A mudança é feita mediante o estabelecimento de URAs e UBAs (Unidades Regionais e Básicas de Atendimento) nos serviços geridos pelo Estado. A malha é complementada por amplo conjunto de bases da Polícia Militar Rodoviária, postos de pedágio, balanças para pesagem e instalações auxiliares.

²¹ Doze concessionárias privadas operam a parte mais relevante da malha rodoviária estadual, responsável por aproximadamente 50% do volume total de tráfego do Estado de São Paulo (em veículos por km). Um grande problema é a alta concentração de caminhões na região metropolitana do Estado, contribuindo significativamente para a poluição local e para a baixa velocidade do trânsito principalmente na hora do *Rush* (7:00 as 10:00 e 17:00 as 20:00).

- Uma rede hidroviária fluvial que se estende por mais de 2.400 km, alcançando, além de São Paulo, os Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná, bem como o Mercosul, e inicia processo de integração mais completo com os sistemas terrestres adjacentes.
- Um sistema aeroportuário apoiado em 36 aeroportos, dos quais 5 são administrados pela Infraero e os restantes pelo DAESP. Existem outros aeródromos no estado que poderão ser formalmente incluídos nesse sistema, após a realização de estudo que será objeto de convênio entre o Estado (DAESP) e a União (DAC).
- Um complexo de transporte intermunicipal de passageiros por ônibus formado por 138 empresas que exploram o sistema regular (aberto ao público mediante pagamento de tarifa) e por 509 companhias que operam na modalidade de fretamento. O conjunto das travessias litorâneas integra também os serviços de transporte de passageiros.
- Dois terminais portuários marítimos, Santos e São Sebastião, administrados, respectivamente, pela União e pelo Estado.
- Uma rede ferroviária que cobre todo o território do Estado, com a extensão da ordem de 5.100 km, nas bitolas de 1,00 m, 1,60 m e mista, quase toda de jurisdição federal e explorada por concessionários privados.

Não obstante a grandeza dos números absolutos, pode-se afirmar que essa infra-estrutura de transportes apresenta desequilíbrios que podem inibir o desempenho sócio-econômico não só do Estado de São Paulo, mas do Brasil como um todo, dado o papel central deste Estado dentro da economia brasileira. Veja-se, por exemplo, que a extensão antes mencionada da rede pavimentada de São Paulo, correlacionada com a área e a população do estado, produz os modestos coeficientes de 133 km por mil km² de área e 828 km por milhão de habitantes, respectivamente. Esses números colocam São Paulo em posição de nítida inferioridade, quando comparadas com cifras vigentes em países que apresentam nível de renda e desenvolvimento muito inferiores aos do Estado de São Paulo (GOVERNO DO ESTADO DE SP, 2005). Sob outro ângulo, a rede ferroviária paulista com 20,6 km por mil km² de área, já compara mais

favoravelmente, apresentando, todavia, problemas de defasagem tecnológica e desaparelhamento que só agora, após as concessões, começam a ser equacionados, mesmo que timidamente (GOVERNO DO ESTADO DE SP, 2005).

Apesar de possuir a maior malha ferroviária do Brasil, o Estado de São Paulo continua transportando a maioria da sua carga através de rodovias (88,6%, em TKU). Já o transporte ferroviário de cargas responde por apenas 9,5% das cargas transportadas em TKU no ano 2006 (DERSA, 2008), conforme pode-se observar na Tabela 3.2, a seguir.

Tabela 3.2: Matriz de transporte de cargas no Estado de São Paulo, em 2006

Modal	10⁹ TKU	Participação (%)
Rodoviário	122,6	88,6
Ferrovário	13,1	9,5
Hidroviário	0,8	0,5
Dutoviário	1,4	1,0
Cabotagem	-	-
Aeroviário	0,5	0,4
Total	138,4	100

Fonte: DERSA, 2008

A explicação mais citada para desbalanceamento da matriz de transporte de cargas paulista reside na deterioração contínua, por décadas, do sistema ferroviário. Existe, todavia, uma causa estrutural, representada pela elevadíssima participação da carga geral na demanda de transporte, situação típica das regiões com alto grau de industrialização, como é o caso de São Paulo.

Além do alto nível de desbalanceamento da matriz de transporte de cargas paulista, outras questões preocupam os gestores do sistema de transportes paulista e os seus usuários, contribuindo para a formação do chamado “custo São Paulo”. Dentre eles, de acordo com o GOVERNO DO ESTADO DE SP (2005), podem ser citados:

- Os problemas originários dos processos de concessão das redes ferroviárias, que tendem a cristalizar monopólios e criar óbices à circulação em nós estratégicos, como no acesso ao Porto de Santos.
- A existência de severos pontos de estrangulamento nas malhas, como o que se verifica na Região Metropolitana de São Paulo, causando restrições à eficiência da logística urbana e à transposição desimpedida da região por fluxos ferroviários, uma vez que disputam espaço nas vias com trens metropolitanos de passageiros.
- A pequena ou nula participação de São Paulo nas decisões e na gestão das concessões federais situadas em território paulista. Essa questão é crítica nos casos do Porto de Santos e das concessões ferroviárias.

A Secretaria dos Transportes, tendo diagnosticado as causas desses complexos problemas, procura dar-lhes resposta eficaz, empreendendo as ações necessárias para eliminar gargalos, mobilizar novas fontes de financiamento e modernizar o sistema de transportes estadual. Nesse contexto, a partir das propostas do Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes – PDDT, a Secretária de Transportes lançou um amplo programa para melhorar a logística urbana na Região metropolitana de São Paulo (RMSP) e dinamizar o intermodalismo e a unitização da carga geral (via estímulo ao serviço ferroviário expresso, construção de terminais intermodais e descentralização dos complexos de distribuição de mercadorias na RMSP, onde os projetos transformadores do Rodoanel e do Ferroanel desempenham papel chave). Esse amplo programa foi denominado PDDT-Vivo 2000/2020, e seus detalhes serão abordados as posteriores no Capítulo 5.

3.6.1. Malha Ferroviária do Estado de São Paulo

Cerca dos 5.100 km de ferrovias em São Paulo representam 17% da malha ferroviária nacional (GOVERNO DO ESTADO DE SP, 2005). A infra-estrutura ferroviária paulista, embora 6 vezes superior à média brasileira²², não é tão relevante quando comparada a países de PIB equivalente ao de São Paulo, como Polônia, África do Sul e Finlândia. Polônia e África do Sul

²² Densidade ferroviária de 3,4 km/100km² para o Brasil contra 20,6 de São Paulo.

apresentam malha ferroviária 4 vezes maior que a de São Paulo. A Polônia ainda apresenta uma malha cerca de 3 vezes mais densa. Dentre os quatro países citados, em termos de extensão e densidade de malha, a infra-estrutura paulista se aproxima apenas a da Finlândia (GOVERNO DO ESTADO DE SP, 2005). A Figura 3.6, adiante, mostra a malha ferroviária do Estado de SP.



Figura 3.6: Malha ferroviária do Estado de São Paulo – 2004

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DE SP, 2005.

Pode-se observar na Figura 3.6, que a malha ferroviária paulista é uniformemente distribuída pelo território do Estado, cobrindo todas as suas regiões. Toda a malha converge para o porto de Santos, pois historicamente a malha ferroviária foi construída para o escoamento da exportação (principalmente café). Um grave problema da malha paulista, assim como a brasileira, é a utilização de diferentes tipos de bitolas, como também pode-se observar na Figura 3.6, fato que atrapalha a integração entre as ferrovias e conseqüentemente diminui a competitividade da ferrovia frente aos outros modais.

3.7. Transporte de cargas e intermodalidade

A expectativa de crescimento do PIB brasileiro nos próximos anos impulsiona uma expansão e uma renovação do sistema de transporte de cargas. Sem esta, não será possível escoar o volume de produção para atender o incremento das exportações e a demanda do mercado interno. O acréscimo da produção de transporte compatível com o PIB em um mesmo período tende a ser no mínimo de 20% superior ao mesmo (elasticidade produção de transporte / PIB de 1,2) (MT, 2002).

O Brasil já apresenta um déficit elevado na oferta dos serviços de transporte rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial e no sistema portuário. A falta de investimentos na expansão, manutenção e modernização desses serviços já têm provocado um elevado impacto sobre a atividade econômica, representando uma desvantagem competitiva para as empresas brasileiras em relação a suas concorrentes no mercado internacional. (CONSELHO DE INFRAESTRUTURA, 2005).

O país não poderá manter um crescimento econômico sustentado, a menos que expanda o volume e melhore a qualidade dos investimentos em infra-estrutura. Inicialmente, os investimentos devem ser voltados à eliminação de gargalos de maior impacto imediato. Posteriormente, os investimentos devem ser orientados segundo uma lógica de prioridades mais elaborada, exigindo para isso um amplo planejamento estratégico governamental (encerrando também a atuação da ANTT, a Agência Nacional de Transportes Terrestres) voltado ao setor de transportes.

Um dos grandes empecilhos para o aumento da intermodalidade são os subsídios diretos e indiretos que as rodovias possuem, fato este que acaba gerando um valor de frete artificialmente baixo, desestimulando o maior uso do modal ferroviário ou o aquaviário. Governos nacionais podem também influenciar nos tipos de modais usados no transporte de cargas através de medidas aplicadas aos veículos que fazem o frete nas estradas. Licenças de veículos é freqüentemente um elemento significativo nos custos de transportes rodoviários e podem ser usados como medida para desencorajar o uso do frete rodoviário encorajando o maior uso do frete ferroviário e aquaviário. Padrões dos veículos, incluindo exigências de segurança, limites de

peso e padrões de emissão podem influenciar os veículos e até mesmo o modal usado (MICHAELIS *et al.*, 1996).

Mesmo com todos esses problemas, timidamente o transporte de cargas ferroviário e hidroviário vem ganhando espaço dentro da matriz de transporte brasileira. Os dados do GEIPOT (2001) mostram que entre 1996 e 2000 os modais que mais cresceram na atividade do transporte de carga foram o hidroviário e o ferroviário (sem contar com a participação dutoviária), com um crescimento anual de aproximadamente 10% e 5% respectivamente. Entre 2000 e 2005 a participação ferroviária na matriz de transportes nacional aumentou cerca de 30% (PNLT, 2007). Como consequência, o modal rodoviário reduziu sua participação dentro da matriz de transporte brasileira nestes períodos. A continuidade deste contexto somado à priorização no planejamento governamental e ao incentivo de segmentos de transportes menos intensivos em energia permitirá que a distribuição modal do setor de cargas se torne um pouco mais balanceada, ou seja, menos concentrada no transporte via caminhões a Diesel (MORAES, 2005).

O aumento dos investimentos na intermodalidade é fundamental para dar continuidade ao processo de crescimento econômico e para que os produtos brasileiros possam continuar competitivos no mercado internacional, fazendo com que o Brasil realmente se consolide no mercado mundial como uma potência emergente. Como a retomada de investimentos no setor de transporte é inexorável e esse investimento se fará necessário no curto prazo, está uma ótima oportunidade para o governo federal ou estadual mudar de paradigma, aumentando os investimentos em modais menos intensivos em energia e conseqüentemente menos poluidores, como as ferrovias. Como no Estado de São Paulo os principais rios são de planaltos, isto é, excelentes para produção de energia elétrica, mas não tão bons para a navegação, é de vital importância o incremento do modal ferroviário dentro da matriz de transporte paulista, principalmente no transporte de cargas.

Como cada vez mais busca-se redução nos custos logísticos e maior confiabilidade no serviço prestado, o uso de mais de um modal no Brasil surge como grande oportunidade para as empresas tornarem-se mais competitivas, visto que o modal rodoviário predomina na matriz de transporte do Brasil, mesmo para produtos/trechos onde não é o mais competitivo. Por exemplo,

o transporte rodo-ferroviário tem como vantagens em relação ao transporte rodoviário, o custo baixo do transporte ferroviário para longas distâncias e da acessibilidade do transporte rodoviário. Combinados eles permitem uma entrega na porta do cliente a um custo total menor e há um tempo relativamente maior, buscando, portanto, um melhor equilíbrio na relação preço/serviço.

Os tipos de produtos predominantemente transportados por mais de um modal são *commodities*, como minério de ferro, grãos e cimento, todos caracterizados como produtos de baixo valor agregado. Portanto, para que estes produtos sejam competitivos é indispensável um sistema de transporte eficiente, pois o custo de transporte é uma parcela considerável do valor destes produtos. A modernização do sistema ferroviário abriria oportunidades para que produtos manufaturados de maior valor agregado migrassem de modal.

Na comparação das rodovias com as ferrovias, pode-se verificar que para uma determinada distância e volume transportado, a utilização de mais de um modal é a forma mais eficiente de executar a movimentação, como pode ser visto na Tabela 3.3, que foi desenvolvida pela ATA (*American Trucking Association*) para demonstrar as características de distância e volume de maior competitividade do modal rodoviário. No trecho mais longo, os bens seriam transportados pelo modal ferroviário e nos trechos mais curtos, do terminal intermodal para o seu destino final (varejo ou indústria) seriam transportados por caminhões.

Tabela 3.3: Comparação entre os modais rodoviário e ferroviário e a opção intermodal

	Abaixo de 0,5t.	0,5 - 4,5t.	4,5 - 13,5t.	13,5 - 27t.	27 - 40t.	A cima de 40t.
Abaixo de 160 Km						
160 - 320 Km						
320 - 480 Km	Rodoviário					
480 - 800 Km						
800 - 1600 Km					Ferroviário	
1600 - 2400 Km			Competição			
A cima de 2400 Km						

Fonte: NAZÁRIO, 2001.

Observa-se pela Tabela 3.3, que o transporte rodoviário é mais vantajoso economicamente em relação ao ferroviário para cargas menores de 4,5 toneladas não importando a distância. Para cargas entre 4,5 t até 40 t, o modal mais competitivo depende da distância, quanto maior a

distância transportada mais vantajosa é o uso das ferrovias em detrimento das rodovias. Já para cargas acima de 40 t, o transporte ferroviário é mais vantajoso do que o rodoviário, excetuando-se trechos menores de 160 km, onde ocorre competição entre os dois modais.

As vantagens de se usar o modal ferroviário são muitas. Apresenta capacidade de transportar grandes volumes, com elevada eficiência energética e baixa emissões de CO₂ e outros poluentes, principalmente em casos de deslocamentos a médias e grandes distâncias. Apresenta, também, maior segurança, em relação ao modal rodoviário, com menor índice de acidentes e menor incidência de furtos e roubos. O custo do frete, cobrado pelas operadoras nas ferrovias, é 50% mais barato em relação ao transporte rodoviário. Além disso, as ferrovias oferecem rapidez e resistência a grandes cargas. A alternativa ferroviária, de fato, é importante para operadores que lidam com matérias-primas como empresas petroquímicas, que além de perigosas são transportadas em grandes volumes (PIRES, 2003).

No caso do Brasil, há distorções consideráveis quanto à capacidade de competição da alternativa intermodal, principalmente devido à infra-estrutura existente e a própria regulamentação. A Figura 3.7, a seguir, apresenta o *market-share*²³ da ferrovia em função da distância transportada. Observa-se que diferentemente dos Estados Unidos, a ferrovia no Brasil perde espaço nas longas distâncias, justamente onde ela deveria ser mais competitiva.

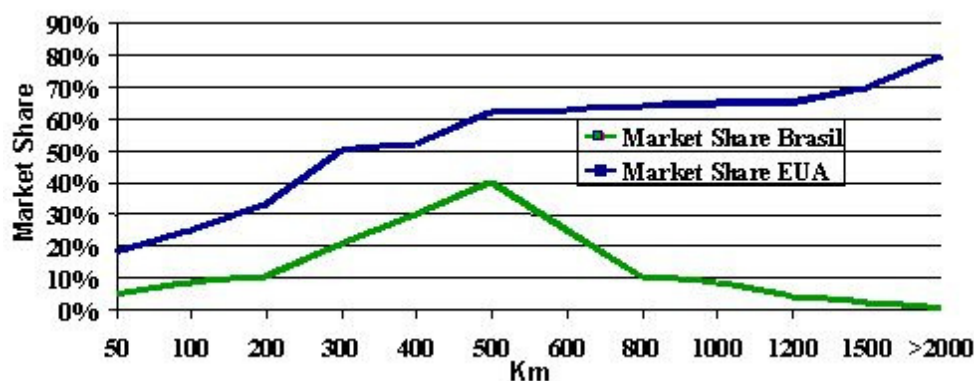


Figura 3.7: Market-share da ferrovia em relação à distância no Brasil e nos EUA

Fonte: NAZÁRIO, 2001.

²³ A expressão pode ser traduzida como participação no mercado e designa a fatia de mercado detida por uma organização.

Um dos principais entraves a uma maior eficiência das operações ferroviárias continua sendo as baixas distâncias médias percorridas fruto de um baixo nível de cooperação entre as empresas. Razões históricas são responsáveis pela falta de padronização e pela dificuldade de integração da atual malha ferroviária brasileira. As diferentes ferrovias foram construídas para atender às exigências do mercado de exportação de bens primários, ligando as áreas produtoras aos portos e atuando cada uma isoladamente. Como resultado desta evolução não planejada, tem-se, hoje, ferrovias que utilizam diferentes bitolas e, além disso, não houve o estabelecimento de eixos troncais para transporte a longas distâncias. Nas operações intermodais, os terminais possuem papel fundamental na viabilidade econômica da alternativa. O mais preocupante é que são justamente os terminais, uma das principais barreiras ao desenvolvimento da intermodalidade no Brasil.

3.7.1. Perspectivas para a substituição intermodal

A estratégia de desenvolvimento para os transportes do Governo Federal, nos próximos anos, compreende a promoção da integração continental por meio da interligação viária com os países limítrofes e apoio ao comércio exterior, além de estímulo a multimodalidade, promovendo aquela com menor custo operacional. Desde o plano plurianual de 2004-2007, o Ministério dos Transportes, objetivava, além de minimizar os custos no setor de transportes, promover o uso do modal ferroviário e hidroviário bem como incrementar a intermodalidade (MT, 2003). As perspectivas do MT eram que já em 2006 houvesse um equilíbrio na matriz de transporte entre a participação rodoviária e a participação ferroviária-hidroviária e que após uns 10 anos os modais ferroviário e hidroviário somados superassem e muito a participação do modal rodoviário dentro da matriz de transportes brasileira, como pode ser observado na Figura 3.8 a seguir.

Apesar de a participação ferroviária ter alcançado 26% e a participação aquaviária ter atingido 13% (PNLT, 2007), sabe-se que essa projeção está ainda longe de ser concretizada. Para que a projeção esperada pelo Ministério dos Transportes se concretizasse, seria necessário o direcionamento de grande volume de recursos, fato que não ocorreu na última década, nem por parte do governo, nem por parte das concessionárias.

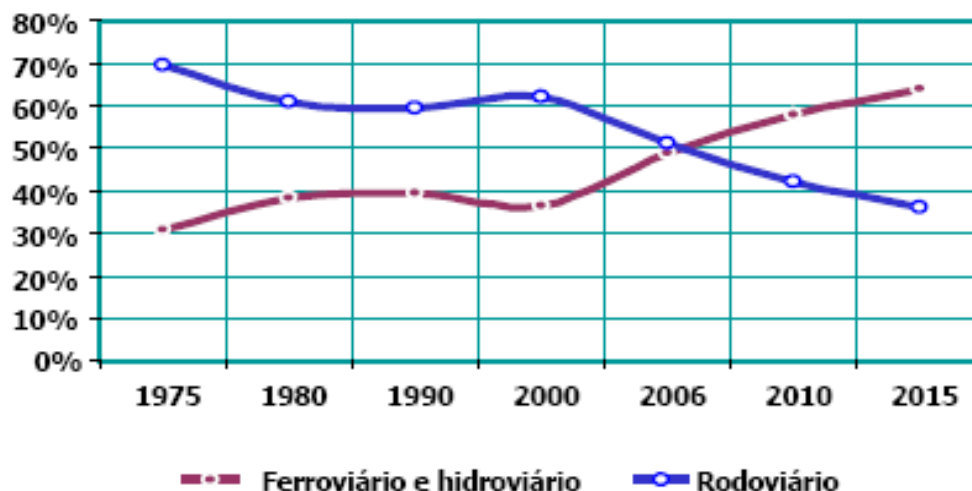


Figura 3.8: Evolução e projeção da participação da atividade (t-km) dos modais entre 1975 a 2015

Fonte: MT, 2003, apud Moraes, 2005.

Pode-se notar, que apesar do desenvolvimento da multimodalidade ser um dos principais objetivos do Ministério do Transporte, já que desde o PPA de 2002-2003, o MT ressalta a necessidade de modificação da estrutura de produção interna de transporte com privilégio às ferrovias e às hidrovias (MT, 2002), até a presente data de conclusão desse Trabalho, a matriz de transporte brasileira não passou por mudanças significativas. Embora nos últimos anos nota-se uma melhora no quadro político-econômico brasileiro em relação aos investimentos em infraestrutura nos modais outrora negligenciados.

Após o início do processo de privatização das ferrovias e portos, o sistema de transporte no Brasil, que ficou vários anos sem receber investimentos significativos²⁴, iniciou uma retomada

²⁴ Segundo a ANTF (2008), nos últimos dez anos, as concessionárias de transporte ferroviário fizeram investimentos que, somados, chegam próximos a R\$ 14,5 bilhões. Recursos esses aplicados em aquisição e recuperação de material rodante, melhorias na via permanente, introdução de novas tecnologias, capacitação de pessoal e também em campanhas educativas de segurança. Em 2008, as empresas ferroviárias estimam investir o valor recorde de R\$ 2,58 bilhões. A previsão ainda mais animadora é que até 2015 a iniciativa privada invista R\$ 32 bilhões.

dos investimentos em infra-estrutura²⁵, principalmente ferroviária²⁶, por parte das concessionárias, embarcadores e prestadores de serviços logísticos.

Atualmente, o Brasil conta com um estoque de pacotes para as melhorias prioritárias na infra-estrutura de transportes. A importância das ferrovias, por exemplo, é reconhecida no PNLT (Plano Nacional de Logística de Transportes), que prevê para o transporte sobre trilhos uma participação de 32% da matriz de transporte em 2025, índice bem próximo do que é proposto para as rodovias de 33% (PNLT, 2007).

Até o fechamento do presente Trabalho, o PNLT ainda estava em fase final de desenvolvimento pelo Ministério dos Transportes (MT), em cooperação com o Ministério da Defesa (MD), através do CENTRAN (Centro de Excelência em Engenharia de Transportes), apesar do seu Relatório executivo já estar disponível no site do MT.

Os objetivos fundamentais do PNLT são: 1-) a retomada do processo de planejamento no setor dos transportes, dotando-o de uma estrutura permanente de gestão e perenização desse processo, com base em um sistema de informações georreferenciadas contendo todos os principais dados de interesse do setor; 2-) a consideração dos custos de toda a cadeia logística que permeia o processo que se estabelece entre as origens e os destinos dos fluxos de transporte, levando à otimização e racionalização dos custos associados a essa cadeia, ao invés da simples consideração dos custos operacionais das diversas modalidades de transporte envolvidas; 3-) Um terceiro objetivo é a necessidade de efetiva mudança, com melhor equilíbrio, na atual matriz de transporte de cargas do país, na medida em que a otimização e a racionalização citadas acima estão associadas ao uso mais intensivo e adequado das modalidades ferroviária e aquaviária,

²⁵ Segundo a ANTF(2008), desde o início do atual modelo de concessão, a malha ferroviária praticamente não foi ampliada, embora os cofres públicos possuem recursos para isso. Uma das reivindicações da ANTF é que o Governo Federal utilize os pagamentos de impostos, concessão e arrendamento, montante que representa atualmente, cerca de R\$ 7 bilhões, na expansão da malha e na solução de gargalos, pois são obrigações contidas nos contratos de concessão.

²⁶ Segundo a ANTF (2008), como resultado dos investimentos da iniciativa privada, a produção ferroviária nacional deve atingir no final de 2008 280,6 bilhões de TKU. Em 1997, registrou 137,2 bilhões contra 257,4 bilhões de TKU em 2007, aumento de 75,8% nos últimos dez anos. A média de crescimento na movimentação de cargas tem sido de 5,5% ao ano e as perspectivas de crescimento não param. O transporte de produtos por contêineres aumentou 64 vezes de 1997 para 2007, passando de 3,4 mil para cerca de 220 mil contêineres. Além do aumento das cargas tradicionais: minérios, siderúrgicos e agrobusiness.

tirando partido de suas eficiências energéticas e produtividades no deslocamento de fluxos de maior densidade e distância de transporte.

Assim, foi dada ênfase a ações e projetos de adequação e expansão dos sistemas ferroviário e aquaviário (na navegação interior, de cabotagem e de longo curso) buscando sua melhor integração multimodal com o sistema rodoviário, para o qual se propõe um concentrado esforço de restauração e manutenção, acompanhado de algumas importantes obras de construção, pavimentação e ampliação de capacidade.

Na medida em que esses projetos e ações forem concretizados, será possível alterar, em um horizonte entre 15 e 20 anos, a participação do modal ferroviário dos atuais 25% para 32% e do aquaviário de 13% para 29%. Os modais dutoviário e aéreo evoluíram para 5% e 1% respectivamente. O modal rodoviário, hoje com 58%, participaria, então, com “apenas” 33% na matriz brasileira de transporte de cargas, integrando-se ao sistema multimodal de transportes por meio do carregamento e distribuição de ponta, nos terminais de integração e transbordo, bem como para o transporte de cargas de maior valor específico a distâncias pequenas e médias e para a distribuição urbana e metropolitana. Espera-se, assim, que a eficiência e produtividade do sistema de transportes brasileiro cresçam, melhorando seu desempenho operacional e a sua rentabilidade.

Soma-se a isso a criação por parte do Governo Federal do Programa de Aceleração do Crescimento²⁷ (PAC). Lançado, em 22 de janeiro de 2007, o Governo Federal destinou uma grande verba do PAC para o setor de transportes. O programa, que tem como objetivo alavancar o crescimento do país poderá auxiliar o Governo a vencer um dos seus grandes desafios, que é alterar a matriz de transportes brasileira, sendo que uma de suas prioridades é a ampliação da infra-estrutura de transportes do país, como portos, ferrovias e rodovias. Os projetos de transportes terrestres no âmbito do Ministério dos Transportes serão contemplados com uma verba de R\$ 55,3 bilhões entre 2007 e 2010. Especificamente para o setor ferroviário estão previstos no PAC, R\$ 7,9 bilhões até 2010 (MP, 2007).

²⁷ O PAC está integrado ao PNLT, no que diz respeito ao seu horizonte 2008-2011.

Em relação às iniciativas paulistas de aumento da participação ferroviária na sua matriz de transporte, a Secretaria de Transportes do Estado de São Paulo, criou em 2000 o PDDT-Vivo. O PDDT-Vivo almeja elevar a produção ferroviária em São Paulo quase 13 vezes até o ano 2020, em relação ao ano 2000, aumentando a participação ferroviária dentro da matriz de transportes de cargas no Estado de SP em cerca de 400% no mesmo período (PDDT-Vivo, 2000).

