

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**PROGRAMA INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENERGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DE GRUPOS
MOTOGERADORES NA REGIÃO METROPOLITANA
DE SÃO PAULO**

Marcia Aparecida Tezan Moraes Barros

Orientador: Prof. Dr. Murilo Tadeu Werneck Fagá



**ESTUDO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS
DE
GRUPOS MOTOGERADORES
NA
REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO**

APRESENTAÇÃO

A crise energética que o Brasil passou na última estiagem, levou a adoção de outras fontes de energia e uma das soluções encontrada, mesmo não sendo ambientalmente a mais adequada, a qual foi aplicada no primeiro semestre de 2001, foi a adoção de grupos motogeradores movidos a diesel, em sua grande maioria.

O uso de grupos motogeradores a diesel, como uma opção para substituição da energia elétrica oferecida pela concessionária na Região Metropolitana de São Paulo, que sofre com a poluição do ar, provocada por alguns poluentes do tipo dos emitidos por estes equipamentos, justifica uma avaliação do possível impacto ambiental provocado por este tipo de fonte.

OBJETIVO

Quantificar e identificar os grupos motogeradores movidos a diesel instalados na Região Metropolitana de São Paulo, para fazer uma avaliação preliminar do possível impacto na qualidade do ar, provocado pelo lançamento das cargas de poluentes atmosféricos gerados por ocasião do funcionamento destes equipamentos.

Como atingir o objetivo proposto?

O estudo de dispersão atmosférica é um trabalho bastante complexo, pois os poluentes lançados na atmosfera estão sujeitos a vários fatores que vão determinar suas concentrações no tempo e no espaço.

Uma mesma emissão, sob mesmas condições de lançamento no ar pode gerar concentrações diferentes em função de uma série de interferências, como das condições meteorológicas existentes, chuvas, temperatura, vento, etc..

Para atingir o objetivo proposto há necessidade da:

- Elaboração de inventários dos grupos motogeradores instalados na RMSP;
- Elaboração de diagnósticos dos grupos motogeradores com relação a emissão de poluentes;
- Identificação de metodologias de avaliação das emissões atmosféricas dos grupos motogeradores e
- Discussão da aplicabilidade de modelagem de dispersão para avaliação do impacto ambiental na qualidade do ar, provocado por este tipo de fonte

REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO



Subprefeituras e Distritos do Município de São Paulo



REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Área – 8.051 km², ocupa 0,1% do território brasileiro e 3,2% do território do Estado de São Paulo.

População – superior a 17 milhões de habitantes em seus 38 municípios; é o terceiro maior conglomerado do mundo.

Frota – aproximadamente 7,4 milhões de veículos – representa 1/5 do total nacional – 5,8% correspondem a veículos movidos a diesel.

Na tabela a seguir esta apresentada a contribuição relativa a cada fonte de poluição do ar na Região Metropolitana de São Paulo.

Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na RMSP

FONTE DE EMISSÃO		POLUENTES (%)				
		CO	HC	NO _x	SO _x	MP ₁₀
TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULOS	GASOLINA C	45,6	20,3	11,4	21,4	8,0
	ALCOOL	12,1	5,7	3,2	-	-
	DIESEL	25,4	17,9	81,5	30,8	30,8
	TÁXI	0,1	0,1	0,2	0,8	0,1
	MOTOCICLETA E SIMILARES	14,6	8,3	0,3	1,3	1,1
CÁRTER E EVAPORATIVA	GASOLINA C		33,3			
	ÁLCOOL		4,1			
	MOTOCICLETAS E SIMILARES		4,5			
OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	GASOLINA C		2,8			
	ÁLCOOL		0,1			
OPERAÇÃO DE PROCESSO INDUSTRIAL (1000)		2,2	2,9	3,4	45,7	10,0
RESSUSPENSÃO DE PARTÍCULAS						25,0
AEROSSÓIS SECUNDÁRIOS						25,0
TOTAL		100	100	100	100	100

Fonte: RELATÓRIO — QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO — CETESB - 2004

ESTADO DE SÃO PAULO

Localização – Região Sudeste do Brasil

Área – aproximadamente 249.000 km² - 2,9% do território nacional

População – aproximadamente 37 milhões de habitantes

Maior frota automotiva – 14,7 milhões de veículos automotores – 40% da frota nacional, sendo 983 mil – movidos a diesel

Poluição atmosférica – destaca-se Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e a área de Cubatão.

