

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Recursos Naturais
e Estudos Ambientais

Textos para discussão
Diretoria de Geociências
número 2

Relatório Piloto com Aplicação da Metodologia IPPS ao Estado do Rio de Janeiro

Uma Estimativa do Potencial de Poluição Industrial do Ar

José Luiz Sor
Judicael Clevelario Junior
Lucy Teixeira Guimarães
Rosane de Andrade Memoria Moreno

Rio de Janeiro
2008

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ – Brasil

ISSN 1806-4531 Textos para discussão. Diretoria de Geociências

Divulga estudos desenvolvidos por técnicos do IBGE e/ou de outras instituições, bem como resultantes de consultorias e traduções consideradas relevantes para o Instituto. A série Textos para discussão está subdividida por unidade organizacional e os textos são de responsabilidade de cada área específica.

ISBN 978-85-240-4018-4

© IBGE. 2008

Impressão

Gráfica Digital/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI/IBGE, em 2008.

Capa

Gerência de Criação/CDDI

Relatório piloto com aplicação da metodologia IPPS ao Estado do Rio de Janeiro: uma estimativa do potencial de poluição industrial do ar / José Luiz Sor ...[et al]. – Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2008. p. – (Textos para discussão. Diretoria de Geociências, ISSN 1806-4531; n.2)

Inclui bibliografia.
ISBN 978-85-240-4018-4

1. Poluentes – Brasil – Rio de Janeiro (Estado). 2. Ar – Poluição – Brasil - Rio de Janeiro (Estado). 3. Poluição – Brasil – Rio de Janeiro (Estado). 4. Resíduos industriais – Brasil – Rio de Janeiro (Estado). 5. Política industrial – Brasil – Rio de Janeiro (Estado).
I. Sor, José Luiz. II. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. III. Série.

Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais CDU504.3.054(815.3)
RJ/IBGE/2008- 13 ECOL

Impresso no Brasil / Printed in Brazil.

Sumário

Apresentação	1
Resumo	2
1 Introdução	3
2 Metodologia	4
3 Resultados da Utilização da Metodologia IPPS na Estimativa do Potencial Poluidor do Ar das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro	9
3.1 Indústrias do Estado do Rio de Janeiro	9
3.2 Potencial Poluidor do Ar das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro	11
3.3 Potencial Poluidor do ar em relação aos poluentes SO ₂ e PM10	15
3.4 Estudos comparativos com os resultados do IPPS para os poluentes do ar PM10 E SO ₂ no Estado do Rio de Janeiro	22
3.4.1 Critério da FEEMA de classificação de Potencial Poluidor das indústrias do Estado do Rio de Janeiro	22
3.4.1.1 Aplicação da classificação de Potencial Poluidor da FEEMA às Indústrias do Estado do Rio de Janeiro e comparação com os resultados do IPPS	23
3.4.2 Classificação dos municípios segundo o IPPS e dados do DATASUS	28
3.4.2.1 Seleção dos dados de internações e de mortalidade do DATASUS	28
3.4.2.2 Taxas de internação e mortalidade por doenças respiratórias em idosos nos municípios com maiores emissões potenciais para PM10 e SO ₂	29
4 Conclusões	32
5 Referências	34
ANEXOS	
Anexo 1 - Definição dos parâmetros de poluição	36
Anexo 2 - Correspondência entre a classificação ISIC Rev 2 e a classificação CNAE 1.0	39
Anexo 3 - Número e percentual de indústrias e de pessoal ocupado, nos municípios do Estado do Rio de Janeiro – 2003	40
Anexo 4 - Classificação dos municípios do Estado do Rio de Janeiro pelo Potencial Poluidor para os poluentes PM10 e SO ₂ segundo a metodologia IPPS	42

FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 – Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro	16
Figura 2 – Localização dos dez municípios do Estado do Rio de Janeiro com maior emissão potencial de SO ₂ e principais tipologias emissoras, segundo a metodologia IPPS: 2003	19
Figura 3 - Localização dos dez municípios do Estado do Rio de Janeiro com maior emissão potencial de PM10 e principais tipologias emissoras, segundo a metodologia IPPS: 2003	21
Figura 4 - Localização dos dez municípios do Estado do Rio de Janeiro com maior emissão potencial de SO ₂ pelas tipologias industriais de alto potencial poluidor segundo o critério da FEEMA - 2003	26
Figura 5 - Localização dos dez municípios do Estado do Rio de Janeiro com maior emissão potencial de PM10 pelas tipologias industriais de alto potencial poluidor segundo o critério da Feema - 2003	27
Gráfico 1 - Taxas de internação e de mortalidade por doenças do aparelho respiratório em maiores de 60 anos, nos vinte municípios do Estado do Rio de Janeiro selecionados pelo potencial poluidor do ar, ano 2003	32

TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de Fatores de Intensidade de Emissão de DBO e STS, em libras/1000 empregados/ano, para a água, segundo a classificação internacional de indústrias <u>ISIC</u> Rev. 2	5
Tabela 2 - Representação da Estrutura da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 1.0	6
Tabela 3 - Exemplo da aplicação dos Fatores de Intensidade de Emissão de DBO e STS, em libras/1000 empregados ao ano, segundo as classificações ISIC Rev. 2, CNAE 1.0 e nº de empregados, no Município do Rio de Janeiro	7
Tabela 4 - Distribuição das indústrias e do pessoal ocupado, segundo as divisões industriais presentes no Estado do Rio de Janeiro - 2003	10
Tabela 5 - Potencial total de poluição industrial para os poluentes do ar, estimado segundo a metodologia IPPS, para o Estado do Rio de Janeiro – 2003	12
Tabela 6 - Distribuição do potencial poluidor do ar (t/ano), em valores absolutos e percentuais, segundo as divisões industriais do Estado do Rio de Janeiro – 2003	14
Tabela 7 - Divisões industriais que contribuem, em conjunto ou isoladamente com pelo menos 50% do Potencial Poluidor, segundo os parâmetros de poluição do ar, no Estado do Rio de Janeiro – 2003	15
Tabela 8 - Emissão potencial de SO ₂ e as tipologias que mais contribuem para este potencial, segundo os dez municípios maiores emissores potenciais do Estado do Rio de Janeiro – 2003	18
Tabela 9 - Emissão potencial de PM10 e as tipologias que mais contribuem para este potencial, segundo os dez municípios maiores emissores potenciais do Estado do Rio de Janeiro – 2003	20
Tabela 10 - Número de Unidades Locais Industriais e Potencial de Emissão IPPS do Estado do Rio de Janeiro para os poluentes PM10 e SO ₂ – 2003	24
Tabela 11 - Emissão potencial de SO ₂ pelas tipologias com Alto Potencial Poluidor, pelo critério da FEEMA, segundo os dez municípios maiores emissores potenciais do Estado do Rio de Janeiro – 2003	25
Tabela 12 - Emissão potencial de PM10 pelas tipologias com Alto Potencial Poluidor, pelo critério da FEEMA, segundo os dez municípios maiores emissores potenciais do Estado do Rio de Janeiro – 2003	27
Tabela 13 - Municípios do Estado do Rio de Janeiro, classificados pelo Potencial Poluidor do Ar, como os dez maiores e os dez menores emissores de PM10 e SO ₂ , população de maiores de 60 anos, número e taxas de internação e de mortalidade por doenças respiratórias em maiores de 60 anos - 2003	30

Apresentação

O IBGE coloca à disposição da sociedade o Relatório Piloto com Aplicação da Metodologia IPPS ao Estado do Rio de Janeiro – Uma Estimativa do Potencial de Poluição Industrial do Ar.

A metodologia utilizada demonstra-se útil na aplicação ao planejamento da ocupação industrial e às ações de controle da poluição industrial no país.

A estimativa do potencial poluidor das indústrias é uma atividade que se destina a produzir informações que alcancem, principalmente, as áreas onde as informações sobre a real emissão de poluentes não estão disponíveis.

Trata-se de uma publicação que procura utilizar, para fins de planejamento e controle ambiental, dados dos cadastros do IBGE. Mostra, mais uma vez, as possibilidades de integração entre as informações econômicas e ambientais produzidas pelo Instituto.

Esta publicação dirige-se a pesquisadores, a formuladores de políticas públicas, aos setores público e privado e ao público em geral.