Pelos dados expostos, percebe-se que o problema das emissões de GEE, devido ao consumo de Diesel do setor de transporte de cargas no Estado de SP, que atualmente já é elevado, tende a se tornar ainda maior no futuro devido ao envelhecimento da frota e principalmente ao crescimento econômico. O que revela a necessidade do setor de transporte de cargas adotar, o quanto antes, um plano de ação, a fim de mitigar as emissões de GEE.

Um plano de ação eficiente para a mitigação das emissões de GEE do setor de transporte de cargas seria uma diminuição da participação do modal rodoviário na matriz de transporte de cargas, que seria suprido por um aumento da participação do modal ferroviário. Além da diminuição das emissões de GEE, tal medida poderia reduzir os custos totais relacionados ao transporte, aumentando a competitividade dos produtos, tanto no mercado interno, como no mercado externo. Abrindo novas oportunidades de negócios e geração de empregos para o país. Esse menor custo no transporte, pode também refletir numa diminuição dos preços no varejo, beneficiando o consumidor comum.

Esse Capítulo encerra-se mostrando a importância do setor de transportes mundial para a economia e a importância do sistema de transporte de cargas do Estado de São Paulo para o Brasil. Mostrou também as principais causas do desbalanceamento da matriz de transporte brasileira, principalmente a de carga, bem como as perspectivas e a importância para a implementação da intermodalidade rodo-ferroviária em território nacional.

O próximo Capítulo aborda o consumo de energia e as emissões de GEE do setor de transportes.

Capítulo 4

Consumo de energia e emissões de gases de efeito estufa do setor de transportes

Esse Capítulo trata do consumo de energia (principalmente de derivados de petróleo) e das emissões de gases de efeito estufa do setor de transporte, com ênfase no Estado de São Paulo. Mostra os limites para expansão do consumo de petróleo no Brasil e as metodologias do IPCC para contabilização das emissões de gases de efeito estufa.

4.1. Características do consumo de energia do setor de transportes mundial

Segundo o IPCC (2007), do total da energia utilizada pelo setor de transportes, cerca de 95% provêm dos derivados de petróleo, principalmente óleo Diesel (23,6 EJ – 10^{18} Joules – ou cerca de 31% do total de energia utilizada pelo setor) e gasolina (36,4 EJ ou 47%). Os setores industrial e residencial por sua vez, utilizam uma maior variedade de fontes de energia. O setor de transporte, diferentemente dos setores industrial e residencial não possui alternativas de curto prazo para ampla substituição dos derivados do petróleo, caso ocorra alguma crise de abastecimento. A grande exceção mundial fica por conta do Brasil, que devido ao Programa Proálcool e futuramente ao PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel), quando este for produzido em maior escala, possui respectivamente dois substitutos renováveis para a gasolina e o Diesel, os dois principais combustíveis do setor de transportes. O grande problema do uso de combustíveis alternativos, principalmente provenientes de fontes renováveis é o seu custo, geralmente maior do que dos combustíveis fósseis. Mas isso ocorre, pois não são

computadas as muitas externalidades que o uso dos combustíveis fósseis causa na sociedade. Se todos os custos ambientais e da saúde fossem incorporados ao uso de veículo movido a combustíveis fósseis, seriam viabilizadas várias alternativas ao transporte tradicional, menos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

Entre 1990 e 2005, o consumo mundial de energia cresceu 23%. Os setores econômicos que apresentaram os maiores crescimentos no período foram os setores de serviço e de transportes, apresentando um aumento de 37% (IEA, 2008a). A Figura 4.1, a seguir, mostra a distribuição do consumo de energia mundial por setores econômicos no ano de 2005.

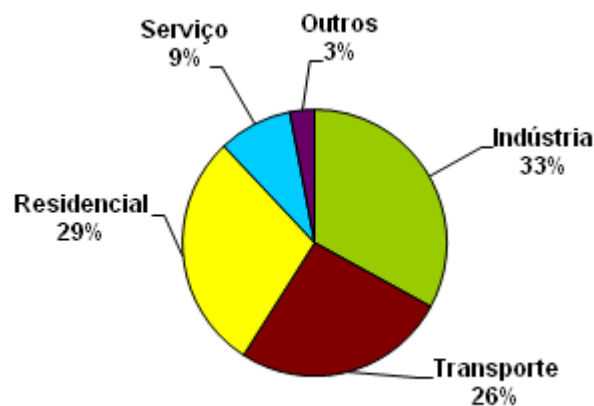


Figura 4.1: Participação do consumo mundial de energia por setor econômico

Fonte: IEA, 2008a.

A análise da Figura 4.1 mostra que em 2005, a indústria transformadora foi o setor que apresentou o maior consumo mundial de energia, seguido pelo setor residencial e transporte com 29% e 26% respectivamente (IEA, 2008a).

O petróleo é a principal fonte de energia utilizada pelas sociedades contemporâneas, do total de 7.912×10^6 tEP²⁸ de energia consumida no ano de 2005, 43,4% foi gerada graças à queima de petróleo e seus derivados (MME, 2007). Entre todos os setores que consomem

²⁸ tEP: tonelada equivalente de petróleo. O conteúdo energético de 1 tEP é função do tipo de petróleo utilizado como padrão.

petróleo e seus derivados, o setor de transportes é mundialmente o mais importante, conforme se pode observar na figura a seguir.

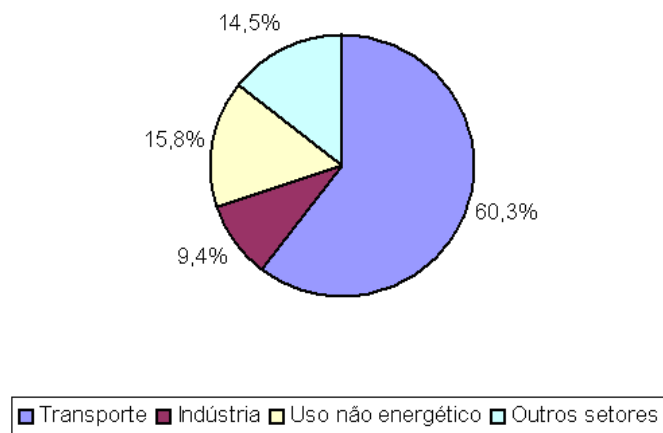


Figura 4.2: Distribuição mundial do consumo de petróleo por setor no ano de 2005

Fonte: MME, 2007.

Nota: Outros setores incluem agricultura, serviço comercial e público, residencial e não-especificado.

De acordo com os dados anterior, o setor de transporte consumiu petróleo na forma de seus derivados (gasolina, óleo Diesel, gás liquefeito de petróleo²⁹ (GLP), querosene de aviação e óleo combustível) mais da metade (60,3%) de toda a produção mundial de petróleo do ano de 2005, que foi de 3.431×10^6 tEP (MME, 2007). Apesar da subida dos preços do petróleo e preocupações sobre as mudanças climáticas globais, a utilização de energia pelos transportes continua crescendo no mundo todo. Elevadas taxas de crescimento são previstas para o setor durante as próximas décadas (IEA, 2008b).

4.2. Consumo de energia pelo setor de transporte brasileiro

No ano de 2005, no Brasil, o modal rodoviário consumiu 48,043 milhões tEP, de um total de 52,459 milhões tEP consumidos pelo setor de transporte em 2005, contabilizando 28,7% do total de energia consumida no país (MME, 2007). Mas, de acordo com o PNLT (2007), apesar de consumir mais de 91,6% da energia do setor de transportes, o modal rodoviário transportou 95% dos passageiros e apenas 58% das cargas no ano de 2005.

²⁹ O GLP não é utilizado como combustível para o setor de transportes no Brasil.

A participação do petróleo no consumo final de energia alcançou 33% em 1970, aumentou para 43% em 1979 e caiu para 31% em 1995, atualmente está em torno de 42% (MME, 2007). Em 2006, o setor de transportes brasileiro consumiu cerca de 49,2% dos derivados de petróleo e gás natural produzidos no país (MME, 2007). Na Figura 4.3, a seguir, pode-se observar a evolução do consumo de derivados de petróleo pelos diferentes setores da economia no Brasil nos últimos 20 anos (1987 a 2006).

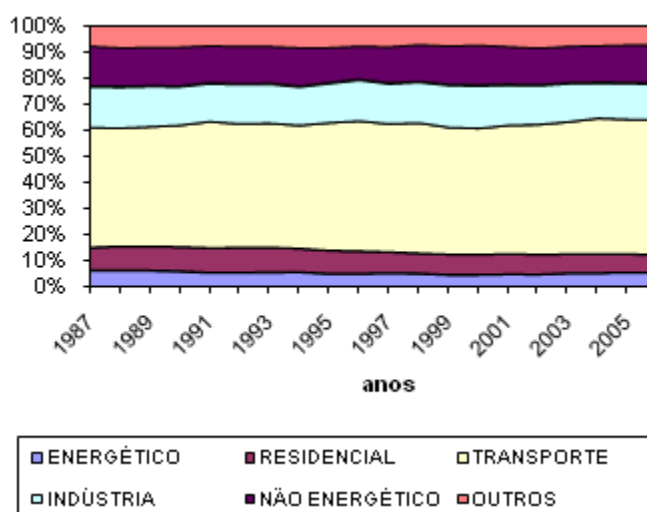


Figura 4.3: Consumo total de derivados de petróleo por setor da economia brasileira

Fonte: MME, 2007.

Nota: Outros incluem o setor comercial, público e agropecuário.

Pelos dados da figura anterior, pode-se notar a importância do setor de transportes em relação aos demais setores da economia no consumo de derivados de petróleo no Brasil. Em 1987, o setor de transporte consumiu 24.958 mil tEP dos derivados de petróleo, que correspondia a 46,5% do total de energia final consumido no Brasil. Em 2006 o consumo do setor de transporte foi de 44.720 mil tEP, que correspondia a 52,44%, um aumento absoluto de 79% em vinte anos. Já a participação relativa do setor do setor de transporte no consumo final de energia no país cresceu 5,94% entre 1987 e 2006 (MME, 2007).

Mesmo possuindo intensidade energética superior aos modais ferroviário e hidroviário, o transporte rodoviário é o mais utilizado dentre todos os modais do setor de transportes brasileiro. No Brasil, no ano de 2006, o modal rodoviário foi responsável pelo consumo de 92,11% da energia total utilizada pelo setor de transportes (MME, 2007). Essa alta porcentagem é altamente

condizente com a divisão modal apresentada pelo Brasil no transporte de cargas e de passageiros, conforme analisado no Capítulo anterior do presente Trabalho. A figura a seguir mostra composição do uso de energia entre os diferentes modais nos anos de 1986 e 2005.

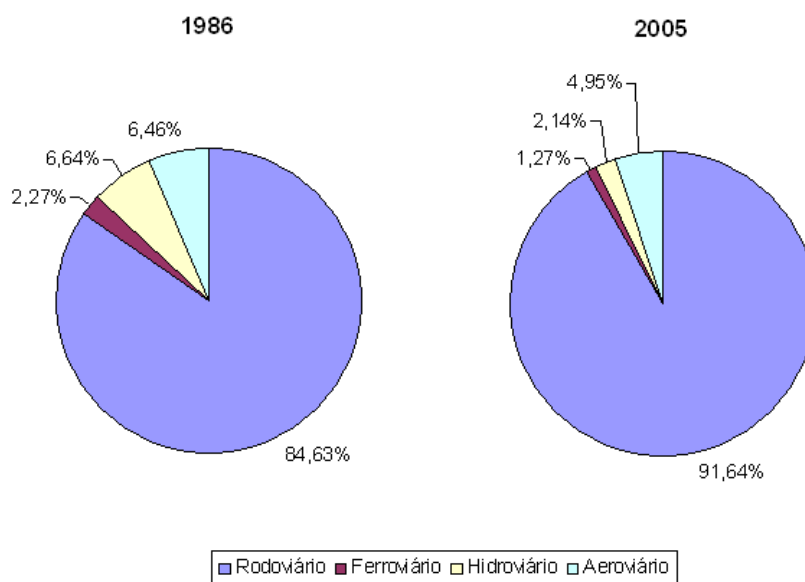


Figura 4.4: Composição percentual do uso de energia entre os diferentes modais no Brasil – 1986 e 2006

Fonte: MME, 2007.

Pelos dados da figura anterior, pode-se observar, que os modais ferroviário e hidroviário consumiram em 2005 apenas 3,41% de toda a energia utilizada pelo setor de transporte e transportaram 38% do total das cargas do país. Na quantidade absoluta de energia consumida, o modal ferroviário oscilou no período considerado entre 706 mil tEP (1986) até aproximadamente 666 mil tEP (2005). Já o modal hidroviário registrou queda significativa no seu consumo de energia, passando de 2.067 mil tEP em 1986 para 1.124 mil tEP em 2005, uma queda de cerca de 45% no período (MME, 2007).

Apesar de ser o modal que apresenta o maior crescimento mundial de consumo de energia, o modal aeroviário brasileiro apresentou queda na participação do consumo de energia total do setor de transporte nos últimos 20 anos. Sua participação declinou 1,51%, passando de

6,46% em 1986 para 4,95% em 2005. Porém, seu consumo absoluto³⁰ teve um aumento significativo de 29%, passando de 2.011 mil tEP, em 1986, para 2.596 mil tEP em 2005, mostrando a importância crescente do modal aeroviário na matriz de transporte do setor de transportes brasileiro (MME, 2007). A partir desses dados observa-se que é muito mais eficiente energeticamente transportar a carga pelos modais ferroviário e aquaviário que pelo modal rodoviário, onde o consumo de energia por tonelada-quilômetro transportada é maior.

A Figura 4.5, a seguir, apresenta a evolução histórica da utilização das diferentes fontes de energia pelo setor de transportes no período de 1970 a 2006.

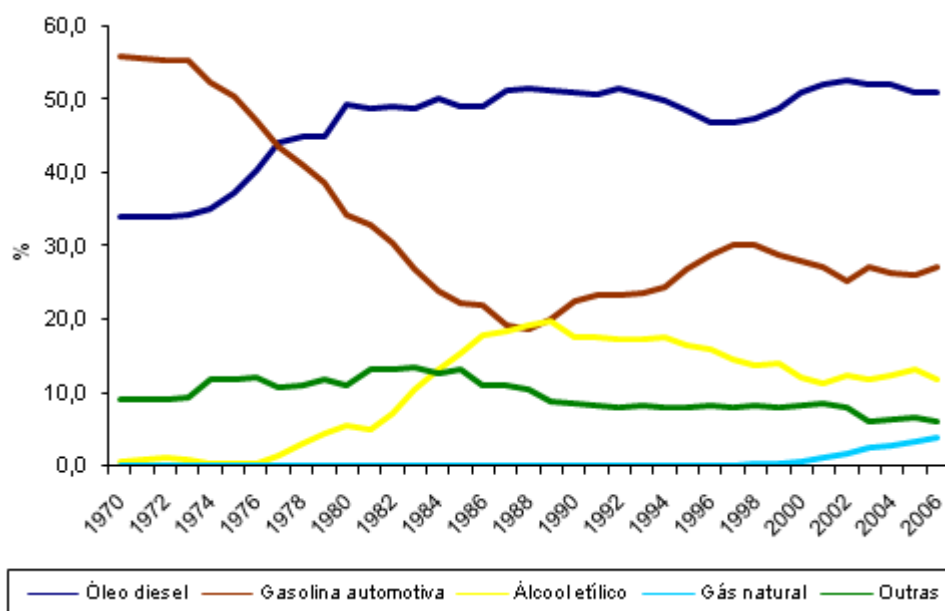


Figura 4.5: Participação no consumo do setor de transportes das diferentes fontes de energia

Fonte: MME, 2007.

Pelos dados da figura anterior, observa-se que desde o início dos anos 1980, o consumo de óleo Diesel, sempre se manteve em primeiro lugar e relativamente constante, com taxas variando entre 45% e 50%, mostrando a importância desse energético no setor de transporte brasileiro. Enquanto que o consumo do álcool etílico e da gasolina variou muito no período, sempre em decorrência da volatilidade do preço do petróleo internacional. Já nesse novo milênio, o gás natural surge como uma nova alternativa para a diversificação das fontes de energia do

³⁰ Em 2001 o modal aeroviário consumiu 3271 mil tEP.

setor de transporte, mesmo que ainda em 2006, apresentar pequena participação na matriz energética do setor de transporte.

4.3. Limites para expansão do consumo de petróleo no Brasil

Seguindo as tendências mundiais, a frota brasileira de veículos automotivos vai aumentar nos próximos anos³¹. Os principais fatores limitantes para a expansão do setor de transporte e conseqüentemente para a expansão do consumo de petróleo no Brasil são os problemas ambientais decorrentes da queima de combustíveis fósseis e a disponibilidade futura de petróleo, já que o setor de transportes é altamente dependente de derivados de petróleo, principalmente o setor de transportes de cargas rodoviário, que depende quase exclusivamente do óleo Diesel. Nos próximos anos, com o progressivo aumento de biodiesel misturado no Diesel o setor rodoviário de cargas tende a se tornar um pouco menos dependente do petróleo.

A dependência do funcionamento dos setores econômicos em uma determinada fonte de energia não é uma estratégia desejável. A diversificação do consumo de combustíveis, das possibilidades de suprimento, das rotas logísticas, etc. fornece a uma nação a capacidade de flexibilidade frente a desequilíbrios mercadológicos ou oscilações político econômicas. Numa perspectiva mundial, o setor que apresenta a maior rigidez neste sentido é o setor de transportes. Como conseqüência, oscilações no preço do petróleo repercutem fortemente no mercado doméstico, afetando indiretamente o preço de alimentos e outros produtos cujo custo do frete é relevante. Por outro lado, estas oscilações podem provocar uma limitação na circulação de pessoas e bens desvantajosa para sociedade, afetando desta forma a economia como um todo (MORAES, 2005).

Para que o setor de transportes brasileiro cresça de forma a não entrar o crescimento econômico, um volume cada vez maior de derivados de petróleo é necessário. Para conseguir atender essa demanda de combustíveis, a indústria petrolífera brasileira necessita continuamente

³¹ Pois, nos países em desenvolvimento como o Brasil, as frotas estão longe do ponto de saturação, ou seja, o setor rodoviário ainda apresenta um grande potencial para a expansão e, como conseqüência, a atividade dos transportes nestes países tende a sofrer um aumento considerável.

expandir sua capacidade de refino. No Brasil, a Petrobras³² é a empresa que detinha o monopólio da exploração de petróleo e da produção dos seus derivados até 1997. No mesmo ano, foi criada a ANP (Agência Nacional do Petróleo), para regular, fiscalizar e contratar as atividades do setor petrolífero.

As limitações na capacidade de refino no país não permitem que o nível da carga processada se equilibre com a demanda de derivados neste horizonte de tempo. Sendo assim, o país continua dependente de importações para atender o mercado interno. Neste ponto, observa-se que mesmo com previsões de volume importado relativamente estáveis, as oscilações no preço do petróleo e do valor da moeda nacional podem trazer um nível de instabilidade considerável no dispêndio com importações (MORAES, 2005). Este fato é atenuado pelo aumento paralelo das exportações de derivados de petróleo que, no entanto, ainda não são suficientes para garantir um superávit comercial, conforme pode-se observar na Figura 4.6.

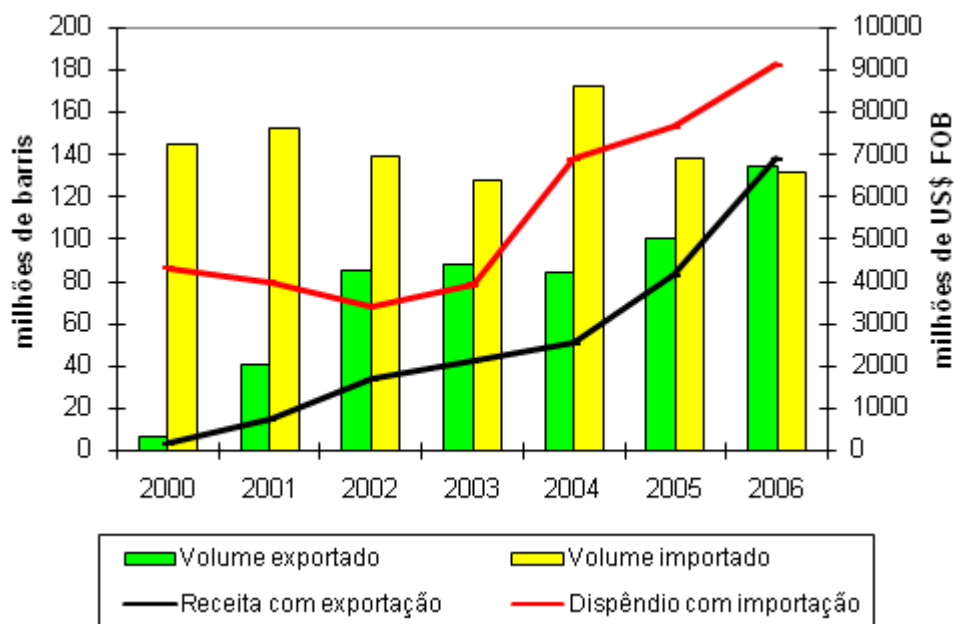


Figura 4.6: Balança Comercial dos derivados de petróleo (2000 - 2006)

Fonte: ANP, 2007.

³² A Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, também conhecida como Lei do petróleo, é a lei que marca a flexibilização do monopólio das atividades relacionadas à exploração e produção de petróleo e gás natural no Brasil, o qual era exercido pela Petrobrás até aquela data. Desta forma, foi concedida às demais empresas da área petrolífera a possibilidade de atuar em todos os elos da cadeia do petróleo, comumente designada como do poço ao posto (ou em inglês *from well to wheel*), enquanto até o advento desta lei as mesmas só podiam atuar no setor do *downstream*.

Por meio de investimentos da ordem de bilhões de reais, a Petrobras avançou significativamente nas atividades de exploração e produção de petróleo, permitindo uma tendência declinante da dependência externa brasileira de petróleo e derivados que chegava a 50% no início da década de 90 e atualmente apresenta volumes exportados de derivados de petróleo maiores que volumes importados de derivados, conforme pode-se observar na figura anterior (ANP, 2007).

O desequilíbrio da matriz de transporte brasileira acaba gerando desequilíbrio na demanda de derivados, onde o consumo do óleo Diesel é preponderante e crescente. No ano de 2002, ao mesmo tempo em que o Diesel representou a maior parcela do refino, cerca de 39,5% do total, foi o produto mais importado, com aproximadamente 36,2% do volume total. No mesmo ano, o Brasil obteve uma superprodução de gasolina nas refinarias, com excedente de cerca de 23%, que representou 27,4% das exportações de energéticos do Brasil (ANP, 2003). Outro energético que exerce forte pressão sobre o parque de refino, é o querosene de aviação (QAV).

Outro fator limitante para a expansão do consumo de petróleo pelo Brasil é a questão ambiental. Pelo menos até 2012, quando finda o primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto, o Brasil não tem muito com que se preocupar em termos de emissões de dióxido de carbono, já que o país não possui metas de emissões de GEE a cumprir nesse primeiro período de compromisso do Protocolo (2008 a 2012). Mas, em virtude do acelerado³³ aumento da concentração de CO₂ na atmosfera e dos efeitos do aquecimento global, não é improvável que no futuro o Brasil tenha metas a cumprir. Não só o Brasil, mas também China e Índia. Pois mesmo sendo países em desenvolvimento e historicamente tendo contribuído muito menos para o aquecimento global do que os países da OCDE, suas emissões têm crescido demasiadamente nas últimas décadas e a tendência é que continue aumentando em virtude do crescimento econômico e da expansão populacional. Um dos setores que alavanca esse aumento das emissões de GEE é o setor de transporte, devido não só ao aumento da frota, mas também à existência de mecanismos de controle de emissão de poluentes menos rigorosos, se comparado à maioria dos países desenvolvidos.

³³ Cinquenta por cento dos 2,3 trilhões de toneladas de CO₂ lançados à atmosfera nos últimos 200 anos tiveram sua liberação concentrada no período de 30 anos, entre 1974 e 2004 (IPCC, 2007).

Nas últimas décadas, o Brasil, em decorrência do estilo de desenvolvimento³⁴ adotado vem aumentando a poluição atmosférica. Em 1999, a indústria era a atividade econômica que mais emitia CO₂, produzindo 38% das emissões, seguido pelo setor de transportes com 33% (MATTOS, 2001). Nos últimos anos, em virtude do parque industrial brasileiro sofrer maiores pressões por parte dos órgãos que controlam a poluição nos centros urbanos, este passou a incorporar muito mais tecnologias “limpas” do que o setor de transporte, diminuindo sua participação para 28%. Conseqüentemente, o setor de transporte passou para o primeiro lugar em termos de emissão de CO₂, com 36% (FBMC, 2006).

Tanto o Brasil, quanto o mundo não tem conseguido obter muito sucesso em programas de efficientização capazes de reduzir a crescente demanda por energia no setor de transporte. Nos últimos 20 anos, o setor industrial, consumiu cerca de 68% mais energia em 2006 do que no ano de 1987. Já o setor de transporte, aumentou seu consumo no mesmo período em cerca de 73% (MME, 2007). Tomando apenas como referência os derivados de petróleo, a concentração do setor de transporte continua evidente, pois o mesmo consumiu cerca 44% dos derivados de petróleo no ano de 2006 (MME, 2007). O grande responsável por esse aumento de consumo de energia do setor de transporte foi e é o modal rodoviário. O maior problema dessa crescente participação do modal rodoviário refere-se à alta concentração no consumo de Diesel (principalmente na movimentação de cargas) e da gasolina (principalmente na movimentação de passageiros), gerando um desbalanceamento da matriz energética do setor de transporte, em virtude da utilização altamente concentrada de apenas duas fontes.

Caso o setor de transportes mantivesse uma matriz mais equilibrada, a demanda por fontes de energia também estaria mais bem distribuída entre o óleo combustível (utilizado no modal hidroviário), a eletricidade (utilizada no transporte ferroviário e metroviário) e o óleo Diesel e a gasolina (transporte rodoviário), reduzindo assim as pressões sobre o parque de refino.

A dependência de Diesel importado para o transporte baseia-se no fato das limitações técnicas da quantidade de Diesel que pode ser extraído de cada barril, quantidade que flutua

³⁴ Baseado em exportação de produtos primários. Possuem baixo valor agregado e alto consumo energético, principalmente aço e alumínio.

próximo aos 34% (RIBEIRO *et al.*, 2003). Em 1978, esse patamar era de 28%, demonstrando os esforços feitos pelo Brasil para adaptar sua refinaria com o mercado de transporte (RIBEIRO *et al.*, 2003). Embora essa produção de óleo Diesel resulte em excedente de gasolina, esta não achará mercado se uma produção em larga escala for introduzida. Esse excesso de gasolina deve ser exportado, mas há somente um país com mercado grande para absorver essa demanda: os EUA. Porém, neste país, o custo da gasolina está em um patamar muito inferior ao preço praticado no Brasil, gerando perdas de receita. Isso explica a falta de interesse do setor petroleiro brasileiro, de assegurar o sucesso da expansão do Proálcool no país (RIBEIRO *et al.*, 2003).

