

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PROGRAMA INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA

MARCIA APARECIDA TEZAN MORAES BARROS

**Emissões atmosféricas de grupos motogeradores na Região Metropolitana de São Paulo**

São Paulo

2007

MARCIA APARECIDA TEZAN MORAES BARROS

**Emissões atmosféricas de grupos motogeradores na Região Metropolitana de São Paulo**

Dissertação apresentada ao Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (Instituto de Eletrotécnica e Energia/Escola Politécnica/ Instituto de Física/Faculdade de Economia e Administração) para obtenção do título de Mestre em Energia.

Orientador: Prof. Dr. Murilo Tadeu Werneck  
Fagá

São Paulo

2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

#### FICHA CATALOGRÁFICA

Barros, Marcia Aparecida Tezan Moraes Barros

Emissões atmosféricas de grupos motogeradores na Região Metropolitana de São Paulo / Márcia Aparecida Tezan Moraes Barros. São Paulo, 2007.  
135p.

Dissertação de Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (EP,FEA,IEE,IF) DA Universidade de São Paulo, 2007.  
Orientador: Prof. Dr. Murilo Tadeu Werneck Fagá

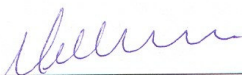
1.Motores Estacionários 2.Emissão Atmosférica 3.Inventário

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
PROGRAMA INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA  
EP – FEA – IEE - IF

MARCIA APARECIDA TEZAN MORAES BARROS

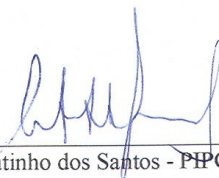
*“Emissões atmosféricas de grupos motogeradores na região metropolitana de São Paulo”*

Dissertação defendida e aprovada em 16/04/2007 pela Comissão Julgadora:



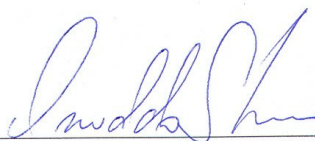
---

Prof. Dr. Murilo Tadeu Werneck Fagá – PIPGE-IEE/USP  
Orientador e Presidente da Comissão Julgadora



---

Prof. Dr. Edmilson Moutinho dos Santos - PIPGE-IEE/USP



---

Prof. Dr. Oswaldo dos Santos Lucon - CETESB

## DEDICATÓRIA

À todos que tiveram paciência e que, de alguma forma, contribuíram para que eu pudesse realizar este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

A minha família, porque sem ela não teria sentido minha vida.

Aos meus colegas de trabalho, pelo incentivo, ajuda e paciência comigo, em especial ao Alcides Diniz Garcia Junior, João Wagner Alves, Oswaldo dos Santos Lucon, Milton Norio Sogabe, Ricardo Scudeler Pontes e Rodrigo Fonseca Coutinho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Murilo Tadeu Werneck Fagá, pelos ensinamentos, paciência, cobranças e desafios.

Aos demais professores do IEE, pela oportunidade de realizar este Mestrado e por todos os ensinamentos recebidos.

A todos os funcionários do IEE, pelo profissionalismo com que desempenham suas funções.

A Luly, minha fiel companheira de todos os momentos.

E finalmente aos obstáculos, que me proporcionaram imensa alegria ao saber que posso ultrapassá-los.

## RESUMO

BARROS, M. A. T. M. **Emissões atmosféricas de grupos motogeradores na Região Metropolitana de São Paulo**. 2007. 135 p. Dissertação (Mestrado em Energia) - Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Este trabalho faz uma avaliação preliminar do possível impacto ambiental causado pela utilização de grupos motogeradores movidos a diesel em uma Região Metropolitana como São Paulo, que sofre com uma forte degradação da qualidade do ar, provocada por poluentes semelhantes aos emitidos por estes equipamentos, provenientes das emissões geradas por veículos automotores leves e pesados e por processos industriais. Durante o desenvolvimento deste trabalho foi feita uma revisão dos principais conceitos de poluição do ar relevantes para análise da situação, bem como uma pesquisa da qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo, com base nos relatórios de Qualidade do Ar emitidos pelo órgão de controle ambiental. Foram elaborados inventários e diagnósticos relativos aos grupos motogeradores cadastrados pela concessionária de energia elétrica e pelo órgão de controle ambiental, constando as características técnicas e estimativas das emissões de poluentes atmosféricos destes grupos. Ainda foram identificadas metodologias de avaliação do impacto ambiental provocado por estas emissões. Finalmente, face a da ausência de regulamentação ambiental específica para grupos motogeradores, discutiu-se a necessidade da adoção de medidas de controle para este tipo de fonte de poluentes atmosféricos.

Palavras-chave: motores estacionários, emissão atmosférica, inventário.

## ABSTRACT

BARROS, M. A. T. M. **Atmospheric emissions from motogenerator groups study from at São Paulo Metropolitan Region.** 2007. 135 f. Thesis (Master on Energy) - Program of Post-Graduation in Energy, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

This work makes a preliminary evaluation of the possible environmental impact caused by the use of motogenerator groups moved by diesel in a metropolitan region as São Paulo, that suffers a strong degradation in its air quality, provoked by pollutants similar to the ones emitted by these equipments, proceeding from the emissions generated by light and heavy weighing vehicles and industrial processes. During the development of this work the main concepts of air pollution relevant to the analysis of the situation were reviewed. A research of the air quality in the Metropolitan Region of São Paulo was realized based on the Air Quality Reports emitted by the Agency of Environmental Control. Inventories and diagnosis relative of motogenerator groups registered by the Concessionaire of Electric Energy and the Agency of Environmental Control were elaborated and evidenced the technical characteristics and estimates of the emissions of atmospheric pollutants of these groups. Methodologies for the evaluation of environmental impacts provoked by these emissions were also identified. Finally, face to the absence of environmental regulations specific to these motogenerator groups, the adoption of controlling measures for this type of environmental pollutants source was discussed.

Keywords: stationary engines, atmospheric emission, inventory.



## FIGURAS

Figura 1	Região Metropolitana de São Paulo	12
Figura 2	Município de São Paulo	13
Figura 3	Estações da Rede de Monitoramento Automático	18
Figura 4	Escala de Ringelmann	32
Figura 5	Monitoramento da emissão de fumaça	33
Figura 6	Planta de localização dos grupos motogeradores	48
Gráfico 1	Emissões de NO <sub>x</sub> (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	55
Gráfico 2	Emissões de NO <sub>x</sub> (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	56
Gráfico 3	Emissões de NO <sub>x</sub> (3) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	57
Gráfico 4	Emissões de NO <sub>x</sub> (4) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	58
Gráfico 5	Emissões de SO <sub>x</sub> (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	59
Gráfico 6	Emissões de SO <sub>x</sub> (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	60
Gráfico 7	Emissões de CO (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	61
Gráfico 8	Emissões de CO (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	62
Gráfico 9	Emissões de CO <sub>2</sub> (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	63
Gráfico 10	Emissões de CO <sub>2</sub> (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	64
Gráfico 11	Emissões de MP (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	65
Gráfico 12	Emissões de MP (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	66
Gráfico 13	Emissões de TOC (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	67
Gráfico 14	Emissões de TOC (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005	68

**TABELAS**

Tabela 1	Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na RMSP em 2005	5
Tabela 2	Emissões de um motor diesel novo	9
Tabela 3	Fatores de emissão de motores do ciclo diesel	30
Tabela 4	Fatores de Emissão	40
Tabela 5	Grupos motogeradores registrados	41
Tabela 6	Dados de Entrada de Fontes Pontual	47
Tabela 7	Dados de Entrada de Fontes Área	47
Tabela 8	Resultados anuais dos poluentes emitidos	51
Tabela 9	Resultados diários dos poluentes emitidos	51
Tabela 10	Estimativa de emissão das fontes de poluição do ar na RMSP em 2005	52
Tabela 11	Estimativa das fontes de poluição do ar na RMSP em 2005, incluídos os Grupos Geradores a Diesel	53

**SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AP-42	Compilation of Air Pollutant Emission Factors
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO	Monóxido de carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ELETROPAULO	Eletricidade de São Paulo
HC	Hidrocarbonetos
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISCT	Industrial Source Complex Model
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrogênio
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrogênio
OMS	Organização Mundial da Saúde
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PROMOT	Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SCREEN	Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources
SIPOL	Sistema de Informação sobre Poluição (CETESB)
SO <sub>2</sub>	Dióxido de enxofre
SO <sub>x</sub>	Óxidos de enxofre
USEPA	United States Environmental Protection Agency
WEA	World Energy Assessment
WEC	World Energy Council

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 <b>Objetivo</b>	1
1.1.1 <b>Objetivo geral</b>	1
1.1.2 <b>Objetivos específicos</b>	1
1.2 <b>Motivação</b>	2
1.2.1 <b>A crise energética e os grupos motogeradores</b>	2
1.2.2 <b>Poluição atmosférica</b>	3
1.2.3 <b>A questão ambiental – grupos motogeradores e a poluição atmosférica</b>	3
1.2.4 <b>Os grupos geradores como fontes fixas de poluição</b>	6
1.2.5 <b>Substâncias poluentes geradas pelos grupos motogeradores</b>	7
1.2.6 <b>Regulamentação ambiental</b>	9
1.3 <b>Estrutura da dissertação</b>	10
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>10</b>
2.1 <b>Caracterização geográfica e climática da Região Metropolitana de São Paulo</b>	10
2.2 <b>Caracterização ambiental da Região Metropolitana de São Paulo</b>	14
2.3 <b>Rede automática de monitoramento da qualidade do ar</b>	17
2.4 <b>Grupos motogeradores</b>	18
2.4.1 <b>Definição</b>	18
2.4.2 <b>Classificação</b>	19
2.4.3 <b>O motor Diesel</b>	20
2.4.3.1 <b>Histórico</b>	20
2.4.3.2 <b>Definição</b>	21
2.4.3.3 <b>Princípio de funcionamento</b>	22
2.4.3.4 <b>Poluentes atmosféricos emitidos na combustão do diesel</b>	22
2.5 <b>Óleo diesel</b>	23
2.6 <b>As substâncias poluentes e o meio ambiente</b>	23
2.6.1 <b>Oxidantes</b>	25
2.6.2 <b>Monóxido de Carbono – CO</b>	26
2.6.3 <b>Dióxido de enxofre – SO<sub>2</sub> (emissões gasosas ácidas)</b>	27
2.6.4 <b>Gás Carbônico – CO<sub>2</sub></b>	28

2.6.5	<b>Hidrocarbonetos</b>	28
2.6.6	<b>Material Paticulado</b>	29
2.7	<b>Legislação</b>	29
2.7.1	<b>Resolução CONAMA n° 279</b>	30
2.7.2	<b>Lei Estadual n° 997 e Decreto Estadual n° 8.468 de 1976, São Paulo</b>	31
2.7.3	<b>Instrução Técnica n° 17</b>	33
2.7.4	<b>Resolução ANEEL n° 112</b>	34
2.7.5	<b>Resolução CONAMA n° 382</b>	34
3	<b>BASE DE DADOS</b>	37
3.1	<b>Grupos motogeradores cadastrados pela Agência de Controle Ambiental</b>	37
3.2	<b>Grupos motogeradores cadastrados pela Concessionária de energia elétrica</b>	38
3.3	<b>Levantamento de dados junto aos fabricantes de grupos motogeradores</b>	39
3.4	<b>Base de dados da U.S. Environmental Protection Agency, EPA – emissões de fontes estacionárias</b>	40
3.5	<b>Cadastro geral</b>	41
4	<b>METODOLOGIA</b>	42
4.1	<b>Modelo de dispersão de poluentes</b>	43
4.1.1	<b>Modelo ISCT, Industrial Source Complex Model</b>	44
4.1.2	<b>Modelo SCREEN3</b>	44
5	<b>RESULTADOS</b>	50
5.1	<b>Resultados 01 – Inventário local de emissões de poluentes por grupos motogeradore</b>	51
5.2	<b>Resultados 02 – Aplicação do modelo de dispersão SCREEN3</b>	69
6	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	77
7	<b>LIMITAÇÕES DO ESTUDO</b>	78
8	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	80
9	<b>REFERÊNCIAS</b>	82
	<b>ANEXO A – Valores de referência internacionais de qualidade do ar</b>	87
	<b>ANEXO B – Anexos 09 e 10 do artigo 57 do Decreto Estadual n°47.397-</b>	89
	<b>ANEXO C - Cadastro - Agência de Controle Ambiental</b>	95
	<b>ANEXO D – Cadastro – concessionária de energia elétrica</b>	111

<b>GLOSSÁRIO/VOCABULÁRIO PARA O MODELO DE DISPERSÃO DE POLUENTES</b>	<b>118</b>
--	------------

## **1 INTRODUÇÃO**

Na discussão sobre escassez de energia, como a crise de abastecimento de eletricidade ocorrida no ano de 2001, o uso de grupo motogeradores surgiu como uma opção em substituição a energia elétrica oferecida pela concessionária, principalmente no horário de ponta, quando o custo da energia elétrica é muito mais alto.

A poluição do ar nos grandes centros urbanos do Estado de São Paulo, comprovada pelos órgãos de controle ambiental e apontada em seus relatórios de qualidade do ar, é originada principalmente pela produção e consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo, com grande destaque para o óleo diesel, combustível utilizado nos transportes e também na grande maioria dos grupos motogeradores comercializados e instalados hoje. Há uma pequena parcela de equipamentos projetados para utilizar gás natural como combustível, que de acordo com a política energética do Brasil, contribuiriam para a qualidade do meio ambiente, porém não farão parte deste estudo, assim como não farão parte também as emissões indiretas, no caso as geradas quando da produção do diesel nas refinarias.

O presente trabalho procura fazer uma avaliação preliminar do possível impacto na qualidade do ar, ao se adotar o uso de grupos motogeradores na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), uma vez que hoje a região já sofre com a poluição do ar, inclusive com o recebimento de carga de poluentes semelhantes aos emitidos pelos grupos motogeradores a diesel, os quais são os objetos deste estudo.

### **1.1 Objetivo**

#### **1.1.1 Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho foi de quantificar e identificar os grupos motogeradores movidos a diesel instalados na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), para fazer uma avaliação preliminar dos montantes das cargas de poluentes atmosféricos por eles gerados quanto ao possível impacto na qualidade do ar, atualmente considerada crítica sob este aspecto de poluição

#### **1.1.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho estão relacionados a seguir.

- Revisão dos principais conceitos de poluição do ar relevantes para análise da situação.
- Levantamento das condições da poluição do ar na Região Metropolitana de São Paulo, baseado nos relatórios de Qualidade do Ar emitidos pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).
- Revisão bibliográfica das teorias sobre motores diesel e grupos motogeradores diesel.
- Levantamento de dados sobre os grupos motogeradores instalados na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).
- Elaboração de diagnóstico dos grupos motogeradores com relação à emissão de poluentes atmosféricos.
- Identificação de metodologias de avaliação das emissões atmosféricas dos grupos motogeradores.
- Estudo da aplicabilidade de modelagem de dispersão para avaliação do impacto ambiental provocado por estes equipamentos na qualidade do ar.
- Discussão da adoção das medidas de avaliação e controle, bem como dos incentivos ou das barreiras para utilização dos grupos motogeradores e para desenvolvimento do estudo.

## 1.2 **Motivação**

### 1.2.1 **A crise energética e os grupos motogeradores**

O Brasil, no setor de geração de energia elétrica, ocupa uma posição privilegiada por possuir uma matriz energética de origem hidráulica, estando numa posição confortável com relação à emissão de gases do efeito estufa. Contudo a geração de energia sendo de origem hidráulica é fortemente dependente do clima, o que já contribuiu para ocasionar uma crise em 2001, quando houve necessidade da adoção de outras formas de geração elétrica.

Nessa estiagem o País passou por uma reconhecida crise energética, confirmando a necessidade da adoção de outras fontes de energia. Uma das soluções emergenciais encontrada, mesmo não sendo ambientalmente a mais adequada para a redução e garantia do fornecimento de energia elétrica, foi a utilização de grupos motogeradores movidos a diesel ou a gás natural; este último no caso de disponibilidade deste combustível no local.



Os setores industriais, comerciais, de serviços e domésticos, enfim os diferentes setores consumidores de energia elétrica, buscaram esta solução rápida para atingir também as metas de redução de consumo de energia impostas pelo plano do governo, caso contrário estariam sujeitos as novas tarifas pela ultrapassagem dos limites de consumo estabelecidos, chegando até a sofrerem com o corte da energia elétrica fornecida pela concessionária pelo não cumprimento das cotas de consumo impostas.

A crise ocorrida ou mesmo a possibilidade de uma nova de falta de energia provocou uma abrupta procura por grupos motogeradores, significando uma escalada das projeções de vendas, aquecendo consideravelmente o mercado deste tipo de equipamento. Houve uma grande comercialização de grupos motogeradores para suprimento da demanda de indústrias, hotéis, clubes, escolas, hospitais, edifícios comerciais e residenciais, shopping centers etc., permanecendo esta prática até o momento, porém em menor escala, como uma ação preventiva e visando a segurança das instalações.

### **1.2.2 Poluição atmosférica**

Segundo o Relatório de Qualidade do Ar, na Região Metropolitana de São Paulo, elaborado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2004), os poluentes presentes na atmosfera estão relacionados principalmente à grande emissão proveniente dos veículos automotores leves e pesados e secundariamente pelas emissões originadas pelos processos industriais. A qualidade do ar da Região Metropolitana de São Paulo é afetada pelos materiais particulados e pelos gases.

Há também os compostos orgânicos e óxidos de nitrogênio que precisam ser controlados, pois a partir destes, por processo fotoquímico, é formado o ozônio. Outros poluentes bastante agressivos a saúde, como os oxidantes fotoquímicos e aerossóis secundários, também são gerados por processo fotoquímico (CETESB, 2006)

### **1.2.3 A questão ambiental - grupos motogeradores e a poluição atmosférica**

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), é uma área prioritária para gerenciamento, já que apresenta uma forte degradação da qualidade do ar, condição característica da maior parte dos centros urbanos (CETESB, 2006).

Os grupos motogeradores consistem de geradores acionados por motores de combustão interna semelhantes aos utilizados em veículos; desta forma, têm emissões de poluentes com características qualitativas semelhantes às observadas em ônibus e caminhões. Entretanto, o fato destes motores trabalharem a maior parte do tempo em regime praticamente constante, pode, em certos casos, implicar uma vantagem ambiental em relação aos seus similares automotivos, pois as acelerações e desacelerações típicas da operação veicular resultam sempre em fatores médios de emissão de poluentes mais elevados.

Há casos onde o regime de operação dos grupos motogeradores pode ser bastante complexo, como por exemplo na alimentação de trio elétrico, que a cada soar do bumbo, faz com que o regime de carregamento da rede abastecida por ele varie significativamente, provocando um aumento expressivo no carregamento do sistema, exigindo mais potência do motor. Vale lembrar que o regime de carregamento dos motogeradores é estabelecido nas normas NBR ISO 3046/1 de julho de 1995 (ABNT, 1995).

A Tabela 1, apresenta a contribuição relativa a cada fonte de poluição do ar na Região Metropolitana de São Paulo, o que ajudará a sensibilização da sociedade para o problema. Em toda Região Metropolitana de São Paulo há uma frota automotiva com aproximadamente 7,8 milhões de veículos automotores, o que representa 1/5 da frota nacional, e somente 5,8% são veículos movidos a diesel (CETESB, 2006). Mesmo o percentual dos veículos movidos sendo baixo perante os demais, apresentam uma contribuição significativa na emissão de poluentes, o que justifica um controle rigoroso não só destas fontes móveis como das fontes fixas que gerem os mesmos tipos de emissões.

Tabela 1 – Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na RMSP em 2005

Fonte de emissão		Poluentes (%)				
		CO	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	MP <sub>10</sub>
Tubo de escapamento de veículos	Gasolina c	44,38	21,87	12,41	21,28	10,16
	Alcool	12,40	5,28	3,33	-	-
	Diesel	24,20	15,06	78,85	18,95	28,31
	Táxi	0,12	0,26	0,64	-	-
	motocicleta e similares	16,33	8,57	0,54	1,37	1,53
Cárter e evaporativa	Gasolina c	-	32,75	-	-	-
	Álcool	-	3,73	-	-	-
	motocicletas e similares	-	5,49	-	-	-
Operações de transferência de combustível	Gasolina c	-	3,55	-	-	-
	Álcool	-	0,26	-	-	-
Operação de processo industrial (1990)		2,57	3,15	4,24	58,40	10,00
Ressuspensão de partículas		-	-	-	-	25,0
Aerossóis secundários		-	-	-	-	25,00
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: CETESB, 2006, p.4.

1

<sup>1</sup> Listam-se as observações da CETESB (2006) para elaboração da Tabela 01:

- gasolina C é uma gasolina contendo 22% de álcool anidro e 500 ppm de enxofre (massa)
- diesel: com 1100ppm de enxofre (massa) até fevereiro e com 350ppm de enxofre a partir de março de 2005
- emissão composta para o ar (partículas) e para o solo (impregnação)
- operação do processo industrial: 1990 para CO, HC e NO<sub>x</sub>
- operação do processo industrial: 1998 para SO<sub>x</sub>, MP

#### 1.2.4 Os grupos motogeradores como fontes fixas de poluição atmosférica

Os grupos motogeradores são constituídos por um motor que produz energia mecânica, um gerador (normalmente um alternador) que produz energia elétrica, elementos de transmissão mecânica entre o motor e o gerador e, eventualmente, elementos de montagem e de suporte. Estes equipamentos podem ser autogeradores, quando são os principais fornecedores de energia elétrica, substituindo a energia da rede da concessionária; podem ser utilizados como cogeneradores; ou ainda podem ser utilizados para garantir a alimentação de cargas essenciais, no caso de falha da rede da concessionária de distribuição, neste caso como geradores de emergência (HAZEL, 2002, p. 106).

As diferentes edificações: comerciais, industriais, residenciais, entre outras, podem possuir os motogeradores como fonte fixa de poluição sendo utilizado das maneiras descritas a abaixo, não necessariamente o tempo todo, mas em períodos muito curtos, durante uma falta de abastecimento de energia elétrica pela concessionária, ou várias horas seguidas, quando esta substituindo o fornecimento de energia elétrica da concessionária.

Os grupos motogeradores são equipamentos utilizados normalmente como fontes de substituição ou de segurança; podem, ainda, atender ao mesmo tempo as instalações de segurança e a alimentação de substituição. Neste último caso, normalmente há mais de um grupo, para que no caso da falha de um dos grupos os outros sejam capazes de assumir as cargas sem prejuízo ou risco para o estabelecimento.

Os grupos motogeradores de corrente alternada são utilizados com frequência cada vez maior na indústria e em edifícios comerciais e residenciais.

Uma alimentação de substituição, na prática, é constituída por um ou mais grupos geradores conectados ao quadro geral de distribuição da instalação normal. Neste tipo de instalação o objetivo é alimentar as cargas prioritárias, caso não seja suficiente para alimentar todo o conjunto de equipamentos da instalação, serão desligadas as cargas não prioritárias e dispensáveis.

A alimentação de substituição permite a continuidade do fornecimento de energia para operação de um estabelecimento no caso da falha da alimentação normal de energia pela rede de distribuição da concessionária.

A alimentação de segurança visa atender as instalações de segurança, ou seja, cargas que são necessárias para assegurar o atendimento do estabelecimento nos casos de sinistros. Neste caso, os grupos geradores deverão ter potência suficiente para alimentar os equipamentos que constituem as instalações de segurança em sua totalidade.

Fazem parte das instalações de segurança, iluminação de segurança, sistemas de alarme e de vigilância, sistemas de detecção e combate ao incêndio, equipamentos de exaustão, compressores de ar, bombas de realimentação de água, comandos de elevadores e demais equipamentos ou sistemas relativos à segurança.

As instalações de segurança devem obedecer as prescrições dos regulamentos de segurança aplicáveis contra os riscos de incêndio e pânico, como os do Corpo de Bombeiros, Prefeituras, etc., principalmente nos estabelecimentos de atendimento público.

Os grupos motogeradores são acionados por motores a diesel, turbinas a gás ou turbinas a vapor. As turbinas são utilizadas principalmente para os grupos das centrais elétricas de produção de energia elétrica, enquanto os motores diesel são utilizados tanto para produção como para emergência (HAZEL, 2002, p. 106).

#### **1.2.5 Substâncias poluentes geradas pelos grupos motogeradores**

Os impactos ambientais diretos causados pela utilização dos grupos motogeradores são perturbações acústicas e poluição pelas emissões dos gases de escapamento; esta última está relacionada com a combustão interna para funcionamento do motor diesel.

Poderia se adicionar também aos grupos motogeradores as emissões provocadas pelo processo de produção do combustível utilizado, neste caso o óleo diesel; seriam as emissões indiretas, as quais acontecem quando da produção do óleo diesel nas refinarias e acompanham toda vida do equipamento, uma vez que a operação destes, depende do suprimento de combustível. Estas emissões indiretas não serão objeto deste estudo.

Os gases emitidos pelo escapamento dos grupos motogeradores a diesel contêm poluentes que são nocivos ao meio ambiente, contribuindo inclusive para aumento dos gases do efeito estufa. As substâncias poluentes destas emissões são essencialmente:

- a.  $\text{NO}_2$  – dióxidos de nitrogênio (oxidantes),
- b.  $\text{CO}$  – monóxido de carbono,
- c.  $\text{SO}_2$  – dióxido de enxofre (emissões gasosas ácidas),
- d.  $\text{CO}_2$  – dióxido de carbono (gás carbônico),
- e.  $\text{HC}$  –hidrocarbonetos,
- f. partículas incombustíveis e pós.

Os  $\text{HC}$  e  $\text{NO}_2$  são os precursores da formação do ozônio na atmosfera e, segundo dados da CETESB (2006, p.I), o ozônio vem apresentando nos últimos anos grande número de ultrapassagens do padrão de qualidade horário, que corresponde a  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (BRASIL, 1990a), chegando a ser medido  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na rede de monitoramento da qualidade do ar da CETESB.

Os motores diesel produzidos atualmente necessitam atender a limites estabelecidos em normas internacionais, sendo esses limites periodicamente reduzidos a fim de obrigar os fabricantes a desenvolverem motores capazes de produzirem potência com o máximo aproveitamento do combustível e o mínimo de emissões. Como ilustração, vide abaixo tabela de emissões de um motor diesel novo, em boas condições de operação e aprovado em testes de emissões.

Tabela 2 – <sup>2</sup>Emissões de um motor diesel novo

POLUENTE		g/HPh	g/kWh
HC	Hidrocarbonetos não queimados	2,40	3,22
NO <sub>x</sub>	Óxidos de Nitrogênio como N <sub>2</sub>	11,49	15,40
CO	Monóxido de Carbono	0,40	0,54
MP	Material particulado	0,50	0,67
SO <sub>2</sub>	Anidrido Sulfuroso	0,62	0,83
CO <sub>2</sub>	Gás Carbônico	510,00	683,65
N <sub>2</sub>	Nitrogênio	3400,00	4557,64
O <sub>2</sub>	Oxigênio	490,00	656,84
H <sub>2</sub> O	Vapor d' água	180,00	241,29

Fonte: PEREIRA, 200?, p.37.

Adaptada por Marcia A. Tezan Moraes Barros

O impacto ambiental causado por estes poluentes, além da quantidade em que são lançados na atmosfera, depende também de variáveis como topografia, quantidade de radiação solar e condições climáticas, tais como velocidade do vento, pluviosidade e a ocorrência de inversões térmicas, que podem influenciar favoravelmente ou não no processo de dispersão de poluentes, dependem também de como os poluentes serão absorvidos pelos seus receptores como seres humanos, fauna, flora, edificações entre outros (CETESB, 2002).

### 1.2.6 Regulamentação ambiental

Hoje, para os motores de aplicação veicular comercializados no Brasil, já há tecnologias de controle de emissões que visam atender os limites de emissão impostos pelo Programa de Controle do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), estabelecido pela Resolução nº. 18/86 do CONAMA (BRASIL, 1986), posteriormente complementadas por outras Resoluções CONAMA. A Lei Federal nº. 8723 de 28 de outubro de 1993, republicada no

<sup>2</sup> Mais dados sobre as limitações de emissões podem ser obtidos na Resolução CONAMA nº 001 de 27/03/96 (BRASIL, 1996b) e na norma brasileira NBR14489 - Motor Diesel - Análise e determinação dos gases e do material particulado emitidos por motores do ciclo Diesel - ciclo de 13 pontos (ABNT, 2000). Entenda-se por ciclo de 13 pontos o método de ensaio, onde o motor é instalado em uma bancada dinamométrica e analisado em 13 diferentes condições de rotação e porcentagem de torque.

Diário Oficial da União, por incorreções, em 29 de outubro de 1993 (BRASIL, 1993), que definiu os limites de emissões para veículos leves e pesados, segundo o Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo (CETESB, 2004).

Com relação aos motores dos grupos motogeradores, motores estacionários e marítimos, a adoção de tecnologias de controle de emissões ainda não é uma realidade, pois estes não dispõem de uma regulamentação ambiental específica que induza os fabricantes a aprimorarem seus produtos buscando o atendimento de padrões de emissão rigorosos, como os motores de aplicação veicular. Isto, portanto, foi o que motivou a proposta deste trabalho.

### **1.3 Estrutura da dissertação**

A pesquisa inicial elaborada para o desenvolvimento deste trabalho constatou a inexistência de regulamentação ambiental específica para o mercado de grupos motogeradores, portanto a investigação procura saber se a utilização destes equipamentos é ou não motivo relevante para preocupação ambiental, para isto, a dissertação foi estruturada nos sete Capítulos apresentados a seguir, além deste primeiro Capítulo introdutório.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Caracterização geográfica e climática da Região Metropolitana de São Paulo**

A Região Metropolitana de São Paulo esta localizada na região sudeste do Brasil, a 23°S e 46°W, possui uma área de 8.051 km<sup>2</sup>, ocupando 0,1% do território brasileiro e 3,2% dos 249.000 km<sup>2</sup> do Estado de São Paulo, onde esta localizada. Possui uma população superior a 17 milhões de habitantes. É formada pela Capital do Estado e mais 38 municípios (Arujá, Barueri, Biritiba-Mirim, Cajamar, Caieiras, Carapicuíba, Cotia, Diadema, Embu, Embu-Guaçu, Ferraz de Vasconcelos, Francisco Morato, Franco da Rocha, Guararema, Guarulhos, Itapevi, Itaquaquecetuba, Itapeçerica da Serra, Jandira, Jquitiba, Mairiporã, Mauá, Mogi das Cruzes, Osasco, Pirapora do Bom Jesus, Poá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Salesópolis, Santa Isabel, Santana de Parnaíba, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, São Lourenço da Serra, Suzano, Taboão da Serra e Vargem Grande Paulista), perfazendo 6,0 % do número de municípios do Estado.



O sítio urbano situa-se, quase em sua totalidade, na bacia sedimentar de São Paulo, cujo principal vale é o do Rio Tietê, orientado no sentido leste-oeste, com uma altitude média de 720 metros e uma extensa planície de inundação. Bacia esta, limitada ao norte pela Serra da Cantareira, também orientada no sentido leste-oeste, com altitudes que atingem até 1.200 metros e a leste-sul pelo reverso da Serra do Mar com altitudes que ultrapassam os 800 metros (CETESB, 2006).



Figura 1 Região Metropolitana de São Paulo

Fonte: [http://www.emsampa.com.br/eventos/mapa\\_regiao\\_metropolitana.jpg](http://www.emsampa.com.br/eventos/mapa_regiao_metropolitana.jpg), 2000.



Figura 2 Município de São Paulo

Fonte: Wikipedia, 2006.

Durante o período chuvoso, grandes áreas de instabilidade alimentadas pela umidade proveniente do interior do continente se formam na região sul e sudeste e se associam à passagem de frentes frias organizando, dessa forma, intensa atividade convectiva e aumentando sobremaneira a precipitação na faixa leste do estado, onde se encontra a RMSP. Dessa forma, durante este período as condições de dispersão dos poluentes emitidos na atmosfera são bastante favoráveis.

No período seco, a região encontra-se sob o domínio dos anticiclones (sistemas de altas pressões) subtropical e polar. Os anticiclones que atuam nesse período são de dois tipos: os anticiclones polares que podem ser continentais ou marítimos e anticiclone subtropical marítimo. Os sistemas frontais, provenientes do extremo sul do continente, atuam de maneira rápida na região, causando pouca precipitação.

Estudos mostram que quando a RMSP, durante o período seco, está sob a atuação do anticiclone subtropical marítimo e uma frente fria se encontra ao sul do estado, a condição meteorológica na região provoca uma diminuição da velocidade do vento (normalmente inferior a 1,5m/s), muitas horas de calmaria (velocidade do vento em superfície inferior a 0,5m/s), céu claro, grande estabilidade atmosférica e formação de inversão térmica muito próxima à superfície (abaixo de 200m), condições estas desfavoráveis à dispersão dos poluentes emitidos na RMSP. Normalmente, essa situação de estagnação atmosférica é interrompida com a chegada na região de uma nova massa de ar associada a um sistema frontal, aumentando a ventilação, instabilidade e, em muitos casos, provocando a ocorrência de precipitação. Outra peculiaridade é que no período seco a umidade relativa chega a atingir valores de 15%, principalmente no mês de setembro, acarretando um grande desconforto à população (CETESB, 2006).

A inversão térmica é um fenômeno que ocorre em algumas épocas do ano, principalmente no inverno, onde uma massa de ar frio se forma junto a superfície terrestre, logo abaixo da camada de ar mais quente, que é menos densa. Essa massa dificulta a dissipação dos poluentes, tornando os níveis de concentração perigosos para a saúde (USBERCO; SALVADOR, 2002).

Alguns estudos mostram ainda que o desenvolvimento urbano acelerado da região a partir dos anos 50 ocasionou o processo de formação de ilha de calor. Este processo pode ter provocado algumas mudanças no clima da região, tais como a diminuição de nevoeiros no centro da cidade e diminuição da garoa típica que ocorria na região (CETESB, 2006, p. 30).

## **2.2 Caracterização ambiental da Região Metropolitana de São Paulo**

A Região Metropolitana de São Paulo sofre com todo tipo de problemas ambientais, entre os quais a deterioração da qualidade do ar (CETESB, 2006).

A qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo, segundo o Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo (CETESB, 2006) é determinada por um conjunto de variáveis, tais como: emissões de fontes móveis, originária de uma frota de aproximadamente 7,4 milhões de veículos, que representa 1/5 da frota nacional; fontes fixas de emissões de aproximadamente 2000 indústrias de alto potencial poluidor; topografia e condições meteorológicas da região. As emissões industriais, principalmente dióxido de enxofre e material particulado já se encontram em grande parte controladas, sendo das emissões veiculares as maiores contribuições para poluição do ar na RMSP. As estimativas de 2005 para estas fontes contabilizam os seguintes poluentes:

- a. 1,46 milhão de t/ano de monóxido de carbono (CO),
- b. 354 mil t/ano de hidrocarbonetos (HC),
- c. 317 mil t/ano de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>),
- d. 28 mil t/ano de material particulado total (MP), e
- e. 12 mil t/ano de óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>).

Destes totais, os veículos são responsáveis por:

- a. 97% das emissões de CO,
- b. 97% das emissões de HC,
- c. 96% das emissões de NO<sub>x</sub>,
- d. 40% das emissões de MP, e
- e. 42% de SO<sub>x</sub>.

O Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo (CETESB, 2006), apresenta os seguintes dados da qualidade do ar para RMSP:

**Material Particulado composto por:** Partículas Totais em Suspensão (PTS), Fumaça (FMC), Partículas Inaláveis (MP<sub>10</sub>) e Partículas Inaláveis Finas (MP<sub>2,5</sub>), sendo que destes, como mencionado abaixo, as partículas inaláveis finas são as que apresentam o maior número de ultrapassagens com relação ao padrão de qualidade anual proposto pelos Estados Unidos de 15 µg/m<sup>3</sup> (conforme tabela do ANEXO A).

- a. Partículas totais em suspensão (PTS): o monitoramento é efetuado a cada seis dias e houve 5 ultrapassagens do padrão diário (240 µg/m<sup>3</sup>). O padrão anual (80 µg/m<sup>3</sup>) também foi ultrapassado. Os níveis mais altos são observados nas estações de São Bernardo do Campo e Osasco.

- b. Fumaça (FMC): observa-se uma redução nos níveis deste poluente nos últimos anos. As amostragens são realizadas a cada 6 dias, o padrão diário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi ultrapassado três vezes em 2005. O padrão anual ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) não é ultrapassado em nenhuma das estações desde 1999.
- c. Partículas inaláveis ( $\text{MP}_{10}$ ): O padrão diário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi ultrapassado uma vez e o anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) foi ultrapassado em uma única estação.
- d. Partículas inaláveis finas ( $\text{MP}_{2,5}$ ): O padrão anual aplicado proposto pelos Estados Unidos ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), utilizado como referência para comparação é excedido nas estações que amostram este poluente.

**Gases compostos por:** dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), monóxido de carbono (CO), ozônio ( $\text{O}_3$ ) e dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), os quais exceção feita ao dióxido de enxofre que sofreu uma redução sensível ao longo dos anos, frequentemente ultrapassam os padrões sugeridos.

- a. Dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ): há alguns anos todas as estações atendem aos padrões primários e secundários de qualidade do ar. Ressalta-se ainda que mesmo o novo limite sugerido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), ( $124 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 24 \text{ h}$ ) esta sendo respeitado em todos os locais monitorados na RMSP.
- b. Monóxido de carbono (CO): as concentrações de monóxido de carbono excedem o padrão de qualidade do ar para 8 horas (9 ppm), apenas uma vez em 2005. O nível de atenção (15 ppm) não tem sido ultrapassado. As concentrações médias apresentam tendência de queda, motivadas principalmente pela renovação da frota de veículos leves.
- c. Ozônio ( $\text{O}_3$ ): o padrão de qualidade do ar ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 1 \text{ h}$ ) e o nível de atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 1 \text{ h}$ ) são frequentemente ultrapassados, principalmente nos dias de alta insolação. O novo limite sugerido pela OMS ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 8 \text{ h}$ ) também não é respeitado.
- d. Dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ): o padrão horário ( $320 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) não foi ultrapassado em 2005, porém há casos de ultrapassagem em anos anteriores. O padrão anual ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) não tem sido ultrapassado nos últimos anos.

O quadro apresentado no caso do ozônio, mostra a necessidade de controlar compostos orgânicos e óxidos de nitrogênio, que são os formadores deste poluente por processos fotoquímicos. Além do ozônio, tais processos geram também uma quantidade considerável de

aerosóis secundários , que em função de seu pequeno tamanho, tem significativa importância em termos de saúde (CETESB, 2006, p II).

### **2.3 Rede automática de monitoramento da qualidade do ar**

A Região Metropolitana de São Paulo, possui a Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar da CETESB, que abrange os pontos mostrados na Figura 3 a seguir e mede os seguintes parâmetros: partículas inaláveis, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, ozônio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos totais não metano, direção do vento, velocidade do vento, umidade relativa, temperatura, pressão atmosférica e radiação solar (global e ultravioleta). Além das estações fixas há duas móveis que são deslocadas em função da necessidade de monitoramento em locais onde não existe estação ou para estudos complementares à própria rede.

As Estações Telemétricas com os dados obtidos pelas medições complementam os modelos preditivos, uma vez que fornece os dados vigentes, úteis para validar os dados preditivos.

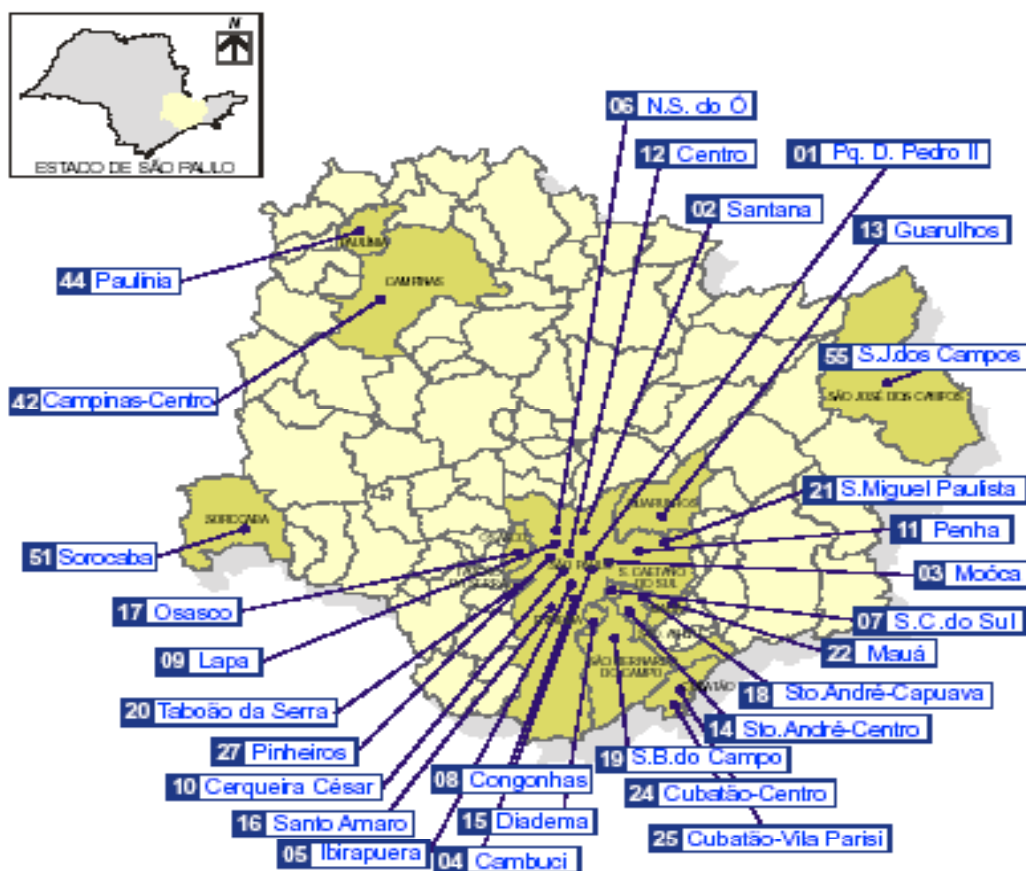


Figura 3 Estações da Rede de Monitoramento Automático

Fonte: CETESB, 2006

## 2.4 Grupos motogeradores

São abordadas neste item as teorias de funcionamento dos equipamentos que compõem os grupos motogeradores, desde um pequeno histórico, definições, tipos, classificações, até os dados bibliográficos disponíveis sobre as suas emissões de poluentes atmosféricos.

### 2.4.1 Definição

Denomina-se grupo motogerador diesel a composição de um motor Diesel e um gerador de corrente alternada, denominado alternador, convenientemente montados e dotados dos



componentes de supervisão e controle, necessários ao seu funcionamento autônomo e destinado ao suprimento de energia elétrica produzida a partir do consumo de óleo Diesel (PEREIRA, 200?).

#### 2.4.2 Classificação

Os grupos motogeradores podem ser classificados conforme a aplicação. Neste caso para atender as cargas alimentadas, estão subdivididos em quatro classes:

- a. Classe G.1 – para cargas menos exigentes, onde basta que atendam os níveis de tensão e frequência. Enquadram-se neste caso por exemplo, sistema de iluminação e alguns equipamentos simples.
- b. Classe G.2 – onde as características de tensão sejam as mesmas oferecidas pela rede das concessionárias de energia elétrica, sendo admitidas flutuações temporárias de tensão e frequência. Enquadram-se nesta situação cargas como iluminação, pequenos motores e bombas.
- c. Classe G.3 – para uso em cargas mais exigentes com relação a tensão, frequência e forma de onda. Enquadram-se neste caso, cargas eletrônicas e de telecomunicações.
- d. Classe G.4 – para exigências severas com relação a tensão, frequência e forma de onda, por exemplo em sistemas de informática.

Os grupos podem ser classificados ainda quanto a implementação, estando divididos em três categorias:

- a. Grupos pequenos e deslocáveis manualmente e de baixa potência, abaixo de 10 kVA, utilizados normalmente em exposições, bancas de jornal, serviços de manutenção, etc.
- b. Grupos móveis, deslocáveis por rodas ou um equipamento móvel, são os de potência acima de 10 kVA, são utilizados por exemplo em canteiros de obra móveis, em exploração agrícola, etc.
- c. Grupos fixos, que são equipamentos de maior potência, utilizados como fonte de segurança ou de alimentação de substituição.

A terceira e última classificação é com relação ao tempo de atuação, tempo este, referente ao período entre a interrupção de fornecimento da alimentação normal e o fornecimento de corrente pelo grupo. Há quatro classes e obedecem a NBR 5410 – “Norma para instalações elétricas em baixa tensão” (ABNT, 2004). São estas as classes:

- a. Grupos de partida manual e sem tempo de atuação determinado. Estão normalmente parados e necessitam de todo tempo para entrar em regime, desde o deslocamento do operador até que a temperatura do motor atinja o nível de operação.
- b. Grupos com partida automática, porém com longo período parado. Entram em regime em 15 segundos e necessitam que o motor térmico seja mantido em estado de pré-aquecimento.
- c. Grupos com partida automática, porém com interrupção curta. Entram em regime em no máximo um segundo. O gerador está em rotação permanente e sua inércia serve para acionar o motor, que é mantido em estado de preaquecimento.
- d. Grupos sem interrupção, nos quais o gerador gira e é mantido pelo motor para que seja mantido um fornecimento ininterrupto da potência necessária (RÉMOND, 2001)

### 2.4.3 O motor Diesel

#### 2.4.3.1 Histórico

O motor Diesel foi criado em Augsburg, Alemanha, por Rudolf Diesel, por isto possui este nome. O primeiro motor que funcionou de maneira eficiente data de 10 de agosto de 1893. Oficialmente o primeiro teste bem sucedido foi realizado no dia 17 de fevereiro de 1897 e foi apresentado na Feira Mundial de Paris, França, em 1898, e o combustível utilizado era o óleo de amendoim, um tipo de biocombustível. Os primeiros motores tipo diesel eram de injeção indireta. Tais motores eram alimentados por petróleo filtrado, óleos vegetais e até mesmo por óleos de peixe. (CUMMINS, 2007).

Rudolf Diesel et. al (apud CUMMINS, 2007), no período entre 1911 e 1912, fez a seguinte afirmação: “ O motor a diesel pode ser alimentado por óleos vegetais, e ajudará no desenvolvimento agrário dos países que vierem a utilizá-lo [...] O uso de óleos vegetais como combustível pode parecer insignificante hoje em dia. Mas com o tempo irão se tornar tão importantes quanto o petróleo e o carvão são atualmente.”

A indústria do petróleo, após a morte de Rudolf Diesel, criou um tipo de óleo que denominou de "Óleo Diesel" que, por ser mais barato que os demais combustíveis, passou a ser largamente utilizado. Foi esquecido, desta forma, o princípio básico que levou à sua invenção,

ou seja, um motor que funcionasse com óleo vegetal e que pudesse ajudar de forma substancial no desenvolvimento da agricultura dos diferentes países. A abundância de petróleo aliada aos baixos custos dos seus derivados fez com que o uso dos óleos vegetais caísse no esquecimento. Mas os conflitos entre países e o efeito estufa foram elementos que marcaram de forma definitiva a consciência do desenvolvimento auto-sustentável pelos ambientalistas. Dessa maneira, a fixação do homem no campo e o aumento do consumo de combustíveis fósseis fez com que houvesse, mais uma vez, a preocupação com a produção de óleo vegetal para ser utilizado em motores.

A evolução histórica, portanto, segundo fabricantes de grupos motogeradores (CUMMINS, 2007), apresenta o seguinte perfil:

**Início do Século XX:** utilização de óleos vegetais em testes nos motores diesel.

**Anos 70:** declínio de interesse pelo uso dos óleos vegetais motivado pela abundância e baixo custos dos derivados de petróleo. Nesta mesma década, devido aos dois grandes choques mundiais que elevaram o preço do petróleo, há a retomada pelos testes com óleo vegetal.

**Anos 80:** Novo declínio de interesse pelos óleos vegetais.

**Anos 90:** retomada de interesse devido à pressões ambientalistas e a introdução do conceito de Desenvolvimento Sustentável.

**Século XXI:** Efeito estufa, guerra, desenvolvimento do setor primário e fixação do homem no campo, fazem com que o investimento na pesquisa, produção e divulgação do biodiesel se espalhem por todo o país através de feiras, encontros, seminários, etc.

#### 2.4.3.2 Definição

O motor Diesel é uma máquina térmica, de combustão interna, destinada ao suprimento de energia mecânica ou força motriz de acionamento. Segundo sua aplicação, são classificados em quatro tipos básicos:

- a. Estacionários: são destinados ao acionamento de máquinas estacionárias como: geradores, máquinas de solda, bombas ou outras máquinas que operam em rotação constante.
- b. Industriais: destinados ao acionamento de máquinas de construção civil, tais como tratores, carregadeiras, guindastes, compressores de ar, máquinas de mineração, veículos de operação fora de estrada, acionamento de sistemas hidrostáticos e outras aplicações onde são exigidas características especiais do acionador.
- c. Veiculares: destinados ao acionamento de veículos de transporte em geral, tais como caminhões e ônibus.
- d. Marítimos: destinados à propulsão de barcos e máquinas de uso naval.

#### 2.4.3.3 Princípio de funcionamento

Os motores do ciclo Diesel aspiram ar, que após ser comprimido no interior dos cilindros, recebe o combustível sob pressão, pressão esta, superior a que o ar se encontra. Quando o combustível entra em contato com o ar aquecido pela pressão elevada, por auto-ignição ocorre a combustão. Nos motores do ciclo Diesel, além do óleo Diesel, outros combustíveis podem ser utilizados, tais como nafta, óleos minerais mais pesados e óleos vegetais, desde que os motores sejam projetados para receber os referidos combustíveis. Além dos combustíveis líquidos, os motores Diesel podem utilizar carvão em pó e produtos vegetais, O gás também pode ser utilizado no processo Diesel (PEREIRA, 200?).

#### 2.4.3.4 Poluentes atmosféricos emitidos na combustão do diesel

A combustão ideal geraria calor, água, gás nitrogênio e dióxido de carbono. Mesmo o dióxido de carbono não sendo nocivo aos seres vivos devido sua baixa toxicidade e não causar danos aos materiais, hoje demanda grande preocupação pela sua intensa participação no agravamento do efeito estufa e portanto, das implicações em um dos mais graves problemas globais responsável pelas mudanças climáticas (ABRANTES, 2002, p.26).

Na verdade, durante a combustão dos motores diesel são emitidos centenas de compostos químicos tanto na fase líquida como gasosa, foram identificadas um total de 445 substâncias segundo Westerholm et al. (1991 apud ABRANTES, 2002, p.26).

Na exaustão do diesel os principais produtos encontrados são: dióxido de carbono, oxigênio, nitrogênio, vapor de água, monóxido de carbono, material particulado e os compostos orgânicos voláteis, como os hidrocarbonetos, este último de alta toxicidade, dentre eles os mais nocivos a saúde humana são benzeno, tolueno, etilbenzeno, xileno e os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) (ABRANTES, 2002, p.27).

## 2.5 Óleo diesel

A composição química do óleo diesel depende da procedência do óleo cru e do processo da refinaria a qual foi submetido. São composições químicas complexas e variáveis de hidrocarbonetos, predominantemente com o número de carbono na faixa de  $C_{11}$  a  $C_{25}$ , isto significa de 11 a 25 átomos de carbono em cada molécula, e temperatura de ebulição entre 150 e 450 °C (ABRANTES, 2002, p.19).

A Resolução ANP nº 15 de 17.07.2006, publicada no Diário Oficial da União em 19.07.2006 (BRASIL, 2006), estabelece as especificações do óleo diesel e mistura óleo / biodiesel – B2 de uso rodoviário, para comercialização em todo território nacional e define obrigações dos agentes econômicos sobre o controle de qualidade do produto.

Hoje são distribuídos dois tipos de óleo diesel automotivos no país, o diesel metropolitano, comercializado num raio de 40 quilômetros dos grandes centros e com teor máximo de enxofre de 0,20%, e outro, chamado rural ou interiorano, distribuído nas demais áreas e com teor de enxofre máximo de 0,30% e de coloração avermelhada (BRASIL, 2006).

O teor de enxofre é um fator significativo, pois trata-se de um elemento químico extremamente indesejável, tanto sob o aspecto ambiental, pelos gases tóxicos que gera durante a combustão; como para os motores, pois o trióxido de enxofre gerado na combustão, ao juntar-se com a água forma o ácido sulfúrico que corrói as partes metálicas do motor. Além destes problemas o teor de enxofre influe diretamente no aumento das emissões de material particulado, tanto que na Comunidade Européia e nos Estados Unidos os limites máximos deste teor é bem mais restritivo, sendo da ordem de 0,05% e o da Suécia é próximo a 0,005% (ALVAREZ; LACAVA; FERNANDES, 2002).

## 2.6 As substâncias poluentes e o meio ambiente

**Poluente atmosférico** é toda e qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa e de energia que, presente na atmosfera, pode torná-la poluída. Os poluentes atmosféricos em forma de matéria podem ser classificados em função do seu estado físico em dois grupos: material particulado; e gases e vapores. Podem ser classificados de acordo com sua origem: em poluentes primários e secundários; os primários já são emitidos como poluentes e os secundários são formados na atmosfera por reações químicas ou fotoquímicas, como por exemplo o caso da formação do ozônio no “smog” fotoquímico. E finalmente, os poluentes podem ainda ser classificados segundo sua classe química: em orgânicos e inorgânicos (ASSUNÇÃO, 2003).

O poluente lançado na atmosfera está sujeito a basicamente quatro situações simultâneas: dispersão, transformação, remoção e acumulação (SEINFELD et. al., 1978 apud ABRANTES, 2002, p. 39).

**Dispersão** – esta intimamente ligada a topografia do local e condições meteorológicas.

**Transformação** – é a alteração do poluente por reações químicas, depende da reatividade deste com a temperatura da atmosfera, a intensidade solar, ou da reação e concentração com outros compostos existentes no local.

**Remoção** – o poluente pode ser removido da atmosfera, pode trocar de meio, sedimentando ou sendo carregado pelas águas da chuva para o solo ou corpos d’água.

**Acumulação** – ou absorção, que é a disposição final do poluente, no solo, no leito dos corpos d’água ou por bioacumulação, isto é, o composto acumula-se nos organismos vivos.

A **poluição atmosférica** sempre existiu, de uma forma natural ou provocada pelo homem, de uma forma mais intensa e concentrada ou mais dispersa. A poluição natural provocada pelas queimadas, erupções vulcânicas ou decomposição de matéria orgânica fazia parte da vida dos nossos ancestrais. Gradativamente a poluição do ar foi se intensificando, com o cozimento de alimentos, aquecimento, manufaturas, industriais, expansão dos transportes, as fontes de poluição multiplicaram-se, surgiram as concentrações nos grandes centros urbanos (ALVAREZ; LACAVA; FERNANDES, 2002).

A poluição atmosférica, principalmente a antropogênica é estudada nos níveis mais baixos da troposfera, camada que se estende até a aproximadamente 11 quilômetros de altitude e onde ocorrem a maioria dos fenômenos meteorológicos, exceção feita aos poluentes que influem na

camada de ozônio na estratosfera, situada acima da troposfera e que protege a biosfera da ação direta da radiação solar ultravioleta (ALVAREZ; LACAVA; FERNANDES, 2002, p. 50)

A seguir são apresentados os poluentes importantes para compreensão deste trabalho.

### 2.6.1 Oxidantes

Oxidantes são os gases cuja ação fisiológica principal é baseada numa ação de oxidação, como ocorre com os óxidos de nitrogênio,  $\text{NO}_x$ , dióxido de nitrogênio,  $\text{NO}_2$ , e com o ozônio,  $\text{O}_3$ .

O termo óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) representa a combinação de monóxido e dióxido de nitrogênio,  $\text{NO}$  e  $\text{NO}_2$ . Os gases de exaustão resultantes de combustíveis fósseis constituem-se principalmente de  $\text{NO}$ , correspondendo de 90 a 95% de  $\text{NO}_x$ , isto em função das limitações cinéticas do dióxido de nitrogênio (LUCON, 2003).

O dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) é um gás marrom avermelhado, com odor muito forte e irritante. Pode levar a formação de ácido nítrico, nitratos que contribuem por reações químicas para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera e compostos orgânicos tóxicos (LUCON, 2003).

A formação de  $\text{NO}_x$  ocorre por três mecanismos fundamentais:

- a. dissociação térmica e subsequente reação do nitrogênio e oxigênio moleculares presentes no ar de combustão, ocorre em altas temperaturas, gera o “thermal”  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}_x$  térmico);
- b. evolução e reação do nitrogênio ligado ao combustível com o oxigênio, que é o “fuel”  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}_x$  combustível), ocorre em temperaturas moderadas; e
- c. formação intermediária de ácido cianídrico ( $\text{HCN}$ ) seguida de sua oxidação para  $\text{NO}$ , “prompt”  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}_x$  ativo), é formado a partir das reações de radicais derivados dos hidrocarbonetos presentes nas chamas de combustível (LUCON, 2003).

Óxidos de nitrogênio são formados em indústrias de ácido nítrico e sulfúrico, e principalmente em motores de combustão. Os gases expelidos por veículos automotores podem conter até 1000 ppm de óxidos de nitrogênio, muito elevadas quando comparadas com

o valor da CMT (concentração máxima no local de trabalho, concentração esta, equivalente a quantidade de substância tóxica existente no ar que, com exposições diárias de 8 (oito) horas não chega a afetar visivelmente a saúde do homem) do  $\text{NO}_2$  puro (5 ppm).

No meio ambiente os óxidos de nitrogênio são transformados fotoquimicamente, pela luz solar, formando ozônio ( $\text{O}_3$ ). A reação da radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis (COVs) produz o ozônio troposférico que é um gás incolor e é o principal componente da névoa fotoquímica.

Os raios ultravioletas, sendo mais energéticos, decompõem o  $\text{NO}_2$  homoliticamente, isto é, ao lado do NO forma-se a espécie O, muito reativa. Esta espécie reage com o oxigênio atmosférico e forma o ozônio. Como este processo fotoquímico é uma das principais fontes produtoras de ozônio, os gases de escape de veículos automotores se incluem indiretamente entre os principais formadores de ozônio. O ozônio ( $\text{O}_3$ ), conhecido também como mau ozônio, não é emitido diretamente na atmosfera, sendo formado pelo  $\text{NO}_x$  e hidrocarbonetos em contato com a luz solar, portanto sua maior incidência ocorre nos dias de grande insolação. É um gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica mais conhecida como “smog”, causam irritação nos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar e danos às colheitas, vegetação natural e plantações agrícolas.

O ozônio também se forma em um processo natural, pela ação dos raios de UV sobre o oxigênio ( $\text{O}_2$ ) atmosférico em grandes altitudes, isto é, a aproximadamente 25 quilômetros da superfície terrestre e possui efeito benéfico sobre a vida terrestre por filtrar as radiações ultravioletas. Porém somente uma parte deste ozônio estratosférico atinge a superfície terrestre por ser reduzida a troca de gases entre a estratosfera e a troposfera, concluindo-se facilmente que as maiores concentrações de ozônio encontradas estão nas áreas urbanas (FELLENBERG, 1980).

### **2.6.2 Monóxido de carbono – CO**

O monóxido de carbono é produto da queima incompleta de substâncias que contem carbono, é entre os óxidos neutros, poluentes atmosféricos, o mais abundante e de controle mais difícil (USBERCO; SALVADOR, 2002).



As maiores concentrações de monóxido de carbono ocorrem principalmente em áreas urbanas devido ao consumo de combustíveis tanto pelas indústrias como pelos veículos. Na Região Metropolitana de São Paulo, por exemplo, a contribuição da frota motorizada, com relação as emissões de CO, chega a mais de 90% do total. Os veículos além de emitirem este gás muito mais do que as indústrias, o lançam nas vias de tráfego, na altura do sistema respiratório. Os policiais de trânsito que, estão continuamente expostos a este tipo poluente, sofrem o efeito de um fumante habitual. A exposição contínua, mesmo em médias concentrações, típicas de corredores de trânsito, também está relacionada às causas de afecções de caráter crônico, além de ser nociva para pessoas anêmicas e com deficiências respiratórias ou circulatórias, pois produz efeitos nos sistemas nervoso central, cardiovascular e respiratório (ALVAREZ; LACAVA; FERNANDES, 2002).

O CO em altas concentrações e em ambientes fechados é um dos mais perigosos agentes tóxicos tanto para o homem como para os animais, pois uma vez que é inodoro e incolor, dificilmente é percebido pelos sentidos.

O monóxido de carbono pode matar por asfixia, uma vez que, devido sua grande afinidade química com a hemoglobina do sangue, cerca de 210 vezes maior que a afinidade do oxigênio com a hemoglobina, tende a combinar-se rapidamente com esta, ocupando o espaço destinado ao transporte de oxigênio, impedindo que ela transporte o oxigênio durante o processo de respiração (ALVAREZ; LACAVA; FERNANDES, 2002).

### **2.6.3 Dióxido de enxofre - SO<sub>2</sub> (Emissões Gasosas Ácidas)**

Tem-se aqui um outro gás incolor, porém com odor forte, odor este semelhante ao produzido pela queima de palitos de fósforo. O SO<sub>2</sub> pode transformar-se em SO<sub>3</sub> e com a umidade atmosférica em ácido sulfúrico (H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>), sendo um dos componentes da chuva ácida. O ácido sulfúrico é um importante formador de sulfatos (SO<sub>4</sub>), que compõem as partículas inaláveis, sendo altamente agressiva, por terem diâmetro muito pequeno, inferior a 1 µ, podem penetrar nas regiões mais profundas dos pulmões. Além disto, em grandes concentrações, causa prejuízos em todo trato respiratório, como aumento da secreção nas vias superiores, inflamação grave das mucosas, redução do movimento ciliar, aumento da incidência de rinite, faringite e bronquite, espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares, etc.. Há portanto, preocupação mundial e esforço para a redução do teor de enxofre dos

combustíveis, o que exige grandes investimentos por parte das refinarias. Nos países desenvolvidos o teor de enxofre vêm caindo acentuadamente nos últimos anos, chegando a 0,005% em alguns países, enquanto no Brasil, devido as pressões das Agências Ambientais, o teor de enxofre no diesel baixou de 1 para 0,2% e deverá cair mais para atender aos padrões de emissões veiculares cada vez mais restritivo. (ALVAREZ; LACAVA; FERNANDES, 2002).

#### 2.6.4 Gás carbônico - CO<sub>2</sub>

O gás carbônico não é considerado diretamente um poluente prejudicial à saúde; está entre os exemplos de efeito físico de contaminação uma vez que o aumento das concentrações de dióxido de carbono é um dos componentes fundamentais para o aumento da temperatura do planeta, conhecido como efeito estufa (ALVAREZ; LACAVA; FERNANDES, 2002).

O gás carbônico dentre os gases metano (CH<sub>4</sub>), o clorofluorcarbono (CFC) e o N<sub>2</sub>O, encontrados na atmosfera, que também contribuem para o efeito estufa, o CO<sub>2</sub> é o principal responsável, contribuindo com aproximadamente 55% deste fenômeno (USBERCO; SALVADOR, 2002).

Sua concentração no início do século era de aproximadamente 290 ppm, enquanto que no final do século passou para 365 ppm. (ASSUNÇÃO, 2003)

#### 2.6.5 Hidrocarbonetos – HC

Os hidrocarbonetos são gases e vapores que possuem odor desagradável e podem conter substâncias altamente tóxicas como benzeno, tolueno e xileno (BTX), utilizados como solventes de borracha, gorduras, resinas e óleos e na indústria do plástico. Há ainda os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH, “polycyclic-aromatic-hydrocarbons”, originalmente do inglês), originários da combustão incompleta, na pirólise do combustível e na decomposição térmica de materiais orgânicos. São fontes deste poluente: queima de óleo pesado, resíduo asfáltico, carvão e óleo diesel.

Os hidrocarbonetos são extremamente prejudiciais à saúde, sendo alguns carcinogênicos e mutagênicos, além de outros efeitos imediatos, como náusea, dores de cabeça, cansaço,

letargia e tonturas. Como são pouco voláteis, sua contaminação está relacionada à adsorção às partículas inaláveis carbonáceas, que penetram nos alvéolos, onde são metabolizadas no organismo. (ALVAREZ; LACAVA; FERNANDES, 2002, p. 34)

#### **2.6.6 Material particulado (MP)**

Material particulado engloba poeiras, neblina, aerossóis, fumaça, fuligem, enfim todo tipo de material sólido ou líquido que devido ao pequeno tamanho, se mantém suspenso na atmosfera. As partículas podem ser compostas dos mais variados componentes e carregar substâncias perigosas e tóxicas, como os hidrocarbonetos, mencionados no parágrafo anterior, ou sulfatos, benzopireno, metais, dioxinas, etc..

Inicialmente só as partículas totais em suspensão (PTS) eram preocupantes, partículas estas menores do que 100  $\mu$  depois, pesquisas mostraram que partículas menores, denominadas partículas inaláveis (PI), ou PM10, com dimensões menores do que 10  $\mu$  e apresentarem sérios problemas para saúde uma vez que, penetravam mais profundamente no aparelho respiratório, especialmente aquelas com diâmetro inferior a 2,5  $\mu$ , como por exemplo as emitidas por veículos à diesel que possuem diâmetro entre 0,2 e 0,3  $\mu$ .

#### **2.7 Legislação**

Os motores de aplicação veicular comercializados no Brasil, como mencionado no item 1.2.6. deste trabalho, já contam com tecnologias de controle de emissões que visam atender os limites de emissão impostos pelo PROCONVE - Programa de Controle do Ar por Veículos Automotores, estabelecido pela Resolução nº. 18/86 do CONAMA (BRASIL, 1986a) posteriormente complementadas por outras Resoluções CONAMA. A Lei Federal nº. 8723 de 28 de outubro de 1993 (BRASIL, 1993), republicada no Diário Oficial da União por incorreções em 29 de outubro de 1993, definiu os limites de emissões para veículos leves e pesados, segundo o Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, emitidos em 2003. (CETESB, 2004).

Atualmente estão vigorando as fases IV e V do PROCONVE, conforme a Tabela 03, cujos fatores são posição de 31/12/05. Na fase I, nenhum destes parâmetros era controlado, apenas a emissão de fumaça em regime de carga (CETESB, 2006).

Tabela 03 – Fatores de emissão de motores do ciclo diesel<sup>1</sup>

FASE PROCONVE	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	MP (g/kWh)
I <sup>2</sup>	---	---	---	---
II	1,86	0,68	10,70	0,660
III	1,62	0,54	6,55	0,318
IV	0,85	0,29	6,16	0,120
V	0,85	0,15	4,66	0,082

Fonte: CETESB, 2006

1 Valores médios obtidos da homologação e da produção segundo as Resoluções CONAMA nº 08/93 e 315/02. Estão em vigor as fases IV e V, cujos dados são posições de 31/12/2005.

2 Na fase I, nenhum destes parâmetros era controlado, apenas a fumaça em regime de carga.

Com relação aos motores dos grupos motogeradores, motores estacionários e marítimos, a adoção de tecnologias de controle de emissões ainda não é uma realidade, pois estes não dispõem de uma regulamentação ambiental específica que induza os fabricantes a aprimorarem seus produtos buscando o atendimento de padrões de emissão rigorosos, como os motores de aplicação veicular.

A pouca regulamentação específica existente foi praticamente consequência da crise energética ocorrida no primeiro semestre de 2001.

Segue o cenário atual da regulamentação ambiental aplicada aos grupos motogeradores.

### 2.7.1 Resolução CONAMA nº 279

Por ocasião da crise energética do primeiro semestre de 2001, foi aprovada pelo CONAMA a Resolução nº. 279 de 27 de junho de 2001 (BRASIL, 2001).

Esta Resolução estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos com pequeno potencial poluidor, ou seja, com pequeno potencial de impacto ambiental, necessários ao incremento da oferta de energia elétrica no País.

Estão incluídos nesta Resolução, de acordo com o Artigo 1º, os seguintes empreendimentos elétricos com pequeno potencial poluidor:

- I – usinas hidrelétricas e sistemas associados;
- II – **usinas termelétricas e sistemas associados;**
- III – sistemas de transmissão de energia elétrica (linhas de transmissão e subestações);
- IV – usinas eólicas e outras fontes alternativas de energia.

Salvaguardadas as considerações quanto aos procedimentos de licenciamento ambiental estabelecidos nas Resoluções CONAMA números 001, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986b) e 237, de 19 de dezembro de 1997 (BRASIL, 1997) e, para empreendimentos do setor elétrico, de forma complementar, na Resolução CONAMA nº 006, de 16 de setembro de 1987 (BRASIL, 1987), onde é estabelecido um limite de 10 MW para potência de geração.

### 2.7.2 Lei Estadual nº 997 e Decreto Estadual nº 8.468 de 1976, São Paulo

Regulamentam as ações de controle ambiental e padrões, licenças para novas indústrias, bem como para aquelas já estabelecidas, e as sanções para ações corretivas. Este regulamento mantém os padrões federais de qualidade do ar e acrescenta os seguintes principais requisitos:

- **Ringelmann nº 1 é o limite de emissão para fumaça preta emitida por fontes estacionárias;**
- Ringelmann nº 2, o limite de emissão para fumaça preta emitida por veículos a diesel a qualquer altitude em operação normal;
- os padrões de emissão para material particulado são impostos para o município Cubatão;
- a melhor tecnologia disponível será adotada quando não houver regulamentação para padrões de emissão;
- normas para localização, operação e sistema de controle para fontes estacionárias;
- normas específicas para incineração;
- queimas ao ar livre estão proibidas;
- fica estabelecido um plano de Emergência para episódios agudos de poluição do ar.

Vale lembrar aqui que, a Escala de Ringelmann é uma escala gráfica para avaliação colorimétrica de densidade ótica de fumaça, constituída de seis padrões com variações uniformes de tonalidades entre o branco e o preto. Os padrões são apresentados por meio de quadros retangulares, com redes de linha de espessura e espaçamento definidos, sobre um fundo branco. Os padrões da escala Ringelmann são numerados de 0 a 5 (AMBIENTE BRASIL, 2006).