Com esta edição, o IBGE inicia a abordagem de um tema importante tanto para estudos ambientais quanto para a saúde pública.

Luiz Paulo Souto Fortes
Diretor de Geociências

Resumo

O objetivo deste trabalho é estimar o potencial poluidor do ar das indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Foi adotado como metodologia o “*Industrial Pollution Projection System - IPPS*” do Banco Mundial, que utiliza fatores de intensidade de emissão de poluentes do ar e o número de empregados (pessoal ocupado) nas atividades industriais. A metodologia IPPS é adequada para estudos e diagnósticos rápidos da situação ambiental industrial, principalmente onde há falta de dados para o diagnóstico da poluição. No estudo são identificados os municípios de maior potencial poluidor, tanto por tipo de indústria quanto por poluentes do ar emitidos. A fim de testar o ajuste da metodologia IPPS à realidade brasileira, foram realizadas algumas comparações entre os resultados das estimativas de emissão potencial de poluentes e a classificação de potencial poluidor da FEEMA, e dados de doenças respiratórias do DATASUS (MS, 2003a). A comparação com o potencial poluidor da FEEMA apresentou boa concordância, enquanto que com os dados do DATASUS não se estabeleceu nenhuma associação entre ocorrência de doenças respiratórias e potencial poluidor industrial nos municípios.

1. Introdução

No Brasil, a carência de informações sobre a emissão de poluentes pelas atividades industriais é um dos principais problemas enfrentados no desenvolvimento de estudos sobre poluição industrial. Isso incentiva o desenvolvimento de estudos de natureza pontual que nem sempre possibilitam uma visão global da poluição no país. O monitoramento das emissões industriais, que poderia minimizar esse problema, tem limitações como: alto custo na medição das emissões diretamente na fonte, grande diversidade de poluentes a serem medidos, complexidade de algumas medições, etc. Além disso, não há, até o momento, um levantamento, em âmbito nacional, das indústrias potencialmente poluidoras que forneça dados sobre a localização e a quantidade de poluentes gerados por essas indústrias.

Por outro lado, experiências nacionais e internacionais têm comprovado que metodologias de estimativa de emissão de poluentes industriais são ferramentas úteis nos casos em que há impedimentos à realização do monitoramento das emissões ou quando os dados de poluição são inexistentes ou escassos.

A metodologia “*Industrial Pollution Projection System - IPPS*” foi desenvolvida por técnicos do Banco Mundial para estimar o potencial poluidor em países emergentes que têm pouco ou nenhum dado sobre poluição industrial, mas que têm informações relativamente detalhadas sobre pessoal ocupado, valor adicionado ou quantidade produzida em atividades industriais (HETTIGE et al.,1995). O IPPS possibilita a identificação das indústrias potencialmente mais poluidoras e a delimitação das áreas onde essas indústrias estão concentradas, permitindo um diagnóstico rápido das fontes industriais de poluição. A partir dessas informações as áreas e/ou os setores industriais que devem ser permanentemente monitorados podem ser priorizados, minimizando os recursos necessários para o acompanhamento permanente das emissões de efluentes industriais. Neste estudo apresentamos um diagnóstico da poluição do ar das indústrias do Estado do Rio de Janeiro, para o ano de 2003, com a indicação dos municípios de maior potencial poluidor, identificados a partir do tipo de indústria e poluentes do ar emitidos.

Dentre os oito poluentes¹ do ar disponíveis na metodologia IPPS, os poluentes PM10 e SO₂ foram selecionados para um maior detalhamento do seu potencial poluidor, por suas emissões estarem associadas ao aparecimento ou agravamento de doenças respiratórias crônicas, principalmente em idosos.

A metodologia IPPS foi elaborada segundo os padrões tecnológicos e de emissão das indústrias americanas do final da década de 1980. Sendo assim, seu ajuste é necessário para que as estimativas das emissões potenciais das indústrias sejam mais representativas da realidade brasileira. Na tentativa de iniciar este ajuste foram realizadas no presente trabalho algumas comparações entre os resultados de emissão potencial do ar obtidas com a aplicação da metodologia IPPS e estudos que têm, de alguma forma, relação com a qualidade do ar. Para tal,

¹ Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Monóxido de Carbono(CO), Dióxido de Enxofre (SO₂), Particulados Totais (PT), Particulados Finos (PM10) e Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), tóxicos e metais tóxicos do ar.

foram identificadas no estado as tipologias industriais e os municípios com maior potencial emissor dos poluentes PM10 e SO₂.

Os resultados dessa identificação foram comparados com dois tipos de dados: 1) o ranking de tipologias industriais e municípios classificados com alto potencial poluidor do ar segundo o critério da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – FEEMA, órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro; e 2) o ranking dos municípios com alto índice de internações por doenças respiratórias em idosos segundo o DATASUS. Buscou-se, com este procedimento, verificar, no primeiro caso, se havia convergência entre a classificação das tipologias identificadas como de maior potencial poluidor pelo IPPS e pela FEEMA, e entre os municípios classificados pelo DATASUS como os que concentram os maiores índices de internações por doenças respiratórias em idosos e aqueles indicados pelo IPPS como críticos em termos de potencial emissor de poluição, no segundo caso.

O modelo de estimativa de poluição industrial IPPS é aplicável à maior parte do território nacional. Ele permite a identificação das áreas críticas (“*hot spots*”) de poluição industrial, especialmente, em regiões onde não existem medições de poluição, podendo ser inferidos os efeitos negativos sobre a população e a qualidade dos recursos naturais. Uma das contribuições dessas estimativas é a de possibilitar que os órgãos ambientais federais, estaduais e municipais concentrem suas ações de controle de poluição, direcionando os investimentos e racionalizando o uso dos recursos voltados para a gestão ambiental. Além disso, apesar das limitações impostas pelo uso de estimativas da poluição industrial, esse estudo mostra que, a partir de dados secundários, pode-se investigar um tema ainda pouco explorado em nosso país, a construção de inventários de potencial poluidor.

2 - Metodologia

A metodologia “*Industrial Pollution Projection System - IPPS*” é um sistema de estimativa de intensidade de emissão de poluentes industriais criado em 1987 pelos técnicos do *Environment Infrastructure Agriculture Division - Policy Research Department – PRDEI*, do Banco Mundial, que permite, através de coeficientes de emissão de poluentes para os meios água, ar e solo, estimar o potencial poluidor das indústrias instaladas em uma determinada região.

Os coeficientes de emissão que compõem este sistema associam a emissão de poluentes a uma medida da atividade industrial. Estes coeficientes são o resultado da combinação de dados da atividade industrial, fornecidos pelo Censo Industrial americano – o *U. S. Manufacturing Census* (décadas de 1960, 1970 e 1980) , com os dados de emissão de poluentes, registrados na agência americana *U. S. Environmental Protection Agency – EPA* (década 1980). As medidas da atividade industrial utilizadas são: valor adicionado, valor de produção e número de empregados.

O uso do valor adicionado ou do valor de produção (em libras/US\$) para estimar o potencial poluidor, requer transformações monetárias e ajustes, devido à forte inflação vivida pelo Brasil entre o período em que os fatores IPPS foram desenvolvidos e o período em que a

informação industrial está sendo referenciada, 1987 e 2003, respectivamente. Devido às flutuações do câmbio, não seria aconselhável para o Brasil o uso desses fatores de emissão.

O número de empregados como indicador da atividade industrial é o mais adequado na aplicação da metodologia IPPS à realidade brasileira, por ser esta variável obtida de forma direta dos cadastros industriais, por ser uma variável com periodicidade de atualização anual, possibilitando desta maneira a formação de séries temporais, e por possibilitar que, no futuro, os estudos sejam estendidos para todo o território nacional. Além disto, é também uma variável de utilização simples, cujo cálculo do potencial poluidor não necessita de ajustes, como no caso das variáveis monetárias.

Hettige et al. (1995) obtiveram coeficiente de correlação de 98% para cálculos de potencial de emissão utilizando fatores de emissão associados ao valor adicionado e fatores de emissão associados ao número de empregados. Isso garante que a utilização de fatores de emissão associados ao número de empregados não compromete os resultados.