Outro aspecto econômico importante é a consequência direta da matriz de transporte no preço do óleo Diesel, comparado com a gasolina. Em quase todos os países, esses preços são próximos, enquanto no Brasil, o Diesel custa metade do preço da gasolina. Isso reflete no subsídio pago pela sociedade como um todo para cobrir alguns dos custos do transporte de carga e passageiros canalizados através de distribuidores. O preço não real encoraja os consumidores a comprar mais veículos a Diesel, criando um círculo vicioso (RIBEIRO *et al.*, 2003).

4.4. Consumo de energia pelo setor de transporte no Estado de São Paulo

A Figura 4.7, a seguir, representa de forma sintética o fluxo global de energia das atividades econômicas inerentes ao Estado de São Paulo no ano de 2006. Observa-se que a oferta total atingiu 841.848×10^9 kcal, composta em sua maior parte pelo petróleo (46,0%) e cana-de-açúcar (28,8%). A energia hidráulica participa com 8,0%, o gás natural com 5,1%, o carvão mineral com 2,3% e as demais fontes primárias com 9,8% completam a participação.

Com relação à utilização da oferta total de energia, quase a metade foi para os setores industrial e de transportes que consumiram 28,7% e 18,7%, respectivamente. O restante foi utilizado assim: 25,0% para exportação, exportação estadual, transformação e ajustes de energia, 12,7% para usos não energéticos, 4,8% para o setor residencial, 7,2% para os demais setores e 2,9% para perdas diversas. A Tabela 4.1, a seguir, representa a estrutura de consumo final energético do Estado de São Paulo para os anos de 1981, 1986, 1991, 1996, 2001 e 2006.

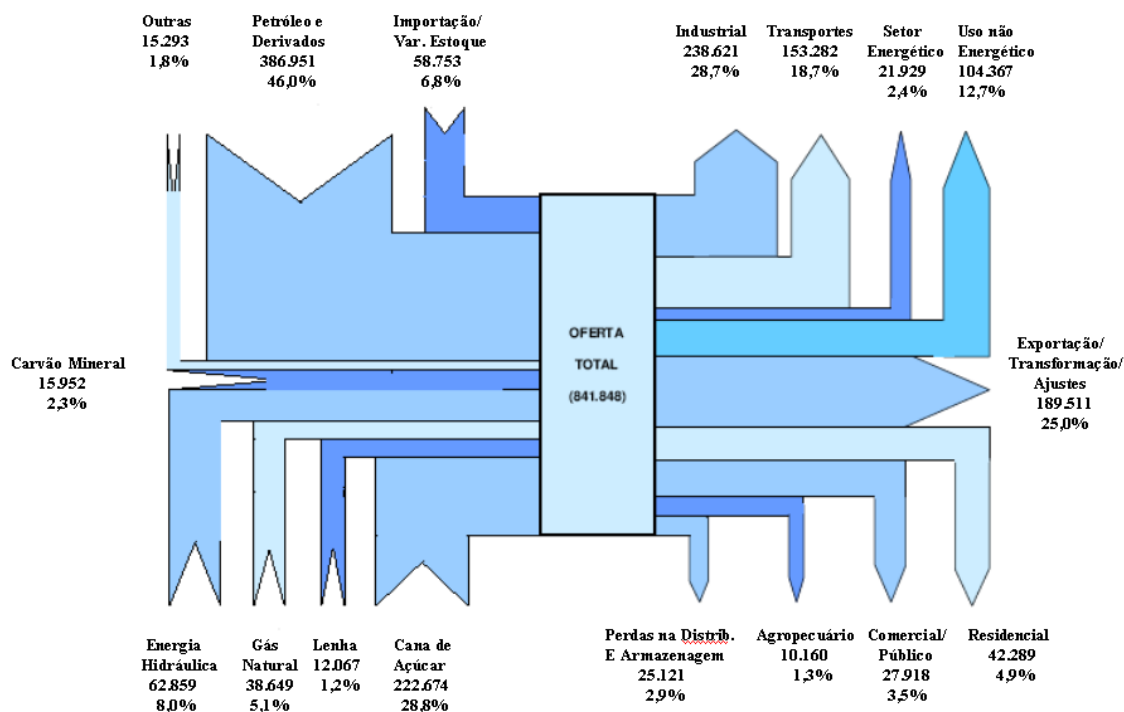


Figura 4.7: Matriz energética do Estado de São Paulo 2006 – 10⁹ kcal
 Fonte: BEESP, 2007

Tabela 4.1: Estrutura do consumo final de energia por fonte no Estado de São Paulo – 1981, 1986, 1991, 1996, 2001 e 2006

Fonte	1981	1986	1991	1996	2001	2006
Deriv. petróleo	59%	46%	44%	48%	47%	36%
Biomassa	16%	22%	21%	19%	21%	24%
Eletricidade	17%	20%	20%	19%	20%	21%
Álcool etílico	2%	6%	7%	7%	3%	5%
Gás natural	0%	0%	1%	2%	4%	8%
Outras	6%	6%	7%	5%	5%	6%

Fonte: BEESP, 2007.

A análise da Tabela 4.1, mostra a adaptação relativamente rápida da oferta às condições adversas impostas pelos sucessivos choques de preços do petróleo, isto é, apontando para uma maior participação da biomassa e do gás natural em detrimento dos derivados do petróleo.

Observa-se que em 1981, os derivados de petróleo, apesar de terem recuado em seu desempenho nos anos anteriores, ainda detinham uma participação de 59% do consumo final, a biomassa 16%, a eletricidade 17% e o restante dos energéticos 8%. Em 1986, a parcela relativa aos derivados de Petróleo diminuiu para 46%, mantendo-se próximo desse patamar em 1991 e 1996, subindo para 47% em 2001, voltando a decrescer para 36% em 2006.

A biomassa que havia conquistado uma participação de 22% em 1986 decresceu ao longo dos anos até atingir 21% em 2001, retomou o crescimento e em 2006 participou com 24%. A eletricidade manteve uma participação média de 20% no período de 1986 a 2006. O Álcool Etílico que em 1981 participou com 2%, cresceu até atingir 7% em 1991, mantendo-se no mesmo patamar em 1996, decresceu posteriormente, registrando 3% em 2001 e atingiu 5% em 2006. O Gás Natural despontou em 1991 com 1%, foi crescendo gradativamente, até fechar no ano de 2006 com 8% de participação na matriz energética paulista. Em relação ao setor de transportes paulista, o predomínio do uso de derivados de petróleo é ainda maior, com 80,5%, conforme pode-se observar na Figura 4.8, a seguir.

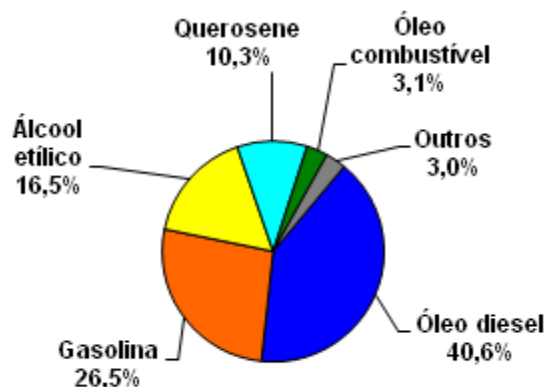


Figura 4.8: Fontes energéticas utilizadas no setor de transporte do Estado de São Paulo no ano de 2006

Fonte: BEESP, 2007.

Mais da metade dos 80,5% é devido apenas ao uso do óleo Diesel (40,6%). A gasolina (26,5%), o querosene (10,3%) e o óleo combustível (3,1%) completam a participação dos derivados de petróleo. O álcool etílico com participação de 16,5% configura-se como uma fonte energética de destaque. O item Outros foi composto pelo gás natural (2,9%) e eletricidade (0,1%).

O setor de transporte do Estado de São Paulo consumiu, no ano de 2006, 25,9% da energia para uso final dentre todos os setores econômicos do Estado. A maioria da energia utilizada pelo setor de transportes do Estado é consumida pelo modal rodoviário (cerca de 85,1%), seguido pelo modal aeroviário, com aproximadamente 10,4%. Os modais ferroviário e hidroviário possuem participações mais modestas no consumo de energia do setor de transporte do Estado, com aproximadamente 0,9% e 3,6% respectivamente (BEESP, 2007).

Em termos absolutos o setor de transporte do Estado de São Paulo aumentou consideravelmente seu consumo de energia no período compreendido entre os anos 1993 a 2006, passando de 112.221×10^9 kcal em 1993 para 157.583×10^9 kcal em 2006, conforme indicam os dados da Tabela 4.2 a seguir. O aumento foi de aproximadamente 40%. O setor de transporte vinha anualmente crescendo seu consumo até o ano 2000. A diminuição nos últimos sete anos foi devido ao grande aumento do preço da gasolina nas bombas de distribuição, em virtude do aumento do preço do petróleo internacional. O modal aeroviário, seguindo a tendência mundial foi o modal que mais cresceu o consumo de energia no período, cerca de 90% (BEESP, 2007). O setor ferroviário e o hidroviário diminuíram seus consumos de energia devidos principalmente a um ganho de eficiência energética, já que suas participações na quantidade de carga transportadas apenas tiveram um pequeno aumento.

Tabela 4.2: Evolução do Consumo Final por Modal - em 10^9 kcal

Modal	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Rodoviário	94279	103310	109252	122017	128188	124835	130734	123572	122569	123889	118754	124774	128786	134127
Ferrovário	1514	1446	1501	1545	1514	875	838	841	1160	1264	1368	1316	1385	1377
Aéreo	8520	9870	12611	15309	16329	18914	17516	15634	13211	13951	15722	16269	17126	16349
Hidroviário	7898	8759	8216	9400	11319	11612	12223	11009	8869	7237	6852	6763	6147	5730
Total	112211	123358	131580	148271	157361	156236	161311	151056	145809	146341	142696	149122	152444	157583

Fonte: BEESP, 2007.

A importância do setor de transportes no consumo de derivados de petróleo é muito significativa. No período compreendido de 1993 a 2006, aproximadamente metade dos derivados consumidos no Estado de São Paulo foi de responsabilidade do setor de transportes. A participação do setor de transporte no consumo de derivados de petróleo manteve-se

relativamente estável em torno de 50% até o ano 2001. Atualmente cresceu para cerca de 60% (BEESP, 2007).

Apesar da queda relativa dos derivados de petróleo, cujo consumo passou de 46,9%, em 1991, para 37,3% em 2006, o consumo total do setor de transporte paulista aumentou consideravelmente no período, passou de 112.211×10^9 kcal, em 1993, para 157.583×10^9 kcal em 2006, conforme mostrou a Tabela 4.2, anteriormente (BEESP, 2007). Apesar da queda de participação dos derivados de petróleo no consumo final de energia do Estado de SP, a participação relativa do consumo de óleo Diesel e da gasolina se mostraram relativamente constantes no período considerado. O consumo absoluto de Diesel elevou-se consideravelmente, passando de 55.659×10^9 kcal, em 1993, para 79.745×10^9 kcal em 2006, um aumento de 43,27% no período. O mesmo ocorreu com a gasolina que no mesmo período teve um aumento no consumo de 28.730×10^9 kcal para 41.834, ou seja, um aumento de 45,61%. Em compensação, o álcool etílico e o óleo combustível apresentaram diminuição tanto na participação quanto no consumo absoluto. O consumo de álcool etílico que era de 25.520×10^9 kcal em 1993, caiu para 14.532×10^9 kcal em 2001, uma queda de consumo de cerca de 43% (período de crise do Proálcool). Atualmente o consumo do álcool etílico apresenta crescimento acelerado dentro do Estado de SP, em 2006 o consumo de álcool etílico foi de 26.420×10^9 kcal. O óleo combustível também apresentou queda de consumo entre 1993 e 2006, em 1993 seu consumo dentro do estado de SP foi de 40.571×10^9 kcal, em 2006 caiu para 12.541×10^9 kcal, uma queda de aproximadamente 69% no período considerado (BEESP, 2007).

Enquanto o consumo de energia diminuiu no modal ferroviário entre 1993 e 2006, mesmo que timidamente, o consumo do modal rodoviário cresce praticamente de forma contínua no mesmo período, conforme se observa pelos dados da Tabela 4.2, anterior. Em relação ao consumo de derivados de petróleo do segmento ferroviário, a Tabela 4.3, a seguir, mostra que o consumo de óleo Diesel aumentou no período considerado, passando de 788×10^9 kcal em 1993, para 1.291×10^9 kcal em 2006, um aumento de aproximadamente 63%. Em compensação o consumo de eletricidade caiu consideravelmente no mesmo período, passando de 665×10^9 kcal para apenas 86×10^9 kcal (BEESP, 2007), pois após o período de privatizações, as concessionárias

desativaram as linhas que transportavam passageiros, principal usuário dos trens movidos à eletricidade.

Tabela 4.3: Evolução do consumo de energia do segmento ferroviário - em 10⁹ kcal

Energéticos	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Óleo Diesel	788	832	814	849	910	719	658	736	1074	1178	1282	1230	1299	1291
Óleo combustível	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
Eletricidade	716	604	677	686	594	146	170	95	86	86	86	86	86	86
Total	1514	1446	1501	1545	1514	875	838	841	1160	1264	1368	1316	1385	1377

Fonte: BEESP, 2007.

Em relação ao consumo de energia do modal rodoviário do Estado de São Paulo, destaca-se o aparecimento do uso do gás natural como combustível e o aumento do consumo de Diesel em cerca de 50% entre 1993 e 2006, conforme se observa pelos dados da Tabela 4.4, a seguir (BEESP, 2005).

Tabela 4.4: Evolução consumo de energia do segmento rodoviário - em 10⁹ kcal

Energéticos	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Gás natural	89	154	122	105	114	162	260	519	908	1614	2806	3301	3885	4631
Óleo Diesel	41210	42951	44918	50306	56006	57210	58042	60494	62391	63924	61221	63032	63760	61759
Gasolina	28647	37837	37837	44280	46812	48004	49242	45565	44732	41990	39855	40003	41522	41694
Eletricidade	128	134	135	133	132	132	135	91	83	77	82	85	85	85
Alcool Anidro	5421	5983	6970	7942	8190	7735	9643	7790	8125	8529	8084	8109	9423	8555
Alcool hidratado	18794	19468	19270	19251	16579	11592	13412	9113	6330	7755	6706	10244	11111	17403
Total	94279	103310	109252	122017	127833	124835	130734	123572	122569	123889	118754	124774	128786	134127

Fonte: BEESP, 2007.

4.5. Emissões de gases de efeito estufa no setor de transportes

Antes de iniciar a análise das emissões de GEE do setor de transportes, faz-se necessária uma breve introdução das duas principais metodologias utilizadas pelo IPCC na contabilização dos gases de efeito estufa: a metodologia “*bottom-up*” e a metodologia “*top-down*”.

4.5.1. Metodologias para contabilização das emissões de GEE do setor energético

De acordo com o IPCC, a contabilização³⁵ das emissões de CO₂ pelo setor energético, incluindo o setor de transportes, pode ser feita de através de duas metodologias: “*top-down*” e “*bottom-up*”, dependendo da agregação dos dados disponíveis.

A abordagem “*top-down*” é utilizada para países cujas estatísticas energéticas se resumem apenas à produção, balanço importação-exportação e variação de estoques de energia primária. É o caso do Balanço Energético Nacional (BEN).

A abordagem “*bottom-up*” é utilizada quando as informações mais detalhadas do consumo de energia primária e secundária pelos diversos setores sócio-econômicos estiverem disponíveis, neste caso as emissões são quantificadas levando-se em consideração o tipo de equipamento empregado e respectivos rendimentos. É o caso, por exemplo do Balanço Energético do Estado de São Paulo (BEESP). A metodologia “*bottom-up*” permite a identificação e quantificação das emissões GEE separadamente, o que no futuro facilita a implementação de políticas mitigatórias.

As emissões de CO₂ estão relacionadas à combustão de qualquer energético, especialmente a do carvão, do petróleo e do gás natural. Os combustíveis fósseis produzem esse gás em proporções relativamente fixas. Os fatores de emissão em toneladas de carbono por Terajoule (t de C/TJ) por fonte utilizados nos cálculos são os apresentados na Tabela 4.5, a seguir.

As emissões de CO₂ classificam-se como biogênicas e não biogênicas. Chama-se de biogênicas aquelas que se produzem com a combustão da biomassa, como lenha, carvão vegetal e outros derivados da biomassa. As emissões biogênicas não contribuem para o efeito estufa, desde que sua utilização seja acompanhada da equivalente reposição de matéria prima vegetal, pois o processo de fotossíntese retira da atmosfera a quantidade correspondente de carbono liberada na combustão. Existe consenso que o uso da biomassa como energético em um sistema efetivamente

³⁵ A metodologia do IPCC (1996) subtrai a quantidade de carbono consumida pelo transporte internacional em navios e aeronaves do combustível utilizado pelo país. Desta forma, as emissões de CO₂ que se originam da queima desses combustíveis não são contabilizadas no total emitido pelo país e são mostradas separadas do total.

renovável, ou seja, com reposição da biomassa utilizada, propicia que o balanço de CO₂ seja nulo.

Tabela 4.5: Fatores de emissão por energético³⁶

Energético	t de C/TJ	t de CO ₂ /TJ
Petróleo	20,0	69,7
Carvão Vapor	26,8	93,4
Gás Natural	15,3	53,3
Óleo Diesel	20,2	70,4
Óleo Combustível	21,1	73,5
Gasolina	18,9	65,8
GLP	17,2	59,9
Querosene	19,6	68,3
Gás Canalizado	19,0	66,2
Gás de Coqueria	18,2	63,5
Coque de Carvão Mineral	29,5	102,8
Gás de Refinaria	16,5	57,5
Outros Energéticos de petróleo	18,4	64,1
Lenha / Carvão Vegetal	29,9	104,2
Álcool Etílico	16,8	58,5

Fonte: BEESP, 2005.

Ambas as metodologias, desenvolvidas pelo IPCC, foram apresentadas nas "Diretrizes para inventários nacionais de gases de efeito estufa", oficialmente adotadas pela Convenção do Clima para a elaboração das Comunicações Nacionais dos países signatários da Convenção, incluindo o Brasil. Devido à complexidade de levantamento de todas as fontes de queima de combustíveis e emissão de gases de efeito estufa e também da dificuldade de obtenção dos dados relacionados a essas fontes, não se consegue chegar ao resultado da metodologia “*top-down*” simplesmente somando-se todos os setores da metodologia “*bottom-up*” (IPCC, 1996 e IEA, 2000, apud MATTOS).

No caso específico do Brasil, o Inventário Nacional (2004) indica que 75% das emissões de CO₂ – no período de 1990 a 1994 – foram de responsabilidade da mudança do uso da terra e,

³⁶ Por simplicidade o Balanço Energético do Estado de São Paulo, nos cálculos da emissões paulistas, considera que apenas 95% do carbono é transformado em CO₂ durante a combustão, uma vez que parte desse carbono ou fica retido nas cinzas ou não é oxidado, ou é incorporado como produto não energético (BEESP, 2005).

principalmente, do desmatamento na Amazônia (Figura 4.9, a seguir). Em decorrência desse fato, o Brasil passa a ser o quinto emissor de CO₂ do Planeta. De 1994 até os dias de hoje, as emissões de CO₂ vêm aumentando, uma vez que as taxas de desmatamento subiram do patamar de 20.000 km² por ano para 25.000 a 27.000 km² por ano (FBMC, 2006).

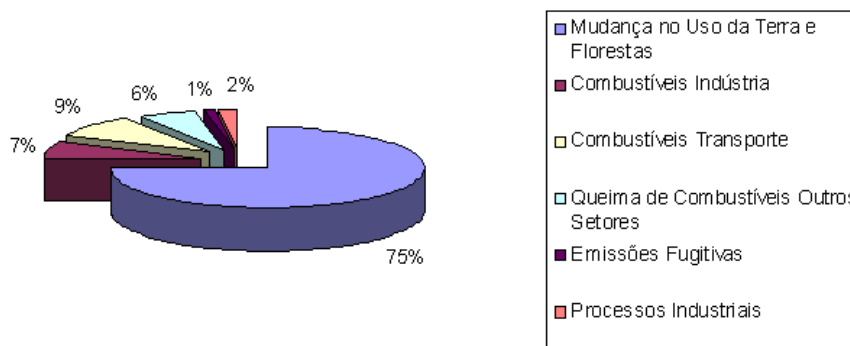


Figura 4.9: Emissões de CO₂ no Brasil por Setor de Atividade (dados de 1994)

Fonte: FBMC, 2006.

4.6. Emissões mundiais de GEE

As emissões mundiais de gases de efeito estufa (GEE), principalmente CO₂, começaram a crescer a partir do início da revolução industrial, acentuando-se significativamente de 1945 em diante, conforme mostra a Figura 4.10, a seguir.

Cinqüenta por cento dos 2,3 trilhões de toneladas de CO₂ lançados à atmosfera nos últimos 200 anos tiveram sua liberação concentrada no período de 30 anos, entre 1974 e 2004. Foi exatamente em 2004 que se deu o maior aumento absoluto das emissões de CO₂, sendo lançados 28 bilhões de CO₂ à atmosfera apenas pela queima de combustíveis fósseis (IPCC, 2007). A importância relativa das atividades humanas, no contexto das emissões de GEE, é apresentada na Figura 4.11, a seguir.



Figura 4.10: Evolução das emissões mundial de CO₂ no período de 1900 a 2004
 Fonte: FBMC, 2006.

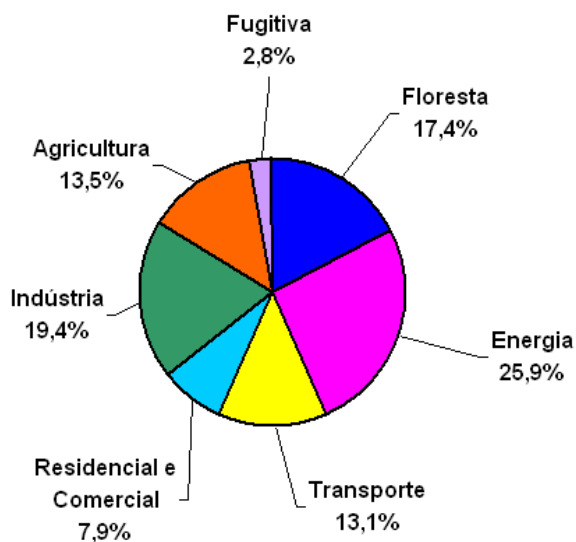


Figura 4.11: Emissões globais de GEE por setor de atividade (2004)
 Fonte: IPCC, 2007

Dentre as emissões de GEE relativa as atividades humanas são predominantes aquelas relacionadas ao setor de energia, indústria e transporte com participações de 25,9%, 19,4% e 13,1% respectivamente (IPCC, 2007). Há de se destacar que 30,9% das emissões globais de GEE é devido às atividades relacionadas ao uso da terra, uso do solo, mudanças no uso do solo e atividades florestais, também denominadas LULUCF no acrônimo em inglês (*Land Use, Land-Use Change and Forestry*).

A Figura 4.12, a seguir mostra as participações por setores da economia das emissões mundiais de dióxido de carbono no ano de 2005 por uso de energia.

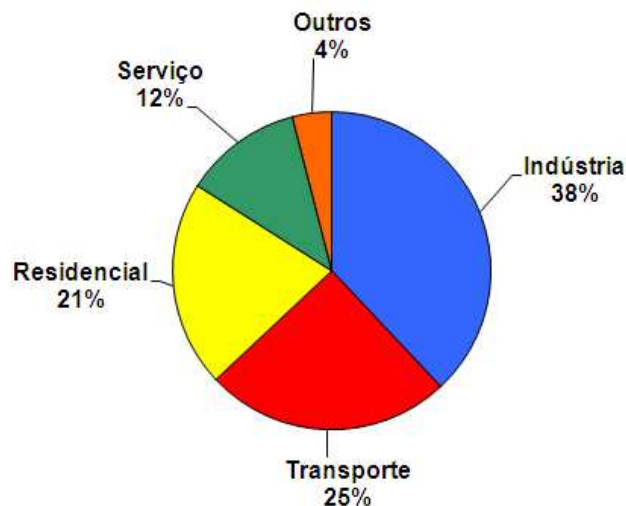


Figura 4.12: Emissões mundiais de CO₂ por setor econômico no ano de 2005

Fonte: IEA, 2008a

A Figura 4.12 mostra que, atualmente o setor de transporte já se configura como o segundo setor econômico mundial que mais emite dióxido de carbono, com cerca de 25% das emissões, atrás apenas do setor industrial, com 38%, e na frente dos setores residencial, com 21% e de serviços com 12%.

Entre 1990 e 2005, o setor de transportes foi o setor que apresentou o maior crescimento de consumo energético; aumento de 37% no período (IEA, 2008a). Como conseqüente, às emissões de CO₂ associadas ao setor de transporte aumentaram globalmente em consonância com este aumento, chegando a 5,3 Gt de CO₂ em 2005 (IEA, 2008a).

No ano de 2005, o setor de transportes foi responsável por 25% das emissões de GEE relacionadas ao uso de energia (IEA, 2008a). Desses 23%, cerca de três quartos são de responsabilidade dos veículos rodoviários, e se a tendência se mantiver, em 2030, essa contribuição poderá aumentar para cerca de 20% do total das emissões (RIBEIRO *et al.*, 2007). Desde 1990, as emissões mundiais de CO₂ do setor do transporte aumentaram em 36%. Em 2005,

os transportes representaram 23% do total do consumo energético relacionado com as emissões de CO₂, acima dos 21% em 1990. Contabilizando as emissões indiretas de GEE, as emissões totais do setor de transportes aumentam para aproximadamente 27% (IEA, 2008a). A Figura 4.13, a seguir, estabelece as emissões de gases de efeito estufa do ciclo de vida dos modais de transporte de cargas na Europa, separadas em emissões diretas e emissões indiretas³⁷.

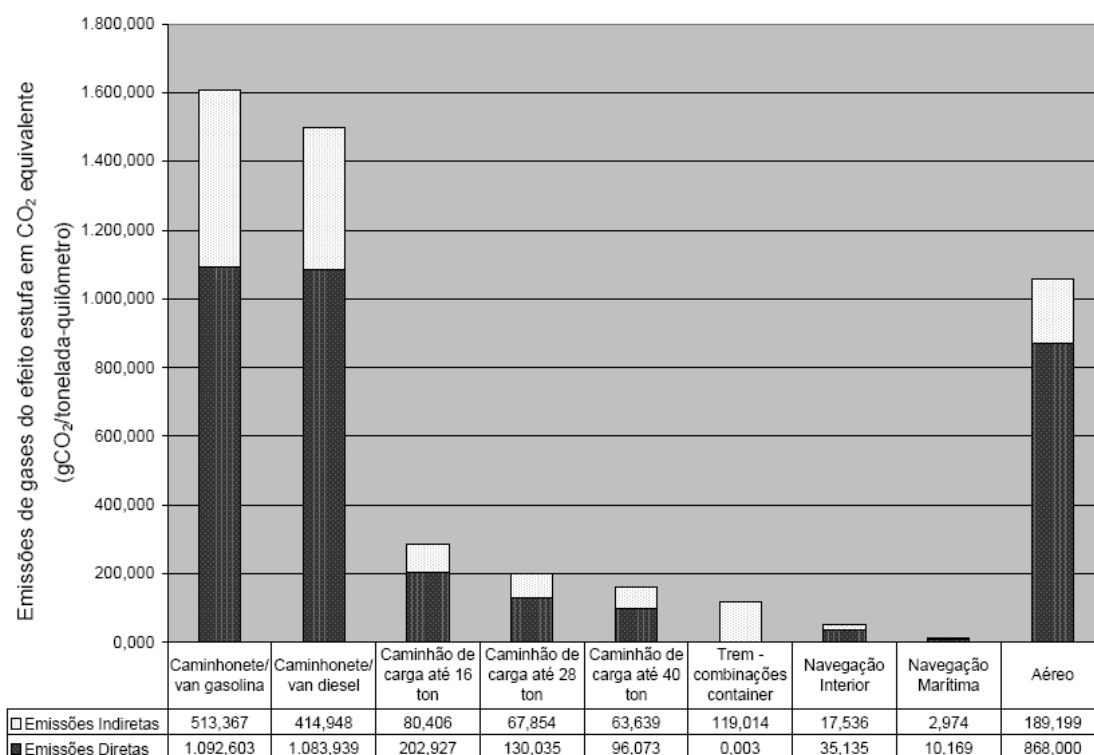


Figura 4.13: Emissões de gases de efeito estufa do ciclo de vida dos modais de transporte de cargas na Europa

Fonte: OCDE, 2000, apud MATTOS, 2001.