Capacidade Nominal Instalada: 14.515 MW, sendo 13.607 MW de origem hidráulica.

Energia gerada – 61.420 GWh + **recebida** – 48.031 GWh

Requerida – 109451 GWh

GRUPOS MOTOGERADORES

❖ CARACTERÍSTICAS GERAIS

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, (por exemplo: acoplamento, redutor ou multiplicador) e, eventualmente **elementos de montagem** e de **suporte**.

Estes grupos 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 de energia como para emergência**.

Os motogeradores consistem de geradores acionados por **motores de combustão interna semelhantes aos utilizados em veículos**; têm, portanto, emissões de poluentes com características qualitativas semelhantes as observadas em ônibus e caminhões

Estes motores muitas vezes trabalham durante a maior parte do tempo em **regime praticamente constante** (como no caso de abastecimento de sistemas de iluminação, calefação, ar-condicionado, etc), entre 60 e 70% da carga nominal máxima, o que pode implicar uma **vantagem ambiental em relação aos seus similares automotivos**, pois as acelerações e desacelerações típicas da operação veicular resultam sempre em níveis reais médios de emissão de poluentes mais elevados.

❖IMPACTO AMBIENTAL

Os impactos ambientais pela utilização dos grupos motogeradores são: - **perturbações acústicas e poluição pelas emissões dos gases de escapamento.**

Os gases de escapamento dos grupos motogeradores contém poluentes que podem ser nocivos ao meio ambiente.

As substâncias poluentes destas emissões são essencialmente:

- NO₂ –dióxido de nitrogênio
- CO – monóxido de carbono
- SO₂ – dióxido de enxofre
- CO₂- dióxido de carbono (gás carbônico)
- HC - hidrocarbonetos
- Material Particulado (Partículas incombustíveis e Fumaça)

❖ APLICAÇÃO

Os grupos motogeradores são utilizados como fontes de:

➤ Segurança,

➤ Substituição e

➤ Segurança e substituição.

➤ **Segurança** – alimentação das instalações de segurança, ou seja, as cargas que são necessárias para o atendimento do estabelecimento nos casos de sinistro. Fazem parte das instalações de segurança: iluminação de segurança, sistemas de alarme e vigilância, detecção e combate ao incêndio, equipamentos de exaustão, etc..

➤ **Substituição** - continuidade do fornecimento de energia no caso de falha de energia da concessionária e também no horário de ponta.

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.

➤ **Segurança e substituição** - neste caso, normalmente há mais de um grupo, para que no caso de falha de um dos grupos os outros sejam capazes de assumirem as cargas sem prejuízo ou risco para o estabelecimento.

REGULAMENTAÇÃO AMBIENTAL

❖ CENÁRIO ATUAL DA REGULAMENTAÇÃO AMBIENTAL APLICADA A GRUPOS MOTOGERADORES

➤ NACIONAL

➤ A pouca regulamentação ambiental existente foi praticamente em consequência da crise energética ocorrida no 1º semestre de 2001.

Resolução 279 de 27.06.2001 – CONAMA – estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos com pequeno potencial poluidor.

No artigo 1º desta Resolução estão incluídos os seguintes empreendimentos elétricos com baixo potencial poluidor:

I – usinas hidrelétricas e sistemas associados;

II – usinas termelétricas e sistemas associados;

III – sistemas

Instrução Técnica Normativa nº17 de julho de 2001– **CETESB**, estabelece procedimentos internos para licenciamento de geradores movidos a óleo diesel, instalados em locais onde as atividades estão sujeitas ao licenciamento ambiental da CETESB.

As exigências técnicas desta Instrução Normativa se referem a ruídos, vibrações, prevenção de vazamentos, manutenção e operação adequadas dos geradores à diesel, bem como regulagem para uma combustão com um mínimo de liberação de poluentes atmosféricos, em atendimento ao artigo 31 do Decreto 8.486/76.

Estes estabelecimentos estão definidos no Artigo 57 do Regulamento da LEI ESTADUAL 997/76, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto 8468/76 de 08 de setembro de 1976. (ANEXO B da dissertação).

Grupos motogeradores que não se enquadram nos locais onde as atividades estão sujeitas ao licenciamento ambiental, relacionadas no artigo 57 mencionado, prescindem da aprovação da CETESB.