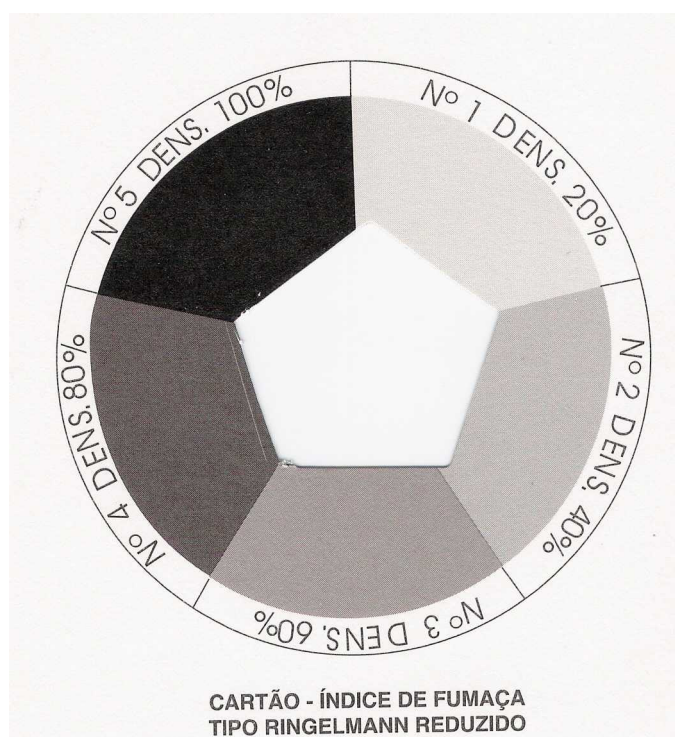


Figura 4 Escala de Ringelmann

Fonte: CETESB - cópia do cartão – índice de fumaça

Para descobrir se o veículo ou a chaminé está emitindo fumaça acima do permitido, utiliza-se a Escala de Ringelmann (ver figura 4) e compara-se com padrões estabelecidos pela legislação ambiental. A exemplo o CONAMA 08/90 (BRASIL, 1990c) para áreas Classe II e III define:

“ b) Densidade Colorimétrica Máximo de 20% (vinte por cento), equivalente a Escala de Ringelmann nº 01, exceto na operação de ramonagem e na partida do equipamento.”



(disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/images/residuos/poluentes1.gif>)

Figura 5 Monitoramento da emissão de fumaça

### 2.7.3 Instrução Técnica nº 17

Trata-se da Instrução Normativa da CETESB, Instrução Técnica nº 17, de julho de 2001 (CETESB, 2001), onde são estabelecidos procedimentos internos para licenciamento de grupos geradores movidos à óleo diesel, instalados em locais onde as atividades estão sujeitas ao licenciamento da CETESB, estabelecimentos estes definidos no artigo 57 do Regulamento da Lei nº 997/76, aprovado pelo Decreto Estadual nº 8486/76.

No ANEXO B deste trabalho, estão os dois Anexos, números 9 e 10, referentes as fontes de poluição do artigo 57 do Regulamento da referida Lei.

A instalação de geradores em estabelecimentos que não se enquadram no artigo mencionado não necessita da aprovação do órgão ambiental.

Estão sujeitos a esta sistemática os equipamentos que geram até 10 MW, que conforme estabelece a Resolução CONAMA 01/86 (BRASIL, 1986b), não estão sujeitos a apresentação do EIA/RIMA, enquanto que os de maior capacidade devem solicitar Licença Prévia junto a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

As exigências técnicas desta Instrução Normativa são:

- Os níveis de ruído emitidos pelos geradores deverão atender aos padrões estabelecidos pela Norma NBR 10151 –“Acústica Avaliação do Ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento (ABNT, 1998) , conforme Resolução CONAMA 01 de 27/03/96, retificada em 16/08/90 (BRASIL, 1996b).

- As vibrações emitidas pelos geradores deverão ser controladas de modo a evitar incômodos ao bem estar público.
- **Manter e operar adequadamente os geradores movidos à óleo diesel, bem como garantir a sua regulagem visando a combustão adequada, de modo a evitar a emissão de poluentes para atmosfera, em atendimento ao artigo 31 do Decreto nº 8.486/76 (SÃO PAULO, 1976).**
- Os tanques utilizados para armazenamento do óleo diesel deverão estar providos de dispositivos de contenção, com capacidade para receber e guardar eventuais derrames, de modo a evitar a poluição do solo e das águas.

Assim, grande parcela dos grupos motogeradores introduzidos no mercado, em hotéis, condomínios, edifícios residenciais e de escritórios, clubes etc., escapam do controle da agência ambiental, o que motiva este estudo.

#### 2.7.4 Resolução ANEEL nº 112

A Resolução nº 112, de 18 de maio de 1999 (BRASIL, 1999), apesar de não ter caráter ambiental, “estabelece os requisitos necessários à obtenção de Registro ou Autorização para a implantação, ampliação ou repotencialização de centrais geradoras termelétricas, eólicas e de outras fontes alternativas de energia”.

No Artigo 2º, parágrafo III – “registro de centrais geradoras termelétricas, eólicas e de outras fontes alternativas de energia, de potência até 5.000 kW, destinadas à execução de serviço público”, há uma obrigatoriedade de se fazer um cadastro, que poderá ser utilizado para elaboração de um futuro inventário.

#### 2.7.5 Resolução CONAMA nº 382

Acaba de ser aprovada na 26ª Reunião da Câmara Técnica de Assuntos Jurídicos a Resolução CONAMA (BRASIL, 2007) cujo assunto é: **Definição de Padrões de Poluentes Atmosféricos por Fontes Fixas**, porém observa-se pelo ANEXO I, desta Resolução, apresentado a seguir, que trata-se somente de limites de emissão de poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo



combustível, não estando incluídos os grupos motogeradores que possuem motores de combustão interna, mas que também geram poluentes semelhantes aos de combustão interna.

## ANEXO I

Limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da **combustão externa** de óleo combustível.

I.1 – Ficam aqui definidos os limites máximos de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo combustível.

I.2 – Para aplicação deste anexo devem ser consideradas as seguintes definições dos termos:

- Capacidade nominal - condição máxima de operação da unidade de geração de calor para o qual o equipamento foi projetado, determinado em termos de potência térmica, com base no Poder Calorífico Inferior - PCI -, calculado a partir da multiplicação do PCI do combustível pela quantidade máxima de combustível queimada por unidade de tempo.
- Condições Típicas de Operação - Condição de operação da unidade de geração de calor que prevalece na maioria das horas operadas.
- Óleo Combustível – derivado líquido obtido de material fóssil.
- Plena carga – condição de operação em que é utilizada pelo menos 90% da capacidade nominal.
- Processo de geração de calor por combustão externa – processo de queima de óleo combustível realizado em qualquer forno ou caldeira cujos produtos de combustão não entram em contato direto com o material ou produto processado.

I.3 – Ficam estabelecidos os seguintes limites máximos de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de óleo combustível:

Potência térmica nominal (MW)	MP <sup>(1)</sup>	NO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (como NO <sub>2</sub> )	SO <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (como SO <sub>2</sub> )
Menor que 10	300	1600	2700
Entre 10 e 70	250	1000	2700
Maior que 70	100	1000	1800

(1) os resultados devem ser expressos na unidade de concentração  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ , em base seca e 3% de excesso de oxigênio.

I.3.1 - Em teste de desempenho de novos equipamentos, o atendimento aos limites estabelecidos deverá ser verificado nas condições de plena carga.

I.3.2 – Na avaliação periódica, o atendimento aos limites estabelecidos poderá ser verificado em condições típicas de operação, a critério do órgão ambiental licenciador.

I.3.3 – Para sistemas com potência de até 10 MW, poderá o órgão ambiental licenciador aceitar a avaliação periódica apenas de monóxido de carbono, sendo que neste caso, o limite máximo de emissão deste poluente será de  $80 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ .

I.3.4 – Para as fontes de emissão de poluentes gerados em processos de geração de calor, situadas além do mar territorial brasileiro, cujas emissões não atingem significativamente as comunidades, deverá ser realizado somente o controle de eficiência de queima de combustível, obedecido o limite de emissão de  $80 \text{ mg}/\text{Nm}^3$  de monóxido de carbono – CO, independente da potência ou do combustível utilizado.

I.4 – As atividades ou fontes emissoras de poluentes deverão, quando da realização da amostragem, contar com a estrutura necessária e/ou determinação direta de poluentes em dutos e chaminés, de acordo com metodologia normatizada ou equivalente aceita pelo órgão ambiental licenciador.

I.5 – Na ocorrência de duas ou mais fontes cujo lançamento final seja efetuado em duto ou chaminé comum, as medições devem ser feitas individualmente.

I.5.1 – Quando houver impossibilidade de realização de medições individuais, de acordo com a metodologia normatizada ou equivalente aceita pelo órgão ambiental licenciador, estas poderão ser efetuadas no duto ou chaminé comum e os limites máximos de emissão devem ser ponderados individualmente com as respectivas potências térmicas nominais das fontes em questão para o cálculo do novo limite de emissão resultante, conforme o exemplo a seguir:

$$LE_{res} = \frac{\sum_1^n PN_n * LEN}{\sum_1^n PN_n}$$

Sendo:

$LE_{res}$  = limite de emissão resultante

PN = potência térmica nominal

LE = limite máximo de emissão individual

Exemplo:

Caldeira 1 – potência térmica nominal = 5 MW e LME = 300 mg/Nm<sup>3</sup> para MP

Caldeira 2 – potência térmica nominal = 35 MW e LME = 250 mg/Nm<sup>3</sup> para MP

I.6 - O lançamento de efluentes gasosos na atmosfera deverá ser realizado através de dutos ou chaminés, cujo projeto deve levar em consideração as edificações do entorno à fonte poluidora e os padrões de qualidade do ar estabelecidos.

I.7 - Em função das características locais da área de influência da fonte poluidora sobre a qualidade do ar, o órgão ambiental licenciador poderá estabelecer limites de emissão mais restritivos, inclusive considerando a alternativa de utilização de combustíveis com menor potencial poluidor.

Proposta aprovada na 26ª CT de Assuntos Jurídicos, em 03 de maio de 2006 -Versão Limpa. 7

### **3 BASE DE DADOS**

Neste capítulo serão apresentadas as bases de dados disponíveis que foram consultadas para desenvolvimento do trabalho. Um inventário em emissões atmosféricas deve ser realizado com base em emissões reais, emissões permitidas ou em emissões estimativas calculadas usando-se o tempo de operação da atividade e o nível de produção.

Os dados são de suma importância para o desenvolvimento de políticas de controle da poluição. Segundo especialistas nesta área, é preferível não dispor de dados do que dispor de dados errados ou não confiáveis, portanto há programas de controle de qualidade de dados, os quais compreendem uma série de procedimentos para garantir: medidas confiáveis, com precisão aceitável; dados representativos do ambiente; resultados comparáveis; medidas consistentes no tempo; boa distribuição espacial dos dados e otimização dos recursos (ALVAREZ; LACAVA; FERNANDES, 2002).

#### **3.1 Grupos motogeradores cadastrados pela agência ambiental**

Uma agência ambiental geralmente possui arquivos ou banco de dados bastante úteis para gerar as informações necessárias para realização de inventário de emissões.

Os processos de licenciamento, cadastros de indústrias, cadastro de empreendimentos licenciáveis, memoriais de caracterização de empreendimentos, relatórios técnicos de caracterização de emissões, relatórios de vistorias, etc., podem gerar arquivos com grande quantidade de informações da natureza das fontes, o que é de grande ajuda na determinação das estimativas das emissões.

As bases de dados utilizadas neste estudo originadas pela agência ambiental, foram cadastros dos empreendimentos licenciáveis.

No ANEXO C deste trabalho, está o cadastro atualizado (fevereiro de 2007) dos grupos motogeradores existentes nos empreendimentos licenciáveis. O cadastro não apresenta todos os dados necessários para a realização de um estudo de emissões atmosféricas, pois não foi elaborado com este intuito, uma vez que, como mencionado anteriormente, não há uma regulamentação específica para isto.

O primeiro cadastro, obtido junto a agência ambiental no início de 2005 possuía um registro de 108 grupos. O atual obtido em fevereiro de 2007 conta com 428 registros e 754 grupos, comprovando as estimativas da expansão deste tipo de fonte de poluição.

### **3.2 Grupos motogeradores cadastrados pela concessionária de energia elétrica**

No ANEXO D a seguir, encontra-se a tabela da concessionária de energia elétrica, Eletricidade de São Paulo (ELETROPAULO) com os registros dos grupos motogeradores que estão instalados na Região Metropolitana de São Paulo (registros do início de 2005), os quais funcionam como geradores de emergência ou que podem operar em paralelo com o sistema de fornecimento de energia elétrica da rede.

A <sup>3</sup>tabela, devido ao número de informações que contém, foi dividida em seis partes.

- a. Na primeira parte estão os dados de localização do empreendimento dentro da RMSP.

---

<sup>3</sup>A tabela mencionada, obtida junto a ELETROPAULO, está disponível em meio eletrônico, com os dados de apresentação desta dissertação, na Biblioteca Digital/USP.

- b. Na segunda parte estão os dados referentes ao consumo de combustível, neste caso do óleo diesel.
- c. Na terceira parte está o período de funcionamento dos motogeradores.
- d. Na quarta parte estão os registros das estimativas de emissões de poluentes em toneladas por ano.
- e. Na quinta parte estão os registros das estimativas de emissões de parte dos poluentes.
- f. Na sexta e última parte estão os registros das estimativas de emissões do restante dos poluentes.

### **3.3 Levantamento de dados junto aos fabricantes de grupos motogeradores**

O levantamento de dados junto aos Fabricantes de grupos motogeradores de emergência, é importante por fornecer dados da projeção de vendas para os próximos anos, necessários para elaboração de uma estimativa do quantitativo de equipamentos que entrará para o mercado e conseqüentemente do potencial poluidor decorrente da operação destes geradores na Região Metropolitana de São Paulo.

Em artigos publicados em revistas (CUMMINS; 2005 e 2006), fornecedores voltados ao fornecimento de grupos motogeradores para o varejo, ou seja, indústria, comércio e condomínio, projetavam para 2005 crescimento de 60% (sessenta por cento) nas vendas, uma vez que só no primeiro trimestre daquele ano suas vendas representaram uma expansão de 80% (oitenta por cento) em relação ao mesmo período do ano de 2004, sendo que metade desta produção é absorvida pelo Estado de São Paulo. Além do aquecimento interno do mercado em 2005, 70% da produção foi para exportação. São grupos com potência variando de 42 a 500 kVA, fabricados no Brasil e de 750 a 3375 kVA importados.

Um outro dado contabilizado por fabricante refere-se a frota de aluguel de geradores, por exemplo, um fabricante, em 2004, informa (CUMMINS, 2005) ter tido sua frota aumentada de 30 MW para 60 MW e previsão para um crescimento de 25%.

Apesar das informações acima, não foram encontrados dados disponibilizados pelos fabricantes sobre o montante de motogeradores fornecido para a RMSP para serem apresentados e utilizados nos cálculos deste trabalho.

### 3.4 Base de dados da U. S. Environmental Protection Agency, USEPA – emissões de fontes estacionárias

Para os geradores cadastrados existentes no mercado, foram assumidas da base de dados da Tabela 3.4-1. GASEOUS EMISSION FACTORS FOR LARGE STATIONARY DIESEL AND ALL STATIONARY DUAL-FUEL ENGINES, da Emissions Factors AP-42 da USEPA (UNITED STATES, 1996) as estimativas dos fatores de emissões para fontes estacionárias à diesel, conforme Tabela 4. Estes dados possibilitaram a realização de um estudo preliminar e criação de um cenário de utilização dos grupos motogeradores. Neste cenário foram consideradas todas as unidades cadastradas pela concessionária de energia elétrica funcionando ao mesmo tempo durante todo o horário de ponta, isto é, durante as três horas quando o custo da energia elétrica fornecida pela concessionária é mais alto. Para este cenário não foram considerados os grupos cadastrados pela agência de controle ambiental, os quais supostamente trabalham em curtos períodos durante as faltas de energia.

Tabela 04 – Fatores de Emissão

#### FATORES DE EMISSÃO

<b>DIESEL</b>	<b>Lb/hp-hora</b>	<b>g/kWh</b>	<b>g/hp-hora</b>
<b>NO<sub>x</sub> s/controle</b>	<b>0,024</b>	<b>14,60</b>	<b>10,89</b>
<b>NO<sub>x</sub> c/controle</b>	<b>0,013</b>	<b>7,91</b>	<b>5,90</b>
<b>CO</b>	<b>0,0055</b>	<b>3,35</b>	<b>2,49</b>
<b>SO<sub>x</sub></b>	<b>0,00809</b>	<b>4,92</b>	<b>3,67</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>1,16</b>	<b>705,6</b>	<b>526,17</b>
<b>MP</b>	<b>0,00007</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>
<b>TOC (como CH<sub>4</sub>)</b>	<b>0,000705</b>	<b>0,43</b>	<b>0,32</b>
<b>CH<sub>4</sub></b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>TOC não CH<sub>4</sub></b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Fonte:USEPA, 1996, p.3.4-5 – Tabela 3.4-1 - adaptada por Márcia A. Tezan Moraes Barros

<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch03/final/c03s04.pdf>

### 3.5 Cadastro geral

A partir dos dados pesquisados, resumidos na Tabela 5, sobre os grupos motogeradores instalados na Região Metropolitana de São Paulo, obtidos junto ao órgão de controle ambiental e concessionária de energia elétrica, foram feitas as análises para determinação da melhor tecnologia de avaliação do impacto ambiental provocado por estas fontes.

Os grupos motogeradores relacionados pela concessionária de energia elétrica, ELETROPAULO, computados na Tabela 5, foram considerados funcionando regularmente no horário de ponta em substituição a energia elétrica fornecida pela rede da concessionária, enquanto que os cadastrados pelo órgão ambiental que estão instalados nos empreendimentos que necessitam de licenciamento ambiental, foram considerados equipamentos de segurança, ou seja, no geral funcionarão nas situações da interrupção do fornecimento de energia elétrica da concessionária.

Tabela 5 – Grupos motogeradores registrados

GERADORES				
ORIGEM	UNIDADES	POTÊNCIA [MVA]	POTÊNCIA [MW]	CONSUMO DIESEL [L/h]
CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA	309	192,5	154,5	38.094,40
ÓRGÃO AMBIENTAL				
ano 2004/2005	108	-----	62,1	<sup>4</sup> 16.829,10
Atualização 2007	754		231,8	62.822,68
	1171		448,4	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados pesquisados em 2004/2005 (CETESB, ELETROPAULO)

<sup>4</sup>1.Considerado consumo específico médio = 170 g/CV.h (PEREIRA, 200?) = 0,271 L/kWh

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo são vistos os procedimentos adotados para uma avaliação preliminar, do possível impacto na qualidade do ar provocado pelo funcionamento de grupos motogeradores na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Um primeiro estudo foi feito a partir dos dados pesquisados sobre os grupos motogeradores instalados na Região Metropolitana de São Paulo, dados estes obtidos junto ao órgão ambiental e concessionária de energia elétrica. Foram feitas análises das emissões de poluentes com base nos fatores de emissão listados na Tabela 04 originada dos dados da U. S. Environmental Protection Agency, USEPA, onde num primeiro cenário foram considerados os equipamentos listados pela concessionária de energia elétrica operando todos ao mesmo tempo durante as três horas do horário de ponta. Os dados dos grupos motogeradores dos cadastros de licenciamento de empreendimentos ou empresas catalogadas pelo órgão de controle ambiental não foram trabalhados para quantificação das emissões de poluentes porque referem-se a equipamentos que, em grande parte, só funcionarão nas situações de falta da energia elétrica fornecida pela concessionária, ficando fora portanto deste primeiro cenário.

Foram estimadas taxas de emissão de poluentes, utilizando-se os fatores de emissão da tabela 3.4-1. GASEOUS EMISSION FACTORS FOR LARGE STATIONARY DIESEL AND ALL STATIONARY DUAL-FUEL ENGINES, da EPA (UNITED STATES, 1996) (traduzida na Tabela 4) para fontes estacionária de combustão interna e verificada a possibilidade da aplicação de modelos matemáticos de dispersão para obtenção da qualidade do ar.

As taxas de emissão relacionam a massa de um poluente específico lançado na atmosfera por unidade de tempo (massa por tempo, como kg/h, g/s), enquanto que o fator de emissão é o valor representativo que relaciona a massa de um poluente lançado na atmosfera com a quantidade específica de material ou energia processado, consumido ou produzido (massa por unidade de produção).

No segundo momento, após os levantamentos de dados, procurou-se identificar metodologias de avaliação do impacto provocado pelos poluentes emitidos por estas fontes, mais especificamente modelos matemáticos que pudessem apontar as áreas de concentração destes poluentes, uma vez que o estudo de dispersão atmosférica é um trabalho bastante complexo.



Como já mencionado, os poluentes quando são lançados na atmosfera estão sujeitos a vários fatores que vão determinar suas concentrações no espaço e no tempo, portanto uma mesma emissão, sob as mesmas condições de lançamento no ar, pode gerar concentrações diferentes em função de interferências das condições meteorológicas existentes, chuva, vento, inversão térmica, rugosidade e características do terreno, temperatura, contribuição de áreas de outras áreas, etc..

Adotou-se uma planta com quatro grupos motogeradores de emergência para exemplificar a aplicabilidade do modelo adotado, ou seja o SCREEN3 – “Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources (USEPA 1995)”.

#### **4.1 Modelos de dispersão de poluentes**

Os modelos de qualidade do ar ou modelos de dispersão são ferramentas matemáticas que ajudam nas estimativas das concentrações de poluentes na atmosfera, o que permite a avaliação do impacto da utilização destas fontes na qualidade do ar da Região Metropolitana de São Paulo onde estão instalados.

Há um grande número de modelos matemáticos para avaliação de qualidade do ar, desde os mais simplificados aos mais sofisticados, sendo que em muitos casos, a diferença entre eles é o grau de detalhes considerados nos seus dados de entrada (inputs) e saída (outputs).

É importante que o modelo utilizado seja aceito pelo órgão de controle ambiental, uma vez que trata-se de uma ferramenta auxiliar, o que obviamente não substitui o diagnóstico ambiental real feito por medições e monitoramento, pois os métodos preditivos e de medição se complementam.

Com as medições são obtidos os dados reais da situação vigente, enquanto que os modelos preditivos possibilitam a criação de diferentes cenários para avaliação e tomadas de decisão para um planejamento com relação as questões ambientais, visando minimizar impactos ao meio ambiente.

Para uma avaliação preliminar, conclui-se que poderiam ser aplicados neste estudo, dois modelos disponibilizados gratuitamente pela Agência Federal Americana de Proteção

Ambiental, USEPA (UNITED STATES, 1995), através da Internet, o Industrial Source Complex Model, ISCST e o SCREEN - “Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources (USEPA 1995)”.

#### 4.1.1 **Modelo ISCT, Industrial Source Complex Model**

O Modelo Industrial Source Complex Model, ISCT, leva em consideração as condições atmosféricas, permitindo associações com cenários climáticos próximos da realidade. É um modelo gaussiano utilizado normalmente para estimar concentrações de poluentes primários devido a uma grande variedade de fontes associadas à indústria com características complexas, permite a obtenção de resultados nas escalas espacial e temporal, que poderão ser comparados com os padrões vigentes no país, no Brasil, os padrões são os estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 003/90 (BRASIL, 1990a). Há o ISCST3, versão para estimar concentrações médias de curto prazo e o ISCLT3, para períodos mais longos.

#### 4.1.2 **Modelo SCREEN3**

O modelo SCREEN3, é um modelo bastante simplificado que utiliza técnica relativamente simples baseada em estimativas, é bastante útil para determinar a concentração em locais carentes de informações, porém apresenta resultados conservadores, como não usa dados meteorológicos reais do local analisado, esta vinculado a classe de estabilidade mais crítica, apresentando resultados de concentração superestimados.

É um modelo utilizado para uma primeira avaliação, caso indique situações significativas de prejuízo da qualidade do ar devido a uma fonte poluidora, modelos mais precisos poderão ser aplicados para a avaliação mais rigorosa da referida fonte. O SCREEN3 é para ser aplicado quando há escassez de dados de entrada requeridos para utilização de modelos mais sofisticados ou quando se quer fazer uma primeira avaliação, como o significado do nome “screening”, dar uma “peneirada”. (ALVAREZ; LACAVA; FERNANDES, 2002; NEGRI, 2003).

Segundo o **Guia do Usuário do modelo SCREEN3** (UNITED STATES, 2003) traduzido e adaptado do original SCREEN3 Model User’s Guide da USEPA – 454/B-95-004, de setembro de 1995, o modelo SCREEN3 é uma técnica de estimativa de pré-avaliação, onde os

resultados oferecidos são bastante conservadores. O início do estudo baseado neste modelo é devido sua simplicidade, o que não impede de ser adotado um modelo mais complexo como ISCST mencionado acima.

O SCREEN possibilita estimar concentrações ambientais em distâncias menores que 100 metros (até um metro como em outros modelos oficiais), ao contrário dos cálculos manuais, que estão limitados a distâncias maiores ou iguais a 100 metros. O SCREEN também não tem as alturas de pluma limitadas a 300 metros, como é o caso dos cálculos manuais. Tanto em um caso como em outro, deve se tomar cuidado na interpretação dos resultados que estão fora da faixa limite.

Além disso, o SCREEN pesquisa toda a faixa de condições meteorológicas, verificando as possíveis combinações das classes de estabilidade e velocidades de vento de forma a obter os impactos máximos, enquanto que no cálculo manual (para se verificar a mesma situação de impacto máximo) trabalha-se por partes, com somente um subconjunto de condições meteorológicas (classes de estabilidade A, C e E ou F), que se imagina possa conduzir à uma concentração máxima. O SCREEN simula todos os conjuntos de condições meteorológicas, pois as concentrações máximas são apresentadas em função da distância e também porque as classes de estabilidade A, C e E ou F podem não ser o fator preponderante naquelas fontes que possam sofrer a influência dos efeitos da quebra de pluma devido à construções (influência não considerada nos cálculos manuais).

Vale lembrar as classes, mencionadas acima, que parametrizam os coeficientes de dispersão:

- A e B – classes altamente instáveis, ocorre em condições de vento fraco e aquecimento solar moderado para alto (tarde ensolarada de verão);
- C – classe levemente instável, ocorre com velocidade de vento moderada para alta ou com vento e aquecimento leve (por de sol de verão);
- D – classe neutra, ocorre com tempo encoberto, na qual o aquecimento solar tem pouca importância; e
- E e F – classes estáveis, ocorre a noite com ventos leves e céu parcialmente encoberto, nas quais o resfriamento devido a radiação inibe a convecção natural de camadas da atmosfera.

O SCREEN considera, de forma explícita, os efeitos das reflexões múltiplas (entre a inversão elevada e o nível do solo) quando do cálculo das concentrações, sob condições de mistura limitada.

O SCREEN permite também, o trabalho com o caso de alta velocidade de vento/próximo do neutro, através da pesquisa em toda extensão da faixa de velocidades de vento para classe de estabilidade C e a seleção do máximo. Ao contrário, os cálculos manuais baseiam-se na estimativa de concentração máxima usando a classe de estabilidade C com uma velocidade de vento crítica calculada e uma velocidade de vento (normalizada de 10 metros) de 10 m/s. Isto pode resultar em diferenças nas concentrações máximas de menos do que 5% (cinco por cento) para aquelas fontes nas quais o caso de alta velocidade do vento/próximo do neutro seja o fator preponderante.

Nos resultados do SCREEN são considerados também os efeitos devido a dispersão de flutuação induzida (DFI), que não são considerados nos cálculos manuais (exceto para fumigação). A inclusão do DFI no SCREEN pode tanto aumentar como diminuir a magnitude das estimativas de concentrações, dependendo da fonte e da distância. Para fontes com alturas de pluma abaixo do limite de 300 metros dos cálculos manuais, os efeitos do DFI na estimativa de concentrações máximas serão, usualmente, menores em cerca de  $\pm 10\%$  (dez por cento). Para fontes elevadas com flutuação relativamente grande, espera-se que a inclusão do DFI possa diminuir a estimativa de concentração máxima em até 25% (vinte e cinco por cento).

Os casos que foram investigados para serem aplicados neste estudo foram o de fonte pontual e o de fonte área e os dados de entrada requeridos são os apresentados na Tabela 6 e 7.

Tabela 6 - Dados de Entrada de Fontes Pontual

<b>Inglês</b>	<b>Português</b>
Emission Rate [ $\text{g}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ ]	Taxa de Emissão [ $\text{g}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ ]
Stack Height (m)	Altura da Chaminé (m)
Stack Inside Diameter (m)	Diâmetro Interno da Chaminé (m)
Stack Gas Exit Velocity (m/s) Or Flow Rate (ACFM ou $\text{m}^3/\text{s}$ )	Velocidade de saída dos Gases da Chaminé (m/s) ou Vazão ( $\text{Pé}^3\text{-Real}/\text{min}$ ou $\text{m}^3/\text{s}$ )
Stack Gas Temperature ( $^{\circ}\text{K}$ )	Temperatura dos Gases da Chaminé
Ambient Temperature ( $^{\circ}\text{K}$ )	Temperatura Ambiente ( $^{\circ}\text{K}$ ) (Usar a entrada padrão de $293^{\circ}\text{K}$ se desconhecida)
Receptor Height Above Ground (m)	Altura do Receptor Acima do Solo (m)
Urban/Rural Option (U=Urban, R=Rural)	Opção Urbana/Rural (U ou R)

O algoritmo de fonte área, no SCREEN, é baseado numa abordagem de integração numérica e permite que a fonte área seja estudada, aproximadamente, como sendo um retângulo.

Tabela 7 - Dados de Entrada de Fontes Área

<b>Inglês</b>	<b>Português</b>
Emission Rate [ $\text{g}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ ]	Taxa de Emissão [ $\text{g}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ ]
Source Release Height (m)	Altura da Fonte de Emissão (m)
Length of larger Side of the Rectangular Area (m)	Comprimento do Maior Lado da Área Retangular (m)
Length of Smaller Side of the Rectangular Area (m)	Comprimento do Menor Lado da Área Retangular (m)
Receptor Height Above Ground (m)	Altura do Receptor Acima do Solo (m)
Urban/Rural Option (U=Urban , R=Rural)	Opção Urbana/Rural (U ou R)
Wind Direction Search Option (if no, specify desired angle)	Opção da Procura de Direção do Vento (caso não queira, especificar ângulo desejado)

Observe que a taxa de emissão para fontes área é dada em termos de emissão por área com unidades de  $g/(s \cdot m^2)$ . Estas unidades são consistentes com o modelo ISCST.

Pelo fato de não existir para os grupos motogeradores um inventário criterioso e consistente, com uma base de dados dentro do padrões de qualidade exigidos internacionalmente, foi feito um exercício com quatro grupos motogeradores, relacionados a seguir e existentes na planta da figura 6 localizada em São Paulo no bairro de Pinheiros. Este exercício serviu para estudar a aplicabilidade do modelo SCREEN3.

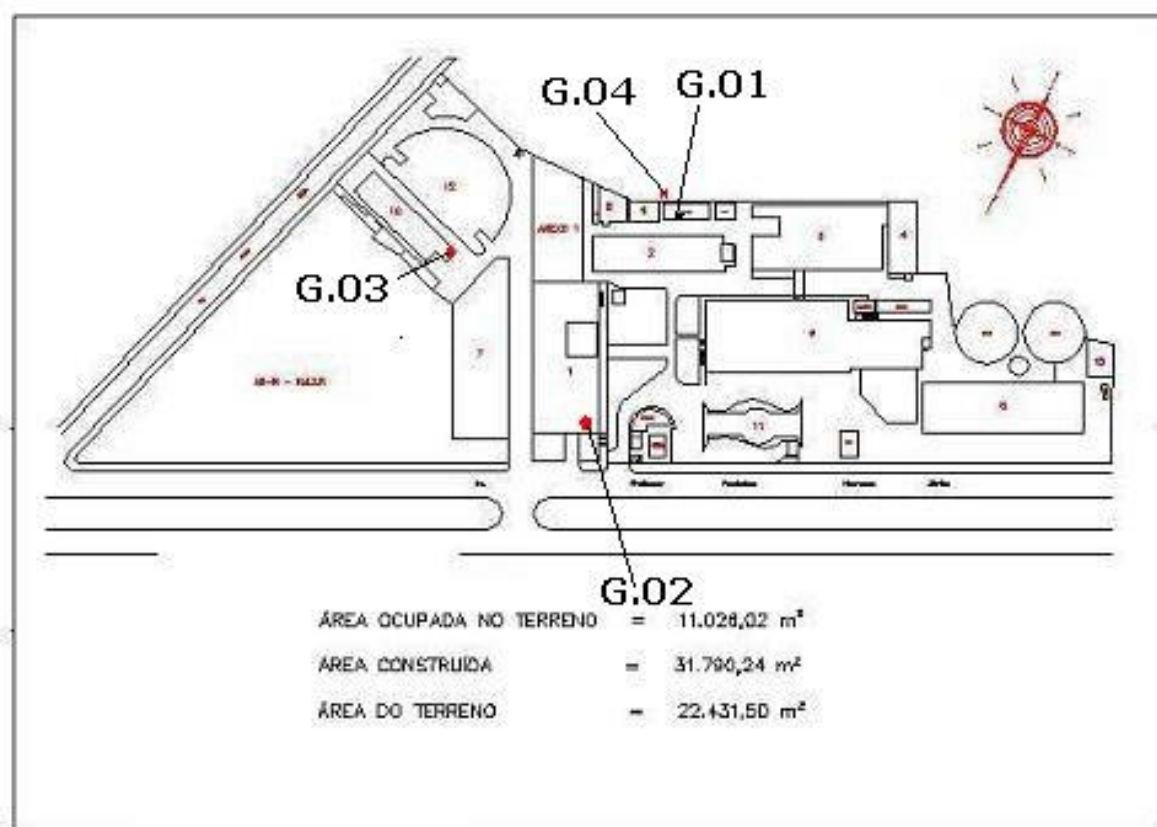


Figura 6 – Planta de localização dos grupos motogeradores

Fonte: Elaborada por Marcia A. Tezan Moraes Barros, 2007

#### GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA 01 (G.01):

Grupo moto gerador Maquigeral – com motor Diesel MWM tipo T.D. 232 – V.12, com alternador Negrini de 200kVA / 160 kW.

- Altura da chaminé = 8,0 m
- Diâmetro interno da chaminé = 0,108 m
- Velocidade de saída dos gases da chaminé = 743,2 m/min = 12,39 m/s
- Temperatura dos gases da chaminé = 490 °C = 490 + 273 = 763 °K
- Temperatura ambiente (°K), (padrão se desconhecida = 293 °K)
- Consumo Diesel = 162 g/CV.h
- Capacidade do tanque de combustível = 250 litros
- Taxa de emissão de NO<sub>x</sub> = 1,58 g/s

#### GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA 02 (G.02):

Grupo moto gerador Leon Heimer, com motor Diesel MWM D-229-6, com alternador de 60 / 66 kVA.

- Altura da chaminé = 1,0 m (localizado no subsolo)
- Diâmetro interno da chaminé = 0,10 m
- Velocidade de saída dos gases da chaminé = 8,00 m/s
- Temperatura dos gases da chaminé = 490 °C = 490 + 273 = 763 °K
- Temperatura ambiente (°K), (padrão se desconhecida = 293 °K)
- Consumo Diesel a plena carga = 14 L/h
- Capacidade do tanque de combustível = 60 litros
- Taxa de emissão de NO<sub>x</sub> = 0,53 g/s

#### GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA 03 (G.03):

Grupo moto gerador Leon Heimer, com motor Diesel MWM D-229/4, 4 cilindros, com alternador de 40 / 44 kVA, 51 /56 CV.