A partir da Figura 4.13, vê-se claramente que o transporte de cargas realizado pelas caminhonetes e vans (comerciais leves) é o mais intensivo em emissões de GEE, mais intensivo até do que o transporte de cargas aéreo. Esses altos índices de emissões de CO₂ das vans e das caminhonetes estão intimamente relacionados com a baixa capacidade de carga desses veículos. Este argumento fica mais claro quando se observam os dados relacionados às emissões dos

³⁷ O ciclo de vida das emissões leva em conta as emissões no uso direto de energia do modal (consumo direto de energia para o transporte de carga) e no uso indireto de energia (para a construção e manutenção da infra-estrutura do modal).

caminhões que transportam até 16, 28 e 40 toneladas de carga. Quanto maior a capacidade de carga do caminhão, menor a relação CO₂ emitido por tonelada-quilômetro transportado de carga.

Em virtude da baixa relação carga transportada por combustível utilizado, o modal ferroviário (trem – combinação container) é o modal que emite as menores emissões diretas de GEE. Só não é o modal menos intensivo em quantidade de emissões totais de gases causadores do efeito estufa por carga transportada, do que o modal aquaviário (navegação interior e marítima).

Ainda de acordo com a Figura 4.13, os modais menos intensivos em emissões de gases de efeito estufa no transporte de cargas, são os modais aquaviário e ferroviário, por possuírem maior eficiência energética em relação aos demais modais. A emissão direta (pelo uso direto do combustível) de CO₂ por tonelada-quilômetro transportada do transporte ferroviário é quase zero, devido ao baixo consumo energético desse modal, já que este consumo de energia fica diluído entre grandes quantidades de carga transportada.

4.7. Emissões de CO₂ pelo setor de transportes brasileiro

Como apenas 2% das emissões de metano e de óxido nitroso são referentes à queima de combustíveis, serão analisadas apenas as emissões de dióxido de carbono do setor de transporte (COMUNICAÇÃO NACIONAL, 2004). Neste item, só serão tratadas as emissões de CO₂ devido ao consumo de combustíveis fósseis no Brasil, pois o desmatamento é tradicionalmente tratado separadamente das emissões de CO₂ do sistema energético brasileiro. Os principais setores responsáveis no ano de 1990 e 1994 pelas emissões de CO₂ no país podem ser observados na Figura 4.14, a seguir.

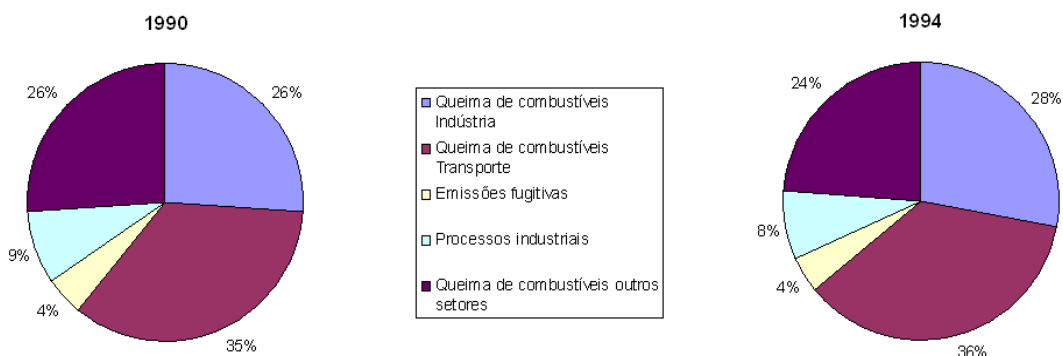


Figura 4.14: Setores responsáveis pela emissão de CO₂ no Brasil nos anos de 1990 e 1994³⁸ (sem desmatamento)

Fonte: COMUNICAÇÃO NACIONAL, 2004.

Observa-se na Figura 4.14 a grande importância do setor de transportes, que contabiliza entre 35% e 36% das emissões de CO₂ nos anos analisados. Em 1994, o setor de transporte foi responsável por 94.324 Gg CO₂ das emissões de dióxido de carbono provenientes da queima de combustíveis fósseis (COMUNICAÇÃO NACIONAL, 2004). Entre 1990 e 1994, o crescimento das emissões de CO₂ do setor de transporte foi de 15%, com o modal rodoviário sendo responsável por aproximadamente 88% das emissões do setor (COMUNICAÇÃO NACIONAL, 2004). A favor do setor de transporte brasileiro, cerca de 12% da energia consumida no setor de transportes é proveniente da biomassa renovável de cana-de-açúcar (álcool etílico anidro e hidratado) (MME, 2007). A Figura 4.15, a seguir, mostra as emissões de CO₂, por fonte de origem fóssil no ano de 1994.

³⁸ Com o intuito de minimizar suas emissões de GEE, alguns países, como o Brasil divulgam inventários de emissão de gases de efeito estufa antigos. A Comunicação Nacional, apesar de ter sido finalizada em 2004, possui como dados mais recentes, os do ano de 1994. O Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, apesar de ser um documento oficial do Governo datado de 2006, também apresenta dados de 1994.

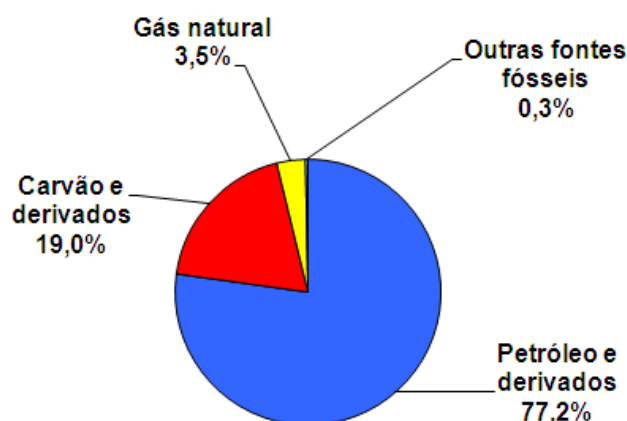


Figura 4.15: Fontes fósseis de emissão de CO₂ no Brasil em 1994

Fonte: COMUNICAÇÃO NACIONAL, 2004.

Em 1994, as emissões de CO₂ provenientes da queima do petróleo, representam cerca de 77,2% do das emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis, ou seja, mais de três quartos das emissões totais de dióxido de carbono. Dentre os derivados do petróleo, quase 44% das emissões são responsabilidade da queima de apenas dois derivados de petróleo, ambos deles utilizados largamente no setor de transporte rodoviário brasileiro: óleo Diesel utilizado no transporte de carga (32,4%) e gasolina, utilizado no transporte de passageiros (11,6%) (COMUNICAÇÃO NACIONAL, 2004).

4.8. Emissões de CO₂ do setor de transporte do Estado de São Paulo

De acordo com o BEESP (2007), no ano de 2006, aproximadamente 54,6% das emissões de CO₂ do Estado de São Paulo foram de responsabilidade do setor de transporte, conforme pode-se observar pela Figura 4.16, a seguir.

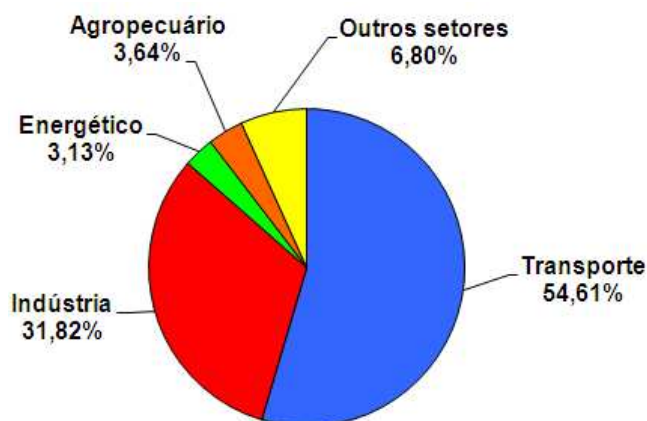


Figura 4.16: Emissões de CO₂ por setor econômico no Estado de São Paulo – 2006

Fonte: BEESP, 2007.

*Outros: Residencial, comercial e público.

A Figura 4.16 mostra também que o setor industrial vem a seguir com cerca de 32% das emissões no Estado. Em virtude de possuir uma matriz energética com base hidráulica, o setor energético de São Paulo, assim como o do Brasil possui pouca importância na participação das emissões, apenas cerca de 3%.

Conforme pode-se observar na Figura 4.17, a seguir, no ano de 2006 cerca de 56,7% das emissões de dióxido de carbono de origem não renovável foi de responsabilidade dos três principais combustíveis utilizados no setor de transporte do Estado de São Paulo: óleo Diesel, gasolina e óleo combustível (modal hidroviário), mostrando a importância do setor de transporte nas emissões de GEE do referido estado brasileiro.

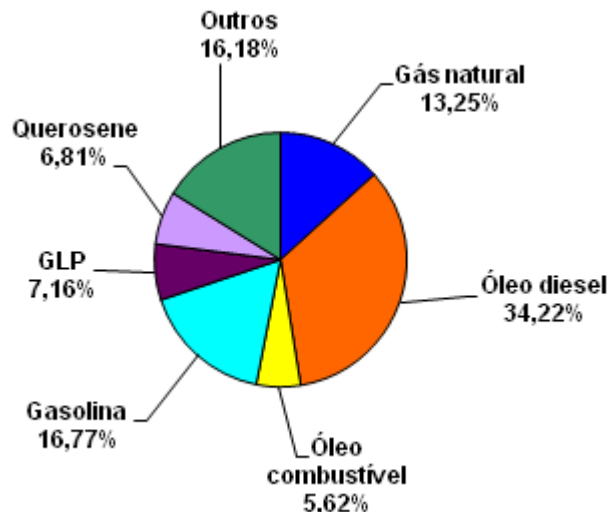


Figura 4.17: Emissões de CO₂ fonte no Estado de São Paulo – 2006

Fonte: BEESP, 2007.

*Outros: Carvão vapor, gás canalizado, gás de coqueria, gás de refinaria, coque de carvão mineral, outras secundárias.

A Figura 4.17 mostra também que apenas o óleo Diesel, que possui como principal consumidor os caminhões utilizados basicamente para transporte de cargas, é responsável por cerca de 34% das emissões do Estado de São Paulo por fonte.

A Tabela 4.6, a seguir mostra a distribuição das emissões de CO₂ do setor de transporte do Estado de São Paulo por modal e por fonte.

Tabela 4.6: Emissões de CO₂ (10⁶ t/ano) do setor de transporte do Estado de São Paulo por fonte e modal no ano de 2006

Modal	Gás Natural	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Gasolina	Querosene	Total (por Modal)
Rodoviário	1,03	18,21	0	11,50	0	30,74
Ferrovário	0	0,38	0	0	0	0,38
Aéreo	0	0	0	0,03	4,63	4,66
Hidroviário	0	0,26	1,5	0	0	1,76
Total (Por Combustível)	0,74	19,43	1,59	10,92	4,63	37,54

Fonte: BEESP, 2007.

Pode-se observar pelos dados da tabela anterior, que as emissões de CO₂ do setor de transporte do Estado de São Paulo se concentram no modal rodoviário com cerca de 82% das emissões do setor. Os modais ferroviário e hidroviário somam apenas 5,7% das emissões do setor de transporte do Estado. A queima de óleo Diesel pelo modal rodoviário, principal combustível usado para o transporte de cargas, é responsável por uma parcela considerável das emissões de dióxido de carbono do setor de transporte do Estado, aproximadamente 50% (BEESP, 2007).

Figura 4.18, a seguir, mostra a evolução das emissões de CO₂ no Estado de SP no período 1993 até 2006. Sem considerar as emissões de CO₂ provenientes do álcool etílico, as emissões de dióxido de carbono cresceram 28,51% no período considerado. As emissões totais (azul escuro no gráfico) estão menores do que as emissões que desconsideram a biomassa (azul claro no gráfico). Afinal, como o Estado de SP exporta álcool, essa parcela é considerada como negativa no somatório das emissões totais do estado, já que a cana de açúcar necessária para sua produção absorveu carbono no Estado de São Paulo (BEESP, 2007).

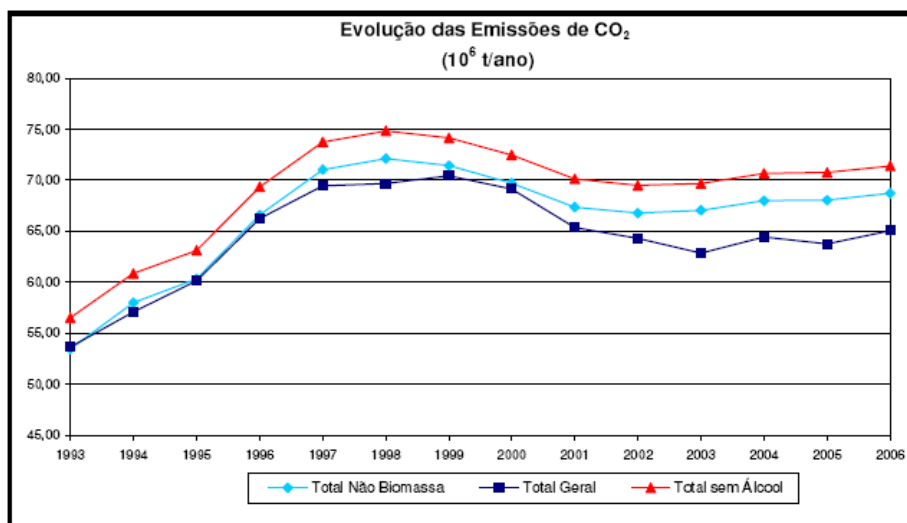


Figura 4.18: Evolução das emissões de CO₂ no Estado de SP, 1993 - 2006
Fonte: BEESP, 2007.

O modal rodoviário brasileiro em 2004 emitiu 83.195×10^6 tCO₂, o modal rodoviário do Estado de São Paulo que possui menos de 22% da população brasileira (IBGE, 2004) emitiu no ano de 2004 30.230×10^6 tCO₂, cerca de 36% das emissões brasileiras do setor rodoviário (BEESP, 2005). A intermodalidade aparece como uma importante alternativa para a diminuição

das emissões de dióxido de carbono no Estado de São Paulo, pois como visto anteriormente os modais ferroviário e hidroviário possuem uma emissão de CO₂ significativamente inferior ao modal rodoviário.

Pelos dados expostos nesse Capítulo, o consumo de energia (principalmente de derivados de petróleo) e as emissões de GEE, no Estado de São Paulo são muito semelhantes ao consumo brasileiro, não mostrando diferenças significativas. Ambos possuem consumo de energia do setor de transporte concentrado no modal rodoviário, principalmente no energético Diesel. O modal aeroviário é o modal que mais cresce atualmente tanto no Brasil quanto no Estado de São Paulo. Já os modais aquaviário e ferroviário apresentam consumo de energia muito baixo, principalmente em comparação ao modal rodoviário, uma vez que são ambos subutilizados.

O próximo Capítulo aborda como o aumento da participação ferroviária no transporte de cargas do Estado de São Paulo, pode modificar o consumo de combustíveis e as emissões de dióxido de carbono, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do Estado, e como tal projeto poderia se enquadrar como um MDL.

Capítulo 5

Potencial de mitigação do setor de transporte de cargas do Estado de São Paulo através da intermodalidade rodo-ferroviária

Esse Capítulo tem como principal objetivo mostrar, as perspectivas de implementação da intermodalidade no Estado de São Paulo e o potencial em economia de combustível e diminuição das emissões de dióxido de carbono que uma implementação efetiva da intermodalidade rodo-ferroviária dentro do Estado de São Paulo pode gerar, através de projeções do aumento da demanda de transporte de cargas. Isso se daria através do aumento da participação do modal ferroviário em detrimento do modal rodoviário na matriz de transporte de cargas paulista. Serão abordadas nesse Capítulo as características que projetos envolvendo intermodalidade rodo-ferroviária devem possuir e as dificuldades para implementação dos mesmos.

5.1. Introdução

Pelos dados expostos ao longo de todos os Capítulos dessa dissertação, percebe-se que o problema das emissões de GEE, devido ao consumo de Diesel do setor de transporte de cargas no Estado de SP, que atualmente já é elevado, tende a se tornar ainda maior no futuro devido ao envelhecimento da frota e principalmente ao crescimento econômico. O que revela a necessidade do setor de transporte de cargas adotar, o quanto antes, um plano de ação, a fim de mitigar as emissões de GEE. O problema se agrava, quando se analisa a situação das principais estradas do Estado de SP, pois a maioria das mesmas já se encontra saturadas e sem grandes potenciais de ampliação. De acordo com Xavier (2008), a mudança para o modal ferroviário de uma parcela

considerável da carga que tramita pelo Estado de SP no curto prazo é a único meio de atender o crescimento econômico do Estado. Sem essa migração o crescimento econômico do Estado ficará seriamente comprometido.

Um plano de ação eficiente para a mitigação das emissões de GEE do setor de transporte de cargas seria uma diminuição da participação do modal rodoviário na matriz de transporte de cargas, que seria suprido por um aumento da participação do modal ferroviário. Essa mudança na matriz de transporte de cargas só poderá ocorrer se houver uma plena implementação da intermodalidade dentro do Estado de São Paulo. Além da diminuição das emissões de GEE, tal medida poderia reduzir os custos totais relacionados ao transporte, aumentando a competitividade dos produtos, tanto no mercado interno, como no mercado externo. Abrindo novas oportunidades de negócios e geração de empregos para o Estado de SP e também para o país.

5.2. Perspectivas para intermodalidade no âmbito do Estado de São Paulo

O objetivo principal do PDDT-Vivo 2000/2020 (Plano Diretor de Desenvolvimento dos Transportes de São Paulo) foi, após realizar um diagnóstico da atual situação do sistema de transporte paulista, criar um conjunto de estratégias capazes de buscar um sistema de transporte mais eficiente, reduzindo os “gargalos logísticos” que o setor de transporte paulista possui, para que no futuro o mesmo esteja altamente capacitado a atender uma demanda futura de transportes. De acordo com a Secretaria de Transportes, a principal prioridade é “estabelecer uma política de transportes que contribua para o desenvolvimento da economia, promovendo a competitividade entre os modos de transportes, melhorando a qualidade e orientando ações no campo político, institucional e financeiro” (PDDT-Vivo, 2000, apud BRAGA, 2007). Portanto o aumento da intermodalidade, tendo como consequência a diminuição da diferença entre as participações dos modais rodoviário e ferroviário dentro da matriz de transporte de cargas paulista, torna-se um dos pilares do PDDT-Vivo 2000/2020.

O Planejamento de Transportes no Estado de São Paulo passa a ser conduzido como um processo em caráter permanente³⁹, daí a sua designação: PDDT-Vivo. A implementação das ações é monitorada e os resultados são avaliados, originando-se dessa forma novas propostas de intervenção no sistema de transportes, seja em sua infra-estrutura, seja em matéria operacional ou institucional. O PDDT-Vivo foi colocado à disposição dos vários órgãos da Secretaria de Transportes e de outras secretarias, dos agentes do setor e de entidades regionais, para colher críticas e sugestões. Novas versões do PDDT 2000/2020 incorporarão essas contribuições, as quais focalizarão tanto a perspectiva setorial – oriunda de tomadores de decisão e técnicos do Estado e dos segmentos da comunidade (transportadores, embarcadores de cargas e entidades representativas da sociedade relacionadas com a questão dos transportes) – como o impacto dos transportes nas questões regionais.

O planejamento para a confecção do PDDT-Vivo foi conduzido em duas fases principais. Primeiro, elaborou-se a identificação dos “gargalos” logísticos mais críticos sob o ponto de vista empresarial (70 gargalos foram identificados e classificados segundo a sua natureza - física, operacional e institucional), ressaltando as ações destinadas a melhorar a fluidez dos comboios ferroviários e caminhões, na área do Porto de Santos, a implantação do processo de planejamento e a reestruturação da Secretaria dos Transportes. Após esta identificação, iniciou-se a elaboração do plano estratégico de transportes, para o horizonte de tempo de 20 anos (2000 a 2020).

Em sua análise inter-regional, o PDDT-Vivo 2000/2020 também indica que está ocorrendo uma desconcentração industrial, sendo que alguns segmentos específicos do setor industrial têm se deslocado da região Centro-Sul para o Nordeste e Centro-Oeste no nível inter-regional e, no nível regional (Estado de São Paulo), da RMSP para as regiões próximas. De acordo com os cenários e as projeções efetuadas, os setores industriais com maiores potenciais de expansão dentro do Estado são os de telecomunicações, informática, microeletrônica e montagens, principalmente dentro do quadrilátero que circunda a macrometrópole, formada por Campinas, Sorocaba, São José dos Campos e Santos.

³⁹ Mesmo sendo considerada como importante, a atualização do PDDT (de 2000-2020 para 2005-2025) ainda não se concretizou por completo (até o fechamento desse trabalho – 12/2008). O Governo do Estado e a Secretaria do Transportes repensam as estratégias do PDDT, principalmente devido aos entraves com a construção do trecho sul do Rodoanel (BRAGA, 2007).

De acordo com a Secretaria dos Transportes do Estado de São Paulo, a demanda atual de transporte diagnosticada através do PDDT-Vivo 2000/2020 reflete o perfil das atividades econômicas do Estado de São Paulo, sendo fortemente concentrada em produtos classificados como carga geral, com mais de 80% da movimentação total de cargas. Entre estes produtos há uma predominância de produtos e insumos do setor industrial, mas também produtos alimentícios *in natura*, como os hortifrutigranjeiros, normalmente produzidos nas proximidades das grandes cidades, além dos laticínios e produtos refrigerados de origem animal. Os energéticos formam o grupo dos derivados de petróleo e álcool, representando aproximadamente 10% da demanda total e incluem a movimentação de todos os modais de transporte, principalmente rodovia, ferrovia e dutovia. A demanda em 2000 e a projeção do PDDT-Vivo para 2020 são mostradas na Tabela 5.1, a seguir.

Tabela 5.1: Demanda por transporte de carga atual (2000) e futura (2020) no Estado de São Paulo

Produtos	Demanda - 2000		Demanda – 2020	
	Volume (10 ⁶ t)	%	Volume (10 ⁶ t)	%
Carga Geral	474	73,6	926,4	73,8
Minerais/Metálicos	30	4,6	77,2	6,1
Energéticos	28	4,3	44,5	3,5
Agroindustriais	9	1,4	18,6	1,5
Grãos e Pellets	42	6,5	78,9	6,3
Fertilizantes e Corretivos	14	2,2	34	2,7
Contêiner	16	2,5	32,6	2,6
Cimento e Calcáreo	12	1,9	23,5	1,9
Outros*	19	3,0	20	1,6
Total	644	100	1255,7	100

Fonte: PDDT-Vivo, 2000.

* Produtos químicos, papel, madeira e celulose

De acordo com o PDDT-Vivo, a demanda por transporte de carga (em toneladas transportada) deverá crescer a uma taxa de aproximadamente 3,3% ao ano no Estado de São Paulo, taxa essa, um pouco inferior à de aumento médio do PIB estadual. Este desempenho pode

ser explicado pela tendência de especialização da economia estadual paulista na produção de serviços e bens de maior valor agregado. O PDDT-Vivo enfatiza que parte substancial do aumento dessa demanda de transporte de carga geral está associada aos fluxos de comércio exterior. Como exemplo, a movimentação dessa carga no Porto de Santos pode chegar a triplicar no período. A demanda futura por transporte prevê um crescimento da movimentação de carga geral, contêineres, papel e celulose, que responderão por cerca de 78% desta demanda, tendo implicações relevantes nos tipos de acondicionamento, transbordo e transporte.

Esse crescimento se realizando, o aumento da demanda por transporte de cargas (em toneladas) será de cerca de 95% maior no período. Fato esse que reforça a necessidade da realização de um plano de expansão sustentável para o transporte de cargas paulista, já que com a atual demanda os gargalos já são numerosos. Se a quebra de paradigma não for realizada, isto é, a participação do modal rodoviário permanecer em torno de 90% na matriz de transportes de carga em TKU, a continuidade do crescimento da economia de São Paulo estará completamente ameaçada, de acordo com o superintendente da DERSA, Dr. Milton Xavier (XAVIER, 2008). Ainda de acordo com Xavier (2008), a migração de parte substancial da carga transportada pelo Estado de SP para o modal ferroviário, conforme prevê o PDDT-Vivo 2000/2020 (Tabela 5.2, a seguir) é inevitável e inexorável.

Tabela 5.2: Matriz de transporte de carga - 2000, 2006 e 2020 - do Estado de São Paulo

MODAL	ANO 2000		ANO 2006		ANO 2020	
	10 ⁹ TKU	%	10 ⁹ TKU	%	10 ⁹ TKU	%
Rodoviário	108,2	93,2	122,6	88,6	164,1	65,4
Ferroviário	6,1	5,2	13,1	9,5	78,2	31,3
Hidroviário	0,6	0,5	0,8	0,5	1,3	0,5
Dutoviário	0,9	0,8	1,4	1,0	4,3	1,7
Cabotagem	-	-	-	-	2,0	0,8
Aeroviário	0,4	0,3	0,5	0,4	0,8	0,3
Total	116,2	100	138,4	100	250,7	100

Fonte: PDDT-Vivo, 2000 e DERSA, 2008.

De acordo com os dados apresentados pela tabela anterior, a participação ferroviária no total de cargas transportadas no Estado de São Paulo deverá aumentar de 5,2% em 2000 para 31,3% em 2020, com isso o volume de cargas transportadas por ferrovias no Estado de São Paulo aumentará cerca de 13 vezes no período de 20 anos. Mesmo assim, o modal rodoviário continuará majoritário no transporte total de cargas dentro do Estado de São Paulo, mesmo sua participação diminuindo de 93,2% para 65,4% em 2020.

Em relação aos investimentos previstos em infra-estrutura para viabilização da mudança da matriz de transporte paulista conforme indicado na tabela anterior, serão necessários investimentos vultosos de recursos (da ordem de bilhões de dólares). Na busca da melhor forma de aplicação das verbas para investimento em infra-estrutura, a fim de atingir os objetivos previstos, foi criado o plano estratégico do PDDT-Vivo.