Conseqüentemente um elevado número de grupos moto geradores instalados no mercado (**em hotéis, condomínios, edifícios residenciais e de escritórios, em clubes, etc.**), ficam fora do controle da Agência Ambiental do Estado de São Paulo.

No ANEXO 9 do Decreto 8468 estão relacionadas as atividades e no ANEXO 10 os empreendimentos que dependerão de licenciamento prévio pela CETESB.

A Lei Estadual Nº 997 e Decreto Estadual nº 8.468 de 1976 - dispõem sobre a prevenção e as ações de controle ambiental e padrões, licenças para novas indústrias, bem como para aquelas já estabelecidas, e as sanções corretivas.

O Regulamento, em seu artigo 57, aprovado pelo Decreto nº 8.468, mantém os padrões federais de qualidade do ar e acrescenta os seguintes principais requisitos, referentes as fontes estacionárias:

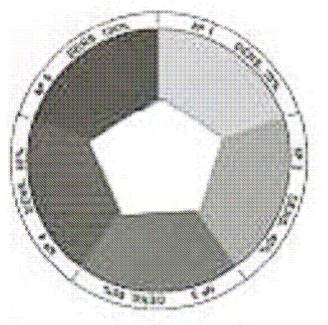
- a) Ringelmann nº 1 é o limite de emissão para fumaça preta emitida por fontes estacionárias; e**
- b) Normas para localização, operação e sistema de controle para fontes estacionárias

Escala de Ringelmann

Cartão perfurado com um orifício pentagonal, apresentando contorno com 4 setores impressos em 4 tonalidades de cinza e 1 preto.

Avaliação colorimétrica da pluma.

Ringelmann 1 ou grau 1, corresponde a 20% de absorção da luz quando submetida à verificação mediante o uso de um reflectometro



FATORES DE EMISSÃO DE MOTORES PESADOS DO CICLO DIESEL¹

FASE PROCONVE	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	Nox (g/kWh)	MP (g/kWh)
I	---	---	---	---
II	1,86	0,68	10,70	0,66
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

1. Valores médios obtidos da homologação e da produção segundo as Resoluções CONAMA N° 008/93 e 315/02. Estão em vigor as fases IV e V, cujos dados são posições de 31/12/2005.

Fonte – Relatório QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB - 2006

Resolução CONAMA N° 008 de 06 de dezembro de 1990

Art. 1° - 6 Estabelecer, em nível nacional limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissões) para processos de combustão externa em fontes fixas de poluição com potências nominais totais até 70 MW (megawatts) e superiores.

Resolução CONAMA N° 008/93

Estabelece novos prazos e limites de emissão para veículos novos (pesados em geral, leves a diesel e importados), bem como recomenda as especificações do óleo diesel comercial necessárias ao controle ambiental.

Resolução CONAMA N° 227/97

Retifica prazos da Resolução CONAMA N° 008/93 e estabelece limites para emissão de fuligem de motores diesel à plena carga.

Resolução CONAMA nº 382 de 26 de dezembro de 2006, que estabelece os limites máximos de emissões de poluentes atmosféricos para fontes fixas.

Esta Resolução estabelece em seu ANEXO I, limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão **externa** de óleo combustível.

Os grupos motogeradores como possuem motores de combustão interna, apesar de emitirem poluentes semelhantes aos de combustão externa, não estão incluídos nesta Resolução.

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

Em seu Artigo 2º, parágrafo III – “registro de centrais geradoras termelétricas, eólicas e de outras fontes de energia, de potência até 5.000 kW, destinadas à execução de serviço público”, obriga a execução de um cadastro, muito útil para elaboração de um futuro inventário.

Norma Técnica ND – 6.002 da ELETROPAULO – sobre a apresentação de projetos e instalação de grupos geradores particulares. A inobservância das obrigações estabelecidas na Norma fará com que o consumidor responda civil e criminalmente por futuros danos pessoais e materiais.

BASE DE DADOS

➤ Levantamento de dados sobre os grupos moto geradores instalados na Região Metropolitana de São Paulo

ORIGEM	GERADORES			
	UNIDADES	POTÊNCIA [MVA]	POTÊNCIA [MW]	CONSUMO DIESEL [L/h]
<u>CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA</u>	309	192,5	154,5	38.094,4
<u>ÓRGÃO AMBIENTAL</u>				
2004/2005	108	-----	62,1	16.829,10 *
2007	754		231,8	62822,68
	955		324,2	

Fonte: Pesquisa 2004/2005

* Considerado consumo específico médio = 170g/CV.h = 0,271L/kWh

RESULTADOS

➤ Os primeiros resultados do estudo foram obtidos utilizando os fatores de emissões da EPA, apresentados abaixo.