Assim, neste trabalho, onde são feitas estimativas do potencial poluidor do ar das indústrias do Estado do Rio de Janeiro para o ano de 2003, o número de empregados foi escolhido como medida de atividade industrial.

Entre os parâmetros de poluição² avaliados no sistema IPPS estão: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Sólidos Totais em Suspensão (STS), para a água; emissões de Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Enxofre (SO₂), Particulados Totais (PT), Particulados Finos (PM10) e Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), para o ar; poluentes tóxicos para a água, ar e solo. Para esses três meios, os poluentes denominados de tóxicos reúnem mais de 300 poluentes (tais como o benzeno e o asbestos, conhecidos pelos seus efeitos carcinogênicos), listados no *Toxic Release Inventory - TRI*³ e os metais tóxicos emitidos, que incluem o mercúrio, o chumbo, o arsênio, o cromo, o níquel, o cobre, o zinco e o cádmio. Esta relação de poluentes pode ser consultada em Hettige *et al.* (1995).

O sistema IPPS contém coeficientes de intensidade de emissão *lower bound* (LB), *upper bound* (UP), e *interquartile* (IQ). Estes três coeficientes foram criados em função dos critérios adotados pelos técnicos do Banco Mundial quando utilizaram as bases de dados industriais e ambientais americanas.

Os coeficientes *lower bound* (LB) são resultado da reunião de dados de todas as indústrias americanas, incluindo aquelas que não fornecem relatórios para a EPA por estarem abaixo do limite de emissão considerado significativo por esta agência. Os coeficientes *upper bound* (UB) foram construídos usando as emissões apenas das indústrias mais poluidoras da base de dados americana. A utilização dos coeficientes UB gera resultados superestimados da verdadeira emissão de poluentes. O *interquartile* (IQ) considerou as indústrias cuja emissão estava na faixa do segundo e terceiro quartil, abandonando as demais emissões. Este critério gerou coeficientes

² As definições desses parâmetros de poluição encontram-se no anexo 1, ao final do trabalho.

³ O Toxic Release Inventory (TRI) é um inventário de informações sobre a emissão anual de produtos químicos tóxicos, regidos pela lei americana "Emergency Planning and Community Right-to-Know-Act" (EPCRA), de 1986, que determina o fornecimento, pelas indústrias, de relatórios anuais sobre as substâncias emitidas para o ar, água ou solo.

de emissão com dados insuficientes para alguns setores industriais. Mais detalhes podem ser consultados em Hettige *et al.* (1995).

Neste trabalho adotou-se os coeficientes *lower bound* (LB) por serem o resultado do cruzamento de ampla quantidade de dados industriais e ambientais, em comparação com a base de dados mais restrita que gerou os coeficientes de poluição *upper bound* e *interquartile*.

Do banco de dados IPPS foi utilizada a tabela “IPPS – *all intensities*” que contém os fatores de emissão de poluentes, “*lower bound* (LB)”, na unidade libras/1000 empregados ao ano.

Como exemplo, alguns fatores de intensidade de emissão são apresentados na Tabela 1, conforme o banco de dados IPPS. Nas 4 colunas da Tabela1 estão representados: o código de classificação internacional de indústria ISIC⁴ (Revisão 2); a descrição do código ISIC (Revisão 2), e os fatores de intensidade de emissão por poluente (DBO e STS) para a água, segundo o número de empregados. Este exemplo mostra que a indústria de curtimento e acabamentos em couro, código ISIC 3231, e a de celulose, papel e papelão, código ISIC 3419, têm intensidades de emissão para a água de DBO de 95.498 e 41.970 libras/1000 empregados ao ano, respectivamente.

Tabela 1 – Exemplos de Fatores de Intensidade de Emissão de DBO e STS, em libras⁵/1000 empregados/ano, para a água, segundo a classificação internacional de indústrias ISIC Rev 2

ISIC Rev. 2	Descrição do código	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (libras/1000 empregados/ano)	Sólidos Totais em suspensão (STS) (libras/1000 empregados/ano)
3231	Curtimento e acabamentos de couro	95.498	180.342
3419	Celulose, papel e papelão	41.970	41.399

Fonte: Baseado na publicação HETTIGE et al. *The Industrial Pollution Projection System*. World Bank. Washington D. C. 1995.

Como os fatores de intensidade de emissão de poluentes IPPS têm relação direta com a classificação internacional ISIC Rev 2, para relacionar as informações da Tabela 1 com as informações da indústria brasileira foi necessária a compatibilização⁶ do código internacional ISIC Rev. 2 com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 1.0⁷. Essa correspondência pode ser consultada no Anexo 2 desta publicação. Tanto em termos nacionais quanto internacionais as classificações são referências na produção de estatísticas sobre as atividades econômicas dos países. Por isso, as classificações são atualizadas e revisadas periodicamente, para garantir a uniformização dessa linguagem e as comparações regionais e internacionais. Isso exige a constante articulação entre organismos nacionais e internacionais.

A CNAE 1.0 é a classificação oficial adotada no Sistema Estatístico Nacional e na Administração Pública, sendo o IBGE o órgão responsável por sua manutenção e gestão. A Classificação Nacional de Atividades Econômicas, em sua versão original, foi desenvolvida tendo

⁴ ISIC – *International Standard Industrial Classification*.

⁵ 1 libra = 453,59 x 10⁻³ kilogramas.

⁶ A compatibilização do código internacional ISIC Rev. 2 com a classificação nacional CNAE 1.0 foi realizada por Therezinha Maria Lamêgo do Nascimento - Gerente de Projeto de Classificação de Produtos da Coordenação de Estatísticas Econômicas e Classificações – CEEC/DPE/IBGE.

⁷ A versão original da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE (IBGE, 1995) passou em 2002 por uma revisão de ajuste e atualização, que deu origem a CNAE 1.0 (IBGE, 2004a). A classificação CNAE 1.0 tem correspondência com a classificação ISIC Rev 3.1 - essa correspondência pode ser consultada na Parte 5 da publicação Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 1.0 do IBGE (2004a).

por referência a *International Standard Industrial Classification - ISIC/CIIU 3⁸*, desenvolvida pela Divisão de Estatísticas das Nações Unidas como instrumento de harmonização e disseminação de estatísticas econômicas, em nível internacional (IBGE, 2003). Em sua apresentação, a CNAE 1.0 está estruturada em quatro níveis hierárquicos: Seção, Divisão, Grupo e Classe. O primeiro nível, a Seção, é formado por 17 grupamentos, entre os quais estão as Indústrias de Transformação (Seção D) e de Extração (Seção C). A identificação da Seção é feita através de código alfabético, de um dígito. A Divisão (59 grupamentos), o Grupo (223 grupamentos), e a Classe (581 grupamentos) ocupam do segundo ao quarto nível hierárquico, e sua identificação é feita através de código numérico, de 2, 3 e 4 dígitos, respectivamente sendo que o quarto nível apresenta um dígito verificador (DV). O exemplo na Tabela 2 ilustra como está estruturada a classificação CNAE 1.0 para um dos segmentos da fabricação de produtos têxteis.

Tabela 2 – Representação da Estrutura da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 1.0

Nível	Nome	Identificação	Descrição
Primeiro	Seção	D	Indústrias de Transformação
Segundo	Divisão	17	Fabricação de Produtos Têxteis
Terceiro	Grupo	17.2	Fiação
Quarto	Classe	17.21-3	Fiação de algodão

Fonte: IBGE, 2004a.

Para o cálculo de potencial poluidor de cada unidade industrial e localidade, o banco de dados IPPS (representado na Tabela 3) é alimentado com as seguintes informações das indústrias: o indicador de atividade industrial (número de empregados), a classificação industrial (Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 1.0) e a localização da indústria. Estas três variáveis foram obtidas dos cadastros de indústrias do IBGE.

A Tabela 3 mostra como estas informações industriais estão organizadas. No exemplo (Tabela 3), a indústria de couro, ISIC 3231 equivale à classe 1910 da CNAE 1.0. A indústria de papel, com classificação ISIC 3419, equivale a três classes CNAE 1.0: 2141; 2142 e 2149. Este é um caso em que a classificação internacional é menos detalhada do que a classificação CNAE 1.0.