- Altura da chaminé = 7,0 m (adotada)
- Diâmetro interno da chaminé = 0,10 m
- Velocidade de saída dos gases da chaminé = 7,5 m/s
- Temperatura dos gases da chaminé = 490 °C = 490 + 273 = 763 °K
- Temperatura ambiente (°K), (padrão se desconhecida = 293 °K)
- Consumo Diesel a plena carga = 9 L/h
- Capacidade do tanque de combustível = 40 litros

- Taxa de emissão de  $\text{NO}_x = 0,34 \text{ g/s}$

#### GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA 04 (G.04):

Grupos motogeradores: 03 marca Bordaco, com motor Diesel MWM, modelo TBD – 232- V. 12, com alternador de 320 / 355 kVA .

- Altura da chaminé = 9,0 m
- Diâmetro interno da chaminé = 0,10 m
- Velocidade de saída dos gases da chaminé = 13,00 m/s
- Temperatura dos gases da chaminé =  $490 \text{ }^\circ\text{C} = 490 + 273 = 763 \text{ }^\circ\text{K}$
- Temperatura ambiente ( $^\circ\text{K}$ ), (padrão se desconhecida =  $293 \text{ }^\circ\text{K}$ )
- Consumo Diesel a plena carga = 160 g/CV.h
- Capacidade do tanque de combustível = 250 litros
- Taxa de emissão de  $\text{NO}_x = 3,13 \text{ g/s}$

## 5 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados dos estudos preliminares das emissões de poluentes dos grupos motogeradores e do exercício de aplicação do modelo de dispersão proposto, o SCREEN3, com o objetivo de mostrar a viabilidade de utilização desta ferramenta, uma vez que, não há um inventário deste tipo de fonte disponível na Região Metropolitana de São Paulo, que justifique um estudo completo das áreas de concentrações de poluentes .

Avaliações em diferentes condições de combustível, de carga, de utilização e até mesmo do crescimento do número de unidades ou aumento de horas de funcionamento dos equipamentos, poderiam ser feitas com a ajuda dos modelos de dispersão já citados, porém não foram feitas neste trabalho devido a falta de dados confiáveis; nestas condições estaria sendo feito um simples exercício sem consistência para uma análise ambiental, portanto foi considerado dispensável. As ferramentas para análise de concentração de poluentes atmosféricos existem, inclusive permitem a criação de diferentes cenários de utilização das fontes de poluição, o que falta é base de dados locais, nacionais e reais para elaboração de uma análise consistente e confiável.



### 5.1 Resultados 01 – Inventário local de emissões de poluentes por grupos motogeradores

As primeiras análises dos 309 geradores, com potencial de geração de 192,5 MVA ou 154,5 MW, conforme Tabela 5, foram feitas com base nos fatores de emissões listados na Tabela 4, da USEPA, e com os geradores operando na potência nominal durante as três horas do horário de ponta e apontaram para a concentração dos óxidos de nitrogênio, como um dos pontos mais graves de poluição a ser discutido, como mostrado nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – Resultados anuais dos poluentes emitidos

<b>NO<sub>x</sub>, pior caso, s/ controle (t/ano)</b>	<b>NO<sub>x</sub>, melhor caso, c/ controle (t/ano)</b>	<b>CO (t/ano)</b>	<b>SO<sub>x</sub> (t/ano)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (t/ano)</b>	<b>MP (t/ano)</b>	<b>TOC (t/ano)</b>	<b>TOC CH<sub>4</sub></b>	<b>TOC não- CH<sub>4</sub> (t/ano)</b>
13380	7247	3066	4510	646683	39	393	0	0

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados pesquisados

Tabela 9 – Resultados diários dos poluentes emitidos

<b>NO<sub>x</sub> s/ controle (t/d)</b>	<b>NO<sub>x</sub> c/ controle (t/d)</b>	<b>CO (t/d)</b>	<b>SO<sub>x</sub> (t/d)</b>	<b>CO<sub>2</sub> (t/d)</b>	<b>MP (t/d)</b>	<b>TOC (t/d)</b>	<b>TOC CH<sub>4</sub> (t/d)</b>	<b>TOC não- CH<sub>4</sub> (t/d)</b>
45,6	24,7	10,5	15,4	2205,1	0,1	1,3	0,0	0,0

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados pesquisados

Os cálculos foram elaborados com a adoção dos fatores de emissões internacionais publicados pela USEPA, citados no item 3.4, por não existirem outros fatores para o caso dos motores diesel dos grupos motogeradores senão os internacionais baseados em dados bibliográficos.

A tabela de origem destes dados encontra-se no ANEXO C deste relatório.

A tabela 10 a seguir, segundo informações da CETESB, apresenta a estimativa de emissão por tipo de fonte da Região Metropolitana de São Paulo, é um resumo do inventário de fontes. As bases deste inventário de fontes são: alguns fatores de emissão extraídos do Compilation of Emission Factors da USEPA (UNITED STATES, 1996), e outros obtidos de ensaios das próprias fontes. Quanto aos veículos à diesel, os fatores de emissão foram atualizados considerando as fases do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, PROCONVE, onde 58,6% da frota à diesel da RMSP atende as fases I e II, 15,4% atende a fase III, 23,1% atende a fase IV e 2,9% atende aos limites da fase P5. As motocicletas foram atualizadas com relação ao Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos, PROMOT, e Veículos Similares, sendo que 22,3% da frota já atende a fase I deste.

Tabela 10 – Estimativa de emissão das fontes de poluição do ar na RMSP em 2005.

FONTE DE EMISSÃO			EMISSÃO (1000 t/ano)					
			CO	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	MP <sup>a</sup>	
M Ó V E I S	TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULO	GASOLINA C <sup>1</sup>	667,1	83,2	41,0	6,2	5,0	
		ÁLCOOL + FLEX	186,4	20,1	11	-	-	
		DIESEL <sup>2</sup>	363,7	57,3	260,6	5,6	13,9	
		TAXI	1,8	1	2,1	-	-	
		MOTOCICLETA E SIMILARES	245,4	32,6	1,8	0,4	0,8	
	CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOLINA C			124,6			
		ÁLCOOL			14,2			
		MOTOCICLETA E SIMILARES			20,9			
		PNEUS <sup>3</sup>	TODOS OS TIPOS					
		OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOLINA C		13,5			
	ÁLCOOL		1,0					
F I X A S	OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (Número de indústrias inventariadas)		38,6	12	14	17,1	31,6	
			750	800	740	245	308	
<b>TOTAL</b>			<b>1503</b>	<b>380,4</b>	<b>330,5</b>	<b>29,3</b>	<b>51,3</b>	

Fonte: CETESB, 2006

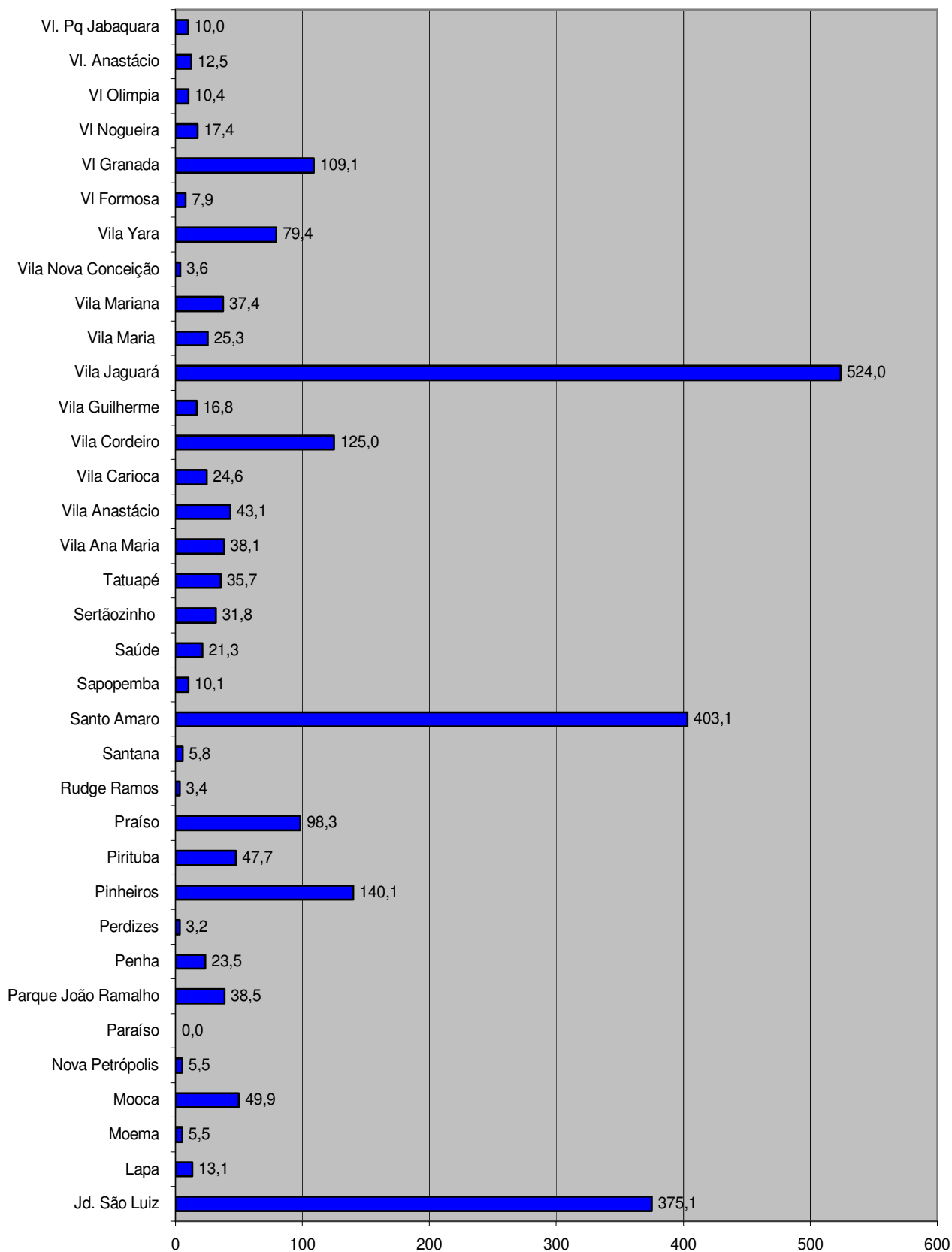
Na tabela 11 a seguir, a título de comparação, foram acrescentadas às estimativas de fontes de poluição da RMSP, relacionadas na tabela 8, as estimativas de emissões, apresentadas na tabela 7, para os grupos motogeradores cadastrados pela concessionária de energia elétrica.

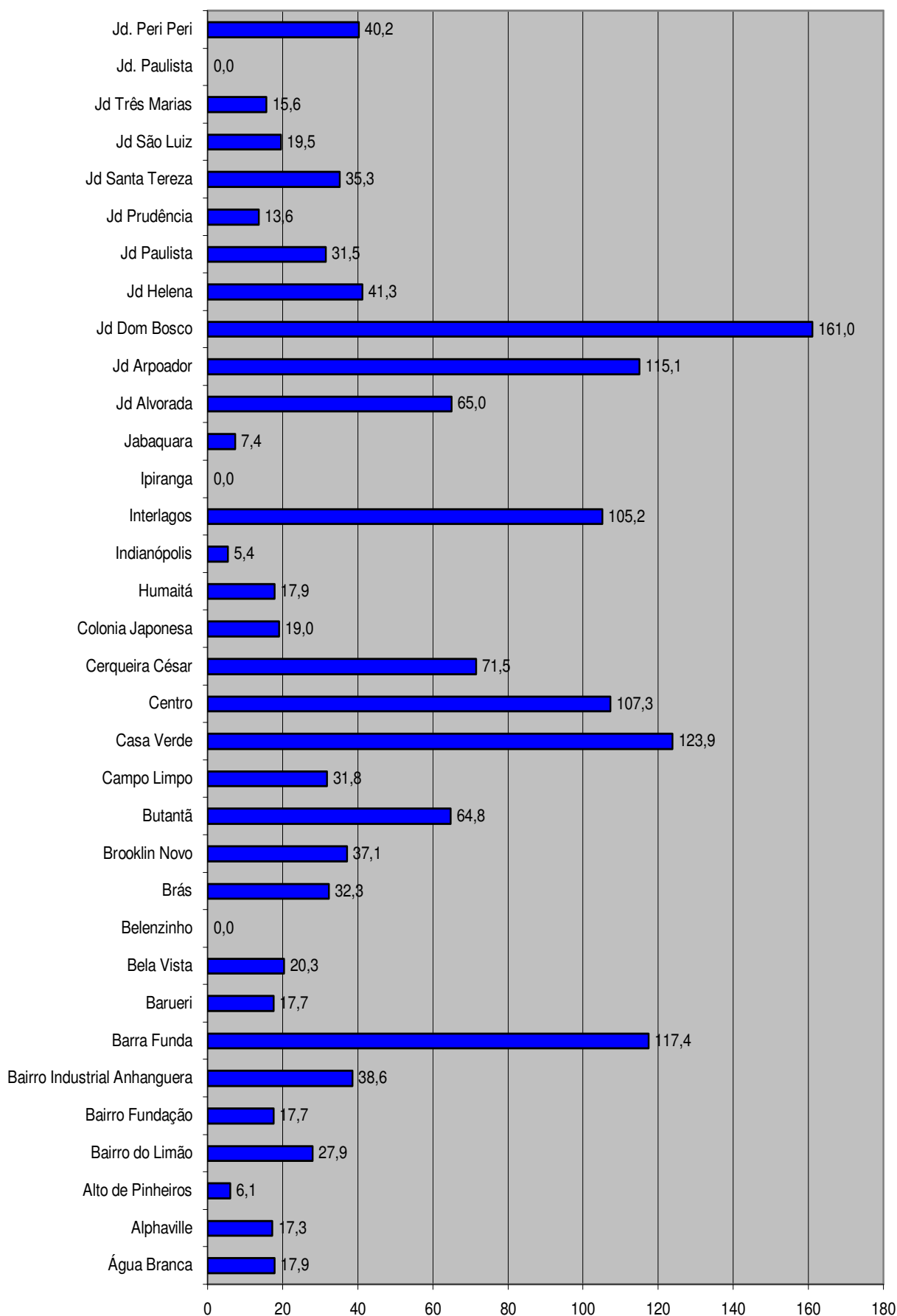
Os grupos motogeradores computados nos cálculos representam uma pequena parcela do total instalado hoje e sua contribuição em termos de poluição atmosférica não é desprezível, como pode ser observado na tabela 11, portanto merece ser investigada por meio de inventário criterioso e dentro dos padrões de qualidade recomendados internacionalmente.

Tabela 11 – Estimativa das fontes de poluição do ar na RMSP em 2005, incluídos os Grupos Geradores a Diesel.

FONTE DE EMISSÃO			EMISSÃO (1000 t/ano)							
			CO	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	MP <sup>4</sup>	CO2		
M Ó V E I S	TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULO  CÁRTE R E EVAPORATIVA  PNEUS <sup>3</sup>  OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOLINA C <sup>1</sup>	667,1	83,2	41,0	6,2	5,0			
		ÁLCOOL + FLEX	186,4	20,1	11	-	-			
		DIESEL <sup>2</sup>	363,7	57,3	260,6	5,6	13,9			
		TAXI	1,8	1	2,1	-	-			
		MOTOCICLETA E SIMILARES	245,4	32,6	1,8	0,4	0,8			
		GASOLINA C		124,6						
		ÁLCOOL		14,2						
		MOTOCICLETA E SIMILARES		20,9						
		TODOS OS TIPOS								
		GASOLINA C		13,5						
		ÁLCOOL		1,0						
		F I X A S	OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (Número de indústrias inventariadas)		38,6	12	14	17,1	31,6	
					750	800	740	245	308	
GRUPOS GERADORES A DIESEL	<b>3,07</b>			<b>0,39</b>	<b>13,38</b>	<b>4,51</b>	<b>0,039</b>	<b>646,7</b>		
<b>TOTAL</b>			<b>1506,07</b>	<b>380,79</b>	<b>343,88</b>	<b>33,81</b>	<b>51,339</b>			

A seguir estão apresentados os gráficos referentes as taxas de emissão de poluente para parte dos bairros da Região Metropolitana de São Paulo. Parte, porque foram considerados os locais com código de endereçamento postal (CEP) definidos, para os demais locais não foram elaborados gráficos. Estes gráficos são originados pelas estimativas de emissão de poluentes dos grupos motogeradores cadastrados pela concessionária de energia elétrica, conforme ANEXO C deste relatório.

Emissões (t/ano) de NO<sub>x</sub> sem controle por bairroGráfico 1 Emissões de NO<sub>x</sub> (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

Emissões (t/ano) de NO<sub>x</sub> sem controle por bairroGráfico 2 Emissões de NO<sub>x</sub> (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

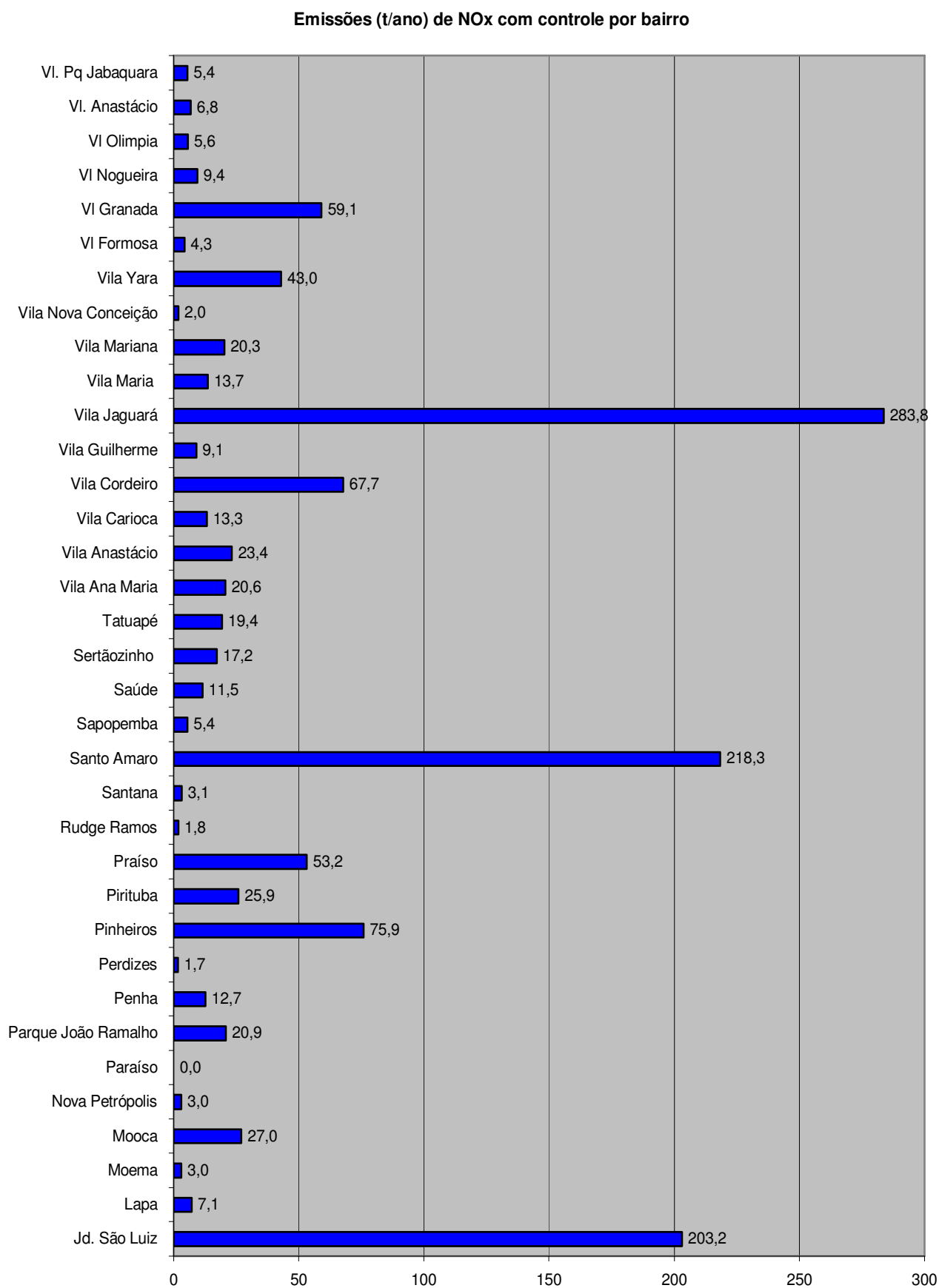
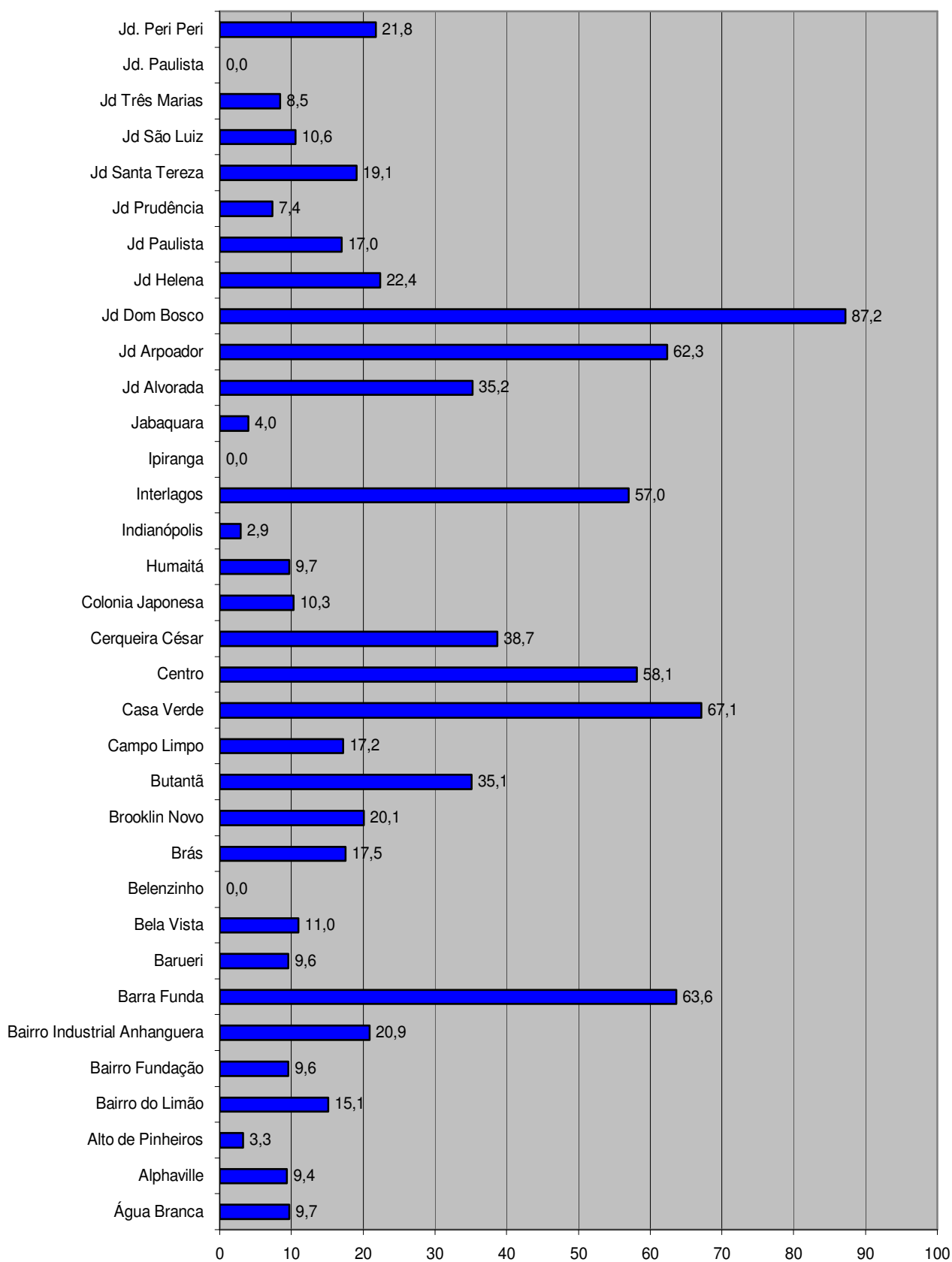
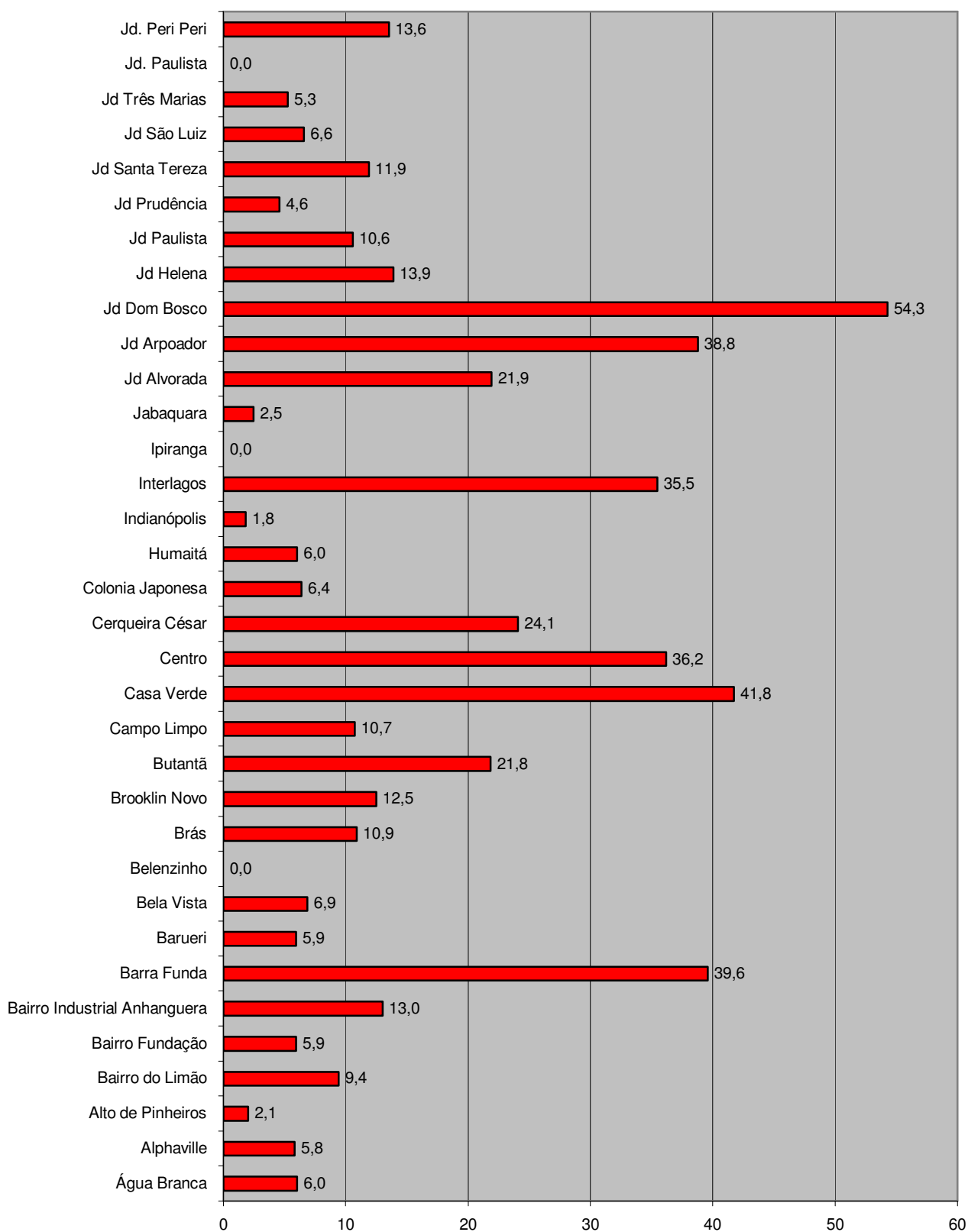
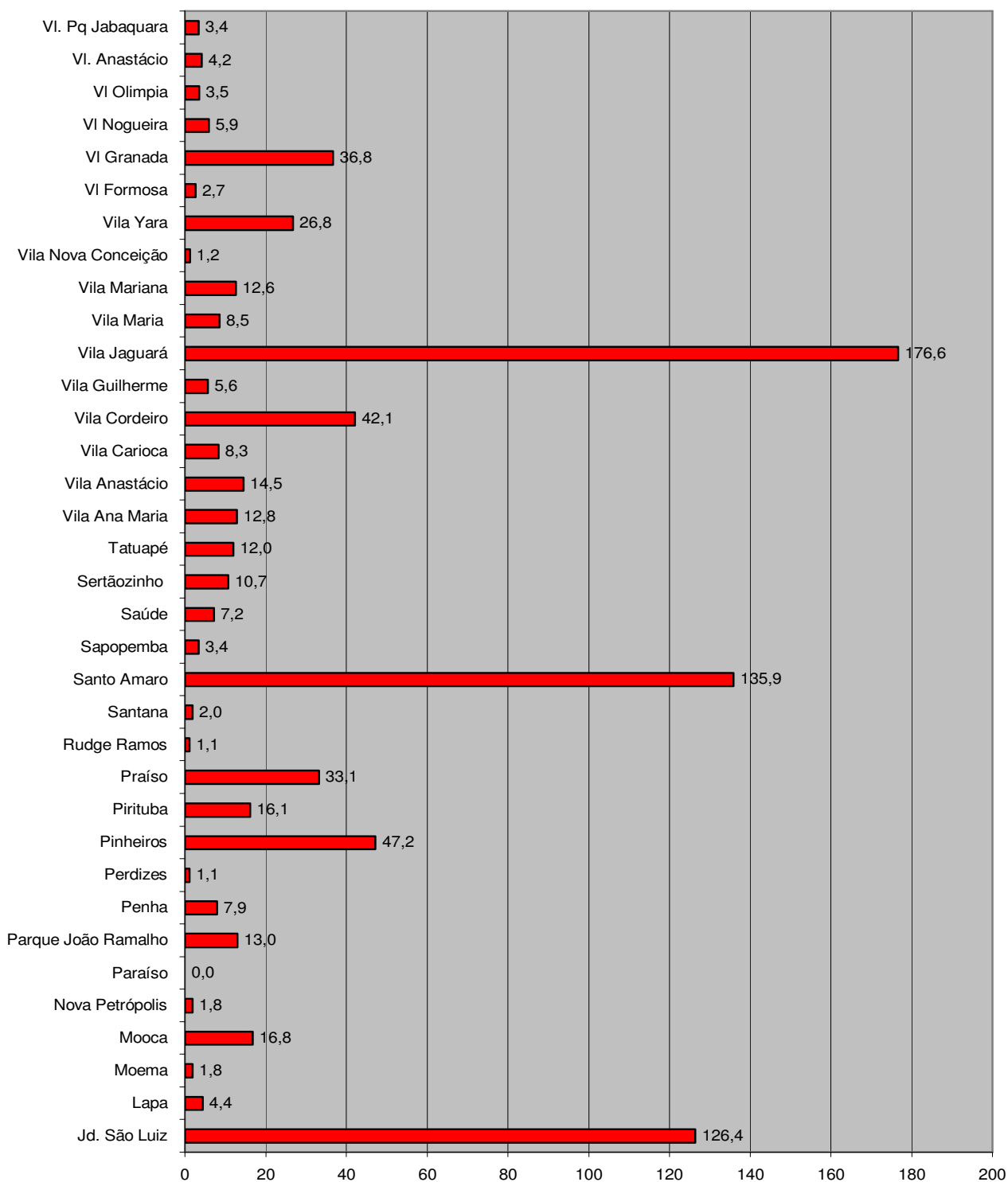


Gráfico 3 Emissões de NO<sub>x</sub> (3) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

Emissões (t/ano) de NO<sub>x</sub> com controle por bairroGráfico 4 Emissões de NO<sub>x</sub> (4) por motogeradores no município de São Paulo em 2005



Emissões (t/ano) de SO<sub>x</sub> por bairroGráfico 5 Emissões de SO<sub>x</sub> (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

Emissões (t/ano) de SO<sub>x</sub> por bairroGráfico 6 Emissões de SO<sub>x</sub> (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