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

Fonte: EPA – Tabela 3.4-1 – U. S. Environmental Protection Agency (Agência Federal Americana de Proteção ao Meio Ambiente)

➤ Foram feitas as seguintes considerações para elaboração de um primeiro cenário com relação aos poluentes atmosféricos emitidos pelos geradores diesel fornecidos pela Concessionária:

- Fatores de emissão adotados foram os da tabela da EPA
- Poder calorífico Inferior do Diesel = $8124 \text{ kcal/L} = 9,45 \text{ kWh/L}$
- Densidade do diesel = $0,851 \text{ Kg/L}$
- Tempo de operação = em média 3 horas

Veremos no resultado a seguir que o poluente que merece atenção é o NO_x

➤ RESULTADOS OBTIDOS

Resultados 01 – a partir dos grupos motogeradores instalados na RMSP cadastrados pela concessionária de energia elétrica.

Resultados anuais

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

Resultados diários

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

Estimativa de emissão das fontes de poluição do ar na RMSP

		FONTE DE EMISSÃO	EMISSÃO (1000 t/ano)					CO ₂
			CO	HC	NO _x	SO _x	MP ^d	
M Ó V E I S	TUBO DE ESCAPAMENTO DE VEÍCULO	GASOLINA C ¹	667,1	83,2	41,0	6,2	5,0	
		ÁLCOOL + FLEX	186,4	20,1	11	-	-	
		DIESEL ²	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 PNEUS ³ OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	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 (presente estudo)	3,07	0,39	13,38	4,51	0,039	646,7	
		TOTAL	1506,07	380,79	343,88	33,81	51,339	

Fonte: CETESB, 2005

Resultados 02 – Aplicação do modelo de dispersão

Outra forma de avaliação do impacto ambiental provocado por estes equipamentos - por **modelagem de dispersão**

- Os modelos de qualidade do ar ou modelos de dispersão são ferramentas matemáticas que ajudam nas estimativas das concentrações de poluentes na atmosfera.
- As medições são úteis na obtenção dos dados da situação vigente e os modelos preditivos possibilitam a criação de cenários que poderão ser validados pelas medições.
- Há uma complementação entre os métodos de medição e preditivos.