Tabela 3 - Exemplo da aplicação dos Fatores de Intensidade de Emissão de DBO e STS, em libras/1000 empregados ao ano, segundo as classificações ISIC Rev. 2, CNAE 1.0 e n^o de empregados, no Município do Rio de Janeiro.

Código ISIC Rev. 2	Descrição código ISIC Rev. 2	Código CNAE 1.0	DBO (libras/1000 empregados/ano)	STS (libras/1000 empregados/ano)	N ^o de empregados em 2003	Localização
3231	Curtimento e acabamentos de couro	1910	95.499	180.342	185	Município do Rio de Janeiro
3419	Celulose, papel e papelão	2141; 2142; 2149	41.970	41.399	1.512	Município do Rio de Janeiro

Fonte: Baseado na publicação HETTIGE et al. *The Industrial Pollution Projection System*. World Bank. Washington D. C. 1995

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

STS – Sólidos Totais em Suspensão

⁸ No Brasil, a classificação internacional de atividades econômicas desenvolvida pela Divisão de Estatísticas das Nações Unidas é conhecida tanto pela designação e sigla em inglês, *International Standard Industrial Classification – ISIC*, como em espanhol, *Clasificación Industrial Internacional Uniforme – CIIU*.

Por fim, com as informações dos fatores de emissão do IPPS dos cadastros industriais do IBGE exemplificadas nas Tabelas 1 e 3 o cálculo do potencial de emissão de poluentes torna-se simples, multiplicando-se as intensidades, referentes ao poluente selecionado, pelo número de empregados da indústria. No exemplo, o potencial de emissão de DBO, para a indústria de produtos de couro, é assim obtida: $(95.499 \div 1\ 000) \times 185 = 17.667$ libras/ano de DBO no município do Rio de Janeiro para o ano de 2003.

As variáveis indicador de atividade industrial (número de empregados), classificação industrial CNAE 1.0 e localização da indústria foram retiradas dos seguintes cadastros industriais do IBGE:

- ❖ **Cadastro Central de Empresas (CEMPRE)** reúne o registro de informações referentes ao total das atividades praticadas pela empresa em cada um de seus endereços de atuação ou unidades locais (ULs) e tem abrangência nacional. As unidades do Cadastro são aquelas formalmente constituídas, inscritas no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ, sendo suas informações organizadas segundo os níveis de detalhamento da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE (IBGE, 2000).
- ❖ **Pesquisa Industrial Anual (PIA – Empresa)** que integra um subsistema de estatísticas econômicas que investiga, censitariamente, todas as empresas industriais com 30 ou mais pessoas ocupadas e, para o restante do universo (com cinco ou mais pessoas ocupadas), adota amostragem probabilística, cobrindo todo o território nacional. Uma vez selecionada a empresa, todas as respectivas ULs, produtivas e administrativas, são investigadas. A PIA diferencia o funcionário que é ligado à produção daquele que é ligado à administração.

É importante ressaltar que ao se aplicar a metodologia IPPS é recomendável a utilização do número de empregados diretamente ligados à atividade produtiva das indústrias (excluindo os funcionários dos setores administrativos). O CEMPRE inclui todas as pessoas ocupadas das indústrias com registro no CNPJ. Neste cadastro a informação disponível é a soma total dos funcionários das ULs produtivas⁹ e administrativas¹⁰, não diferenciando-os.

A PIA, por ser uma pesquisa amostral, e dada a concentração da atividade industrial, analisa um universo de indústrias, numericamente menor, que o universo do CEMPRE. Em compensação, a PIA diferencia as ULs produtivas e administrativas, inclusive quanto ao número de empregados. Assim, para gerar uma relação das unidades produtivas industriais que abrangesse o maior número de indústrias do Estado do Rio de Janeiro foi preciso unir as informações desses dois cadastros.

⁹ Na conceituação adotada pelo IBGE, as UL podem ser produtivas e administrativas. A UL é produtiva quando nela se realizam as atividades econômicas principais e secundárias das empresas de natureza industrial ou não (comerciais, de serviços não industriais, de transporte, etc.), bem como com as atividades de apoio direto à produção. A unidade produtiva é considerada industrial quando o valor das vendas somado às transferências efetuadas de produtos fabricados e dos serviços industriais prestados, é maior que qualquer outra receita daquela unidade local (PIA, 2004).

¹⁰ A UL é administrativa ou auxiliar quando no endereço são realizadas apenas atividades de apoio indireto à produção, tais como: gerenciamento da empresa; estoques de produtos e matérias-primas; departamentos de venda ou distribuição de bens e serviços (PIA, 2004).

No próximo Capítulo são apresentados os resultados do potencial emissor de poluição industrial para o Estado do Rio de Janeiro, calculado com base na metodologia IPPS, para os poluentes do ar Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Monóxido de Carbono(CO), Dióxido de Enxofre (SO₂), Particulados Totais (PT), Particulados Finos (PM10), Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), tóxicos e metais tóxicos do ar. Dentro do conjunto analisado, as indústrias com maiores potenciais poluidores podem integrar grupos prioritários sobre os quais devem ser concentradas estratégias específicas de monitoramento e controle da poluição.

3 - Resultados da utilização da metodologia IPPS na estimativa do potencial poluidor do ar das indústrias do estado do Rio de Janeiro.

3.1 - Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

O estudo do potencial poluidor do ar das indústrias do Estado do Rio de Janeiro foi feito para o ano de 2003. O número de indústrias consideradas no estudo foi de 21.891 Unidades Locais (ULs) produtivas ligadas às indústrias de transformação. Os critérios para se obter esta relação a partir dos cadastros do IBGE foram os seguintes:

- a) do CEMPRE considerou-se as ULs contidas na faixa de 1 a 29 pessoas ocupadas, como ULs produtivas. Isso gerou uma relação de 21.792 ULs;
- b) da PIA as ULs produtivas industriais, com 30 ou mais pessoas ocupadas, totalizando 1.494 ULs.

Ao final, a união dos arquivos industriais do CEMPRE e da PIA resultou em um total de 23.286 ULs produtivas para o Estado do Rio de Janeiro no ano de 2003. Retiradas desta relação as indústrias extrativas e alguns segmentos da indústria de transformação que não constam das tipologias industriais consideradas pela metodologia IPPS, restaram 21.891 ULs produtivas, que foram objeto desse estudo.

A relação das 21.891 ULs produtivas localizadas no Estado do Rio de Janeiro, agrupadas por divisões, é apresentada na Tabela 4. Conforme pode ser observado há no estado uma grande diversidade de tipologias industriais, com predominância do segmento de vestuário. Este segmento, em conjunto com Alimentos e Bebidas, Editorial e Gráfica e Produtos de Metal, abrange mais da metade das indústrias do estado.

Tabela 4 – Distribuição das indústrias e do pessoal ocupado, segundo as divisões industriais presentes no Estado do Rio de Janeiro - 2003

Divisão (Código)	Descrição da Divisão	Nº de ULs	% Estado	Nº de Pessoas ocupadas	% Estado
18	Vestuário	4.728	21,60	43.629	14,58
15	Alimentos e Bebidas	2.933	13,40	45.270	15,13
22	Editorial e Gráfica	2.254	10,30	16.906	5,65
28	Produtos de Metal	2.184	9,98	23.137	7,73
26	Minerais Não-metálicos	1.677	7,66	20.266	6,77
36	Mobiliário e Diversos	1.667	7,62	13.896	4,64
24	Química	1.076	4,92	26.507	8,86
25	Plásticos e Borracha	902	4,12	17.728	5,92
29	Máquinas e Equipamentos	729	3,33	12.014	4,01
20	Madeira	670	3,06	4.567	1,53
17	Têxtil	518	2,37	9.372	3,13
19	Couros	475	2,17	4.956	1,66
27	Metalurgia	470	2,15	15.650	5,23
35	Equipamentos de Transporte	328	1,50	16.208	5,42
21	Celulose e Papel	312	1,43	8.208	2,74
34	Veículos Automotores	274	1,25	7.689	2,57
33	Equipamentos de Precisão	259	1,18	5.736	1,92
31	Material Elétrico	214	0,98	3.071	1,03
32	Material Eletrônico e de Comunicação	162	0,74	1.176	0,39
30	Máquinas para Escritório e Informática	43	0,20	746	0,25
16	Fumo	12	0,05	699	0,23
23	Refino de Petróleo	4	0,02	1.864	0,62
	TOTAL	21.891	100,00	299.295	100,00

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústrias, Pesquisa Industrial Anual 2003 – Empresa

Na Tabela 4 observa-se que as indústrias de transformação do estado empregavam em 2003 um total de 299.295 pessoas sendo a divisão de Alimentos e Bebidas a maior empregadora, contabilizando 15% do total de pessoas ocupadas. Vestuário é a segunda divisão que mais empregava, seguida de Química e Produtos de Metal.

