

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

Cerise Rocha de Jesus

**Estimativa da Emissão de Poluentes pelo Setor
de Transporte e Análise das Ocorrências de
Doenças Respiratórias na Área de Proteção
Ambiental do Sistema Cantareira**

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

Cerise Rocha de Jesus

**Estimativa da Emissão de Poluentes pelo Setor
de Transporte e Análise das Ocorrências de
Doenças Respiratórias na Área de Proteção
Ambiental do Sistema Cantareira**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Orientadora: Dra. Sônia Regina da Cal Seixas.

Campinas
2011

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

J499e Jesus, Cerise Rocha de
Estimativa da emissão de poluentes pelo setor de transporte e análise das ocorrências de doenças respiratórias na área de proteção ambiental do sistema cantareira / Cerise Rocha de Jesus. --Campinas, SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Sônia Regina da Cal Seixas.
Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Transportes. 2. Poluentes. 3. Combustíveis - Poluição. 4. Energia. I. Seixas, Sônia Regina da Cal. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: Estimation of pollutant emissions by sector and transport analysis of respiratory diseases in the area of environmental protection system cantareira

Palavras-chave em Inglês: Transportation, Pollutants, Pollutants fuels, Energy
Área de concentração:

Titulação: Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Carla Kazue Nakao Cavaliero, Simone Georges El Khouri
Miraglia

Data da defesa: 07/07/2011

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO

**Estimativa da Emissão de Poluentes pelo Setor
de Transporte e Análise das Ocorrências de
Doenças Respiratórias na Área de Proteção
Ambiental do Sistema Cantareira**

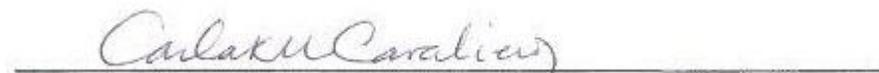
Autora: Cerise Rocha de Jesus

Orientadora: Dra. Sônia Regina da Cal Seixas

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:



Prof. Dr^a. Sônia Regina da Cal Seixas
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr^a. Carla Kazue Nakao Cavaliero
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr^a. Simone Georges El Khouri Miraglia
Universidade Federal de São Paulo - Diadema

Aos meus amados pais, Aliete e Manoel.

Agradecimentos

Quero primeiro agradecer à Prof. Dra. Sônia Regina da Cal Seixas pela orientação e por ter acreditado que seria capaz de realizar esse trabalho.

À FAPESP pelo apoio financeiro, referente à bolsa de mestrado no período de 2010 a 2011.

À CETESB, ao Ministério da Saúde do Brasil e ao Dersa pelos dados fornecidos.

Ao Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais - NEPAM, a Faculdade de Engenharia Mecânica/Unicamp.

Aos meus estimados colegas e amigos do Centro de Estudos Ambientais Sociedades e Naturezas da Universidade São Francisco/Bragança Paulista, pela amizade, troca de informações e conhecimento. Um agradecimento especial à querida amiga Aurora, por sua paciência e amizade nas horas difíceis.

Ao meu namorado Leonardo pelos momentos de carinho, atenção e companheirismo.

Aos queridos amigos Michelle, Vinicius, Rebeca, Carol e Anderson pelo apoio nos momentos de dificuldade.

À Professora Almerinda Fadini, uma pessoa admirável que me ensinou a pesquisar, refletir, dividir e compartilhar alegrias. Ensinou-me muitos valores.

Agradeço a todos os meus familiares, principalmente os meus amados pais, Manoel e Aliete que me proporcionaram ensinamentos não ensinados em escolas ou universidades.

À minha cachorra Bolinha que só me traz alegrias.

Ao Prof. Fabio Luiz Teixeira Gonçalves do Departamento de Ciências Atmosféricas - USP/IAG que me recebeu em sua sala e esclareceu minhas dúvidas.

A todos os professores do Curso de Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos / FEM-UNICAMP, que contribuíram com a minha formação, principalmente aos professores Ennio e Carla que fizeram parte da minha banca de qualificação.

A professora Simone Georges pelas contribuições na banca de defesa.

Um agradecimento muito especial à pessoa com maior alto astral que já conheci, o querido Prof. João Luiz Hoeffel. Uma pessoa única, incomparável. Agradeço por ser tão sábio e compartilhar sua sabedoria, com perfeita humildade. Tudo que aprendi com ele carregarei a vida toda! Muito obrigada por tudo!

Finalmente, agradeço a Deus por todas as dificuldades que enfrentei. Se não fossem por elas, eu não teria saído do lugar.

“A educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tão pouco a sociedade muda”.

Paulo Freire

Tudo se conquista com fé, perseverança e força de vontade!

Resumo

A matriz energética mundial é composta, principalmente, pelos combustíveis fósseis que, quando queimados, liberam poluentes atmosféricos afetando o meio ambiente e a saúde humana. Nesse sentido, o monitoramento de morbidades relacionadas à poluição do ar torna-se importante, porque reforça a necessidade de mudança na matriz energética nacional e internacional. Essa dissertação traz uma discussão sobre a poluição do ar decorrente dos transportes e sua influência na saúde humana, tendo como área de estudo das Rodovias Dom Pedro I (SP-065), construída no final da década de 60, e Fernão Dias (BR-381), duplicada a partir da década de 90. Sendo assim, o objetivo geral desse trabalho foi realizar estimativas de emissões de poluentes, gerados pelo setor de transporte nessas Rodovias, e verificar possíveis impactos dessas emissões na saúde da população residente na APA do Sistema Cantareira, no período de 1998 a 2007. Para realização desse estudo, utilizou-se o método *Bottom-up* que permite a identificação e quantificação das emissões dos poluentes separadamente, facilitando o estudo de políticas e projetos para a redução dessas emissões. Foi realizada, também, a observação e análise dos dados de internação por doenças do aparelho respiratório dos sete municípios da APA Cantareira, coletados no Banco de Dados do Sistema Único de Saúde- DATASUS. Buscou-se desenvolver este tipo de estudo devido ao fluxo intenso de carros e caminhões nas rodovias e também porque a maior parte das internações nos municípios da APA está acima da média do Estado de São Paulo. Essa dissertação de Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos (PSE-FEM), Universidade Estadual de Campinas, contou com apoio financeiro da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, através de bolsa de estudo (processo n.2009/04871-0).

Palavras Chave: Transportes, Poluentes, Combustíveis - Poluição, Energia

Abstract

The global energy matrix is mainly composed by fossil fuels which when burned release air pollutants that affect the environment and human health. In this sense, monitoring health problems related to air pollution is important because it reinforces the need for change in national and international energy policies. This thesis presents a discussion on air pollution caused by transport and its influence on human health, with the study area of the Highways Dom Pedro I (SP-065) built in the late 60th and the duplication of the Highway Fernão Dias (BR -381) from the 90's. Thus, the general objective of this study was to estimate emissions of pollutants generated by the transportation sector on those Highways and verify the possible impacts of these emissions on the health of people living in APA Cantareira from 1998 to 2007. To conduct this study, we used the method Bottom-up that allows the identification and quantification of greenhouse gas emissions separately, facilitating the study of policies and projects designed to reduce those emissions. Was also carried out the observation and data analysis of hospital admission for respiratory diseases of the seven counties of the APA Cantareira collected in DATASUS. This study has been developed due to the heavy flow of cars and trucks on the highways and also because the majority of hospitalizations in the municipalities of the APA is above the average state of Sao Paulo. This Master's thesis in Energy Systems Planning (PSE-FEM), University of Campinas had the financial support from the FAPESP, through a scholarship (process n.2009/04871- 0).

Key Words: Transportation, Pollutants, Pollutants fuels, Energy

Lista de Ilustrações

1.1	Consumo Setorial de Derivados do Petróleo no ano de 2007	1
1.2	Mortes atribuídas à poluição do ar urbano	4
1.3	APAs Piracicaba e Sistema Cantareira	8
1.4	Evolução do número médio de veículos por posto de pesquisa, 1987 a 2007	10
1.5	Mortalidade por tipo de doença no Estado de São Paulo	11
3.1	Localização da APA Cantareira no Estado de São Paulo	33
3.2	Ocupação do território entre 1940 e 2005 no município de Atibaia	36
3.3	Rodovia Fernão Dias (BR-381)	37
3.4	Rodovia Dom Pedro I (SP-065)	37
3.5	Autopista Fernão Dias	38
3.6	Imagem de satélite da área entrevistada	41
3.7	Vista do bairro Jardim do Trevo	41
5.1	Comportamento mensal de internações em Atibaia no período de 1998-2007	56
5.2	Comportamento das internações no decorrer do meses no município de Atibaia no período de 1998 a 2007 por local de residência	59
5.3	Comportamento das internações no decorrer do meses no município de Bragança Paulista no período de 1998 a 2007 por local de residência	59
5.4	Comportamento das internações no decorrer do meses no município de Joanópolis no período de 1998 a 2007 por local de residência	60
5.5	Comportamento das internações no decorrer do meses no município de Mairiporã no período de 1998 a 2007 por local de residência	60
5.6	Comportamento das internações no decorrer do meses no município de Piracaia no período de 1998 a 2007 por local de residência	60
5.7	Comportamento das internações no decorrer do meses no município de Nazaré Paulista no período de 1998 a 2007 por local de residência	60

5.8	Comportamento das internações no decorrer do meses no município de Vargem no período de 1998 a 2007 por local de residência	61
5.9	Evolução do tráfego na rodovia Dom Pedro I no período de 1998 a 2007	62

Lista de Tabelas

2.1	Impactos socioambientais associados às fontes não renováveis de energia	17
2.2	Principais poluentes atmosféricos, Características, fontes e efeitos	25
3.1	Densidade Demográfica dos Municípios da APA do Sistema Cantareira hab./km ²	35
4.1	Metodologia utilizada para obtenção, análise e sistematização dos dados	43
4.2	Sistematização e análise dos dados	52
5.1	Quantidade de internações segundo o agrupamento das doenças no período de 1998-2007 nos municípios da APA Cantareira	54
5.2	Morbidades com maiores índices de internações do Aparelho Respiratório na APA Cantareira/ internações por local de residência no período de 1998 a 2007	55
5.3	Evolução da média do número de casos de Doenças do Aparelho Respiratório por 100 mil habitantes - Morbidade hospitalar do SUS por local de residência: municípios da APA Cantareira no período de 1998 a 2007	58
5.4	Dados relativos aos veículos comerciais que circularam pela rodovia Dom Pedro I no período de 1998 a 2007	63
5.5	Dados relativos aos veículos de passeio que circularam pela rodovia Dom Pedro I de 1998 a 2007	63
5.6	Fatores de emissão adotados para o monóxido de carbono, os hidrocarbonetos, os óxidos de nitrogênio, os dióxidos de enxofre e o material particulado	64
5.7	Resultados da estimativa de poluentes emitidos pelos veículos que trafegaram pela rodovia Fernão Dias no período de rodovia Dom Pedro I no período de 1998 a 2007	65
5.8	Volume médio de veículos comerciais e de passeio que trafegaram pela rodovia Fernão Dias no período de 18/02/1997 a 24/02/1997	66
5.9	Volume médio de veículos comerciais e de passeio que trafegaram pela rodovia Fernão Dias no período de 26 26/02/1997 a 04/03/1997	67
5.10	Resultados da estimativa de poluentes emitidos pelos veículos que trafegaram pela rodovia Fernão Dias no período de 18/02/1997 a 24/02/1997	67
5.11	Resultados da estimativa de poluentes emitidos pelos veículos que trafegaram pela rodovia Fernão Dias no período de 26/02/1997 a 04/03/1997	68

Lista de Abreviaturas e Siglas

Símbolos

CO – monóxido de carbono

CO₂ – dióxido de carbono

HC – hidrocarbonetos

MP₁₀ – material particulado com menos de 10 µm de diâmetro

NO₂ – dióxido de nitrogênio

NO_x – óxidos de nitrogênio

O₃ – ozônio

SO – monóxido de enxofre

SO₂ – dióxido de enxofre

SO_x – óxidos de enxofre

Abreviações

AIH – Autorização de Internação Hospitalar

APA - Área de Proteção Ambiental

BEN - Balanço Energético Nacional

CGC – Cadastro do Contribuinte

CID10- Código Internacional de Doenças (décima revisão)

MAA – Média aritmética anual

PIB – Produto Interno Bruto

PTS – Partículas Totais em Suspensão

ppm – Parte por milhão

RMSP - Região Metropolitana de São Paulo

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

Siglas

ANA – Agencia Nacional de Água

ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

BR - Rodovia Federal

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

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

CIIAGRO – Centro de Informações Agrometeorológicas

DAEE – Departamento de Água e Esgoto

DATASUS - Banco de Dados do Sistema Único de Saúde

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

DERSA - Desenvolvimento Rodoviário S.A.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

EUA - Estados Unidos das Américas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

MCT – Ministério da Ciência e da Tecnologia

NAAQ'S - National Ambient Air Quality Standarts

OMS - Organização Mundial da Saúde

PROCONVE - Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores

PRODESP – Companhia de Processamento de Dados do Estado de São Paulo

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PRONAR - Programa Nacional de Controle e Qualidade do Ar

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SUS - Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Poluição do ar e transportes.....	3
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo principal	6
1.2.2 Específicos.....	6
1.4 Estrutura da Dissertação.....	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Fontes não renováveis de energia.....	14
2.2 Poluição atmosférica.....	18
2.2.1 Breve histórico.....	18
2.3 Políticas de prevenção da poluição atmosférica no Brasil.....	21
2.4 Principais poluentes atmosféricos e seus efeitos na saúde.....	23
2.5 Emissões provenientes de veículos automotores.....	26
2.6 Comportamento dos poluentes na atmosfera.....	27
2.7 Poluentes e saúde humana.....	31
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
3.1. Aspectos climáticos da região	39
4. METODOLOGIA	43
4.1 Etapa I - Coleta de informações secundárias.....	43
4.1.1 Dados de internações hospitalares	44
4.2 Etapa II - Obtenção de dados primários.....	45

4.3.1 Entrevistas	46
4.3.2 Análise dos dados das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias	47
4.3.3 Metodologia para estimativa de emissões de poluentes no setor de transporte	48
4.3.4 Método <i>bottom-up</i>	49
5. DISCUSSÕES E RESULTADOS	53
5.1 Descrição das internações por doenças respiratórias na APA Cantareira.....	53
5.2 Média das internações mensal por doenças respiratórias.....	59
5.3 Estimativa de emissões do tráfego das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias	61
5.4 Algumas considerações entre emissões nas rodovias, internações por doenças respiratórias e a percepção dos moradores	69
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS	76
6.1 Conclusões.....	76
6.2. Sugestões para próximos trabalhos.....	78
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXO A – Códigos da Classificação Internacional de Doenças e de Problemas Relacionados à Saúde, Décima Revisão - CID 10.....	93
ANEXO B – Evolução do tráfego mensal da rodovia Dom Pedro I no período de 1998 a 2007 ..	97
ANEXO C - Localização dos Postos de Pesquisa, Postos da Polícia Rodoviária Federal e Praça de Pedágios.....	113
ANEXO D – Evolução do tráfego semanal da rodovia Fernão Dias no ano de 1997	114
APÊNDICE A - Roteiro das entrevistas	119

1. INTRODUÇÃO

Dentre os combustíveis utilizados pela sociedade industrializada o petróleo é o mais problemático devido a seu papel central, seu caráter estratégico, sua distribuição geográfica, o padrão recorrente de crise em seu fornecimento e a degradação ambiental causada pela queima e uso desse combustível não renovável.

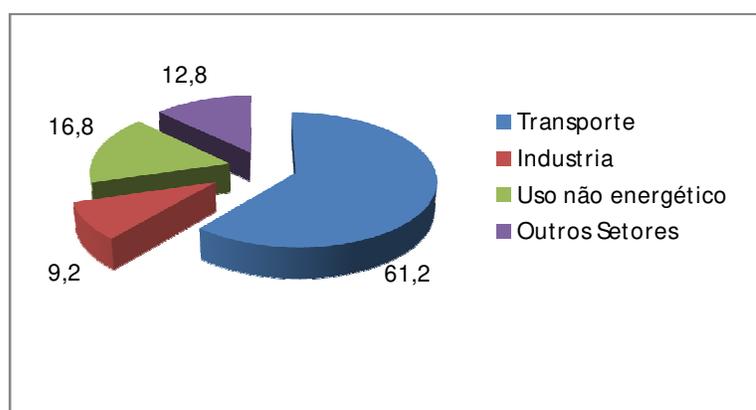


Figura 1.1: Consumo setorial de derivados do petróleo no ano de 2007

Fonte: elaboração própria a partir de informações do Balanço Energético 2010.

Conforme mostra a Figura 1.1 no Brasil, derivados do petróleo, como óleo Diesel, gasolina e querosene representaram 61% do consumo no setor de transporte no ano de 2007. Mundialmente o uso de combustíveis não renováveis representa 80% da demanda de energia. Em países emergentes o consumo de petróleo, gás e carvão vêm aumentando significativamente. Apesar dos esforços para reduzir o consumo, é notável uma crescente no uso desses combustíveis.

Assim, o desafio é transformar a produção e o consumo de energia em um dos instrumentos que auxiliem na obtenção de uma equidade socioeconômica entre nações ricas e pobres, como também reduzir os contrastes sociais de uma mesma nação sem degradar o meio ambiente, sem comprometer a saúde humana e prejudicar as gerações futuras.

A produção de energia é uma fonte de riqueza. O desenvolvimento de fontes alternativas de energia ampliam os horizontes geográficos da produção de combustíveis, podendo levar o desenvolvimento socioeconômico de regiões menos favorecidas. Os combustíveis derivados da biomassa representam uma das alternativas para a expansão das fronteiras da produção de energia e riqueza, tanto em escala global como nacional (SALDIVA, ANDRADE, MIRAGLIA e ANDRÉ, 2009). No entanto, a maneira que a energia vem sendo produzida e consumida tem causado a degradação ambiental e sérios danos aos seres vivos. Portanto, é incompatível com o desenvolvimento sustentável, definido como o “desenvolvimento que supre as necessidades atuais sem comprometer a possibilidade das futuras gerações atenderem as suas necessidades”.

O impacto humano sobre o ambiente modifica e interfere os variados sistemas ecológicos e biogeofísicos, de maneira incerta e imprevisível, o que torna o prognóstico dos riscos, para a saúde humana e sobrevivência mais complexo. As mudanças ambientais globais, vivenciadas atualmente, são sem precedentes na experiência humana e, algumas delas, como a mudança climática, redução do ozônio estratosférico em escala mundial, são novas em qualquer escala, exigindo imediata investigação (CONFALONIERI, MENNE e AKHTAR, et al., 2007). As emissões lançadas na atmosfera decorrente da queima de combustíveis fósseis interfere de forma significativa na vida dos seres humanos.

O convívio dos seres vivos, em especial o do homem, com a poluição do ar tem trazido consequências sérias para a saúde. Os efeitos da exposição têm sido marcantes e plurais quanto à sua abrangência. As principais fontes poluidoras (veículos automotivos e indústrias) estão presentes em todos os grandes centros urbanos. Nas últimas três décadas a pesquisa, com auxílio da tecnologia, tem proporcionado o conhecimento das origens, composições, comportamentos, interações e mecanismos de ação desses poluentes. Estudos observacionais têm procurado mostrar, com resultados cada vez mais significativos, efeitos de morbidade e mortalidade associados aos poluentes do ar (BRAGA, PEREIRA e SALDIVA, 2009).

Na América da Norte e na Europa, episódios de altas concentrações de poluentes, antes de 1960, forneceram evidências indiscutíveis de que a poluição do ar pode ter muitos efeitos adversos para

a saúde humana, incluindo o aumento significativo na mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias (KATSOUYANNI, 2003).

Os efeitos adversos à saúde, causados pelos poluentes atmosféricos, afetam todas as idades, especialmente crianças e idosos, envolvendo principalmente doenças respiratórias e sistema cardiovascular, e vão desde sintomas leves, graves e morte. De acordo com Sandström et al., (2002) existe uma tendência no aumento de morbidades respiratórias, principalmente asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (provavelmente será a terceira maior causa de mortalidade e quinta principal causa de incapacidade no mundo até o ano de 2020).

Nesse sentido a elaboração de políticas públicas e investimentos nos setores de energia são importantes para minimizar os problemas ambientais e de saúde. É preciso envolver diversos segmentos sociais e políticos no tratamento da variável ambiental. Verifica-se assim, que a promoção do desenvolvimento sustentável deveria ser um compromisso comum de formuladores de políticas públicas (PIRES, FERNÁNDEZ e BUENO, 2006). Reduzir emissões de poluentes significa diminuir gastos excessivos com saúde pública e diminuir também os riscos associados à mudança no clima global.

Essa pesquisa visa contribuir com os trabalhos que já são desenvolvidos na região de estudo e auxiliar no monitoramento de morbidades nos sete municípios da APA do Sistema Cantareira, partindo da premissa que a poluição do ar é um problema global.

1.1 Poluição do ar e transportes

O transporte representa uma forma muito importante de investimento nas regiões em desenvolvimento, onde a melhoria da mobilidade está associada ao crescimento econômico. Observam-se nos últimos 20 anos nos países em desenvolvimento um baixo investimento na ampliação e viabilização do transporte público. Em consequência do baixo investimento houve

uma necessidade de adquirir o transporte individual, contribuindo, assim, para o aumento de emissão de poluentes (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS, 2010).

Nas grandes cidades, a falta de investimento nesse setor tem causado problemas, tanto de locomoção quanto de emissões de poluentes, trazendo consequências sérias para o ambiente e a saúde da população (OMS, 2010). A OMS estimou que os resultados da poluição do ar urbano ocasionaram 1.152 milhões mortes em 2004. A maioria das doenças foram causadas por problemas cardiopulmonares agudos, infecções respiratórias e câncer de pulmão. Cerca de 65% das mortes ocorreram em países em desenvolvimento na Ásia, América do Sul e em alguns países da Europa, como mostra a Figura 1.1.

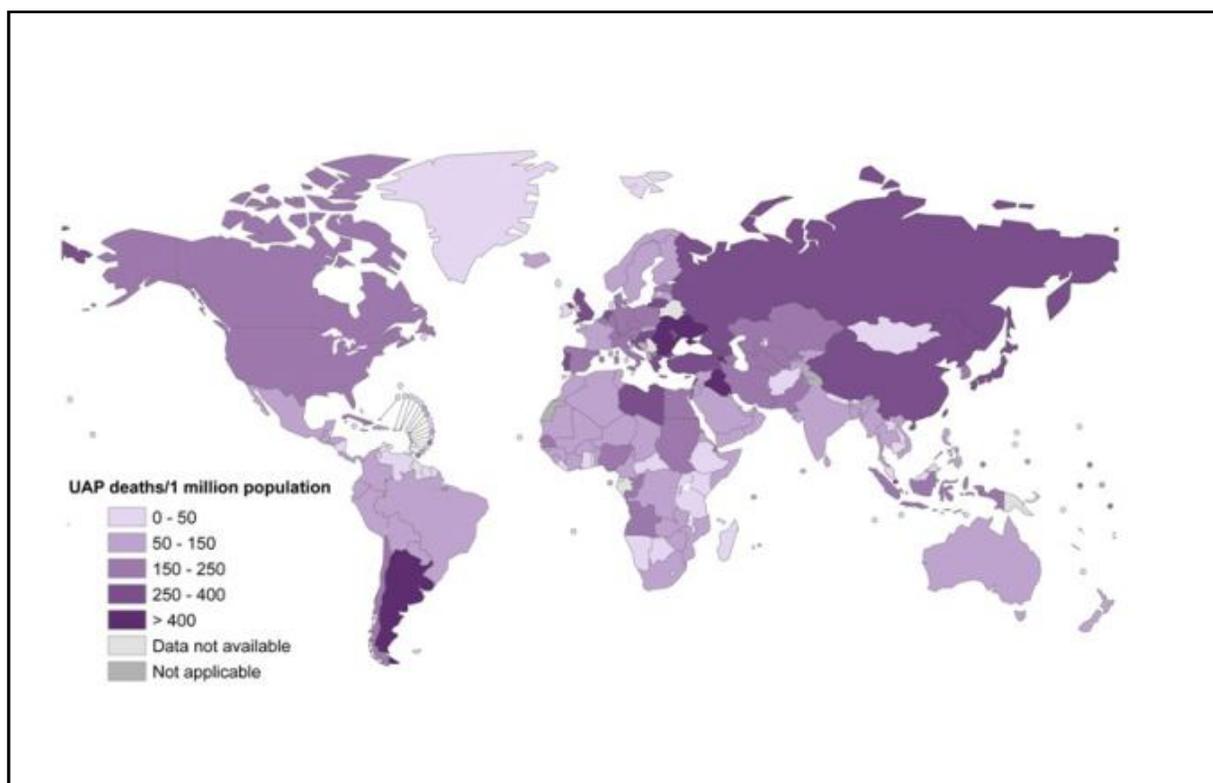


Figura 1. 2: Mortes atribuídas à poluição do ar urbano

Fonte: Organização Mundial da Saúde, 2010.

Nos países em desenvolvimento a dependência de caminhões, ônibus e motos, com tecnologias antigas e combustíveis de baixa qualidade, favorecem a emissão de poluentes. Somando a esses

fatores a alta densidade demográfica nas cidades e a estagnação de investimentos no transporte público contribui para a ampliação dos impactos decorrentes do transporte na saúde pública (OMS, 2010).

Os efeitos da poluição do ar proveniente dos transportes são uma das principais causas de preocupação dentro do setor. Evidências apontam a poluição do ar (decorrente do transporte) como um importante contribuinte para os efeitos adversos à saúde. Os estudos epidemiológicos e toxicológicos têm colaborado para relacionar o efeito dos poluentes (partículas inaláveis, fumaça preta, ozônio e dióxido de enxofre) na saúde, embora eles sejam apenas uma fração do total de emissões na atmosfera urbana (KRZYZANOWSKI et al., 2005).

A poluição do ar, relacionada ao transporte, aumenta o risco de desenvolvimento de alergias, acentua sintomas de doenças pré-existentes em cardíacos; em pessoas com doenças respiratórias, principalmente nos grupos mais sensíveis, como crianças e idosos; e contribui com o aumento significativo do risco de infarto após a exposição (KRZYZANOWSKI et al., 2005).

A queda nos níveis de poluentes colabora para as diminuições de ataques agudos de asma e bronquite, as necessidades médicas com crianças e em longo prazo, reduz a média anual de mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares. Nesse sentido, a melhoria nos transportes evitará gastos econômicos com saúde, lesões de trânsito e degradação das comunidades urbanas (KRZYZANOWSKI et al., 2005).

A redução das emissões pode contribuir também para o aumento da expectativa de vida e da equidade social. Em geral, as estratégias em várias frentes para "mobilidade saudável"¹ pode gerar sinergias e cobenefícios para a saúde, meio ambiente, desenvolvimento e equidade (KRZYZANOWSKI et al., 2005; OMS, 2010). Em suma, o planejamento no setor de transporte precisa ser equacionado adequadamente pelos setores da saúde, ambiente, transportes e agentes de desenvolvimento, de forma integrada.

¹ Para o autor "mobilidade saudável" significa um sistema de transporte limpo que não traga efeitos nocivos para a saúde e para o meio ambiente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal desse trabalho é estimar as emissões de poluentes gerados pelo setor de transporte nas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias e verificar possíveis interferências dessas emissões na saúde da população residente na Área de Proteção Ambiental do Sistema Cantareira.

1.2.2 Específicos

- i. Fazer uma caracterização da Região de Estudo abordando alguns aspectos socioambientais;
- ii. Realizar entrevistas no bairro Jardim do Trevo - Atibaia / SP para analisar a percepção dos moradores em relação à poluição atmosférica;
- iii. Coletar e analisar o fluxo de veículos que utilizam a rodovia Dom Pedro I (SP-065) no período de 1998 a 2007.
- iv. Analisar e estimar a emissão de poluentes dos veículos que foram contabilizados na rodovia Fernão Dias (BR-381) no município de Atibaia no período de 18/02/1997 a 24/02/1997 e Mairiporã no período de 26/02/1997 a 04/03/1997;
- v. Traçar um perfil epidemiológico sobre doenças respiratórias, a partir de sistematização de dados de internação hospitalar nos municípios da APA Cantareira, no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2007, a partir do Banco de Dados do Sistema Único de Saúde - DATASUS (Morbidade Hospitalar SUS - por local de residência);

- vi. Verificar a possibilidade da associação entre as emissões de poluentes nas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias e os dados de internação hospitalar nos municípios da APA Cantareira.

1.3 Justificativa

Este trabalho utiliza como área geral de estudo a APA Cantareira, criada e decretada em dezembro de 1998, com 253 mil ha, dos quais 124 mil estão inseridos na área do sistema (WHATELY e CUNHA, 2007), instituída pela Lei Estadual nº. 10.111/1998. Essa APA abrange a totalidade dos municípios de Atibaia, Bragança Paulista, Joanópolis, Mairiporã, Nazaré Paulista, Piracaia e Vargem. Parte dessa APA está sobreposta à APA Piracicaba/Juqueri-Mirim - Área II e bairro da Usina no município de Atibaia (SÃO PAULO, 2000), como visto na Figura 1.2. Segundo o Instituto Florestal (2010) a APA Cantareira também está incluída na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo.



Figura 1.3: APAs Piracicaba e Sistema Cantareira

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente, 2010.

A finalidade da criação dessa unidade de conservação é a proteção dos recursos hídricos da região, particularmente as bacias de drenagem que formam o Sistema Cantareira, para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo e regula o fluxo de água para Região Metropolitana de Campinas (HOEFFEL, MACHADO e FADINI, 2005; WHATELY e CUNHA, 2007).

Ressalta-se, no entanto, que essas APAs estão em processo de regulamentação, possuindo um Conselho Gestor desde 2009, e, tendo, como atribuição e finalidade de acompanhar a elaboração do plano de manejo, revisá-lo e implementá-lo; também garantir o caráter participativo, através do envolvimento dos órgãos públicos e da sociedade civil, em todas as fases do processo de planejamento e gestão das APAs (HOEFFEL, FADINI e SEIXAS, 2010).

Essa região sofreu grandes transformações socioambientais a partir do período da construção do Sistema Cantareira, iniciado no ano de 1965. A essa questão soma-se também a construção da rodovia Dom Pedro I (SP-065), no final da década de 60, e a duplicação da rodovia Fernão Dias

(BR-381), realizado a partir da década de 90 (FADINI, 2005).