Modelo – SCREEN3

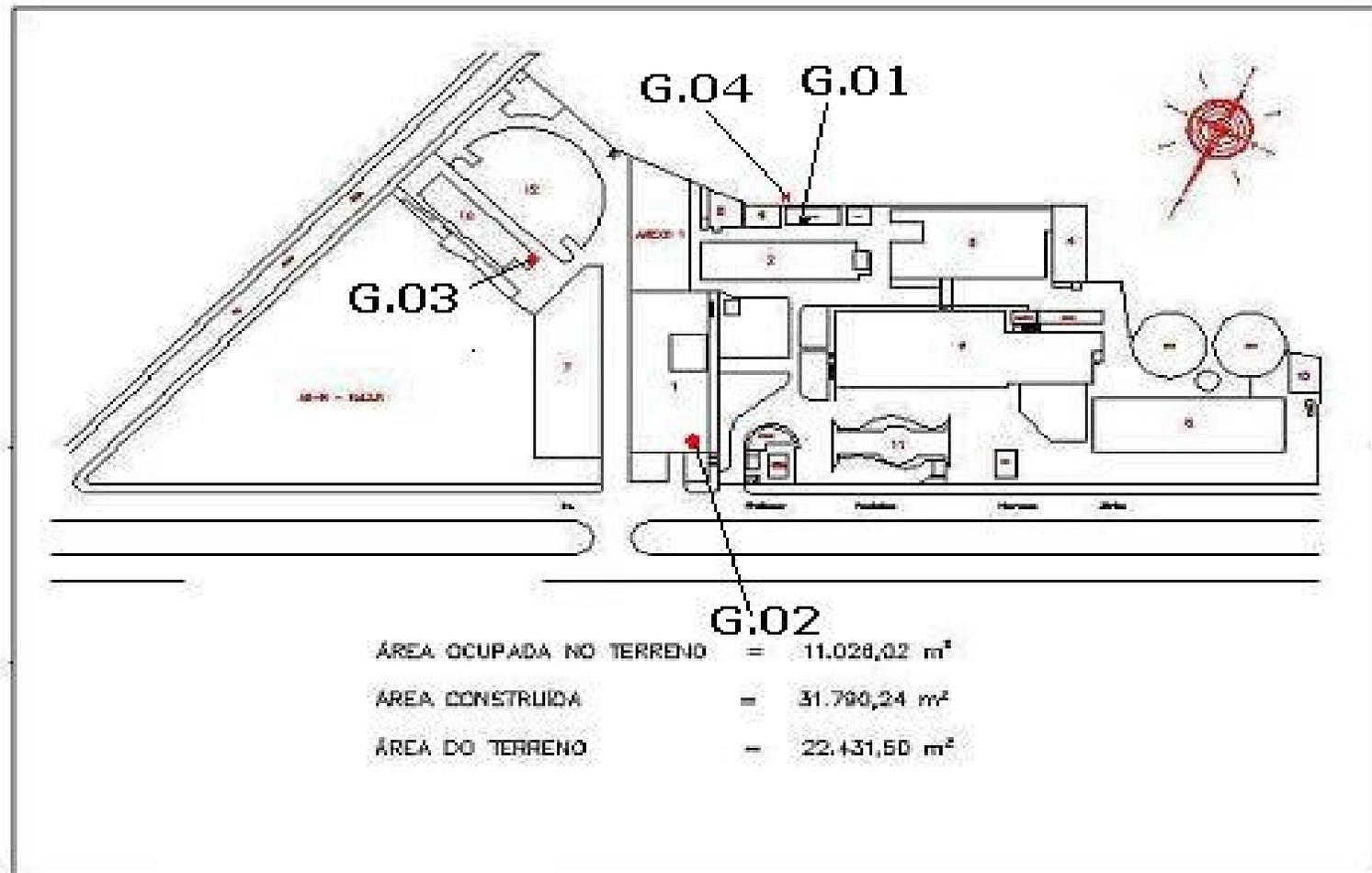
MODELO - SCREEN3

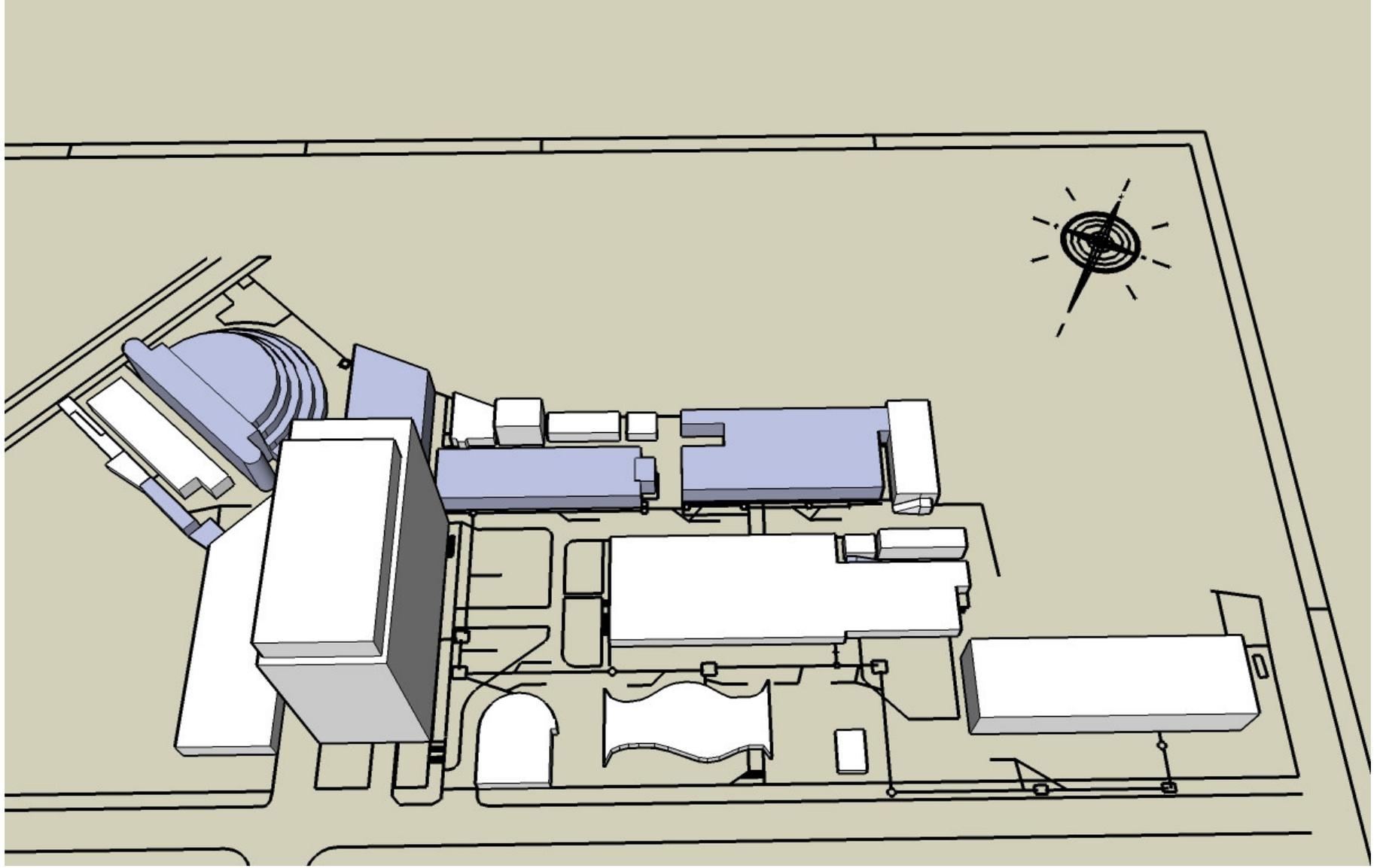
Fonte pontual

Dados de entrada para fonte pontual:

Inglês	Português
Emission Rate (g/s)	Taxa de Emissão (g/s)
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 m ³ /s)	Velocidade de Saída dos Gases da Chaminé (m/s) ou Vazão (Pé ³ -Real/min ou m ³ /s)
Stack Gas Temperature (K)	Temperatura dos Gases da Chaminé (K)