No Anexo 3 é apresentada a relação de todos os municípios do Estado do Rio de Janeiro, organizados segundo o número de indústrias e de pessoal ocupado. O município do Rio de Janeiro é o de maior importância industrial, por concentrar o maior número de indústrias (38%). Nova Friburgo e Duque de Caxias vêm a seguir, ambos com 6% do total das indústrias do estado. Com relação ao pessoal ocupado, Rio de Janeiro vem em primeiro lugar, com 42%, seguido por Duque de Caxias, com 7%, e Nova Friburgo, com 5%.

Rio de Janeiro, Nova Friburgo, Duque de Caxias, Petrópolis, São Gonçalo, São João de Meriti, Nova Iguaçu, Niterói, Campos dos Goytacazes e Teresópolis são os 10 maiores em número de indústrias no Estado do Rio de Janeiro, contabilizando, juntos, 73% das indústrias do estado.

Ainda no Anexo 3 observa-se que os 10 municípios com menor número de indústrias são: Mangaratiba, Conceição de Macabu, São José de Ubá, Laje de Muriaé, Rio das Flores, Quissamã,

Cardoso Moreira, Trajano de Moraes, Carapebus e Rio Claro. Estes municípios somam apenas 0,4 % das indústrias de transformação do estado.

Com relação ao pessoal ocupado, Niterói, São Gonçalo, Petrópolis, Volta Redonda, Nova Iguaçu, Campos dos Goytacazes e Barra Mansa, em conjunto com Rio de Janeiro, Duque de Caxias e Nova Friburgo, contabilizam 78% do emprego industrial no Estado do Rio de Janeiro, sendo os 10 municípios que mais empregam no setor da indústria de transformação no estado.

Trajano de Moraes, Laje de Muriaé, São José de Ubá e São Sebastião do Alto são os quatro municípios com menores percentuais em número de empregados na indústria. Eles somam 0,04% das pessoas ocupadas do estado. Rio Claro e Carapebus também possuem um baixo percentual no número de empregados. No entanto, por terem um número reduzido de indústrias e para evitar a individualização da informação, a percentagem de pessoal ocupado foi omitida.

Vale ressaltar que os resultados de estimativa de potencial poluidor estão relacionados ao número de empregados e aos fatores de emissão IPPS, e que nem sempre os municípios com maior número de empregados terão maior potencial poluidor já que esses fatores dependem da natureza da indústria, identificada pela divisão industrial.

3.2 - Potencial Poluidor do ar das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

O potencial total de emissão de poluição industrial foi calculado a partir do número de empregados e do perfil das indústrias do Estado do Rio de Janeiro, para os oito poluentes do ar que constam da metodologia IPPS.

As estimativas aqui apresentadas não traduzem o que o estado e cada município geram efetivamente em termos de poluição industrial, mas sim o potencial de emissão de poluição, segundo a metodologia IPPS. Pelas características metodológicas deste potencial de emissão, os resultados produzidos provavelmente subestimam a verdadeira poluição. Porém, sua principal utilidade é indicar os poluentes mais importantes e as áreas críticas onde o Potencial Poluidor é maior, identificando também as divisões industriais que mais contribuem para as emissões de alguns poluentes específicos. A identificação de poluentes e pontos críticos de poluição (“*hot spots*”) facilita a atuação dos gestores da qualidade ambiental.

Na Tabela 5 são mostrados os resultados do potencial poluidor do ar para o conjunto das indústrias do Estado do Rio de Janeiro (ano 2003), representado pelas cargas potenciais de emissão dos poluentes Dióxido de Enxofre (SO₂), Particulados Finos (PM10), Particulados Totais (PT), Monóxido de Carbono (CO), Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Tóxicos do ar¹¹ e Metais Tóxicos do ar¹².

¹¹ Tóxicos do ar - cobrem mais de 300 compostos poluentes tóxicos listados no *Toxic Release Inventory* da U.S. *Environmental Protection Agency* (HETTIGE *et al.*, 1995). Entre eles podem ser citados o benzeno e o asbestos, que são conhecidos pelos seus efeitos carcinogênicos.

¹² Metais Tóxicos do ar – incluem, entre outros, compostos que contém os metais: alumínio, antimônio, bário, berílio, cádmio, cromo, cobalto, chumbo, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, ósmio, tálio, tório, vanádio e zinco (HETTIGE *et al.*, 1995).

Os valores da Tabela 5 representam o somatório anual das cargas potenciais de emissão de poluentes no Estado do Rio de Janeiro, e evidenciam as variações na ordem de grandeza do potencial poluidor entre os poluentes analisados. À primeira vista, a geração potencial de 83.115 t/ano de SO₂ seria a mais crítica e a geração potencial de 324 t/ano de Metais Tóxicos do ar seria a menos problemática. No entanto, há marcantes diferenças entre os graus de toxicidade desses poluentes. Os compostos que contêm os metais tóxicos, por exemplo, além de nocivos à saúde, são substâncias que, dispersas no ar ou trazidos ao solo com a chuva, são potencialmente bioacumulativas, de difícil degradação e de longa permanência na natureza. Ou seja, o caráter mais ou menos crítico de um poluente depende não apenas das quantidades emitidas, mas também dos compostos envolvidos, de sua toxicidade, tempo de permanência e ciclo de vida no meio ambiente.

Tabela 5 - Potencial total de poluição industrial para os poluentes do ar, estimado segundo a metodologia IPPS, para o Estado do Rio de Janeiro - 2003

Parâmetro de Poluição	Potencial Poluidor (t/ano)
SO ₂ (Dióxido de Enxofre)	83.115
PM10 (Particulados Finos)	19.191
PT (Particulados Totais)	27.827
CO (Monóxido de Carbono)	79.283
VOC (Compostos Orgânicos Voláteis)	31.778
NO ₂ (Dióxido de Nitrogênio)	49.944
Tóxicos do ar	16.502
Metais Tóxicos do ar	324

Fontes: Baseado no cadastro do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003; IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual 2003 – Empresa, e na publicação do Banco Mundial, *The Industrial Pollution Projection System*. World Bank. Washington D. C. (HETTIGE et al., 1995).

Ainda com relação aos dados da Tabela 5, embora não explicitado, verificou-se que apesar da maioria das indústrias ter contribuído com alguma parcela para o potencial de emissão dos poluentes do ar, a maior parte das emissões potenciais de poluentes é oriunda de um pequeno número de indústrias. É o caso, por exemplo, do PM10, em que o potencial de poluição estimado de 19.191 t/ano é proveniente de 17.988 Unidades Locais industriais, sendo que, deste total, 9.580 t/ano são provenientes de apenas 10 Unidades Locais industriais. Isto significa que 0,05% das ULs do estado geram cerca de 50% do potencial emissor de PM10 do estado. Para os demais poluentes do ar observa-se também que poucas indústrias são responsáveis pela maior parte dos potenciais de poluição. Este resultado evidencia que a aplicação da metodologia IPPS é uma boa técnica para identificar as indústrias potencialmente mais críticas em termos de poluição.

Na Tabela 6 estão representadas as emissões potenciais totais, por parâmetro de poluição do ar, segundo as divisões industriais presentes no Estado do Rio de Janeiro. Esta forma de organização dos resultados do potencial poluidor é apresentada a fim de se identificar as tipologias que contribuem potencialmente com as maiores cargas poluidoras no estado.

A distribuição do potencial emissor de SO₂ indica que a Metalurgia, com 31% da emissão potencial, é a divisão de maior emissão potencial no estado. Esta divisão compreende basicamente a conversão de minérios ferrosos e não-ferrosos em produtos metalúrgicos por meios térmicos, como alto fornos, para obtenção de produtos intermediários do processamento de minérios metálicos (como ferro fundido ou gusa, aço líquido, etc.). A Metalurgia se destaca também na emissão potencial dos poluentes CO (38%) e Metais Tóxicos do ar (64%).