Os municípios que compõem a APA Cantareira estão inseridos na Região Bragantina. Localizados próximo às Regiões Metropolitanas de São Paulo e Campinas e de fácil acesso pelas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias. O município de Atibaia, por exemplo, é entrecortado por ambas as rodovias. É possível verificar extensos congestionamentos que começam em Bragança, passando por Atibaia e Mairiporã até São Paulo. Essas características também estimularam a escolha do local para avaliar a percepção dos moradores quanto à poluição ambiental proveniente do transporte, optando-se pelo bairro Jardim do Trevo neste município, localizado às margens das duas rodovias.

Essas rodovias exerceram influências significativas no desenvolvimento dessa região, caracterizado pelo crescimento socioeconômico, notado através da expansão industrial, turística e imobiliária (FADINI, 2005; HOEFFEL, FADINI e SEIXAS, 2010).

No entanto, esse trabalho buscou observar as internações por doenças respiratórias e estimar o volume de poluentes emitido pelos veículos que trafegam nessas rodovias, devido ao fluxo intenso de carros e caminhões, principalmente na rodovia Fernão Dias.

De acordo com o Departamento de Estradas e Rodagens de Minas Gerais - DERMG (2007) a rodovia Fernão Dias é a terceira maior do país em carga transportadora; Um estudo feito pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (2008), realizado entre os anos de 1997 e 2007, revela significativo aumento no tráfego de sete das dez rodovias estudadas no Estado de São Paulo, somando todos os corredores. De 291 mil veículos em 1997, para 397,5 mil em 2007, um aumento de 36,6%. Entre as rodovias analisadas a rodovia Fernão Dias se destacou com um índice de aumento de 126% no mesmo período. A Figura 1.3 mostra o aumento do volume de veículos nas rodovias estudadas com destaque para rodovia Fernão Dias.

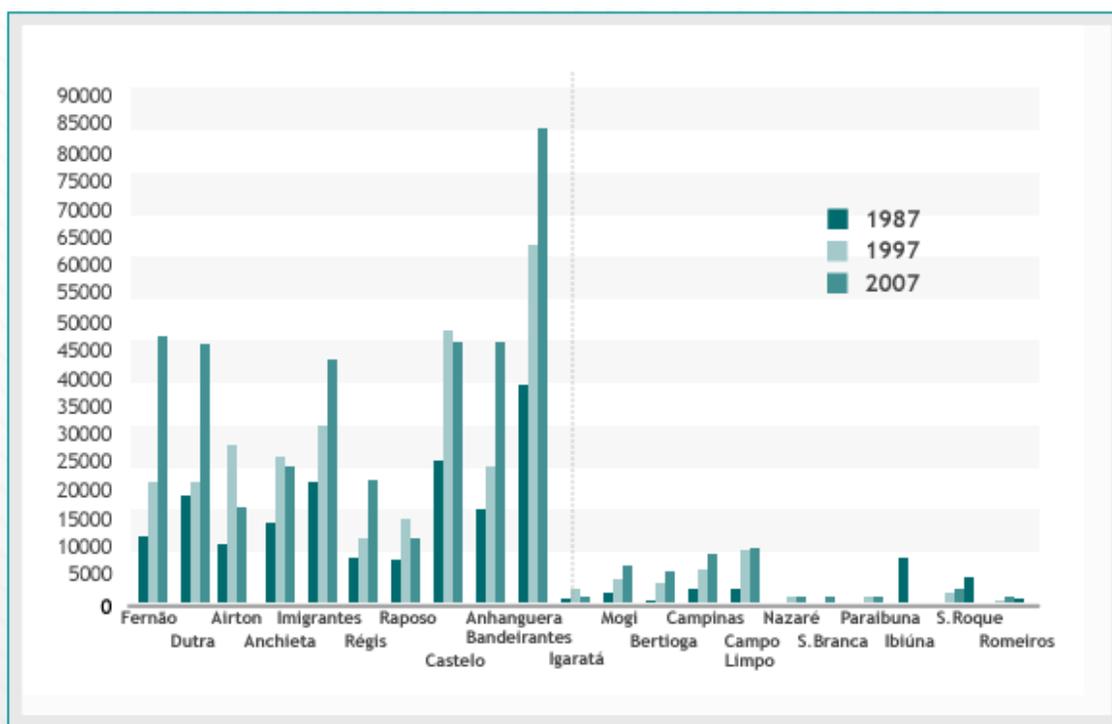


Figura 1.4: Evolução do número médio de veículos por posto de pesquisa, 1987 a 2007
 Fonte: Companhia de Metropolitano de São Paulo (Metrô) - Pesquisa Origem Destino, 2008.

Segundo o Departamento de Estradas e Rodagem de Minas Gerais - DERMG (2007) 60% da produção nacional de ferro gusa e aproximadamente 3 milhões de toneladas da produção agrícola de Minas passam pela rodovia Fernão Dias, representando uma circulação média de mais de 15 mil veículos entre ônibus, caminhões e automóveis por dia.

Dado o fluxo diário de veículos leves e caminhões, e sua potencial capacidade de emitir compostos químicos no processo de combustão, nas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias, a partir de combustíveis fósseis ou não, cabe questionar não só o comprometimento da qualidade do ar, mas também as consequências das emissões veiculares para a saúde da população que reside próximo às margens dessas rodovias.

De acordo com o DATASUS (2010), base de dados que reúne informações de procedimentos em saúde no Brasil, as doenças no aparelho respiratório estão entre as maiores causas de internações no Estado de São Paulo. Essas internações se destacam mais com crianças na faixa etária de 1 a 4

anos (41,%), com menos de 1 ano (32%) e de 5 a 9 anos de idade (27,%). Morbidades que podem ser agravadas com a poluição atmosférica também estão entre as que mais causam mortalidade na região sudeste, como mostra a Figura 1.4. Enfermidades do aparelho circulatório representam 32,5% do total, seguido de neoplasias (tumores) com 17% e as doenças do aparelho respiratório com 11,6% (DATASUS, 2010).

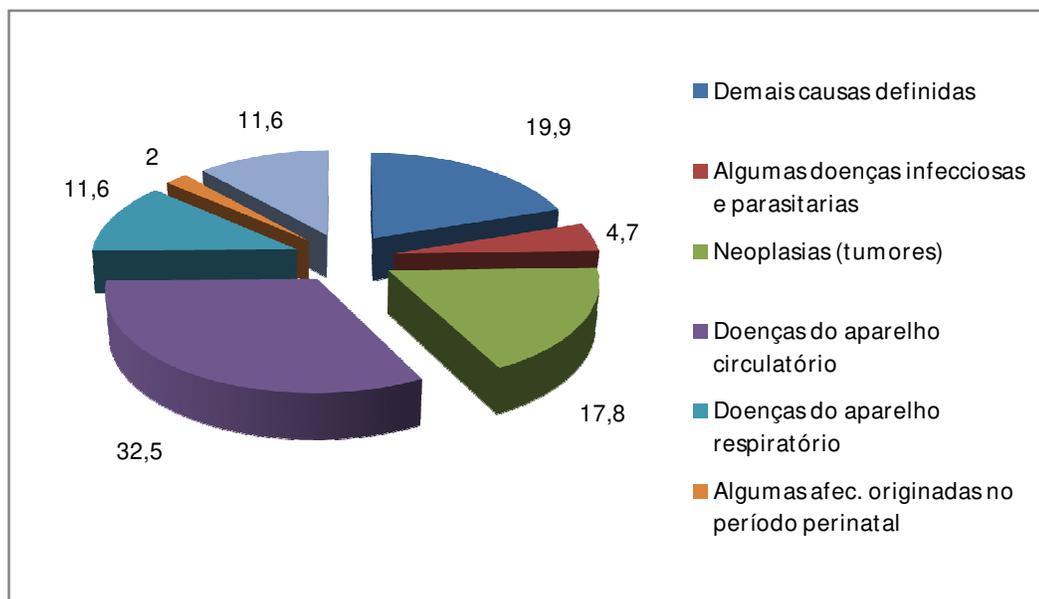


Figura 1.5: Mortalidade por tipo de doença no Estado de São Paulo

Fonte: DATASUS, 2010.

Em um dos municípios da APA Cantareira, especificamente o município de Atibaia no ano de 2007, foram realizadas 440 internações hospitalares por doenças circulatórias, com destaque para os quadros de insuficiência cardíaca (113 internações). As doenças do aparelho respiratório foram responsáveis por 434 internações hospitalares, com destaque para os quadros de pneumonia (250 internações) e asma (50 internações) (DATASUS, 2009).

Segundo Saldiva et al., (2009), estima-se que no ano de 2005 o custo de saúde, devido a mortes por doenças cardiovasculares, bronquite crônica, enfisema, asma e câncer de pulmão, foram

aproximadamente de US\$ 450 milhões. Não é possível saber, por exemplo, quantos doentes de câncer do pulmão não são diagnosticados, e quantos se utilizam dos procedimentos médicos para tratamento de doenças. Aqui o autor se refere também ao custo que a sociedade paga, relacionado à perda de vidas humanas, como por exemplo, a perda de força de trabalho, a perda de pagamento de impostos e ao custo que uma família teve.

É possível encontrar muitos estudos sobre poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana na literatura nacional e internacional (Finkelstein et al., 2004; Harrison, et al., 1999; Miraglia 2007; Saldiva et al., 2009). Sabe-se que as técnicas estão cada vez mais aprimoradas para analisar esta associação, no entanto, a questão da poluição ambiental envolve diversas vertentes que necessitam cada vez mais de estudos detalhados.

Considerando todos esses aspectos e com o propósito de contribuir com outros estudos que já foram realizados por Hoeffel (2005), Fadini (2007) e Barbosa (2009) entre outros, na Área de Proteção Ambiental do Sistema Cantareira, esta dissertação visa auxiliar na compreensão da problemática ambiental presente na região. A realização desta investigação se mostra importante, devido às consequências da poluição atmosférica sobre a saúde humana. Nesse sentido, cabe verificar e avaliar as interações por doenças respiratórias nos municípios e estimar o volume de emissões de poluentes atmosféricos emitidos pelos veículos automotores que trafegam pelas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias.

1.4 Estrutura da dissertação

Essa dissertação foi organizada em seis capítulos, visando o melhor entendimento de cada etapa. O Capítulo 1 apresentou uma breve introdução sobre o tema, os objetivos e justificativas.

O Capítulo 2 traz a revisão da literatura sobre o tema central: energia e poluição atmosférica, avaliando sua origem, assim como potenciais danos causados à saúde e ao meio ambiente. Esse

capítulo apresenta também conceitos sobre dispersão de poluentes atmosféricos e os principais poluentes que afetam à saúde humana.

O Capítulo 3 traz uma breve caracterização da APA Cantareira abordando alguns aspectos socioambientais da região. Esse Capítulo apresenta também o bairro Jardim do Trevo em Atibaia, nesse bairro foram realizadas algumas entrevistas com o objetivo de verificar a percepção de algumas pessoas em relação à poluição, já que elas residem próximo as rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias.

O Capítulo 4 discorre sobre os métodos utilizados para coleta de dados primários e secundários, assim como as formas empregadas para alcançar os resultados.

O Capítulo 5 traz a análise descritiva dos dados de interações. São apresentados, também nesse capítulo, o volume de tráfego das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias, bem como a estimativa de emissões desses veículos. Aqui serão analisadas se as emissões desses automóveis podem ou não influenciar nas interações ou afetar de alguma maneira as pessoas que residem próximo às rodovias.

Finalmente no Capítulo 6 serão apresentadas as conclusões do estudo e as sugestões para os trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O homem do século XXI consome cerca de um milhão de vezes o que consumia o homem primitivo em termos energéticos, especialmente em combustíveis fósseis e particularmente o petróleo. Países desenvolvidos consomem quase cinco vezes mais que os países em desenvolvimento por habitante (LUCON, 2007).

As necessidades dos seres humanos de um milhão de anos atrás relacionavam-se basicamente à sua sobrevivência; obtinham calorias caçando e coletando seus alimentos. Há sete mil anos o homem agrícola utilizava a energia de animais de tração, multiplicando por oito sua força. Na Roma Antiga, um nobre tinha, em média, a força de vinte escravos à sua disposição e também usava os animais de tração. Na Idade Moderna (1400 d.C) passou-se a utilizar as quedas d'água e os ventos para moer trigo e outras atividades.

A energia fóssil era pouco utilizada; usava-se o carvão e o petróleo para aquecer ambientes, além de uma limitada siderurgia. O óleo de baleia era considerado melhor para a iluminação do que o petróleo. Na Revolução Industrial (final do século XIX) o homem desenvolveu a máquina a vapor, multiplicando sua capacidade na indústria e no transporte. No século XX, a humanidade aprimorou e desenvolveu motores de combustão interna, movidos à gasolina e óleo Diesel. Mais tarde vieram os motores elétricos e a energia nuclear, mas a sociedade nunca mais rompeu sua relação de dependência com o petróleo (LUCON, 2007).

2.1 Fontes não renováveis de energia

A energia é um recurso indispensável para que possa existir vida no planeta. Precisamos da energia para nos mover, nos comunicar, assegurar a iluminação e o conforto térmico das casas, entre outras funções. As fontes energéticas dividem-se em renováveis e não renováveis.

Esse trabalho irá abordar as fontes energéticas não renováveis, chamadas assim porque não podem ser renovadas ou regeneradas com rapidez suficiente para acompanhar a sua utilização.

As fontes não renováveis mais usadas são gás natural, urânio (energia nuclear), carvão, petróleo e seus derivados, incluindo óleo Diesel, gasolina e propano, entre outras. A seguir são citadas as fontes energéticas não renováveis mais usuais.

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos gasosos, originados da decomposição de matéria orgânica fossilizada ao longo de milhões de anos. Na sua composição pode ser encontrado metano, com proporções variadas de etano, propano, butano, hidrocarbonetos mais pesados e também CO₂, N₂, H₂S, água, ácido clorídrico, metanol e outras impurezas (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, 2010a).

Algumas características importantes do gás natural são a sua densidade em relação ao ar, o poder calorífico, o índice de Wobbe². Outras características importantes são os baixos índices de emissão de poluentes, em comparação a outros combustíveis fósseis, rápida dispersão em caso de vazamentos, os baixos índices de odor e de contaminantes (ANEEL, 2010a).

O carvão é uma complexa e variada mistura de componentes orgânicos sólidos, fossilizados ao longo de milhões de anos, como ocorre com todos os combustíveis fósseis. Sua qualidade é determinada pelo conteúdo de carbono e varia de acordo com o tipo e o estágio dos componentes orgânicos. A turfa, de baixo conteúdo carbonífero, constitui um dos primeiros estágios do carvão, com teor de carbono na ordem de 45%; o linhito apresenta um índice que varia de 60% a 75%; o carvão betuminoso (hulha), mais utilizado como combustível, contém cerca de 75% a 85% de carbono, e o mais puro dos carvões, o antracito, apresenta um conteúdo carbonífero superior a 90% (ANEEL, 2010b).

² O Índice de Wobbe representa o calor fornecido pela queima de poluentes combustíveis através de um orifício submetido a pressões constantes, a montante e a jusante desse orifício. A pressão do gás a montante do orifício é aquela fornecida ao queimador e a pressão a jusante é a da câmara de combustão, normalmente a pressão atmosférica ou valores próximos dela, positivos ou negativos (GASNET, 2011).

Quanto ao petróleo, é uma mistura de hidrocarbonetos (moléculas de carbono e hidrogênio) que tem origem na decomposição de matéria orgânica, principalmente o plâncton (plantas e animais microscópicos em suspensão nas águas), causada pela ação de bactérias em meio com baixo teor de oxigênio. Ao longo de milhões de anos essa decomposição foi acumulando-se no fundo dos oceanos, mares e lagos e, pressionada pelos movimentos da crosta terrestre, transformou-se numa substância oleosa. Essa substância é encontrada em bacias sedimentares específicas, formadas por camadas ou lençóis porosos de areia, arenitos ou calcários (ANEEL, 2010c).

Esse combustível é mundialmente predominante no setor de transportes. O petróleo também é o principal responsável pela geração de energia elétrica em diversos países do mundo, apesar da expansão recente da hidroeletricidade e da diversificação das fontes de geração de energia elétrica verificadas nas últimas décadas (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2006).

Essas fontes fósseis são importantes para a matriz energética mundial, no entanto, emitem poluentes que afetam a saúde humana e danificam o meio ambiente. A Tabela 2.1 mostra os principais poluentes emitidos quando ocorre a queima desses combustíveis e alguns efeitos na saúde humana e no meio ambiente.

Tabela 2.1: Impactos socioambientais associados às fontes não renováveis de energia

Combustível	Emissões	Consequências
Carvão	Material particulado, dióxido de enxofre (SO ₂) e os óxidos de nitrogênio (NO _x).	Afeta a saúde humana, formação de chuva ácida, provoca a acidificação do solo e da água e, conseqüentemente, alterações na biodiversidade, entre outros impactos negativos, como a corrosão de estruturas metálicas.
Petróleo	Libera diversos poluentes atmosféricos decorrentes da queima de seus derivados, principalmente em plantas termelétricas; destacam-se os compostos orgânicos voláteis (COV), dióxido de enxofre (SO ₂) e o material particulado, constituído de pós e cinzas em suspensão nos poluentes emitidos durante a queima de combustíveis fósseis.	Alterações na biodiversidade local provocam distúrbios respiratórios, alergias, lesões degenerativas no sistema nervoso e em órgãos vitais, câncer, etc.
Gás Natural	Óxidos de nitrogênio (NO _x), principalmente o dióxido de nitrogênio (NO ₂) e o óxido nítrico (NO), que são formados pela combinação do nitrogênio com o oxigênio.	Efeitos negativos sobre a vegetação e a saúde humana, principalmente quando combinado com outros poluentes, como o dióxido de enxofre (SO ₂). O N ₂ O é um dos poluentes causadores do chamado efeito estufa e também contribui para a redução da camada de ozônio (CASA, 2001).

Fonte: Elaboração própria a partir de informações da ANEEL, 2010.

É importante ressaltar que as fontes renováveis de energia têm contribuído para a redução de emissões de poluentes. Especificamente o etanol comumente usado no setor de transporte tem colaborado fortemente para a redução dessas emissões.

Por ter elevada octanagem, o etanol tem substituído com sucesso o uso de aditivos antidetonantes tóxicos à base de chumbo. Em relação às emissões atmosféricas, o uso do etanol contribui para a redução de poluentes como o monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SO_x), material particulado (MP) e de vários compostos orgânicos tóxicos como benzeno, tolueno, xileno e 1-3 butadieno (ÚNICA, 2011).

Outro fator importante em relação ao petróleo e seus derivados é que o etanol apresenta baixa toxicidade e elevada biodegradabilidade, fator relevante no caso de derramamentos acidentais e vazamentos.

O item, a seguir, discorre sobre poluição atmosférica, apresentando um breve histórico envolvendo episódios agudos de poluição do ar, políticas de prevenção de poluição atmosférica no setor energético no Brasil e principais poluentes e seus efeitos na saúde humana.

2.2 Poluição atmosférica

A partir da introdução do carvão começaram a surgir episódios envolvendo a concentração de resíduos, como por exemplo, os poluentes atmosféricos. Quando a sociedade passou da era dos combustíveis renováveis para a era dos combustíveis não renováveis os problemas com resíduos apresentam maior intensidade, incidindo principalmente sobre a saúde humana.

Em meio aos diferentes tipos de poluentes identificados no meio ambiente, a poluição atmosférica tem sido um dos principais temas de interesse no meio científico, devido a suas consequências na qualidade da saúde humana, nos ecossistemas e nos bens construídos.

2.2.1 Breve histórico

Durante séculos os seres humanos usavam o fogo em suas residências de uma maneira que o ar que respiravam estava contaminado com os produtos da combustão incompleta. Após a invenção da chaminé foi possível deslocar esses produtos do ambiente doméstico.

Nos séculos XII e XIII a madeira usada como combustível tornou-se escassa na Europa e foi

necessário buscar outra fonte energética. Passou-se então a usar o carvão mineral (material em abundância). A fumaça densa e negra emitida através da queima do carvão era admissível, pois no início da revolução industrial a poluição simbolizava expansão econômica e progresso tecnológico (BRAGA, PEREIRA e SALDIVA, 2009).

Nos séculos XVIII e XIX desenvolveu-se a técnica industrial na Inglaterra e, conseqüentemente, em outros países. Essa nova tecnologia tomou impulso a partir de 1769, com a invenção da máquina a vapor. O homem finalmente conseguiu obter energia mecânica para movimentar os mais variados artefatos. Entretanto, ele necessitava queimar grandes quantidades de carvão, lenha e, depois, óleo combustível. Com isso, a atmosfera dos centros industriais que estavam se desenvolvendo tornou-se insalubre e perigosa para a saúde. Havia grande quantidade de fuligem em suspensão e compostos de enxofre, nocivos ao sistema respiratório e à saúde em geral (BRANCO e MURGEL, 1995).

A questão da poluição atmosférica é um problema antigo. No século XVII, um decreto proibia que ateassem fogo durante a sessão do parlamento e ainda não existiam indústrias em Londres (BRAGA et al., 2010). No entanto, a relação entre danos à saúde e poluição atmosférica foi estabelecida a partir de episódios extremos e excepcionais de contaminação do ar.

O primeiro acidente ocorreu na Bélgica, no vale do Rio Meuse, de 1º a 5 de dezembro de 1930. Uma espessa névoa cobriu a zona industrial, provocada pela emissão de poluentes, principalmente material particulado, na faixa de 2-6 µm, e agravada por uma inversão térmica. A população foi acometida por sintomas como tosse, dores no peito, dificuldades para respirar, irritação na mucosa nasal e nos olhos. Após 5 dias, cerca de 60 pessoas haviam morrido a maioria idosa, doentes cardíacos ou pulmonares e outras centenas ficaram enfermas (BRANCO e MURGEL, 1995; LISBOA, 2007).

Outro desastre decorrente da poluição do ar ocorreu em Donora nos Estados Unidos de 25 a 31 de outubro de 1948. Um *smog*³ extremamente denso tomou conta da cidade de 12.000 habitantes, ocasionando perturbações cardíacas e respiratórias em aproximadamente 42% dos habitantes (10,5% de casos graves). A poluição atmosférica foi responsável diretamente por cerca de 20 mortes. Esse episódio foi causado pelas emissões de SO₂, material particulado e CO, provenientes de fontes próximas à cidade (SCHWARTZ, 2004; LISBOA, 2007).

É bastante conhecido na literatura o episódio ocorrido em Londres em 1952, com aproximadamente 4.000 mortes. Essas mortes ocorreram devido a um episódio de inversão térmica que impediu a dispersão de poluentes gerados pelas indústrias e pelos aquecedores domiciliares, que utilizavam carvão como combustível. Tudo isso provocou uma nuvem composta, principalmente, por material particulado e enxofre (em concentrações até nove vezes maiores do que a média de ambos), a qual permaneceu estacionada sobre a cidade por, aproximadamente três dias (SCHWARTZ, 2004; LISBOA, 2007).

Depois desses trágicos eventos, medidas de controle foram adotadas em diversos países, tendo como resultado a redução significativa dos níveis de poluentes atmosféricos. Esses acidentes levaram ao estabelecimento de leis mais rigorosas, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. Em 1963 foi promulgado, nos EUA, o *Clean Air Acts*. Ato que estabeleceu padrões da qualidade do ar e estratégias de controle da poluição na fonte. É importante mencionar também a pressão da sociedade civil, dos meios de comunicação e das organizações ambientalistas a partir dos anos 60 e 70. Na década de 70 acreditava-se que os limites estabelecidos para os poluentes eram seguros, no entanto, foi na década de 80 com a introdução dos computadores que foi possível a aplicação de técnicas estatísticas mais sofisticadas, contribuindo com os estudos da relação entre poluição do ar e saúde. Esses estudos vêm mostrando que mesmo em baixas concentrações os poluentes atmosféricos causam efeitos na saúde (STERN, 1994; LISBOA, 2007; BRAGA et al., 2009).

³ SMOG - Termo proveniente da combinação de duas palavras inglesas: smoke (fumaça) e fog (nevoeiro), originalmente referido à poluição causada pela queima do carvão.

2.3 Políticas de prevenção da poluição atmosférica no Brasil

A necessidade de cumprir a legislação em vigor em relação às emissões de poluentes devido aos impactos causados à saúde humana e ao meio ambiente, de modo geral, foi determinante para os investimentos em equipamentos de controle de poluição do ar e políticas de prevenção, não somente no Brasil, mas em todo o mundo.

No Brasil a primeira tentativa de controle de emissões de poluentes ocorreu em 1976, através do Edital nº 0.231, de 27 de abril do mesmo ano, do Ministério dos Assuntos Internos. Nesse edital, as normas de emissão foram utilizadas para estabelecer os níveis máximos de concentração de poluentes permitidos para proteger a população. Os objetivos deveriam ser atingidos através dos planos locais de controle de poluição do ar (SANTOS e RODRIGUES, 2010).

Em 1989 o governo brasileiro instituiu o Programa Nacional de Controle e Qualidade do Ar - PRONAR, resultado da Resolução 05/89 do Conselho Nacional de Meio Ambiente. Essa resolução foi lançada com o objetivo de reduzir as emissões atmosféricas em todo o país, considerando o crescimento acelerado da indústria e dos veículos automotores, principalmente nos centros urbanos. O principal objetivo era restringir os níveis de poluentes por fonte poluidora (SANTOS e RODRIGUES, 2010).

Considerando a necessidade de ampliar o número de poluentes atmosféricos passíveis de monitoramento e controle no país, em 1990 foi publicada a Resolução CONAMA N.º 003 de 28 de junho de 1990, que englobou as resoluções de 1976 e 1989.

Em 1986 foi implantado o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, que tem como objetivo combater a poluição gerada pelos veículos automotores. Esse programa foi criado a partir de metodologias internacionais adaptadas às necessidades do país que permitiu reduzir a emissão de poluentes de veículos novos por meio da limitação progressiva da emissão de poluentes. Para se adequar a essa progressão foram introduzidas

tecnologias como catalisador, injeção eletrônica de combustível e melhorias nos combustíveis automotivos (CETESB, 2010).

O PROCONVE considera a qualidade do combustível e a concepção tecnológica do motor como os principais fatores da emissão dos poluentes. Para obter a menor emissão possível é necessário dispor de tecnologias avançadas de combustão e de dispositivos de controle de emissão, bem como de combustíveis com baixo potencial poluidor. O Brasil ao adicionar 22% de álcool à gasolina passou a produzir um combustível de melhor qualidade sob o ponto de vista ambiental, e colocou o país como pioneiro na utilização em larga escala da adição de compostos oxigenados à gasolina e no uso de combustíveis renováveis (CETESB, 2010). Especificamente o Estado de São Paulo no ano de 2010 adotou um padrão de medição de qualidade do ar mais próximo do recomendado pela OMS, esses novos padrões estabeleceram metas para a redução das emissões.

A disponibilidade do etanol hidratado e da mistura Gasolina C no mercado nacional desde o princípio da década de 80 trouxe benefícios para o meio ambiente e para a saúde pública, reduzindo as concentrações de chumbo na atmosfera, pois o etanol é também um antidetonante substituto do aditivo à base de chumbo, retirado do combustível nacional desde 1991. Além disso, a adição de etanol à gasolina trouxe imediatamente reduções nas emissões CO da frota antiga dos veículos (CETESB, 2010).

Assim como o etanol, outras fontes renováveis de energia têm contribuído para a redução de lançamento de poluentes na atmosfera. As fontes renováveis são cada vez mais relevantes na matriz energética global. A crescente preocupação com as questões ambientais tem estimulando a realização de pesquisas de desenvolvimento tecnológico, que tem como objetivos a minimização dos impactos ambientais e redução dos custos da geração dessas tecnologias.

Programas como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, onde o intuito é promover a diversificação da Matriz Energética Brasileira, buscando alternativas para aumentar a segurança no abastecimento - permitindo a valorização das características e potencialidades regionais e locais - colaboram com a redução dos impactos ambientais ocasionados pela geração de energia (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2010).

O uso eficiente de energia é um importante contribuinte para minimização dos impactos ambientais; evitar o desperdício e reduzir custos é premissa básica do uso eficiente. No Brasil, o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET criado pelo Governo Federal, em 1991, promoveu o desenvolvimento de uma cultura sem desperdício, no uso dos recursos naturais não renováveis - estimula a eficiência no uso da energia em diversos setores - com ênfase nos transportes, nas indústrias e nas residências - e desenvolve ações de educação ambiental (CONPET, 2011).

Os principais objetivos desse programa são: fornecer suporte técnico para aumento da eficiência energética no uso final da energia; promover a pesquisa e desenvolvimento tecnológico; reduzir as emissões de poluentes na atmosfera; conscientizar os consumidores sobre a importância do uso racional da energia para o desenvolvimento sustentável e melhor qualidade de vida; e racionalizar o consumo de derivados do petróleo e do gás natural (CONPET, 2011).

De modo geral, as alternativas energéticas, os programas de incentivos e as leis para a redução de emissões ainda não são suficientes para solucionar os problemas com a poluição atmosférica, principalmente nos grandes centros urbanos, onde diversos aspectos contribuem para o agravamento, como, por exemplo, aspectos climáticos, alta densidade demográfica e as concentrações de carros e indústrias.

2.4 Principais poluentes atmosféricos e seus efeitos na saúde

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 3 de 28 junho 1990, poluente atmosférico é qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração ou características em desacordo com os níveis estabelecidos pelos padrões de segurança, que possa tornar o ar impróprio, ofensivo à saúde, inconveniente ao bem estar público, danoso aos materiais, a fauna e a flora ou prejudicial às atividades normais da população.

Os poluentes incluem qualquer elemento ou compostos químicos, naturais ou artificiais, capazes de permanecer em suspensão no ar ou ser arrastado pelo vento. Essas substâncias podem existir no estado gasoso, líquido em forma de gotas ou de partículas sólidas.

Quando se determina a concentração de um poluente na atmosfera, mede-se o grau de exposição dos receptores (seres humanos, animais, plantas, materiais), como resultado final do processo de lançamento desse poluente na atmosfera, a partir de suas fontes de emissão e suas interações na atmosfera, do ponto de vista físico (diluição) e químico (reações químicas) (CETESB, 2009).