O plano estratégico do PDDT-Vivo é formado por um conjunto integrado de ações e investimentos, orientados para constituir um arcabouço de transporte intermodal no Estado de São Paulo, tais como:

- A viabilização de centros logísticos integrados (CLI's) conceitualmente entendidos como entroncamentos logísticos, servidos por boas ligações rodo-ferroviárias e operando facilidades de transbordo e comunicação, no estado da arte da tecnologia.
- A operação ferroviária com trens completos e de forma expressa entre os CLI's.
- O uso de tecnologias avançadas no manuseio de cargas, visando à melhoria da produtividade, com destaque para a movimentação de contêineres e de caixas móveis com procedimentos operacionais automatizados.
- No que se refere aos equipamentos de transportes, o campo da aplicação das novas tecnologias buscará a máxima automatização, incluindo-se aí os engates automáticos, mecanismos de transmissão de comandos entre veículos de tração, monitoramento e rastreamento de remessas e aplicação de sistemas automatizados de identificação e localização de veículos.

- A aplicação de técnicas de sensoriamento e de comando centralizado, visando uma total automatização de vagões e veículos rodoviários.
- O uso amplo de recursos dos chamados sistemas de transporte inteligentes, mobilizando tecnologias de informação, controle de tráfego, sinalização variável, prevenção de acidentes, padronização de protocolos de comunicação entre subsistemas.

A fim de viabilizar o plano estratégico, a Secretária de Transportes do Estado de São Paulo prevê investimentos não só do Governo do Estado de SP, mas também investimentos federais e privados. A Tabela 5.3, a seguir, mostra as fontes de financiamento e os valores dos investimentos previstos pelo PDDT-Vivo em infra-estrutura por modal.

Nem todos os investimentos indicados na Tabela 5.3, são cotejados para a mudança da matriz de transporte de cargas, principalmente os investimentos no modal rodoviário. Muitos dos investimentos previstos, principalmente para manutenção e duplicação das rodovias, são para dar respaldo ao crescimento do setor de transporte tanto de cargas quanto de passageiros dentro do Estado de São Paulo. No modal ferroviário, os investimentos no setor já possuem objetivos quase que totalmente focado no aumento da participação das ferrovias na matriz de transporte paulista, visto que o modal ferroviário quase não é utilizado no transporte de passageiros.

Em relação ao plano de implantação das propostas contidas no PDDT-Vivo, este preserva a visão de longo prazo e indica, coerentemente, as medidas e investimentos prioritários. São destacados três horizontes de implantação: 1) ano de 2001; 2) período 2002 – 2005; e 3) período 2006 – 2020.

Os dois primeiros horizontes, somados, constituem o arcabouço orientador dos investimentos e ações prioritárias. Esse arcabouço servirá de subsídio para a elaboração do plano tático, a ser detalhado no 2º semestre de 2001. Já o 3º período apresenta as propostas que devem ser pormenorizadas e ajustadas à medida que forem sendo realizadas as atualizações periódicas do PDDT.

Tabela 5.3: Investimentos em infra-estrutura previsto no PDDT-Vivo 2000/2020, por modal e por fonte de financiamento - em bilhões de reais

Investimentos no Período 2000-2020		Fonte de financiamento			Total
		Privada	Estadual	Federal	
1. Rodoviário					22.753
Concessões	DER	5.407			
	DNER	220			
PDDT	Duplicações e terceiras faixas		2.580	664	
DERSA	Rodoanel	4.210	719	329	
DNER	Finalização da duplicação – BR 116	300		172	
DER	Implantação		1609		
	Recuperação		5103		
	Vicinais		1440		
2. Ferroviário					5.570
Concessões		1771			
PDDT	Trem Expresso + CLI's	1244	331		
	Ligação Expressa SP-RJ	858	441		
	Ferroanel –Tramos Sul e Norte.	611	314		
3. Hidroviário					92
PDDT	Melhorias operacionais	44	12	36	
4. Dutoviário					810
PDDT	Novas ligações	810			
5. Aeroportuário					2.322
DAESP			35		
Infraero				2.287	
6. Portuário					3.075
P.P.I.		49		170	
Outros projetos		990		1.471	
Arrendamentos		395			
Total Geral		16.909	12.584	5.129	34.622

Fonte: PDDT-Vivo, 2000.

A intermodalidade também é tomada como necessária pelo PPA estadual para a dinamização do Estado de São Paulo, possibilitando às empresas tirarem vantagens e reduzirem custos com o transporte de cargas quando utilizados mais de um modal. A sua implementação dependeria, segundo o PPA 2004-2007, de fatores mercadológicos, regulatórios e operacionais.

Os CLI's viriam ao encontro deste desejo por maior fluidez e menor custo, tendo como papel principal serem um arcabouço intermodal com terminal inter e intra modais. No PPA, eram previstos quatro CLI's para serem construídos neste período, mas até o momento nenhum deles saiu do papel. Por fim, a Secretaria dos Transportes tem como diretriz intensificar parcerias com a iniciativa privada através de PPP's para viabilização de projetos tomados como prioritários (BRAGA, 2007).

5.3. Ações planejadas nos modais ferroviário e rodoviário

Conforme foi observado na Tabela 5.2, anteriormente, o modal hidroviário é e continuará sendo pouco utilizado no transporte de cargas do Estado de São Paulo. A principal razão é devido aos altos custos necessários para a construção das infra-estruturas necessárias a intermodalidade, já que este é dependente de ferrovias e rodovias para seu funcionamento. A utilização fica dependente também de licenças ambientais que nem sempre são aprovadas.

Especificamente, em relação à Hidrovia Tiete-Paraná, principal hidrovia do Estado de São Paulo, os baixos níveis dos seus reservatórios também comprometem o setor hidroviário para o transporte de cargas no Estado de São Paulo, fazendo com que o modal hidroviário tenha uma tímida participação na matriz de transporte de cargas do estado (apenas 0,8%). Em relação ao transporte de cargas via hidrovias no Brasil, a Hidrovia Tiete-Paraná representa apenas cerca de 3% do total transporte de cargas via hidrovias no país (LACERDA, 2004). Outro grave problema do modal hidroviário paulista é a ausência de rios que desemboquem diretamente nos portos marítimos. Para melhorar esse quadro seriam necessários investimentos em infra-estrutura, como a construção de terminais intermodais, para que a carga complete seu destino final através da utilização de ferrovias e/ou rodovias.

A melhoria e possível otimização do fluxo de carga geral, que de acordo com o PDDT-Vivo (2000) poderá atingir aproximadamente um bilhão de toneladas em 2020, são questões fundamentais do plano estratégico de transportes de São Paulo. Não obstante, a cadeia logística da qual ela faz parte deve apresentar flexibilidade suficiente para poder, além do transporte propriamente dito, atender com eficiência operacional e econômica as necessidades de

estocagem, agregação de valor e distribuição. O contêiner é a tecnologia por excelência do transporte de carga geral, permitindo que as transferências inter ou intramodais sejam feitas com prazos e custos menores. Essas razões determinam que o sistema intermodal mais indicado a ser implementado no Estado de São Paulo, seja majoritariamente rodo-ferroviária.

Objetivando a mudança da matriz de transporte de cargas dentro do Estado de São Paulo, com o aumento da participação do modal ferroviário e conseqüente diminuição da participação do modal rodoviário, a Secretária de Transporte, por meio do PDDT-Vivo propôs uma série de melhorias na infra-estrutura de transporte no Estado. Os principais projetos⁴⁰ (alternativas) envolvendo o modal rodoviário, propostos pelo PDDT-Vivo (2000), objetivando a continuidade futura do transporte de cargas no Estado de São Paulo estão listados a seguir:

- Implantação do Rodoanel Mário Covas, com 170 km de extensão, ligando 10 rodovias, circundando o núcleo urbano da RMSP (trecho Oeste já concluído; trecho Sul em construção; trechos Leste e Norte em estudo);
- Início das obras complementares da pista descendente da rodovia dos imigrantes;
- Duplicação e construção de novas rodovias;
- Construção de terceiras faixas em trechos localizados;
- Ampliação da malha de estradas vicinais;
- Recuperação do pavimento da malha existente.

Já em relação ao modal ferroviário, os principais projetos (alternativas) propostos pelo PDDT-Vivo, objetivando a mudança de matriz de transporte conforme apresentada anteriormente, estão caracterizadas na Figura 5.1 a seguir.

⁴⁰ Algumas já executadas, como a duplicação da Rodovia dos Imigrantes e prolongamento da Rodovia dos Bandeirantes.

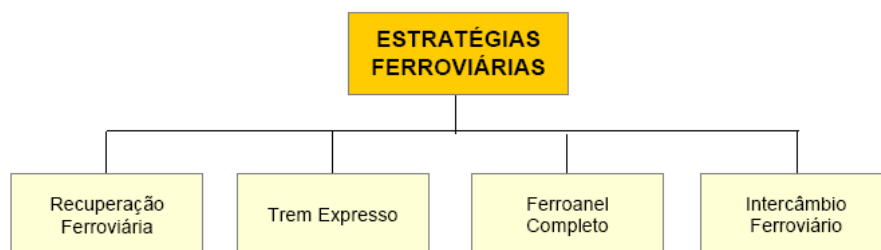


Figura 5.1: Organograma das estratégias ferroviárias previstas pelo PDDT-Vivo 2000/2020
 Fonte: PDDT-Vivo 2000

Nos próximos parágrafos, será realizada uma descrição sucinta dos projetos citados na Figura 5.1, e dos seus respectivos potenciais benefícios ao transporte de Estado de SP.

A alternativa “recuperação ferroviária” visa atualizar o nível técnico e operacional da malha, aumentando os ganhos de produtividade decorrentes da operação em moldes privados. Os investimentos mínimos avaliados para que se cumpra essa proposta são de cerca de R\$ 1,2 bilhões.

Tais incrementos de produtividade estão associados à gestão privada das ferrovias, cujos benefícios não teriam, ainda, sido percebidos pelo mercado. Não foi possível ainda, por exemplo, cumprir as metas contratadas à época das privatizações.

A quantificação dos ganhos de produtividade será medida com referência à situação atual, onde as ferrovias operam com baixa produtividade. Comparativamente, a recuperação pressupõe que o transporte ferroviário imprimirá maior confiabilidade nos serviços prestados, significando cumprimento de prazos contratados, maior segurança, minimização de acidentes e redução do índice de perdas.

A outra proposta apresentada pelo PDDT-Vivo de suma importância para o aumento da participação do modal ferroviário na matriz de transporte paulista é a construção dos tramos Norte e Sul do Ferroanel como mostra a Figura 5.2, a seguir. A construção dos tramos Norte e Sul do Ferroanel têm papel essencial no arcabouço intermodal e facilitam a movimentação regional de cargas e urbana de passageiros.

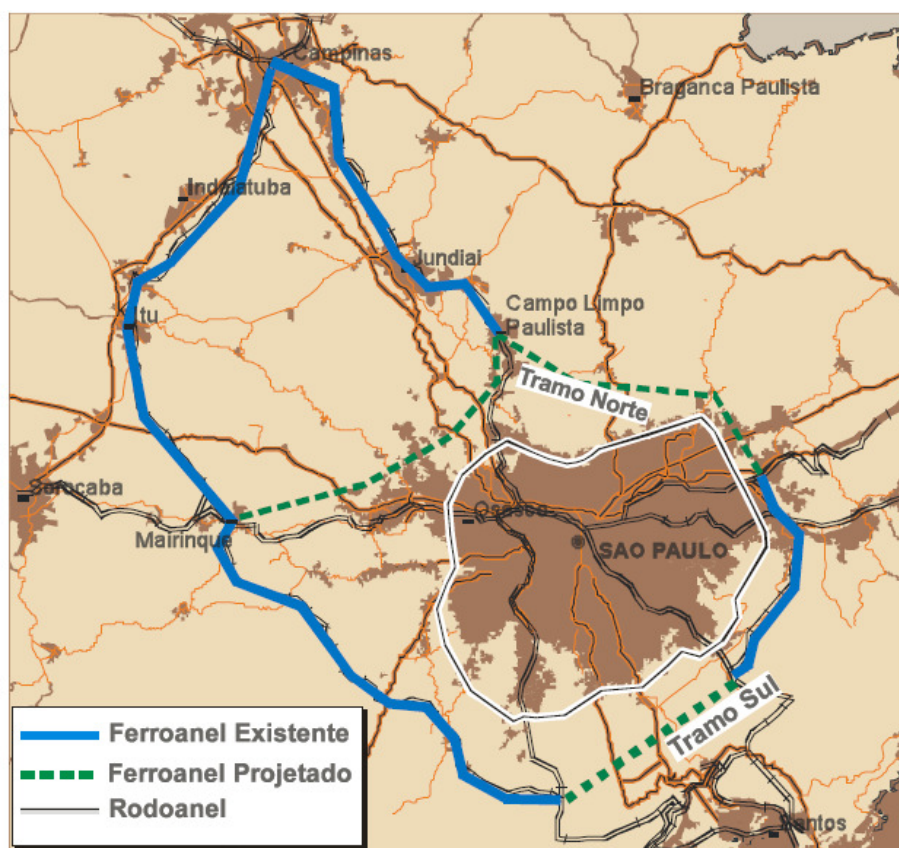


Figura 5.2: Mapa da localização do ferroanel previsto no PDDT-Vivo 2000/2020
 Fonte: PDDT-Vivo 2000.

Conforme pode-se observar na Figura 5.2, o Tramo Sul interliga as linhas da FERROBAN (atualmente ALL) com as da MRS ao sul da RMSP, viabilizando tráfego mútuo entre as duas ferrovias, notadamente, para aqueles de passagem de Minas e Rio de Janeiro para a Região Sul e vice-versa. Estes fluxos têm se intensificado em função da maior demanda por produtos siderúrgicos – produzidos no Rio de Janeiro e Minas Gerais – e pelas indústrias automobilísticas instaladas no Paraná e Rio Grande do Sul.

Além disso, o Tramo Sul viabiliza maior integração de acesso ao Porto de Santos de cargas provenientes do Vale do Paraíba e do leste da RMSP, através da conexão das linhas da MRS (bitola larga) com entroncamento da bitola estreita da Ferrobán em Evangelista de Souza.

O Tramo Norte permite a movimentação de cargas, principalmente de contêineres, da região de Campinas para o Porto de Santos via cremalheira⁴¹, além da transposição de comboios entre o Interior do Estado e o Vale do Paraíba. Os investimentos previstos são da ordem de R\$ 925 milhões.

Já a proposta de intercâmbio operacional entre ferrovias corresponde à possibilidade de tráfego mútuo entre as ferrovias. Uma empresa ferroviária pode captar cargas em áreas servidas por outra, sendo esta remunerada pelo uso da via. Esta possibilidade operacional abre também espaço para estimular a competitividade na exploração de mercados, que de outra forma estariam restritos ao atendimento de uma única empresa. A construção do Ferroanel é essencial para o intercâmbio operacional entre as ferrovias, na medida em que aumentam os pontos de interface e a fluidez entre elas. O poder concedente tem um papel relevante nesta questão na medida em que a prática de altas taxas “*trackage rights*” (direito de passagem) pode inviabilizar o intercâmbio ferroviário, mesmo que amparado por lei.

E por fim, e não menos importante, a alternativa “trem expresso” de carga considera a possibilidade do uso de trens de carga com uma dada configuração física e operacional que capacita à ferrovia, em alguns eixos, a captar parcela do mercado de carga geral (fracionada), tradicionalmente movimentada pelo modo rodoviário. A Figura 5.3, a seguir, mostra a localização da implantação dos trens expressos no Estado de São Paulo.

⁴¹ Cremalheira é uma peça mecânica que consiste numa barra ou trilho dentado que em conjunto com uma engrenagem a ele ajustada, converte movimento retilíneo em rotacional e vice-versa. Este sistema é usado em ferrovias para vencer terrenos íngremes, no qual o trilho fixado ao solo é dentado e a locomotiva imprime a força rotacional na engrenagem que a ele adere adquirindo assim movimento.



Figura 5.3: Mapa da localização dos trens expressos previsto no PDDT-Vivo 2000/2020

Fonte: PDDT-Vivo 2000.

De acordo com o PDDT-Vivo (2000), para que a alternativa trem expresso consiga fazer com que uma parte considerável das cargas antes transportadas pelo modal rodoviário migre para o modal ferroviário é necessário uma série de condições, física e operacional, tais como:

- A existência de grandes terminais intermodais para alimentar o sistema. Os locais candidatos à implantação de terminais resultarão de sua aptidão para veicular os volumes previstos de movimentação;
- Modernos equipamentos de carga e descarga que garantam tempo reduzido de permanência dos comboios nos terminais: média de 2h/por terminal a mais que o caminhão;
- Operação de trens com velocidades médias de 50 km/h (a velocidade média nas ferrovias tradicionais é de 10 km/h e a dos caminhões é de 78 km/h em rodovia de pista dupla);
- A funcionalidade do sistema garanta confiabilidade dos prazos, segurança da carga;

- Os custos ferroviários são similares aos rodoviários para distâncias médias em torno de 150-200 km.
- Os investimentos previstos na alternativa trem expresso, incluindo as CLI's são da ordem de R\$ 1,575 bilhões.

5.3.1. Centros Logísticos Integrados

Segundo o PDDT-Vivo (2000), os CLI's são terminais multimodais de carga que funcionarão como verdadeiros centros logísticos integrados estrategicamente localizados no interior do Estado de São Paulo. O objetivo da criação dos CLI's é alcançar uma maior integração dos modais de transporte, além de maior modernização das estruturas de cada modal, potencializando o aumento da circulação das cargas e com isso otimizando o tempo de coleta e distribuição das cargas dentro do Estado de São Paulo.

Estes terminais devem operar de forma intermitente e automatizada utilizando-se das inovações tecnológicas que estão surgindo neste campo. Os CLI's constituem os elos mais importantes para o funcionamento eficiente de uma cadeia logística capaz de oferecer condições para a integração rodo-ferroviária na movimentação de carga geral. Sua implantação prevê a construção de pátios ferroviários de estacionamento e transbordo, estacionamento de caminhões, áreas para estocagem e processamento de produtos, aeroporto e hangares (PDDT-Vivo, 2000).

Em relação à RMSP, os CLI's deverão viabilizar transferências intermodais eficientes de um modo para outro. Os centros logísticos integrados deverão permitir uma reestruturação dos fluxos de carga na RMSP contribuindo para criar as bases para um avanço na qualidade da vida urbana na região metropolitana.

Os CLI's são, além de parte de uma estratégia governamental, um elemento de um complexo de transportes que atende a vários objetivos funcionais: 1) facilitar as transferências caminhão-trem, possibilitando o "intermodalismo"; 2) efetuar despachos alfandegários; 3) realizar enchimento e desova de contêineres; 4) racionalizar a coleta e distribuição de cargas com caminhões menores trafegando a distâncias também menores; 5) oferecer uma gama de serviços

logísticos, como espaços de estocagem rápida para otimização de funções de concentração e distribuição para empresas industriais, inclusive veiculação de encomendas, correio etc. No caso da RMSP, o PDDT pretende incentivar a implantação de vários CLI's de modo que estejam sempre às menores distâncias possíveis da origem ou destino das cargas na trama urbana, para minimizar os trajetos de coleta e distribuição (BRAGA, 2007).

Quanto ao aspecto material e técnico, as funções dos CLI's já descritas não precisam necessariamente estar reunidas em um mesmo espaço físico. Segundo o PDDT, pode-se distinguir duas funções destes centros: terminal intermodal e plataforma logística, sendo distintas e podendo estar situadas em áreas não contíguas, apesar de que a reunião das duas em um mesmo local irá trazer vantagens adicionais para as empresas que os utilizarão.

De acordo com BRAGA (2007), os terminais intermodais são utilizados para a transferência de carga de um modal a outro (ex.: caminhão para trem) ou entre um mesmo modal (ex: carreta para caminhão baú). Os CLI's possuirão vias ferroviárias entremeadas de faixas rodoviárias, com comprimento capaz de acomodar um trem unitário, além de equipamento para transferência de contêineres e caixas móveis, como guindastes. O investimento nos terminais intermodais deverá ser efetuado através de Parcerias Público-Privadas (PPP's). Já a plataforma logística permite estocagem para centrais de concentração e distribuição, equipamento e suporte para enchimento e desova de contêineres e serviços de apoio, como central de fretes, bancos, oficinas, hotel etc. O investimento nas plataformas é tipicamente privado.

Segundo o Superintendente da DERSA, Milton Xavier, os CLI's a serem implantados no Estado de São Paulo não serão padronizados, ou seja, cada um assumirá uma característica que será definida de acordo com a "vocação produtiva" da região onde será instalado. Dessa forma, os estudos de viabilização e implantação serão diferenciados para cada um deles, levando em conta todo o encadeamento produtivo característico de cada região, além das infra-estruturas de transportes já instaladas. Por exemplo, o CLI de Bauru teria, a priori, vocação para abrigar os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário (ligação com a Hidrovia Tietê-Paraná). Já o Vale do

Paraíba teria um CLI como retroalimentação para o Porto de São Sebastião (principalmente com a implantação do novo corredor de exportação⁴²) (BRAGA, 2007).

De acordo com o PDDT-Vivo, a localização provável dos CLI's no Estado de São Paulo se encontra no mapa na Figura 5.4, a seguir. Urge ressaltar que todos os CLI's se encontram em importantes entroncamentos aero-rodo-ferroviários.

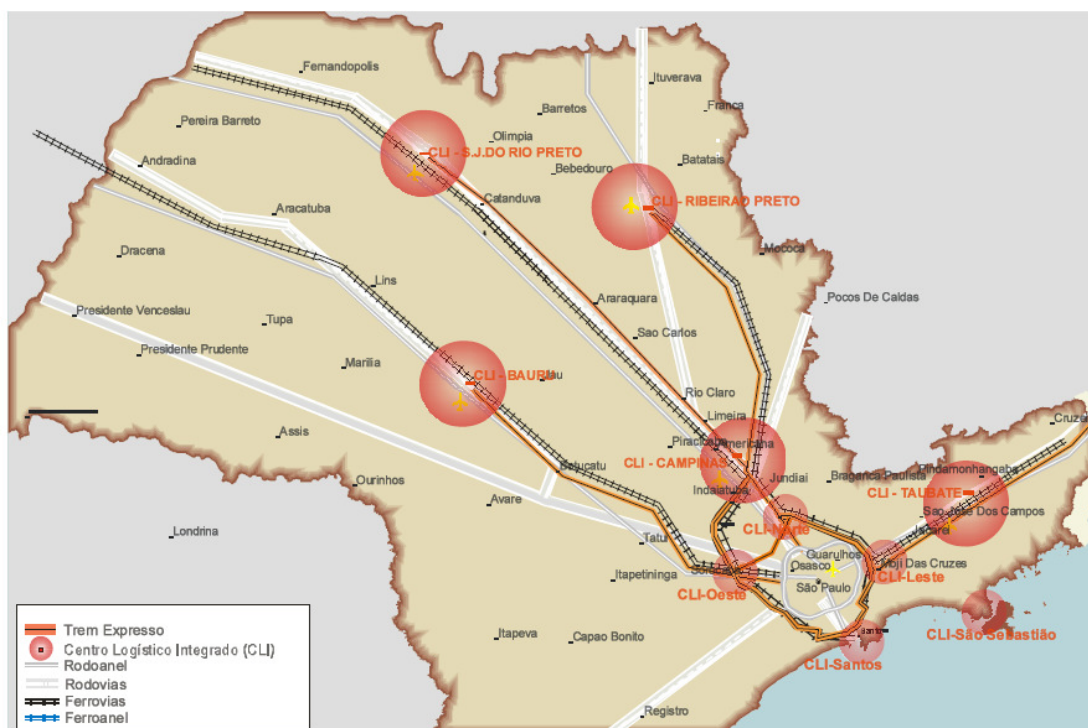


Figura 5.4: Mapa da localização dos CLI's previsto no PDDT-Vivo 2000/2020

Fonte: PDDT-Vivo 2000.

Outras cidades além das indicadas no mapa anterior também poderão comportar outros CLI's. Já existe um grande interesse de algumas prefeituras do interior paulista, para que seja instalado um CLI objetivando atrair novas empresas para seus municípios, colaborando ainda mais com a chamada *guerra dos lugares*. Um exemplo é o interesse da prefeitura de Jundiaí para a instalação de um CLI, argumentando que a cidade está a apenas 60 km da capital, próxima a Campinas e Itu e às rodovias Anhanguera, Bandeirantes, Castelo Branco e D. Pedro I, além de já

⁴² O projeto do novo corredor de exportação paulista inclui a Rodovia Dom Pedro I, Rodovia dos Imigrantes e Rodovia Rio-Santos, ligando o interior e o Vale do Paraíba ao porto de São Sebastião (BRAGA, 2007).

possuir uma EADI⁴³ (Estação Aduaneira Interior), aeroporto, área para empresas de logística, IPTU em torno do 50% do cobrado em cidades do mesmo porte e uma lei de compensação financeira para empresas com faturamento acima de R\$ 500 milhões anuais (BRAGA, 2007).

A expectativa a ser alcançada pela Secretária de Transportes do Estado de São Paulo é a de que as medidas apontadas associadas à implantação dos modernos Centros Logísticos Integrados (CLI's), deverão proporcionar uma redução de 24 para 2 horas nos tempos de transferência rodo-ferroviárias.

Antes de se abordar os principais aspectos que compõe o projeto de MDL que contempla a intermodalidade rodo-ferroviária dentro do Estado de São Paulo (Projeto Intermodal Paulista), apresenta-se, a seguir, uma estimativa do potencial de redução tanto no consumo de Diesel, quanto nas emissões de CO₂ que uma modificação na matriz de transporte de cargas no Estado de SP pode gerar, tendo como base o PDDT-Vivo 2000/2020, realizado pela Secretária de Transportes do Estado de São Paulo.

5.4. Projeções do consumo de óleo Diesel e das emissões de CO₂

Antes de iniciar o cálculo do consumo de combustível e as emissões de GEE dos modais rodoviário e ferroviário é importante salientar que as projeções proposta por esse Trabalho...

... são um produto de sistemas dinâmicos muitos complexos, determinados por forças motrizes tais como desenvolvimento demográfico, desenvolvimento sócio-econômico e mudanças tecnológicas. Sua evolução futura é altamente incerta. Os cenários são imagens alternativas de como o futuro pode se desdobrar e são uma ferramenta apropriada com as quais se analisa como as forças motrizes podem influenciar as emissões futuras e se avaliam as incertezas associadas. Os cenários contribuem para a análise da mudança climática, incluindo a modelagem climática e a avaliação dos impactos, adaptação e mitigação (NELLI, 2000, *apud* DUBEUX, 2007).

⁴³ Estação Aduaneira Interior - É um recinto alfandegário secundário, de uso público, implantada em regiões estratégicas do país, com intuito de descongestionar as zonas primárias (Portos, Aeroportos e Fronteiras). Dessa forma, a EADI armazena a mercadoria do importador pelo período que este desejar, em regime de suspensão de impostos, podendo fazer a nacionalização fracionada.