Emissões (t/ano) de CO por bairro

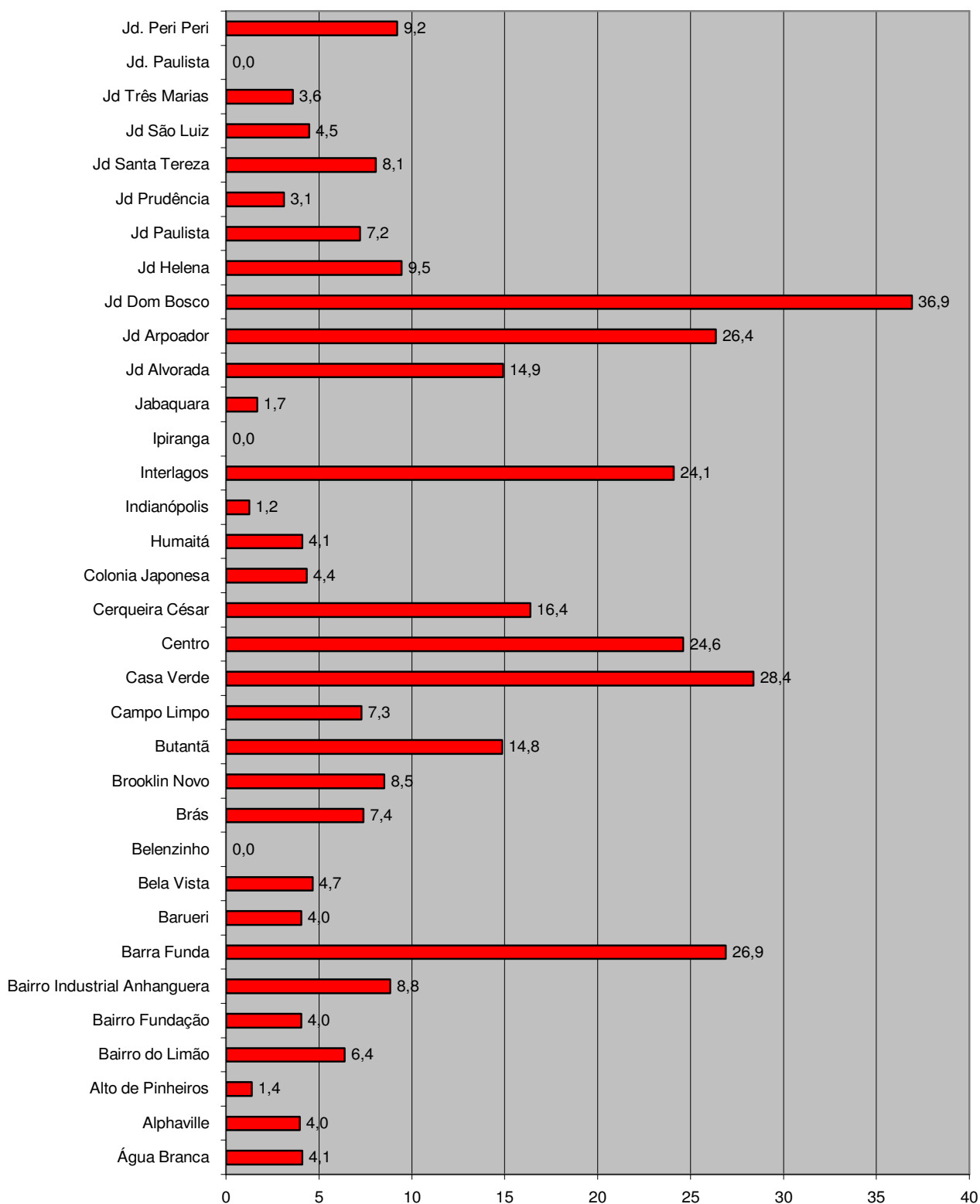


Gráfico 7 Emissões de CO (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

Emissões (t/ano) de CO por bairro

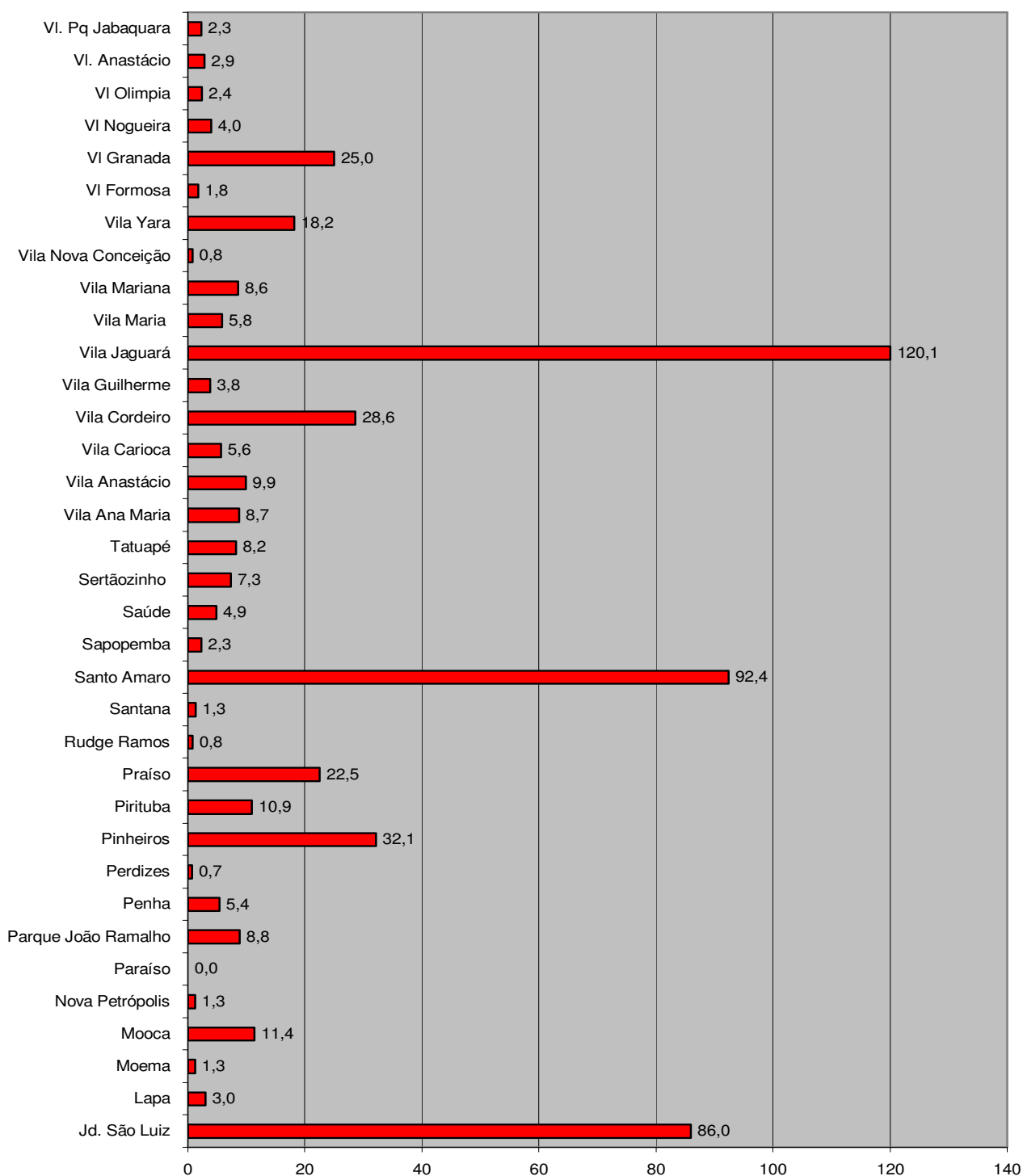


Gráfico 8 Emissões de CO (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

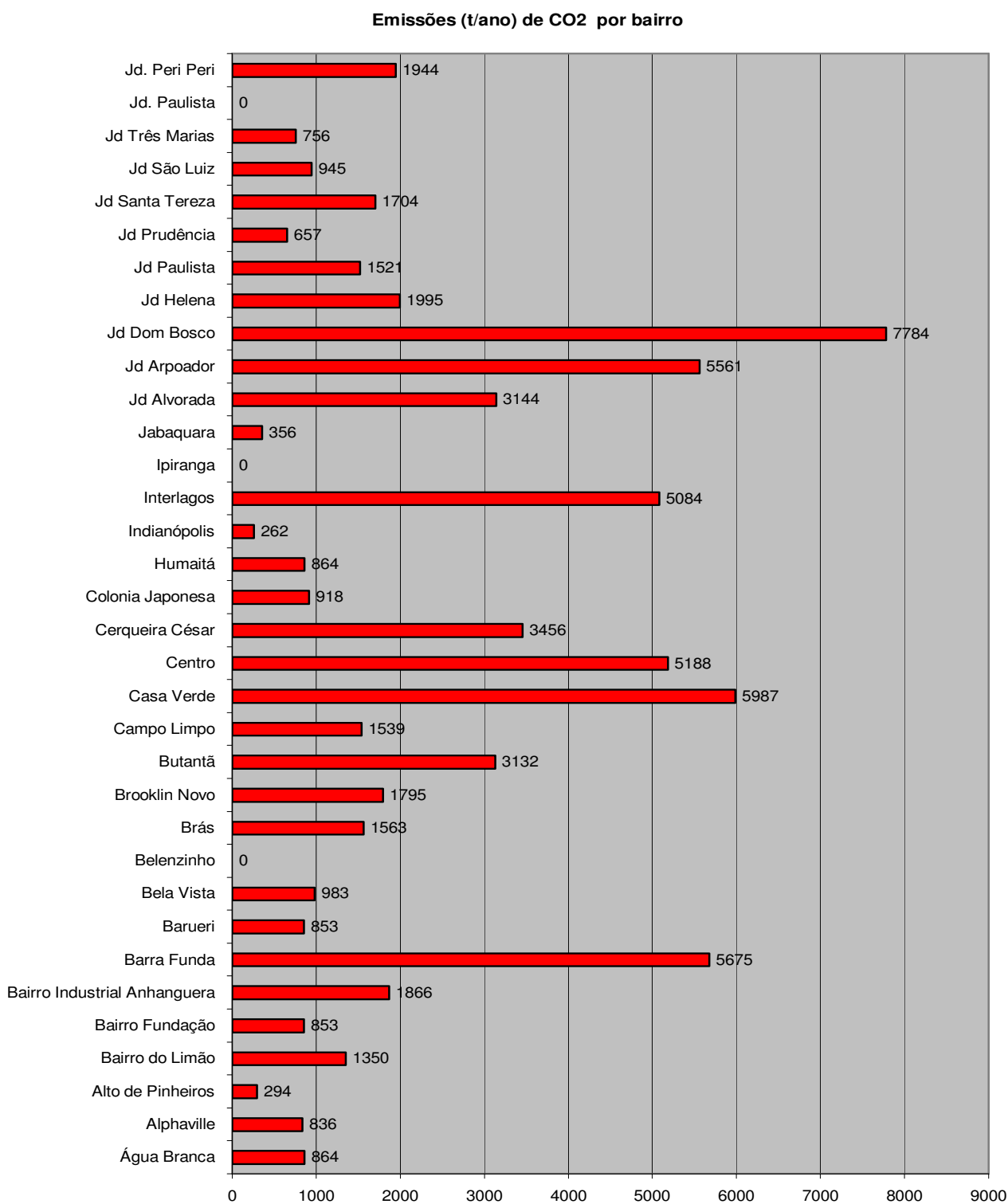
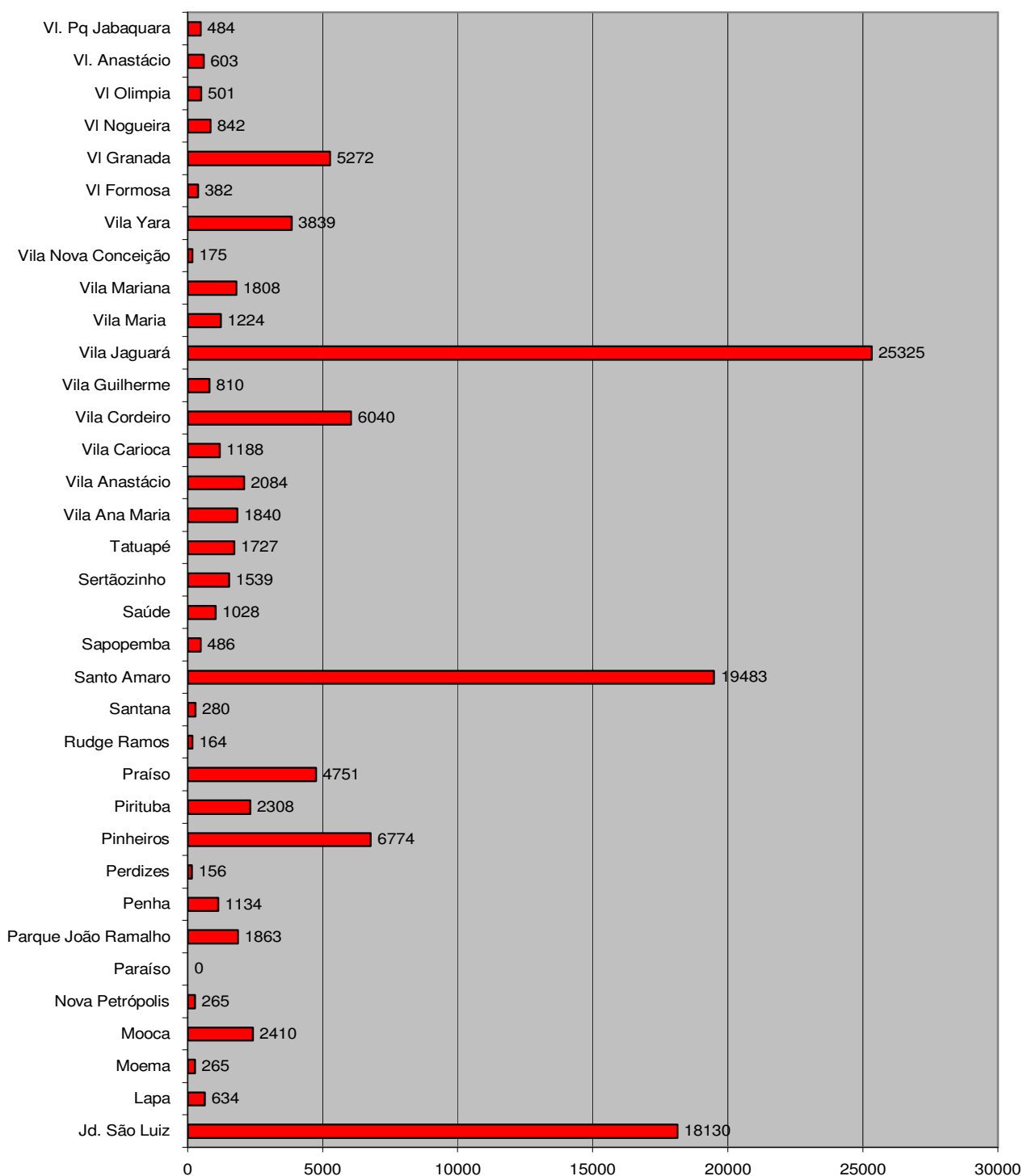


Gráfico 9 Emissões de CO<sub>2</sub> (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

Emissões (t/ano) de CO<sub>2</sub> por bairroGráfico 10 Emissões de CO<sub>2</sub> (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

## Emissões (t/ano) de MP por bairro

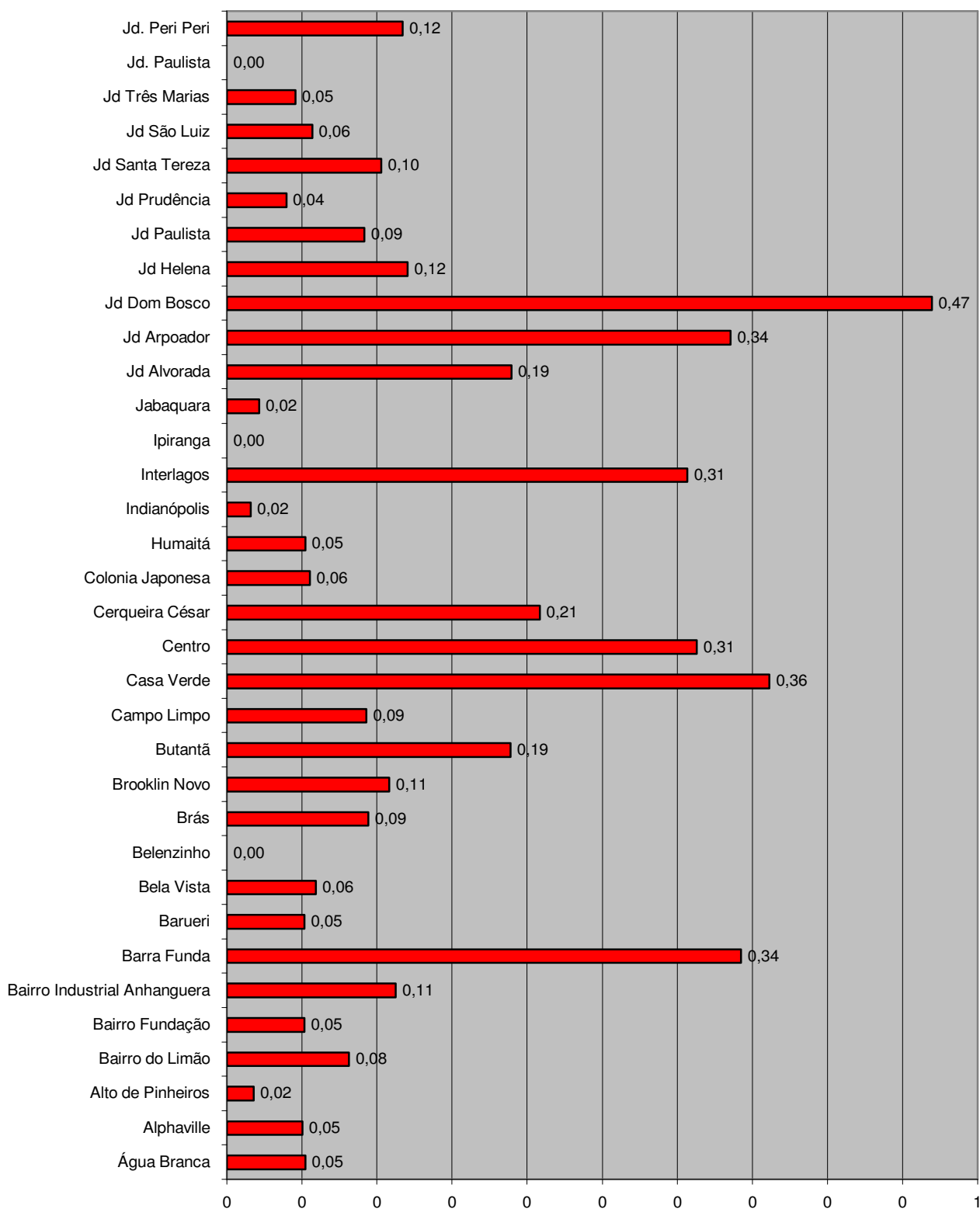


Gráfico 11 Emissões de MP (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

Emissões (t/ano) de MP por bairro

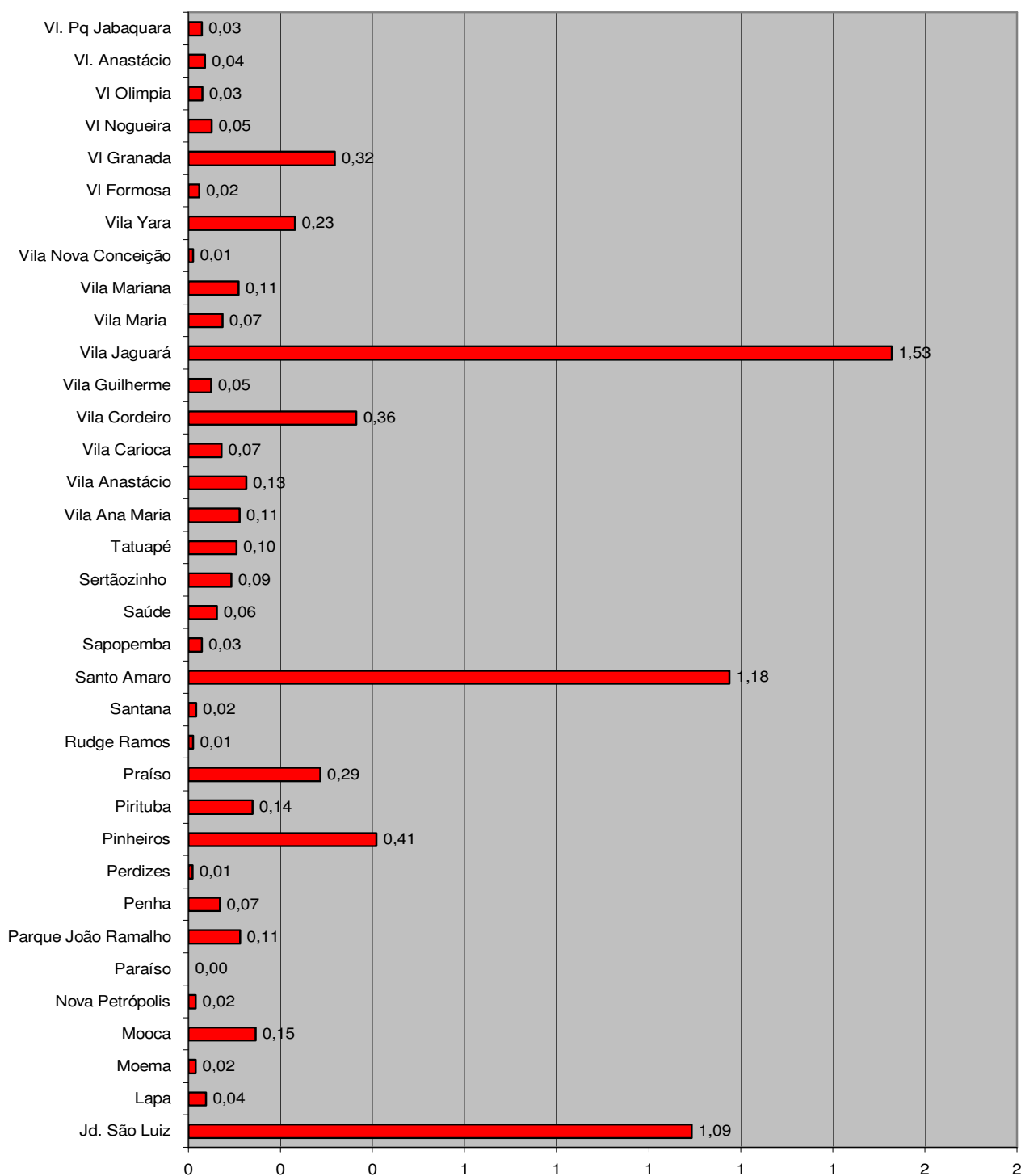


Gráfico 12 Emissões de MP (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005



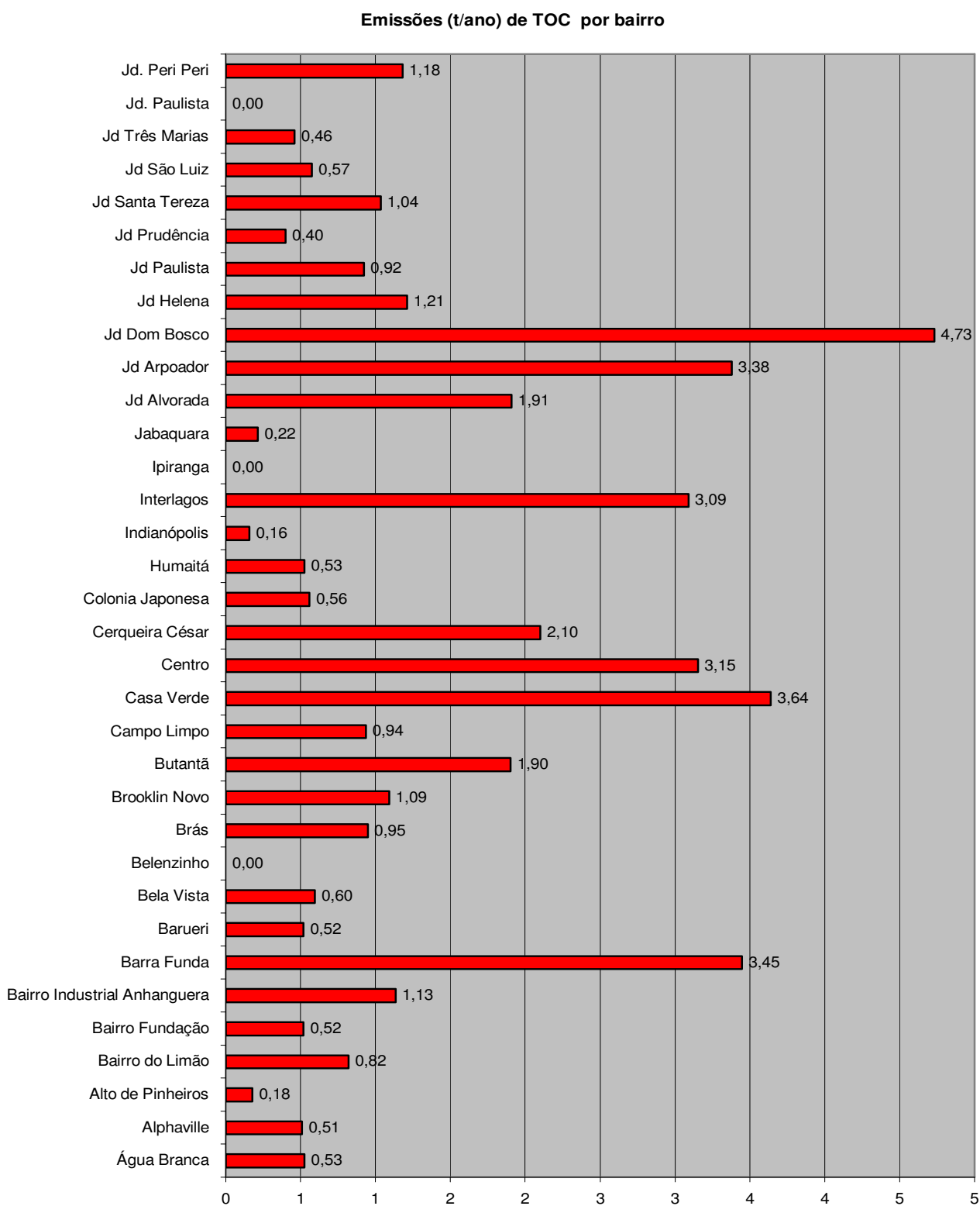


Gráfico 13 Emissões de TOC (1) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

## Emissões (t/ano) de TOC por bairro

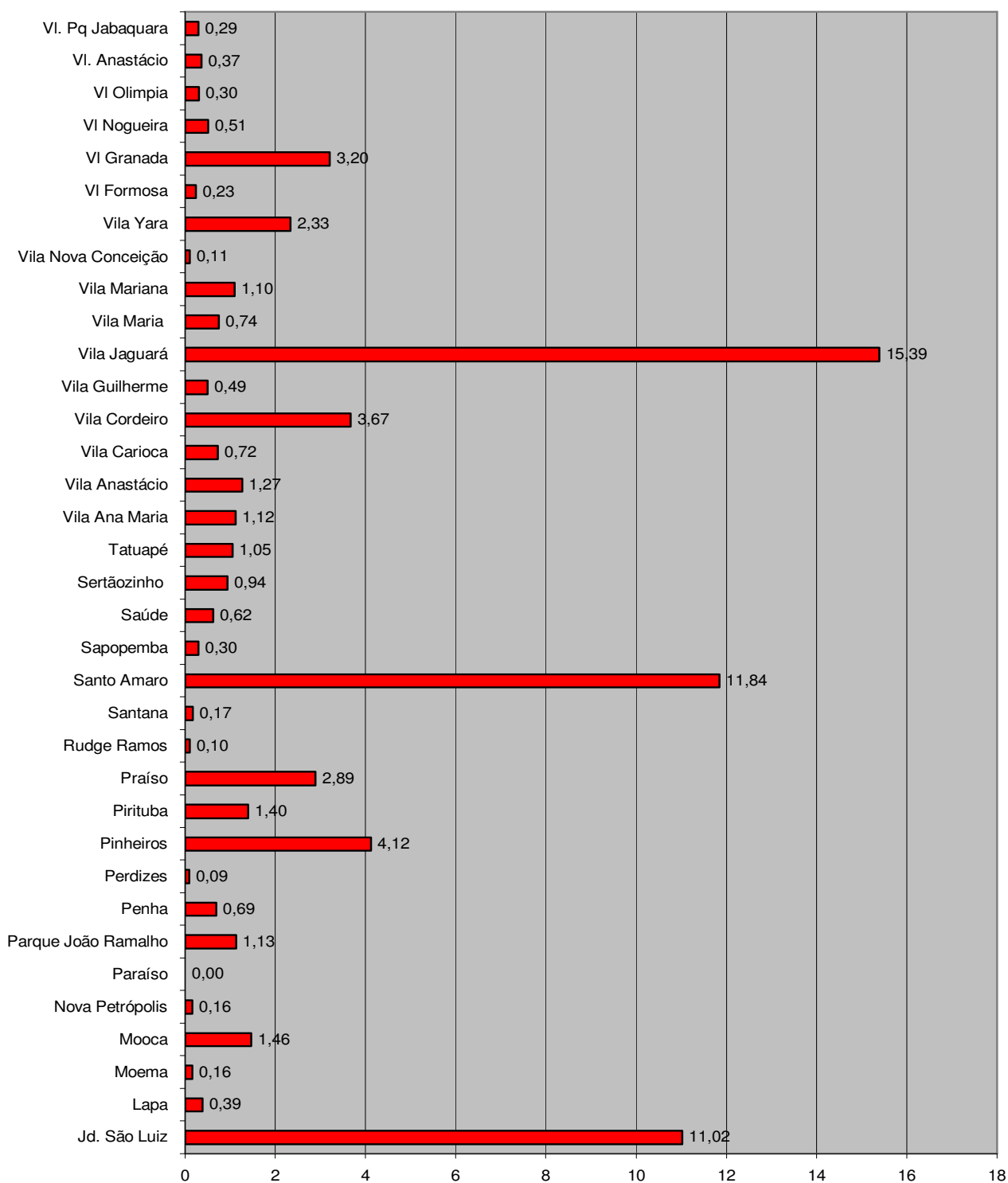


Gráfico 14 Emissões de TOC (2) por motogeradores no município de São Paulo em 2005

## 5.2 Resultados 2 – Aplicação do modelo de dispersão SCREEN3

O segundo resultado obtido, foi a série de dados e gráficos mostrados a seguir, gerados com a aplicação do modelo de dispersão SCREEN3 na planta proposta no exercício mencionado no item 4.1.2 deste trabalho. O  $\text{NO}_x$  sem controle, por ter tido a taxa de emissão mais significativa dentre as quantificadas acima, foi o escolhido para a elaboração deste exercício.

### GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA 01 (G.01)

05/11/07  
09:31:18

\*\*\* SCREEN3 MODEL RUN \*\*\*  
\*\*\* VERSION DATED 96043 \*\*\*

C:\Lakes\ScreenView\Tutorial\gerador 1

#### SIMPLE TERRAIN INPUTS:

SOURCE TYPE = POINT  
EMISSION RATE (G/S) = 1.58000  
STACK HEIGHT (M) = 8.0000  
STK INSIDE DIAM (M) = .1080  
STK EXIT VELOCITY (M/S) = 12.3900  
STK GAS EXIT TEMP (K) = 763.0000  
AMBIENT AIR TEMP (K) = 293.0000  
RECEPTOR HEIGHT (M) = 2.0000  
URBAN/RURAL OPTION = URBAN  
BUILDING HEIGHT (M) = .0000  
MIN HORIZ BLDG DIM (M) = .0000  
MAX HORIZ BLDG DIM (M) = .0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.  
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = .218  $\text{M}^4/\text{S}^3$ ; MOM. FLUX = .172  $\text{M}^4/\text{S}^2$ .

\*\*\* FULL METEOROLOGY \*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\* SCREEN AUTOMATED DISTANCES \*\*\*  
\*\*\*\*\*

\*\*\* TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES \*\*\*

DIST (M)	CONC ( $\text{UG}/\text{M}^3$ )	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
5.	.2596E-03	2	5.0	5.0	1600.0	9.37	1.61	1.21	NO
100.	1296.	4	1.0	1.0	320.0	14.84	15.81	13.93	NO
200.	514.5	4	1.0	1.0	320.0	14.84	30.85	27.27	NO
300.	418.8	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	31.47	20.38	NO
400.	320.8	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	41.07	25.65	NO
500.	246.8	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	50.39	30.53	NO
600.	195.0	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	59.42	35.08	NO
700.	158.2	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	68.19	39.34	NO
800.	131.5	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	76.71	43.36	NO
900.	111.5	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	85.00	47.16	NO
1000.	96.13	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	93.06	50.77	NO
1100.	84.05	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	100.92	54.22	NO
1200.	74.37	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	108.59	57.53	NO
1300.	66.47	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	116.07	60.70	NO
1400.	59.94	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	123.37	63.75	NO
1500.	54.46	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	130.51	66.70	NO
1600.	49.81	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	137.50	69.55	NO
1700.	45.83	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	144.34	72.31	NO
1800.	42.38	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	151.03	74.98	NO

1900.	39.38	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	157.60	77.58	NO
2000.	36.74	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	164.03	80.11	NO
2100.	34.40	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	170.35	82.58	NO
2200.	32.32	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	176.55	84.98	NO
2300.	30.46	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	182.64	87.33	NO
2400.	28.79	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	188.62	89.62	NO
2500.	27.28	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	194.50	91.86	NO
2600.	25.91	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	200.29	94.06	NO
2700.	24.67	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	205.98	96.21	NO
2800.	23.53	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	211.58	98.32	NO
2900.	22.48	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	217.09	100.39	NO
3000.	21.52	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	222.53	102.42	NO
3500.	17.68	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	248.55	112.08	NO
4000.	14.96	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	272.91	121.02	NO
4500.	12.93	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	295.85	129.39	NO
5000.	11.38	6	1.0	1.0	10000.0	22.85	317.57	137.26	NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 5. M:  
 50. 1577. 3 1.0 1.0 320.0 14.84 11.28 10.39 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)  
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED  
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED  
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED  
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3\*LB

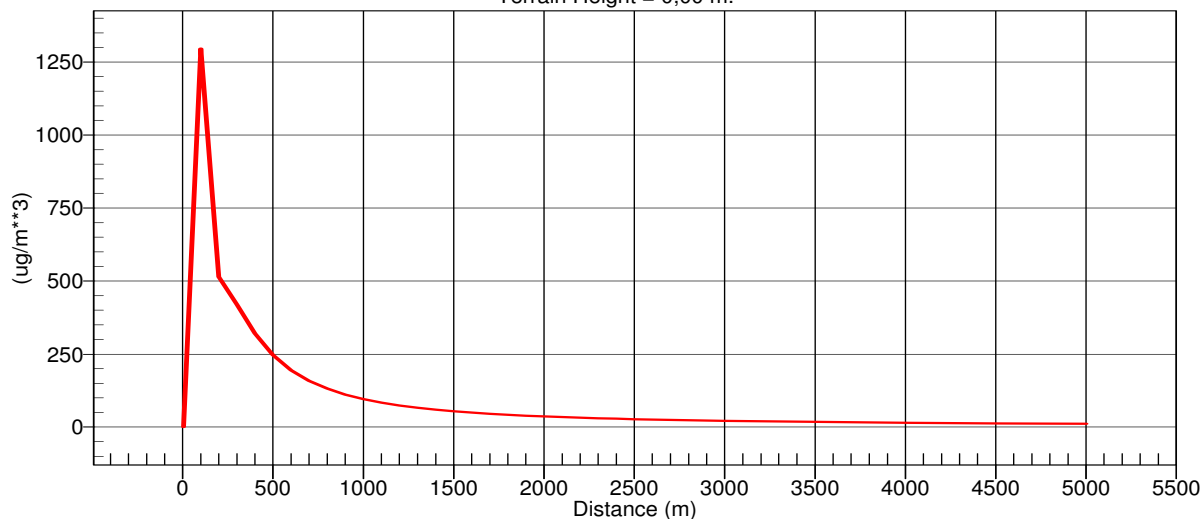
\*\*\*\*\*  
 \*\*\* SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS \*\*\*  
 \*\*\*\*\*

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
SIMPLE TERRAIN	1577.	50.	0.

\*\*\*\*\*  
 \*\* REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS \*\*  
 \*\*\*\*\*

### Automated Distance Vs. Concentration

Terrain Height = 0,00 m.



## GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA 02 (G.02)

05/11/07  
09:31:38\*\*\* SCREEN3 MODEL RUN \*\*\*  
\*\*\* VERSION DATED 96043 \*\*\*

C:\Lakes\ScreenView\Tutorial\gerador 2

## SIMPLE TERRAIN INPUTS:

```

SOURCE TYPE           =           POINT
EMISSION RATE (G/S)   =           .530000
STACK HEIGHT (M)      =           1.0000
STK INSIDE DIAM (M)   =           .1000
STK EXIT VELOCITY (M/S)=           8.0000
STK GAS EXIT TEMP (K) =           763.0000
AMBIENT AIR TEMP (K)  =           293.0000
RECEPTOR HEIGHT (M) =           2.0000
URBAN/RURAL OPTION    =           URBAN
BUILDING HEIGHT (M)   =           .0000
MIN HORIZ BLDG DIM (M) =           .0000
MAX HORIZ BLDG DIM (M) =           .0000

```

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.  
THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = .121 M\*\*4/S\*\*3; MOM. FLUX = .061 M\*\*4/S\*\*2.