A National Ambient Air Quality Standards - NAAQS's estabelece seis critérios para poluentes do ar - cinco é primária (emitido diretamente da fonte) e um poluente secundário - (chamado assim porque ele é formado na baixa atmosfera, poluentes primários reativos a produtos químicos). Os cinco poluentes primários são o material particulado com menos de 10 μm de diâmetro (MP_{10}), o dióxido de enxofre (SO_2), o dióxido de nitrogênio (NO_2), o monóxido de carbono (CO) e as partículas totais em suspensão (COOPER e ALLEY, 1994). Esses poluentes fazem parte do cálculo de índice da qualidade do ar e são os mais comuns, especialmente em áreas urbanas e industriais.

Na Tabela 2.2 são apresentadas algumas características dos principais poluentes atmosféricos e seus efeitos na saúde humana.

Tabela 2.2: Principais poluentes atmosféricos, características, fontes e efeitos

Características	Fonte de emissão	Efeitos na saúde
Partículas Inaláveis (MP₁₀) / Partículas Totais em Suspensão (PTS) (MP_{2,5})		
Material sólido ou líquido, emitido pelas fontes poluidoras que ficam suspensos no ar. O tamanho da partícula representa o critério utilizado para sua classificação.	Emitido através de processos de combustão de indústrias, veículos automotores e aerossol secundário formado na atmosfera. Existem dois grupos de poluição por partículas nessa categoria: partículas inaláveis grossas, maiores do que 2,5 micrômetros e menor que 10 micrômetros e partículas finas, com 2,5 micrômetros de diâmetro ou menor. (EPA, 2010).	O tamanho das partículas está diretamente ligado ao seu potencial de causar problemas à saúde. Às partículas que são iguais ou menores de 10 micrômetros de diâmetro, geralmente, atravessam a garganta e o nariz e alcançam os alvéolos pulmonares, provocando efeitos mais severos do que os causados pelos poluentes de forma isolada (CETESB, 2008). Esse é o único poluente que se tem efeitos comprovados na saúde.
Monóxido de Carbono (CO)		
Produto da queima incompleta de combustíveis à base de hidrocarbonetos.	Segundo EPA (2010), dois terços das emissões de monóxido de carbono são provenientes do transporte. Nas áreas urbanas, a contribuição do automóvel para a poluição a partir de monóxido de carbono pode exceder 90%.	Penetra na corrente sanguínea através dos pulmões e inibe a capacidade do sangue de transportar oxigênio para os órgãos e tecidos. Em concentrações extremas, provoca morte por envenenamento.
Dióxido de Enxofre (SO₂)		
Pertence ao grupo de poluentes altamente reativos, conhecidos como "os óxidos de enxofre."	As maiores fontes de emissões de SO ₂ são provenientes da queima de combustíveis que contém enxofre, como óleo Diesel, óleo combustível industrial e gasolina. O dióxido de enxofre pode reagir com outras substâncias presentes no ar formando partículas de sulfato (CETESB, 2008; EPA, 2010).	O SO ₂ contribui com o aumento de sintomas de asma e visitas aos serviços médicos de emergência e de internações hospitalares por doenças respiratórias, especialmente em populações de risco, incluindo crianças, idosos, asmáticos (EPA, 2010). Outro efeito relacionado é a formação da chuva ácida, já que é um dos principais precursores (CETESB, 2008).
Ozônio (O₃)		
Considerado o maior poluente fitotóxico atmosférico existente	Não há emissões antropogênicas significantes de ozônio na troposfera, produzido principalmente a partir de reações fotoquímicas, envolvendo emissões naturais e antropogênicas, de óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos não metânicos. Alta temperatura e luz solar são condições termodinâmicas adequadas para a formação de O ₃ (STERN, 1994; CETESB, 2008). Esse poluente é um problema para a CETESB na RMSP, pois é de difícil controle.	Este poluente provoca redução na colheita e redução do crescimento de árvores, devido à inibição da fotossíntese. Na população causa irritação nas vias respiratórias, tontura, cansaço e tosse. Provoca ressecamento das membranas das mucosas, dor de cabeça, alterações na visão, ardor nos olhos, mudanças funcionais no pulmão e edema. Agrava problemas respiratórios existentes e seus efeitos podem ser agudos (imediatos) ou crônicos (em longo prazo). Além disso, o ozônio deteriora as tintas à base de óleo, produtos de borracha, pintura de automóveis, entre outros (SEINFELD & PANDIS, 1998).
Óxidos de Nitrogênio (NO_x)		
Precursor do dióxido de nitrogênio (NO ₂), o qual tem papel importante na formação de oxidantes fotoquímicos como o ozônio. (CETESB, 2008)	O NO ₂ é formado rapidamente a partir de emissões de automóveis, caminhões e ônibus e usinas de energia. Os NO _x reagem com amônia, umidade e outros compostos para formar partículas pequenas (EPA, 2010).	Além de contribuir para a formação de ozônio troposférico e poluição por partículas finas, NO ₂ está relacionado com uma série de efeitos negativos sobre o sistema respiratório. Exposições de curta duração, variando de 30 minutos a 24 horas, podem trazer efeitos adversos, incluindo inflamação das vias aéreas respiratórias em pessoas saudáveis e aumento de sintomas respiratórios em pessoas com asma.

Fonte: STERN, 1994; SEINFELD & PANDIS, 1998; CETESB, 2008; EPA, 2010.

2.5 Emissões provenientes de veículos automotores

O setor de transportes é um dos principais responsáveis pelo consumo final de combustíveis fósseis. Esse setor vem colaborando com crescimento das emissões de poluentes nos últimos anos. O Estado de São Paulo enfrenta uma situação particularmente preocupante por deter cerca de 40% da frota automotiva do país. A frota de veículos do ciclo Diesel (caminhões, ônibus, microônibus, caminhonetes e vans) no Estado de São Paulo é composta por 1.077 mil veículos e na RMSP por 457,6 mil veículos (CETESB, 2010).

As emissões causadas por veículos carregam diversas substâncias tóxicas que, em contato com o sistema respiratório, podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde. Essas emissões são compostas de poluentes como: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SOx), material particulado (MP), entre outros (CETESB, 2010).

De acordo com a CETESB (2009) as emissões de poluentes originadas pelo uso de veículos automotores podem ser divididas em diferentes categorias: emissões de poluentes e partículas pelo escapamento do veículo (subprodutos da combustão lançados à atmosfera pelo tubo de escapamento); emissões evaporativas de combustível (lançadas na atmosfera através de evaporação de hidrocarbonetos do combustível); emissões de poluentes do cárter do motor (subprodutos da combustão que passam pelos anéis de segmento do motor e por vapores do óleo lubrificante); emissões de partículas provenientes do desgaste de pneus, freios e embreagem; e ressuspensão de partículas de poeira do solo e emissões evaporativas de combustível nas operações de transferência de combustível (associadas ao armazenamento e abastecimento de combustível).

Os veículos produzidos pela indústria automobilística mundial são predominantemente compostos por motores que seguem dois ciclos: o ciclo de Otto e o ciclo de Diesel. Os motores que utilizam o ciclo Otto são movidos a gasolina, álcool ou gás. A reação de combustão nesse

tipo de motor se dá por centelha. Nos motores que utilizam o ciclo Diesel, a combustão se dá pela compressão da união do ar com o combustível dentro dos cilindros (ALVAREZ, 2002; ESTEVES e SEIXAS, 2007). Ambos emitem os poluentes citados acima, sendo que os motores que utilizam o ciclo Diesel são mais poluentes devido a utilização de energéticos com maior concentração de enxofre.

2.6 Comportamento dos poluentes na atmosfera

A saúde humana é profundamente influenciada pelas condições climáticas, desde as variáveis ambientais meteorológicas de grande escala até variáveis do ambiente próximo ao indivíduo. As condições térmicas, de dispersão (ventos e poluição) e de umidade do ar exercem forte influência sobre a manifestação de doenças, epidemias e endemias humanas.

O transporte e a dispersão de poluentes atmosféricos são influenciados por muitos fatores complexos, desde padrões climáticos local, regional e global até as condições topográficas. (EPA, 2010).

Os principais fatores que contribuem com o transporte e a dispersão de poluentes são os ventos, umidade e estabilidade atmosférica. O vento é um movimento horizontal natural na atmosfera; ele ocorre quando o ar quente sobe e o ar frio entra para ocupar o seu lugar. Diferenças no ar causam pressão para mudar de áreas de alta pressão para zonas de baixa pressão, resultando em vento. A velocidade do vento pode afetar significativamente a concentração de poluentes em uma área local. Quanto maior a velocidade do vento, menor a concentração de poluentes (EPA, 2010).

Existem dois componentes fundamentais na dispersão de poluentes: o componente vertical comandado pela turbulência gerada pelo gradiente vertical da temperatura ou Gradiente Térmico (em condições normais, nas camadas inferiores da troposfera o ar se resfria de baixo para cima à razão de $0,6^{\circ}\text{C}$ a cada 100 m) entre as camadas de baixa atmosfera; e o componente horizontal

em que o vento é o principal agente no transporte e na mistura de poluentes (AGENCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, 2010).

O vento é uma grandeza vetorial e, como tal, apresenta 3 componentes (x, y, z) sendo que a sua resultante determina a direção do vento em cada instante. A componente vertical do vento (z) é responsável pela turbulência, enquanto que as outras componentes determinam essencialmente o transporte e a diluição das plumas de poluição. A velocidade do vento aumenta em altura afetando, de uma maneira mais direta, a massa de poluentes emitidos pelas chaminés de grande altura, principalmente no momento inicial da mistura dos poluentes de saída com a camada atmosférica. Em condições de grande estabilidade da atmosfera o transporte das plumas em altura pode ser feita a longas distâncias e levar a situações de concentrações de poluentes, no nível do solo, em locais onde não há fontes poluentes próximas (APA, 2010).

As características físicas da fonte, o tipo de poluente, a taxa de emissão, as reações que ocorrem na atmosfera e fenômenos de transporte e remoção são determinantes para a definição das concentrações ambientais dos mesmos. Poluentes com efeitos locais são aqueles que têm a vida média curta, afetando predominantemente o entorno da sua origem. Poluentes com efeitos em micro-escala são aqueles que possuem vida média de horas ou dias e que afetam regiões maiores por serem passíveis de transporte por ventos. Poluentes com efeitos em escala regional são aqueles que atingem as suas maiores concentrações a muitos quilômetros do ponto de sua formação (SALDIVA et al., 2009).

As partículas de aerossol geradas pelas queimadas na Amazônia atingem a região Sudeste do País após alguns dias da sua geração. Dessa forma, os poluentes com efeitos em escala regional são aqueles que são formados ou transportados a grandes distâncias da sua origem ou da origem dos seus precursores. Poluentes com efeitos em escala global são geralmente de natureza atmosférica, podendo ser transportados a longas distâncias na troposfera ou atingir a estratosfera por transporte convectivo vertical. Metano e CO₂ são representantes dessa categoria de poluentes e estão associados às mudanças globais de temperatura (SALDIVA et al., 2009).

A dispersão de poluentes de uma fonte também é influenciada pela quantidade de turbulência na atmosfera, perto da fonte. A turbulência pode ser criada pelos movimentos horizontais e verticais. Fatores meteorológicos como radiação solar, precipitação e umidade afetam a concentração de poluentes. A radiação solar contribui para a formação de poluentes secundários no ar, como por exemplo, o ozônio. A umidade e a precipitação agem sobre os poluentes no ar para criar mais poluentes perigosos secundários, tais como as substâncias responsáveis pela chuva ácida. A precipitação também pode ter um efeito benéfico por lavagem de partículas poluentes do ar, minimizando as partículas formadas por atividades como construção civil e alguns processos industriais (EPA, 2010).

2.6.1 Efeito da brisa marítima/terrestre e inversão térmica

No final da manhã, junto à costa, verifica-se um vento vindo do mar, que atinge o máximo no princípio da tarde e desaparece ao anoitecer. Esse vento é mais forte nos dias quentes e mais fraco quando o céu está nublado. Esse efeito é chamado de brisa marítima. A causa fundamental do movimento do ar é a diferença de aquecimento entre as superfícies da terra e do mar sendo que, ao princípio da tarde, acentua-se fazendo com que o gradiente de pressão local entre o mar e a terra se torne mais intenso. Assim, o efeito da brisa marítima faz-se sentir seguindo uma direção mais próxima e paralela à costa (APA, 2010).

Nas regiões costeiras podem fazer-se sentir brisas à noite. Essas brisas sopram da terra para o mar, nas camadas inferiores, resultado de um arrefecimento, por irradiação, mais acentuadas na superfície da terra do que nos oceanos adjacentes (APA, 2010). As brisas de terra não são, em geral, tão fortes como as marítimas, pois as diferenças de aquecimento são menores criando um gradiente de pressão local mais fraco e atinge sua extensão máxima pouco antes do nascer do sol (ATKINSON, 1981).

Existem três padrões de entrada da brisa marítima na cidade de São Paulo: (i) brisa padrão, na

qual o vento passa de NE, no período da manhã, para SE à tarde; (ii) vento NW no período da manhã passando a SE ou calmaria no período da tarde ou início da noite; (iii) intensificação do componente SE no período diurno. A penetração da brisa marítima em São Paulo, durante o período que foi analisado, ocorre entre 13 e 14 h na maioria dos casos, podendo haver uma antecipação ou atraso, dependendo da situação sinótica⁴ atuante e da estação do ano (OLIVEIRA e DIAS apud COELHO 2007).

No Verão, as massas de ar oceânicas transportadas para terra, durante a tarde, pela brisa marítima podem conter poluentes envelhecidos (principalmente hidrocarbonetos e NO_x) de dias anteriores. A mistura desses poluentes primários com outros já existentes na atmosfera local favorece a produção de oxidantes fotoquímicos que, associados às condições de forte radiação solar, leva à produção de elevados teores de ozônio (APA, 2010).

Quanto maior a distância da superfície terrestre, mais o ar se resfria. Assim, o ar mais próximo à superfície, que é mais quente, portanto mais leve, pode ascender, favorecendo a dispersão dos poluentes emitidos pelas fontes móveis e fixas. A inversão térmica é uma condição meteorológica que ocorre quando uma camada de ar quente sobrepõe-se a uma camada de ar frio, impedindo o movimento ascendente, uma vez que o ar abaixo dessa camada fica mais frio, portanto, mais pesado, e fazendo com que os poluentes se mantenham próximos à superfície.

As inversões térmicas são fenômenos meteorológicos que ocorrem durante todo o ano, sendo no inverno mais frequentes, principalmente no período noturno, em um ambiente com um grande número de indústrias e circulação de veículos, como nas cidades. A inversão térmica pode levar a altas concentrações de poluentes, ocasionando problemas de saúde (EPA, 2010).

⁴ Termo utilizado na meteorologia para explicar dimensões horizontais e tempos de duração de fenômenos atmosféricos como ciclones e anticiclones extratropicais, cavados e cristas no escoamento baroclínico de oeste, zonas frontais e jato.

2.7 Poluentes e saúde humana

Existem diversos fatores que podem contribuir para o agravamento do estado de saúde do indivíduo, além da concentração de poluentes, conforme colocado por Saldiva:

“A concentração de poluente não é o único fator a determinar a dose recebida por um determinado indivíduo. O tempo de permanência junto a fonte de emissão atmosférica, o nível de atividade física, co-morbidades que alterem a absorção, metabolismo ou taxa de absorção dos poluentes ambientais e fatores sócio-econômicos que modifiquem as condições de moradia de forma a permitir maior penetração dos poluentes no interior dos domicílios, são fatores que alteram significativamente a dose recebida” Saldiva, Andrade e Miraglia et al., (2009, p. 3).

Os efeitos adversos à saúde diante de uma determinada dose de poluente vão depender de fatores relacionados à suscetibilidade individual, como, idade, estado nutricional, nível sócio-econômico e doenças pré-existentes, podendo modular os efeitos adversos dos poluentes ambientais. Os efeitos dos poluentes sobre a saúde também dependem do tempo de exposição. Dependendo do tipo de poluente, da dose e das características individuais do receptor, alguns efeitos adversos manifestam-se de forma aguda, horas ou dias após a exposição, enquanto outros são evidenciados somente após longos períodos de exposição, os chamados efeitos crônicos (SALDIVA et al., 2009).

Nem sempre é possível associar à poluição do ar a morte de pessoas, porém, ela contribui para acentuar os efeitos a pacientes que já sofrem de deficiências fisiológicas. Matam aqueles cuja resistência já está debilitada, atingindo principalmente os que apresentam uma sensibilidade particular ao nível das vias respiratórias ou do aparelho circulatório. Nota-se, igualmente, que a grande quantidade de CO despejada na atmosfera urbana é prejudicial, pois pode determinar anemias que os tornam susceptíveis a outras afecções (DORST, 1973).

Hogan (2000) ressalta que a saúde humana é uma das mais afetadas pelas emissões e as pessoas quando expostas à poluição ficam susceptíveis a problemas dermatológicos, efeitos comportamentais e cognitivos, inflamações pulmonares e sistêmicas, alterações do calibre das

vias aéreas, do tônus vascular e do controle do ritmo cardíaco, alterações reprodutivas, morbidade e mortalidade por doenças cardíacas e respiratórias e aumento da incidência de neoplasias.

Segundo a OMS (2010), a poluição atmosférica representa um grande risco para a saúde humana. Estima-se que a mesma cause cerca de dois milhões de mortes prematuras anualmente no mundo. A exposição a poluentes do ar é, em grande parte, fora do controle dos indivíduos e exige ação das autoridades públicas em nível nacional, regional e internacional. A OMS recomenda ainda, metas para a qualidade do ar, no qual os riscos à saúde podem ser reduzidos significativamente, por exemplo, do total de poluentes, se conseguirmos diminuir as partículas em suspensão (PM₁₀), de 70 para 20 microgramas por metro cúbico, obtêm-se uma redução de, aproximadamente, 15% nas mortes relacionadas com a qualidade do ar.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O capítulo anterior buscou mostrar um pouco do histórico e medidas adotadas no controle de poluentes atmosféricos, algumas de suas características e como eles se transportam na atmosfera, bem como seus efeitos adversos na saúde humana. O presente capítulo mostra a área de estudo, adotada nesse trabalho que corresponde aos municípios da APA Cantareira, o bairro Jardim do Trevo localizado no município de Atibaia e as rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias.

Conforme mencionado do Capítulo 1, a APA Cantareira abrange sete municípios: Mairiporã, Atibaia, Nazaré Paulista, Piracaia, Joanópolis, Vargem e Bragança Paulista. Essa região é bastante urbanizada, está localizada no estado de São Paulo (Figura 3.1) e inserida parcialmente na Região Metropolitana de São Paulo, sendo Atibaia e Bragança Paulista como as cidades mais industrializadas.

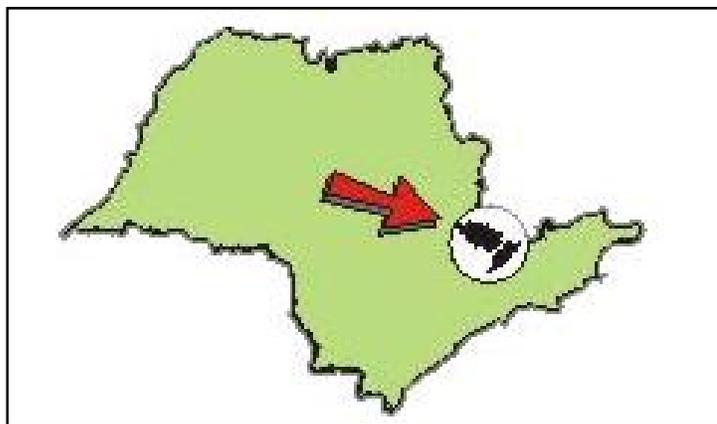


Figura 3.1: Localização da APA Cantareira no Estado de São Paulo

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2011.

Apesar das restrições impostas pela legislação ambiental vigente e por compor uma área de proteção ambiental, os usos econômicos são diversos, muitas vezes inadequados para a área,

gerando impactos socioambientais e culturais, que precisam ser adequadamente analisados (HOEFFEL, FADINI et al., 2009).

O município de Atibaia, por exemplo, localizado entre os eixos rodoviários da Rodovia Fernão Dias (liga São Paulo ao sul de Minas Gerais e Belo Horizonte) e rodovia Dom Pedro I (liga o interior do Estado de São Paulo e Campinas com a BR 116 - rodovia Presidente Dutra - e o porto exportador de São Sebastião), representa, segundo o plano diretor da cidade, um interessante ponto logístico a ser promovido para a captação externa, tanto de empreendimentos industriais quanto de serviços. Os ambientes naturais e histórico culturais representam um atrativo adicional para a captação de empreendimentos no setor de serviços, pela qualidade de vida e imagem institucional que agregam, gerando fluxos turísticos e residenciais de lazer.

No entanto, o que se verifica no município é um processo de ocupação desordenada, favorecido pelos eixos rodoviários conforme mostrado por Hoeffel:

“No município de Atibaia ocorre atualmente, da mesma forma que em outros municípios da APA Cantareira, mas com uma dinâmica bastante acelerada, uma intensa especulação imobiliária que tem incrementado seu potencial turístico, a exemplo do que ocorreu em outras áreas no entorno da Região Metropolitana de São Paulo. Ainda como decorrência do interesse por atividades de lazer vem crescendo o número de hotéis, pousadas e condomínios que têm se expandido sem planejamento, o que vem determinando diversos problemas para a qualidade socioambiental dessa área. Além disso, a região caracteriza-se por uma população que tem ali sua segunda residência para os fins-de-semana e férias o que tem determinado a expansão do setor da construção civil na região”
Hoeffel et al., (2009, p. 7).

O autor, em suas pesquisas, chama atenção também para a expansão das atividades industriais em toda a região, em especial nos municípios próximos à divisa de São Paulo com Minas Gerais, com consequências diretas na qualidade de vida das pessoas e na qualidade e quantidade dos recursos hídricos do Sistema Cantareira. Isto não ocorre somente pelo aumento da concentração de resíduos industriais poluentes, de fontes variadas, mas, também, pelo aumento populacional decorrente do incremento das atividades industriais.

Os índices de densidade demográfica (Tabela 3.1) mostra que houve um aumento populacional

expressivo em todos os municípios da APA do Sistema Cantareira. O município de Atibaia, por exemplo, apresentou um aumento significativo passando de 120,63 habitantes/km² em 1980 para 280,13 habitantes por km² em 2010, revelando um crescimento populacional acelerado. O mesmo pode ser observado, em maior e menor intensidade, nos municípios de Bragança Paulista e Mairiporã.

Tabela 3.1: Densidade demográfica dos municípios da APA do Sistema Cantareira hab./km²

Municípios	1980	1991	2000	2010
Atibaia	120,63	180,13	232,21	280,13
Bragança Paulista	110,30	130,61	242,90	287,90
Joanópolis	20,65	21,80	27,72	31,70
Mairiporã	85,66	129,51	195,80	248,71
Nazaré Paulista	23,84	35,65	44,03	51,65
Piracaia	35,77	49,27	60,54	57,35
Vargem	-	34,67	48,81	49,57

Fonte: SEADE, 2010.

Estudos realizados por Hoeffel et al., (2010) mostraram que após a construção do Sistema Cantareira e a duplicação das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias esses municípios tiveram uma aceleração no crescimento, notado principalmente por empreendimentos imobiliários voltados para as atividades de lazer/descanso, segunda moradia e turismo. A Figura 3.2 ilustra o crescimento populacional no município de Atibaia.

Esse mercado visa atender principalmente as pessoas residentes na Grande São Paulo e Baixada Santista, cuja população, em função da queda da qualidade do ambiente urbano, tornou-se ávida por locais para descanso e lazer (ATIBAIA, 2006).

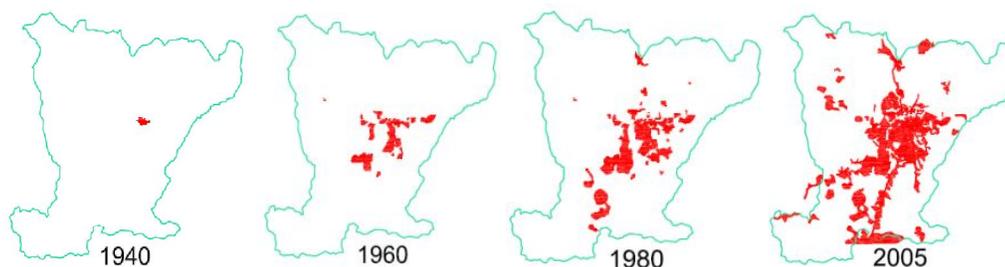


Figura 3.2: Ocupação do território entre 1940 e 2005 no município de Atibaia

Fonte: ATIBAIA, 2006.

De uma forma geral, o aumento populacional nos municípios da APA Cantareira, está relacionado aos interesses políticos e econômicos, dinamizados pela construção do Sistema Cantareira (década de 1970) e pela duplicação das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias (década de 1990), que vêm ocasionando uma expansão urbana acentuada com a criação de novos loteamentos e de instalações industriais, pressionando áreas naturais (HOEFFEL et al., 2009).

A melhoria na qualidade das rodovias (Figuras 3.3 e 3.4), o aumento da frota de veículos, possibilitado pela situação econômica do país, e o acesso fácil a crédito e financiamentos também contribuíram para o adensamento na região. É possível verificar ao longo das margens das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias *outdoors* com intuito de atrair compradores de imóveis com preços mais baixos do que da cidade de São Paulo, usando, como marketing, a qualidade de vida, segurança, facilidade de acesso e proximidade com a cidade de São Paulo.



Figuras 3.3 e 3.4.: Rodovias Fernão Dias (BR-381) e Dom Pedro I (SP-065)

Fonte: Jesus, C. R., 2009.

A expansão imobiliária e a duplicação das rodovias refletem no aumento do volume diário de tráfego, onde os congestionamentos são frequentes e se expandem para as rodovias que dão acesso à cidade de São Paulo. É possível verificar extensos trechos congestionados na região de Mairiporã, Atibaia e Bragança Paulista em direção à cidade de São Paulo.

A rodovia Fernão Dias (BR-381) é uma importante rodovia que liga as regiões metropolitanas de São Paulo a Belo Horizonte. Ela começou a ser construída na década de cinquenta. O primeiro trecho foi inaugurado em 1960 - liga Belo Horizonte-BH a Pouso Alegre-SP - no governo do presidente Juscelino Kubistcheck, quando a obra ainda estava inacabada. Contudo, apenas em 1961 a rodovia havia sido totalmente concluída, com a finalização das obras no trecho paulista (DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM - DNER, 2010).



Figura 3.5: Autopista Fernão Dias

Fonte: OHL Brasil.

Em 1973, foi elaborado o primeiro projeto para a duplicação do trecho entre a divisa do Estado de Minas Gerais e São Paulo, devido ao DNER identificar uma saturação da rodovia no trecho paulista. No entanto, o projeto não pode ser concluído por falta de recursos financeiros. No final dos anos oitenta, vários trechos foram recapeados e uma nova sinalização foi executada, constituindo-se na última intervenção de relevância até a duplicação. Porém, o estado da rodovia continuou precário em função das chuvas e dos costumeiros deslizamentos de terra ao longo de seu traçado. As obras de duplicação tiveram início em outubro de 1993 e levaram mais de 12 anos para serem concluídas (DNER apud ALMEIDA, 2010).

A rodovia Fernão Dias também interliga o Estado do Espírito Santo a Minas Gerais e São Paulo. O percurso inicia na cidade de São Mateus-ES, no entroncamento com a BR-101(translitorânea), chegando até a cidade de São Paulo no entroncamento com a rodovia Presidente Dutra, (BR-116). Tem 1181 quilômetros dos quais 95 são em São Paulo, 950 no Estado de Minas Gerais e 136 no Espírito Santo (DER, 2010).

Dentro da APA Cantareira, a rodovia Fernão Dias atravessa os municípios de Mairiporã, Atibaia, Bragança Paulista e Vargem e corta áreas residenciais e comerciais.

Em relação ao tráfego de cargas e passageiros, os volumes são maiores nos trechos entre Bragança Paulista e São Paulo: 50% de veículos comerciais, 49% de veículos de passeio e 1% de motocicletas (AUTOPISTA FERNÃO DIAS, 2011).

Quanto à rodovia Dom Pedro I (SP-065) as primeiras referências são de 1961. Nesse ano a construção estava prevista no plano rodoviário do governo estadual, mas a sua construção teve início sete anos depois e foram concluídas em 1971 (Rota das Bandeiras 2010).

Projetada com uma extensão de 145,5 quilômetros, a SP-065 inicia-se em Jacareí, na rodovia Carvalho Pinto (SP-070), e termina no km 103 da rodovia Anhanguera, cruzando os municípios de Atibaia, Campinas, Jundiaí, Paulínia, Itatiba, Igaratá, Nazaré Paulista, Bom Jesus dos Perdões, Jarinu, Louveira, Valinhos, Cosmópolis, Artur Nogueira, Engenheiro Coelho, Conchal e Mogi Guaçu. Essa rodovia tem como finalidade melhorar o tráfego do sistema viário Anhanguera/Bandeirantes e Ayrton Senna/Carvalho Pinto em direção ao Vale do Paraíba e Litoral Norte (ROTA DAS BANDEIRAS, 2010).

Dentro da APA Cantareira a rodovia Dom Pedro I atravessa os municípios de Nazaré Paulista e Atibaia, passando a 14 km do município de Piracaia.

3.1. Aspectos climáticos da região

O clima da Região da APA Cantareira sofre influência das massas de ar atlânticas polares e tropicais, provocando diferenças regionais dadas pela distância em relação ao mar e por fatores topoclimáticos, como as serras do Japi e de São Pedro (CONSÓRCIO PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ, 2010)

Em toda a região predominam os ventos do sul. De modo geral, o clima é do tipo quente, temperado e chuvoso, apresentando três faixas de ocorrências, classificadas, segundo a divisão internacional de Köppen em:

- sub-tipo Cfb - sem estação seca e com verões tépidos, nas porções baixas das bacias;
- sub-tipo Cfa - sem estação seca e com verões quentes, nas partes médias das bacias e,
- sub-tipo Cwa - com inverno seco e verões quentes, nas porções serranas, das cabeceiras.