As projeções do PDDT-Vivo 2000/2020 prevêm crescimento da economia paulista. Entretanto, esse crescimento depende da oferta de um adequado serviço de transporte, tanto para a movimentação eficiente de bens e pessoas, como para a produção de novos serviços e facilidades públicas. Sem investimentos em obras de infra-estrutura, principalmente de uma ampliação da disponibilidade de infra-estrutura do modal ferroviário, como a modernização das linhas e da frota de trens já existentes, término da construção do ferroanel em volta da RMS e a implantação dos trens expressos de carga ligando o interior do Estado ao ferroanel e do ferroanel ao Estado do Rio de Janeiro, a continuidade do crescimento econômico do Estado de SP estará seriamente comprometida. Nesse contexto as construções das CLI's apresentam suma importância no que tange a implantação realmente efetiva da intermodalidade dentro do Estado de São Paulo.

De acordo com o PDDT-vivo 2000/2020, já em 2020 as projeções indicam que a população do Estado crescerá 20%, elevando-se a 43 milhões de pessoas. A indústria, agroindústria e a infraestrutura de transportes contribuirão através de suas relações comerciais com cerca de US\$ 400 bilhões do Produto Nacional Bruto Anual. A renda *per capita* do Estado de São Paulo, já em 2020 estará entre US\$ 9.000 e US\$ 13.000, contra uma média nacional que deverá situar-se entre US\$ 5.900 e US\$ 8.300. A renda *per capita* paulista será, aproximadamente, equivalente às atuais da Grécia (US\$11.600), Taiwan (US\$12.000) e Espanha (US\$14.500), e relativamente próxima às da Nova Zelândia e Israel (US\$16.000).

O consumo de mercadorias, a produção e o volume de bens movimentados crescerão mais de 70%. Enquanto o montante de mercadorias manufaturadas deverá aumentar, o setor fabril deverá declinar sua participação percentual na economia. Em relação à atual situação, reduzir-se-á a dimensão média dos produtos manufaturados e crescerá o valor das cargas por unidade de peso. Essa tendência deverá estimular uma mudança na maneira como as mercadorias são movimentadas.

A partir dessas tendências, a Secretária de Transportes do Estado de SP, através do PDDT-Vivo 2000/2020 construiu um cenário futuro baseado em taxas de crescimento que encontram referências no desempenho histórico da economia brasileira. Com isso, estimou as

demandas futuras de transportes dentro do Estado de São Paulo, por modal, em valores absolutos (TKU) e por participação (%).

O PDDT-Vivo (2000) estimou que a demanda de transporte de carga crescerá cerca de 3,3% ao ano (no total de toneladas transportadas), taxa essa, um pouco inferior à de aumento médio do PIB estadual. Este desempenho pode ser explicado pela tendência de especialização da economia estadual paulista na produção de serviços e bens de maior valor agregado. Em relação à produção de transportes do Estado de SP, o crescimento é de cerca de 3,9% ao ano (no total de carga transportada em TKU), valor que foi utilizado nas projeções desse Trabalho. As principais considerações realizadas pelo PDDT-Vivo (2000) para estimar esse menor crescimento do Estado de SP frente ao resto do país foram:

- A produção de soja deverá apresentar pequeno aumento de produtividade, mas não deverá haver aumento significativo da área cultivada. O atendimento da demanda industrial deverá ser feito pela produção do Centro-Oeste. Novas indústrias esmagadoras de grãos e expansão de capacidade de plantas já existentes, não devem ocorrer no Estado, mas nas zonas de fronteira agrícola.
- A demanda de arroz deverá ser atendida pela produção do Rio Grande do Sul como já ocorre atualmente, mas a partir de agora parte significativa do suprimento poderá vir do Mato Grosso. A produção de trigo não deve apresentar, também, aumentos importantes. Dados os níveis de custos médios e a qualidade da produção doméstica do produto, o suprimento da demanda interna deve ser mais intensamente feito pelo mercado externo, especialmente pela produção Argentina.
- A produção estadual de milho não deverá crescer de forma expressiva devendo o déficit da demanda estadual ser suprido através da produção paranaense e goiana. A produção da suinocultura, da avicultura e da indústria de produtos alimentícios deverá expandir-se mais na Região Centro-Oeste.

As projeções da demanda para o horizonte de 20 anos do PDDT-Vivo 2000/2020 indicam a manutenção da participação relativa do volume de produtos da agroindústria, minerais e grãos,

com um aumento da movimentação de cargas geral. Uma redução em termos relativos da movimentação de energéticos corresponde a uma redução da oferta de álcool no Estado de São Paulo, derivada da indefinição das políticas para o setor. Por outro lado, deverão expandir-se a taxas maiores do que a média do Estado de São Paulo, a movimentação de contêineres, a produção de fertilizantes, a demanda de produtos siderúrgicos e a produção agroindustrial. Portanto, de acordo com os cenários e as projeções efetuadas, o setor industrial com maior potencial de expansão no Estado tem natureza e localização conhecidas:

- Segmento industrial: telecomunicações, informática, microeletrônica e montagens.
- Localização: A região que serpenteia o quadrilátero da Macrometrópole.

Parte substancial do aumento da demanda de transporte de carga geral está associada aos fluxos de comércio exterior. A movimentação dessa carga no porto de Santos pode chegar a triplicar no período. O incremento da carga geral a taxas superiores à média reflete o perfil de expansão da economia paulista, com crescimento das atividades nos setores de maior conteúdo tecnológico. O crescimento estimado de carga associado ao setor industrial (carga geral, contêiner, papel e celulose) responderá por cerca de 78% da demanda futura de transporte. Este perfil de crescimento tem impacto relevante nos tipos de acondicionamento, transbordo e transporte, com reflexos no sistema logístico: estímulo ao uso de contêineres; e automação nos transbordos.

As projeções do consumo de combustível por modal realizada nesse Trabalho têm como base as projeções da produção de transporte do PDDT-Vivo para o período compreendido entre 2000/2020, com algumas diferenças, a saber:

- O ano base utilizado nesse Trabalho é 2006 e não 2000.
- Nas projeções da demanda de carga realizada nesse Trabalho, foi pressuposto que, como pouco já foi feito dos investimentos em infra-estrutura previstos pelo PDDT-Vivo em 2000 (principalmente em relação ao ferroanel e os trens expressos), mudando as projeções da participação dos modais ferroviário e rodoviário da matriz de transporte paulista do

ano 2009 para 2029, em vez de 2000 para 2020, como previa o PDDT-Vivo não acarretará maiores erros. Já que o tempo total estimado pela Secretária de Transportes do Estado de São Paulo permaneceu praticamente o mesmo (era 20 anos e passou para 21 anos). O período de 21 anos (2009 a 2029) foi escolhido para se enquadrar nos períodos de validação de créditos de carbono normatizados pela EB (períodos de 7 anos).

- No período 2000 - 2020, de acordo com o PDDT-Vivo, a produção de transporte deverá crescer a uma taxa de aproximadamente 3,9% ao ano no Estado de São Paulo. Essa mesma taxa de crescimento foi mantida até 2029 e iniciada em 2006.
- No ano 2029, no Cenário BAU, as participações dos modais ferroviário e rodoviário serão iguais as do ano 2006. Já no Cenário Alternativo, no ano 2029, as participações dos modais ferroviário e rodoviário serão as mesmas da projeção almejada pelo PDDT-Vivo para o ano 2000.
- O acréscimo da participação do modal ferroviário é realizado a uma taxa constante (9,46% ao ano), a fim de que a participação do mesmo atinja a participação de 31,3% na matriz de transporte de carga de SP até o ano de 2029. O decréscimo da participação do modal rodoviário para que o mesmo atinja 65,4% de participação na matriz de transporte de carga de SP também para o ano de 2029 foi calculado ano a ano pela diferença do crescimento da produção de transporte no Cenário BAU menos o incremento da participação do modal ferroviário no Cenário Alternativo. O início da mudança é o ano 2009.

A Tabela 5.4, a seguir, mostra a demanda de transporte de cargas no Estado de SP no ano 2006, de acordo com dados fornecidos pela DERSA. Mostra também a demanda projetada para dois cenários futuros: BAU - *business as usual* - (sem mudanças das participações dos modais rodoviário e ferroviário em relação ao ano de 2006) e Alternativo (com mudanças das participações dos modais rodoviário e ferroviário).

Tabela 5.4: Matriz de transporte de carga do Estado de São Paulo: consolidada (2006) e projetada (2029)

MODAL	ANO 2006		ANO 2029 BAU		ANO 2029 ALTERNATIVO	
	10 ⁹ TKU	%	10 ⁹ TKU	%	10 ⁹ TKU	%
Rodoviário	122,6	88,6	296,9	88,6	219,1	65,4
Ferroviário	13,1	9,5	31,8	9,5	104,9	31,3
Hidroviário	0,8	0,5	-	-	-	-
Dutoviário	1,4	1,0	-	-	-	-
Cabotagem	-	-	-	-	-	-
Aeroviário	0,5	0,4	-	-	-	-
Total	138,4	100	335,1	-	335,1	100

Fonte: Elaboração própria a partir do PDDT-Vivo, 2000 e DERSA, 2008.

Como pode ser observado na Tabela 5.4, anterior, o total de cargas transportada no ano 2006 é de $122,6 \times 10^9$ TKU para o modal rodoviário e de $13,1 \times 10^9$ TKU para o modal ferroviário. De acordo com as projeções do PDDT-Vivo, espera-se que em 2020, o modal rodoviário aumente o volume de cargas transportadas para $164,1 \times 10^9$ TKU e o modal ferroviário aumente para $78,2 \times 10^9$ TKU (PDDT-Vivo, 2000). Projeção essa difícil de realizar atualmente, pois como já foi comentado, pouco se fez em relação à infra-estrutura dentro do Estado de SP para que tal mudança ocorra. Por esse motivo, nas projeções realizadas nesse Trabalho, o ano de 2029 foi escolhido, ano esse mais plausível para as mudanças de participações da matriz de transporte de cargas prevista no PDDT-Vivo se concretizem.

Utilizando a mesma taxa de crescimento previsto pelo PDDT-Vivo para o período 2000/2020, apenas mudando o período para 2007/2029, projeta-se que no ano 2029 o total de cargas transportadas no Estado de SP aumente para $335,1 \times 10^9$ TKU, com dois possíveis cenários: a-) o BAU, com o modal rodoviário contribuindo com $296,9 \times 10^9$ TKU de carga transportada e o modal ferroviário com apenas $31,8 \times 10^9$ TKU; e b-) o Alternativo, no qual o modal rodoviário contribui com $219,1 \times 10^9$ TKU e o modal ferroviário com $104,9 \times 10^9$ TKU.

A diferença na produção de transporte entre os dois cenários analisados nesse Trabalho é de cerca de 26% menor no cenário Alternativo, em relação ao BAU, para o modal rodoviário e de cerca de 230% superior no cenário Alternativo, também em relação ao BAU, para o modal ferroviário. Em termos percentuais de participação na matriz de transporte de carga, a participação ferroviária deverá aumentar de 9,5% em 2006 para 31,3% em 2029. Já a participação rodoviária deverá diminuir de 88,6% para 65,4% no mesmo período.

Após o cálculo ano a ano da produção de transportes do Estado de SP em TKU, calculou-se o consumo de Diesel de cada modal, ano a ano e por período, através dos valores de consumo médio dos modais rodoviário e ferroviário: 18,5 litros de Diesel por 1.000 TKU e 6,3 litros de Diesel por 1.000 TKU, respectivamente (PDDT-Vivo, 2000). O passo seguinte foi o cálculo das emissões de dióxido de carbono pela queima de óleo Diesel dos modais rodoviário e ferroviário, utilizando para isso a metodologia *top down* do IPCC. Por fim, foi realizado um estudo financeiro potencial das possíveis receitas com a venda dos CER's.

Nos cálculos do consumo de combustível (Diesel) para a construção da linha do projeto foi tratada somente a energia usada diretamente pelos diferentes modos de transporte, não levando em conta a energia utilizada, por exemplo, para a construção e manutenção da infraestrutura de transportes como as estradas, ferrovias, pontes, estações, etc. ou a energia gasta para extração e processamento dos combustíveis ou ainda para a fabricação dos diferentes veículos.

Nas projeções desse Trabalho também não foram considerados possíveis ganhos em eficiência energética dos caminhões e trens ao longo dos anos analisados e nem a introdução do biodiesel. Foi considerado que todo o aumento da participação ferroviária será feita com trens a Diesel. À substituição de parte da carga transportada do modal rodoviário pelo modal ferroviário conforme a proposta apresentada por esse Trabalho foi denominada Projeto Intermodal Paulista. Todos os resultados e comentários estão no próximo item, a seguir.

5.4.1. Resultados e discussões

O crescimento da produção de transporte dos modais rodoviário e ferroviário conforme as premissas do presente Trabalho são de 3,92% ao ano (de 2007 a 2029) para o cenário BAU, para

ambos os modais. Já para o Cenário Alternativo o modal ferroviário cresce 9,46% ao ano (de 2007 a 2029) e o modal rodoviário cresce de forma a suprir a demanda de transporte de carga objetivando manter a soma de crescimento dos dois modais em 3,92% ao ano (também de 2007 a 2029), crescimento da demanda por transporte esse igual ao do Cenário BAU. A Figura 5.5, a seguir, mostra as projeções de crescimento dos modais rodoviário e ferroviário, em bilhões de TKU.

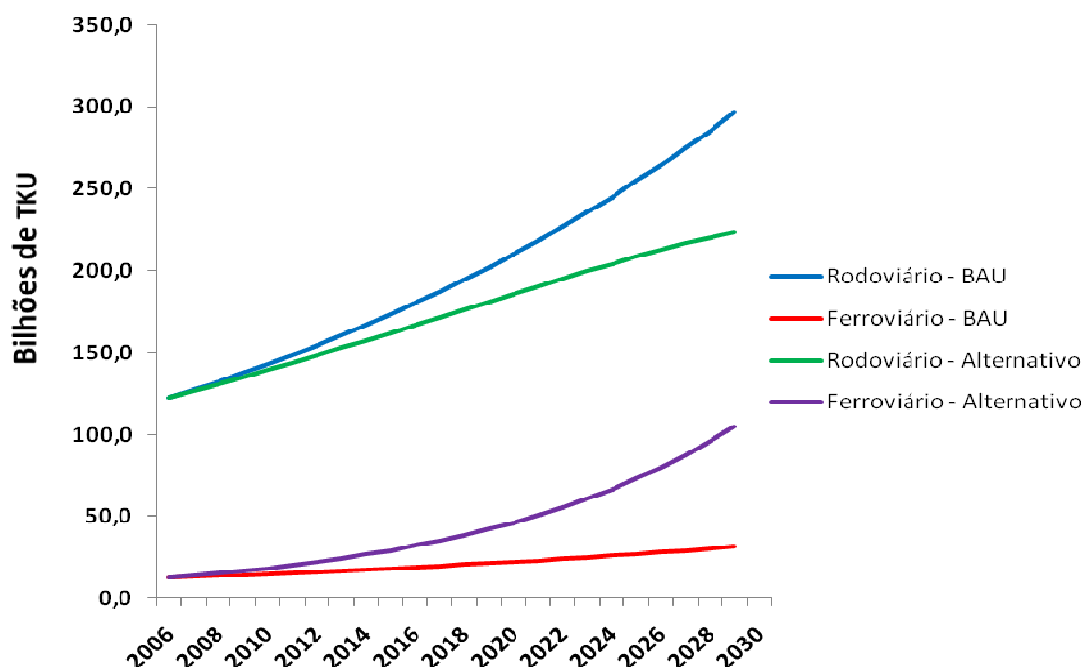


Figura 5.5: Projeções de crescimento da carga transportada, em TKU, dos modais rodoviário e ferroviário para os Cenários BAU e Alternativo

Fonte: Elaboração própria com base no PDDT-Vivo, 2000.

Essa taxa de crescimento maior, no período analisado, do modal ferroviário em relação ao modal rodoviário no Cenário Alternativo, proporciona a diminuição da diferença de participação da matriz de transporte de cargas do Estado de SP de 79,1% (88,6 menos 9,5) para 34,1% (65,4 menos 31,3) para o ano de 2029, tornando assim a matriz de transporte de cargas paulista menos desbalanceada no futuro. Através da análise da Figura 5.5, nota-se que a diferença (*gap*) entre a quantidade de carga transportada, em TKU, pelo modal rodoviário e ferroviário, no ano de 2029, no Cenário Alternativo (diferença entre as linhas verde e lilás) é significativamente menor que o *gap* no Cenário BAU (diferença entre as linhas azul e vermelha).

A Figura 5.6, a seguir, mostra que no período analisado (2008 a 2029), o consumo total de óleo Diesel do modal ferroviário é muito inferior ao consumo do modal rodoviário nos 2 Cenários analisados, cerca de 3,51% no cenário BAU, e cerca de 8,46% no cenário Alternativo. Mesmo no ano 2029, no Cenário Alternativo, onde a participação do modal ferroviário é de cerca de metade da participação do modal rodoviário na matriz de transporte de cargas do Estado de SP (31,3% contra 65,4%), o consumo de Diesel do modal ferroviário continua muito inferior do que o consumo de Diesel do modal rodoviário, cerca de 6 vezes menor (0,66 milhões de m³ de Diesel contra 4,14 milhões de m³ de Diesel).

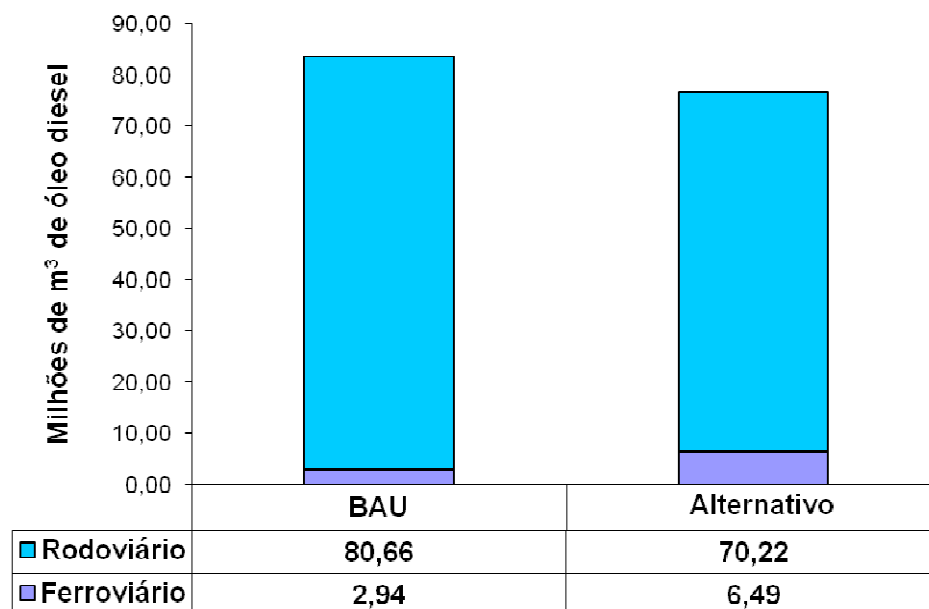


Figura 5.6: Projeções do consumo total de Diesel: comparação do cenário BAU x Alternativo

Fonte: Elaboração própria com base no PDDT-Vivo, 2000.

A mudança da matriz de transporte no Estado de SP, como proposto nesse Trabalho, traz uma economia acumulada de Diesel no período analisado de aproximadamente 8,24%. Observando-se as Figura 5.6, a diferença entre o consumo de combustível dos dois Cenários analisados pode parecer pequena, mas em virtude da grande demanda do setor de transporte de carga do Estado de São Paulo, essa economia de óleo Diesel é substancial – cerca de 6,89

milhões de m³. A partir do ano 2029, a economia de óleo Diesel pode chegar a aproximadamente 15,6% ao ano, em comparação com a permanência da matriz de transporte nos moldes atuais. Em números absolutos a economia de Diesel apenas no ano de 2029 seria de 891 mil m³ de Diesel.

Na verdade os ganhos seriam ainda maiores, pois nos cálculos foi considerado o consumo médio de Diesel dos dois modais, em valores do ano 2000. Ao ocorrer à expansão do setor ferroviário, os novos trens, serão mais modernos e conseqüentemente menos energo-intensivos. O mesmo raciocínio vale para os caminhões, embora a substituição da frota de caminhões ocorra de forma muito mais lenta.

A economia de Diesel que tal projeto proporcionaria seria muito maior no 3º período de validação dos créditos (entre 2023 a 2029) do que nos 2 primeiros períodos (2009 a 2015 e 2016 a 2022). Seria de aproximadamente 65,55% no terceiro período, contra 26,6% do segundo período e 7,85% do primeiro período, conforme pode-se observar na Figura 5.7, a seguir.

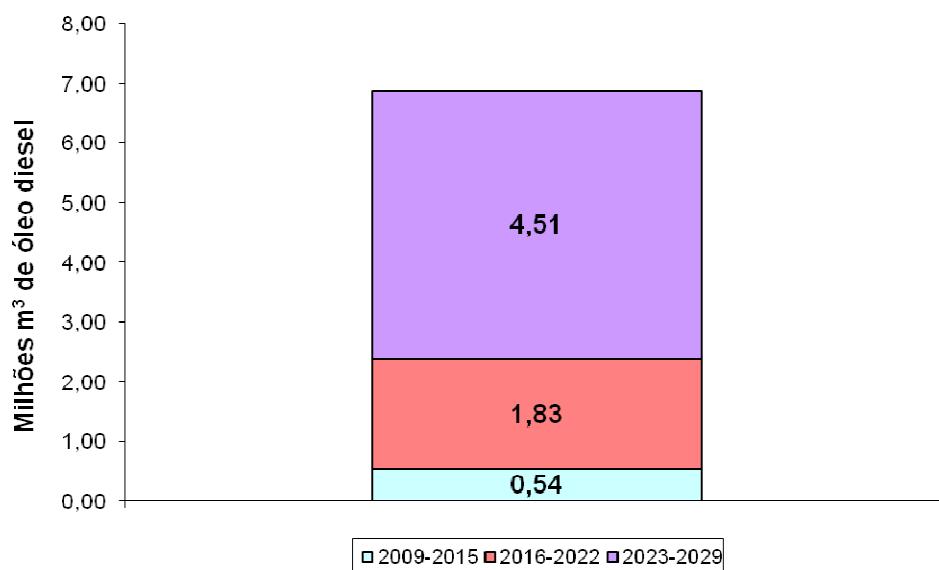


Figura 5.7: Estimativas do consumo de óleo Diesel economizado por período de compromisso - comparação do cenário BAU x Alternativo

Fonte: Elaboração própria com base no PDDT-Vivo, 2000.

Essa enorme diferença de economia de Diesel entre os períodos deve-se principalmente a grande diferença inicial da participação dos modais na matriz de transporte de cargas paulista

somado ao gradual e lento processo de mudança da matriz de transporte de cargas que propõe esse Trabalho. Com isso os maiores ganhos de economia de Diesel se darão após a matriz de transporte de cargas se aproximar das metas proposta pelo PDDT-Vivo e por esse Trabalho.

Em relação às emissões evitadas de dióxido de carbono (adicionalidade), as quantidades são consideráveis. No período compreendido entre 2008 a 2029, as emissões totais evitadas pela mudança da matriz de transporte de cargas paulista, a fim de se atingir as metas proposta pelo PDDT-Vivo e por esse Trabalho, seriam cerca de 8,24% menor no cenário Alternativo em relação ao cenário BAU. A Figura 5.8, a seguir, mostra a projeção das emissões de CO₂ para os cenários BAU (linha de base) e Alternativo (projeto).

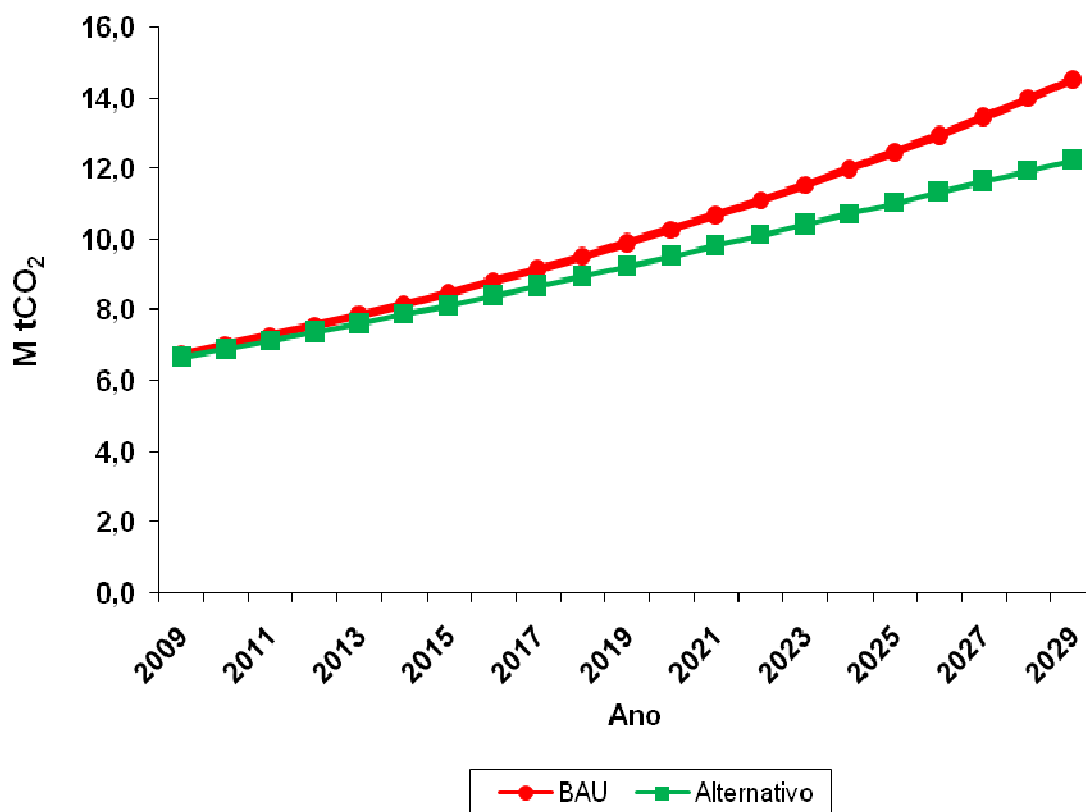


Figura 5.8: Projeções das emissões de CO₂ para os cenários BAU e Alternativo

Fonte: Elaboração própria com base no PDDT-Vivo, 2000.

A área compreendida entre as linhas vermelha e verde é a adicionalidade, isto é, quanto de emissões o projeto evitou em relação à linha de base. Pode-se observar na Figuras 5.8, a diferença entre as emissões de CO₂ no cenário BAU e alternativo se acentua após o ano 2021. Isso faz com

que, assim como na economia no consumo de Diesel, as emissões evitadas, também sejam muito superiores no terceiro período de validação dos créditos (2022 a 2029), conforme pode-se observar na Figura 5.9 a seguir.