\*\*\* FULL METEOROLOGY \*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\* SCREEN AUTOMATED DISTANCES \*\*\*  
\*\*\*\*\*

\*\*\* TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES \*\*\*

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
5.	.3809E+05	4	3.5	3.5	1120.0	2.25	.82	.72	NO
100.	711.1	4	1.0	1.0	320.0	5.39	15.74	13.85	NO
200.	358.1	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	21.45	14.46	NO
300.	214.3	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	31.38	20.23	NO
400.	140.7	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	41.00	25.54	NO
500.	100.1	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	50.33	30.44	NO
600.	75.52	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	59.37	35.00	NO
700.	59.52	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	68.15	39.27	NO
800.	48.47	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	76.67	43.29	NO
900.	40.50	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	84.96	47.10	NO
1000.	34.54	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	93.03	50.72	NO
1100.	29.95	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	100.89	54.17	NO
1200.	26.32	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	108.56	57.48	NO
1300.	23.40	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	116.04	60.65	NO
1400.	21.00	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	123.35	63.71	NO
1500.	19.01	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	130.49	66.66	NO
1600.	17.33	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	137.48	69.51	NO
1700.	15.90	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	144.32	72.27	NO
1800.	14.67	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	151.01	74.94	NO
1900.	13.60	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	157.58	77.54	NO
2000.	12.67	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	164.02	80.08	NO
2100.	11.84	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	170.33	82.54	NO
2200.	11.11	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	176.53	84.95	NO
2300.	10.46	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	182.62	87.29	NO
2400.	9.874	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	188.60	89.59	NO
2500.	9.347	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	194.49	91.83	NO
2600.	8.869	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	200.27	94.03	NO
2700.	8.435	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	205.96	96.18	NO
2800.	8.038	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	211.56	98.29	NO
2900.	7.675	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	217.08	100.36	NO
3000.	7.342	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	222.51	102.40	NO
3500.	6.015	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	248.54	112.05	NO
4000.	5.078	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	272.90	121.00	NO
4500.	4.385	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	295.84	129.36	NO
5000.	3.853	6	1.0	1.0	10000.0	13.19	317.56	137.24	NO

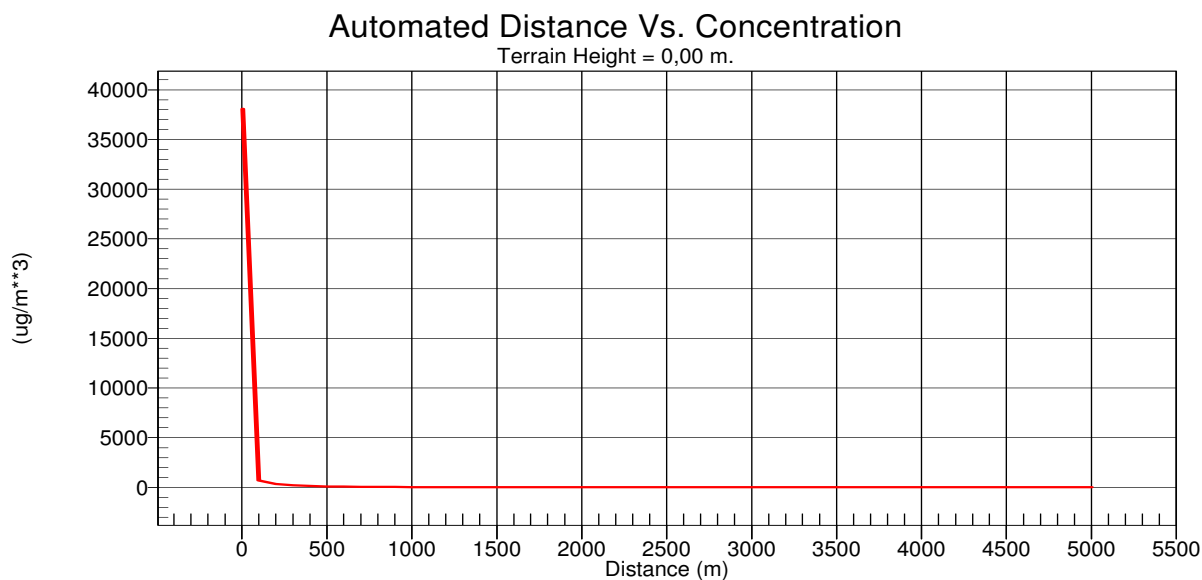
MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 5. M:  
 5. .3809E+05 4 3.5 3.5 1120.0 2.25 .82 .72 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)  
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED  
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED  
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED  
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3\*LB

\*\*\*\*\*  
 \*\*\* SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS \*\*\*  
 \*\*\*\*\*

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
----- SIMPLE TERRAIN	----- .3809E+05	----- 5.	----- 0.

\*\*\*\*\*  
 \*\* REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS \*\*  
 \*\*\*\*\*



## GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA 03 (G.03)

05/11/07  
 09:31:47

\*\*\* SCREEN3 MODEL RUN \*\*\*  
 \*\*\* VERSION DATED 96043 \*\*\*

C:\Lakes\ScreenView\Tutorial\gerador 3

SIMPLE TERRAIN INPUTS:  
 SOURCE TYPE = POINT  
 EMISSION RATE (G/S) = .340000  
 STACK HEIGHT (M) = 7.0000  
 STK INSIDE DIAM (M) = .1000  
 STK EXIT VELOCITY (M/S) = 7.5000  
 STK GAS EXIT TEMP (K) = 763.0000  
 AMBIENT AIR TEMP (K) = 293.0000  
 RECEPTOR HEIGHT (M) = 2.0000

URBAN/RURAL OPTION = URBAN  
 BUILDING HEIGHT (M) = .0000  
 MIN HORIZ BLDG DIM (M) = .0000  
 MAX HORIZ BLDG DIM (M) = .0000

THE REGULATORY (DEFAULT) MIXING HEIGHT OPTION WAS SELECTED.  
 THE REGULATORY (DEFAULT) ANEMOMETER HEIGHT OF 10.0 METERS WAS ENTERED.

BUOY. FLUX = .113 M\*\*4/S\*\*3; MOM. FLUX = .054 M\*\*4/S\*\*2.

\*\*\* FULL METEOROLOGY \*\*\*

\*\*\*\*\*  
 \*\*\* SCREEN AUTOMATED DISTANCES \*\*\*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\* TERRAIN HEIGHT OF 0. M ABOVE STACK BASE USED FOR FOLLOWING DISTANCES \*\*\*

DIST (M)	CONC (UG/M**3)	STAB	U10M (M/S)	USTK (M/S)	MIX HT (M)	PLUME HT (M)	SIGMA Y (M)	SIGMA Z (M)	DWASH
5.	.4937E-01	2	5.0	5.0	1600.0	7.84	1.60	1.21	NO
100.	357.2	4	1.0	1.0	320.0	11.18	15.73	13.85	NO
200.	149.0	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	21.44	14.44	NO
300.	110.0	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	31.37	20.22	NO
400.	78.44	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	41.00	25.53	NO
500.	58.16	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	50.32	30.43	NO
600.	44.95	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	59.37	34.99	NO
700.	35.98	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	68.14	39.26	NO
800.	29.61	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	76.67	43.28	NO
900.	24.93	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	84.96	47.09	NO
1000.	21.38	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	93.03	50.71	NO
1100.	18.62	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	100.89	54.17	NO
1200.	16.42	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	108.56	57.47	NO
1300.	14.64	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	116.04	60.65	NO
1400.	13.17	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	123.35	63.70	NO
1500.	11.95	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	130.49	66.65	NO
1600.	10.91	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	137.48	69.50	NO
1700.	10.02	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	144.31	72.26	NO
1800.	9.260	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	151.01	74.94	NO
1900.	8.595	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	157.58	77.54	NO
2000.	8.011	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	164.01	80.07	NO
2100.	7.496	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	170.33	82.54	NO
2200.	7.039	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	176.53	84.94	NO
2300.	6.630	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	182.62	87.29	NO
2400.	6.262	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	188.60	89.59	NO
2500.	5.931	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	194.48	91.83	NO
2600.	5.631	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	200.27	94.03	NO
2700.	5.357	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	205.96	96.18	NO
2800.	5.108	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	211.56	98.29	NO
2900.	4.879	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	217.08	100.36	NO
3000.	4.669	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	222.51	102.39	NO
3500.	3.830	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	248.54	112.05	NO
4000.	3.237	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	272.90	121.00	NO
4500.	2.797	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	295.84	129.36	NO
5000.	2.459	6	1.0	1.0	10000.0	18.93	317.56	137.24	NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 5. M:  
 37. 605.5 3 1.0 1.0 320.0 11.18 8.38 7.69 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)  
 DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED  
 DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED  
 DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED  
 DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3\*LB

\*\*\*\*\*  
 \*\*\* SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS \*\*\*  
 \*\*\*\*\*

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
SIMPLE TERRAIN	605.5	37.	0.





5.	.4407E-05	2	5.0	5.0	1600.0	10.26	1.61	1.21	NO
100.	2479.	4	1.0	1.0	320.0	15.32	15.79	13.91	NO
200.	1010.	4	1.0	1.0	320.0	15.32	30.84	27.26	NO
300.	807.9	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	31.45	20.35	NO
400.	625.2	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	41.06	25.63	NO
500.	483.4	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	50.37	30.51	NO
600.	382.9	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	59.41	35.06	NO
700.	311.3	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	68.18	39.33	NO
800.	259.1	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	76.70	43.34	NO
900.	219.8	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	84.99	47.15	NO
1000.	189.7	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	93.06	50.76	NO
1100.	165.9	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	100.92	54.21	NO
1200.	146.9	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	108.58	57.52	NO
1300.	131.3	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	116.06	60.69	NO
1400.	118.4	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	123.37	63.74	NO
1500.	107.6	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	130.51	66.69	NO
1600.	98.46	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	137.49	69.54	NO
1700.	90.60	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	144.33	72.30	NO
1800.	83.80	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	151.03	74.97	NO
1900.	77.87	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	157.59	77.57	NO
2000.	72.65	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	164.03	80.10	NO
2100.	68.04	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	170.34	82.57	NO
2200.	63.94	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	176.54	84.97	NO
2300.	60.27	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	182.63	87.32	NO
2400.	56.97	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	188.62	89.61	NO
2500.	53.98	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	194.50	91.86	NO
2600.	51.28	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	200.28	94.05	NO
2700.	48.81	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	205.97	96.21	NO
2800.	46.56	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	211.57	98.32	NO
2900.	44.49	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	217.09	100.39	NO
3000.	42.59	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	222.52	102.42	NO
3500.	34.99	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	248.55	112.07	NO
4000.	29.61	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	272.91	121.02	NO
4500.	25.61	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	295.85	129.38	NO
5000.	22.53	6	1.0	1.0	10000.0	23.33	317.57	137.26	NO

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 5. M:  
52. 2928. 3 1.0 1.0 320.0 15.32 11.68 10.75 NO

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)  
DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED  
DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED  
DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED  
DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3\*LB

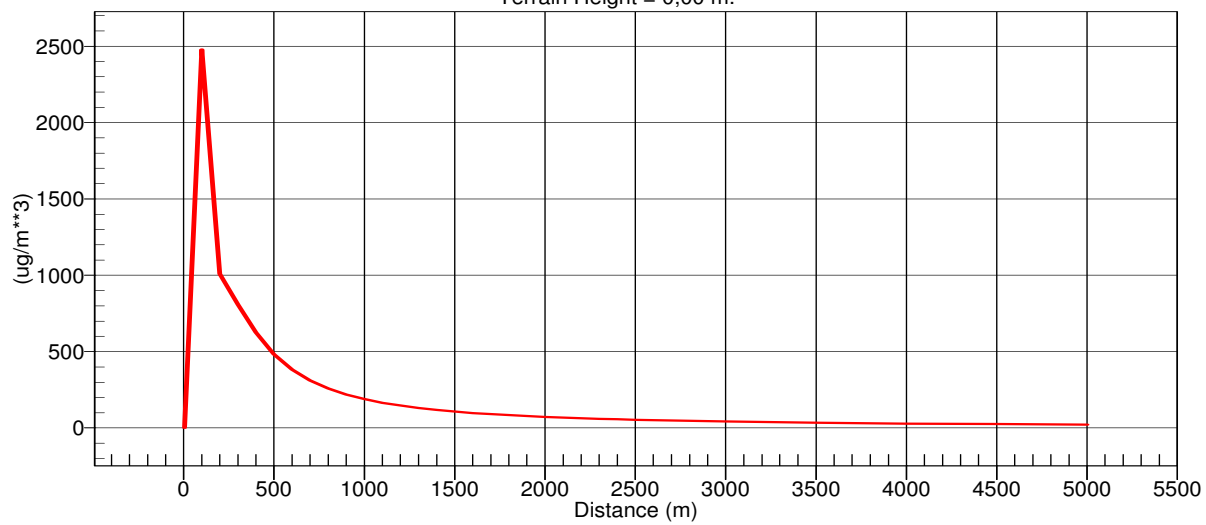
\*\*\*\*\*  
\*\*\* SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS \*\*\*  
\*\*\*\*\*

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
SIMPLE TERRAIN	2928.	52.	0.

\*\*\*\*\*  
\*\* REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS \*\*  
\*\*\*\*\*

### Automated Distance Vs. Concentration

Terrain Height = 0,00 m.



## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os primeiros resultados obtidos pelos cálculos das taxas de emissão, alertaram para uma quantidade significativa de óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono e material particulado, como pode ser observado na tabela 11 quando comparados aos poluentes de outras fontes, portanto além de efeitos locais de poluição do ar, a utilização dos grupos motogeradores podem provocar efeitos globais. O aumento da temperatura do planeta, conhecido como efeito estufa, esta fundamentalmente relacionado com o aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Há também, os óxidos de nitrogênio que sob a luz solar participam nas reações atmosféricas de formação dos oxidantes fotoquímicos, gases bastante agressivos, dentre dos quais está o ozônio que demanda grande preocupação pelas ações nocivas sobre os vegetais, seres vivos e materiais.

Além disto, uma outra linha de discussão que pode ser adotada, é em função das preocupações atuais com relação ao controle de ozônio, cujos precursores são os HC e os NO<sub>x</sub>, bem como as partículas inaláveis (material particulado com diâmetro inferior a 10 microns). Nesse sentido, é interessante explorar as possibilidades de combustíveis alternativos ao diesel, como por exemplo, o gás natural, em face das discussões internacionais que ganham importância no cenário das políticas ambientais globais em atendimento ao Protocolo de Quioto.

Quanto aos resultados encontrados nas simulações do modelo SCREEN aplicado, pode-se considerar um simples exercício para verificação da viabilidade de utilização do modelo, tendo sido considerado útil para uma avaliação preliminar. Como trata-se de um modelo bastante conservador, com resultados super dimensionados, serve realmente para uma primeira “peneirada”. Os dados existentes para este tipo de fonte de emissões, sendo estimativos e de origem bibliográfica, já carregam certa imprecisão, portanto o recomendável seria recorrer posteriormente a um modelo onde seus dados de entrada fossem dados locais reais, e levassem em consideração, no mínimo, as condições meteorológicas da região. Recomenda-se então que seja utilizado o modelo de dispersão ISCT, Industrial Source Complex Model, descrito no item 4.1.1 deste trabalho.

Os resultados incipientes obtidos aqui servem de subsídios para discussão da necessidade ou não de uma regulamentação ambiental complementar à legislação governamental vigente de controle da poluição do ar, como também da necessidade do desenvolvimento de

procedimentos de ensaio e limites máximos de emissão específicos para certificação da produção dos motores dos grupos motogeradores junto aos seus fabricantes, até mesmo em nível nacional com aprovação pelo CONAMA, compatíveis com as melhores tecnologias hoje disponíveis no mercado, de acordo com princípios semelhantes e, se possível, mais restritivos que os utilizados no PROCONVE. Deverá portanto, ser elaborada uma regulamentação para o setor dos grupos motogeradores.

O órgão de controle ambiental exige hoje para instalação de grupos motogeradores, equipamentos de controle de poluição, enclausuramento do equipamento e uma base de concreto antivibratória (CETESB, 2001). A solução para os problemas com instalação, bem como os custos para atender a Instrução Normativa do órgão de controle ambiental, estão exclusivamente a cargo dos usuários dos grupos geradores, pode-se dizer que estão sendo exigidas ações corretivas, quando na verdade poderiam ser adotadas ações preventivas, atingindo o problema na origem, isto é, induzindo os fabricantes a introduzirem melhorias tecnológicas em seus produtos com a finalidade de reduzir os níveis de emissões de poluentes pela queima do óleo diesel, como fumaça preta, monóxido de carbono, óxido de nitrogênio e dióxido de enxofre.

## **7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Este capítulo aborda as barreiras e dificuldades não só para a elaboração do trabalho proposto, como para a implantação de qualquer alteração no cenário atual da utilização de grupos motogeradores na cidade de São Paulo.

### **Barreiras e dificuldades para o desenvolvimento do trabalho**

O estudo ficou prejudicado pela ausência de dados confiáveis, portanto como é metodológico, tornou-se um exercício que serviu para mostrar que é perfeitamente possível criar-se uma base de dados com caracterização completa dos grupos motogeradores, tanto quantitativo, como das características das instalações, consumo de combustível, etc, necessários para se fazer um estudo do “comportamento ambiental” destes equipamentos.

Uma das barreiras encontrada para o desenvolvimento do trabalho foi a ausência de inventários criteriosos e confiáveis deste tipo de fonte de emissões atmosféricas na Região Metropolitana de São Paulo. Uns cadastros encontrados são meros registros da existência do equipamento, não tendo a finalidade de fazer uma caracterização ambiental da instalação além da análise relativa as perturbações sonoras. Outros são registros, no caso das concessionárias de energia elétrica, que cumprem regras estabelecidas pela Agência Reguladora de Energia Elétrica (ANEEL) para obtenção de registro ou autorização para instalação, conforme mencionado no item 2.7.4 deste trabalho.

A falta de informações sobre o consumo efetivo de combustíveis dos grupos motogeradores também é uma barreira, pois as simulações deste trabalho foram feitas com dados estimados de consumo de combustíveis.

Outra barreira, igualmente importante, é a falta de fatores de emissão local para este tipo de fontes estacionárias com motores de combustão interna, o que dificulta a determinação das taxas de emissão de poluentes atmosféricos necessárias para elaboração de estudos de dispersão e possível impacto na qualidade do ar.

### **Barreiras e dificuldades para adoção de alterações no cenário atual de utilização de grupos motogeradores**

A mudança do atual cenário de utilização de grupos motogeradores a diesel, só acontecerá com a criação de uma regulamentação específica para este tipo de fonte de poluição. Há necessidade do envolvimento de especialistas no assunto e vontade política para que isto aconteça, não é impossível, mas trata-se de um processo demorado e que, portanto precisaria ser iniciado logo. Qualquer fonte de poluição que gere gases de efeito estufa precisa ter seus níveis de emissões analisados e conseqüentemente controlados. Os grupos motogeradores, aqui discutidos, como queimam combustível fóssil, além de possivelmente provocarem um impacto na qualidade do ar local, estão contribuindo para um problema global, justificando plenamente ações regulamentadoras por parte dos órgãos de controle ambiental.

## 8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Uma primeira recomendação que é pertinente, é o desenvolvimento de um estudo para elaboração de inventário de fontes estacionárias de combustão interna, o qual não existe formalizado nem pelos órgãos de controle ambiental, nem pelos fabricantes, nem pelas concessionárias de energia elétrica. O que existe é uma relação de equipamentos instalados que permite um certo controle por parte da concessionária, quando lhe é conveniente energeticamente ou financeiramente, por questões contratuais referentes ao fornecimento de energia elétrica em situações de substituição ou paralelismo com grupos geradores de emergência.

Há necessidade de um inventário adequado, criterioso e confiável, de acordo com padrões internacionais, porque só tendo conhecimento do poluidor, portanto quem polui, o que emite, onde, quando e quanto, é que se torna possível realizar análises ambientais nas escalas local, regional e global.

Recomenda-se que especialistas desenvolvam fatores de emissões locais, considerando inclusive as características e composição dos combustíveis comerciais disponíveis, o que possibilitará que haja uma melhor qualidade da informação para elaboração dos cálculos, esta é inclusive, uma recomendação considerada ideal pelo Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.

Atualmente, o licenciamento paulista não representa para os fabricantes de motores dos grupos motogeradores nenhuma motivação compulsória para introdução de novas tecnologias, pois além do estabelecimento de um limite leniente para fumaça, uma vez que a legislação vigente (Lei Estadual nº 997 e Decreto 8.468 de 1976) como já mencionado anteriormente, exige somente Ringelmann nº 1 para emissão de fontes estacionárias e além disto, as regras do licenciamento não estabelecem limites para CO, HC e NO<sub>x</sub> para os motores diesel dos grupos motogeradores, tornando esta estratégia de controle inócua, no que diz respeito ao controle de ozônio, alvo prioritário das políticas de redução da poluição nos grandes centros urbanos, notadamente na Região Metropolitana de São Paulo. Segundo dados da própria CETESB, este poluente vem apresentando rotineiramente nos últimos anos grande número de ultrapassagens do padrão de qualidade.

Há necessidade portanto, de uma regulamentação específica para os motores diesel de combustão interna utilizados nos grupos motogeradores que induza o fabricante a aplicar tecnologias para redução de fumaça e toxidade dos gases de escape destes motores. Por exemplo: o aperfeiçoamento dos processos de formação da mistura e da combustão reduz a fumaça, o CO e os HC, melhorando também o desempenho e o rendimento. Entretanto o melhor desempenho da combustão eleva os níveis de  $\text{NO}_x$ , ao passo que se a taxa de compressão for reduzida, com a diminuição do avanço da injeção ou estrangulamento do ar de admissão, pode-se reduzir a emissão de  $\text{NO}_x$  em detrimento de outros índices de emissões (GARCIA; BRUNETTI, 1992).

O gás natural torna-se uma alternativa interessante para os motores de combustão interna instalados em cidades como São Paulo, principalmente do ponto de vista do meio ambiente devido seu baixo potencial poluidor. Com relação as emissões de  $\text{CO}_2$ , também apresentam emissões aproximadamente 10% (dez por cento) menores, que os equivalentes a diesel, segundo experiência adquirida no PROCONVE. Um ponto negativo seria as emissões de monóxido de carbono, que dos veículos pesados a gás, são superiores às emissões típicas dos veículos a diesel de última geração comercializados no Brasil. Isto pode ser resolvido com instalação de catalisadores.

Uma outra alternativa para redução das emissões dos grupos geradores e já autorizada por fabricantes para ser implementada nos seus motores atuais, inclusive nos eletrônicos lançados recentemente no mercado, é a utilização de biodiesel (CUMMINS, 2006). O biodiesel é originado pela transesterificação do álcool, um processo químico onde a glicerina é separada da gordura ou óleo vegetal. Deste processo são gerados os ésteres, nome químico do biodiesel, e a glicerina, produto muito utilizado na indústria de sabões. O Biodiesel autorizado é o B5 (5%). A nomenclatura BXX, adotada mundialmente, identifica pelo XX a porcentagem em volume do biodiesel na mistura, por exemplo B2, B5, B100, são combustíveis com concentrações 2 %, 5 % e 100 %, respectivamente. No mercado há em utilização o B100 (puro), B30 e B20 (misturas), B5 (aditivo) e B2 (aditivo de lubrificidade). O B5, autorizado é perfeitamente miscível e com propriedades físico – químicas semelhantes ao óleo diesel mineral, porém seu uso em motor diesel convencional resulta em uma redução de emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos não queimados, portanto menos poluente, inclusive por ser biodegradável, não tóxico e com grande redução de enxofre e aromáticos.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR ISO 3046/1**: Motores de combustão interna alternativos – desempenho. Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 14489**: Motor diesel: análise e determinação dos gases e do material particulado emitidos por motores do ciclo diesel – ciclo de 13 pontos. Rio de Janeiro, 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 10151**: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

AMBIENTE BRASIL. : <http://www.ambientebrasil.com.br/images/residuos/poluentes1.gif>, 2000 .Acesso em 8 agosto 2005.

ABRANTES, Rui de. **Caracterização preliminar das emissões de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e aldeídos de veículos do ciclo diesel**. 2002. Dissertação (Mestrado em 2002) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ÁLVAREZ JR., Olímpio de Melo; LACAVA, Carlos Ibsen Vianna; FERNANDES, Paulo Sérgio. **Emissões atmosféricas**. Brasília: SENAI/DN, 2002, p. 308-309.

ÁLVAREZ JR., Olímpio de Melo; LINKE, Renato Ricardo Antonio. **Metodologia simplificada de cálculo das emissões de gases do efeito estufa de frotas de veículos no Brasil**. São Paulo, 2001.

ASSUNÇÃO, João Vicente de. **Introdução à qualidade do ar**. São Paulo: USP/FSP/HSA, 2003.

BRASIL. CONAMA. Resolução n. 18, de 6 de maio 1986. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 junho 1986a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res1886.html>. Acesso em: 15 fevereiro 2004.



\_\_\_\_\_. CONAMA. Resolução n. 1, de 23 de janeiro de 1986. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fevereiro 1986b, p.2548 e2549 ... Disponível em: [http://www.ambiente.sp.gov.br/leis\\_internet/geral/licenc/resconama186htm](http://www.ambiente.sp.gov.br/leis_internet/geral/licenc/resconama186htm). Acesso em: 9 janeiro 2004.

BRASIL. CONAMA. Resolução n. 6, de 16 de setembro de 1987. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, dia mês 1987. Seção I, p.22.123. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res88/res0688.html>. Acesso em: 10 janeiro 2004.

\_\_\_\_\_. CONAMA. Resolução n. 8, de dezembro de 1990. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, dia 28 dezembro 1990c. Seção I, p.25.539. Disponível em: <http://relictos.vilabol.uol.com.br/CONAMA-0890.htm>. Acesso em: 29 agosto 2005.

\_\_\_\_\_. Órgão. Lei n. 8723, de 28 de outubro de 1993. Ementa. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 29 out. 1993. Seção I. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/8723-93.htm>... Acesso em: 4 setembro 2005.

\_\_\_\_\_. CONAMA. Resolução n. 3, de 18 de abril de 1996dia mês 1996. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 abril mês 1996a., p.7.048 ... Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf> Acesso em: 8 janeiro 2005.

\_\_\_\_\_. CONAMA. Resolução n. 1, de 27 março 1996. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 abril 1996b, p.6.156 ... Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>. Acesso em: 8 e janeiro 2005.

\_\_\_\_\_. CONAMA. Resolução n. 237, de 19 de dezembro de 1997. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 dezembro 1997. p.30.841-30.843. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>. Acesso em: 9 janeiro 2004.

\_\_\_\_\_. ANEEL. Resolução n. 112, de 18 de maio de 1999. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 maio 1999. Seção 1, p.35, v137, n.94. Disponível em: [http://www.eletropaulo.com.br/portal/page.cfm?conteudo\\_id=761](http://www.eletropaulo.com.br/portal/page.cfm?conteudo_id=761). Acesso em: 27 outubro 2006.

\_\_\_\_\_. CONAMA. Resolução n. 279, de 27 de junho de 2001. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 29 junho 2001. Seção 1, p.165. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/bres2001279conama.pdf>. Acesso em: 28 outubro 2004.

\_\_\_\_\_. ANP. Resolução n. 15, de 17 de julho de 2006. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 jul. 2006. Disponível em: [http://200.179.25.133/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes\\_anp/2005/maio/ranp%2015%20-%202005.xml?](http://200.179.25.133/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2005/maio/ranp%2015%20-%202005.xml?). Acesso em: 20 agosto 2006.

\_\_\_\_\_. CONAMA. Resolução n° 382, de 26 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da União:** República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 janeiro 2007. Seção 1 n° 1, p.131. Disponível em: [http://www.mp.rs.gov.br/areas/ambiente/arquivos/boletins/bola\\_leg01\\_07/ib382.pdf](http://www.mp.rs.gov.br/areas/ambiente/arquivos/boletins/bola_leg01_07/ib382.pdf). Acesso em: 10 abril 2007.

CETESB (São Paulo). **Instrução Técnica n° 17** – Licenciamento de geradores instalados em atividades licenciáveis pela CETESB, julho. 2001.

CETESB (São Paulo). **Geradores**. São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 8 janeiro 2007.

\_\_\_\_\_. **Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo 2001**. São Paulo, 2002. p. 120. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 10 outubro. 2004.

\_\_\_\_\_. **Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo 2003**. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 10 outubro 2004.

\_\_\_\_\_. **Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo 2005**. São Paulo, 2006. p. 82-83. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 6 janeiro 2007.

CUMMINS. **2004 Foi o melhor ano da Cummins. Energia é destaque.** Revista Eletricidade Moderna, São Paulo, n.371, p.19, fev. 2005.

CUMMINS. **Cummins aposta no segmento de supermercados.** Revista Eletricidade Moderna, São Paulo, n. 387, p.30, jun. 2006.

CUMMINS. **Biodiesel** [http://www.cummins.com.br/cla/historia\\_motor.asp](http://www.cummins.com.br/cla/historia_motor.asp) .2007. Acesso em 20 janeiro 2007.

SÃO PAULO. **Região Metropolitana de São Paulo em números.** São Paulo. 2000. Disponível em: [http://www.emsampa.com.br/eventos/mapa\\_regiao\\_metropolitana.jpg](http://www.emsampa.com.br/eventos/mapa_regiao_metropolitana.jpg). Acesso em: 7 agosto 2005.

FELLENBERG, Günter. **Introdução aos problemas de poluição ambiental.** São Paulo: EPU: Springer, 1980.

GARCIA, Oswaldo; BRUNETTI, Franco. **Motores de combustão interna.** São Paulo. 1992

HAZEL, Terence. Geração integrada em áreas industriais e edifícios comerciais e residenciais. **Revista Eletricidade Moderna**, São Paulo, n. 335, p. 106, fev. 2002.

LUCON, Oswaldo dos Santos. **Modelo HORUS:** inventário de emissão de poluentes atmosféricos pela queima de combustíveis em indústrias no Estado de São Paulo. 2003. Tese (Doutorado em 2003) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

NEGRI, Jean. **Modelo preditivo da emissão e dispersão de Nox gerado em Usina Termoeletricas como instrumento de análise de inserção e capacidade de suporte regional da Qualidade do Ar.** 2003. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PEREIRA, José Cláudio. **Motores e geradores:** princípios de funcionamento, instalação, operação e manutenção de grupos diesel geradores. 200?. Disponível em: <<http://www.joseclaudio.eng.br>>. Acesso em: 2 outubro 2004.

PIRES, Dílson Ojeda. **Inventário de emissões atmosféricas de fontes estacionárias e sua contribuição para poluição do ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** 2005. Dissertação (Mestrado em 2005) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

RÉMOND, Claude. Os grupos geradores como fontes de substituição ou de segurança. **Revista Eletricidade Moderna**, São Paulo, n. 330, p. 188, set. 2001.

SÃO PAULO (Estado). Decreto 8.486, de 8 de setembro de 1976. Ementa. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Institucional/Dec8468.pdf> . 1976. Acesso em : 4 outubro 2004.

\_\_\_\_\_. Lei n. 997, de 31 de maio de 1976. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/leis/1976\\_Lei\\_Est\\_997.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/estadual/leis/1976_Lei_Est_997.pdf) .1976 . Acesso em 4 outubro 2004.

UNITED STATES. EPA. **Large stationary diesel and all stationary dual-fuel engines.** United States, 1996. Disponível em: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch03/final/c03s04.pdf>. Acesso em: 4 outubro 2004.

\_\_\_\_\_. **Guia do usuário do modelo SCREEN3.** Tradução de SOGABE, Milton Norio. São Paulo, São Paulo: CETESB, 2003.

\_\_\_\_\_. **Compilation of Air Pollutant Emission Factors: AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources.** United States, 1996. Disponível em: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química.** 5.ed. ref. São Paulo: Saraiva, 2002.

WIKIPEDIA. **São Paulo (cidade). São Paulo, 2006.** Disponível em: <[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/93/Mapa\\_sp.png/180px-Mapa\\_sp.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/93/Mapa_sp.png/180px-Mapa_sp.png)>. Acesso em: 07 agosto 2005.

**ANEXO A – Valores de referência internacionais de qualidade do ar.**

## ANEXO 1

## VALORES DE REFERÊNCIA INTERNACIONAIS DE QUALIDADE DO AR

TABELA A- Padrões de qualidade do ar adotados pela EPA  
Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MÉTODO DE MEDIÇÃO
partículas inaláveis ( $\text{MP}_{10}$ )	24h	150	Separação Inercial/ Filtro Gravimétrico
	Média Aritmética Anual	50	
partículas inaláveis finas ( $\text{MP}_{2,5}$ )	24h <sup>(1)</sup>	65	Separação Inercial/ Filtro Gravimétrico
	Média Aritmética Anual	15	
dióxido de enxofre	24h <sup>(2)</sup>	365	Pararosanilina
	Média Aritmética Anual	80	
dióxido de nitrogênio	Média Aritmética Anual <sup>(2)</sup>	100	Quimiluminescência
monóxido de carbono	1h <sup>(2)</sup>	40.000	Infravermelho não Dispersivo
		35ppm	
	8h <sup>(2)</sup>	10.000 9ppm	
ozônio	1 h <sup>(2)</sup>	235	Quimiluminescência
		0,12ppm	
	8 h <sup>(2)</sup>	157 0,08 ppm	
chumbo	Média Aritmética Trimestral	1,5	Absorção Atômica

<sup>(1)</sup> a média aritmética das médias anuais (calculadas a partir das médias de 24 horas) dos últimos três anos consecutivos não pode ultrapassar  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$  e a média de três anos dos percentis 98 de cada ano não pode ultrapassar  $65\mu\text{g}/\text{m}^3$  para nenhuma estação da região.

<sup>(2)</sup> Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

<sup>(3)</sup> Uma região atende ao padrão de 8h de  $\text{O}_3$  se a média de 3 anos do 4º valor mais alto. (máximas diárias da média de 8h) de cada ano for menor ou igual a 0,08ppm.