Em geral, o período chuvoso ocorre entre os meses de outubro e abril e o de estiagem entre maio e setembro. Os índices de precipitação pluviométrica variam em média 1.200 mm anuais. Entretanto, nos trechos das cabeceiras dos cursos formadores do rio Piracicaba, na região da Mantiqueira, a leste de Bragança Paulista, ocorre às maiores precipitações pluviométricas, cujos índices superam os 2.000 mm anuais. Esses índices caem para 1.400 e 1.200 mm, nos cursos médios e baixos, respectivamente (CONSÓRCIO PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ, 2010).

Na região oeste, a temperatura aumenta e a precipitação diminui, ficando a média próxima de 1.300 mm. As chuvas convectivas são favorecidas pela presença da Serra de São Pedro que facilita a formação de cumulonimbus⁵ (CONSÓRCIO PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ, 2010).

3.2 Caracterização do bairro Jardim do Trevo

Conforme citado anteriormente o bairro Jardim do Trevo está localizado no município de Atibaia, esse local foi escolhido porque está próximo ao entroncamento das rodovias Dom Pedro I e

⁵ Nuvem que apresenta a base situada entre 700 e 1500m, com o topo podendo alcançar entre 24 e 35 km de altura, sendo, contudo a média entre 9 e 12 km. É formada por gotas de água, cristais de gelo, gotas superesfriadas, flocos de neve e granizo. É caracterizada pelo seu aspecto em forma de bigorna, com o topo mostrando expansão horizontal devido aos ventos superiores. É a nuvem de trovoadas (IBGE, 2004).

Fernão Dias, conforme mostra a Figura 3.6 e 3.7. O Objetivo das entrevistas foi trazer uma pequena amostra da percepção dos residentes em relação à poluição atmosférica.



Figura 3.6: Imagem de satélite da área entrevistada

Fonte: Google Maps Brasil, 2009.



Figuras 3.7: Vista do bairro Jardim do Trevo

Fonte: Jesus, C. R. (2009).

A análise dos distintos olhares e percepções sobre poluição atmosférica na área entrevistada permitiu identificar pessoas com diferentes compreensões e perspectivas sobre a questão estudada.

A maioria dos entrevistados reside no bairro Jardim do Trevo, entre 4 e 8 anos, são migrantes de outras regiões, como Paraná, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco, sendo apenas duas pessoas nascidas no município de Atibaia. Dentre os moradores migrantes, apenas um acompanhou as transformações ocorridas desde a duplicação das rodovias. Os já nascidos em Atibaia não moravam próximos as rodovias. Os moradores que foram entrevistados têm acima de 40 anos e trabalham na cidade de Atibaia.

Segundo estudo de Hoeffel et al., (2009), nessa região ocorre um processo de migração devido à disponibilidade de loteamentos com preço acessível, sendo alguns irregulares, caracterizando uma urbanização intensa e não planejada.

O capítulo a seguir traz os métodos utilizados para coleta dos dados primários e secundários, bem como a maneira de análise dessas informações.

4. METODOLOGIA

O presente capítulo discorre sobre os métodos utilizados para coleta de dados primários e secundários, assim como as formas empregadas para alcançar os resultados. A Tabela 4.1 apresenta as principais fases metodológicas.

Tabela 4.1 Metodologia utilizada para obtenção, análise e sistematização dos dados

Fases metodológicas	Categoria	Forma de obtenção
Etapa I	Obtenção de dados secundários	Revisão da literatura nacional e internacional sobre a temática, coleta de dados específicos junto aos órgãos governamentais como DATASUS, CETESB, SUS, DENATRAN, DERSA e IBGE
Etapa II	Obtenção de dados primários	Trabalho de campo
Etapa III	Sistematização e análise dos dados	Método <i>Bottom-up</i> e <i>Microsoft Office Excel 2007</i>

Fonte: Elaboração própria.

4.1 Etapa I - Coleta de informações secundárias

Com objetivo de construir um perfil para caracterizar os objetos envolvidos no estudo, foram consultadas bases de dados como SEADE, IBGE, Plano Diretor do Município de Atibaia (2006) e publicações relacionadas a pesquisas sobre a APA Cantareira (HOEFFEL 2009; FADINI 2005; HOEFFEL, FADINI e SEIXAS 2010; dentre alguns).

As informações sobre evolução do tráfego mensal nas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias foram obtidas através do Desenvolvimento Rodoviário S.A - DERSA e Companhia do Metropolitano de São Paulo - METRÔ, através da Pesquisa Origem Destino.

Os dados sobre níveis de poluentes e fatores de emissão para veículos foram retirados da Base de dados da CETESB.

As informações de internações hospitalares foram retiradas do DATASUS. Antes de discorrer sobre a obtenção dos dados, se faz necessário explicar como geralmente é feito este tipo de estudo. Nas investigações de efeitos da poluição na saúde, o método mais utilizado é o estudo estatístico de séries temporais, trabalhando-se com dados agregados tanto para a exposição, quanto para as informações de saúde. São analisadas as variações temporais entre a mortalidade ou morbidade e os níveis de poluição urbana. A inferência sobre a associação depende de se identificar uma relação entre as flutuações na mortalidade diária e os níveis de poluição no mesmo dia ou em alguns dias precedentes (DAUMAS, MENDONÇA e LEON, 2004; ESTEVES e SEIXAS, 2007).

4.1.1 Dados de internações hospitalares

A população de estudo é formada por adultos e crianças que moram nas cidades que compõem a APA do Sistema Cantareira e que foram internadas devido a doenças no aparelho respiratório, no período de 1998 até 2007.

Foram analisadas todas as internações com diagnóstico de doenças respiratórias de todos os hospitais públicos e conveniados ao Sistema Único de Saúde - SUS, por local de residência. Esses dados são dos registros das Autorizações de Internação Hospitalar - AIH de hospitais públicos e privados e que atendem à parcela da população que não dispõe de planos de saúde privados, de caráter particular ou custeado por empresas (COELHO, 2007).

As internações hospitalares, bem como todo procedimento durante a internação, devem ser notificadas ao SUS por meio de preenchimento da AIH. Todas as informações são registradas e arquivadas no seu banco de dados, composto pelo registro de pagamentos efetuados por esse aos prestadores de serviços. Segundo Braga apud Coelho (2007), a recusa pode ocorrer quando o procedimento relatado não é condizente com o diagnóstico da doença que motivou a internação, ou está incluído entre os 93 motivos de rejeição da AIH, ou ainda se o número de internações apresentado ultrapassa a capacidade funcional do hospital solicitante.

As informações que constam no banco de dados são o número do Cadastro do Contribuinte - CGC do hospital, cidade em que está localizado, idade do paciente, sexo, causa da internação, procedimento realizado, código de endereçamento postal do paciente, tempo de internação, data da alta ou óbito, dias de internação em Unidade de Tratamento Intensivo - UTI, entre outras informações. Dentre as informações constantes no banco de dados foram selecionadas, para esse trabalho, a data de internação, idade e diagnóstico do paciente.

Primeiramente, foi realizada a caracterização das internações por doença respiratória, descrevendo a quantidade de internações por tipo de doença. No segundo momento, verificaram-se as morbidades com maiores índices de internações na APA Cantareira. E por fim averiguou-se a evolução da média do número de casos de doenças do aparelho respiratório por 100 mil habitantes nos sete municípios da APA Cantareira no período de 1998 a 2007.

4.2 Etapa II - Obtenção de dados primários

A primeira pesquisa de campo ocorreu em setembro de 2009, no qual foi realizado um reconhecimento do local, identificando bairros próximos às rodovias nos quais poderiam ser aplicadas as entrevistas. Contudo, a escolha do bairro deu-se através de indicação de atores sociais que trabalham na região. O bairro escolhido está localizado próximo ao entroncamento

das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias. No mês de outubro foram realizadas mais duas pesquisas de campo com o objetivo de fazer as entrevistas e fotografar a região.

O questionário (Apêndice A) foi um norteador para obter as informações necessárias para a pesquisa. Ele estava voltado para aquelas pessoas que residiam há mais de 20 anos no bairro, que acompanharam a duplicação das rodovias e que perceberam, ou não, as transformações no decorrer dos anos. No entanto, esse questionário não pode ser totalmente aplicado, devido ao tempo de residência dos entrevistados. Foram aplicadas algumas perguntas e outras foram modificadas para atender ao perfil dos moradores.

4.3 Etapa III - Sistematização e análise dos dados

4.3.1 Entrevistas

O objetivo da pesquisa empírica foi verificar como o morador que reside próximo às rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias percebe a poluição e seus efeitos deletérios na sua saúde. A pesquisa de campo não está pautada em um número estatisticamente definido de entrevistas, mas na sua representatividade, e diz respeito a como o indivíduo entende a temática abordada de acordo com a sua vivência. A partir disso procurou-se avaliar e evidenciar os diferentes olhares sobre esse tema.

A pesquisa de campo teve como referencial teórico as técnicas de investigação qualitativa com entrevistas abertas. Conforme proposto por Minayo (2002), o importante, em pesquisas qualitativas, não é a soma dos elementos, mas a compreensão dos modelos culturais e das particularidades de cada um e que cada ator experimenta e conhece o fato social de forma peculiar.

Para avaliação das entrevistas foi utilizado o conceito de Tuan (1980) sobre percepção ambiental e os trabalhos de Hoeffel et al., (2009). Segundo esses autores, as respostas dos agentes sociais estão repletas de significados, visões de mundo e paradigmas diferenciados, bem como conflitos entre valores, atitudes, percepções, conceitos e estratégias sociais.

É importante ressaltar que, nessa etapa da pesquisa foi usado um roteiro exploratório, não representando profundidade ou relevância significativa para esse trabalho.

4.3.2 Análise dos dados das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias

Após a coleta de informações sobre o fluxo de tráfego nas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias foi avaliado o melhor método para a análise. O método proposto na pesquisa contém dados concretos e valores de referência. Os dados concretos incluem a classificação dos veículos em comercial e passeio, de acordo com a quantidade de eixos e o percurso das rodovias que compreende a APA Cantareira (rodovia Fernão Dias, 95 km de extensão, que começa no km 0 na cidade de Vargem e termina no km 95 na cidade de São Paulo e o trecho da rodovia Dom Pedro I depois de Igaratá, do km 57 ao km 87 em Jarinú, compreendendo 30 km).

Os valores de referência foram os fatores de emissão de poluentes e o consumo médio de combustível por tipo de veículo. Os fatores de emissão foram retirados do relatório da CETESB (2005) para o cálculo de massa de cada poluente.

O consumo médio de combustível para veículos leves e pesados teve como base a Tabela de Quilometragem por litro de combustível do 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores e Rodoviários (2011). Para esse cálculo foram utilizadas as categorias de veículos leves e pesados. Dentro da categoria de veículos leves foi levado em consideração os combustíveis etanol e gasolina. Os dados foram somados e divididos pelo total de anos para obter uma média de consumo do ciclo rodoviário.

As informações utilizadas da rodovia Fernão Dias, nesse trabalho são de 1997, sendo que foi aproveitado no trabalho duas contagens: uma que foi realizada em 18 de fevereiro de 1997 no trecho que corta o município de Atibaia e outra que foi realizada em 24 fevereiro de 1997 no trecho que corta o município de Mairiporã.

A quantidade e o tipo de veículo que trafegaram pela rodovia Dom Pedro I foram catalogados pela praça de pedágio em Nazaré Paulista nos dois sentidos da pista no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2007. Os veículos foram agrupados em diferentes colunas de acordo com a quantidade de eixos e em veículos comerciais e leves, essa organização facilitou a aplicação da metodologia. Já a Fernão Dias, não possuía praças de pedágio nesse período, a contagem de veículos era feita pelo DNIT através de postos de contagens até o ano de 2001, hoje desativados. No entanto, a maioria das contagens é do trecho mineiro, sendo apenas duas do trecho paulista realizada no ano de 1997. As informações encontradas em outras fontes não representam o volume médio diário da rodovia Fernão Dias e os dados não estão organizados de forma que se possa estimar o tipo de combustível utilizado pelos veículos.

4.3.3 Metodologia para estimativa de emissões de poluentes no setor de transporte

Para a contabilização das emissões pelo setor energético, existem alguns métodos comumente usados que podem ser utilizados no setor de transportes. A maneira como será feita depende da agregação dos dados disponíveis. Um método comumente usado é o *top-down*, ou abordagem de referência, que leva em conta apenas as emissões de dióxido de carbono (CO₂) a partir dos dados de produção e consumo de energia, sem detalhamento de como essa energia é consumida.

Nesse trabalho será usado o método *bottom-up*. A escolha desse método se deu devido ao tipo de informações disponíveis. Essa metodologia já foi usada por Álvares Jr. (2002); Mattos (2001); Kozerski e Hess (2006).

A diferença entre as duas metodologias baseia-se, principalmente, na confiabilidade das informações. Enquanto a metodologia *top-down* possui uma grande quantidade de informações sobre suprimento de combustíveis, a metodologia *bottom-up* necessita de informações detalhadas que, muitas vezes, não estão disponíveis. Ambas as metodologias foram desenvolvidas pelo IPCC e apresentadas nas "Diretrizes para inventários nacionais de poluentes de efeito estufa", oficialmente adotadas pela Convenção do Clima para a elaboração das comunicações nacionais dos países signatários da convenção, inclusive o Brasil (MATTOS, 2001).

4.3.4 Método *bottom-up*

O método *bottom-up* permite a identificação e quantificação das emissões dos poluentes separadamente, facilitando o estudo de políticas e projetos para a redução dessas emissões. Nessa abordagem, as fontes de emissão são separadas em fixas e móveis e, ainda, são desenvolvidos fatores de emissão típicos para as respectivas fontes, permitindo a utilização de fórmulas simples, na maior parte dos casos. Esses fatores de emissão variam de acordo com a tecnologia de cada país, são desenvolvidos com bases em informações amostrais e conhecimentos de engenharia das mais diferentes tecnologias. Entretanto, esses fatores não podem ser generalizados, ou seja, devem ser desenvolvidos fatores de acordo com a realidade de cada país (IPCC, 1996 e IEA, 2011).

Nesse trabalho foram analisadas as emissões de fontes móveis que incluem, entre outros poluentes, o monóxido de carbono (CO), os óxidos de nitrogênio (NO_x), os hidrocarbonetos (HC), o dióxido de enxofre (SO_x) e o material particulado (MP).

Os modais de transporte rodoviário e aeroviário são responsáveis pela maioria das emissões citadas acima, pois são os maiores consumidores de energia dentro do setor. Esses modais representam um grande desafio para a redução das emissões devido ao seu rápido crescimento e importância econômica (MATTOS, 2001).

As estimativas das fontes móveis de emissão é um exercício bastante complexo que necessita de diversas informações, entre elas: o modal e o tipo de transporte, o combustível consumido, as características operacionais, os controles de emissões, os procedimentos de manutenção e a idade da frota. Para o setor de transportes o modelo geral de emissões pode ser expresso pela seguinte equação (IPCC, 1996):

$$\text{Emissões}_i = \text{FE}_{iabc} \times \text{Atividade}_{abc}$$

Onde:

Emissões_i - emissões de um gás *i*;

FE - fator de emissão do gás *i*;

Atividade - quantidade de energia consumida ou distância percorrida por uma determinada atividade de uma fonte móvel;

i - poluentes (CO₂, CO, NO_x, entre outros);

a - tipo de combustível (gasolina, óleo diesel, gás natural, querosene de aviação, entre outros);

b - tipo de veículo (automóvel de passeio, comercial leve, caminhão, entre outros.);

c - controles de emissão.

O procedimento para aplicação da metodologia é o seguinte (IPCC, 1996):

- 1) Determinar a quantidade de energia consumida, por tipo de combustível, para os principais modais de transporte.
- 2) Para cada tipo de combustível determinar a quantidade de energia (em TJ) que é consumida em cada tipo de veículo, como, por exemplo, os automóveis de passeio, os veículos comerciais leves, os caminhões, etc. Se a atividade é medida pela distância percorrida, determinar a distância total viajada por tipo de veículo.
- 3) Multiplicar a quantidade de energia consumida ou a distância percorrida por cada classe de veículos ou tecnologia de controle dos veículos pelo fator de emissão apropriado da tipologia. Esses fatores variam bastante de um país para outro, portanto, os fatores norte-americanos ou europeus, por exemplo, não podem ser extrapolados para o resto do mundo.

4) A emissão de cada poluente pode ser somada entre todas as categorias de tipos de combustíveis e tecnologias, para determinação da emissão local das atividades relacionadas às fontes móveis.

A metodologia aqui apresentada pode ser utilizada tanto para o modal rodoviário quanto para os outros modais. Basta existirem os dados necessários para a aplicação da metodologia, principalmente os fatores de emissão de cada poluente, para cada um desses modais.

A metodologia aplicada no Brasil para o cálculo das emissões do transporte rodoviário considera apenas a frota nacional circulante, a quilometragem média percorrida e os fatores de emissão dos poluentes, devido à falta de conhecimento de todos os dados para a elaboração das emissões de acordo com o modelo mais detalhado (MCT, 2001). Nesse trabalho será utilizado o modelo simplificado mostrado na seguinte equação:

$$\text{Emissões}_i = \text{FNC}_a \times \text{FE}_i \times \text{kmMédia}_a$$

Onde,

Emissões_i - emissões do gás _i;

FNC_a – número de veículos a;

FE_i - fator de emissão do gás _i;

kmMédia_a - quilometragem média percorrida pela frota

Os fatores de emissão para cada combustível foram encontrados na literatura e são apresentados no capítulo 5. Para o Diesel, foram adotados fatores de emissões encontrados nos relatórios de qualidade do ar da CETESB (2005). Esses fatores foram determinados para motores do ciclo Diesel comumente utilizado no Estado de São Paulo. Os fatores para gasolina e álcool também foram retirados do relatório da CETESB (2005). A Tabela 4.2 traz a descrição das informações utilizada na equação.

Tabela 4.2 Sistematização e análise dos dados

Dados	Descrição da informação
Percorso dentro da APA	Fernão Dias (95 km) e Dom Pedro I (30 km)
Comercial (veículos pesados) VC 3, 4, 5, 6 e ônibus	Diesel
Comercial VC2 eixos	Diesel (26%), gasolina (60%) e etanol (14%) - a partir do consumo médio de cada combustível dentro dessa categoria
Veículos de passeio	Etanol (37%) e gasolina (63%)
Fatores de emissão	CETESB, 2005.
Consumo médio de combustível	$\text{Km percorrido} * \text{rendimento (km/L)} = \text{resultado} *$ Quantidade de Veículos

Fonte: Elaboração própria, 2011.

Após a contabilização dos poluentes foi verificado quanto essas emissões podem ser representativas. Para isso foi preciso observar outros trabalhos com essa metodologia. Os resultados obtidos a partir dessa metodologia são apresentados no capítulo 5.

Na busca da relação entre poluição do ar e saúde humana, também serão analisadas no próximo capítulo, as informações coletadas no DATASUS, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE e Base de Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e as entrevistas realizadas com os moradores do bairro Jardim do Trevo.

5. DISCUSSÕES E RESULTADOS

5.1 Descrição das internações por Doenças Respiratórias na APA Cantareira

No período estudado (de janeiro de 1998 a dezembro de 2007), o número de internações de adultos e crianças por enfermidades respiratórias na população da APA Cantareira foi de 25.573, que corresponde a 12% do total de todas as outras enfermidades. Essas morbidades estão descritas na Tabela 5.1 que são catalogadas conforme o Código Internacional de Doenças – CID 10^a (10^a revisão), como doenças do aparelho respiratório (J00-J99).

Verifica-se na Tabela 5.1 que as maiores internações são por pneumonia, asma; outras doenças do aparelho respiratório⁶ (J22, J66-J99), que representam enfermidades, como infecções agudas não especificadas das vias aéreas inferiores e doenças das vias aéreas devido a poeiras orgânicas específicas, transtornos respiratórios em doenças classificadas em outra parte; as outras infecções agudas das vias aéreas superiores (J00-J01, J05-J06) representaram as seguintes doenças: resfriado comum; sinusite crônica; laringite obstrutiva (crupe) e epiglote e infecções agudas das vias aéreas superiores de localização múltiplas e não especificadas.

6 Outras doenças do aparelho respiratório - J22, J66-J99; Outras doenças do nariz e dos seios paranasais J30-J31, J33-J34; Outras doenças do trato respiratório superior - J36-J39; Outras infecções agudas das vias aéreas superiores - J00-J01, J05-J06, essas doenças estão especificadas no anexo A.

Tabela 5.1 Quantidade de internações segundo o agrupamento das doenças no período de 1998-2007 nos municípios da APA Cantareira

Doenças do aparelho respiratório CID – 10	Atibaia	Bragança Paulista	Joanópolis	Mairiporã	Nazaré Paulista	Piracaia	Vargem
Influenza [gripe] - J09-J11	7	15	126	2	-	-	-
Pneumonia - J12-J18	3615	4692	509	2695	752	1839	197
Bronquite aguda e bronquiolite aguda - J20-J21	242	352	11	210	19	121	11
Sinusite crônica - J32	7	33	-	17	3	-	2
Outras doenças do nariz e dos seios paranasais J30-J31, J33-J34	58	180	4	63	6	20	4
Doenças crônicas das amígdalas e das adenóides - J35	190	401	16	140	36	76	20
Outras doenças do trato respiratório superior - J36- J39	64	123	6	63	15	43	3
Bronquite enfisema e outras doenças pulmão obstrução crônica - J40-J44	333	994	78	401	109	174	55
Asma - J45-J46	432	1123	147	658	161	387	46
Bronquiectasia - J47	1	14	-	5	3	1	-
Faringite aguda e amigdalite aguda - J02-J03	2	9	-	10	-	-	4
Laringite e traqueíte agudas - J04	40	75	6	78	3	45	-
Outras infecções agudas das vias aéreas superiores - J00-J01, J05-J06	14	35	5	31	3	1	-
Pneumicose	-	2	-	3	-	-	-
Outras doenças do aparelho respiratório - J22, J66- J99	541	1702	50	422	101	197	64
TOTAL DE DOENÇAS DO APARELHO RESPIRATÓRIO	5.546	9.750	958	4.798	1.211	2.904	406

Fonte: Elaboração própria a partir de informações Ministério de Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS.

A Tabela 5.1 não especifica o desfecho de internações por faixa etária. No entanto ao analisar as internações por faixa etária verifica-se que crianças menores de 9 anos e idosos maiores de 60 anos são os mais atingidos por doenças respiratórias. É importante ressaltar que esses dois grupos etários são os mais suscetíveis aos efeitos da poluição do ar. Estudos realizados por Coelho (2007), Esteves e Barbosa (2007) na cidade de São Paulo mostram que as crianças são as mais afetadas por essas doenças e apresenta também uma correlação entre as variáveis meteorológicas

e emissões de poluentes, no qual se constata que os números de internações acompanham os níveis de emissões de poluentes. Observa-se também, principalmente no outono e inverno, que essa correlação é maior, sugerindo forte associação entre saúde e variáveis ambientais.

As doenças respiratórias que mais atingem a população da APA Cantareira são pneumonia, bronquite enfisema, asma e outras doenças do aparelho respiratório - J22, J66 - J99 (Tabela 5.2). Segundo informações do DATASUS (2010), a Região Metropolitana de São Paulo também concentra maiores índices de internações nesse mesmo período para essas doenças.

Segundo Beggs e Bambrick (2006), nas últimas décadas houve um aumento na incidência de asma atribuído às concentrações de dióxido de carbono na atmosfera e ao aumento da média de temperatura da superfície da Terra.

Tabela 5.2 Morbidades com maiores índices de internações do Aparelho Respiratório na APA Cantareira/ internações por local de residência no período de 1998 a 2007

Município	Bronquite enfisema e outras doenças pulmonares crônicas			Outras doenças- J22, J66-J99	Total de internações no período
	Pneumonia %	obstrução crônica %	Asma %		
Atibaia	65,18	6	7,78	9,75	5.546
Bragança Paulista	48,12	10,20	11,50	17,45	9.750
Joanópolis	53,14	8,14	15,34	5,20	958
Mairiporã	56,16	8,35	13,70	8,80	4.798
Nazaré Paulista	62	9	13,30	3,47	1.211
Piracaia	63,32	9,13	13,32	6,7	2.904
Vargem	48,52	13,54	11,33	15,76	406

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS.

Maiores concentrações de dióxido de carbono e elevadas temperaturas podem aumentar a quantidade de pólen e induzir o aumento de variações climáticas que facilitam sua dispersão. Exposições precoces a ambientes que predisponham alergias podem provocar o desenvolvimento de condições atípicas, como eczema e rinite alérgica. Embora a etiologia da asma seja complexa,

o recente acréscimo de sintomas em nível global pode significar um dos antecipados efeitos sobre a saúde, que as mudanças climáticas antropogênicas podem representar (BEGGS e BAMBRICK, 2006).

A Figura 5.1 mostra o comportamento das internações no município de Atibaia no decorrer dos meses no período de 10 anos (1998 a 2007). É possível observar que existe uma sazonalidade, sendo que, os maiores índices se concentram nos meses frios (outono e inverno). Nesses meses as internações chegam ao máximo de 80 e ao mínimo de 40 pessoas por mês. A mediana fica entre 45 e 70. Para os outros municípios da APA Cantareira verifica-se o mesmo comportamento com elevado aumento das internações nos meses de inverno, principalmente nos municípios mais frios.

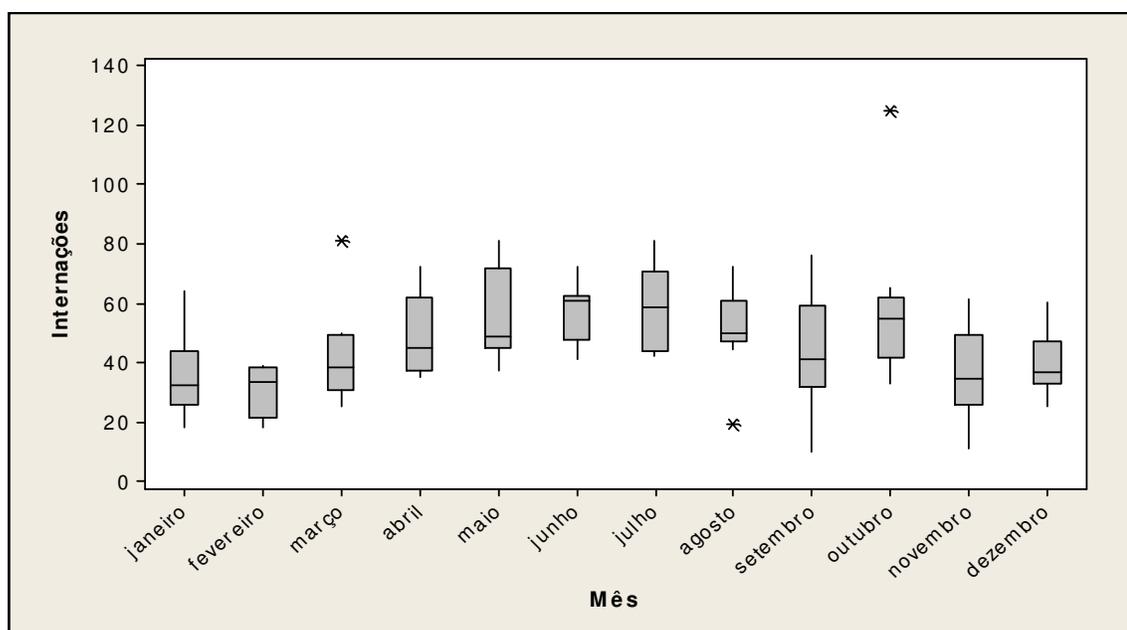


Figura 5.1: Comportamento mensal de internações em Atibaia no período de 1998-2007

Fonte: Elaboração própria a partir de informações da base de dados do DATASUS, 2010.

É importante chamar a atenção para o comportamento anormal em alguns anos nos meses de março, agosto e outubro. Apesar da sazonalidade seguir uma mediana constante nesses meses,

houve alterações abruptas na frequência de internação, significando que nas estações quentes pode haver um aumento significativo das internações.

Essa anormalidade pode ser associada ao ozônio. É importante ressaltar, que o ozônio é um poluente secundário e tem maior formação nos meses mais quentes e com maior intensidade solar, nesse sentido esse poluente pode contribuir com o aumento das internações no município de Atibaia, assim como nos outros municípios da APA Cantareira. O relatório da CETESB (2010) traz a relação dos municípios e os dados de monitoramento de poluentes, Atibaia foi classificada na data de medição como área saturada severo para o ozônio ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), essa classificação entra no segundo maior valor diário nos últimos três anos⁷ (2007 a 2009). Como mostrado anteriormente o ozônio é um poluente secundário que se forma a partir de outros compostos orgânicos voláteis, os óxidos de nitrogênio na presença de luz solar, sendo estes últimos liberados na queima incompleta e evaporação de combustíveis e solventes.

Observa-se na Tabela 5.3 que a média do número de casos de doenças do aparelho respiratório do Estado e da cidade de São Paulo é menor comparada a maioria dos municípios da APA Cantareira. As cidades de Piracaia, Mairiporã, Joanópolis, Nazaré Paulista e Bragança Paulista ficaram bem acima da média do Estado nos anos de 1998, 1999, 2000 e 2007.

⁷ Para a classificação dos níveis de O_3 , o Relatório da CETESB utiliza o valor máximo de 3 anos, que é dividido em 4 valores diários, de 2007 a 2009. Para determinar a saturação, foram utilizadas 4 categorias, que vão de não saturadas até saturadas, inclusa a categoria sem classificação. Com relação à severidade o nível de saturação pode ser considerado moderado, sério ou severo.

Tabela 5.3 - Evolução da média do número de casos de Doenças do Aparelho Respiratório por 100 mil habitantes - Morbidade hospitalar do SUS por local de residência: nos municípios da APA Cantareira no período de 1998 a 2007

Município	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Atibaia	491	572	661	528	527	433	484	438	386	356
Bragança Paulista	1187	1075	904	914	747	536	635	526	494	599
Joanópolis	1475	1173	799	1084	619	593	1136	688	643	829
Mairiporã	793	741	542	442	506	677	809	742	989	1081
Nazaré Paulista	1481	1153	1077	521	609	789	428	716	765	717
Piracaia	1400	1326	1248	1039	1323	1262	1128	1065	1090	1399
Vargem	584	728	862	899	686	603	432	396	312	134
São Paulo	317	325	365	348	407	498	496	495	504	535
Estado de S.P	765	762	755	709	687	692	662	618	635	647

Fonte: Elaboração própria a partir do Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) e IBGE - Estimativas populacionais, 2010.