Ambient Temperature (K)	Temperatura Ambiente (K) (Usar a entrada padrão de 293 K se desconhecido)
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)

Planta localizada em São Paulo, no bairro de Pinheiros, na
CETESB – APLICAÇÃO DO MODELO SCREEN3.

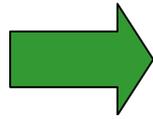




GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA 01 (G.01)

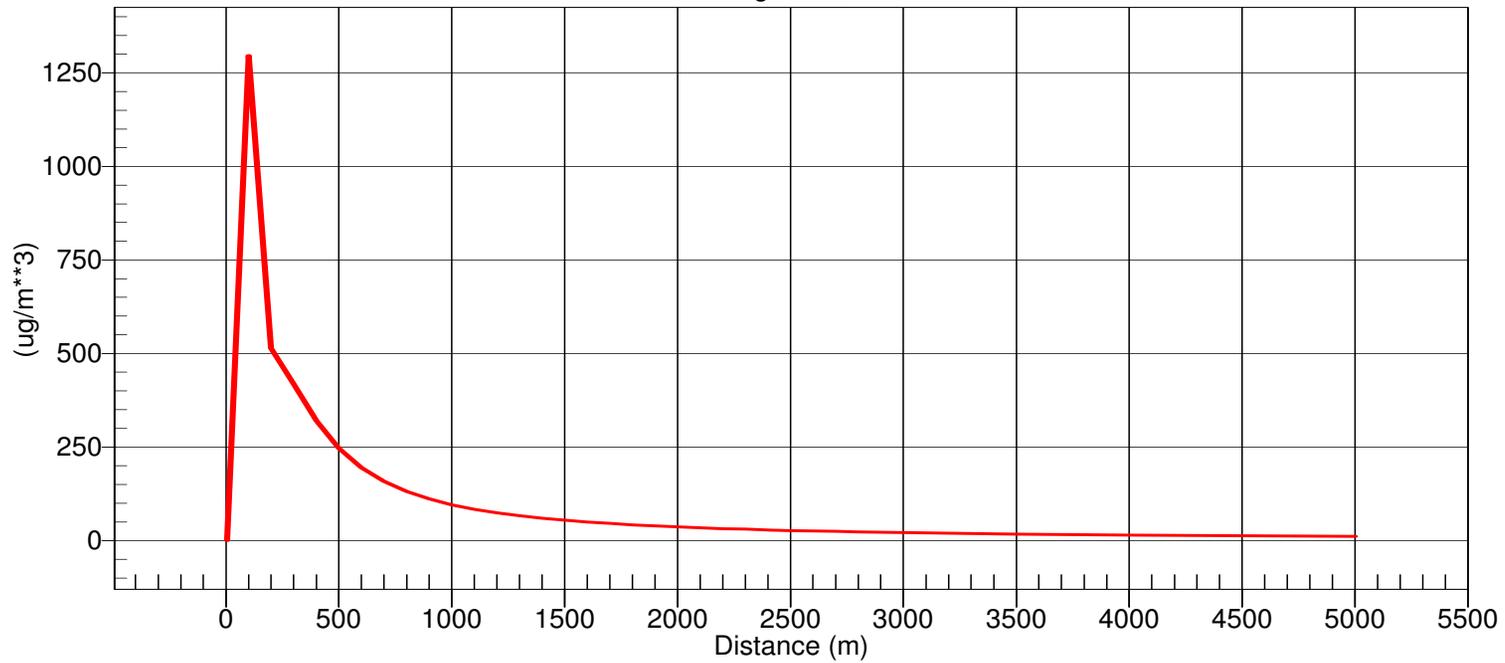
Grupo motogerador Maquigeral – com motor Diesel MWM tipo T.D. 232 – V.12, com alternador Negrini de 200 kVA/160 kW.