A divisão de Minerais Não-metálicos é a principal responsável pela carga de emissão potencial de PM10. Sua participação corresponde a 59% do potencial emissor total de PM10 no estado. A produção de Minerais Não-metálicos inclui as indústrias de material cerâmico, cimento, vidro, concreto e produtos de gesso. No caso do Brasil, as pedreiras são importantes fontes de emissão de PM10. Entretanto, a metodologia IPPS não abrange esta atividade (extração de Minerais Não-metálicos) em seus cálculos e, portanto, esta atividade não foi incluída nos resultados de emissão potencial de poluentes aqui apresentada. Este resultado mostra que é necessária a adaptação da metodologia IPPS ao padrão industrial do Brasil.

Os resultados da Tabela 6 indicam que o potencial de poluição industrial está concentrado em poucas divisões. A situação de concentração do potencial poluidor em poucas divisões industriais observada para o PM10 e SO₂ é similar para o restante dos poluentes. Minerais Não-metálicos apresenta o maior potencial poluidor de PT (51%) e NO₂ (27%), e Refino de Petróleo e Química são as principais divisões nas emissões potenciais de VOC e Tóxicos do ar, com 28% e 39%, respectivamente.

Tabela 6 – Distribuição do potencial poluidor do ar (t/ano), em valores absolutos e percentuais, segundo as divisões industriais do Estado do Rio de Janeiro - 2003

Divisão/ Descrição	SO ₂ (t/ano)	% SO ₂	PM10 (t/ano)	% PM10	PT (t/ano)	% PT	CO (t/ano)	% CO	VOC (t/ano)	% VOC	NO ₂ (t/ano)	% NO ₂	Tóxicos do ar (t/ano)	% Tóxicos do ar	Metais tóxicos do ar (t/ano)	% Metais tóxicos do ar
15 - Alim./Beb.	5.108	6,15	465	2,42	2.368	8,51	1.432	1,81	2.517	7,92	4.988	9,99	196	1,19	0	0
16 - Fumo	187	0,22	1	0,01	3	0,01	15	0,02	37	0,12	113	0,23	40	0,24	(-)	(-)
17-Têxtil	579	0,70	13	0,07	158	0,57	96	0,12	1.068	3,36	674	1,35	876	5,31	1	0,25
18 - Vestuário	35	0,04	0	0	2	0,01	4	0	9	0,03	13	0,03	14	0,08	0	0
19 - Couros	22	0,03	1	0	4	0,01	2	0	97	0,30	7	0,01	100	0,61	0	0,01
20 - Madeira	222	0,27	79	0,41	509	1,83	763	0,96	484	1,52	311	0,62	82	0,50	0	0,07
21 - Cel/Papel	3.155	3,80	171	0,89	600	2,15	3.493	4,41	776	2,44	1.904	3,81	994	6,02	3	0,91
22- Ed./Gráfica	21	0,03	0	0	10	0,03	88	0,11	605	1,90	24	0,05	317	1,92	0	0
23 - Refino/Pet.	16.961	20,41	171	0,89	1.496	5,38	8.811	11,11	8.980	28,26	9.756	19,53	814	4,93	7	2,05
24 - Química	10.512	12,65	894	4,66	2.294	8,24	23.292	29,38	7.192	22,63	7.516	15,05	6.481	39,27	18	5,62
25 - Plásticos e Borracha	1.129	1,36	23	0,12	132	0,47	49	0,06	1.538	4,84	386	0,77	1.268	7,69	2	0,59
26 - Minerais Não-metálicos	13.801	16,60	11.283	58,7	14.152	50,86	2.898	3,65	940	2,96	13.663	27,36	509	3,09	10	3,06
27 - Metalúrgica	25.551	30,74	4.759	24,80	4.647	16,70	30.397	38,34	2.580	8,12	7.636	15,29	1.600	9,70	206	63,79
28 - Prod./Metal	4.579	5,51	1.134	5,91	1.045	3,75	7.366	9,29	1.489	4,69	2.327	4,66	970	5,88	49	15,08
29 -Máq./ Equip.	294	0,35	1	0,01	42	0,15	190	0,24	316	0,99	163	0,33	194	1,18	2	0,50
30 - Máq. Escrit. e Informática	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,01	0	0	7	0,04	0	0
31- Mat. Elétrico	256	0,31	1	0	24	0,09	125	0,16	64	0,20	116	0,23	58	0,35	2	0,48
32 - Mat. Eletrônico e Com.	4	0	0	0	0	0	1	0	24	0,08	2	0	43	0,26	0	0,02
33 -Equip. de Precisão	7	0,01	0	0	3	0,01	1	0	15	0,05	12	0,02	102	0,62	0	0
34 - Veíc. Autom	239	0,29	10	0,05	120	0,43	162	0,20	1.113	3,50	121	0,24	382	2,32	2	0,51
35 - Eq. Transp.	391	0,47	152	0,79	109	0,39	62	0,08	715	2,25	171	0,34	1.006	6,10	21	6,43
36 - Mobil./div.	64	0,08	31	0,16	110	0,39	38	0,05	1.216	3,83	41	0,08	448	2,71	2	0,55
TOTAL	83.115		19.191		27.827		79.283		31.778		49.944		16.502		324	

Nota: (-) sem informação

Fontes: Baseado no cadastro do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003; IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual 2003 – Empresa, e na publicação do Banco Mundial, *The Industrial Pollution Projection System*. World Bank. Washington D. C. (HETTIGE et al., 1995).

Na Tabela 7 são apresentadas as divisões industriais que contribuem, em conjunto ou isoladamente, com pelo menos 50% do Potencial Poluidor para os parâmetros de poluição do ar, confirmando as principais divisões industriais destacadas na Tabela 6. Observa-se que Minerais Não-metálicos é a principal divisão em emissão potencial para os poluentes PM10, PT e NO₂. Para os demais poluentes as divisões majoritárias são Metalurgia (SO₂, CO e Metais Tóxicos do ar), Refino de Petróleo (VOC) e Química (Tóxicos do ar). Estes resultados sugerem que, para monitorar e controlar as emissões de poluentes do ar, no Estado do Rio de Janeiro, as atenções devem priorizar estas quatro divisões industriais.

Assim, um pequeno grupo de divisões industriais concentra as emissões potenciais de poluentes do ar. Além disso, embora não esteja explícito na Tabela 7, dentro dessas divisões industriais, poucas Unidades Locais (ULs) respondem pela quase totalidade das emissões potenciais. Por exemplo, nove ULs de Minerais Não-metálicos contribuem com 60% da emissão potencial de PM10 e seis ULs de Metalurgia contribuem com 63% das emissões potenciais de SO₂. Portanto, pode-se inferir que a emissão industrial de poluentes para o ar no Estado do Rio de Janeiro é concentrada tanto em termos de divisões industriais quanto de unidades locais industriais.

Tabela 7 – Divisões industriais que contribuem, em conjunto ou isoladamente com pelo menos 50% do Potencial Poluidor, segundo os parâmetros de poluição do ar, no Estado do Rio de Janeiro – 2003

Parâmetro de poluição	Divisões industriais	Parâmetro de poluição	Divisões industriais
SO ₂	Metalurgia (31%) Refino de petróleo (20%)	VOC	Refino de Petróleo (28%) Química (23%)
PM10	Minerais Não-metálicos (59%) Metalurgia (25%)	NO ₂	Minerais Não-metálicos (27%) Refino de Petróleo (20%) Metalurgia (15%)
PT	Minerais Não-metálicos (51%) Metalurgia (17%)	Tóxicos do ar	Química (39%) Metalurgia (10%) Plásticos e Borracha (8%)
CO	Metalurgia (38%) Químicas (29%)	Metais tóxicos do ar	Metalurgia (64%)

Fontes: Baseado no cadastro do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003; IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual 2003 – Empresa, e na publicação do Banco Mundial, *The Industrial Pollution Projection System*. World Bank. Washington D. C. (HETTIGE et al., 1995).

No próximo item são apresentados, com mais detalhes, os resultados do potencial poluidor para os poluentes do ar SO₂ e PM10.