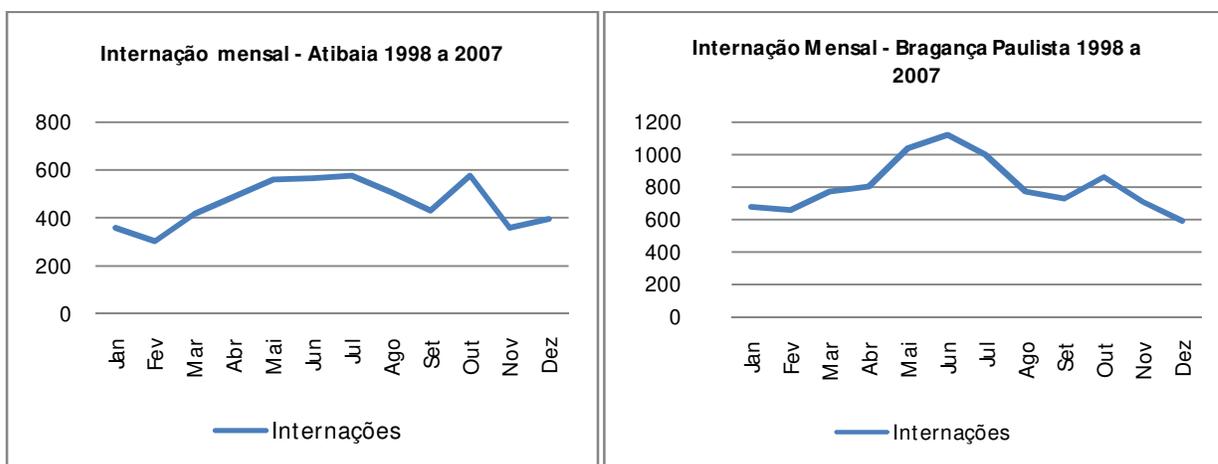
O município de Piracaia merece uma observação especial porque apresentou uma média muito maior no número de casos de doenças em relação às outras cidades e a média do Estado. Verifica-se também que, enquanto a maioria dos municípios, ao longo dos 10 anos, tem uma queda acentuada na média de internações, Piracaia varia muito pouco entre os anos. Essas morbidades podem ser associadas ao clima local, tropical de altitude, com temperaturas, muitas vezes, negativas no inverno e uma média de 20 °C no verão. De uma forma geral, nos outros municípios da APA Cantareira, observa-se no decorrer dos 10 anos, uma oscilação, entre as internações ficando na maioria das vezes acima da média do Estado e da cidade de São Paulo.

Vale Ressaltar, que os anos de 1999 e 2000 tiveram os maiores índices de internações e invernos mais rigorosos, com temperaturas próximas a 5,2 °C (1999) e -0,2 °C (2000) e as médias de inverno entorno de 16,0 °C para os dois anos, contra 16,7 °C em 1998. O ano de 1999 foi o ano do fenômeno climático La Niña que tem como característica, temperaturas no inverno abaixo do normal no sudeste e no sul do Brasil. Sendo assim, fica evidente a associação entre doenças respiratórias e fenômenos climáticos (INPE, 2010).

5.2 Média das internações mensal por doenças respiratórias

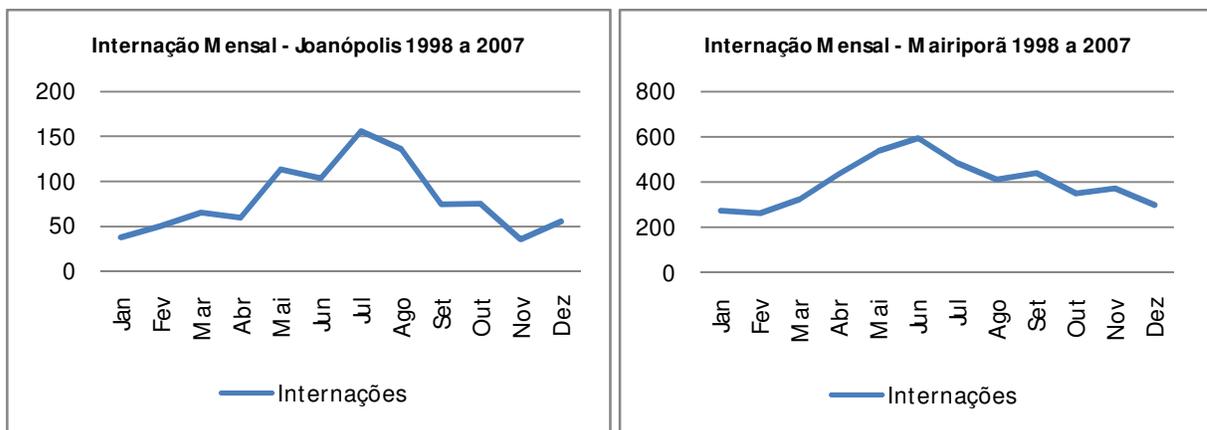
As particularidades nas internações são observadas nos diferentes municípios da APA, mas todos seguem uma tendência com maiores internações no outono e inverno. De acordo com a maioria das Figuras, a quantidade média mínima de internações ocorrem somente nos meses de janeiro e fevereiro.

As Figuras 5.2 e 5.3 mostram o comportamento médio das internações, no decorrer dos meses no período de 10 anos. Verifica-se que, em Atibaia, no mês de outubro houve a mesma quantidade de internações ocorridas no mês de julho, evidenciando assim que, nas estações primavera e verão, pode também haver um aumento significativo nas internações. Esse mesmo comportamento pode ser observado com menor intensidade na cidade de Bragança Paulista.



Figuras 5.2 e 5.3: Comportamento das internações no decorrer do meses nos municípios de Atibaia e Bragança Paulista no período de 1998 a 2007 por local de residência

Fonte: Elaboração própria a partir de informações da base de dados do DATASUS, 2010.



Figuras 5.4 e 5.5: Comportamento das internações no decorrer do meses nos municípios de Joanópolis e Mairiporã no período de 1998 a 2007 por local de residência

Fonte: Elaboração própria a partir de informações da base de dados do DATASUS, 2010.

Vale chamar a atenção para o município de Piracaia (Figura 5.6). De acordo com os dados do sítio Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO (2011), no período de 2000 a 2005 as temperaturas no inverno chegaram a uma mínima absoluta de até 0 °C e nos anos de 2006 e 2007 de 5,6 °C a 4,5 °C. As informações mostram que esse é o município mais frio de toda a APA Cantareira.

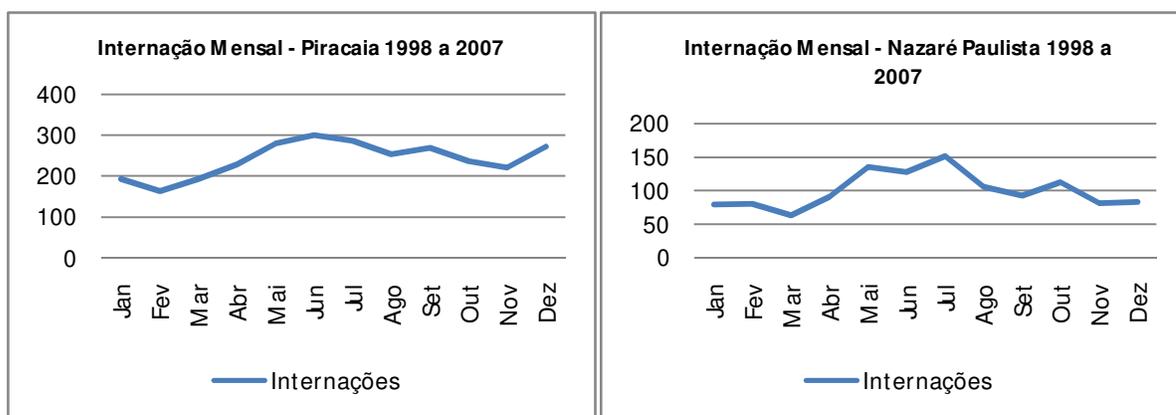


Figura 5.6 e 5.7: Comportamento das internações no decorrer do meses nos municípios de Piracaia e Nazaré Paulista no período de 1998 a 2007 por local de residência

Fonte: Elaboração própria a partir de informações da base de dados do DATASUS, 2010.

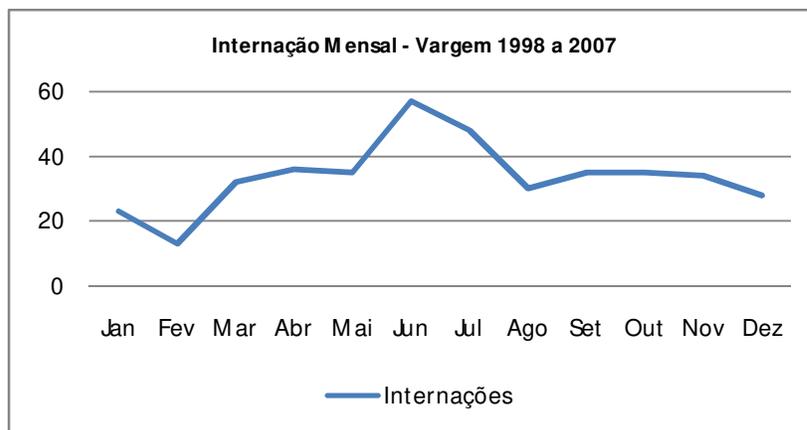


Figura 5.8: Comportamento das internações no decorrer do meses no município de Vargem no período de 1998 a 2007 por local de residência

Fonte: Elaboração própria a partir de informações da base de dados do DATASUS, 2010.

De acordo com os dados de internações, sistematizados e analisados, verifica-se uma forte correlação entre doenças respiratórias e fatores climatológicos nos sete municípios da APA Cantareira. O item 5.3 traz uma estimativa das emissões de poluentes gerados pelos veículos que trafegaram pelas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias, bem como possíveis efeitos na saúde das pessoas que moram próximo às rodovias e possíveis associações com as internações nos municípios da APA Cantareira. Os dados a seguir também mostram os resultados das estimativas de emissões, o volume médio de veículos nas rodovias Dom Pedro I no período de 1998 a 2007 e Fernão Dias no ano de 1997 dentro do trecho da APA Cantareira.

5.3 Estimativa de emissões do tráfego das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias

As rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias estão sob o regime de concessão das empresas Rota das Bandeiras e Autopista Fernão Dias, respectivamente. Antes das concessões e das praças de pedágios os dados de evolução do tráfego eram precários, principalmente da rodovia Fernão Dias que era administrada pelo DNIT. De acordo com a OHL Brasil S.A desde agosto de 2008 trafega

pela rodovia Fernão Dias cerca de 170.000 veículos diariamente, a concessionária estima que a rodovia terá um tráfego de aproximadamente 365.000 veículos por dia até o ano de 2033. Já a rodovia Dom Pedro I, conforme os dados coletados e analisados mostram que ela teve um crescimento anual médio de 6,3% na evolução do tráfego no período de 1998 a 2007 (Figura 5.9).

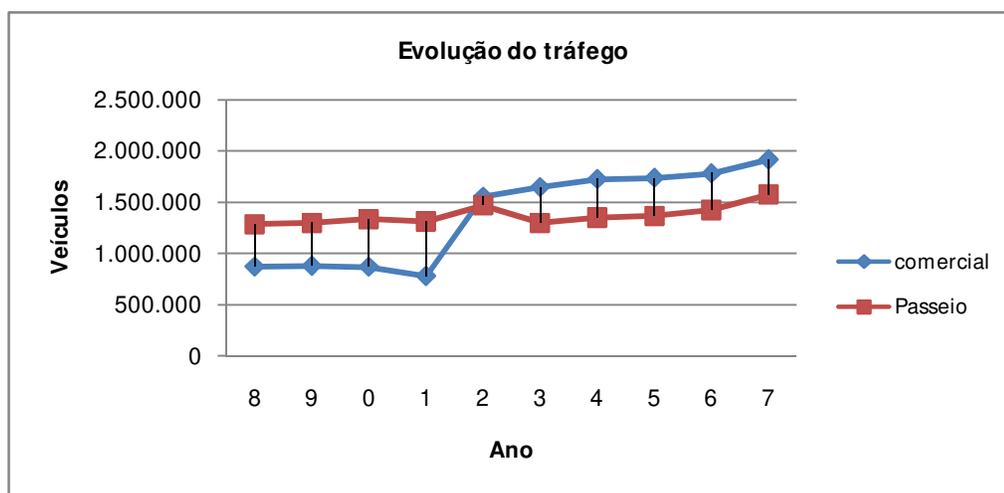


Figura 5.9: Evolução do tráfego na rodovia Dom Pedro I no período de 1998 a 2007

Fonte: Elaboração própria a partir de informações da Dersa, 2011.

A Tabela 5.4 traz informações referentes ao tráfego de veículos comerciais (caminhões de diversos tamanhos e ônibus) movidos a óleo Diesel, etanol e gasolina, esses dados são relativos ao trecho percorrido dentro da APA Cantareira e o consumo médio de combustível na rodovia Dom Pedro I.

Tabela 5.4: Dados relativos aos veículos comerciais que circularam pela rodovia Dom Pedro I no período de 1998 a 2007

Tipo de Veículos 1998 a 2007	Comercial Leves * VC2 (Diesel)	Comercial Leves VC2 (gasolina)	Comercial Leves VC2 (etanol)	Comercial VC3 (Diesel)	Comercial VC4 (Diesel)	Comercial VC5e VC6 (Diesel)	Ônibus (Diesel)
Quantidade de veículos	918.887	2.120.506	494.786	3.926.268	2.002.951	3.845.053	451.205
Trecho da rodovia dentro da APA	30km	30km	30km	30km	30km	30km	30km
Consumo médio de combustível por L/ km	9,09 km/L	10,91 L/km	7,90 L/km	7,61 L/km	5,56 L/km	3,17 L/km	3,03 L/km
Consumo total médio de combustível de 1998 a 2007	3.032.630	5.830.906	1.878.934	15.478.060	10.807.290	36.388.514	4.467.376

*VC- Veículo Comercial por quantidade de eixos

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Dersa (2011) e ANFAVEA, (2011).

Considerando que o percurso é de 30 km e o máximo permitido é de 120 km/h, cada veículo permanece em média de 15 minutos dentro da APA Cantareira.

Tabela 5.5: Dados relativos aos veículos de passeio que circularam pela rodovia Dom Pedro I de 1998 a 2007

Tipo de Veículos 1998 a 2007	Passeio Etanol	Passeio Gasolina
Quantidade de Veículos	5.075.352	8.641.815
Trecho da rodovia dentro da APA	30 km	30km
Consumo médio de combustível por L/ km	7,90 L/ km	10,91 L/ km
Consumo total médio de combustível de 1998 a 2007	19.273.488	23.763.012

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Dersa (2011) e ANFAVEA, (2011).

Conforme citado na metodologia os fatores de emissão (Tabela 5.6) foram utilizados para o cálculo de massa de poluentes. Os fatores de emissão de veículos dependem da idade e tecnologia do automóvel, assim como condições de manutenção e operação (carga, velocidade e maneira de

dirigir). No entanto, existem testes padronizados que determinam os fatores de emissões para os poluentes e permitem uma avaliação geral de uma frota, lembrando que todos os fatores de emissões são em relação a carros novos ou muito bem mantidos.

Tabela 5.6: Fatores de emissão adotados para o monóxido de carbono, os hidrocarbonetos, os óxidos de nitrogênio, os dióxidos de enxofre e o material particulado

Combustível	CO g/ km	HC g/ km	NOx g/ km	SOx g/ km	MP g/ km
Gasolina	10,70	1,11	0,66	0,10	0,08
Etanol	19,70	2,12	1,16	-	-
Diesel	15,00	2,36	10,74	0,21	0,57

Gasolina C: gasolina contendo 22% de álcool anidro e 500ppm de enxofre (massa)
Diesel com 350ppm de enxofre (massa).

Fonte: CETESB, 2005 e Inventário Nacional de Emissões Atmosférica por Veículos Automotores e Rodoviários, (2011).

A partir desses fatores obtiveram-se os resultados estimados para os poluentes descritos na Tabela 5.7. A representatividade dessas emissões verifica-se quando comparado a outros trabalhos, como, por exemplo, as emissões de CO na Região Metropolitana de Campinas, no ano de 2009, estimado em 295,99 t (CETESB, 2009). No entanto, nessa contagem pode-se incluir operações de processo industrial e as fontes móveis. Para a rodovia Dom Pedro I, se dividir o valor total das emissões de CO pelos 10 anos obtêm-se um valor de 1216,1 t ao ano. Cabe explicar que essas emissões não ocorreram de maneira igualitária. Existem diversos fatores, durante o ano, que influenciam o tráfego na rodovia e que contribuirão para a quantidade de emissões geradas, incluindo o próprio fluxo, feriados, temperatura, ventos, entre outros.

Tabela 5.7: Resultados da estimativa de poluentes emitidos pelos veículos que trafegaram pela rodovia Dom Pedro I no período de 1998 a 2007

Veículo / Combustível	CO t	HC t	NOx t	SOx t	MP t
Comercial VC2 / Diesel	413	65,1	296	5,79	15,7
Comercial VC2 / gasolina	681	70,6	42,0	6,36	5,09
Comercial VC2 / etanol	292	31,5	17,2	-	-
Comercial VC3 / Diesel	1767	278	1265	24,7	67,1
Comercial VC4 / Diesel	901	142	645	12,6	34,3
Comercial VC5 e VC6 / Diesel	1730	272	1239	24,2	65,8
Ônibus	203	31,9	145	2,84	7,72
Passeio Etanol	2284	359	1635	-	-
Passeio Gasolina	3889	612	2784	54,4	148

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Dersa, (2011); CETESB, (2005) e Inventário Nacional de Emissões Atmosférica por Veículos Automotores e Rodoviários (2011).

Conforme explicado na metodologia não foi possível utilizar todos os dados coletados da rodovia Fernão Dias do período de 1998 a 2007 devido a inconformidade das informações. Portanto, optou-se em trabalhar com dados disponíveis no sítio do DNIT, datadas do ano 1997, sendo que, foram feitas duas contagens: uma no município de Atibaia no período de 18 fevereiro de 1997 a 24 de fevereiro de 1997 e outra no município de Mairiporã no período de 26 fevereiro de 1997 a 04 março de 1997.

Essas informações aparecem nas Tabela 5.8 e 5.9 referem-se ao tráfego de veículos comerciais e passeio movido a óleo Diesel, etanol e gasolina, dados relativos a distância percorrida dentro da rodovia, idade média da frota e consumo médio de combustível.

Tabela 5.8: Volume médio de veículos comerciais e de passeio que trafegaram pela rodovia Fernão Dias no período de 18/02/1997 a 24/02/1997

Tipo de Veículos no período de medição 18 / 02 de 1997 a 24 / 02 / 1997	Comercial Leves * VC2 (diesel)	Comercial Leves VC2 (gasolina)	Comercial Leves VC2 (etanol)	Comercial VC3 (diesel)	Comercial VC4 (diesel)	Comercial VC5 e VC6 (diesel)	Passeio Etanol	Passeio Gasolina	Moto
Quantidade de veículos	8.529	19.682	4.430	33.866	6.520	21.054	72.412	123.296	3.160
Percurso dentro da APA Cantareira	95 km	95 km	95 km	95 km	95 km	95 km	95 km	95 km	95 km
Consumo médio de combustível por L / km	9,09	10,91	7,90	7,61	5,56	3,17	7,1	11	40
Consumo total médio de combustível no período	102.564	54.469	17.138	422.769	111.403	630.956	959.433	102.564	7.505

*VC- Veículo comercial por eixos

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do DNIT (2011) e Inventário Nacional de Emissões Atmosférica por Veículos Automotores e Rodoviários (2011).

A evolução do tráfego nas distintas datas se mantém parecidas atingindo um volume médio de 8.827 na primeira semana e 9.276 na segunda semana na região de Atibaia (Tabela 5.8). Na região de Mairiporã, atingiram um volume médio de 8.750 na primeira semana e na segunda de 10.837 (Tabela 5.9). Observa-se também que o maior volume de veículos é durante os fins de semana.

Tabela 5.9: Volume Médio de veículos comerciais e de passeio que trafegaram pela rodovia Fernão Dias no período de 26/02/1997 a 04/03/1997

Tipo de Veículos no período de medição 26/02/1997 a 04/03/1997	Comercial Leves *VC2 (diesel)	Comercial Leves VC2 (gasolina)	Comercial Leves VC2 (etanol)	Comercial VC3 (diesel)	Comercial VC4 (diesel)	Comercial VC5 e VC6 (diesel)	Passeio Etanol	Passeio Gasolina	Moto
Quantidade de veículos	9.102	21.005	4.901	37.643	6.048	19.470	78.907	134.355	1.960
Percurso dentro da APA	95 km	95 km	95 km	95 km	95 km	95 km	95 km	95 km	95 km
Consumo médio de combustível por L/ km	9,09	10,91	7,90	7,61	5,56	3,17	7,17	11	40
Consumo total médio de combustível no período	109.455	182.902	58.938	469.919	103.338	583.486	1.045.489	1.160.339	4.655

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do DNIT (2011) e Inventário Nacional de Emissões Atmosférica por Veículos Automotores e Rodoviários (2011).

Tabela 5.10: Resultados da estimativa de poluentes emitidos pelos veículos que trafegaram pela rodovia Fernão Dias no período de 18/02/1997 a 24/02/1997

Veículo/ Combustível	CO T	HC t	NOx t	SOx t	MP T
Comercial VC2 / Diesel	12,2	1,91	8,70	0,17	0,46
Comercial VC2 / gasolina	28,0	4,41	20,1	0,39	1,07
Comercial VC2 / etanol	6,31	0,99	4,52	-	-
Comercial VC3 / Diesel	48,3	7,59	34,6	0,68	1,83
Comercial VC4 / Diesel	9,29	1,46	6,65	0,13	0,35
Comercial VC5 e VC6 / Diesel	30,0	4,72	21,5	0,42	1,14
Passeio Etanol	103	16,2	73,9	-	-
Passeio Gasolina	176	27,6	126	2,46	6,68
Moto	4,50	0,71	3,22	0,06	0,17

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do DNIT, (2011); CETESB, (2005); e Inventário Nacional de Emissões Atmosférica por Veículos Automotores e Rodoviários, (2011).

De acordo com a contagem de veículos nos dois pontos da rodovia não se verificou mudanças na evolução do tráfego, sendo assim não se observam muitas diferenças nas Tabelas 5.10 e 5.11.

Cabe chamar a atenção para a emissão de NOx, importante precursor para formação de ozônio. Conforme mencionado anteriormente as internações por doenças respiratórias em alguns meses de verão sofreram alterações abruptas, mostrando uma possível correlação entre internações e poluição atmosférica, esclarecendo que essa associação não está diretamente correlacionada com as emissões nas rodovias.

A amostra do tráfego da rodovia Fernão Dias é pequena para estimar uma média de emissões de poluentes na rodovia. No entanto, ao compararmos o volume diário de emissões entre as rodovias Fernão Dias e Dom Pedro I, verifica-se que o tráfego da primeira emite um volume maior de poluentes, apresentando os seguintes valores diários de 171,94 t e 2,02 t, respectivamente (todos os poluentes).

Tabela 5.11: Resultados da estimativa da emissão de poluentes pelos veículos que trafegaram pela rodovia Fernão Dias no período de 26/02/1997 a 04/03/1997

Veículo/ Combustível	CO t	HC t	NOx t	SOx t	MP t
Comercial VC2 / Diesel	13,0	2,04	9,29	0,18	0,49
Comercial VC2 / gasolina	29,9	4,71	21,4	0,42	0,14
Comercial VC2 / etanol	6,98	1,10	5,00	-	-
Comercial VC3 / Diesel	53,6	8,44	38,4	0,75	2,04
Comercial VC4 / Diesel	8,62	1,36	6,17	0,12	0,33
Comercial VC5 e VC6 / Diesel	27,7	4,37	19,9	0,39	1,05
Passeio Etanol	112	17,7	80,5	-	-
Passeio Gasolina	191	30,1	137	2,68	7,28
Moto	2,79	0,44	2,00	0,04	0,11

Fonte: Elaboração própria a partir de informações do DNIT, (2011); CETESB, (2005); e Inventário Nacional de Emissões Atmosférica por Veículos Automotores e Rodoviários, (2011).

A quantidade real de poluentes emitidos pelos veículos que trafegaram pelas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias possivelmente não corresponde aos resultados aqui apresentados, podendo ser maiores porque os fatores de emissão são para carros novos ou em ótimo estado de conservação.

As emissões dependem de muitos fatores que são difíceis de considerar, como: tecnologia do motor, porte e tipo de uso do veículo, as características da frota (ano de fabricação, modelo e categoria veicular); regulagem e manutenção; tipo e composição do combustível; modo de operação e sistema de tráfego local; traçado da via, idade do veículo, além de fatores meteorológicos (pressão e temperatura ambientes), entre outros (MONTEIRO, 1998; KOZERSKI, 2006). Somente fixando-se um medidor no escape de cada veículo poder-se-ia ter um resultado preciso.

Segundo Branco et al., (2003), o próprio tráfego interfere nas condições de ventilação, convecção e dispersão de poluentes o que torna uma modelagem de dispersão mais complexa. Os trabalhos realizados em uma rodovia devem ser concentrados no gerenciamento das fontes de emissão, sendo que, esse fato se constitui de grande importância para o levantamento geral de inventário de fontes de poluição e a determinação do potencial poluidor da via.

5.4 Algumas considerações entre emissões nas rodovias, internações por doenças respiratórias e a percepção dos moradores

Estudos realizados nos Estados Unidos mostraram que a concentração de poluentes próximo às rodovias pode ser comparada com níveis urbanos. No entanto, a 5 km de distância não foram encontrados os poluentes emitidos pelos veículos automotores na rodovia (BRAUER et al., 2002; HOEK et al., 2002; EPA, 2011). Outros trabalhos, que fizeram a associação entre doenças respiratórias e poluição do ar proveniente do tráfego rodoviário, puderam constatar que pessoas que trabalham, residem ou estudam próximo a elas têm maior propensão a sofrerem problemas relacionados ao trato respiratório (HARRISON et al., 1999; CHECKLEY, 2011).

Para averiguar o nível de emissões e a dispersão dos poluentes na atmosfera foram usados equipamentos específicos posicionados em alturas e distâncias diferentes nas rodovias estudadas.

As condições meteorológicas foram analisadas e mensuradas incluindo as direções dos ventos e temperatura do ar. Após a mensuração dos níveis e das condições meteorológicas, utilizou-se modelos de dispersão de poluentes (FINKELSTEIN et al., 2004; VENKATRAM et al., 2007; BALDAUF et al., 2008).

Nesse sentido, entende-se que não é possível fazer uma associação direta entre emissões e internações por doenças respiratórias utilizando os dados de internações e a estimativa de poluentes, porque essa temática envolve diversas variáveis, dentre as quais destacam-se as condições meteorológicas e de dispersão de poluentes na atmosfera, sendo esses fenômenos variáveis e incontroláveis.

Não é possível afirmar enfaticamente que as emissões nas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias não contribuem com as internações nos municípios da APA Cantareira, devido à quantidade de variáveis envolvidas, mas também não se pode negar que aqueles residentes próximos as rodovias são afetados, principalmente os mais suscetíveis como idosos e crianças.

Sendo assim, cabe chamar a atenção para os diversos bairros que se encontram às margens das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias. No município de Atibaia os bairros Jardim do trevo, Jardim Alvinópolis e Jardim Imperial podem sofrer influência direta dessas emissões. A zona urbana do município de Vargem se encontra às margens da rodovia Fernão Dias.

Outro município da APA Cantareira que sofre influência direta das emissões é Mairiporã. Nessa região o fluxo na rodovia Fernão Dias é mais intenso e, frequentemente, aos finais de semana e feriados é possível verificar extensos congestionamentos. A zona urbana de Nazaré Paulista está próxima a Dom Pedro I, no entanto, os bairros rurais estão mais próximos da rodovia. Bragança Paulista tem bairros rurais próximos a Fernão Dias. Piracaia e Joanópolis estão a uma distância maior que 10 km das rodovias.

No decorrer da pesquisa não foram encontradas medições para os poluentes em geral, exceto para o ozônio. Por ser uma de uma Área de Proteção Ambiental percebe-se que os órgãos responsáveis pelo controle das emissões acreditam que não há poluição ao ponto de interferir na saúde humana

e, portanto, não é necessário fazer medições, concluindo assim, que a população é pouco sensível à poluição diante dos benefícios naturais, como por exemplo, os remanescentes de mata atlântica e distância de capitais poluídas. Diante desses fatos, a questão da poluição é pouco discutida e tratada como algo que não afeta o bem estar da população da região. Nesse sentido as entrevistas com os moradores residentes as margens das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias nos mostra alguns fragmentos da percepção em relação à poluição atmosférica.

Como já citado anteriormente, essas pessoas foram entrevistadas porque residem no entroncamento das rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias. As falas a seguir mostram a percepção deles em relação à poluição no meio ambiente e seus efeitos na saúde.

“... a poluição esparrama né, e pode cair com a água da chuva, uma vez a água da piscina ficou preta depois que choveu... tivemos que esvazia...” (entrevistado 4 - M. 70 anos, paranaense).

O entrevistado sabe que a poluição se dispersa e pode haver uma precipitação ácida em outro local, onde não é a origem da fonte poluidora. No entanto, apesar do entrevistado 4 ser caseiro, estar acostumado com as rotinas do seu trabalho não é possível dizer que houve uma precipitação ácida no local indicado por ele, devido a sua falta de conhecimento específico sobre o tema.

A precipitação ácida ocorre quando a concentração de dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio é suficiente para reagir com as gotas de água suspensas no ar. A chuva ácida industrial é um problema substancial na China, na Europa Ocidental, na Rússia e em áreas sob a influência de correntes de ar provenientes desses países. Os poluentes resultam essencialmente da queima de carvão com enxofre na sua composição, utilizado para gerar calor e eletricidade. Nem sempre as áreas onde são libertados os poluentes sofrem as consequências dessas chuvas, porque a constante movimentação das massas de ar transporta esses poluentes para zonas distantes. Por essa razão, a chuva ácida é também considerada uma forma de poluição transfronteiriça, já que regiões que não poluem podem ser severamente prejudicadas pela sua precipitação (EPA, 2011).