- 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 = 296 °K
- Consumo Diesel = 162 g/CV.h
- Capacidade do tanque de combustível = 250 litros
- Taxa de emissão de NO_x = 1,58 g/s



Automated Distance Vs. Concentration

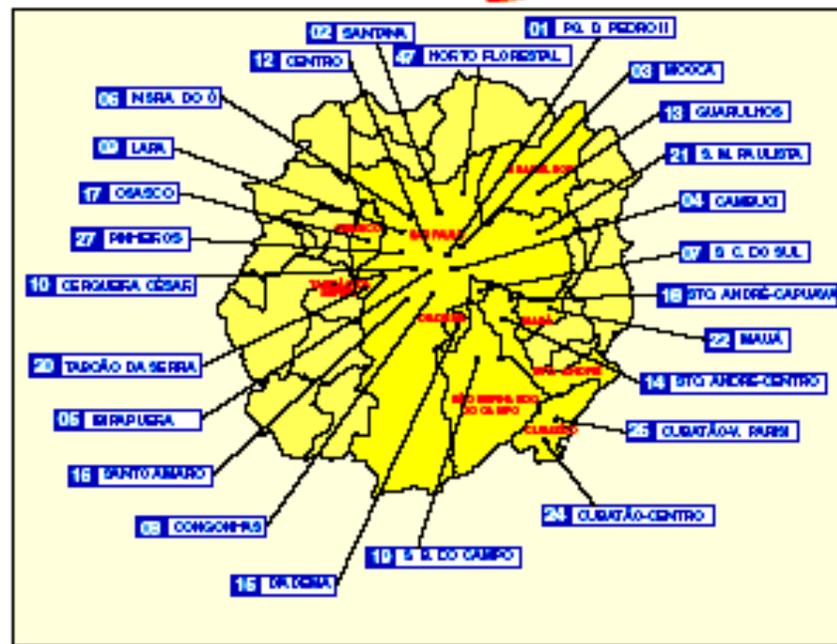
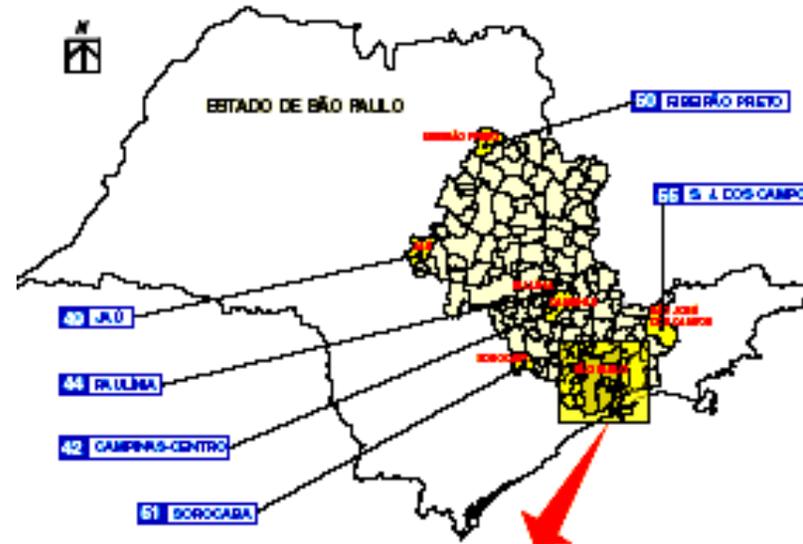
Terrain Height = 0,00 m.



MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND 1. M:

50. 1577 3 1.0 1.0 320.0 14.84 11.28 10.39

UNIDADES DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR



CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Não há uma regulamentação ambiental específica para grupos motogeradores de emergência como há para o setor automotivo com o PROCONVE, portanto os fabricantes não são induzidos a adotarem novas tecnologias para o aperfeiçoamento dos seus produtos com relação aos fatores de emissão.
- As exigências feitas pelo Órgão Ambiental hoje, como equipamentos de controle de poluição, enclausuramento e base antivibratória, estão somente a cargo dos usuários, inclusive os custos, não sendo atingida a fonte do problema.
- A Instrução Normativa da CETESB poderia ser complementada com desenvolvimento de procedimentos de ensaio e limites máximos de emissão específicos para certificação dos motores a diesel dos grupos, junto aos seus fabricantes. A exemplo dos utilizados no PROCONVE.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

➤ Os poucos grupos motogeradores que passam ou poderão passar por uma avaliação, **são só os instalados em locais onde as atividades estão sujeitas ao licenciamento ambiental**, no caso de São Paulo, as relacionadas no artigo 57 do Regulamento da Lei Estadual 997/76, aprovado pelo Decreto 8468/76, ficando fora uma grande parcela de equipamentos, como os instalados em edifícios comerciais e residenciais, hotéis, clubes e condomínios entre outros.

➤ Há necessidade da elaboração de, no mínimo, uma proposta para avaliação destas fontes estacionárias de poluição, com utilização de modelagem, mesmo que simplificada, da dispersão de poluentes. Por exemplo, pode-se adotar inicialmente o SCREEN3, um dos modelos mais simplificados disponibilizados pela USEPA, Agência Federal Americana de Proteção Ambiental, em sua página eletrônica www.epa.gov/ttn/scram)

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- Não há um inventário adequado, criterioso e confiável, de acordo com padrões internacionais, deste tipo de fonte de poluição fixa na RMSP.
- 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 e 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 do sistema da concessionária com grupos geradores de emergência.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- A elaboração do inventário poderia ser iniciada com o envolvimento do órgão ambiental, concessionárias de energia elétrica atuantes na RMSP e Prefeituras.
- Uma outra recomendação é que, sejam identificados por especialistas, fatores de emissões para este tipo de fonte, considerando inclusive as características e composição dos combustíveis comerciais disponíveis, o que possibilitará que haja uma melhor qualidade da informação para elaboração de cálculos posteriores.
- O conhecimento do poluidor, portanto quem polui, o que emite, onde, quando e quanto, é que torna possível a realização nas análises ambientais nas escalas local, regional e global.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- Mudanças no atual cenário de utilização dos grupos motogeradores só ocorrerão com a criação de uma regulamentação específica para este tipo de fonte.
- A **Resolução CONAMA nº 382** de 26 de dezembro de 2006, que estabelece os limites máximos de emissões de poluentes atmosféricos para fontes fixas, além de estabelecer limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão **externa** de óleo combustível, deveria ser complementada, envolvendo os processos de geração de calor a partir da combustão **interna**.

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. 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 1996 dia 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. 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?. Acesso em: 20 agosto 2006.

_____. CONAMA. Resolução nº 382, de 26 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 janeiro 2007. Seção 1 nº 1, p.131. Disponível em: 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 nº 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. **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 .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. 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 Termoelétricas 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](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 .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>. Acesso em: 07 agosto 2005.

**AGRADEÇO A PARTICIPAÇÃO DE TODOS
E ESTAREI A DISPOSICÃO NOS SEGUINTE
ENDEREÇOS:**

marciamb@cetesbnet.sp.gov.br

marciatemo@ig.com.br