3.3 - Potencial Poluidor do ar em relação aos poluentes SO₂ e PM10

É difícil comprovar que as emissões dos poluentes SO₂ e PM10 estão associadas ao aparecimento ou agravamento de doenças do aparelho respiratório, tais como a asma, bronquite e o enfisema. No entanto, um estudo desenvolvido no Município do Rio de Janeiro demonstrou que o SO₂ e o PM10 estão associados com a mortalidade e a morbidade (admissões hospitalares) de idosos e crianças por doenças respiratórias (MMA, 2005).

O Inventário de Fontes Emissoras de Poluentes Atmosféricos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro concluiu que 88% do SO₂ emitido no município é proveniente das atividades

industriais (FEEMA, 2004). Este mesmo estudo indicou que o PM10 é resultante da queima de combustíveis fósseis mais pesados, utilizados tanto nos processos industriais (óleo combustível), quanto nos veículos automotores (diesel).

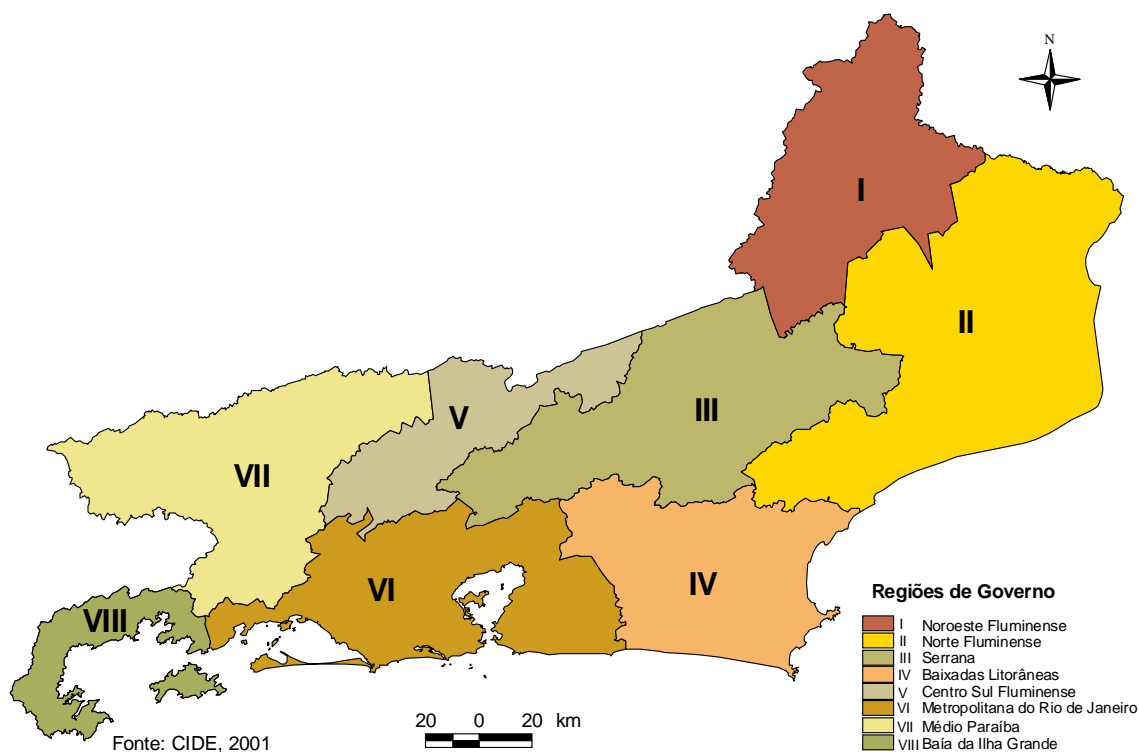
Por conta disto, estes poluentes foram selecionados para uma análise mais detalhada no presente estudo.

Os resultados apresentados anteriormente (Tabelas 6 e 7) mostram que os potenciais de emissão dos poluentes SO₂ e PM10 das indústrias do Estado do Rio de Janeiro concentram-se nas divisões Metalúrgica e Minerais Não-metálicos, respectivamente.

O detalhamento do potencial poluidor para o SO₂ e o PM10 possibilita identificar os municípios onde há maior emissão potencial destes poluentes do ar, definindo, em cada município, quais os segmentos industriais que mais contribuem para esse potencial. Os municípios com elevado potencial emissor merecem atenção especial quanto à saúde da população.

A Figura 1 apresenta as oito Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro (CIDE, 2001), que servirão, daqui em diante, para localizar as áreas mais críticas em termos de potencial poluidor.

Figura 1 - Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro



Nas Tabelas 8 e 9 são apresentados os dez municípios do Estado do Rio de Janeiro com os maiores valores de emissão potencial de SO₂ e PM10, de acordo com a aplicação do IPPS. A observação dessas tabelas mostra que, para os municípios listados, um pequeno número de

indústrias (ULs) pertencentes a um máximo de quatro divisões industriais é responsável pela grande maioria (mais de 75%) das emissões potenciais de SO₂ e PM10. Assim, o monitoramento e controle das emissões destes poluentes pode se concentrar nas divisões e ULs industriais de maior emissão.

Em relação à emissão industrial de SO₂, o município do Rio de Janeiro é o que possui o maior potencial emissor no estado, com 31% do total estadual (Tabela 8). Nesse município, a divisão de Metalurgia é a principal emissora de SO₂, com 33% do potencial municipal. A Química, segunda divisão mais importante em emissão de SO₂, participa com 18% do potencial no município do Rio de Janeiro. A metalúrgica e a química contribuem com mais da metade do potencial poluidor industrial de SO₂ no município. Essas duas divisões reúnem cerca de 3% das indústrias do estado (8,5% das indústrias do município).

Na metalurgia, a emissão de SO₂ tem origem, principalmente, na queima de combustíveis fósseis. No caso da química, a maior fonte é a indústria petroquímica. O controle das emissões de SO₂ é importante devido aos efeitos desse gás sobre os seres humanos (doenças respiratórias) e à formação de chuva ácida quando de sua reação com o oxigênio e a água na atmosfera. Neste caso, as conseqüências recaem sobre o solo, a flora e a fauna aquática, além da corrosão das fachadas de edifícios e monumentos.

Duque de Caxias se destaca com o 2º maior potencial emissor industrial de SO₂ no estado. No município, a divisão de Refino de Petróleo é amplamente majoritária em emissão potencial de SO₂. A química, com cerca de 1/8 do potencial poluidor da divisão de refino, é a 2ª divisão industrial com maior emissão potencial.

Tabela 8 - Emissão potencial de SO₂ e as tipologias que mais contribuem para este potencial, segundo os 10 municípios maiores emissores potenciais do Estado do Rio de Janeiro - 2003

Município	SO ₂ (t/ano)	% SO ₂ no estado	Divisões industriais que mais contribuem para o potencial poluidor	% de Potencial Poluidor das divisões industriais, em relação ao município	Número de Indústrias por divisão industrial
Rio de Janeiro	25.570	31	Metalurgia Química Minerais Não-metálicos Refino de Petróleo	33 18 14 13	198 521 357 2
Duque de Caxias	17.960	22	Refino de Petróleo Química	76 9	2 152
Volta Redonda	10.646	13	Metalurgia Minerais Não-metálicos Produtos de Metal	72 21 5	7 26 54
Cantagalo	4.179	5	Minerais Não-metálicos	99	5
Barra Mansa	3.870	5	Metalurgia Minerais Não-metálicos	79 12	11 19
Barra do Piraí	2.457	3	Metalúrgica Minerais Não-metálicos	79 11	7 19
Campos dos Goytacazes	2.064	2	Alimentos e Bebidas Minerais Não-metálicos	78 13	122 164
São Gonçalo	1.419	2	Química Celulose e Papel Metalurgia	47 16 15	38 15 23
Nova Iguaçu	1.374	2	Minerais Não-metálicos Metalurgia Química	36 26 24	57 20 73
Guapimirim	1.356	2	Celulose e Papel Metalurgia	92 6	4 4