De acordo com a moradora 8 o fator climatológico pode influenciar no agravamento das doenças respiratórias. Esse fator é comprovado cientificamente, no entanto, ela não citou em nenhum

momento que a poluição pode contribuir para a piora do quadro clínico, como é possível verificar nas falas a seguir:

“... a gente fica gripada por causa da mudança do tempo... as crianças e idosos são mais afetados...” (entrevistada 8 - F. moradora há 6 anos, mineira).

“... meu menino tem bronquite, teve início de pneumonia e tenho um sobrinho com rinite...” (entrevistada 8 - F. moradora há 6 anos, mineira).

Um estudo realizado na Universidade Johns Hopkins, nos Estados Unidos, alerta que, jovens que moram próximos às rodovias movimentadas podem apresentar doenças respiratórias. De acordo com o estudo, a probabilidade de crianças e adolescentes desenvolverem alergia a ácaros, pelos de animais e mofo é de 30%, sendo que esse quadro pode agravar para sérios sintomas de asma. A pesquisa foi realizada com 725 adolescentes, com idades entre 13 e 15 anos, que vivem em favelas próximas de Lima, no Peru. O País apresenta as maiores taxas de sintomas de asma entre as crianças na América Latina, chegando a 26%. As atividades se iniciaram em 2008, no qual foram feitas visitas domiciliares para medir a função pulmonar e os poluentes ambientais do ar. Durante o estudo, os especialistas descobriram que o risco de doença alérgica aumentou 7% para cada quarteirão próximo das rodovias. Para os que vivem ao lado, as chances de asma foram duas vezes maiores do que aqueles que vivem a cerca de quatro quarteirões de distância (CHECKLEY, 2011).

Aqui verifica-se apenas a percepção dos moradores, mas um estudo mais detalhado, utilizando o modelo de estudo citado acima, seria importante para saber, quanto essas pessoas que residem próximo as rodovias na APA Cantareira são realmente afetadas com a poluição emitida pelos transportes rodoviários.

Nas entrevistas foi perguntado aos moradores se eles verificavam a presença de fuligem (pó preto) no ambiente. Alguns moradores associaram a presença do material particulado às doenças como bronquite, gripe e danos a materiais, como se pode verificar nas falas abaixo:

...aqui não tem fuligem... “É boa a qualidade do ar...” (entrevistado 4 - M. 70 anos, paranaense).

“... tem fuligem, as telhas ficam preta... aqui tem muita poluição...” (entrevistado 5 - M. 73 anos empreiteiro, pernambucano).

“... fim de semana aumenta muito o número de carro na rodovia... o barulho não me incomoda pra quem morou em São Paulo... isso não é nada... o ar esta poluído, tem muito trânsito de caminhão... meu filho tem bronquite... eu to sempre gripada...” (entrevistada 6 - F. 47 anos, paranaense).

As partículas finas com menos de 4% do diâmetro de um cabelo humano, entra na corrente sanguínea dos pulmões e danifica o coração e outros órgãos. Crianças e idosos são particularmente suscetíveis aos efeitos nocivos do MP_{2,5}. O Diesel é a principal fonte de MP_{2,5}. A implementação de novas tecnologias e regulamentos para as emissões provenientes do uso do Diesel é fundamental para a qualidade do ar e a saúde pública. Um estudo realizado pela OMS estima que o número de mortes por ano no mundo atribuídos à exposição do ar chega a 800.000 nas zonas urbanas, enquanto que um outro estudo mais recente da revista Environmental Health Perspectives coloca o número em 4,4 milhões e inclui as áreas rurais (EPA, 2011).

Ao analisar o conhecimento das pessoas em relação a essa temática, constata-se que existem conflitos e contradições identificados nas falas dos moradores. Esse fator pode ser atribuído ao pouco conhecimento sobre o tema abordado. O entrevistado 4 informou sobre a ocorrência de chuva ácida na região, porém ele não percebe fuligem. Enquanto que, o entrevistado 5 citou no seu depoimento a presença de fuligem no bairro e que ela provoca o escurecimento das telhas⁸ e ainda afirma que o bairro tem muita poluição. Essa diferença presente nos diálogos mostra exatamente como cada um percebe o meio em que vive. No tocante a relação entre poluição e

⁸ Ações da natureza como chuva, mofo, acúmulo de sujeira e poluição do ar são responsáveis pelo escurecimento de telhas (Cerâmica Maristela e Cerâmica Nossa Senhora da Conceição, 2011).

saúde humana foi possível perceber que a maioria dos entrevistados não relacionou diretamente os efeitos desta na sua saúde.

Nesse sentido, é importante enfatizar que a realidade pode ser a mesma para todos, mas cada grupo ou pessoa percebe a mesma de formas diferentes e valoriza ou minimiza determinados aspectos que consideram importantes, ou não. A própria visão científica está ligada a cultura, uma possível perspectiva entre muitas. A abundância desnorteadora de perspectivas, nos níveis tanto individual quanto de grupo, torna-se cada vez mais evidente (TUAN, 1980; HOEFFEL, FADINI e CASTRO, 2010).

Nesse estudo foi possível verificar que todas as mulheres entrevistadas falaram, em algum momento, de como a poluição pode interferir em suas vidas. Talvez por apresentarem um contato maior com as tarefas domésticas, cuidarem dos filhos e, portanto, percebem mais a poluição. Segundo Tuan (1980), homens e mulheres têm visões diferentes do meio ambiente e adquirem também atitudes diferentes para com ele

Outro aspecto importante, citado por alguns moradores, é que a poluição atmosférica de São Paulo não pode afetar o município de Atibaia devido à distância e a Serra da Cantareira que impedem a chegada desses poluentes no município, conforme as falas a seguir:

“... pode causar algum problema, mas doença não... a poluição de São Paulo não afeta aqui por causa da mata...” (entrevistado 9 - M. morador há 4 anos, baiano).

“... a poluição de São Paulo não afeta aqui por causa da mata... fica parado lá na Serra em Mairiporã...” (entrevistado 10 - M. 54 anos, nascido em Atibaia).

A questão que fechava o diálogo com os moradores era como eles avaliam a qualidade do ar da cidade.

“Bom, muito melhor que o ar de São Paulo.” (entrevistada 3 - F. 53 anos, nascida em Atibaia)

“Bom porque Atibaia é uma cidade turística, bem arborizada”. (entrevistada 8 F. moradora há **6 anos, mineira**).

“Acho bom, eu tenho saúde”. (entrevistado 4 - M. 70 anos, paranaense).

“... é bom, é bem melhor Atibaia, aqui tem emprego para mim”. (entrevistada 3 - F. 53 anos, nascida em Atibaia).

Nota-se que mesmo as pessoas que citaram problemas de saúde, ou de fuligem, avaliaram a qualidade do ar como boa e associaram essa característica ao emprego, ao turismo e até mesmo ao próprio bem-estar. Houve também comparações com metrópoles intensamente poluídas como, São Paulo. Segundo os moradores, fatores como distância da capital e a vegetação são importantes barreiras contra a poluição, amenizando a percepção da qualidade do ar que respiram.

No entanto, a questão é muito mais complexa quando envolve sentimentos, idéias e juízos de valor em relação a quaisquer aspectos do ambiente em que vivemos. As percepções dos indivíduos sobre um determinado objeto em particular se originam das experiências singulares e cotidianas, como também pelo continuado acréscimo de conhecimento ao longo dos anos. Uma das maneiras de conhecer a experiência é proporcionar condições para que ela seja verbalmente expressa em forma de breves relatos (TUAN, 1980; HOEFFEL et al., 2010).

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS

6.1 Conclusões

No decorrer do trabalho ficou evidente que o tráfego nas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias pode contribuir com a deterioração da qualidade do ar próximo às rodovias. No entanto, a partir da estimativa de emissões não é possível quantificar os impactos gerados pela poluição na saúde e nas internações devido as diversas variáveis que envolvem essa temática, como ambientais, tecnológicas e humanas.

Os anos de 1998 a 2000 tiveram os maiores índices de internações e invernos mais rigorosos com temperaturas chegando a atingir 5,2 °C (1999) e -0,2 °C (2000). As médias de inverno em torno de 16,0 °C para os dois anos, contra 16,7 °C em 1998. Esse período de invernos mais rigorosos é atribuído ao evento La Niña de 1998-2000 que, provavelmente, influenciou no aumento das internações de todos os municípios da APA, pois verifica-se as maiores médias nesses anos. Nesse sentido, conclui-se que o clima pode ser o maior agravante nos fatores que levam as internações.

Outro fato importante é que a maioria dos municípios ficou acima da média do Estado, destacando Piracaia, Mairiporã, Joanópolis, Nazaré Paulista e Bragança Paulista, que tiveram maiores internações nos anos de 1998, 1999, 2000 e 2007. Além da possível contribuição do fenômeno climático La Niña, essa região está próxima a mananciais e reservatórios e remanescentes de mata atlântica que favorecem uma temperatura climática mais agradável no verão e mais gelada no inverno.

Dentre as doenças que afetam o sistema respiratório, a pneumonia, bronquite e asma são as que mais causam internações na população da APA Cantareira. Observa-se o mesmo comportamento para a cidade de São Paulo.

Quanto ao comportamento mensal das internações, verificou-se que cada município tem suas particularidades, mas todos seguem uma tendência com maiores internações no meses de outono e inverno. No entanto, em alguns meses, como outubro e novembro, houve um aumento significativo na frequência de internação, indicando a possibilidade de haver picos de internações nas estações quentes, essa anormalidade foi associada ao poluente ozônio, que pode contribuir com o aumento das internações nos meses de verão.

Conclui-se que a estimativa das emissões é representativa, principalmente, quando comparado a outros trabalhos como as emissões na Região Metropolitana de Campinas. Para o CO no ano de 2009 foi estimado um valor de 295,99 t (CETESB, 2009) e para a rodovia Dom Pedro I obteve-se um valor de 1216,1 t ao ano.

Quanto à rodovia Fernão Dias obteve-se uma amostra não representativa do volume médio anual, no entanto, ao comparar as emissões diárias entre as rodovias Fernão Dias e Dom Pedro I, verifica-se que o tráfego da primeira emite um volume maior de poluentes, apresentando os seguintes valores diários de 171,94 t e 2,02 t, respectivamente (todos os poluentes).

Informações coletadas em diferentes fontes mostram a importância da rodovia Fernão Dias, principalmente, para o escoamento de produção entre São Paulo e Minas Gerais e que possui um intenso tráfego composto na maioria por veículos comerciais.

As estimativas de emissões não representam a quantidade real de poluentes emitidos pelos veículos que trafegaram pelas rodovias Dom Pedro I e Fernão Dias, podendo ser maior do que o estimado, já que os fatores de emissão são para carros novos ou em bom estado de conservação. Outras variáveis, como fatores tecnológicos, ambiental e humano, contribuem com a quantidade de poluente emitido por cada veículo, porém, são fatores difíceis de considerar.

Ressalta-se que as pessoas que residem próximo às rodovias podem sofrer influência direta dos compostos químicos emitidos pelos veículos. Sendo assim, chamou-se a atenção para alguns bairros próximos às rodovias na APA Cantareira.

Nas entrevistas foi perguntado aos moradores se verificavam a presença de fuligem no ambiente. Poucos moradores associaram a presença do material particulado a doenças como bronquite, gripe e danos materiais.

Concluiu-se também que a maioria dos entrevistados não relacionou diretamente os efeitos da poluição na sua saúde. Cada grupo ou pessoa percebe as externalidades ambientais de forma diferente e valoriza, ou minimiza determinados aspectos que consideram importantes ou não.

É possível concluir que, quando questionados sobre suas percepções com relação à poluição atmosférica, os moradores entrevistados do bairro Jardim do Trevo têm opiniões diferenciadas, negativas e positivas, mas que no final, todos chegam ao mesmo consenso e consideram a qualidade do ar boa.

6.2. Sugestões para próximos trabalhos

Entende-se que a correlação entre poluição e doenças é complexa, envolvendo diversas variáveis ambientais, socioeconômicas, fisiológicas e biológicas. Portanto, a necessidade de pesquisas é constante. Sendo assim, sugere-se para os próximos trabalhos:

Fazer um mapeamento dos bairros próximos às rodovias e verificar a demanda de internações por doenças respiratórias, comparando com a demanda com bairros mais distantes das rodovias.

Fazer aferições de poluentes em bairros que margeiam as rodovias, estabelecendo distâncias pontuais para que se possa verificar a longitude da poluição.

Realizar uma pesquisa sobre dispersão de poluentes nos municípios do interior que estão próximo a São Paulo para avaliar o quanto eles podem ser afetados com a carga poluidora e verificar a influência desses poluentes na saúde humana e no meio ambiente.

Acrescentar a esse tipo de estudo outras variáveis como sociais, econômicas, nutricionais, educacionais e moradia.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. S. A. Duplicação da Rodovia Fernão Dias: **Uma Análise de Equilíbrio Geral**. ESALQ/USP, Disponível em: < <http://www.anpec.org.br/encontro2004/artigos/A04A130.pdf>> Acesso em: jul. 2010.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. **A dispersão de poluentes**. Disponível em: <<http://www.qualar.org/?page=5&subpage>> Acesso em: nov. 2010.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. **Vento**. Disponível em: <http://www.qualar.org/?page=5&subpage=11>> Acesso em: nov. 2010.

ATIBAIA. **Plano Diretor de Atibaia/2006**. Disponível em: <www.camaraatibaia.sp.gov.br/index.aspcentro=plano_diretor>. Acesso em: mar. de 2010.

ALVAREZ JR., O. M., LACAVA, C. I. V., FERNANDES, P.S. **Emissões Atmosféricas**. Brasília: SENAI/DN, 2002. 373p.

ATKINSON, B. W. **Meso-Scale Atmospheric Circulations**, London Academic Press, 1981. 495 pag.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - Brasil. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/Index.html>. Acesso em: fev. 2011.

AUTOPISTA FERNÃO DIAS. Grupo OHL. **A Rodovia**. Disponível em: <http://www.autopistafernao.com.br/?link=institucional>. Acesso em: fev. 2011.

BARBOSA, S. R. C. S.. **Litoral paulista e mudanças ambientais globais: A saúde humana e as mudanças climáticas**. Nepam, Unicamp, 2008.

BARBOSA, S. R. C. S.. **Qualidade de Vida e Complexidade na APA Cantareira, SP: Um estudo sobre a degradação socioambiental e subjetividade**. Nepam, Unicamp, 2009.

BALDAUF, R.W., E. THOMA, V. ISAKOV, T. LONG, J. et. al.. **Traffic and Meteorological Impacts on Near Road Air Quality: Summary of Methods and Trends from the Raleigh Near Road Study**, 2008. J. Air & Waste Manage

BEGGS, P.J.; BAMBRICK, H.J. **Is the global rise of asthma an early impact of anthropogenic climate change?** *Environmental Health Perspectives*, v. 113, n. 8, p.915-919, 2005.

BRAGA, A.; PEREIRA, L. A. A.; SALDIVA, P. H. N. **Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana**. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.< related:libdigi.unicamp.br/document/?down> Acesso em: out. 2009

BRANCO, S. M.; MURGEL, E. **Poluição do ar**. 11ª impressão, Moderna, São Paulo, 1995. 20p.

BRAUER, M., HOEK, G., VAN VLIET, P., et. al.. **Air pollution from traffic and the development of respiratory infections and asthmatic and allergic symptoms in children**. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. Banco de dados do Sistema Único de Saúde. **Caderno de informações de Saúde**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/misp.def>>. Acesso em: nov. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. Banco de dados do Sistema Único de Saúde. **Caderno de informações de Saúde**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/sp.htm>> Acesso em: out. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. Banco de dados do Sistema Único de Saúde. **Caderno de informações de Saúde**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/sp.htm>> Acesso em: out. 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030**. Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf > Acesso em Dez. 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão e Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: <<http://bancodedados.cptec.inpe.br/climatologia/Controller>>. Acesso em: dez. de 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica a. **Gás Natural**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/09-Gas_Natural%282%29.pdf >. Acesso em jan. 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica b. **Carvão Mineral**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/08-Carvao%282%29.pdf> >. Acesso em jan. 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica c. **Petróleo**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/07-Petroleo%282%29.pdf>>. Acesso em jan. 2011.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores**. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/38170819/IBAMA#fullscreen:on>. Acesso em mar.2011.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental; Departamento de Mudanças Climáticas; Gerencia de Qualidade do Ar. **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/182/arquivos/emissoes_veiculares_182.pdf. Acesso em: mar. 2011.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão de Tempo Estudos Climáticas. **Infoclima**. Disponível em: <http://infoclima1.cptec.inpe.br/>. Acesso em: nov. 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. **Inventário da emissão de poluentes de efeito estufa: setor de transporte rodoviário veículos leves Brasil – 1990 a 1994**. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, DF. Disponível em: <[://www.mct.gov.br/clima](http://www.mct.gov.br/clima) > Acesso em: mar. 2011.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN. **Estatística**. Frota. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: fev. 2011.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisas Energéticas. **Balço Energético Nacional**. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2010.aspx>>. Acesso em: fev. 2011.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural**. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br/w3/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=18&segmento=conpet>. Acesso em: fev. 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1990. Resolução CONAMA 003/90. Brasília: Conama. (Mimeo)

BRANCO, G. M.; BRANCO, F. C.; MURGEL, E.. **Modelagem da Qualidade do Ar em Rodovias para a intervenção e gerenciamento da operação, 2003**. Disponível em: http://www.lepa.ufrj.br/cursox/TT_5_Emissoes.pdf. Acesso em: maç. 2011.

COELHO, M. S. Z. S. **Uma análise estatística com vistas à previsibilidade de internações por doenças respiratórias em função de condições meteorológicas na cidade de São Paulo**. 2007. 45p. Tese – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Departamento de Ciências Atmosféricas.

CHECKLEY, W.M.D. **Allergic Asthma. Does living near busy roads increase the chance of developing allergic asthma? 2011**. Disponível em: <http://www.allergyfriendlyhotels.com/links-shop/allergic-asthma-does-living-near-busy-roads-increase-the-chance-of-developing-allergic-asthma>. Acesso em: mai 2011.

CONFALONIERI, U; MENNE, R; AKHTAR, K. L; EBI, M; HAUENGUE, R. S; KOVATS, B; ET AL. **Global Environmental Change and Human Health - GECHH**. Science Plan and Implementation Strategy. Earth System Science Partnership (DIVERSITAS, IGBP, IHDP, and WCRP) Report No.4; Global Environmental Change and Human Health; Report No.1, 2007.

CONSÓRCIO PIRACICABA CAPIVARI e JUNDIAÍ. **Características Climáticas**. Disponível em: < <http://www2.agua.org.br/conteudos/45/caracteristicas-climaticas.aspx>> Acesso em: nov. 2010.

COOPER, D. C.; ALLEY, F. C. **Air Pollution Control - A Design Approach**. Second Edition, Prospect Heights, Illinois. EUA, 1994.

CHECKLEY, W. **Study ties road traffic to asthma and allergies incidence**. Disponível em: <<http://www.smh.com.au/lifestyle/wellbeing/study-ties-road-traffic-to-asthma-and-allergies-incidence-20110207-1ajav.html>> Acesso em: fev.2011.

DAUMAS, R. P.; MENDONÇA, G. A. E. S.; LEON A P. **Poluição do Ar e Mortalidade em Idosos no Município do Rio Janeiro**: Análise de Série Temporal. Cadernos de Saúde Pública. Rio de Janeiro. 2004.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGENS DE MINAS GERAIS - DERMG. Disponível em: <<http://www.der.mg.gov.br/>>. Acesso em: 12 de maio de 2010.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGENS DE SÃO PAULO - DERSP. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/malha/historico_rodovias.aspx>. Acesso em 12 de mai. de 2010.

DIAS, P. L. da S; SALDIVA, P. H. N. **São Paulo exporta poluição para refúgios verdes**. 18 mar. 2002. Entrevistadora: Mariana Viveiros. Folha Online, São Paulo, Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u46316.shtml>>. Acesso em: 9 nov. 2009.

ESTEVES, G. R. T; SEIXAS, R. C.. **Correlation between Pollutants Emission and Inhabitant's Morbidity: São Paulo City Study Case**. workshop on Urban Population, Development and Environment Dynamics in Developing Countries. Nairobi, Kenya. 2007.

FADINI, A. A. B. et al. **Sustentabilidade e Identidade Local – Pauta para um Planejamento Ambiental Participativo em Sub-bacias Hidrográficas da Região Bragantina**. Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Geografia – Área de concentração em Organização do Espaço, Rio Claro-SP: UNESP, 2005.

FADINI, A. A. B. et al. **Mulheres da APA Cantareira - Reflexos da Construção do Sistema Cantareira na Identidade e no Modo de Vida Local**. Centro de Estudos Ambientais. Universidade São Francisco, 2007.

FINKELSTEIN, M. M., JERRETT, M., SEARS, M. R., 2004. **Traffic air pollution and mortality rate advancement periods**. American Journal of Epidemiology 160, 173–177.

GAVIOLI, C. M.; MOURA, T. S.; DUARTE, M. D. C.; et al. **Estimativa de Poluentes Emitidos pelas Empresas de Transportes Coletivos do Município de João Pessoa-PB**. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/887/604>. Acesso em: mar. 2011.

HARRY HEIMANN, M. D. Air pollution and respiratory disease. U.S. **Department of Health, Education and Welfare**. Public Health Service, Division of Air Pollution. Washington, D.C.:1964.

HARRISON, R. M., LEUNG, P. L., SOMERVAILLE, L., 1999. **Analysis of incidence of childhood cancer in the West Midlands of the United Kingdom in relation to proximity of main roads and petrol stations**. Occupational and Environmental Medicine 56.

HOEFFEL, J. L. M.; FADINI, A.; REIS, J. C.; JESUS, C. R.. **Boa Vista Sustentabilidade e Desenvolvimento Local: Percepções Ambientais e Uso do Solo Na Bacia Hidrográfica Do Rio Atibaia**. OLAM Ciência & Tecnologia, v. 9, p. 107-140, 2009.

HOEFFEL, J. L. M.; FADINI, A.; REIS, J. C.; JESUS, C. R. **Alterações Ambientais na APA Cantareira: um estudo na bacia hidrográfica do Rio Atibaia**. Olam: Ciência & Tecnologia (Rio Claro. Online), v. 10, p. 61-90, 2010.

HOEFFEL, J. L. M.; FADINI, A.; SEIXAS, S. R. C. (orgs). **Sustentabilidade, qualidade de vida e identidade local. Olhares sobre as APA's Cantareira (SP) e Fernão Dias (MG)**. São Carlos/São Paulo: RIMA/FAPESP, 2010.

HOEFFEL, J. L.; MACHADO, M. K. ; FADINI, A. **Múltiplo Olhares, Usos Conflitantes Concepções Ambientais e Turismo na APA do Sistema Cantareira**. OLAM (Rio Claro), Rio Claro, v. 5, p. 119-145, 2005.

HOEFFEL, J. L. M.; FADINI, A.; CASTRO, A. N. M.. **Percepções Ambientais E Planejamento Participativo - Um Estudo Na Bacia Hidrográfica Do Ribeirão do Lopo/Vargem/SP**. CLIMEP. Climatologia e estudos da Paisagem. V.5, p 39-64, 2010.

HOGAN, D. et al. **Um breve perfil ambiental do estado de São Paulo** In: Hogan D; Cunha, J M P; Baeninger, R e Carmo, Roberto Luiz do (orgs). Migração e Ambiente em São Paulo. Aspectos relevantes da dinâmica recente. Campinas: NEPO/Unicamp, 2000.275p.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Key World Energy Statistics**, 2006. Disponível em: <<http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2006/key2006.pdf>>. Acesso em: jan. 2011.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **CO₂ Emissions from fuel combustion: 1971 - 1998 - Highlights. 2000 Edition**. International Energy Agency, Paris: Organization for Economic Co-operation and Development, 2000.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Greenhouse gas inventory reporting instructions** – IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol 1, 2, 3. Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Program, the Organization for Economic Co-operation and Development and the International Energy Agency, London. 3 v., 1996.

KATSOUYANNI, K. **Ambient air pollution and health**. British Medical Bulletin. Vol. 68, 2003. Disponível em:< <http://bmb.oxfordjournals.org/content/68/1/143.full.pdf+html>>. Acesso em: jan. de 2010.

KRZYZANOWSKI, M. et al. **Health effects of transport-related air pollution: summary for policy-makers**, 2005. World Health Organization, Europe. Disponível em: <<http://www.who.int/en/>>. Acesso em: nov. 2009.

KOZERSKI, G. R.; HESS, S. C. **Estimativa dos Poluentes Emitidos Pelos Ônibus e Microônibus de Campo Grande/MS, Empregando Como Combustível Diesel, Biodiesel ou Gás Natural**. Revista Engenharia Sanitária - Ambiental. Rio de Janeiro. Vol. 11, n. 2, p. 113-117. Abr/Jun 2006.

LISBOA, H. M. **Controle da Poluição Atmosférica – Efeitos Causados pela Poluição Atmosférica**. Primeira versão. Agosto de 2007. Montreal. Disponível em: <<http://www.lcqar.ufsc.br/adm/aula/Cap%203%20Efeitos%20causados%20pela%20poluicao%20Atmosferica.pdf>>. Acesso em: nov. 2010.

LUCON, O. **O Futuro da Energia**. INTERFACEHS - Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, 2007. Disponível em: <http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/artigos.asp?ed=3&cod_artigo=49>. Acesso em: 05 de agosto de 2009.

MATTOS, L. B. R.. **A Importância do Setor de Transportes na Emissão de Poluentes do Efeito Estufa - O Caso do Município do Rio de Janeiro**, 2001. 92p. Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/lbrmattos.pdf>. Acesso em. mar. 2011.

MIRAGLIA, S. G. E. K.. **Avaliação dos custos econômicos, ambientais e de saúde pública devido ao uso de mistura diesel/etanol estabilizada por um aditivo comercial na cidade de São Paulo, Brasil**. *Cad. Saúde Pública* [online]. 2007, vol.23, suppl.4, pp. S559-S569. ISSN 0102-311X. doi: 10.1590/S0102-311X2007001600016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0102-311x2007001600016&script=sci_abstract&tlng=pt

MONTEIRO, A.G.. **Estratégia de Redução de Emissões de Poluentes no Setor de Transportes por Meio de Substituição Modal na Região Metropolitana de São Paulo XI**, 114 p. 29, COPPE/UFRJ, M.Sc., Rio de Janeiro, 1998.

MINAYO, M. C. S.. **O desafio do conhecimento: Pesquisa qualitativa em saúde**. 7 ed. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 2002.

MIRANDA, E.E.; DORADO, A.J.; ASSUNÇÃO, J.V. **Doenças respiratórias crônicas em quatro municípios paulistas**. Campinas: ECOFORÇA, 1994.

OHL BRASIL. Obrascon Huarte Lain Brasil S.A. **Divulgação dos resultados consolidados, 2010**. Disponível em: http://mrm.comunique-se.com.br/arq/84/arq_84_157994.pdf. Acesso em: mai. 2011.

PACHECO, A. **Mapas das Fontes Potenciais de Contaminação do Município de Atibaia**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo, 2003.

PIRES, A.; FERNANDEZ, E. F.; BUENO, J. C. C. **Política Energética para o Brasil - Propostas para o Crescimento Sustentável**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 2006. 137p

ROTA DAS BANDEIRAS. Rodovia Dom Pedro I. Disponível em: <<http://www.rotadasbandeiras.com.br/quemsomos/historico.aspx>>. Acesso em: 29 de junho de 2010.

HOEK, G., BRUNEKREEF, B., GOLDBOHM, S. et al.. 2002. **Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study.**

SANTOS, M. A.; RODRIGUES, M. G.; **Air Quality Management in the Thermopower Generation in Brazil.** Disponível em <<http://www.ivig.coppe.ufrj.br/docs/gmi.pdf>>. Acesso em: jan. 2011.

SALDIVA, P. Em entrevista, o Prof. Dr. Paulo Saldiva alerta que São Paulo precisa mudar seu modo de transporte - CONPET - Programa Nacional de Racionalização do uso dos derivados de petróleo e do gás natural. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br/noticias/noticia.php?segmento=consumidor&id_noticia=787>. Acesso em: set. de 2009.

SALDIVA, P. H. N. ; ANDRADE, M.F. ; MIRAGLIA, S. G. E. K. ; ANDRÉ, P. A. . O etanol e a saúde. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/downloads/estudomatrizenenergetica>>. Acesso em: 20 out. de 2009

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo.** São Paulo: SMA, 2000.

SÃO PAULO. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>>. Acesso em: jun. de 2010.

SÃO PAULO. Instituto florestal - IEF. Disponível em: <<http://www.iflorestsp.br/rbev/ocintverd.htm>>. Acesso em: 30 de jun. de 2010.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. **Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 2008.** Disponível em: <<http://www.cesteb.sp.gov/relatorios>>. Acesso em: nov. de 2009.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. **Áreas Saturadas - Relação dos Municípios e dados de monitoramento.** Disponível em: <<http://www.cesteb.sp.gov/relatorios>>. Acesso em: nov. de 2010.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental-CETESB. Disponível em: <<http://java.cetesb.sp.gov.br/qualar/home.do>> Acesso em: nov. de 2010.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. **Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/emissoes/proconve.asp>>. Acesso em: jan de 2011.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente. **Mapas.** Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/mapas_apas/cantareira.htm>. Acesso em: 20 jun. de 2010.

SÃO PAULO. Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE. Disponível em: <<http://www.dae.sp.gov.br/acervoepesquisa/relatorios/pluvpmsp>> Acesso em: nov. 2010.

SÃO PAULO. Companhia do Metropolitan do Estado de São Paulo. Pesquisa Origem Destino, 2007. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/empresa/pesquisas/od_2007/teodc.asp> Acesso em: nov.2009.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. Relatório de Qualidade do Ar do Estado de São Paulo, 2005.

SÃO PAULO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas – CIIAGRO. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/index.asp>>. Acesso em: mar. 2011.

SÃO PAULO. Desenvolvimento Rodoviário S.A. – DERSA. Dom Pedro I. **Estatísticas.** Disponível em: <http://www.dersa.sp.gov.br/travessias/estatistica_domp.asp>. Acesso em: fev. 2011.