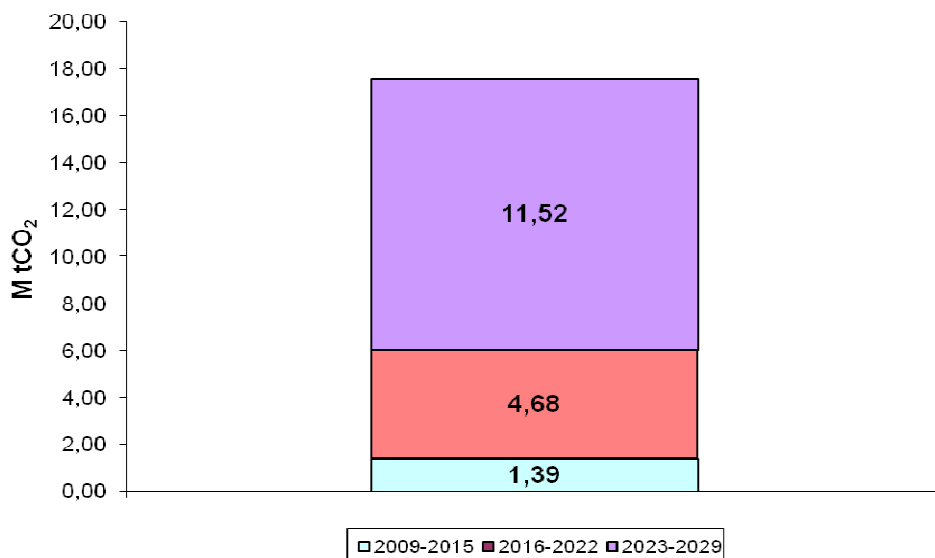


Figura 5.9: Estimativas das emissões de CO₂ evitadas por período do projeto: comparação do cenário BAU x Alternativo

Fonte: Elaboração própria com base no PDDT-Vivo, 2000.

De acordo com a Figura 5.9, cerca de 17,59 milhões de tCO₂ podem ser evitadas com a mudança gradual da matriz de transporte de carga paulista, conforme as diretrizes propostas nesse Trabalho. Há de se salientar, que quanto mais rápido tal mudança ocorrer, isto é, quanto mais rapidamente à matriz de transporte de carga paulista se tornar menos centrada no modal rodoviário (o mais energo-intensivo dos modais), maiores serão as emissões evitadas de CO₂ para qualquer período de análise.

Como cada tCO₂ evitada corresponde a um CER, o montante de créditos de carbono que tal projeto pode potencialmente gerar é também considerável, podendo trazer recursos financeiros significativos para o mesmo. Na época do fechamento desse Trabalho (final de 2008), o mercado de carbono estava em uma crescente, com o crédito de carbono em torno de 20 dólares, mas as metas do primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto, que começaram a vigorar em janeiro de 2008, terminam apenas em 2012 (ano que os países do Anexo 1 terão que demonstrar o cumprimento das suas metas). Portanto o mercado de créditos de carbono tende ainda a sofrer

uma alta, com os créditos podendo chegar a mais de 30 dólares, segundo estimativas da União Européia.

A seguir, a Figura 5.10 mostra uma estimativa do potencial financeiro que o projeto de mudança da matriz de transporte de cargas proposto nesse Trabalho pode proporcionar com a venda dos CER's, de acordo com estimativas do valor do CER projetadas pelas principais consultorias e fundos, que atuam no mercado de carbono e também pelo valor do crédito de carbono negociado no final de 2008. É importante ressaltar que os CER's são emitidos apenas após as reduções das emissões serem efetivamente verificadas (*ex-post*), e, portanto, não dependem de projeções feitas preliminarmente (FIGUERES & BOSI, 2007).

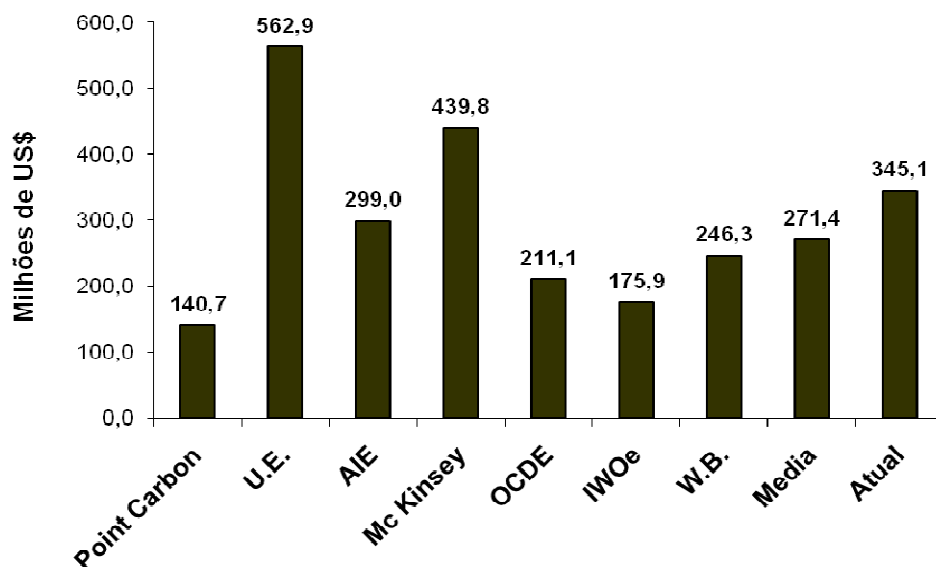


Figura 5.10: Estimativas em milhões de dólares que o Projeto Intermodal Paulista poderia alavancar no período de 2009 a 2029, de acordo com as projeções das principais organizações que atuam no mercado de carbono

Fonte: Elaboração própria com base em NAE, 2005.

* Preços do CER's no período 2008 a 2012 esperado por cada instituição, organização ou empresa: *PointCarbon* (US\$ 8,00), União Européia - UE - (US\$ 32,00), Agência Internacional de Energia - AIE - (US\$ 17,00), *McKinsey&Company* (US\$ 25,00), Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE - (US\$ 12,00), *Institute for Economy and the Environment* - IWOe - (US\$ 10,00), Word Bank - WB - (US\$ 14,00), Média das instituições (US\$ 15,43) e preço atual (US\$ 19,62)

Observa-se pela Figura 5.10, que a quantidade de recursos financeiros que um projeto que modifica a matriz de transporte no Estado de São Paulo pode alavancar é considerável. Usando a expectativa mais conservadora (*Point Carbon*) de US\$ 8,00 a tCO₂eq, tem-se um volume em

dólares de cerca de 209 milhões, que fornece uma média anual de cerca de 10 milhões de dólares ao longo dos 21 anos do projeto. Usando o cenário mais otimista (União Européia) de US\$ 32,00 a tCO₂eq, a receita com as vendas dos CER's pode chegar a mais de 562 milhões de dólares, que fornece uma média anual de cerca de 26,8 milhões de dólares ao longo dos 21 anos do projeto. Tomando a média das 6 fontes consultadas nesse Trabalho de US\$ 15,43 a tCO₂, temos uma perspectiva de receita com as vendas dos CER's em torno de 271,4 milhões de dólares. E por fim, considerando a preço do crédito de carbono no período de fechamento desse Trabalho de US\$ 19,62, a potencial receita com a venda dos CER's atinge 345,1 milhões de dólares.

Cerca de 90% da potencial receita gerada com os créditos de carbono que o Projeto Intermodal Paulista pode gerar ocorre após o ano 2014. Apesar da maioria dos créditos de carbono do Projeto Intermodal Paulista ser adquirido após 2012, o uso das projeções das consultorias e fundos é válido, pois provavelmente os compromissos dos países industrializados Pós-Quito serão maiores que os atuais 5,2% de diminuição das emissões de CO₂ em relação às emissões de 1990, fazendo com que os CER's no mínimo mantenham seu preço ou atinjam as projeções mais otimistas, como as da União Européia e do Mc Kinsey, respectivamente de US\$ 32,00 e US\$ 25 o preço de cada CER.

Comparando os valores potenciais das vendas dos CER's (valores atuais) de cerca de R\$ 0,84 bilhão⁴⁴, com os investimentos previstos pela Secretaria de Transportes do Estado de São Paulo no modal ferroviário e construção das CLI's de cerca de R\$ 5,57⁴⁵ bilhões, chega-se a conclusão de que os créditos de carbono possuem força para viabilizar cerca de 15% dos investimentos previstos em obras de infra-estrutura, constituindo-se, portanto, uma importante fonte de receita. Há de se ressaltar que se o Projeto Intermodal Paulista se enquadrar como um MDL Programático, o prazo para obtenção de créditos de carbono aumenta para 28 anos, tendo um quarto período para obtenção de créditos (mais 7 anos), podendo, portanto, aumentar substancialmente tanto os valores de óleo Diesel economizado, como de emissões de CO₂

⁴⁴ Dólar a R\$ 2,45 e valor do CER= US\$ 19,62. Cotação do dia 23 de novembro de 2008.

⁴⁵ Há de se ressaltar que esse valor foi calculado em 2000, estando portanto defasado para 2008.

evitadas e conseqüentemente de receita geradas com a venda das RCE's que tal projeto pode gerar.

5.5. Projeto Intermodal Paulista

O Projeto Intermodal Paulista tem como objetivo o aumento da participação ferroviária na matriz de transporte de cargas do Estado de São Paulo, tornando-o mais eficiente, seguro e barato do que o modelo adotado anteriormente (centrado no modal rodoviário).

O projeto seria resultado de uma parceria público-privada (PPP) na qual o setor público é responsável pelos investimentos em infra-estrutura (vias, estações e terminais, etc.) e o setor privado pelos investimentos em frota e operação do sistema.

5.5.1. Principais aspectos que compõe o projeto hipotético em questão

- A ampliação e modernização da infra-estrutura ferroviária, principalmente com terminais intermodais modernos e eficientes (CLI's), integrando o modal ferroviário com o modal rodoviário, permitindo rápidas operações de embarque e desembarque das cargas;
- O Projeto Intermodal em questão gera uma maior eficiência de transporte de cargas e reduz o nível de emissões por tonelada-quilômetro transportada, quando comparado com a situação da inexistência do projeto;
- Novos trens com maior capacidade de cargas possuem maior eficiência no uso do combustível por TKU transportado;
- Tarifa integrada entre as operadoras do modal ferroviário;
- O Projeto Intermodal é atrativo para os clientes, devido ao menor custo, maior segurança, e maior confiabilidade, motivando seu uso ao invés do transporte rodoviário (caminhões).

5.5.2. Exigências da *Executive Board* para aprovação de projetos de MDL

De acordo com a *Executive Board*, um projeto para ser aprovado como MDL deve obrigatoriamente satisfazer uma série de exigências. A seguir estão listadas as principais exigências que, não apenas um Projeto Intermodal deva satisfazer, mas sim, qualquer projeto que almeje ser aprovado como MDL.

Uma exigência da *Executive Board* é a obrigatoriedade do projeto contribuir para o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro do projeto. Nesse aspecto um Projeto Intermodal contribuiria para o desenvolvimento sustentável através de:

- Redução de emissão de CO₂, material particulado e NO_x pelo aumento da eficiência do sistema de transporte de carga;
- Melhoria da qualidade vida, pela redução de congestionamentos, poluição sonora e acidentes. Além desses aspectos, há de se mencionar o menor índice de doenças respiratórias;
- Criação de empregos temporários para a realização das obras de infra-estrutura; e de empregos permanentes, principalmente nos portos intermodais (CLI's);
- Benefícios macroeconômicos para estado detentor do projeto e para o Brasil. Afinal, a oferta de um sistema de transporte mais ágil aumenta a competitividade dos produtos dos usuários no mercado nacional e dos produtos brasileiros no mercado internacional.

Outra exigência da *Executive Board* refere-se à efetiva diminuição das emissões de GEE (adicionalidade). No caso do Projeto Intermodal, ele torna o setor de transporte de carga do Estado detentor do projeto mais equilibrado entre os modais rodoviário e ferroviário. Isso induziria a uma conseqüente redução das emissões de CO₂. E, isto ocorreria por dois motivos. Primeiro: o modal ferroviário emite menos CO₂/tonelada-quilômetro (OCDE, 2000, apud MATTOS 2001). Segundo: principalmente pelo menor consumo de Diesel.

As projeções realizadas no tópico anterior desse Capítulo ilustram o potencial de reduções de CO₂ que a mudança intermodal pode gerar no Estado de São Paulo. Indiretamente, o projeto também geraria uma redução de emissões dos veículos em geral ao contribuir para melhores condições de tráfego nas áreas de influência (não deverá ser incluído no projeto, por ser de difícil quantificação).

Outra exigência da *Executive Board* é na apresentação por parte do proponente do projeto de MDL de fornecer um documento referente aos impactos ambientais causados pelas atividades de projetos considerados significativos pelos participantes da atividade de projeto, incluindo um relatório de impacto ambiental e o termo de referência da avaliação de impacto ambiental. Isso não seria problema, pois, para a construção das obras de infra-estrutura, o IBAMA já obriga o proponente do projeto a possuir um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

5.5.3. Plano de Monitoramento e período de creditação do projeto

O plano de monitoramento inclui a forma de coleta e armazenamento de todos os dados necessários para calcular a redução das emissões de gases de efeito estufa, de acordo com a metodologia de linha de base estabelecida no PDD (Documento de Concepção do Projeto), que tenham ocorrido dentro dos limites do projeto ou fora desses limites, desde que sejam atribuíveis à atividade de projeto e dentro do período de obtenção de crédito.

O monitoramento de um Projeto Intermodal (do tipo rodo-ferroviário) seria através da coleta de dados do transporte de cargas que estão disseminados entre as operadoras do sistema ferroviário e entre as inúmeras transportadoras ou das próprias empresas que utilizam o modal rodoviário para escoar seus produtos (ou seja, o mesmo método que é utilizado para a construção da matriz de transporte de cargas paulista). Sempre de acordo com a metodologia de linha de base previamente estabelecida no PDD do projeto.

Em relação ao período de creditação⁴⁶, há duas possibilidades para os projetos de MDL. Duração de 7 anos, prorrogáveis duas vezes pelo mesmo período, ou 10 anos, sem possibilidade de prorrogação. Em ambos os casos, o período durante o qual os CER's serão creditados deve ser especificado. No Caso específico do MDL Programático, a duração do projeto pode se estender para até 28 anos ou quatro períodos de 7 anos.

5.5.4. Metodologia do cálculo das emissões

Para avaliar as emissões relativas às atividades de projeto do MDL em foco, a metodologia de cálculo deve conter necessariamente:

- a) Descrição das fórmulas utilizadas para calcular e estimar as emissões antrópicas de gases de efeito estufa da atividade do projeto de MDL, por fontes, dentro do limite do projeto; e descrição das fórmulas utilizadas para calcular e projetar as fugas. O resultado desses cálculos representa as emissões da atividade de projeto do MDL.
- b) Descrição das fórmulas utilizadas para calcular e projetar as emissões antrópicas de gases de efeito estufa da linha de base por fontes; e descrição das fórmulas utilizadas para projetar as fugas. O resultado desses cálculos representa as emissões da linha de base.

A diferença entre os resultados obtidos através dos cálculos de (b) e (a) representa as reduções de emissões das atividades de projeto de MDL (adicionalidade).

5.5.5. Possíveis entraves que o Projeto Intermodal Paulista teria que transpor para obter aprovação do EB

As experiências até agora com a apresentação e aprovação das metodologias ligadas ao PoA não são animadoras. Apesar do otimismo trazido pela criação do MDL Programático e considerando que o número de projetos de MDL, mais do que triplicou entre o final de 2005 e o final de 2007, era de se esperar que o número de projetos ligados ao PoA apresentasse crescimento semelhante no mesmo período, mas a realidade é que apenas aumentou de dez para

⁴⁶ É o prazo de validade de um projeto de MDL. São quantos anos um projeto de MDL poderá gerar CER's.

vinte. O principal motivo é que continua a haver grandes obstáculos à implementação de projetos de PoA, incluindo a falta de metodologias e aspectos relacionados a fugas, *free riders*, linha de base, dupla contagem e de monitoramento (HINOSTROZA *et al.*, 2007).

De acordo com expectativas do WORLD BANK (2007), o MDL Programático tenderia a melhorar a representatividade em áreas atualmente sub-representadas entre os escopos já aprovados, como os setores residencial, transporte e envolvendo também as pequenas indústrias, que é algo que também não está ocorrendo. As expectativas já foram maiores em relação ao aumento da participação dos créditos de carbono através de projetos que envolvam energias renováveis e eficiência energética que o MDL Programático pudesse trazer. Outro ponto frustrante em relação ao PoA era de que ele geraria uma distribuição geográfica mais equilibrada dos projetos MDL pelo mundo (HINOSTROZA *et al.*, 2007).

As maiores dificuldades de se conseguir aprovação de um projeto de MDL está na quantificação exata das reduções das emissões. As metodologias de cálculo da linha de base e do projeto devem atender uma série de questões: fronteira do projeto, adicionalidade, *free riders*, “efeito rebote”, dupla contagem, fuga, monitoramento e verificação (FIGUERES & BOSI, 2007). A seguir será realizada uma análise dessas questões, bem como a importância delas no que tange o Projeto Intermodal Paulista.

• **Fronteira do Projeto:** No caso de alguns projetos de MDL Programático, a exata localização das atividades individuais é conhecida desde o seu início. Em outros programas, a cobertura geográfica do programa é conhecida no início, mas não a localização específica de cada um dos participantes do programa. No PoA, a localização exata de onde as reais reduções das emissões ocorrerão ao longo do tempo pode ser determinada a posteriores e constitui a fronteira do projeto.

A delimitação da fronteira não seria um problema para o Projeto Intermodal Paulista, já que fronteira seria a do próprio Estado de São Paulo.

• **Linha de Base:** Antes de se vislumbrar a aprovação do Projeto Intermodal Paulista é necessária antes a aprovação de uma metodologia, com viés Programático, que envolva mudança

intermodal (caminhões por trens) pelo EB. Como até a data de conclusão desse Trabalho nenhuma metodologia envolvendo intermodalidade foi aprovada e a julgar pela experiência negativa da Aracruz na aprovação de uma metodologia que envolvesse intermodalidade, a construção de uma linha de base é atualmente um dos principais obstáculos ao Projeto Intermodal Paulista. A metodologia é aplicável se análises de linhas de bases alternativas demonstrarem que a continuidade do sistema atual leva a um nível mais elevado de emissões de GEE na ausência da atividade de projeto.

• **Adicionalidade:** Comprovar a adicionalidade ambiental, isto é, as reduções de GEE do Projeto Intermodal Paulista em relação à linha de base dependerão principalmente da metodologia a ser aprovada previamente no EB. O potencial das reduções das emissões de CO₂, devido à mudança de participações dos modais ferroviário e rodoviário na matriz de transporte de cargas de São Paulo, conforme mostra as projeções desse Trabalho, é significativa.

A construção da linha de base enfrentaria dificuldades, uma vez que os dados sobre o transporte de cargas estão disseminados entre as operadoras do sistema ferroviário e entre as inúmeras transportadoras ou das próprias empresas que utilizam o modal rodoviário para escoar seus produtos.

Como o combustível adotado nos dois modais é o mesmo (óleo Diesel⁴⁷), as fórmulas para os cálculos das emissões associadas seriam um pouco mais simples do que as fórmulas usadas na metodologia do TransMilenio, por exemplo. Um problema seria como padronizar uma emissão média levando em conta toda a frota de caminhões que trafegam pelo Estado de São Paulo. Já que há caminhões de diferentes marcas, tamanhos, novos, velhos, muito velhos, com e sem manutenção adequada. Isso com certeza dificultaria a construção da linha de base. A substituição gradual da frota mais velha por veículos com melhores desempenhos de consumo de combustíveis deve ser levada também em conta na construção da metodologia. A linha de base da metodologia utilizada no TransMilenio simplificou o cálculo, utilizando-se de uma taxa média

⁴⁷ Há uma tendência declinante no uso da eletricidade pelo modal ferroviário brasileiro. No Estado de São Paulo, onde se concentra a maioria das linhas férreas, entre 1991 e 2004, o consumo de eletricidade pelo modal ferroviário caiu cerca de 7,7 vezes. Em compensação o uso do óleo Diesel cresceu 1,4 vez no mesmo período. O uso do óleo combustível se manteve em torno de 1% no mesmo período (BEESP, 2005).

anual constante de melhoria por categoria de veículo. No caso do Projeto Intermodal Paulista seria apenas caminhão.

O mais problemático será a comprovação da adicionalidade financeira, isto é, mostrar que o Projeto Intermodal Paulista não se configura como *business as usual*, pois como foi visto nesse Trabalho a mudança do modal rodoviário para o modal ferroviário para transporte de cargas geralmente é vantajoso economicamente por si só, não dependendo das receitas provenientes dos CER's para tornar o Projeto Intermodal Paulista viável economicamente. A reforma fiscal para resolver o problema da bi-tributação, se por um lado pode impulsionar a mudança de modal, por outro criaria enormes dificuldades para que o Projeto Intermodal Paulista não se configure como *business as usual*. Há de se ressaltar que as receitas geradas através da comercialização dos CER's, podem vir a configurar-se como um incentivo importante para a mudança de paradigma do setor de transportes brasileiro, principalmente o de cargas. Pois as barreiras para a troca do modal rodoviário são grandes e os investimentos em infra-estrutura elevados, conforme foram vistos nesse Capítulo e também no Capítulo 3 desse Trabalho.

Há ainda a alternativa do Governo do Estado de São Paulo ser o *player* reivindicador dos créditos de carbono e, como foi visto anteriormente, os gastos em infra-estrutura seriam maiores do que os possíveis valores gerados com a venda dos RCE's, o que desconfiguraria o *business as usual*.

• **Free Riders:** O CPA deve especificar a proposta de abordagem utilizada para estimar as reduções das emissões atribuídas aos *free riders* como parte da proposta inicial e acompanhamento metodológico. A partir disso, todas as outras reduções das emissões serão consideradas adicionais.

É também uma das grandes dificuldades do Projeto Intermodal Paulista, já que seria difícil distinguir quais participantes mudariam de modal mesmo sem os benefícios dos CER's. O fato de os participantes não serem conhecidos de antemão também dificulta na escolha da metodologia que será usada (HINOSTROZA *et al.*, 2007). Outro problema em relação aos *free riders* é não incluir no projeto as empresas que já utilizavam o modal ferroviário antes da implementação do projeto.

- **“Efeito rebote” e a demanda reprimida:** O efeito rebote refere-se ao aumento na demanda por serviços de energia, quando o custo do serviço declina como resultado de melhorias técnicas de eficiência energética. O argumento é que, devido ao menor custo, os consumidores alteram seus comportamentos, elevando o consumo (FIGUERES & BOSI, 2007).

O efeito rebote não se enquadra no Projeto Intermodal Paulista.

- **Dupla Contagem:** Com muitos *players* envolvidos em um programa, o risco de dupla contagem poderá ser ampliado. Deve-se tomar cuidado para que apenas o responsável pelo projeto reivindique os CER's. Um monitoramento adequado ajudaria na prevenção desse problema (WORLD, BANK, 2007).

No caso de execução de várias entidades potencialmente interessadas em propriedade da CER, os participantes do projeto podem firmar um acordo de não reivindicação dos CER's. Os potenciais reclamantes cederiam os seus créditos para o proponente do projeto em troca de uma parte dos CER's emitidas ou o valor equivalente. Esse acordo poderia ser tanto um acordo separado ou pode ser refletida no acordo no tocante à distribuição dos CER's, que deve ser apresentado no momento da matrícula (HINOSTROZA *et al.*, 2007).

A dupla contagem é também um entrave que o Projeto Intermodal Paulista pode resolver sem maiores dificuldades.

- **Fuga:** Fuga é a mudança líquida das emissões de GEE fora dos limites projeto MDL que é mensurável e imputáveis à atividade dos projetos de MDL.

Em relação às emissões fugitivas do Projeto Intermodal Paulista, devido às emissões associadas à construção da infra-estrutura, de novos trens e do transporte de combustível até as estações ferroviárias, a quantificação torna-se mais complicada, mas não impossível.

- **Monitoramento e verificação:** Monitoramento e verificação são essenciais para garantir que os CER's correspondem às reduções reais de emissões (FIGUERES AND BOSI, 2007). Cada projeto de MDL Programático deve usar um monitoramento aprovado na

metodologia a que se enquadra o projeto em questão. É fundamental um acompanhamento preciso dos dados que precisam ser coletados para posterior cálculo das emissões de linha de base, das emissões reais e também das emissões fugitivas. O monitoramento especifica como os dados têm de ser recolhidos e armazenados e discute também a incerteza e a garantia da qualidade/controlado dos procedimentos que serão utilizados (HINOSTROZA *et al.*, 2007).

Quando o projeto de MDL Programático envolve execuções de muitas pequenas ações, como é o caso do Projeto Intermodal Paulista, a metodologia tem que prever um monitoramento adequado. O monitoramento geralmente não é aplicado em todos os locais se um programa envolve muitos participantes. Em vez disso, um plano de amostragem é utilizado para selecionar os participantes a serem monitorados e depois os resultados são extrapolados para o programa completo com um nível aceitável de precisão estatística (HINOSTROZA *et al.*, 2007). Urge ressaltar que a amostragem já faz parte das metodologias aprovadas para alguns projetos de pequena escala. Dependendo das medidas implementadas, as reduções das emissões, podem ser monitorados por combinações de medição e cálculos, análise de faturamento, e/ou utilização de modelos matemáticos e estatísticos (HINOSTROZA *et al.*, 2007).

Esse Capítulo encerra-se mostrando os principais investimentos necessários no setor ferroviário paulista a fim de fomentar o aumento da participação do modal ferroviário dentro da matriz de transportes de cargas de São Paulo. Mostra também o grande potencial que projetos envolvendo mudança de participação da matriz de transporte de cargas de modais mais energo-intensivos (rodoviário) por modais menos energo-intensivos (ferroviário) possui na questão da economia de combustíveis e das mitigações das emissões antropogênicas de gases de efeito estufa, principalmente CO₂. Espera ter mostrado, as principais características que projetos envolvendo mudança intermodal precisam possuir para serem aprovados como projetos de MDL, bem como as barreiras que tais projetos enfrentam ao longo do processo de aprovação na *Executive Board* da UNFCCC. Bem como a importância do MDL Programático para os projetos que envolvam intermodalidade no transporte de cargas, principalmente, consigam aprovação na EB da UNFCCC.

Espera-se também que a análise de caso apresentado possa servir de referência para avaliação de futuras oportunidades no setor de transporte, motivando a proposição e aprovação de novas metodologias de linhas de base e de monitoramento, o que permitiria um aumento no número de países em desenvolvimento participantes do MDL. Essa maior participação dos países em desenvolvimento, principalmente de países do continente africano, até então pouco participativos nos projetos de MDL, auxiliaria também na difusão de tecnologias mais modernas e eficientes para os mesmos, contribuindo para termos no futuro, um setor de transporte mundial mais sustentável. O próximo Capítulo apresenta as conclusões finais do presente estudo e recomendações para trabalhos futuros.

Capítulo 6

Conclusões e Sugestões para Próximos Trabalhos

No decorrer desse estudo, analisou-se o potencial da migração de parte da carga transportada no Estado de São Paulo do modal rodoviário para o modal ferroviário, através da intermodalidade rodo-ferroviária, em termos de economia de óleo Diesel e emissões evitadas de dióxido de carbono. Também foi realizado um estudo mostrando a importância do MDL Programático para que projetos envolvendo mudança de modal consigam aprovação do EB da UNFCCC. Foram explicitadas também as principais características que o projeto envolvendo intermodalidade rodo-ferroviária no Estado de SP (chamado de Projeto Intermodal Paulista) teria que possuir para ser aprovado no EB, bem como as principais barreiras que mesmo provavelmente enfrentaria no processo de aprovação. Como resultado dessas análises, chegou-se às conclusões e recomendações, a seguir apresentadas.