**ANEXO B – Anexos 09 e 10 do artigo 57 do Decreto Estadual nº47.397**

**ANEXO 9**  
**a que se refere o artigo 57, § 3º do Decreto nº 47.397, de 04.12.2002.**

**Listagem de atividades**

Fabricação de sorvetes

Fabricação de biscoitos e bolachas

Fabricação de massas alimentícias

Fabricação de artefatos têxteis a partir de tecidos, exclusive vestuário

Fabricação de tecidos de malha

Fabricação de acessórios do vestuário

Fabricação de tênis de qualquer material

Fabricação de calçados de plástico

Fabricação de calçados de outros materiais

Fabricação de esquadrias de madeira, venezianas e de peças de madeira para instalações industriais e comerciais

Fabricação de outros artigos de carpintaria

Fabricação de artefatos de tanoaria e embalagens de madeira

Fabricação de artefatos diversos de madeira, palha, cortiça e material trançado - exclusive móveis

Fabricação de artefatos de papel, papelão, cartolina e cartão para escritório

Fabricação de fitas e formulários contínuos - impressos ou não

Fabricação de outros artefatos de pastas, papel, papelão, cartolina e cartão

Edição de discos, fitas e outros materiais gravados

Edição; edição e impressão de produtos , exceto jornais, revistas e livros

Impressão de material para uso escolar e de material para usos industrial, comercial e publicitário

Fabricação de artefatos diversos de borracha, exceto pneumáticos

Fabricação de embalagem de plástico

Fabricação de artefatos diversos de material plástico

Aparelhamento e outros trabalhos em pedras (não associados à extração)

Fabricação de esquadrias de metal, não associada ao tratamento superficial de metais

Produção de artefatos estampados de metal, não associada a fundição de metais



Fabricação de artigos de serralheria, exclusive esquadrias, não associada ao tratamento superficial de metais

Fabricação de máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos não-eletrônicos para escritório - inclusive peças

Fabricação de máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos eletrônicos destinados à automação gerencial e comercial - inclusive peças

Fabricação de computadores

Fabricação de equipamentos periféricos para máquinas eletrônicas para tratamento de informações

Fabricação de geradores de corrente contínua ou alternada, inclusive peças

Fabricação de aparelhos e utensílios para correção de defeitos físicos e aparelhos ortopédicos em geral

Fabricação de artefatos de cimento para uso na construção civil

Fabricação de colchões, sem espumação

Fabricação de móveis com predominância de madeira

Fabricação de móveis com predominância de metal

Fabricação de móveis de outros materiais

Lapidação de pedras preciosas e semi-preciosas

Fabricação de artefatos de joalheria e ourivesaria

Fabricação de escovas, pincéis e vassouras

Lavanderias, tinturarias, hotéis e similares que queimem combustível sólido ou líquido

Recondicionamento de pneumáticos

Reembalagem de produtos acabados, exceto produtos químicos

## **ANEXO 10**

**a que se refere o artigo 58, § 1º do Decreto nº 47.397, de 04.12.2002.**

### **Empreendimentos que dependerão de licenciamento prévio pela CETESB**

Abate de bovinos, suínos, eqüinos, ovinos, caprinos, bubalinos, aves e pequenos animais e preparação de produtos de carne

Preparação e conservação do pescado e fabricação de conservas de peixes, crustáceos e moluscos

Fabricação de farinhas de carnes, sangue, osso, peixes, penas e vísceras e produção de sebo

Processamento, preservação e produção de conservas de frutas, legumes e outros vegetais

Produção de sucos de frutas e de legumes

Produção de óleos vegetais em bruto

Refino de óleos vegetais

Preparação de margarina e outras gorduras vegetais e de óleos de origem animal não comestíveis

Fabricação de produtos do laticínio

Torrefação e moagem de café

Fabricação de café solúvel

Fabricação de malte, cervejas e chopes

Fabricação de refrigerantes, refrescos, xaropes e pós para refrescos

Fabricação de produtos do fumo

Curtimento e outras preparações de couro

Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada, prensada ou Aglomerada

Fabricação de papel, papelão liso, cartolina e cartão

Fabricação de resinas

Fabricação de elastômeros

Fabricação de fibras, fios, cabos e filamentos contínuos artificiais e sintéticos

Fabricação de produtos farmoquímicos

Fabricação de medicamentos para uso humano

Fabricação de medicamentos para uso veterinário

Fabricação de inseticidas, fungicidas, herbicidas e outros defensivos agrícolas

Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas

Fabricação de pólvoras, explosivos e detonantes

Fabricação de artigos pirotécnicos

Fabricação de pneumáticos e de câmaras-de-ar

Recondicionamento de pneumáticos

Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e estuque

Fabricação de massa de concreto e argamassa para construção

Britamento, aparelhamento e outros trabalhos em pedras (não associados à extração)

Fabricação de cal virgem, cal hidratada e gesso

Metalurgia do alumínio e suas ligas

Produção de peças fundidas de ferro e aço

Produção de peças fundidas de metais não-ferrosos e suas ligas

Fabricação de estruturas metálicas para edifícios, pontes, torres de transmissão, andaimes e outros fins

Fabricação de obras de caldeiraria pesada

Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras para aquecimento central

Fabricação de caldeiras geradoras de vapor - exclusive para aquecimento central e para veículos

Produção de forjados de aço

Produção de forjados de metais não-ferrosos e suas ligas

Produção de artefatos estampados de metal

Metalurgia do pó

Fabricação de motores estacionários de combustão interna, turbinas e outras máquinas motrizes não elétricas, inclusive peças - exclusive para aviões e veículos rodoviários

Fabricação de tratores agrícolas - inclusive peças

Fabricação de tratores de esteira e tratores de uso na construção e mineração - inclusive peças

Fabricação de máquinas e equipamentos de terraplenagem e pavimentação

Fabricação de armas de fogo e munições

Fabricação de equipamento bélico pesado

Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados

Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos - exclusive para veículos

Fabricação de baterias e acumuladores para veículos

Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários

Fabricação de chassis com motor para automóveis, camionetas e utilitários

Fabricação de motores para automóveis, camionetas e utilitários

Fabricação de caminhões e ônibus

Fabricação de motores para caminhões e ônibus

Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para caminhão

Fabricação de carrocerias para ônibus

Construção e montagem de locomotivas, vagões e outros materiais rodantes

Construção e montagem de aeronaves

Reciclagem de sucatas metálicas e não-metálicas

Comércio varejista de combustíveis para veículos automotores - incluindo postos revendedores, postos de abastecimento, transportadores revendedores retalhistas (TRR) e postos flutuantes

Operação de jateamento de superfícies metálicas ou não metálicas, excluídos os serviços de jateamento de prédios ou similares

Usinas de produção de concreto pré-misturado

Usinas de produção de concreto asfáltico

Hospitais, sanatórios, maternidades e institutos de pesquisas de doenças

Cemitérios horizontais e verticais

**ANEXO C – Cadastro dos grupos motogeradores – Agência de Controle Ambiental**

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
1	FREGUESIA DO Ó	02909900	17-jul-01	Gerador	1		não aplicável	450	quillowatt
2	PIRITUBA	02950000	10-jun-05	Gerador	1	44	quillowatt	0	não aplicável
3	SANTO AMARO	04755020	03-mai-05	Gerador	3	5000	cavalo vapor	5000	cavalo vapor
4	VILA PRUDENTE	03153002	11-jan-05	Gerador	1		não aplicável	100	quillowatt
5	VILA PRUDENTE	03153002	11-jan-05	Gerador	1		não aplicável	463	quillowatt
6	VILA PRUDENTE	03153002	11-jan-05	Gerador	1		não aplicável	165	quillowatt
7	MOÓCA	03108900	25-out-01	Gerador	4		não aplicável	250	quillowatt
8	MOÓCA	03108900	25-jun-03	Gerador	4		não aplicável	250	quillowatt
9	SOCORRO	04779900	22-mar-04	Gerador	1		não aplicável	500	quillowatt
10	V. NOVA CONCEIÇÃO	04544000	13-dez-04	Gerador	1		não aplicável	400	cavalo vapor
11	V. NOVA CONCEIÇÃO	04544000	13-dez-04	Gerador	1		não aplicável	165	cavalo vapor
12	V. NOVA CONCEIÇÃO	04544000	13-dez-04	Gerador	1		não aplicável	280	cavalo vapor
13	PARQUE NOVO MUNDO	02189000	27-jun-05	Gerador	4		não aplicável	1,63	megawatt
14	SANTO AMARO	04795912	01-nov-05	Gerador	5		não aplicável	168	quillowatt
15	CAMPININHA	04678000	16-out-01	Gerador	1	235	quilovolt-ampère	263	quillowatt
16	VILA PRUDENTE	04220020	22-ago-05	Gerador	2		não aplicável	375	quillowatt
17	VILA JAGUARA	05113900	07-nov-05	Gerador	1		não aplicável	330	quillowatt
18	CAPELA DO SOCORRO	04768000	16-out-03	Gerador	1	140	quilovolt-ampère		não aplicável
19	CAPELA DO SOCORRO	04768000	16-out-03	Gerador	2	110	quilovolt-ampère		não aplicável
20	CAPELA DO SOCORRO	04768000	16-out-03	Gerador	1	1050	quilovolt-ampère		não aplicável
21	CAPELA DO SOCORRO	04768000	11-ago-05	Gerador	1	140	quilovolt-ampère		não aplicável
22	CAPELA DO SOCORRO	04768000	11-ago-05	Gerador	2	110	quilovolt-ampère		não aplicável
23	CAPELA DO SOCORRO	04768000	11-ago-05	Gerador	1	1050	quilovolt-ampère		não aplicável
24	V N S DAS MERCÊS	04164001	26-jun-03	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
25	V N S DAS MERCÊS	04164001	07-jan-04	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
26	JAGUARÉ	05345040	22-dez-04	Gerador	1	100	watt	100	megawatt
27	JAGUARÉ	05345040	14-jan-02	Gerador	2	775	quillowatt		não aplicável
28	JAGUARÉ	05345040	21-nov-01	Gerador	2	775	quillowatt		não aplicável

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
29	PIRITUBA	05156000	23-jul-02	Gerador	1	2000	quilovolt-ampère		não aplicável
30	PIRITUBA	05156000	21-mar-02	Gerador	1	2000	quilovolt-ampère		não aplicável
31	ÁGUA BRANCA	05036903	30-jun-04	Gerador	2		não aplicável	380	watt
32	ÁGUA BRANCA	05036903	08-set-04	Gerador	2		não aplicável	380	watt
33	ÁGUA BRANCA	05036903	10-dez-04	Gerador	1		não aplicável	325	quilowatt
34	VILA SOCORRO	04762001	25-out-02	Gerador	1	250	quilovolt-ampère		não aplicável
35	VILA SOCORRO	04762001	30-jan-03	Gerador	1	250	quilovolt-ampère		não aplicável
36	LIMÃO	02512020	15-mar-01	Gerador	1	12	quilograma-força		não aplicável
37	CAMBUCI	01538000	02-set-05	Gerador	1	380	quilovolt-ampère		não aplicável
38	CAMBUCI	01538000	02-set-05	Gerador	1	680	quilovolt-ampère		não aplicável
39	JURUBATUBA	04696915	10-jun-05	Gerador	2	360000	volt-ampère	265	horse power
40	V ALEXANDRIA	04635000	09-set-03	Gerador	1		não aplicável	8000	quilowatt
41	V ALEXANDRIA	04635000	06-abr-04	Gerador	1		não aplicável	8000	quilowatt
42	BROOKLIN	04703002	18-abr-05	Gerador	1	531	quilovolt-ampère		não aplicável
43	BROOKLIN	04703002	18-abr-05	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
44	BROOKLIN	04703002	10-nov-05	Gerador	1	687	quilovolt-ampère	550	quilowatt
45	BROOKLIN	04703002	20-fev-06	Gerador	1	687	quilovolt-ampère	550	quilowatt
46	BROOKLIN	04703002	13-abr-06	Gerador	1	687	quilovolt-ampère	550	quilowatt
47	SANTO AMARO	04662000	02-jan-02	Gerador	1	500	quilovolt-ampère		não aplicável
48	SANTO AMARO	04662000	21-nov-02	Gerador	1	500	quilovolt-ampère		não aplicável
49	SANTO AMARO	04723000	24-mar-03	Gerador	1	285	quilovolt-ampère		não aplicável
50	SANTO AMARO	04723000	17-jul-03	Gerador	1	285	quilovolt-ampère		não aplicável
51	BUTANTÃ	05577100	22-ago-03	Gerador	1	405	quilovolt-ampère		não aplicável
52	BUTANTÃ	05577100	22-ago-03	Gerador	1	300	quilovolt-ampère		não aplicável
53	BUTANTÃ	05577100	22-ago-03	Gerador	1	66	quilovolt-ampère		não aplicável
54	BUTANTÃ	05577100	21-dez-04	Gerador	1	300	volt-ampère	300	quilowatt
55	BUTANTÃ	05577100	21-jun-02	Gerador	1	405	quilovolt-ampère		não aplicável
56	BUTANTÃ	05577100	21-jun-02	Gerador	1	300	quilovolt-ampère		não aplicável
57	BUTANTÃ	05577100	21-jun-02	Gerador	1	66	quilovolt-ampère		não aplicável
58	PIRITUBA	05163060	06-jul-01	Gerador	1	250	quilowatt		não aplicável

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
59	PIRITUBA	05163060	24-mai-05	Gerador	1		não aplicável	391	horse power
60	MOÓCA	03109000	13-out-05	Gerador	1		não aplicável	215	horse power
61	FREGUESIA DO Ó	02910000	13-nov-03	Gerador	1	180	quilovolt-ampère		não aplicável
62	JAGUARÉ	05321010	19-jul-05	Gerador	1	236	quilovolt-ampère	236	quilowatt
63	JAGUARÉ	05321010	14-dez-01	Gerador	2		não aplicável	440	quilowatt
64	JAGUARÉ	05321010	08-abr-02	Gerador	2		não aplicável	440	quilowatt
65	JARDIM VAZAMI	05711000	24-set-02	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
66	JARDIM VAZAMI	05711000	10-out-02	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
67	JARDIM VAZAMI	05711000	19-abr-05	Gerador	1		não aplicável	180	cavalo vapor
68	JARDIM GUANCÃ	02151900	14-dez-04	Gerador	3		não aplicável	13	quilowatt
69	LAPA	05044000	11-mar-05	Gerador	1	440	quilovolt-ampère		não aplicável
70	LAPA	05044000	15-ago-03	Gerador	1	440	quilovolt-ampère		não aplicável
71	LAPA	05044000	05-ago-04	Gerador	1	440	quilovolt-ampère		não aplicável
72	BELA VISTA	01321001	23-jun-03	Gerador	2	375	quilovolt-ampère		não aplicável
73	BELA VISTA	01321001	13-jun-05	Gerador	2	375	quilovolt-ampère		não aplicável
74	BELA VISTA	01321001	29-dez-05	Gerador	2	375	quilovolt-ampère		não aplicável
75	BELA VISTA	01409902	03-mai-06	Gerador	2		não aplicável	330	quilowatt
76	BELA VISTA	01409902	03-mai-06	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
77	BELA VISTA	01409902	03-jul-06	Gerador	2		não aplicável	330	quilowatt
78	BELA VISTA	01409902	03-jul-06	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
79	BELA VISTA	01409902	10-ago-06	Gerador	2		não aplicável	330	quilowatt
80	BELA VISTA	01409902	10-ago-06	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
81	SANTO AMARO	04744000	19-dez-06	Gerador	1	8000	watt	220	watt
82	SANTO AMARO	04744000	20-out-06	Gerador	1	275	quilowatt	380	watt
83	SANTO AMARO	04744000	20-out-06	Gerador	1	8000	watt	220	watt
84	SANTO AMARO	04744000	19-dez-06	Gerador	1	275	quilowatt	380	watt
85	BARRA FUNDA	01144010	08-mar-05	Gerador	1		não aplicável	110	horse power
86	ITAQUERA	08260090	22-dez-05	Gerador	1		não aplicável	255	quilowatt
87	BARRA FUNDA	01135030	10-jun-02	Gerador	1		não aplicável	320	quilowatt
88	BARRA FUNDA	01135030	18-set-02	Gerador	1		não aplicável	320	quilowatt



n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
89	BARRA FUNDA	01135030	04-mai-05	Gerador	1		não aplicável	320	quilowatt
90	PIRITUBA	05154010	14-jul-05	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
91	ITAQUERA	08290010	22-nov-04	Gerador	2		não aplicável	320	quilowatt
92	LIMÃO	02712080	05-ago-03	Gerador	4	420	quilovolt-ampère		não aplicável
93	LIMÃO	02712080	01-jun-04	Gerador	4	420	quilovolt-ampère		não aplicável
94	LIMÃO	02712080	02-jun-05	Gerador	4	562,5	quilovolt-ampère		não aplicável
95	LIMÃO	02715000	28-ago-03	Gerador	4	420	quilovolt-ampère		não aplicável
96	LIMÃO	02715000	16-out-03	Gerador	4	420	quilovolt-ampère		não aplicável
97	JARDIM ARPOADOR	05566000	15-jan-02	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
98	JARDIM INDEPENDEN	03223000	07-dez-01	Gerador	1	208	quilowatt		não aplicável
99	JARDIM INDEPENDEN	03223000	07-dez-01	Gerador	1	248	quilowatt		não aplicável
100	BROOKLIN	04602000	16-out-01	Gerador	2		não aplicável	450	quilowatt
101	PARI	03019000	27-jan-03	Gerador	2		não aplicável	2	horse power
102	PARI	03019000	07-abr-03	Gerador	2		não aplicável	2	horse power
103	LIMÃO	02712050	21-fev-05	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
104	SOCORRO	04763001	21-dez-05	Gerador	1		não aplicável	115	cavalo vapor
105	SANTO AMARO	04743903	18-out-06	Gerador	1	0,18	megavolt-ampère		não aplicável
106	SANTO AMARO	04743903	18-out-06	Gerador	2	2	megavolt-ampère		não aplicável
107	SANTO AMARO	04743903	24-jun-02	Gerador	2		não aplicável	1550	quilowatt
108	SANTO AMARO	04743903	30-nov-01	Gerador	2		não aplicável	1550	quilowatt
109	IPIRANGA	04209000	02-abr-04	Gerador	1		não aplicável	325	quilowatt
110	VILA RÊ	03666000	18-abr-05	Gerador	1		não aplicável	625	quilowatt
111	VILA RÊ	03666000	18-abr-05	Gerador	2		não aplicável	625	quilowatt
112	VILA RÊ	03666000	18-abr-05	Gerador	1		não aplicável	1125	quilowatt
113	PERUS	05276000	18-jul-06	Gerador	1		não aplicável	100	quilowatt
114	VILA ANASTÁCIO	05092901	26-abr-02	Gerador	2		não aplicável		não aplicável
115	VILA ANASTÁCIO	05092901	26-nov-01	Gerador	2		não aplicável		não aplicável
116	VILA CARIOCA	04226002	07-nov-05	Gerador	1	400	ampère		não aplicável
117	VILA CARIOCA	04226002	15-mar-06	Gerador	1	400	ampère		não aplicável
118	VILA MATILDE	03514000	22-nov-04	Gerador	1	400	litro	110000	watt

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
119	VILA JARAGUÁ	05157030	22-dez-04	Gerador	1	450	quilowatt	450	quilowatt
120	VILA JARAGUÁ	05157030	07-jul-05	Gerador	1	450	quilowatt	450	quilowatt
121	VILA ARAPUÁ	04258000	25-jul-01	Gerador	1	800	quilowatt	741	quilowatt
122	VILA ARAPUÁ	04258000	08-set-05	Gerador	1	1500	quilovolt-ampère		não aplicável
123	VILA ARAPUÁ	04258000	08-set-05	Gerador	1	800	quilovolt-ampère		não aplicável
124	BUTANTÃ	05577300	22-dez-04	Gerador	1		não aplicável	440	quilowatt
125	BUTANTÃ	05577300	26-jan-05	Gerador	1		não aplicável	280	megawatt
126	BUTANTÃ	05577300	22-dez-04	Gerador	1		não aplicável	300	quilowatt
127	BUTANTÃ	05577300	22-dez-04	Gerador	1		não aplicável	145	quilowatt
128	BUTANTÃ	05577300	22-dez-04	Gerador	1		não aplicável	81	quilowatt
129	BUTANTÃ	05577300	22-dez-04	Gerador	1		não aplicável	280	quilowatt
130	AGUA BRANCA	05033000	29-ago-05	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
131	JURUBATUBA	04795913	08-jun-05	Gerador	1	3,12	quilovolt-ampère	2,5	quilowatt
132	JURUBATUBA	04795913	08-jun-05	Gerador	1	3,12	quilovolt-ampère	2,5	quilowatt
133	PARQUE NOVO MUNDO	02145050	28-jun-05	Gerador	2		não aplicável	535	cavalo vapor
134	JD SANTA EMÍLIA	04183090	01-dez-04	Gerador	1		não aplicável	325	quilowatt
135	VILA MARIANA	04102000	01-ago-05	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
136	VILA MARIANA	04102000	01-ago-05	Gerador	1		não aplicável	330	quilowatt
137	VILA MARIANA	04102000	12-jul-05	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
138	VILA MARIANA	04102000	12-jul-05	Gerador	1		não aplicável	330	quilowatt
139	VILA MARIANA	04102000	14-jun-05	Gerador	1		não aplicável	330	quilowatt
140	VILA MARIANA	04102000	14-jun-05	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
141	AGUA FUNDA	04156900	16-fev-04	Gerador	1		não aplicável	363	quilowatt
142	AGUA FUNDA	04156900	13-mai-04	Gerador	1		não aplicável	363	quilowatt
143	CERQUEIRA CÉSAR	01308050	26-out-06	Gerador	4	400	quilovolt-ampère		não aplicável
144	CERQUEIRA CÉSAR	01308050	06-dez-06	Gerador	4	400	quilovolt-ampère		não aplicável
145	JD LEONOR	05652000	21-dez-01	Gerador	2		não aplicável	2	megawatt
146	JD LEONOR	05652000	07-mar-02	Gerador	2		não aplicável	2	megawatt
147	POMPÉIA	05022001	23-dez-03	Gerador	1		não aplicável	1000	quilowatt
148	POMPÉIA	05022001	23-mar-04	Gerador	1	275	quilovolt-ampère		não aplicável

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
149	POMPÉIA	05022001	23-mar-04	Gerador	1	1000	quilovolt-ampère		não aplicável
150	POMPÉIA	05022001	13-fev-04	Gerador	1	275	quilovolt-ampère		não aplicável
151	POMPÉIA	05022001	23-dez-03	Gerador	1		não aplicável	275	quilowatt
152	POMPÉIA	05022001	13-fev-04	Gerador	1	1000	quilovolt-ampère		não aplicável
153	CASA GRANDE	04870425	07-jan-05	Gerador	1		não aplicável	360	quilowatt
154	CASA GRANDE	04870425	11-ago-05	Gerador	1		não aplicável	400	horse power
155	VILA LIVIERO	04186200	24-jul-03	Gerador	1	115	quilovolt-ampère		não aplicável
156	VILA LIVIERO	04186200	18-set-03	Gerador	1	115	quilovolt-ampère		não aplicável
157	CHÁC STO ANTONIO	04711900	22-nov-04	Gerador	1	2500	quilovolt-ampère	2500	cavalo vapor
158	CHÁC STO ANTONIO	04711900	27-dez-02	Gerador	1		não aplicável	1500	cavalo vapor
159	CHÁC STO ANTONIO	04711900	24-mar-03	Gerador	1		não aplicável	1500	cavalo vapor
160	VILA MARIA	02120002	08-ago-01	Gerador	1	450	quilovolt-ampère	360	quilowatt
161	PARQUE NOVO MUNDO	02175040	04-abr-05	Gerador	1		não aplicável	500	cavalo vapor
162	SANTO AMARO	04730050	28-jan-05	Gerador	1		não aplicável	67	cavalo vapor
163	SANTO AMARO	04730050	18-mar-05	Gerador	1		não aplicável	67	cavalo vapor
164	SANTO AMARO	04730050	23-jun-05	Gerador	1		não aplicável	67	cavalo vapor
165	SANTO AMARO	04730050	23-jun-05	Gerador	1		não aplicável	67	cavalo vapor
166	SANTO AMARO	04730050	21-set-05	Gerador	1		não aplicável	67	cavalo vapor
167	JURUBATUBA	04696000	31-mar-05	Gerador	2		não aplicável	500	quilowatt
168	PARADA DE TAIPAS	02987030	03-set-02	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
169	PARADA DE TAIPAS	02987030	12-jul-05	Gerador	1		não aplicável	380	quilowatt
170	PARADA DE TAIPAS	02987030	20-set-06	Gerador	1		não aplicável	380	quilowatt
171	PARADA DE TAIPAS	02987030	06-jun-02	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
172	JURUBATUBA	04675190	29-nov-05	Gerador	1		não aplicável	300	watt
173	JD. ARPOADOR	05577900	08-dez-03	Gerador	5		não aplicável	900	quilowatt
174	JD. ARPOADOR	05577900	14-mai-04	Gerador	5	1250	quilowatt	1250	quilowatt
175	JD. ARPOADOR	05577900	14-mai-04	Gerador	1	150	quilowatt	150	quilowatt
176	JD. ARPOADOR	05577900	05-ago-03	Gerador	5		não aplicável	900	quilowatt
177	VILA POMPÉIA	05025011	04-abr-05	Gerador	1	180	quilovolt-ampère	0	não aplicável
178	FERREIRA	05520901	10-dez-04	Gerador	1	1800	rotação por minuto	84	quilowatt

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
179	BUTANTÃ	05503900	21-nov-06	Gerador	2		não aplicável		não aplicável
180	JARDIM DO LAGO	05550010	08-abr-05	Gerador	1	450	quilowatt		não aplicável
181	JARDIM DO LAGO	05550010	10-jan-02	Gerador	1		não aplicável	440	quilowatt
182	JARDIM DO LAGO	05550010	20-ago-02	Gerador	1		não aplicável	440	quilowatt
183	CAMPOS ELÍSEOS	01202900	13-nov-06	Gerador	1		não aplicável	1250	quilowatt
184	VILA SONIA	05521300	21-out-05	Gerador	1		não aplicável	40	quilowatt
185	JD. ESMERALDA	05564000	03-fev-05	Gerador	1	240	metro cúbico por hora	1	horse power
186	LAPA	05038160	11-jul-05	Gerador	1		não aplicável	1300	cavalo vapor
187	LAPA	05038160	29-nov-02	Gerador	1	969,8	quilowatt	1300	cavalo vapor
188	LAPA	05038160	07-out-02	Gerador	1	350	quilowatt	472,5	cavalo vapor
189	LAPA	05038160	07-out-02	Gerador	1	969,8	quilowatt	1300	cavalo vapor
190	LAPA	05038160	29-nov-02	Gerador	1	350	quilowatt	472,5	cavalo vapor
191	SANTA CECÍLIA	01150011	13-abr-04	Gerador	1	150	quilovolt-ampère		não aplicável
192	SANTA CECÍLIA	01150011	13-abr-04	Gerador	1	40	quilovolt-ampère		não aplicável
193	SANTA CECÍLIA	01150011	21-jul-04	Gerador	1	150	quilovolt-ampère		não aplicável
194	SANTA CECÍLIA	01150011	21-jul-04	Gerador	1	40	quilovolt-ampère		não aplicável
195	SANTA CECÍLIA	01150011	09-nov-04	Gerador	1	150	quilovolt-ampère		não aplicável
196	SANTA CECÍLIA	01150011	09-nov-04	Gerador	1	40	quilovolt-ampère		não aplicável
197	SANTA CECÍLIA	01150011	23-dez-04	Gerador	1		não aplicável	0,5	cavalo vapor
198	SANTA CECÍLIA	01150011	23-dez-04	Gerador	1		não aplicável	2	cavalo vapor
199	PARAISO	01323903	30-mai-05	Gerador	2		não aplicável	210	quilowatt
200	PARAISO	01323903	09-mar-06	Gerador	2		não aplicável	1360	quilowatt
201	PARAISO	01323903	08-nov-05	Gerador	2		não aplicável	1360	quilowatt
202	PARAISO	01323903	30-mai-05	Gerador	1		não aplicável	625	quilowatt
203	PARAISO	01323903	30-mai-05	Gerador	2		não aplicável	285	quilowatt
204	PARAISO	01323903	08-set-99	Gerador	1	500	quilowatt		não aplicável
205	PARAISO	01323903	23-ago-05	Gerador	2		não aplicável	1360	quilowatt
206	BARRA FUNDA	01154010	14-fev-06	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
207	BARRA FUNDA	01154010	02-mar-06	Gerador	1		não aplicável		não aplicável

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
208	VILA OLÍMPIA	04556100	21-dez-04	Gerador	2		não aplicável		não aplicável
209	JAGUARÉ	05330011	20-mar-03	Gerador	1	75	quilowatt		não aplicável
210	JAGUARÉ	05330011	14-abr-03	Gerador	1	75	quilowatt		não aplicável
211	JAGUARÉ	05330011	01-jun-06	Gerador	1		não aplicável	75	quilowatt
212	PQ.INDL.TOMÁS EDSON	01144030	08-ago-01	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
213	VILA LEOPOLDINA	05314000	23-dez-04	Gerador	2	40	ampère	220	watt
214	VILA LEOPOLDINA	05319020	12-mai-05	Gerador	1	179	ampère	68	quilowatt
215	BARRA FUNDA	01138010	26-dez-01	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
216	BARRA FUNDA	01138010	12-nov-01	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
217	BUTANTÃ	05508900	08-out-02	Gerador	2		não aplicável	950	quilowatt
218	BUTANTÃ	05508900	31-mar-03	Gerador	2		não aplicável	950	quilowatt
219	PINHEIROS	05404014	12-jun-00	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
220	PINHEIROS	05404014	03-mar-05	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
221	VILA CARIOCA	04220020	22-dez-04	Gerador	4		não aplicável	800	quilowatt
222	CAMBUCI	01520030	16-out-03	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
223	CAMBUCI	01520030	16-out-03	Gerador	1		não aplicável	630	quilowatt
224	CAMBUCI	01520030	30-mai-05	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
225	CAMBUCI	01520030	30-mai-05	Gerador	1		não aplicável	630	quilowatt
226	VILA LEOPOLDINA	05311000	19-dez-01	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
227	HIGIENÓPOLIS	01244000	27-mai-02	Gerador	1		não aplicável	180	não aplicável
228	HIGIENÓPOLIS	01244000	02-mai-02	Gerador	1		não aplicável	180	não aplicável
229	CENTRO	01003001	12-dez-01	Gerador	2		não aplicável	1,1	quilowatt
230	CENTRO	01003001	18-jan-02	Gerador	2		não aplicável	1,1	quilowatt
231	INDIANÓPOLIS	04079000	29-abr-02	Gerador	1		não aplicável	500	watt
232	INDIANÓPOLIS	04079000	25-jul-02	Gerador	1		não aplicável	500	watt
233	BUTANTÃ	05513000	26-set-02	Gerador	1		quilovolt-ampère	180	não aplicável
234	BUTANTÃ	05513000	26-set-02	Gerador	1		não aplicável	80	não aplicável
235	BUTANTÃ	05513000	31-out-02	Gerador	1		quilovolt-ampère	180	não aplicável
236	BUTANTÃ	05513000	31-out-02	Gerador	1		não aplicável	80	não aplicável
237	AGUA BRANCA	05065110	15-abr-02	Gerador	1	145	quilovolt-ampère	140	horse power

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
238	AGUA BRANCA	05065110	02-mai-02	Gerador	1	145	quilovolt-ampère	140	horse power
239	AGUA BRANCA	05065110	27-abr-05	Gerador	1	145	kelvin	140	horse power
240	LAPA	05078000	08-abr-03	Gerador	1		não aplicável	40	quilowatt
241	LAPA	05078000	29-dez-04	Gerador	1		não aplicável	40	quilowatt
242	BUTANTÃ	05508900	30-ago-02	Gerador	100		não aplicável	100	watt
243	BUTANTÃ	05508900	11-jul-02	Gerador	100		não aplicável	100	watt
244	JAGUARÉ	05322000	20-dez-04	Gerador	1	185	quilowatt	185	quilowatt
245	CIDADE PIRITUBA	02938010	06-nov-01	Gerador	1	30	quilovolt	43	horse power
246	CIDADE PIRITUBA	02938010	18-dez-01	Gerador	1	30	quilovolt	43	horse power
247	CIDADE PIRITUBA	02938010	21-dez-04	Gerador	1		não aplicável	43	horse power
248	PIRITUBA	05154000	29-jul-04	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
249	LIMÃO	02712050	19-nov-01	Gerador	1	150	quilovolt-ampère		não aplicável
250	LIMÃO	02712050	06-fev-02	Gerador	1	150	quilovolt-ampère		não aplicável
251	J. PEREIRA	02712070	14-dez-04	Gerador	1	450	quilovolt-ampère	542	cavalo vapor
252	VILA JAGUARA	05113020	11-out-01	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
253	VILA JAGUARA	05113020	18-abr-05	Gerador	1		não aplicável	370	horse power
254	LIMÃO	02710060	01-jun-05	Gerador	1		não aplicável	135	quilowatt
255	LIMÃO	02710060	23-nov-05	Gerador	1		não aplicável	135	quilowatt
256	LIMÃO	02710060	01-fev-06	Gerador	1		não aplicável	135	quilowatt
257	PARADA DE TAIPAS	02810000	26-jul-02	Gerador	1	400	quilovolt-ampère		não aplicável
258	TUCURUVI	02326010	25-fev-05	Gerador	1		não aplicável	625	quilowatt
259	PARQUE ANHANGUERA	05120060	26-mar-02	Gerador	2	450	quilovolt-ampère		não aplicável
260	PARQUE ANHANGUERA	05120060	17-jan-06	Gerador	2		não aplicável	450	quilowatt
261	VILA MARIA	02114012	21-nov-01	Gerador	1	290000	volt-ampère		não aplicável
262	VILA JARAGUÁ	05163060	02-out-01	Gerador	1	190	quilovolt-ampère		não aplicável
263	VILA JARAGUÁ	05163060	29-out-01	Gerador	1	190	quilovolt-ampère		não aplicável
264	SANTANA -CAMPO DE MARTE	02012010	01-jul-05	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
265	LIMÃO	02712140	29-out-02	Gerador	2		não aplicável	700	horse power
266	LIMÃO	02712140	16-dez-02	Gerador	2		não aplicável	700	horse power

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
267	JARAGUÁ	02998010	10-abr-02	Gerador	1	220	quilovolt-ampère		não aplicável
268	JARAGUÁ	02998010	08-mai-02	Gerador	1	220	quilovolt-ampère		não aplicável
269	JARAGUÁ	02998010	05-abr-05	Gerador	1		não aplicável	148	quilowatt
270	VILA MARIA	02110011	14-ago-03	Gerador	3		não aplicável		não aplicável
271	VILA MARIA	02116001	24-mar-04	Gerador	3		não aplicável	110	não aplicável
272	VILA MARIA	02116001	28-abr-04	Gerador	3		não aplicável	110	não aplicável
273	JARAGUÁ	02998000	18-nov-05	Gerador	1		não aplicável	148	quilowatt
274	VILA BANDEIRANTES	02552000	05-jul-06	Gerador	1	3000	quilograma por dia	20	cavalo vapor
275	VILA BANDEIRANTES	02552000	17-mar-06	Gerador	1	3000	quilograma por dia	20	cavalo vapor
276	TREMembé	02413200	20-abr-06	Gerador	1		não aplicável	80	cavalo vapor
277	JARDIM BRASIL	02227340	27-jul-06	Gerador	1		não aplicável	5	cavalo vapor
278	VILA CARIOCA	04225000	18-jun-02	Gerador	1	450	quilowatt		não aplicável
279	VILA CARIOCA	04225000	30-ago-02	Gerador	1	450	quilowatt		não aplicável
280	VILA CARIOCA	04225000	04-mai-05	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
281	JARDIM	03210001	29-dez-05	Gerador	1		não aplicável	40	quilowatt
282	SAÚDE	04183080	17-jan-02	Gerador	2		não aplicável	400	quilowatt
283	SAÚDE	04183080	25-set-02	Gerador	2		não aplicável	400	quilowatt
284	SAÚDE	04183080	11-mar-05	Gerador	2	1200	quilowatt	500	horse power
285	MOOCA	03107030	28-out-05	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
286	IPIRANGA	04220000	31-mai-05	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
287	IPIRANGA	04220000	23-out-01	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
288	IPIRANGA	04220000	08-abr-02	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
289	V. INDUSTRIAL	03251010	02-mai-05	Gerador	2	1500	watt	5	cavalo vapor
290	MOOCA	03123900	26-dez-01	Gerador	1	180	quilovolt-ampère		não aplicável
291	IPIRANGA	04206001	05-set-01	Gerador	1		não aplicável	280	quilowatt
292	VILA ALPINA	03227000	09-ago-01	Gerador	1		não aplicável	440	quilowatt
293	VILA ALPINA	03227000	16-out-03	Gerador	1		não aplicável	440	quilowatt
294	VILA VERMELHO	04298020	23-dez-02	Gerador	1	150	quilovolt-ampère		não aplicável
295	VILA VERMELHO	04298020	31-jan-03	Gerador	1	150	quilovolt-ampère		não aplicável
296	VILA VERMELHO	04298020	16-mar-04	Gerador	1		não aplicável	150	quilowatt