SEINFELD, J. H; PANDIS, Spyros N. **Atmosferic Chemitry and Physics**. 1ª Ed. Wiley Interscience, Denver, 1998.

SANDSTRÖM T., FREW, A.J., M. et al. **The need for a focus on air pollution research in the elderly**. European Respiratory Journal. ISSN 0904-1850, 2002. Disponível em: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/S_P/Desktop/The%20need%20for%20a%20focus%20on%20air%20pollution%20research%20in%20the%20elderly.htm> Acesso em: jan. 2011.

SINDIPEÇAS. Automotive Business Network. **Levantamento da Frota Circulante Brasileira**. Disponível em: <http://www.automotivebusiness.com.br/pdf/pdf_106.pdf>. Acesso em: mar. 2011.

SCHWARTZ J, DOCKERY D. W. **Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations**. Am Rev Respir Dis 1992.

SCHWARTZ J. **Air pollution and children´s health**. Pediatric 2004.

SILVA, E. P. DA; CAMARGO, J. C; SORDI, A; SANTOS, A. M. R. **Recursos energéticos, meio ambiente e desenvolvimento**. Multiciência, 2º semestre de 2003. Disponível em <www.multiciencia.unicamp.br>.

STERN, A. C.; BOUBEL, R. W.; TURNER, D. B. & Fox D. L. **Fundamentals of Air Pollution**. 3ª Ed. Academic Press, Orlando . 1984.

TUAN, Y-f. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. Tradução de Livia de Oliveira, São Paulo: Difel, 1980.

UNITED STATES OF AMERICA. **Research examines air pollution exposures and health impacts near roads, 2009**. Disponível em: <http://www.epa.gov/ord/ca/pdf/ca-factsheet-roads.pdf>. Acesso em: mai. 2011.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Automobiles and Carbon Monoxide**. Disponível em: <<http://www.epa.gov/otaq/consumer/03-co.pdf> >. Acesso em: aug. de 2010.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Particulate Matter**. Disponível em: <<http://www.epa.gov/air/particlepollution/health.html>>. Acesso em: aug. de 2010.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Nitrogen Dioxide**. Disponível em: <<http://www.epa.gov/air/nitrogenoxides/>>. Acesso em: aug. de 2010.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Sulfur Dioxide**. Disponível em: <<http://www.epa.gov/air/sulfurdioxide/>>. Acesso em: aug. de 2010.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Control Emmissions Technologies - Transport & Dispersion of Air Pollutants**. Disponível em: <http://www.epa.gov/apti/course422/ce1.html>. Acesso em: nov. 2010.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Fine particle air pollution responsible for 9.000 premature deaths in California each year**. Disponível em: <http://www.arb.ca.gov/newsrel/newsrelease.php?id=149>. Acesso em: fev. 2011.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **What is Acid Rain?**. Disponível em: <http://www.epa.gov/acidrain/what/index.html>. Acesso em: fev.2011.

VENKATRAM, A.; ISAKOV, V.; THOMA, E. ; BALDAUF, R.. **Analysis of air quality data near roadways using a dispersion model**, 2007. Disponível em: http://www.epa.gov/AMD/peer/products/173408_Venkatram_AIR.pdf. Acesso em: mai. 2011.

WHATELY, M. **Cantareira 2006: um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo**/ Whately Marussia, Pilar Cunha - São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Air quality and health**. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html>>. Acesso em: 12 nov. de 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Healthy Transport in Developing Cities**. Disponível em

<http://www.who.int/heli/risks/urban/transportpolicybrief2010.doc#_Toc121651352>. Acesso em: ago. de 2010.

ANEXO A – Códigos da Classificação Internacional de Doenças e de Problemas Relacionados à Saúde, Décima Revisão - CID 10

J00 Resfriado comum

J01 Sinusite aguda

J02 Faringite aguda

J03 Amigdalite aguda

J04 Laringite e traqueíte agudas

J05 Laringite obstrutiva aguda [crupe] e epiglotite

J06 Infecções agudas das vias aéreas superiores de localizações múltiplas e não especificadas

J10-J18 Influenza [gripe] e pneumonia

J10 Influenza devida a vírus da influenza [gripe] identificado

J11 Influenza [gripe] devida a vírus não identificado

J12 Pneumonia viral não classificada em outra parte

J13 Pneumonia devida a *Streptococcus pneumoniae*

J14 Pneumonia devida a *Haemophilus influenzae*

J15 Pneumonia bacteriana não classificada em outra parte

J16 Pneumonia devida a outros microorganismos infecciosos especificados não classificados em outra parte

J17 Pneumonia em doenças classificadas em outra parte

J18 Pneumonia por microorganismo não especificada

J20-J22 Outras infecções agudas das vias aéreas inferiores

J20 Bronquite aguda

J21 Bronquiolite aguda

J22 Infecções agudas não especificada das vias aéreas inferiores

J30-J39 Outras doenças das vias aéreas superiores

J30 Rinite alérgica e vasomotora

J31 Rinite, nasofaringite e faringite crônicas

J32 Sinusite crônica

J33 Pólipo nasal

J34 Outros transtornos do nariz e dos seios paranasais

J35 Doenças crônicas das amígdalas e das adenóides

J36 Abscesso periamigdaliano

J37 Laringite e laringotraqueíte crônicas

J38 Doenças das cordas vocais e da laringe não classificadas em outra parte

J39 Outras doenças das vias aéreas superiores

J40-J47 Doenças crônicas das vias aéreas inferiores

J40 Bronquite não especificada como aguda ou crônica

J41 Bronquite crônica simples e a mucopurulenta

J42 Bronquite crônica não especificada

J43 Enfisema

J44 Outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas

J45 Asma

J46 Estado de mal asmático

J47 Bronquectasia

J60-J70 Doenças pulmonares devidas a agentes externos

J60 Pneumoconiose dos mineiros de carvão

J61 Pneumoconiose devida a amianto [asbesto] e outras fibras minerais

J62 Pneumoconiose devida a poeira que contenham sílica

J63 Pneumoconiose devida a outras poeiras inorgânicas

J64 Pneumoconiose não especificada

J65 Pneumoconiose associada com tuberculose

J66 Doenças das vias aéreas devido a poeiras orgânicas específicas

J67 Pneumonite de hipersensibilidade devida a poeiras orgânicas

J68 Afecções respiratórias devidas a inalação de produtos químicos, poluentes, fumaças e vapores

J69 Pneumonite devida a sólidos e líquidos

J70 Afecções respiratórias devida a outros agentes externos

J80-J84 Outras doenças respiratórias que afetam principalmente o interstício

J80 Síndrome do desconforto respiratório do adulto

J81 Edema pulmonar, não especificado de outra forma

J82 Eosinofilia pulmonar, não classificada em outra parte

J84 Outras doenças pulmonares intersticiais

J85-J86 Afecções necróticas e supurativas das vias aéreas inferiores

J85 Abscesso do pulmão e do mediastino

J86 Píotórax

J90-J94 Outras doenças da pleura

J90 Derrame pleural não classificado em outra parte

J91 Derrame pleural em afecções classificadas em outra parte

J92 Placas pleurais

J93 Pneumotórax

J94 Outras afecções pleurais

J95-J99 Outras doenças do aparelho respiratório

J95 Afecções respiratórias pós-procedimentos não classificadas em outra parte

J96 Insuficiência respiratória não classificada de outra parte

J98 Outros transtornos respiratórios

J99 Transtornos respiratórios em doenças classificadas em outra parte

ANEXO B – Evolução do tráfego mensal da rodovia Dom Pedro I no período de 1998 a 2007

Tabela 1 - Evolução do tráfego mensal no ano de 1998

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Norte

Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	167.848	70,82%	14.473	6,11%	20.822	8,78%	10.232	4,32%	18.660	7,87%	1.798	0,76%	3.186	1,34%	69.171	29,18%	237.019
Fev	114.824	64,81%	12.920	7,29%	19.179	10,83%	9.188	5,19%	16.993	9,59%	1.401	0,79%	2.659	1,50%	62.340	35,19%	177.164
Mar	95.000	56,63%	14.780	8,81%	22.521	13,42%	10.742	6,40%	19.612	11,69%	1.836	1,09%	3.270	1,95%	72.761	43,37%	167.761
Abr	102.332	59,99%	13.988	8,20%	21.124	12,38%	10.074	5,91%	18.034	10,57%	1.508	0,88%	3.510	2,06%	68.238	40,01%	170.570
Maí	92.028	55,85%	14.610	8,87%	22.221	13,49%	10.629	6,45%	19.319	11,72%	1.745	1,06%	4.226	2,56%	72.750	44,15%	164.778
Jun	81.765	54,17%	14.435	9,56%	21.805	14,45%	10.077	6,68%	18.131	12,01%	1.448	0,96%	3.279	2,17%	69.175	45,83%	150.940
Jul	104.783	58,90%	15.322	8,61%	22.782	12,81%	10.345	5,82%	19.450	10,93%	1.730	0,97%	3.481	1,96%	73.110	41,10%	177.893
Ago	94.740	55,77%	15.469	9,11%	23.123	13,61%	10.687	6,29%	20.604	12,13%	1.479	0,87%	3.766	2,22%	75.128	44,23%	169.868
Set	102.124	57,43%	15.448	8,69%	22.983	12,93%	10.561	5,94%	20.006	11,25%	1.247	0,70%	5.444	3,06%	75.689	42,57%	177.813
Out	103.288	58,15%	15.447	8,70%	22.888	12,89%	10.395	5,85%	19.898	11,20%	1.650	0,93%	4.049	2,28%	74.327	41,85%	177.615
Nov	103.197	58,01%	15.092	8,48%	21.954	12,34%	10.038	5,64%	20.745	11,66%	1.853	1,04%	5.005	2,81%	74.687	41,99%	177.884
Dez	124.358	59,96%	16.958	8,18%	22.956	11,07%	11.914	5,74%	23.601	11,38%	2.535	1,22%	5.063	2,44%	83.027	40,04%	207.385
Total	1.286.287	59,64%	178.942	8,30%	264.358	12,26%	124.882	5,79%	235.053	10,90%	20.230	0,94%	46.938	2,18%	870.403	40,36%	2.156.690

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 2 - Evolução do tráfego mensal no ano de 1999

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Norte

Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	174.555	70,77%	14.730	5,97%	20.386	8,27%	10.682	4,33%	20.850	8,45%	2.143	0,87%	3.294	1,34%	72.085	29,23%	246.640
Fev	121.884	64,50%	13.783	7,29%	18.638	9,86%	9.611	5,09%	20.474	10,83%	1.886	1,00%	2.695	1,43%	67.087	35,50%	188.971
Mar	96.403	55,21%	16.209	9,28%	22.242	12,74%	11.292	6,47%	22.852	13,09%	2.528	1,45%	3.080	1,76%	78.203	44,79%	174.606
Abr	103.519	59,20%	14.589	8,34%	19.918	11,39%	10.348	5,92%	20.860	11,93%	2.287	1,31%	3.343	1,91%	71.345	40,80%	174.864
Mal	91.311	55,21%	15.649	9,46%	21.092	12,75%	11.140	6,74%	19.727	11,93%	2.523	1,53%	3.938	2,38%	74.069	44,79%	165.380
Jun	86.228	55,40%	14.831	9,53%	20.798	13,36%	10.334	6,64%	17.859	11,47%	2.352	1,51%	3.255	2,09%	69.429	44,60%	155.657
Jul	107.946	61,97%	14.407	8,27%	19.156	11,00%	9.584	5,50%	17.213	9,88%	2.384	1,37%	3.489	2,00%	66.233	38,03%	174.179
Ago	90.383	54,15%	16.095	9,64%	22.801	13,66%	11.503	6,89%	20.099	12,04%	2.185	1,31%	3.858	2,31%	76.541	45,85%	166.924
Set	97.340	56,64%	15.442	8,98%	22.008	12,81%	11.103	6,46%	18.545	10,79%	2.176	1,27%	5.256	3,06%	74.530	43,36%	171.870
Out	105.802	58,63%	15.618	8,66%	21.934	12,16%	11.114	6,16%	18.743	10,39%	2.384	1,32%	4.850	2,69%	74.643	41,37%	180.445
Nov	107.049	59,17%	15.609	8,63%	21.643	11,96%	10.782	5,96%	18.002	9,95%	2.588	1,43%	5.250	2,90%	73.874	40,83%	180.923
Dez	115.822	59,05%	17.447	8,90%	22.451	11,45%	12.233	6,24%	20.315	10,36%	2.643	1,35%	5.217	2,66%	80.306	40,95%	196.128
Total	1.298.242	59,65%	184.409	8,47%	253.067	11,63%	129.726	5,96%	235.539	10,82%	28.079	1,29%	47.525	2,18%	878.345	40,35%	2.176.587

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 3 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2000

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Norte

Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	175.623	71,88%	15.045	6,16%	20.084	8,22%	10.243	4,19%	17.351	7,10%	2.417	0,99%	3.574	1,46%	68.714	28,12%	244.337
Fev	101.520	58,86%	17.181	9,96%	20.331	11,79%	9.978	5,78%	18.235	10,57%	2.445	1,42%	2.792	1,62%	70.962	41,14%	172.482
Mar	127.651	63,02%	18.411	9,09%	20.698	10,22%	10.600	5,23%	18.845	9,30%	2.846	1,41%	3.508	1,73%	74.908	36,98%	202.559
Abr	110.559	60,85%	17.218	9,48%	19.641	10,81%	10.029	5,52%	17.530	9,65%	2.805	1,54%	3.907	2,15%	71.130	39,15%	181.689
Mal	97.251	56,73%	18.041	10,52%	20.517	11,97%	10.651	6,21%	17.901	10,44%	2.618	1,53%	4.449	2,60%	74.177	43,27%	171.428
Jun	93.469	56,59%	17.630	10,67%	20.109	12,17%	10.652	6,45%	17.224	10,43%	2.520	1,53%	3.571	2,16%	71.706	43,41%	165.175
Jul	109.240	60,43%	17.220	9,53%	19.839	10,97%	10.345	5,72%	17.221	9,53%	2.811	1,56%	4.091	2,26%	71.527	39,57%	180.767
Ago	86.545	53,92%	17.568	10,95%	20.074	12,51%	11.576	7,21%	18.385	11,45%	2.626	1,64%	3.735	2,33%	73.964	46,08%	160.509
Set	95.606	57,17%	16.471	9,85%	18.646	11,15%	10.743	6,42%	17.292	10,34%	3.082	1,84%	5.398	3,23%	71.632	42,83%	167.238
Out	109.102	59,85%	16.946	9,30%	18.868	10,35%	11.010	6,04%	18.329	10,06%	3.279	1,80%	4.748	2,60%	73.180	40,15%	182.282
Nov	103.963	58,97%	16.601	9,42%	18.638	10,57%	11.386	6,46%	17.696	10,04%	3.111	1,76%	4.894	2,78%	72.326	41,03%	176.289
Dez	124.967	62,30%	17.850	8,90%	18.662	9,30%	12.554	6,26%	17.731	8,84%	3.141	1,57%	5.697	2,84%	75.635	37,70%	200.602
Total	1.335.496	60,56%	206.182	9,35%	236.107	10,71%	129.767	5,88%	213.740	9,69%	33.701	1,53%	50.364	2,28%	869.861	39,44%	2.205.357

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 4 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2001

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Norte

Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	180.998	73,07%	16.112	6,50%	17.083	6,90%	10.480	4,23%	16.297	6,58%	3.136	1,27%	3.614	1,46%	66.722	26,93%	247.720
Fev	116.844	66,05%	14.638	8,27%	15.433	8,72%	9.265	5,24%	15.070	8,52%	2.830	1,60%	2.826	1,60%	60.062	33,95%	176.906
Mar	102.303	59,70%	16.959	9,90%	18.002	10,51%	10.644	6,21%	17.121	9,99%	3.097	1,81%	3.233	1,89%	69.056	40,30%	171.359
Abr	107.578	63,42%	15.292	9,02%	15.818	9,33%	9.694	5,72%	14.950	8,81%	2.875	1,69%	3.414	2,01%	62.043	36,58%	169.621
Mal	89.900	56,96%	16.670	10,56%	17.439	11,05%	10.851	6,88%	16.577	10,50%	2.940	1,86%	3.447	2,18%	67.924	43,04%	157.824
Jun	89.518	59,35%	15.203	10,08%	15.771	10,46%	10.026	6,65%	14.891	9,87%	2.512	1,67%	2.916	1,93%	61.319	40,65%	150.837
Jul	114.100	64,37%	15.539	8,77%	16.123	9,10%	10.203	5,76%	15.376	8,67%	2.705	1,53%	3.208	1,81%	63.154	35,63%	177.254
Ago	85.954	57,00%	16.348	10,84%	16.782	11,13%	10.341	6,86%	15.532	10,30%	2.861	1,90%	2.976	1,97%	64.840	43,00%	150.794
Set	100.259	62,17%	14.617	9,06%	15.025	9,32%	9.242	5,73%	15.061	9,34%	2.594	1,61%	4.468	2,77%	61.007	37,83%	161.266
Out	102.295	61,75%	15.847	9,57%	16.046	9,69%	9.601	5,80%	14.869	8,98%	3.034	1,83%	3.979	2,40%	63.376	38,25%	165.671
Nov	107.388	60,52%	18.077	10,19%	17.403	9,81%	9.902	5,58%	17.559	9,90%	3.049	1,72%	4.053	2,28%	70.043	39,48%	177.431
Dez	115.963	62,06%	19.787	10,59%	17.316	9,27%	10.704	5,73%	16.055	8,59%	2.569	1,37%	4.450	2,38%	70.881	37,94%	186.844
Total	1.313.100	62,72%	195.089	9,32%	198.241	9,47%	120.953	5,78%	189.358	9,04%	34.202	1,63%	42.584	2,03%	780.427	37,28%	2.093.527

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 5 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2002

PEDÁGIO DE NAZARE PAULISTA (Campinas / Jacarei) - Pista Sul																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	0	0,00%	16.135	21,92%	25.418	34,54%	6.824	9,27%	17.827	24,22%	4.645	6,31%	2.749	3,74%	73.598	100,00%	73.598
Fev	0	0,00%	14.591	22,91%	22.083	34,68%	6.003	9,43%	14.750	23,16%	3.915	6,15%	2.334	3,67%	63.676	100,00%	63.676
Mar	0	0,00%	16.674	23,69%	24.072	34,20%	6.960	9,89%	16.213	23,04%	3.996	5,68%	2.461	3,50%	70.376	100,00%	70.376
Abr	0	0,00%	16.694	23,49%	23.654	33,28%	7.186	10,11%	16.826	23,67%	4.334	6,10%	2.377	3,34%	71.071	100,00%	71.071
Mai	0	0,00%	16.579	22,79%	23.783	32,69%	7.449	10,24%	17.561	24,14%	4.582	6,30%	2.797	3,84%	72.751	100,00%	72.751
Jun	0	0,00%	16.052	24,00%	22.968	34,35%	6.687	10,00%	14.567	21,78%	4.283	6,40%	2.313	3,46%	66.870	100,00%	66.870
Jul	0	0,00%	17.675	24,70%	24.542	34,30%	6.976	9,75%	15.538	21,71%	4.216	5,89%	2.608	3,64%	71.555	100,00%	71.555
Ago	0	0,00%	16.838	24,07%	23.958	34,25%	6.955	9,94%	15.325	21,91%	4.368	6,25%	2.498	3,57%	69.942	100,00%	69.942
Set	0	0,00%	16.888	23,70%	24.126	33,85%	6.775	9,51%	15.204	21,33%	4.417	6,20%	3.859	5,41%	71.269	100,00%	71.269
Out	0	0,00%	17.328	22,92%	25.883	34,23%	8.093	10,70%	16.199	21,42%	5.208	6,89%	2.905	3,84%	75.616	100,00%	75.616
Nov	0	0,00%	16.799	23,25%	23.333	32,29%	7.206	9,97%	16.465	22,79%	4.809	6,66%	3.647	5,05%	72.259	100,00%	72.259
Dez	0	0,00%	17.163	23,16%	24.424	32,96%	7.452	10,06%	16.021	21,62%	5.139	6,94%	3.895	5,26%	74.094	100,00%	74.094
Total	0	0,00%	199.416	23,38%	288.244	33,79%	84.566	9,91%	192.496	22,56%	53.912	6,32%	34.443	4,04%	853.077	100,00%	853.077

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 5 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2002

PEDÁGIO DE NAZARE PAULISTA (Jacareí / Campinas) - Pista Norte																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	180.046	73,90%	18.568	7,62%	16.704	6,86%	9.410	3,86%	13.800	5,66%	2.385	0,98%	2.722	1,12%	63.589	26,10%	243.635
Fev	125.560	68,82%	16.523	9,06%	14.943	8,19%	8.607	4,72%	12.328	6,76%	2.192	1,20%	2.288	1,25%	56.881	31,18%	182.441
Mar	120.887	65,87%	18.128	9,88%	16.371	8,92%	9.655	5,26%	13.529	7,37%	2.601	1,42%	2.352	1,28%	62.636	34,13%	183.523
Abr	103.409	62,88%	17.105	10,40%	15.968	9,71%	9.235	5,62%	14.013	8,52%	2.391	1,45%	2.323	1,41%	61.035	37,12%	164.444
Mai	102.442	62,48%	16.781	10,23%	15.740	9,60%	8.788	5,36%	14.751	9,00%	2.630	1,60%	2.833	1,73%	61.523	37,52%	163.965
Jun	98.772	64,21%	15.382	10,00%	14.825	9,64%	7.530	4,89%	12.689	8,25%	2.232	1,45%	2.401	1,56%	55.059	35,79%	153.831
Jul	125.500	68,78%	16.018	8,78%	15.098	8,27%	8.106	4,44%	12.936	7,09%	2.240	1,23%	2.574	1,41%	56.972	31,22%	182.472
Ago	108.658	66,25%	15.389	9,38%	15.388	9,38%	7.723	4,71%	12.327	7,52%	2.086	1,27%	2.436	1,49%	55.349	33,75%	164.007
Set	109.030	66,52%	14.652	8,94%	14.891	9,09%	8.047	4,91%	11.511	7,02%	1.898	1,16%	3.876	2,36%	54.875	33,48%	163.905
Out	121.745	67,35%	15.872	8,78%	16.180	8,95%	9.250	5,12%	12.629	6,99%	2.178	1,20%	2.905	1,61%	59.014	32,65%	180.759
Nov	134.350	70,63%	14.618	7,69%	15.217	8,00%	8.401	4,42%	11.897	6,25%	2.089	1,10%	3.641	1,91%	55.863	29,37%	190.213
Dez	140.555	71,18%	15.811	8,01%	14.750	7,47%	8.860	4,49%	11.845	6,00%	1.825	0,92%	3.822	1,94%	56.913	28,82%	197.468
Total	1.470.954	67,77%	194.847	8,98%	186.075	8,57%	103.612	4,77%	154.255	7,11%	26.747	1,23%	34.173	1,57%	699.709	32,23%	2.170.663
2.001	1.313.100	62,72%	195.089	9,32%	198.241	9,47%	120.953	5,78%	189.358	9,04%	34.202	1,63%	42.584	2,03%	780.427	37,28%	2.093.527
02%01	12,02%		-0,12%		-6,14%		-14,34%		-18,54%		-21,80%		-19,75%		-10,34%		3,68%

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 6- Evolução do tráfego mensal no ano de 2003

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA (Campinas / Jacarei) - Pista Sul																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais													Total	
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal		%
Jan	0	0,00%	15.319	22,04%	23.446	33,73%	6.935	9,98%	16.290	23,44%	5.441	7,83%	2.074	2,98%	69.505	100,00%	69.505
Fev	0	0,00%	14.615	22,52%	21.712	33,45%	6.693	10,31%	15.306	23,58%	5.119	7,89%	1.455	2,24%	64.900	100,00%	64.900
Mar	0	0,00%	14.362	22,24%	20.866	32,31%	6.555	10,15%	15.516	24,03%	5.165	8,00%	2.108	3,26%	64.572	100,00%	64.572
Abr	0	0,00%	14.567	22,74%	20.694	32,30%	6.642	10,37%	15.033	23,47%	5.011	7,82%	2.115	3,30%	64.062	100,00%	64.062
Mai	0	0,00%	16.010	22,66%	22.955	32,49%	7.912	11,20%	15.959	22,59%	5.562	7,87%	2.244	3,18%	70.642	100,00%	70.642
Jun	0	0,00%	14.653	22,04%	21.883	32,92%	7.321	11,01%	15.798	23,77%	4.957	7,46%	1.858	2,80%	66.470	100,00%	66.470
Jul	0	0,00%	15.421	21,58%	23.259	32,55%	8.048	11,26%	17.139	23,99%	5.471	7,66%	2.113	2,96%	71.451	100,00%	71.451
Ago	0	0,00%	14.860	21,68%	22.464	32,78%	7.290	10,64%	15.915	23,22%	5.714	8,34%	2.285	3,33%	68.528	100,00%	68.528
Set	0	0,00%	15.702	22,00%	22.764	31,89%	7.419	10,39%	16.110	22,57%	5.951	8,34%	3.441	4,82%	71.387	100,00%	71.387
Out	0	0,00%	16.051	21,69%	23.927	32,33%	7.879	10,65%	17.158	23,18%	6.242	8,43%	2.755	3,72%	74.012	100,00%	74.012
Nov	0	0,00%	15.930	22,14%	22.875	31,80%	7.789	10,83%	16.348	22,72%	5.923	8,23%	3.078	4,28%	71.943	100,00%	71.943
Dez	0	0,00%	16.956	22,91%	23.114	31,23%	8.141	11,00%	16.719	22,59%	5.938	8,02%	3.133	4,23%	74.001	100,00%	74.001
Total	0	0,00%	184.446	22,18%	269.959	32,47%	88.624	10,66%	193.291	23,25%	66.494	8,00%	28.659	3,45%	831.473	100,00%	831.473
2.002	0	0,00%	199.416	23,38%	288.244	33,79%	84.566	9,91%	192.496	22,56%	53.912	6,32%	34.443	4,04%	853.077	100,00%	853.077
%03/02	0,00%		-7,51%		-6,34%		4,80%		0,41%		23,34%		-16,79%		-2,53%		-2,53%

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 6- Evolução do tráfego mensal no ano de 2003

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA (Jacarei / Campinas) - Pista Norte																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	176.203	72,36%	19.694	8,09%	17.620	7,24%	9.875	4,06%	14.713	6,04%	3.233	1,33%	2.168	0,89%	67.303	27,64%	243.506
Fev	96.785	60,03%	19.219	11,92%	16.934	10,50%	10.134	6,29%	13.352	8,28%	3.301	2,05%	1.496	0,93%	64.436	39,97%	161.221
Mar	120.627	65,52%	18.282	9,93%	16.478	8,95%	10.190	5,53%	13.278	7,21%	3.112	1,69%	2.137	1,16%	63.477	34,48%	184.104
Abr	105.437	62,23%	19.021	11,23%	16.441	9,70%	9.717	5,74%	13.387	7,90%	3.283	1,94%	2.143	1,26%	63.992	37,77%	169.429
Mai	91.659	56,99%	20.783	12,92%	17.546	10,91%	10.391	6,46%	14.686	9,13%	3.531	2,20%	2.233	1,39%	69.170	43,01%	160.829
Jun	93.958	59,51%	18.804	11,91%	16.181	10,25%	9.239	5,85%	13.962	8,84%	3.818	2,42%	1.936	1,23%	63.940	40,49%	157.898
Jul	107.776	60,49%	20.017	11,24%	17.942	10,07%	10.599	5,95%	15.778	8,86%	3.931	2,21%	2.122	1,19%	70.389	39,51%	178.165
Ago	89.111	57,13%	19.500	12,50%	16.857	10,81%	10.498	6,73%	13.814	8,86%	3.981	2,55%	2.208	1,42%	66.858	42,87%	155.969
Set	86.773	55,10%	20.054	12,73%	17.462	11,09%	11.113	7,06%	14.926	9,48%	3.842	2,44%	3.302	2,10%	70.699	44,90%	157.472
Out	100.271	57,90%	20.926	12,08%	18.668	10,78%	11.948	6,90%	14.778	8,53%	3.913	2,26%	2.689	1,55%	72.922	42,10%	173.193
Nov	104.162	59,54%	20.447	11,69%	17.788	10,17%	11.790	6,74%	14.169	8,10%	3.680	2,10%	2.920	1,67%	70.794	40,46%	174.956
Dez	125.758	63,38%	21.931	11,05%	17.682	8,91%	12.348	6,22%	14.496	7,31%	3.191	1,61%	3.003	1,51%	72.651	36,62%	198.409
Total	1.298.520	61,39%	238.678	11,28%	207.599	9,81%	127.842	6,04%	171.339	8,10%	42.816	2,02%	28.357	1,34%	816.631	38,61%	2.115.151
2.002	1.470.954	67,77%	194.847	8,98%	186.075	8,57%	103.612	4,77%	154.255	7,11%	26.747	1,23%	34.173	1,57%	699.709	32,23%	2.170.663
%03/02	-11,72%		22,50%		11,57%		23,39%		11,08%		60,08%		-17,02%		16,71%		-2,56%

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 7- Evolução do tráfego mensal no ano de 2004