6.1 Conclusões

De acordo com o IPCC, os impactos do aquecimento global no futuro serão inevitáveis e só tendem a aumentar com o passar dos anos. As perguntas que permanecem são: De quanto será esse aquecimento? Quais serão os verdadeiros impactos ao meio ambiente e à sociedade? Qual a capacidade de suporte do sistema climático terrestre, antes do mesmo colapsar? Qual a resiliência dos principais biomas? Quanto custará a mitigação do problema?

Já é consenso geral que quanto mais demoradas forem as implementações de medidas que diminuam as emissões de GEE maiores serão os custos para a adaptação às mudanças climáticas (STERN, 2006). Portanto é de vital importância que cada vez mais medidas mitigatórias sejam

implementadas no curto e médio prazo. Será muito menos custoso se tais medidas mitigatórias forem implementadas gradualmente e com tempo para que sejam planejadas e implementadas com os devidos cuidados.

O setor de transporte é um setor altamente emissor de GEE e demais poluentes atmosféricos, e com o maior crescimento das emissões de GEE, principalmente CO₂, dentre todos os setores econômicos. Os benefícios da diminuição das emissões de GEE no setor de transporte, como foram explorados nesse Trabalho, traz não apenas benefícios ao clima, mais a todos os segmentos da sociedade.

Sendo um país de dimensões continentais e dentre os maiores países do mundo o Brasil é, de longe, o que possui a menor participação ferroviária dentro da sua matriz de transporte, seja de carga ou passageiro, e já faz muitos anos que os órgãos públicos prometem aumentar essa participação (através dos planos plurianuais) e na prática pouco é realizado. Se essas medidas mitigatórias tornar-se-ão projetos de MDL ou não, é aspecto secundário; o mais importante são as diminuições das emissões de GEE e a busca por desenvolvimento econômico mais intimamente atrelado ao desenvolvimento sustentável. As receitas com os CER's provenientes do MDL pode ser o incentivo que faltava para que o aumento da participação ferroviária na matriz de transporte seja finalmente implementado.

Como foi visto no presente Trabalho, o modal rodoviário, sempre foi privilegiado nos planos de desenvolvimento do país. Isso gerou forte desequilíbrio na matriz de transportes, que registra 58% do transporte de carga e 95% do transporte de passageiros no Brasil sendo realizado através do modal rodoviário (PNLT, 2007). No Estado de São Paulo a situação é ainda pior, com a participação do modal rodoviário atingindo 88,6% das cargas transportadas em TKU dentro do Estado (DERSA, 2008). A alta idade média da frota de caminhões no Brasil (17,5 anos) (CNT, 2002), e com tendência cada vez maior dessa idade média aumentar, tornando o setor de transporte de cargas cada vez mais emissor de GEE. O baixo custo do frete rodoviário acaba encobrindo problemas estruturais do setor, como excesso de viagens, baixa velocidade média, excesso de cargas e elevado custo de manutenção devido ao mal estado de conservação da

maioria das estradas brasileiras (CNT, 2002), fato esse que corrobora para o aumento do consumo de combustíveis e das emissões de GEE e demais poluentes atmosféricos.

A expectativa de crescimento do PIB brasileiro nos próximos anos impulsiona uma expansão e uma renovação do sistema de transporte de cargas. O Brasil já apresenta um déficit elevado na oferta dos serviços de transporte rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial e no sistema portuário (CNT, 2002; CONSELHO DE INFRAESTRUTURA, 2005), e como a retomada de investimentos no setor de transporte é inexorável e esse investimento se fará necessário no curto prazo, o atual momento se caracteriza como uma ótima oportunidade para o país mudar de paradigma, aumentando os investimentos em modais menos intensivos em energia e conseqüentemente menos poluidores, como as ferrovias, por exemplo, principalmente no que diz respeito ao transporte de cargas. Sem os adequados investimentos em infra-estrutura de transporte, pode ficar comprometida a continuidade do processo de crescimento econômico brasileiro.

O presente Trabalho mostrou o potencial de mitigação que uma mudança na matriz de transportes de cargas no Estado de São Paulo pode gerar. Além dos benefícios de sustentabilidade e menor preço do frete, a economia de óleo Diesel é substancial. Fazendo a mudança de participação dos modais ferroviário e rodoviário gradualmente e lentamente ao longo de 21 anos, a economia de Diesel pode chegar a mais de 6,88 bilhões de litros no período. Essa economia de Diesel possui potencial para mitigar cerca de 17,59 milhões de toneladas de dióxido de carbono no mesmo período. Se tal projeto fosse aprovado como MDL, as receitas com as vendas dos CER's poderiam chegar a mais de 345 milhões de dólares, considerando o preço do crédito de carbono na data de fechamento desse Trabalho, valor esse próximo a 15% dos investimentos previstos pelo Plano Diretor da Secretária de Transportes do Estado de São Paulo em infra-estrutura no modal ferroviário e nos Centros Logísticos Integrados.

Conforme exposto anteriormente, o setor de transportes contribui atualmente com cerca de 13,1% das emissões de GEE (IPCC, 2007), e é o setor em que mais cresce as emissões. Contrariando sua importância, o setor de transportes mundial possui apenas 2 projetos aprovados na UNFCCC como MDL, e os mesmo geram uma quantidade ínfima de CER's em comparação

com o total. Conforme foi visto também nesse Trabalho, as barreiras para aprovação de projetos como MDL envolvendo o setor de transporte e especificamente mudança de modal pelo *Executive Board* da UNFCCC são muitas.

Aprovação de uma metodologia se configura como um dos grandes desafios para projetos envolvendo mudança de modal, já que até o fechamento desse Trabalho nenhuma envolvendo intermodalidade havia sido aprovada. A demonstração de que projetos envolvendo mudança de modal rodoviário pelo ferroviário, mesmo que parcialmente não se configuram com *business-as-usual* é também um dos maiores entraves. A demonstração da adicionalidade, a criação de cenários alternativos ao projeto, os “*free riders*”, a dupla contagem, a quantificação das emissões fugitivas, o monitoramento e a verificação também constituem entraves para aprovação de tais projetos. Simplificações dos critérios de elegibilidade, tomando, evidentemente todo o cuidado para evitar “*free riders*”, pode ser uma alternativa eficaz para alavancar projetos de MDL envolvendo o setor de transportes.

Nesse contexto, o MDL Programático surge como uma nova opção para aumentar o número de projetos de MDL, principalmente nas áreas de eficiência energética e transportes. O Brasil tem um alto potencial para emprego de programas de MDL para geração de atividades de projeto, como o PROCONVE (Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores), o CONPET (Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural), o PNPB (Programa Nacional da Produção e Uso de Biodiesel) e até mesmo uma retomada do ProÁlcool (Programa Nacional do Álcool).

No caso específico do Projeto Intermodal Paulista, como a migração de parte da carga transportada pelo modal rodoviário para o modal ferroviário não aconteceria simultaneamente e sim ao longo dos anos, para que tal projeto seja aprovado no EB como um Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, seria indispensável que o mesmo se enquadrasse na modalidade Programática do MDL (PoA), pois através do PoA, cada empresa/transportadora que optasse pelo uso das ferrovias em detrimento das rodovias poderia acrescentar no único PDD, previamente aprovado, um novo CPA com a nova “rota”. Fato esse que diminuiria a burocracia e os custos de

aprovação dessa nova “rota” no âmbito do MDL, tornando-a viável economicamente, e podendo, portanto gerar créditos de carbono.

Esse Trabalho explorou a importância para o clima, para a sociedade e para a economia do Brasil que a matriz de transporte brasileira se torne mais balanceada em favor de modais menos intensivos em energia como os modais ferroviário e aquaviário, pois os ganhos com tais mudanças viriam de todos os lados. Em relação ao Estado de São Paulo, a situação se agrava, pois o gargalo da infra-estrutura de transportes já se encontra em situação crítica. E como as principais rodovias do Estado não se encontram mais em condição de expansão, a migração de modal (XAVIER, 2008), ao menos no transporte de cargas, se mostra cada vez mais necessária e urgente. E como foi mostrado no Capítulo 3, apenas o modal ferroviário apresenta condições de absorver parte substancial desse fluxo de cargas.

6.2. Recomendações para trabalhos futuros

Para futuros desenvolvimentos de trabalhos, recomenda-se analisar os programas brasileiros ou internacionais na área de transporte, principalmente de substituição modal, em virtude do alto potencial de mitigação que esses tipos de projetos podem alavancar, identificando, com isso, oportunidades específicas para implementações de atividades de projeto, seja no âmbito do MDL ou não.

Recomenda-se também a realização de estudos semelhantes ao desse Trabalho para os demais Estados da Federação, principalmente para os Estados da Região Sul e Sudeste, por possuírem economias mais fortes e maiores concentrações de renda e pessoas.

Recomenda-se a realização de um estudo de viabilização técnica e econômica mais aprofundado com relação não só às estratégias de mitigação propostas nesse Trabalho, mas também de outros projetos com escopo no setor de transportes, envolvendo ou não mudança de modal, seja no transporte de cargas ou de passageiros, seja no âmbito do MDL ou não, pois tais estudos são demais importantes para poder tornar no futuro o setor de transporte brasileiro ou de qualquer país em desenvolvimento, menos ambientalmente degradante.

Referências Bibliográficas

ANP. Agência Nacional do Petróleo, 2003. **Anuário Estatístico**, ano base 2003.

ANP. Agência Nacional do Petróleo. Endereço eletrônico. Disponível em <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em 15 agosto 2007.

ANTF. Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários. Endereço eletrônico. Disponível em <http://www.antf.org.br/>. Acesso em 15 setembro 2008.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Endereço eletrônico. Disponível em <http://www.antt.gov.br/>. Acesso em 08/09/2008.

BEESP. **Balanco Energético do Estado de São Paulo**, 2005: ano base 2004. Secretária de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, Governo do Estado de São Paulo.

BEESP. **Balanco Energético do Estado de São Paulo**, 2007: ano base 2006. Secretária de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, Governo do Estado de São Paulo.

BAIRD, C., **Química Ambiental**. 2 ed. Porto Alegre, Bookman, 2002.

BRAGA, VANDERLEI. **O PDDT e a fluidez territorial no Estado de São Paulo: o projeto dos Centros Logísticos Integrados**. Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2007. Tese (Mestrado).

CASTRO, ALEXANDRE CORREIA. **Oportunidades de Projetos de Redução de Emissões de Gases do Efeito Estufa no Setor de Transportes Através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL**. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2007. Tese (Mestrado).

CNT. Confederação Nacional dos Transportes, 2002. **Transporte de Cargas no Brasil – Ameaças e Oportunidades para o Desenvolvimento do País**. Brasília, DF.

Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília, novembro de 2004. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. Ministério da Ciência e Tecnologia.

CONSELHO DE INFRAESTRUTURA. **A Infra-estrutura no Brasil**, 2005. CNI, SESI, SENAI, IEL. Brasília, fevereiro, 2005.

COSBEY, A., MURPHY, D., DREXHAGE, J., BALÇINT, J. (2006). **Making Development Work in the CDM**. Phase II of the Development Dividend Project, PREPUBLICATION VERSION, IISD. Disponível em <http://www.iisd.org/>. Acesso em 17 novembro 2007.

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2008. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Anexo 39 – Procedimentos Para o Registro de Um Programa de Atividades Como Uma Única Atividade de Projeto do MDL e Emissão de Reduções Certificadas de Emissões Para Um Programa de Atividades**. Disponível em http://www.mct.gov.br/upd_blob/0017/17464.pdf. Acesso em 20 de outubro de 2008.

CUNHA, KAMYLA BORGES. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Evolução do Instrumento e suas Perspectivas**. Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP. Campinas, 2005. Tese (Mestrado).

DUBEUX, CAROLINA BURLE SCHMIDT. **Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa por Municípios Brasileiros: Metodologias para Elaboração de Inventários Setoriais e Cenários de Emissões como Instrumentos de Planejamento**. Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, 2007, Rio de Janeiro. Tese (Doutorado).

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito, 2008. Endereço eletrônico. Disponível em www.denatran.gov.br/frota.htm. Acesso em 11 setembro 2008.

DERSA. Desenvolvimento Rodoviário SA, 2008. Matriz de Transporte de Carga do Estado de São Paulo, ano base – 2006 [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por galbieri@fem.unicamp.br em 24/11/ 2008.

DNIT. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2008. Endereço eletrônico. Disponível em <http://www.dnit.gov.br/menu/ferrovias>. Acesso em 22/11/2008.

FBMC. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Relatório de Atividade**. Brasília: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2006. disponível em:
www.forumclima.org.br/arquivos/Relatorio_FBMC_2005_2006_1%5B1%5D.doc

FEEMA. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Inventário de Emissões Veiculares**. Departamento de Planejamento Ambiental, Divisão de Qualidade do Ar, Rio de Janeiro.

FEEMA. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Relatório Anual de Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro**, 2000, Departamento de Planejamento Ambiental, Divisão de Qualidade do Ar.

FIGUERES, C. BOSI, M., 2007. **Let There be Light in the CDM, 2007. Achieving Greenhouse Gas Emission Reductions In Developing Countries Through Energy Efficient Lighting Projects In The Clean Development Mechanism**. Written by the same authors and published by World Bank's Carbon Finance Unit in November, 2006. Disponível em www.carbonfinance.org

FADEL FILHO, D. A., 2007. **O Aquecimento Global e a Teoria de Gaia: subsídios para um debate das causas e conseqüências**. Climatologia e Estudos da Paisagem Rio Claro - Vol.2 - n.1 - janeiro/junho /2007.

GEIPOT. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. Anuário Estatístico de Transportes, 2001. Brasília, DF: Ministério dos Transportes.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Boletim Estatístico da Secretária dos Transportes do Estado de São Paulo**, 2005. Secretária dos Transportes.

GUPTA J., 2003. OLSHOORN, X., ROTENBERG, E. **The role of scientific uncertainty in compliance with the Kyoto Protocol to the Climate Change Convention**. Environmental Science & Policy, n.6, 2003.

HINOSTROZA. M., C-C. Cheng, X. Zhu, J. Fenhann, with C. Figueres and F. Avendaño. 2007. **Potential for Barriers For End Use Efficiency Under Programmatic CDM**. CD4CDM Working Paper Series, Working Paper 3 (draft). UNEP RISOE Center.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Endereço eletrônico. Acesso em 20/08/2008. Disponível em:
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm

IEA. International Energy Agency, 2008a. **Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency**. Energy Indicators. Key Insights from IEA Indicator Analysis, In Support the G8 Plan of Action.

IEA. International Energy Agency, 2008b. **Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies to 2050**. In Support the G8 Plan of Action.

IPCC. Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas, 1996. Summary for Policymakers. In: BRUCE, J.P.; LEE, H.; HAITES, E.F. (Ed.) **Climate change 1995 - Economic and Social Dimensions of Climate Change**. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Univ. Press.

IPCC. Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas, 2007. Mudança do Clima 2007: Sumário para os Formuladores de Políticas. **Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima**.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1999. **Investimento e Financiamento da Infra-estrutura no Brasil: 1990-2002**. Texto para discussão nº680.8, Rio de Janeiro, Brasil.

JBIC. Japan Bank for International Cooperation. **Estudo Prospectivos Para Fomento dos Biocombustíveis no Brasil**. Relatório Final. Brasília, 2006. Apoio: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

LABRIET, M., CALDÉS, N., IZQUIERDO, L., 2008. **Adressing Urban Air Qualit Global Climate Change: Intenational Experience With Transportation**. Energy Department. Madrid, Spain.

LA ROVERE, E.L.; CAVALCANTI, P.M.P.S.; LOPESJR.,D.Q.; KRONENBERGER,G.; MENDES,F.E.;SZWAR CFITER,L. 7 MONTEIRO,L.C., 2002. **Avaliação do Programa de Inspeção e Manutenção (I/M) dos Veículos em Uso do Rio de Janeiro**. Relatório de Pesquisa elaborado pelo Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente para o Ministério do Meio Ambiente. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

LACERDA, S., M., 2004. **Evolução Recente do Transporte Hidroviário de Cargas**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 20, set. 2004.

MATTOS, LAURA BEDESCHI REGO. **A Importância do Setor de Transportes na Emissão de Gases do Efeito Estufa - O Caso do Município do Rio de Janeiro**, 2001. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Tese (Mestrado).

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2008. **Procedimentos para o registro de um programa de Atividades como uma única atividade de projeto do MDL e emissão de reduções certificadas de emissões para um Programa de Atividades – versão 2**. Disponível em [Http://www.mct.gov.br/upd_blob/0201/201235.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0201/201235.pdf). Acesso em 30 setembro 2008.

MICHAELIS, L., D.L. BLEVISS, J.P. ORFEUIL, and R. PISCHINGER, 1996: **Mitigation Options in the Transportation Sector**. In Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, R.T.Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 679-712.

MORAES, NATÁLIA GONÇALVES. **Avaliação das Tendências da Demanda de Energia no Setor de Transportes no Brasil**, 2005. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Tese (Mestrado).

MME. Ministério das Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional – 2007**, ano base 2006. Brasília, DF.

MP. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2004, **Investimento em Infra-estrutura: As Oportunidades Oferecidas Pelas Parcerias Público-Privadas**. Brasília, DF.

MP. Ministério do Planejamento, 2007. Programa de Aceleração do Crescimento 2007-2010. Governo Federal. 22 de Janeiro de 2007.

MT. Ministério dos Transportes. Anuário **Estatístico Ferrovias do Brasil – 2001**, ano base 2000, Brasília, DF.

MT. Ministério dos Transportes, 2002. **Plano Plurianual, 2004 a 2007**. Setor Transporte. MT-CNT-CNI, Brasília, DF.

MT. Ministério dos Transportes, 2003, **Investimento no Setor de Transporte Público Federal**. Brasília, DF.

NAE. Mudança do Clima, Volume II: **O Mercado de Carbono**, Cadernos NAE, Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Brasília, DF, 2005.

Nazário, P.: **Intermodalidade: Importância para a logística e Estágio Atual no Brasil**. Rio de Janeiro, 2001. Artigo do Centro de Estudos em Logística, COPPEAD/UFRJ. Disponível em www.cel.coppead.ufrj.br. Acesso em 22/10/2007.

NUNES, ANDRÉ DE OLIVEIRA. **Análise da Oferta de Operadores de Transporte Multimodal de Cargas no Brasil: Uma Aplicação da Teoria dos Custos de Transação**, 2007. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília/UNB, Distrito Federal. Tese (Mestrado).

OCDE. Organisation for Economic Co-operation and Development, 2007. **OCDE in Figures 2007**. The online edition. Disponível em www.oecd.org/infigures.

ONURSAL, B., GAUTAM. S.P., 1997. **Vehicular Air Pollution: Experiences from Seven Latin American**. World Bank Technical Paper, no.373.

PDDT-Vivo. Governo do Estado de São Paulo, 2000. PDDT-Vivo 2000/2020: **Relatório Executivo**. Secretaria dos Transportes de São Paulo/Dersa.

PIRES, F. **Os Avanços do Transporte Ferroviário de Carga no Brasil Após as Privatizações: Uma Análise Segundo a Perspectiva de Usuários, Prestadores de Serviço e Governo**, 2003. Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ.

PNLT. Plano Nacional de Logística e Transportes. **Relatório Executivo**, 2007. Ministério dos Transportes & Ministério da Defesa, Governo Federal

POINT CARBON, 2007. **POINTCARBON CONSULTING**. Endereço eletrônico. Disponível em <http://www.pointcarbon.com>. Acesso em 15 nov 2007.

RIBEIRO, S.K., COSTA, C.V., David, E.G., Real, M.V., D'Agosto, M.A., 2000. **Transporte e Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro, MAUAD Editora Ltda.

RIBEIRO, S.,K. COSTA, C., V. DAVID, E., G. REAL, M., V. D'AGOSTO,M., A. **Transport and Climate Change**, 2003. Rio de Janeiro, Ed COPPE/RJ.

RIBEIRO, K., S., S. KOBAYASHI, M. BEUTHE, J. GASCA, D. GREENE, D. S. LEE, Y. MUROMACHI, P. J. NEWTON, S. PLOTKIN, D. SPERLING, R. WIT and P. J. ZHOU. 2007. **Transport and its infrastructure. In ClimateChange 2007: Mitigation**. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change edited by B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer, Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.

ROCHA, MARCELO Theoto. **Aquecimento Global e o Mercado de Carbono: uma aplicação do modelo CERT**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). USP - Piracicaba, 2003. Tese (Doutorado).

RUDZERHOST, 2002. Endereço eletrônico. Disponível em:
<http://www.rudzerhost.com/ambiente/estufa.htm>. Acesso em 28/08/2008.

SIMÕES, ANDRÉ FELIPE. **O Transporte Aéreo Brasileiro no Contexto de Mudanças Climáticas Globais: Emissões de CO₂ e Alternativas de Mitigação**, 2003. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Tese (Doutorado).

STERN, 2006. **STERN REVIEW**, The Economics of Climate Change, Executive Summary, outubro de 2006.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo, 2005. **Doze Estudos Sobre a Agroindústria da Cana-de-açúcar no Brasil e a Sua Sustentabilidade**. 1ª edição: setembro de 2005.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change, 2005. **CDM: Proposed New Methodology Meth Panel recommendation to the Executive Board (version 04) – M0128**.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change, 2006a. **BRT Bogotá, Colômbia. TransMilenio Phase II-IV – Project Design Document**. Disponível em <http://unfccc.int/>. Acesso em 15 setembro 2007.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change, 2006b. **Mexico, Insurgentes Avenue Bus Rapid Transit Pilot Project – Project Design Document**. Disponível em <http://unfccc.int/>. Acesso em 3 setembro 2008.

UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change, 2007. **Installation of Low Green House Gases (GHG) Emitting Rolling Stock Cars in Metro System – Version: 03**. Date: 30/08/2007. Disponível em <http://unfccc.int/>. Acesso em 15 setembro 2007.

XAVIER, M., 2008. Entrevista pessoal realizada com o Dr. Milton Xavier, superintendente da DERSA, em 27/09/2008.

WORLD BANK, 2000. World Bank's transport home page. Disponível em: <http://www.worldbank.org/transport>. Acesso em: 20 dez. 2000.

WORLD BANK, 2007. **Demand-Side Energy Efficiency Improvements Through Programatic CDM**. Scaling Up. Energy Management Assistance Program. ESMAP Technical Paper. December 2007.

Apêndices

Apêndice A: Projeções de crescimento da carga transportada, do consumo de óleo Diesel e das emissões de CO₂ dos modais rodoviário, ferroviário e total para o Cenário BAU.

	Rodoviário	Ferroviário	Rodoviário	Ferroviário	Total	Total
	Demanda	Demanda	Diesel	Diesel	Diesel	Emissões
	Bilhão TKU	Bilhão TKU	1000 m3	1000 m3	M tCO2	M tCO2
2006	122,600	13,100	2268,100	82,530	2350,630	5,995
2007	127,406	13,614	2357,010	85,765	2442,775	6,230
2008	132,400	14,147	2449,404	89,127	2538,531	6,474
2009	137,590	14,702	2545,421	92,621	2638,042	6,728
2010	142,984	15,278	2645,201	96,252	2741,453	6,992
2011	148,589	15,877	2748,893	100,025	2848,918	7,266
2012	154,414	16,499	2856,650	103,946	2960,596	7,551
2013	160,467	17,146	2968,631	108,020	3076,651	7,847
2014	166,757	17,818	3085,001	112,255	3197,256	8,154
2015	173,294	18,517	3205,933	116,655	3322,588	8,474
2016	180,087	19,243	3331,606	121,228	3452,834	8,806
2017	187,146	19,997	3462,205	125,980	3588,185	9,151
2018	194,482	20,781	3597,923	130,919	3728,842	9,510
2019	202,106	21,595	3738,962	136,051	3875,012	9,883
2020	210,029	22,442	3885,529	141,384	4026,913	10,270
2021	218,262	23,322	4037,842	146,926	4184,768	10,673
2022	226,818	24,236	4196,125	152,686	4348,810	11,091
2023	235,709	25,186	4360,613	158,671	4519,284	11,526
2024	244,949	26,173	4531,549	164,891	4696,440	11,978
2025	254,551	27,199	4709,186	171,354	4880,540	12,447
2026	264,529	28,265	4893,786	178,072	5071,857	12,935
2027	274,898	29,373	5085,622	185,052	5270,674	13,442
2028	285,675	30,525	5284,979	192,306	5477,285	13,969
2029	296,873	31,721	5492,150	199,844	5691,994	14,517
TOTAL	4360,206	465,895	80663,804	2935,137	83598,941	213,206

* O total (última linha numérica) é referente ao somatório dos anos 2009 a 2029.

Apêndice B: Projeções de crescimento da carga transportada, do consumo de óleo Diesel e das emissões de CO₂ dos modais rodoviário, ferroviário e total para o Cenário Alternativo.

	Rodoviário	Ferroviário	Rodoviário	Ferroviário	Total	Total
	Demanda	Demanda	Diesel	Diesel	Diesel	Emissões
	Bilhão TKU	Bilhão TKU	1000 m3	1000 m3	M tCO2	M tCO2
2006	122,600	13,100	2268,100	82,530	2350,630	5,994
2007	126,680	14,339	2343,583	90,337	2433,921	6,206
2008	130,852	15,696	2420,755	98,883	2519,639	6,425
2009	135,111	17,181	2499,563	108,238	2607,800	6,650
2010	139,456	18,806	2579,937	118,477	2698,414	6,881
2011	143,881	20,585	2661,796	129,685	2791,481	7,118
2012	148,381	22,532	2745,041	141,953	2886,994	7,362
2013	152,949	24,664	2829,554	155,382	2984,935	7,612
2014	157,578	26,997	2915,194	170,081	3085,275	7,867
2015	162,260	29,551	3001,801	186,170	3187,971	8,129
2016	166,983	32,346	3089,185	203,782	3292,967	8,397
2017	171,737	35,406	3177,129	223,060	3400,189	8,670
2018	176,507	38,756	3265,384	244,161	3509,546	8,949
2019	181,279	42,422	3353,667	267,259	3620,926	9,233
2020	186,035	46,435	3441,652	292,542	3734,194	9,522
2021	190,755	50,828	3528,973	320,216	3849,190	9,815
2022	195,417	55,636	3615,215	350,509	3965,724	10,113
2023	199,995	60,900	3699,910	383,667	4083,577	10,413
2024	204,461	66,661	3782,531	419,962	4202,493	10,716
2025	208,783	72,967	3862,486	459,690	4322,176	11,022
2026	212,925	79,869	3939,111	503,177	4442,288	11,328
2027	216,847	87,425	4011,666	550,777	4562,444	11,634
2028	220,504	95,695	4079,322	602,881	4682,203	11,940
2029	223,846	104,748	4141,153	659,914	4801,067	12,243
TOTAL	3795,690	1030,410	70220,271	6491,583	76711,854	195,615

* O total (última linha numérica) é referente ao somatório dos anos 2009 a 2029.