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
297	VILA VERMELHO	04298020	14-jul-04	Gerador	1		não aplicável	150	quilowatt
298	BELENZINHO	03169010	23-mar-04	Gerador	1		não aplicável	115	quilowatt
299	BELENZINHO	03169010	11-mai-04	Gerador	1		não aplicável	115	quilowatt
300	LIBERDADE	01513040	26-abr-05	Gerador	1	75	quilovolt-ampère	90	cavalo vapor
301	LIBERDADE	01513040	11-ago-05	Gerador	1	75	quilovolt-ampère	90	cavalo vapor
302	LIBERDADE	01513040	01-jun-05	Gerador	1	75	quilovolt-ampère	90	cavalo vapor
303	PARQUE DA MOOCA	03107002	01-ago-05	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
304	PARQUE DA MOOCA	03107002	14-out-05	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
305	PARQUE DA MOOCA	03107002	06-dez-05	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
306	SACOMÃ	04249000	18-abr-06	Gerador	1		não aplicável	33	quilowatt
307	SACOMÃ	04249000	22-jun-06	Gerador	1		não aplicável	33	quilowatt
308	SACOMÃ	04249000	22-ago-06	Gerador	1		não aplicável	33	quilowatt
309	SANTO AMARO	04747900	06-dez-01	Gerador	1	635	quilowatt		não aplicável
310	SANTO AMARO	04747900	08-abr-02	Gerador	1	635	quilowatt		não aplicável
311	SANTO AMARO	04747900	01-out-03	Gerador	1	1500	quilovolt-ampère		não aplicável
312	SANTO AMARO	04747900	14-jan-04	Gerador	1	500	quilovolt-ampère		não aplicável
313	VILA MIRANDA	04755070	08-jul-05	Gerador	1		não aplicável	141	cavalo vapor
314	JABAQUARA	04344000	09-jun-05	Gerador	1		não aplicável	230	quilowatt
315	JABAQUARA	04344000	09-jun-05	Gerador	1		não aplicável	440	quilowatt
316	JURUBATUBA	04795000	28-set-01	Gerador	1	363	quilovolt-ampère		não aplicável
317	JURUBATUBA	04795000	05-dez-01	Gerador	1	363	quilovolt-ampère		não aplicável
318	SANTO AMARO	04755020	11-mar-05	Gerador	1	14	quilowatt	17	quilowatt
319	JARDIM ORIENTAL	04348070	10-set-03	Gerador	1	115	quilovolt-ampère		não aplicável
320	JARDIM ORIENTAL	04348070	14-out-03	Gerador	1	115	quilovolt-ampère		não aplicável
321	V. MARACANÃ	05835005	29-mai-06	Gerador	1		não aplicável	297,56	quilowatt
322	V. MARACANÃ	05835005	29-mai-06	Gerador	1		não aplicável	339,47	quilowatt
323	VILA SOCORRO	04761000	29-nov-01	Gerador	1	80	quilovolt-ampère		não aplicável
324	VILA SOCORRO	04761000	04-mar-02	Gerador	1	80	quilovolt-ampère		não aplicável
325	CAPELA DO SOCORRO	04763070	19-nov-01	Gerador	1		não aplicável	640	quilowatt
326	PQ. INDL TAQUARAL	04675010	03-set-01	Gerador	3		não aplicável	1000	quilowatt



n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
327	PQ. INDL TAQUARAL	04675010	03-set-01	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
328	PQ. INDL TAQUARAL	04675010	16-jul-02	Gerador	3		não aplicável	1000	quilowatt
329	PQ. INDL TAQUARAL	04675010	16-jul-02	Gerador	1		não aplicável	450	quilowatt
330	SANTO AMARO	04662020	02-jan-02	Gerador	1	327	quilovolt-ampère		não aplicável
331	SANTO AMARO	04662020	21-nov-02	Gerador	1	327	quilovolt-ampère		não aplicável
332	JARDIM LOURDES	04327120	19-jan-04	Gerador	1		não aplicável	200	horse power
333	JARDIM LOURDES	04327120	17-jun-04	Gerador	1		não aplicável	200	horse power
334	VL SANTA CATARINA	04370000	17-jun-02	Gerador	1	220	volt		não aplicável
335	VL SANTA CATARINA	04370000	21-ago-02	Gerador	1	220	volt		não aplicável
336	VL SANTA CATARINA	04370000	06-abr-05	Gerador	1		não aplicável	220	quilowatt
337	JD. ANHANGUERA	04675230	05-abr-05	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
338	VL. CAMPO GRANDE	04455170	11-jul-05	Gerador	1		não aplicável	440	quilowatt
339	VL. CAMPO GRANDE	04455170	31-jan-06	Gerador	1		não aplicável	440	quilowatt
340	VL. CAMPO GRANDE	04455170	04-mar-05	Gerador	1		não aplicável	440	quilowatt
341	STO. AMARO	04728002	13-out-04	Gerador	1		não aplicável	2	horse power
342	STO. AMARO	04728002	22-nov-04	Gerador	1		não aplicável	2	horse power
343	VILA ALMEIDA	04795100	25-nov-05	Gerador	1		não aplicável	200	quilowatt
344	VILA ALMEIDA	04795100	25-abr-06	Gerador	1		não aplicável	200	quilowatt
345	VILA SÃO PEDRO	04678050	01-nov-06	Gerador	4		não aplicável	1220	quilowatt
346	VÁRZEA DE BAIXO	04730080	21-mai-02	Gerador	1	150	quilovolt-ampère		não aplicável
347	VÁRZEA DE BAIXO	04730080	16-mai-06	Gerador	1	150	quilowatt		não aplicável
348	CHÁCARA SANTO ANT	04718001	03-mai-05	Gerador	1		não aplicável	8	quilowatt
349	VILA ISA	04686050	25-mai-01	Gerador	1	7,5	cavalo vapor	5500	watt
350	SANTO AMARO	04753001	16-mai-02	Gerador	1		não aplicável	250	cavalo vapor
351	SANTO AMARO	04753001	12-jun-02	Gerador	1		não aplicável	250	cavalo vapor
352	SANTO AMARO	04753001	21-nov-06	Gerador	1	250	quilovolt-ampère		não aplicável
353	SOCORRO	04763070	05-dez-02	Gerador	1		não aplicável	110	não aplicável
354	JURUBATUBA	04696000	17-dez-03	Gerador	1		não aplicável	100	quilowatt
355	JD. MARABÁ	04775180	22-jun-04	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
356	JD. MARABÁ	04775180	20-mai-04	Gerador	1		não aplicável		não aplicável

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
357	JD SÃO GABRIEL	03940040	21-fev-02	Gerador	1	405	quilovolt		não aplicável
358	JD SÃO GABRIEL	03940040	11-dez-01	Gerador	1	405	quilovolt		não aplicável
359	BRÁS	03047000	14-nov-02	Gerador	1	325	quilovolt-ampère		não aplicável
360	BRÁS	03047000	05-mai-05	Gerador	1		não aplicável	360	quilowatt
361	TATUAPÉ	03085000	07-mar-02	Gerador	1	500	quilovolt-ampère		não aplicável
362	TATUAPÉ	03085000	08-mar-06	Gerador	1		não aplicável	500	quilowatt
363	VILA CARRÃO	03433000	13-jul-05	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
364	TATUAPE	03313000	12-abr-05	Gerador	1		não aplicável	500	quilowatt
365	TATUAPÉ	03088000	19-dez-01	Gerador	1	15	quilovolt-ampère		não aplicável
366	TATUAPÉ	03088000	20-nov-01	Gerador	1	15	quilovolt-ampère		não aplicável
367	VILA MATILDE	03545070	12-abr-02	Gerador	1		não aplicável	400	quilowatt
368	VILA MATILDE	03545070	07-ago-02	Gerador	1		não aplicável	400	quilowatt
369	MOOCA	03109000	18-ago-06	Gerador	1	426	quilovolt-ampère	426	quilowatt
370	MOOCA	03109000	09-mai-06	Gerador	1	426	quilovolt-ampère	426	quilowatt
371	VILA ALPINA	03210001	25-mar-04	Gerador	1	5	quilovolt		não aplicável
372	VILA ALPINA	03210001	03-jun-03	Gerador	1	5	quilovolt		não aplicável
373	VILA ALPINA	03210001	17-abr-03	Gerador	1	5	quilovolt		não aplicável
374	BRAS	03052030	11-mai-05	Gerador	1	130	grau celsius		não aplicável
375	PARI	03026001	21-ago-06	Gerador	1		não aplicável	700	horse power
376	PARI	03026001	21-set-06	Gerador	1		não aplicável	700	horse power
377	VILA CARMOSINA	08260030	18-abr-05	Gerador	2		não aplicável	180	cavalo vapor
378	BELÉM	03044002	05-jun-02	Gerador	1		não aplicável	132	cavalo vapor
379	JD INDEPENDENCIA	03294000	19-set-01	Gerador	1		não aplicável	30	cavalo vapor
380	JD INDEPENDENCIA	03294000	12-abr-02	Gerador	1		não aplicável	30	cavalo vapor
381	VILA CARRÃO	03438090	26-nov-01	Gerador	1	180	quilovolt-ampère		não aplicável
382	VILA CARRÃO	03438090	24-jan-02	Gerador	1	180	quilovolt-ampère		não aplicável
383	VILA CARRÃO	03438090	26-set-05	Gerador	1	180	quilowatt		não aplicável
384	PQ SÃO LOURENÇO	08340170	01-fev-02	Gerador	1	55	quilovolt-ampère		não aplicável
385	PQ SÃO LOURENÇO	08340170	21-jan-02	Gerador	1	55	quilovolt-ampère		não aplicável
386	VILA ANTONIETA	03460000	24-jun-05	Gerador	1	100	unidade por hora	1	cavalo vapor

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
387	VILA RÉ	03669000	14-fev-02	Gerador	1	50	quilovolt-ampère		não aplicável
388	PQ IDN S LOURENÇO	08340010	03-abr-02	Gerador	1		não aplicável	300	horse power
389	PQ IDN S LOURENÇO	08340010	30-abr-02	Gerador	1		não aplicável	300	horse power
390	PQ IDN S LOURENÇO	08340010	22-set-05	Gerador	1		não aplicável	300	horse power
391	JARDIM RECORD	03462070	16-jul-02	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
392	JARDIM RECORD	03462070	31-jul-02	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
393	ITAQUERA	08265380	29-ago-02	Gerador	1		não aplicável		não aplicável
394	VILA NOVA YORK	03479020	29-dez-03	Gerador	1		não aplicável	70	cavalo vapor
395	VILA NOVA YORK	03479020	28-jan-04	Gerador	1		não aplicável	70	cavalo vapor
396	ITAQUERA	08290190	30-set-04	Gerador	1	500	quilograma por hora	2	cavalo vapor
397	ITAQUERA	08290190	18-out-04	Gerador	1	500	quilograma por hora	2	cavalo vapor
398	ITAQUERA	08265380	10-nov-04	Gerador	1		não aplicável	1600	cavalo vapor
399	ITAQUERA	08265380	12-jul-05	Gerador	1		não aplicável	1600	cavalo vapor
400	TATUAPÉ	03067060	29-jul-05	Gerador	1		não aplicável	1600	cavalo vapor
401	TATUAPÉ	03067060	18-ago-05	Gerador	1		não aplicável	1600	cavalo vapor
402	PQ.I.SÃO LOURENÇO	08140010	02-dez-05	Gerador	1	115	quilovolt-ampère		não aplicável
403	PQ.I.SÃO LOURENÇO	08140010	09-jan-06	Gerador	1	115	quilovolt-ampère		não aplicável
404	ITAQUERA	08265380	07-mar-06	Gerador	1		não aplicável	160	cavalo vapor
405	ITAQUERA	08265380	28-mar-06	Gerador	1		não aplicável	160	cavalo vapor
406	ÁGUA BRANCA	05065110	10-jun-03	Gerador	1		não aplicável	80	quilowatt
407	ÁGUA BRANCA	05036903	18-jun-03	Gerador	1		não aplicável	330	quilowatt
408	ÁGUA BRANCA	05036903	02-jun-04	Gerador	1		não aplicável	330	quilowatt
409	SUMARÉ	01246000	27-ago-03	Gerador	3		não aplicável	511	quilowatt
410	SUMARÉ	01246000	27-ago-03	Gerador	2		não aplicável	766	quilowatt
411	SUMARÉ	01246000	27-ago-03	Gerador	3	81000	LITRO POR MES		não aplicável
412	SUMARÉ	01246000	26-ago-05	Gerador	3		não aplicável	511	quilowatt
413	SUMARÉ	01246000	26-ago-05	Gerador	2		não aplicável	766	quilowatt
414	SUMARÉ	01246000	26-ago-05	Gerador	3	81000	LITRO POR MES		não aplicável
415	VILA ANTONIO	05376120	04-mar-04	Gerador	1		não aplicável	100	quilowatt

n°	Bairro	CEP	Data	Equipamento	Quantidade	Capacidade	UnidadeCap	Potência	UnidadePot
416	VILA ANTONIO	05376120	22-abr-04	Gerador	1		não aplicável	100	quilowatt
417	VILA CLEMENTINO	04037002	14-ago-06	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
418	VILA CLEMENTINO	04037002	16-out-06	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
419	VILA CLEMENTINO	04037002	29-mai-06	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
420	VILA NOCA	04072040	04-mar-05	Gerador	1		não aplicável	111	quilowatt
421	VILA NOCA	04072040	15-abr-05	Gerador	1		não aplicável	111	quilowatt
422	BELA VISTA	01321001	14-dez-04	Gerador	2	250	litro	450	quilowatt
423	PINHEIROS	05402300	03-out-06	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
424	PINHEIROS	05402300	16-mar-06	Gerador	1		não aplicável	30	quilowatt
425	PINHEIROS	05402300	16-mar-06	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
426	PINHEIROS	05402300	27-jun-06	Gerador	1		não aplicável	30	quilowatt
427	PINHEIROS	05402300	27-jun-06	Gerador	1		não aplicável	180	quilowatt
428	PINHEIROS	05402300	03-out-06	Gerador	1		não aplicável	30	quilowatt

**ANEXO D – Cadastro dos grupos motogeradores da concessionária de energia elétrica**

Bairro	Energia do Combustível (kWh)	Horas/ano Calculadas	Consumo no pico kWh/dia	Consumo Médio kWh/ano	NO <sub>x</sub> , pior caso S/ controle (t/ano)
Água Branca	1134	2160	4535	1224343	17,9
Alphaville	1462	1620	4387	1184552	17,3
Alto de Pinheiros	515	810	1545	417042	6,1
Bairro do Limão	2362	3240	7085	1913036	27,9
Bairro da Fundação	1493	1620	4478	1209039	17,7
Bairro Industrial Anhanguera	3265	3240	9795	2644580	38,6
Barra Funda	9540	4142	29788	8042723	117,4
Barueri	1493	1620	4478	1209039	17,7
Bela Vista	1719	1620	5188	1392690	20,3
Belenzinho	3647	0	0	0	0,0
Brás	2735	2430	8205	2215295	32,3
Brooklin Novo	3141	3240	9423	2544337	37,1
Butantã	5479	7290	16438	4438243	64,8
Campo Limpo	2692	3240	8077	2180861	31,8
Casa Verde	10475	3240	31425	8484696	123,9
Centro	9077	7290	27230	7352179	107,3
Cerqueira César	6046	1620	18138	4897371	71,5
Colônia Japonesa	1606	1620	4818	1300864	19,0
Humaitá	1512	1620	4535	1224343	17,9
Indianópolis	459	810	1377	371894	5,4
Interlagos	8895	3240	26686	7205257	105,2
Ipiranga	2735	0	0	0	0,0
Jabaquara	624	810	1871	505041	7,4
Jd Alvorada	5500	8100	16500	4455077	65,0
Jd Arpoador	9731	4050	29192	7881707	115,1
Jd Dom Bosco	12929	2559,6	40857	11031267	161,0
Jd Helena	3490	1620	10469	2826701	41,3
Jd Paulista	2281	1890	7982	2155098	31,5
Jd Prudência	1150	2430	3449	931266	13,6
Jd Santa Tereza	2982	3240	8945	2415016	35,3
Jd São Luiz	1653	1620	4960	1339125	19,5
Jd Três Marias	1323	1620	3968	1071300	15,6
Jd Paulista	2095	0	0	0	0,0
Jd Peri Peri	2551	3240	10203	2754771	40,2
Bairro	Energia do Combustível (kWh)	Horas/ano Calculadas	Consumo no pico kWh/dia	Consumo Médio kWh/ano	NO <sub>x</sub> , pior caso S/ controle (t/ano)
Jd São Luiz	2832	9072	67974	25694048	375,1
Lapa	1109	2430	3327	8983362	13,1
Moema	463	1620	1389	374955	5,5
Mooca	4217	3240	12652	3415916	49,9
Nova Petrópolis	463	1620	1389	374955	5,5
Paraíso	2560	0	0	0	0,0
Parque João Ramalho	3259	2430	9778	2639989	38,5
Penha	1323	2430	5952	1606950	23,5
Perdizes	273	810	819	221147	3,2
Pinheiros	12710	17496	15089	9600072	140,1
Pirituba	4038	2430	12113	3270526	47,7
Paraíso	6235	2160	24940	6733885	98,3
Rudge Ramos	287	810	862	232325	3,4
Santana	489	810	1468	396381	5,8
Santo Amaro	40788	15930	115670	27611481	403,1
Sapopemba	850	810	2551	688693	10,1
Saúde	1799	2430	5396	1456968	21,3
Sertãozinho	2692	2430	8077	2180861	31,8

Bairro	Energia do Combustível (kWh)	Horas/ano Calculadas	Consumo no pico kWh/dia	Consumo Médio kWh/ano	NO <sub>x</sub> , pior caso S/ controle (t/ano)
Tatuapé	3021	4050	9064	2447155	35,7
Vila Ana Maria	3220	1620	9659	2607850	38,1
Vila Anastácio	3647	3240	10940	2953727	43,1
Vila Carioca	2078	1620	6235	1683471	24,6
Vila Cordeiro	9908	2592	31706	8560605	128,0
Vila Guilherme	1417	1620	4251	1147821	16,8
Vila Jaguará	13564	7938	94949	35890691	524,0
Vila Maria	1606	2160	6424	1734486	25,3
Vila Mariana	3163	2430	9489	2561937	37,4
Vila Nova Conceição	306	810	918	247929	3,6
Vila Yara	6717	4860	20151	5440673	79,4
Vila Formosa	668	1620	2004	541006	7,9
Vila Granada	1485	25920	22276	7471552	109,1
Vila Nogueira	1474	1620	4421	1193734	17,4
Vila Olímpia	876	810	2627	709354	10,4
Vila Anastácio	1054	810	3163	853979	12,5
Vila Pq Jabaquara	847	2430	2542	686397	10,0
RMSP – outros					
Total geral	359135	296303,4	1269107	368542289	5380,2
	746	810	2239	604519	8,8
		0			8657

NO <sub>x</sub> , melhor caso,c/controle (t/ano)	CO (t/ano)	SO <sub>x</sub> (t/ano)	CO <sub>2</sub> (t/ano)	MP (t/ano)	TOC (t/ano)	TOC CH <sub>4</sub> (t/ano)	TOC não CH <sub>4</sub> (t/ano)
9,7	4,1	6,0	864	0,05	0,53	0,000	0,000
9,4	4,0	5,8	836	0,05	0,51	0,000	0,000
3,3	1,4	2,1	294	0,02	0,18	0,000	0,000
15,1	6,4	9,4	1350	0,08	0,82	0,000	0,000
9,6	4,0	5,9	853	0,05	0,52	0,000	0,000
20,9	8,8	13,0	1866	0,11	1,13	0,000	0,000
63,6	26,9	39,6	5675	0,34	3,45	0,000	0,000
9,6	4,0	5,9	853	0,05	0,52	0,000	0,000
11,0	4,7	6,9	983	0,06	0,60	0,000	0,000
0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000
17,5	7,4	10,9	1563	0,09	0,95	0,000	0,000
20,1	8,5	12,5	1795	0,11	1,09	0,000	0,000
35,1	14,8	21,8	3132	0,19	1,90	0,000	0,000
17,2	7,3	10,7	1539	0,09	0,94	0,000	0,000
67,1	28,4	41,8	5987	0,36	3,64	0,000	0,000
58,1	24,6	36,2	5188	0,31	3,15	0,000	0,000
38,7	16,4	24,1	3456	0,21	2,10	0,000	0,000
10,3	4,4	6,4	918	0,06	0,56	0,000	0,000
9,7	4,1	6,0	864	0,05	0,53	0,000	0,000
2,9	1,2	1,8	262	0,02	0,16	0,000	0,000
57,0	24,1	35,5	5084	0,31	3,09	0,000	0,000
0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000
4,0	1,7	2,5	356	0,02	0,22	0,000	0,000
35,2	14,9	21,9	3144	0,19	1,91	0,000	0,000
62,3	26,4	38,8	5561	0,34	3,38	0,000	0,000
87,2	36,9	54,3	7784	0,47	4,73	0,000	0,000
22,4	9,5	13,9	1995	0,12	1,21	0,000	0,000
17,0	7,2	10,9	1521	0,09	0,92	0,000	0,000
7,4	3,1	4,6	657	0,04	0,40	0,000	0,000
19,1	8,1	11,9	1704	0,10	1,04	0,000	0,000
10,6	4,5	6,6	945	0,06	0,57	0,000	0,000
8,5	3,6	5,3	756	0,05	0,46	0,000	0,000
0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000
21,8	9,2	13,6	1944	0,12	1,18	0,000	0,000
NO <sub>x</sub> , melhor caso,c/ controle (t/ano)	CO (t/ano)	SO <sub>x</sub> (t/ano)	CO <sub>2</sub> (t/ano)	MP (t/ano)	TOC (t/ano)	TOC CH <sub>4</sub> (t/ano)	TOC não CH <sub>4</sub> (t/ano)
203,2	86,0	126,4	18130	1,09	11,02	0,000	0,000
7,1	3,0	4,4	634	0,04	0,39	0,000	0,000
3,0	1,3	1,8	265	0,02	0,16	0,000	0,000
27,0	11,4	16,8	2410	0,15	1,46	0,000	0,000
3,0	1,3	1,8	265	0,02	0,16	0,000	0,000
0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000
20,9	8,8	13,0	1863	0,11	1,13	0,000	0,000
12,7	5,4	7,9	1134	0,07	0,69	0,000	0,000
1,7	0,7	1,1	156	0,01	0,09	0,000	0,000
75,9	32,1	47,2	6774	0,41	4,12	0,000	0,000
25,9	10,9	16,1	2308	0,14	1,40	0,000	0,000
53,2	22,5	33,1	4751	0,29	2,89	0,000	0,000
1,8	0,8	1,1	164	0,01	0,10	0,000	0,000
3,1	1,3	2,0	280	0,02	0,17	0,000	0,000
218,3	92,4	135,9	19483	1,18	11,84	0,000	0,000
5,4	2,3	3,4	486	0,03	0,30	0,000	0,000
11,5	4,9	7,2	1028	0,06	0,62	0,000	0,000
17,2	7,3	10,7	1539	0,09	0,94	0,000	0,000



NO <sub>x</sub> , melhor caso,c/controle (t/ano)	CO (t/ano)	SO <sub>x</sub> (t/ano)	CO <sub>2</sub> (t/ano)	MP (t/ano)	TOC (t/ano)	TOC CH <sub>4</sub>	TOC não CH <sub>4</sub> (t/ano)
19,4	8,2	12,0	1727	0,10	1,05	0,000	0,000
20,6	8,7	12,8	1840	0,11	1,12	0,000	0,000
23,4	9,9	14,5	2084	0,13	1,27	0,000	0,000
13,3	5,6	8,3	1188	0,07	0,72	0,000	0,000
67,7	28,6	42,1	6040	0,36	3,67	0,000	0,000
9,1	3,8	5,6	810	0,05	0,49	0,000	0,000
283,8	120,1	176,6	25325	1,53	15,39	0,000	0,000
13,7	5,8	8,5	1224	0,07	0,74	0,000	0,000
20,3	8,6	12,6	1808	0,11	1,10	0,000	0,000
2,0	0,8	1,2	175	0,01	0,11	0,000	0,000
43,0	18,2	26,8	3839	0,23	2,33	0,000	0,000
4,3	1,8	2,7	382	0,02	0,23	0,000	0,000
59,1	25,0	36,8	5272	0,32	3,20	0,000	0,000
9,4	4,0	5,9	842	0,05	0,51	0,000	0,000
5,6	2,4	3,5	501	0,03	0,30	0,000	0,000
6,8	2,9	4,2	603	0,04	0,37	0,000	0,000
5,4	2,3	3,4	484	0,03	0,29	0,000	0,000
2914,3	1233,0	1813,6	260044	15,69	158,04	0,000	0,000
4,8	2,0	3,0	427	0,03	0,26	0,000	0,000
4689	1984	2918	418419	25	254	0	0

NO <sub>x</sub> , s/control (t/d)	NO <sub>x</sub> , c/control (t/d)	CO (t/d)	SO <sub>x</sub> (t/d)	CO <sub>2</sub> (t/d)	MP (t/d)	TOC (t/d)	TOC CH <sub>4</sub>	TOC não CH <sub>4</sub> (t/d)
0,1	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,10,0	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	0,2	0,1	0,1	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	0,1	0,1	0,1	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,2	0,1	0,2	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	0,2	0,1	0,1	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0,3	0,1	0,1	0,1	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	0,2	0,1	0,1	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	0,1	0,1	0,1	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	0,2	0,1	0,1	20,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,6	0,3	0,1	0,2	28,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	0,1	0,0	0,1	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,1	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0
NO <sub>x</sub> , s/control (t/d)	NO <sub>x</sub> , c/control (t/d)	CO (t/d)	SO <sub>x</sub> (t/d)	CO <sub>2</sub> (t/d)	MP (t/d)	TOC (t/d)	TOC CH <sub>4</sub>	TOC não CH <sub>4</sub> (t/d)
1,0	0,5	0,2	0,3	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	0,1	0,0	0,1	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	0,1	0,1	0,1	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	0,1	0,0	0,1	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	0,2	0,1	0,1	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,7	0,9	0,4	0,6	81,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0

NO <sub>x</sub> , s/control (t/d)	NO <sub>x</sub> , c/control (t/d)	CO (t/d)	SO <sub>x</sub> (t/d)	CO <sub>2</sub> (t/d)	MP (t/d)	TOC (t/d)	TOC CH <sub>4</sub>	TOC não CH <sub>4</sub> (t/d)
0,1	0,1	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	0,1	0,0	0,1	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	0,3	0,1	0,2	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,4	0,8	0,3	0,5	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,1	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
0,3	0,2	0,1	0,1	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
0,3	0,2	0,0	0,1	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
18,5	10,0	4,2	6,2	895,5	0,1	0,5	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
29,5	16,0	6,8	10,0	1427,3	0,1	0,9	0,0	0,0

## GLOSSÁRIO/VOCABULÁRIO PARA O MODELO DE DISPERSÃO DE POLUENTES

**Cavity** – Bolha de sub-pressão, zona sob o fluxo descolado e que se estende pelo comprimento de cerca de três vezes a altura do obstáculo (no caso a altura do prédio). O fluxo descolado, limitado na sua parte inferior pela linha de separação, é comprimido pela presença do obstáculo e quando a direção é mudada para cima sua velocidade é aumentada, em relação ao fluxo sem distúrbio. Sob a linha de separação e a jusante do obstáculo, localiza-se a bolha de sub-pressão caracterizada pela presença de vórtices e por ser completamente caótico, muito turbulento e com mudanças acontecendo a cada segundo. No interior da bolha de sub-pressão a pressão é negativa. O SCREEN usa uma abordagem simplificada para calcular a concentração dentro da bolha de sub-pressão, que é assumida ser uniforme dentro de toda a zona.

**Complex Terrain** – Terreno Complexo – Dentro deste Guia, denomina-se de terreno complexo as áreas que apresentem características topográficas mais altas do que a altura da chaminé que está sendo modelada.

**Downwash** – Quebra de Pluma, devido à turbulência mecânica, formado à jusante de prédios, na passagem do vento no entorno destes, pode ocorrer a quebra, para baixo, da pluma promovendo a aproximação do efluente gasoso ao solo e conseqüentemente um aumento na concentração máxima nesse nível. A zona de turbulência mecânica ocorre com maior intensidade na bolha de sub-pressão e é influenciada também pela largura do prédio.

**Planetary Boundary Layer (PBL)** – Camada Limite Planetária (CLP) – A camada limite planetária é uma estreita camada da atmosfera. Ela atinge cerca de 2 Km de altura, ou seja, é a camada onde vivem a maior parte dos seres vivos e onde o homem exerce diversas atividades. Em termos de escala temporal, ou seja, o tempo de duração de um determinado fenômeno atmosférico. Estes fenômenos podem ter duração da ordem de segundos até 1 hora. Se observarmos um gráfico de temperatura, vamos verificar um comportamento diferente para o período diurno e o período noturno. Durante o dia, o Sol aquece a Terra e a temperatura aumenta até um determinado nível, mantém-se constante numa outra faixa e volta a variar conforme a Figura 1.

Durante a noite, a Terra começa a perder a temperatura armazenada durante o dia, resultando na Figura 2.

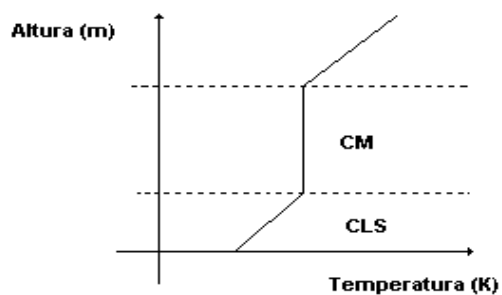


Figura 1

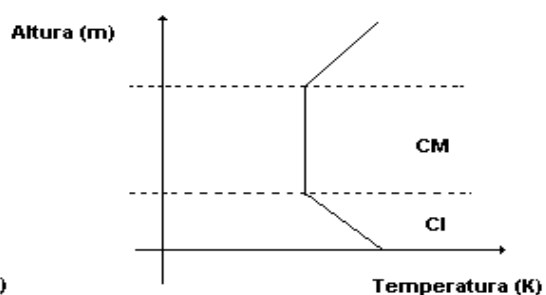


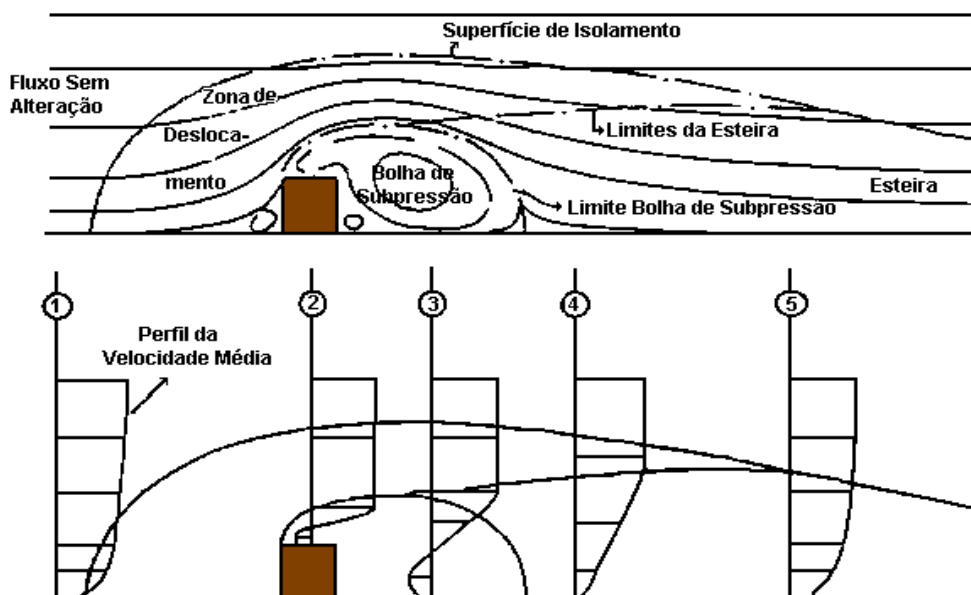
Figura 2

CLS = Camada Limite Superficial

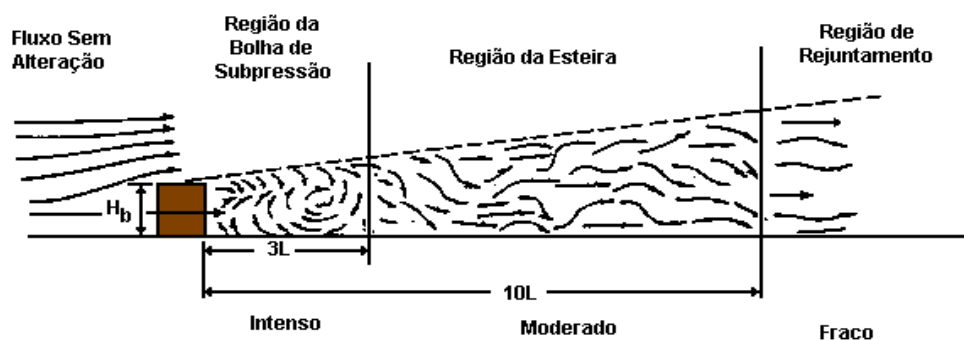
CI = Camada de Inversão

CM = Camada de Mistura

**Screening** – Pré-avaliação, uma avaliação do tipo varredura que se conduz com o objetivo de estimar possíveis impactos ou desdobramentos.



Padrões característicos de fluxo de vento no entorno de um obstáculo



Três Zonas da Esteira de um Prédio

**Simple Terrain** - Terreno Simples – Dentro deste Guia, denomina-se de terreno simples as áreas nas quais todas as características topográficas são mais baixas do que o topo da(s) chaminé(s) em estudo.

**Urban/Rural Classification** – Classificação Urbana/Rural – A classificação de urbana/rural é necessária pois a dispersão dos poluentes atmosféricos processam-se de forma diferente sobre

esses dois tipos de áreas, diferenciação que pode ser observada através dos coeficientes de dispersão. Em geral as áreas urbanas promovem taxas maiores de dispersão devido ao aumento na mistura turbulenta e na mistura induzida de flutuação, sendo esta devido à combinação de uma maior rugosidade superficial (produzida pelos prédios e estruturas) e uma maior quantidade de emissão de calor (emitida pelas superfícies de concreto e similares). A USEPA recomenda que se use uma das duas formas sugeridas por Irwin : 1) Procedimento do Uso do Solo – Classifique o uso do solo dentro de uma área,  $A_0$ , delimitada por um círculo de 3 quilômetros de raio no entorno da fonte, usando os tipos de uso do solo da Tabela de Auer. Caso a somatória das áreas classificadas com os tipos de uso de solo I1, I2, C1 e R3 totalizarem 50 por cento ou mais de  $A_0$  , então esta será considerada urbana, caso contrário , naturalmente será rural. 2) Procedimento da Densidade Populacional – Calcule a densidade populacional média  $p$  por quilômetro quadrado dentro da área de  $A_0$  , conforme definida anteriormente. Caso  $p$  seja maior do que 750 pessoas por quilômetro quadrado, a área será considerada urbana, caso contrário será classificada como rural.

Tabela - Tipos de Uso de Solo e correspondente classificação de dispersão sugeridos por August Auer

Tipo	Descrição	Classe
I1	Industrial Pesada	Urbano
I2	Industrial Leve/Moderada	Urbano
C1	Comercial	Urbano
R1	Residencial Comum (Normal Easements)	Rural
R2	Residencial Compacto (Unifamiliar)	Urbano
R3	Residencial Compacto (Multifamiliar)	Urbano
R4	Residencial Rural (Multi-acres)	Rural
A1	Natural Metropolitano	Rural
A2	Agrícola	Rural
A3	Sem Desenvolvimento (campos/gramados)	Rural
A4	Sem desenvolvimento (Bem arborizado)	Rural
A5	Superfícies Aquáticas	Rural

Dentre os dois métodos, o do uso do solo, define melhor a situação. O procedimento da densidade populacional deve ser usado com cuidado e não deve ser aplicado para áreas altamente industrializadas onde a densidade populacional pode ser baixa e, no entanto existem prédios e estruturas que claramente a caracterizam como urbana.

**Well-mixed Thermal Internal Boundary Layer – TIBL** - Camada Limite termal interna bem misturada (CLTI)