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Norte																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	177.882	72,71%	19.309	7,89%	16.864	6,89%	10.950	4,48%	13.196	5,39%	4.860	1,99%	1.594	0,65%	66.773	27,29%	244.655
Fev	124.686	65,99%	18.332	9,70%	16.421	8,69%	10.775	5,70%	13.011	6,89%	4.542	2,40%	1.183	0,63%	64.264	34,01%	188.950
Mar	95.113	56,24%	20.861	12,33%	19.495	11,53%	12.097	7,15%	15.201	8,99%	5.065	2,99%	1.297	0,77%	74.016	43,76%	169.129
Abr	105.907	60,53%	20.117	11,50%	18.235	10,42%	11.093	6,34%	13.521	7,73%	4.567	2,61%	1.528	0,87%	69.061	39,47%	174.968
Mal	92.364	56,02%	21.544	13,07%	18.333	11,12%	11.596	7,03%	14.412	8,74%	4.800	2,91%	1.831	1,11%	72.516	43,98%	164.880
Jun	89.278	55,52%	20.821	12,95%	17.799	11,07%	11.522	7,17%	14.773	9,19%	5.119	3,18%	1.487	0,92%	71.521	44,48%	160.799
Jul	117.121	61,28%	21.326	11,16%	18.662	9,76%	11.666	6,10%	14.784	7,73%	5.819	3,04%	1.761	0,92%	74.018	38,72%	191.139
Ago	91.362	55,15%	21.549	13,01%	19.099	11,53%	12.122	7,32%	14.479	8,74%	5.292	3,19%	1.753	1,06%	74.294	44,85%	165.656
Set	104.866	58,14%	21.881	12,13%	19.172	10,63%	11.527	6,39%	14.537	8,06%	5.842	3,24%	2.548	1,41%	75.507	41,86%	180.373
Out	109.464	59,76%	21.346	11,65%	18.245	9,96%	11.273	6,15%	14.673	8,01%	6.043	3,30%	2.116	1,16%	73.696	40,24%	183.160
Nov	116.877	61,12%	21.572	11,28%	18.351	9,60%	11.731	6,13%	15.036	7,86%	5.173	2,71%	2.476	1,29%	74.339	38,88%	191.216
Dez	125.301	60,75%	24.861	12,05%	19.656	9,53%	13.094	6,35%	15.294	7,42%	5.542	2,69%	2.494	1,21%	80.941	39,25%	206.242
Total	1.350.221	60,79%	253.519	11,41%	220.332	9,92%	139.446	6,28%	172.917	7,78%	62.664	2,82%	22.068	0,99%	870.946	39,21%	2.221.167

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 7 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2004

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Sul																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	0	0,00%	14.795	22,33%	22.352	33,73%	7.327	11,06%	15.479	23,36%	4.761	7,18%	1.550	2,34%	66.264	100,00%	66.264
Fev	0	0,00%	14.128	22,62%	20.835	33,36%	6.891	11,03%	15.244	24,41%	4.173	6,68%	1.179	1,89%	62.450	100,00%	62.450
Mar	0	0,00%	16.186	22,76%	23.986	33,73%	7.845	11,03%	17.035	23,96%	4.813	6,77%	1.242	1,75%	71.107	100,00%	71.107
Abr	0	0,00%	15.532	23,42%	22.096	33,31%	7.799	11,76%	15.476	23,33%	3.896	5,87%	1.531	2,31%	66.330	100,00%	66.330
Maí	0	0,00%	17.052	24,34%	22.736	32,45%	8.248	11,77%	16.288	23,25%	3.996	5,70%	1.741	2,48%	70.061	100,00%	70.061
Jun	0	0,00%	16.189	23,55%	22.797	33,17%	8.202	11,93%	15.939	23,19%	4.124	6,00%	1.486	2,16%	68.737	100,00%	68.737
Jul	0	0,00%	16.588	23,37%	23.588	33,23%	8.610	12,13%	16.260	22,90%	4.193	5,91%	1.754	2,47%	70.993	100,00%	70.993
Ago	0	0,00%	17.259	23,40%	24.718	33,52%	9.053	12,28%	16.681	22,62%	4.220	5,72%	1.814	2,46%	73.745	100,00%	73.745
Set	0	0,00%	17.718	23,56%	24.769	32,93%	9.275	12,33%	16.717	22,23%	4.231	5,63%	2.502	3,33%	75.212	100,00%	75.212
Out	0	0,00%	17.093	23,09%	23.555	31,82%	10.005	13,52%	17.139	23,15%	4.110	5,55%	2.126	2,87%	74.028	100,00%	74.028
Nov	0	0,00%	17.966	23,61%	24.240	31,86%	10.022	13,17%	17.164	22,56%	4.280	5,63%	2.413	3,17%	76.085	100,00%	76.085
Dez	0	0,00%	19.413	24,34%	25.239	31,64%	10.783	13,52%	17.324	21,72%	4.496	5,64%	2.514	3,15%	79.769	100,00%	79.769
Total	-	0,00%	199.919	23,39%	280.911	32,86%	104.060	12,17%	196.746	23,02%	51.293	6,00%	21.852	2,56%	854.781	100,00%	854.781

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 8 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2005

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Norte																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	181.576	72,40%	20.086	8,01%	17.505	6,98%	10.756	4,29%	14.297	5,70%	5.099	2,03%	1.488	0,59%	69.231	27,60%	250.807
Fev	121.000	65,43%	18.663	10,09%	15.905	8,60%	10.438	5,64%	13.341	7,21%	4.594	2,48%	999	0,54%	63.940	34,57%	184.940
Mar	110.384	59,74%	21.618	11,70%	18.560	10,04%	12.044	6,52%	15.200	8,23%	5.738	3,11%	1.243	0,67%	74.403	40,26%	184.787
Abr	104.208	58,55%	21.224	11,92%	17.805	10,00%	11.774	6,62%	15.836	8,90%	5.860	3,29%	1.277	0,72%	73.776	41,45%	177.984
Mal	101.617	57,56%	21.927	12,42%	17.989	10,19%	12.359	7,00%	15.758	8,93%	5.445	3,08%	1.435	0,81%	74.913	42,44%	176.530
Jun	86.877	54,15%	21.583	13,45%	17.972	11,20%	11.917	7,43%	15.858	9,88%	5.157	3,21%	1.064	0,66%	73.551	45,85%	160.428
Jul	121.806	62,69%	21.188	10,90%	17.482	9,00%	11.524	5,93%	15.690	8,08%	5.226	2,69%	1.384	0,71%	72.494	37,31%	194.300
Ago	95.016	55,65%	22.147	12,97%	18.501	10,84%	11.884	6,96%	16.568	9,70%	5.439	3,19%	1.183	0,69%	75.722	44,35%	170.738
Set	96.211	56,55%	21.788	12,81%	18.384	10,80%	11.345	6,67%	15.556	9,14%	5.011	2,95%	1.851	1,09%	73.935	43,45%	170.146
Out	103.375	58,68%	21.227	12,05%	17.924	10,17%	11.595	6,58%	15.291	8,68%	5.086	2,89%	1.681	0,95%	72.804	41,32%	176.179
Nov	113.871	60,09%	22.667	11,96%	18.173	9,59%	12.699	6,70%	15.143	7,99%	5.166	2,73%	1.776	0,94%	75.624	39,91%	189.495
Dez	129.398	61,44%	24.973	11,86%	18.818	8,94%	14.205	6,74%	15.482	7,35%	5.846	2,78%	1.884	0,89%	81.208	38,56%	210.606
Total	1.365.339	60,76%	259.091	11,53%	215.018	9,57%	142.540	6,34%	184.020	8,19%	63.667	2,83%	17.265	0,77%	881.601	39,24%	2.246.940

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 8 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2005

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Sul																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	0	0,00%	15.847	22,90%	22.394	32,37%	8.832	12,76%	16.502	23,85%	4.281	6,19%	1.335	1,93%	69.191	100,00%	69.191
Fev	0	0,00%	14.658	23,36%	20.759	33,08%	8.178	13,03%	14.624	23,30%	3.621	5,77%	919	1,46%	62.759	100,00%	62.759
Mar	0	0,00%	17.198	23,39%	24.096	32,77%	9.672	13,15%	17.227	23,43%	4.144	5,64%	1.200	1,63%	73.537	100,00%	73.537
Abr	0	0,00%	16.562	23,40%	22.645	32,00%	10.015	14,15%	16.313	23,05%	3.899	5,51%	1.339	1,89%	70.773	100,00%	70.773
Maí	0	0,00%	17.691	23,97%	23.715	32,13%	10.171	13,78%	16.867	22,85%	3.981	5,39%	1.395	1,89%	73.820	100,00%	73.820
Jun	0	0,00%	16.701	23,57%	23.527	33,20%	9.541	13,46%	16.141	22,78%	3.839	5,42%	1.119	1,58%	70.868	100,00%	70.868
Jul	0	0,00%	16.395	23,60%	23.074	33,21%	9.688	13,94%	15.407	22,17%	3.546	5,10%	1.372	1,97%	69.482	100,00%	69.482
Ago	0	0,00%	17.629	23,96%	24.700	33,58%	10.089	13,71%	16.283	22,14%	3.659	4,97%	1.202	1,63%	73.562	100,00%	73.562
Set	0	0,00%	17.601	24,66%	23.491	32,92%	9.359	13,11%	15.406	21,59%	3.562	4,99%	1.944	2,72%	71.363	100,00%	71.363
Out	0	0,00%	17.155	24,23%	23.465	33,15%	9.725	13,74%	15.233	21,52%	3.572	5,05%	1.640	2,32%	70.790	100,00%	70.790
Nov	0	0,00%	18.463	25,46%	23.545	32,47%	9.830	13,56%	15.296	21,09%	3.606	4,97%	1.771	2,44%	72.511	100,00%	72.511
Dez	0	0,00%	19.876	25,91%	24.004	31,29%	10.402	13,56%	16.473	21,47%	3.983	5,19%	1.984	2,59%	76.722	100,00%	76.722
Total	-	0,00%	205.776	24,06%	279.415	32,67%	115.502	13,50%	191.772	22,42%	45.693	5,34%	17.220	2,01%	855.378	100,00%	855.378

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 9 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2006

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Norte																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	197.191	73,90%	20.636	7,73%	17.275	6,47%	11.755	4,41%	13.721	5,14%	5.110	1,92%	1.142	0,43%	69.639	26,10%	266.830
Fev	109.012	62,17%	19.970	11,39%	16.070	9,16%	11.508	6,56%	12.919	7,37%	5.109	2,91%	763	0,44%	66.339	37,83%	175.351
Mar	116.541	60,21%	23.472	12,13%	18.712	9,67%	13.095	6,77%	14.879	7,69%	5.898	3,05%	956	0,49%	77.012	39,79%	193.553
Abr	113.310	62,00%	21.263	11,63%	16.356	8,95%	11.416	6,25%	13.564	7,42%	5.681	3,11%	1.164	0,64%	69.444	38,00%	182.754
Mal	94.949	55,55%	23.325	13,65%	18.400	10,77%	12.562	7,35%	14.501	8,48%	6.029	3,53%	1.158	0,68%	75.975	44,45%	170.924
Jun	89.257	55,09%	21.745	13,42%	17.190	10,61%	12.116	7,48%	14.479	8,94%	6.196	3,82%	1.050	0,65%	72.776	44,91%	162.033
Jul	121.345	62,40%	22.494	11,57%	17.177	8,83%	12.051	6,20%	14.016	7,21%	6.129	3,15%	1.249	0,64%	73.116	37,60%	194.461
Ago	94.803	54,69%	23.860	13,76%	18.705	10,79%	12.850	7,41%	15.762	9,09%	6.350	3,66%	1.013	0,58%	78.540	45,31%	173.343
Set	108.441	58,80%	23.901	12,96%	18.137	9,84%	12.640	6,85%	14.576	7,90%	5.009	2,72%	1.707	0,93%	75.970	41,20%	184.411
Out	113.856	59,50%	24.077	12,58%	18.935	9,89%	13.034	6,81%	15.170	7,93%	4.858	2,54%	1.440	0,75%	77.514	40,50%	191.370
Nov	122.214	59,98%	25.374	12,45%	19.461	9,55%	14.190	6,96%	15.199	7,46%	5.602	2,75%	1.721	0,84%	81.547	40,02%	203.761
Dez	143.028	63,07%	26.532	11,70%	19.668	8,67%	14.711	6,49%	14.613	6,44%	6.426	2,83%	1.791	0,79%	83.741	36,93%	226.769
Total	1.423.947	61,23%	276.649	11,90%	216.086	9,29%	151.928	6,53%	173.399	7,46%	68.397	2,94%	15.154	0,65%	901.613	38,77%	2.325.560

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 9 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2006

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Sul																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	0	0,00%	16.662	24,44%	23.166	33,99%	8.965	13,15%	14.912	21,88%	3.423	5,02%	1.036	1,52%	68.164	100,00%	68.164
Fev	0	0,00%	16.229	25,22%	21.294	33,09%	8.856	13,76%	13.971	21,71%	3.222	5,01%	784	1,22%	64.356	100,00%	64.356
Mar	0	0,00%	18.531	24,62%	25.322	33,64%	10.166	13,51%	16.640	22,11%	3.703	4,92%	912	1,21%	75.274	100,00%	75.274
Abr	0	0,00%	16.894	25,13%	21.851	32,51%	9.446	14,05%	14.428	21,47%	3.406	5,07%	1.191	1,77%	67.216	100,00%	67.216
Mal	0	0,00%	18.617	25,15%	24.184	32,67%	10.375	14,01%	15.989	21,60%	3.723	5,03%	1.140	1,54%	74.028	100,00%	74.028
Jun	0	0,00%	17.155	24,76%	22.270	32,14%	9.844	14,21%	15.239	21,99%	3.719	5,37%	1.058	1,53%	69.285	100,00%	69.285
Jul	0	0,00%	18.115	25,35%	23.366	32,70%	10.161	14,22%	14.941	20,91%	3.642	5,10%	1.233	1,73%	71.458	100,00%	71.458
Ago	0	0,00%	18.894	24,52%	25.281	32,81%	11.480	14,90%	16.389	21,27%	3.953	5,13%	1.045	1,36%	77.042	100,00%	77.042
Set	0	0,00%	18.976	25,50%	24.394	32,77%	10.226	13,74%	15.340	20,61%	3.767	5,06%	1.727	2,32%	74.430	100,00%	74.430
Out	0	0,00%	19.486	25,23%	25.263	32,71%	10.334	13,38%	16.509	21,38%	4.130	5,35%	1.511	1,96%	77.233	100,00%	77.233
Nov	0	0,00%	20.460	25,53%	25.520	31,84%	11.095	13,84%	17.033	21,25%	4.363	5,44%	1.679	2,09%	80.150	100,00%	80.150
Dez	0	0,00%	20.970	25,86%	24.322	29,99%	11.685	14,41%	17.810	21,96%	4.376	5,40%	1.926	2,38%	81.089	100,00%	81.089
Total	-	0,00%	220.989	25,12%	286.233	32,54%	122.633	13,94%	189.201	21,51%	45.427	5,16%	15.242	1,73%	879.725	100,00%	879.725

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 10 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2007

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Norte																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	203.453	72,83%	23.449	8,39%	18.131	6,49%	12.921	4,63%	14.048	5,03%	6.232	2,23%	1.113	0,40%	75.894	27,17%	279.347
Fev	137.610	66,47%	21.026	10,16%	16.687	8,06%	12.181	5,88%	13.130	6,34%	5.586	2,70%	800	0,39%	69.410	33,53%	207.020
Mar	112.046	58,16%	24.283	12,61%	19.548	10,15%	14.578	7,57%	15.192	7,89%	6.147	3,19%	845	0,44%	80.593	41,84%	192.639
Abr	124.480	62,64%	22.365	11,25%	17.871	8,99%	13.322	6,70%	14.019	7,05%	5.515	2,78%	1.150	0,58%	74.242	37,36%	198.722
Mal	101.362	55,54%	24.322	13,33%	19.199	10,52%	14.876	8,15%	15.668	8,59%	5.963	3,27%	1.103	0,60%	81.131	44,46%	182.493
Jun	100.824	56,52%	23.521	13,19%	18.271	10,24%	14.426	8,09%	14.448	8,10%	5.896	3,31%	985	0,55%	77.547	43,48%	178.371
Jul	134.684	62,58%	24.237	11,26%	19.144	8,90%	14.872	6,91%	14.876	6,91%	6.079	2,82%	1.320	0,61%	80.528	37,42%	215.212
Ago	105.904	55,40%	25.606	13,40%	20.592	10,77%	15.276	7,99%	16.175	8,46%	6.515	3,41%	1.091	0,57%	85.255	44,60%	191.159
Set	131.721	61,06%	25.370	11,76%	19.647	9,11%	15.230	7,06%	15.695	7,28%	6.235	2,89%	1.809	0,84%	83.986	38,94%	215.707
Out	133.847	59,77%	27.200	12,15%	21.198	9,47%	16.465	7,35%	17.066	7,62%	6.771	3,02%	1.384	0,62%	90.084	40,23%	223.931
Nov	137.308	61,04%	26.592	11,82%	20.140	8,95%	15.732	6,99%	16.706	7,43%	6.937	3,08%	1.519	0,68%	87.626	38,96%	224.934
Dez	151.822	63,45%	27.884	11,65%	19.931	8,33%	16.321	6,82%	14.901	6,23%	6.674	2,79%	1.731	0,72%	87.442	36,55%	239.264
Total	1.575.061	61,80%	295.855	11,61%	230.359	9,04%	176.200	6,91%	181.924	7,14%	74.550	2,92%	14.850	0,58%	973.738	38,20%	2.548.799

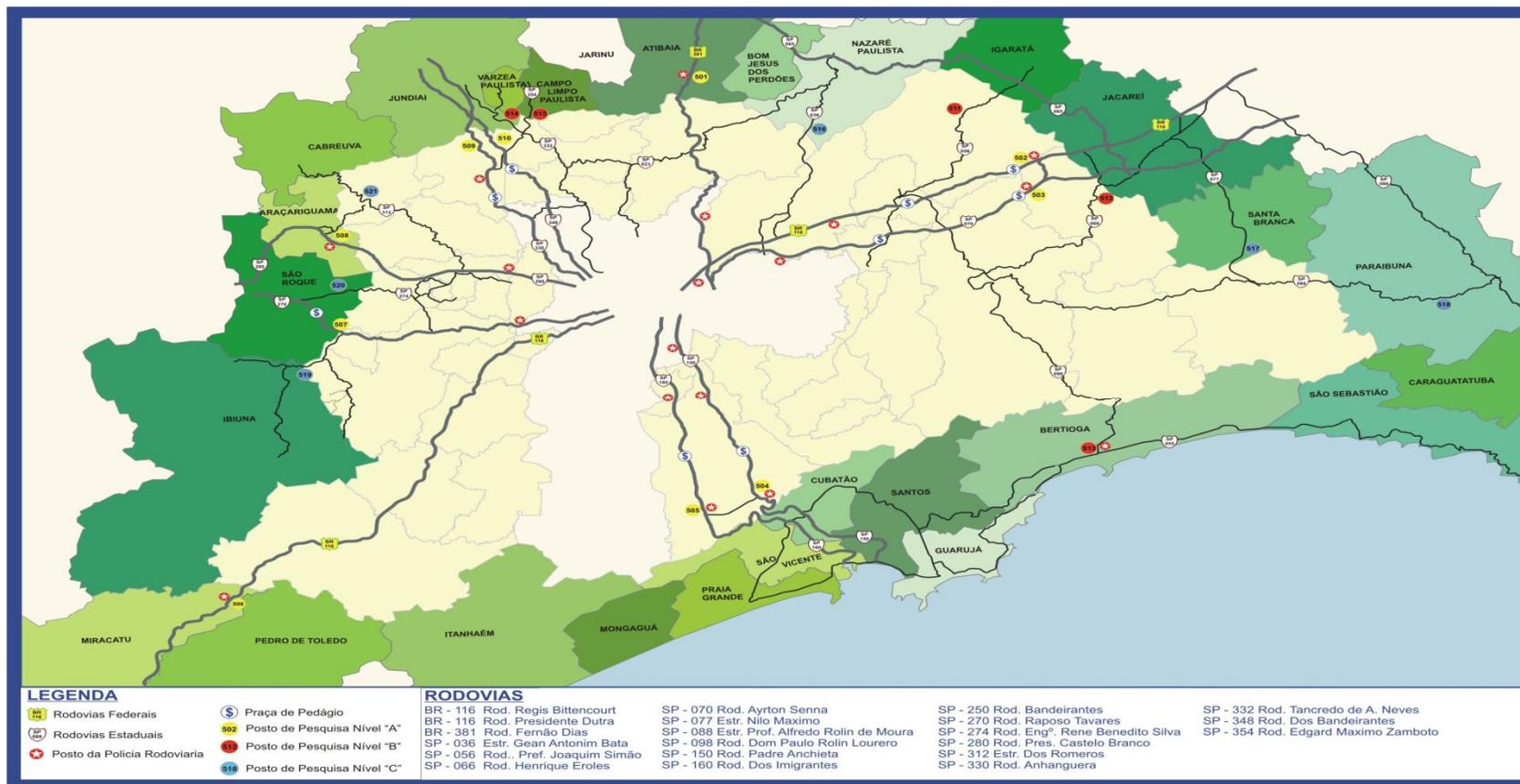
Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

Tabela 10 - Evolução do tráfego mensal no ano de 2007

PEDÁGIO DE NAZARÉ PAULISTA - Pista Sul																	
Mês	Veículos de Passeio		Veículos Comerciais														Total
	Total	%	VC2	%	VC3	%	VC4	%	VC5	%	VC6	%	Ônibus	%	Subtotal	%	
Jan	0	0,00%	18.381	24,48%	24.213	32,25%	10.413	13,87%	16.240	21,63%	4.838	6,44%	1.001	1,33%	75.086	100,00%	75.086
Fev	0	0,00%	16.605	24,74%	21.387	31,87%	9.567	14,26%	14.624	21,79%	4.164	6,20%	766	1,14%	67.113	100,00%	67.113
Mar	0	0,00%	19.505	24,99%	24.731	31,68%	10.983	14,07%	17.231	22,08%	4.756	6,09%	848	1,09%	78.054	100,00%	78.054
Abr	0	0,00%	18.203	25,36%	22.540	31,40%	10.645	14,83%	15.055	20,97%	4.335	6,04%	999	1,39%	71.777	100,00%	71.777
Maí	0	0,00%	19.905	25,39%	24.471	31,22%	11.634	14,84%	16.628	21,21%	4.711	6,01%	1.034	1,32%	78.383	100,00%	78.383
Jun	0	0,00%	19.007	25,45%	22.934	30,70%	11.437	15,31%	15.875	21,25%	4.439	5,94%	1.002	1,34%	74.694	100,00%	74.694
Jul	0	0,00%	19.782	25,24%	24.382	31,11%	11.782	15,03%	16.487	21,04%	4.662	5,95%	1.276	1,63%	78.371	100,00%	78.371
Ago	0	0,00%	20.748	25,31%	26.064	31,80%	12.589	15,36%	16.702	20,38%	4.801	5,86%	1.056	1,29%	81.960	100,00%	81.960
Set	0	0,00%	20.788	25,71%	25.265	31,25%	12.096	14,96%	16.278	20,13%	4.600	5,69%	1.829	2,26%	80.856	100,00%	80.856
Out	0	0,00%	22.376	25,75%	26.787	30,83%	13.680	15,74%	17.553	20,20%	5.102	5,87%	1.401	1,61%	86.899	100,00%	86.899
Nov	0	0,00%	21.809	25,78%	25.392	30,01%	13.256	15,67%	17.361	20,52%	5.266	6,22%	1.523	1,80%	84.607	100,00%	84.607
Dez	0	0,00%	23.263	27,65%	26.098	31,01%	12.588	14,96%	15.632	18,58%	4.791	5,69%	1.776	2,11%	84.148	100,00%	84.148
Total	-	0,00%	240.372	25,52%	294.264	31,24%	140.670	14,93%	195.666	20,77%	56.465	5,99%	14.511	1,54%	941.948	100,00%	941.948

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagens - Dersa, 2011.

ANEXO C - Figura de Localização dos Postos de Pesquisa, Postos da Polícia Rodoviária Federal e Praça de Pedágios



Fonte: Pesquisa Origem destino – Metrô, 2011.

ANEXO D – Evolução do tráfego semanal da rodovia Fernão Dias no ano de 1997

Tabela 11 – Evolução do tráfego no período de 18/02/1997 à 24/02/1997 na rodovia Fernão Dias

RODOVIA:	BR-381	COORDENAÇÃO:	8ª	ANO:	1997	KM:	33	DATA:	18/02/1997 à 24/02/1997		
TRECHO	A: Entr. SP-063(Brag. Paulista)										
	B: Entr. SP-065(Atibaia)							PNV:	381BSP0830		
		VEÍCULOS SIMPLES				REBOQUES E SEMI-REBOQUES					
SENTIDO	DIA DA SEMANA	MOTO	PASSEIO	02 EIXOS	03 EIXOS	03 EIXOS	04 EIXOS	05 EIXOS	06 EIXOS	OUTROS	TOTAL
AB	1 SEGUNDA-FEIRA	117	5715	1056	1157	44	151	557	557	1	8843
AB	2 TERÇA-FEIRA	88	5178	1082	1143	42	184	620	620	0	8375
AB	3 QUARTA-FEIRA	95	5130	1029	1235	56	192	657	657	0	8434
AB	4 QUINTA-FEIRA	90	4944	1061	1181	52	227	640	640	0	8254
AB	5 SEXTA-FEIRA	97	5460	1068	1155	36	263	638	638	0	8750
AB	6 SÁBADO	114	6051	816	498	24	163	303	303	0	7996
AB	7 DOMINGO	121	9473	650	374	19	152	321	321	2	11138
AB	8 VMD	103	5993	966	963	39	190	534	38	0	8827
BA	1 SEGUNDA-FEIRA	102	5348	1157	1152	122	206	480	46	0	8613

BA	2 TERÇA-FEIRA	77	5443	1302	1230	83	280	524	30	1	8970
BA	3 QUARTA-FEIRA	84	5544	1260	1291	76	257	588	44	1	9145
BA	4 QUINTA-FEIRA	88	5520	1244	1306	93	221	614	37	0	9123
BA	5 SEXTA-FEIRA	85	7337	1307	1249	90	194	561	33	0	10856
BA	6 SÁBADO	103	8918	865	666	43	223	341	27	0	11186
BA	7 DOMINGO	122	5561	455	376	23	140	341	24	0	7042
BA	8 VMD	94	6239	1084	1039	76	217	493	34	0	9276
TOTAL	1 SEGUNDA-FEIRA	219	11063	2213	2309	166	357	1037	91	1	17456
TOTAL	2 TERÇA-FEIRA	165	10621	2384	2373	125	464	1144	68	1	17345
TOTAL	3 QUARTA-FEIRA	179	10674	2289	2526	132	449	1245	84	1	17579
TOTAL	4 QUINTA-FEIRA	178	10464	2305	2487	145	448	1254	96	0	17377
TOTAL	5 SEXTA-FEIRA	182	12797	2375	2404	126	457	1199	66	0	19606
TOTAL	6 SÁBADO	217	14969	1681	1164	67	386	644	54	0	19182
TOTAL	7 DOMINGO	243	15034	1105	750	42	292	662	50	2	18180
TOTAL	8 VMD	197	12232	2050	2002	115	407	1027	72	0	18103

Tabela 12 - Evolução do tráfego no período de 26/02/1997 à 04/02/1997 na rodovia Fernão Dias

RODOVIA:	BR-381	COORDENAÇÃO:	8ª	ANO:	1997	KM:	51,5	DATA:	26/02/1997 à 04/03/1997		
TRECHO	A: Final Pista Dupla										
	B: Entr. SP-023(Mairiporã)								PNV:	381BSP0855	
		VEÍCULOS SIMPLES				REBOQUES E SEMI-REBOQUES					
SENTIDO	DIA DA SEMANA	MOTO	PASSEIO	02 EIXOS	03 EIXOS	03 EIXOS	04 EIXOS	05 EIXOS	06 EIXOS	OUTROS	TOTAL
AB	1 SEGUNDA-FEIRA	68	5647	1079	945	55	116	491	53	0	8454
AB	2 TERÇA-FEIRA	74	4884	962	995	1	43	172	550	0	7681
AB	3 QUARTA-FEIRA	64	4823	933	1037	58	125	523	34	0	7597
AB	4 QUINTA-FEIRA	62	4721	1014	1085	50	169	593	33	0	7727
AB	5 SEXTA-FEIRA	52	5249	1097	962	30	186	480	26	0	8082
AB	6 SÁBADO	58	6694	741	541	20	120	305	21	0	8500
AB	7 DOMINGO	91	11790	584	381	11	58	274	20	0	13209
AB	8 VMD	67	6258	916	849	32	117	405	105	0	8750
BA	1 SEGUNDA-FEIRA	50	5326	1419	1549	100	263	637	67	0	9411
BA	2 TERÇA-FEIRA	39	5441	1402	1604	67	267	579	64	0	9463

BA	3 QUARTA-FEIRA	40	5661	1419	1747	81	322	850	77	0	10197
BA	4 QUINTA-FEIRA	49	5521	1454	1830	75	322	824	65	0	10140
BA	5 SEXTA-FEIRA	42	8384	1671	1831	60	327	830	58	0	13203
BA	6 SÁBADO	86	11901	1007	915	36	242	531	54	0	14772
BA	7 DOMINGO	84	7260	534	385	19	86	259	49	0	8676
BA	8 VMD	56	7071	1272	1409	63	261	644	62	0	10837
TOTAL	1 SEGUNDA-FEIRA	118	10973	2498	2494	155	379	1128	120	0	17865
TOTAL	2 TERÇA-FEIRA	113	10325	2364	2599	68	310	751	614	0	17144
TOTAL	3 QUARTA-FEIRA	104	10484	2352	2784	139	447	1373	111	0	17794
TOTAL	4 QUINTA-FEIRA	111	10242	2468	2915	125	491	1417	98	0	17867
TOTAL	5 SEXTA-FEIRA	94	13633	2768	2793	90	513	1310	84	0	21285
TOTAL	6 SÁBADO	144	18595	1748	1456	56	362	836	75	0	23272
TOTAL	7 DOMINGO	175	19050	1118	766	30	144	533	69	0	21885
TOTAL	8 VMD	123	13329	2188	2258	95	378	1049	167	0	19587

Tabela 13 – Volume médio na rodovia Fernão Dias

Veículos	Pesquisa Origem Destino (Metrô) 1998	DER 2006	Pesquisa Origem Destino (Metrô) 2007
Motos			1.512
Autos	11.894	27.070	29.823
Ônibus	674		2.466
Caminhões	8.906	11.833	15.139
Total	21.474	38.903	48.940

APÊNDICE A - Roteiro das entrevistas

1. Nome
2. Idade
3. Tempo de residência
4. Você acompanhou a duplicação das rodovias?
5. O que você acha que mudou com a duplicação?
6. Existe alguma pessoa com doenças respiratórias na sua família? Você associa esse tipo de doença à poluição?
7. Você percebe fuligem (pó preto visível) sobre os móveis?
8. Qual faixa etária sofre mais com a poluição?
9. Você acha que a poluição de São Paulo pode afetar as pessoas residentes em Atibaia?
10. Você fica gripado com frequência?
11. Você acha que a gripe esta associada à poluição atmosférica?
12. Como você avalia a qualidade do ar da sua cidade?