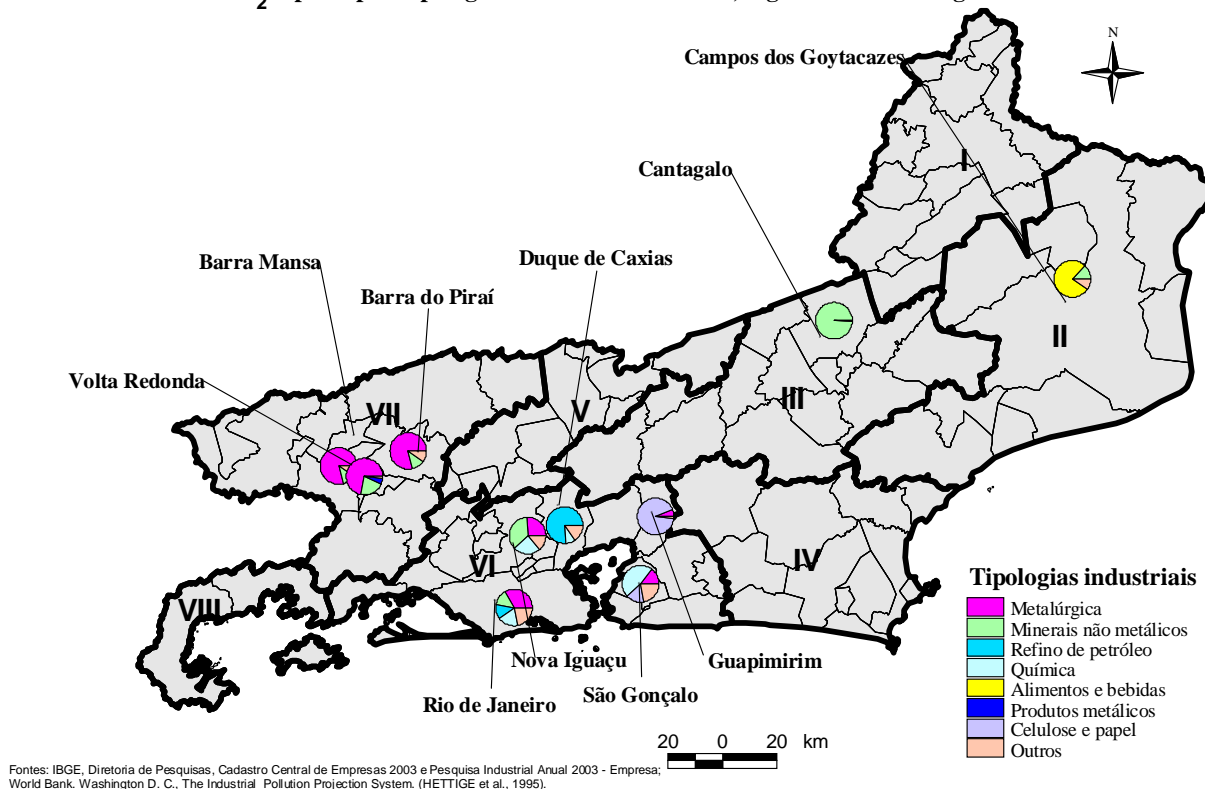
Fontes: Baseado no cadastro do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003; IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual 2003 – Empresa, e na publicação do Banco Mundial, *The Industrial Pollution Projection System*. World Bank. Washington D. C. (HETTIGE et al., 1995).

Dos dez municípios de maior participação na geração potencial de SO₂, metade está localizada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Duque de Caxias, São Gonçalo, Nova Iguaçu e Guapimirim (Figuras 1 e 2). Nesta região, cinco divisões industriais contribuem com os maiores potenciais emissores para este poluente, na seguinte ordem: Metalurgia, Refino de Petróleo, Química, Minerais Não-metálicos e Celulose e Papel. Em Duque de Caxias e Guapimirim uma única divisão industrial contribui com mais de 80% do potencial de emissão de SO₂: Refino de Petróleo, e Celulose e Papel, respectivamente.

Nos municípios da Região do Médio Vale do Paraíba do Sul (Figuras 1 e 2), Volta Redonda, Barra Mansa e Barra do Piraí, a metalurgia responde por mais de 70% das emissões potenciais em cada um deles. Os três municípios possuem, em conjunto, 21% do potencial emissor de SO₂ no estado, e ocupam a 3^a, 5^a e 6^a posições, respectivamente, no ranking dos municípios maiores emissores potenciais de SO₂. Nesta região, as indústrias metalúrgicas e de Minerais Não-metálicos contribuem, juntas, com mais de 90% das emissões potenciais de SO₂.

Estes resultados indicam que no Médio Paraíba do Sul o monitoramento e controle da emissão de SO₂ deve ser priorizado nas indústrias metalúrgicas e de Minerais Não-metálicos.

Figura 2 - Localização dos dez municípios do Estado do Rio de Janeiro com maior emissão potencial de SO₂ e principais tipologias industriais emissoras, segundo a metodologia IPPS: 2003



Em relação aos PM₁₀ (particulados com diâmetro menor do que 10 microns), o município do Rio de Janeiro (Tabela 9), com 25%, é o maior em potencial de emissão desse poluente. A divisão de Minerais Não-metálicos, com 357 indústrias (Unidades Locais), é a principal emissora potencial, emitindo mais da metade do PM₁₀ do município.

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) concentra cerca de 76% da população do estado, dos quais 54% vivem no município do Rio de Janeiro (IBGE, Censo Demográfico 2000). A RMRJ (Figura 3) apresenta uma grande concentração de fontes de emissão potencial de PM₁₀, resultado da concentração de indústrias e da sua frota de veículos. As emissões veiculares não foram estimadas neste trabalho. Nova Iguaçu, Duque de Caxias e Itaboraí são os outros municípios da RMRJ presentes entre os dez maiores emissores potenciais de PM₁₀ do estado.

Volta Redonda (21%), Barra Mansa (6%) e Barra do Pirai (4%), ocupam a 2^a, 4^a, e 5^a posições, respectivamente, e estão localizadas no trecho médio do vale do Paraíba do Sul (Figura 3). Em cada um desses três municípios (Tabela 9), as indústrias metalúrgicas contribuem com mais de 50% do potencial poluidor de PM₁₀. Volta Redonda responde pela maior produção metalúrgica do estado (IBGE, PIA - Empresa 2005). Estes resultados sugerem que as ações de monitoramento e controle da poluição por PM₁₀ nesta região do estado devem ser direcionadas às metalúrgicas.

Tabela 9 - Emissão potencial de PM10 e as tipologias que mais contribuem para este potencial, segundo os 10 municípios maiores emissores potenciais do Estado do Rio de Janeiro - 2003

Município	PM10 (t/ano)	% PM10 no estado	Divisões Industriais que mais contribuem para o potencial poluidor	% de potencial poluidor das Divisões Industriais, em relação ao município	Número de indústrias por Divisão Industrial
Rio de Janeiro	4.844	25	Minerais Não-metálicos Metalurgia Química	54 22 8	357 198 521
Volta Redonda	4.031	21	Metalurgia Minerais Não-metálicos	51 45	7 26
Cantagalo	3.443	18	Minerais Não-metálicos	99	5
Barra Mansa	1.243	6	Metalurgia Minerais Não-metálicos	64 30	11 19
Barra do Piraí	775	4	Metalurgia Minerais Não-metálicos	69 30	7 19
Nova Iguaçu	573	3	Minerais Não-metálicos Química Alimentos e Bebidas	69 14 8	57 73 91
Duque de Caxias	523	3	Química Refino de Petróleo Minerais Não-metálicos	29 26 16	152 2 76
Campos dos Goytacazes	426	2	Minerais Não-metálicos Alimentos e Bebidas	84 8	164 122
Itaboraí	353	2	Minerais Não-metálicos	96	76
Macaé	279	1	Produtos de Metal Minerais Não-metálicos	89 4	42 14

Fontes: Baseado no cadastro do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003; IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual 2003 – Empresa, e na publicação do Banco Mundial, *The Industrial Pollution Projection System*. World Bank. Washington D. C. (HETTIGE et al., 1995).

Em Cantagalo, 3º colocado em emissão potencial de PM10, as emissões são provenientes unicamente da divisão de Minerais Não-metálicos, envolvendo apenas cinco indústrias. Esse município, localizado na Região Serrana do estado, se destaca pela fabricação de cimento, cuja produção gera grande quantidade de particulados.

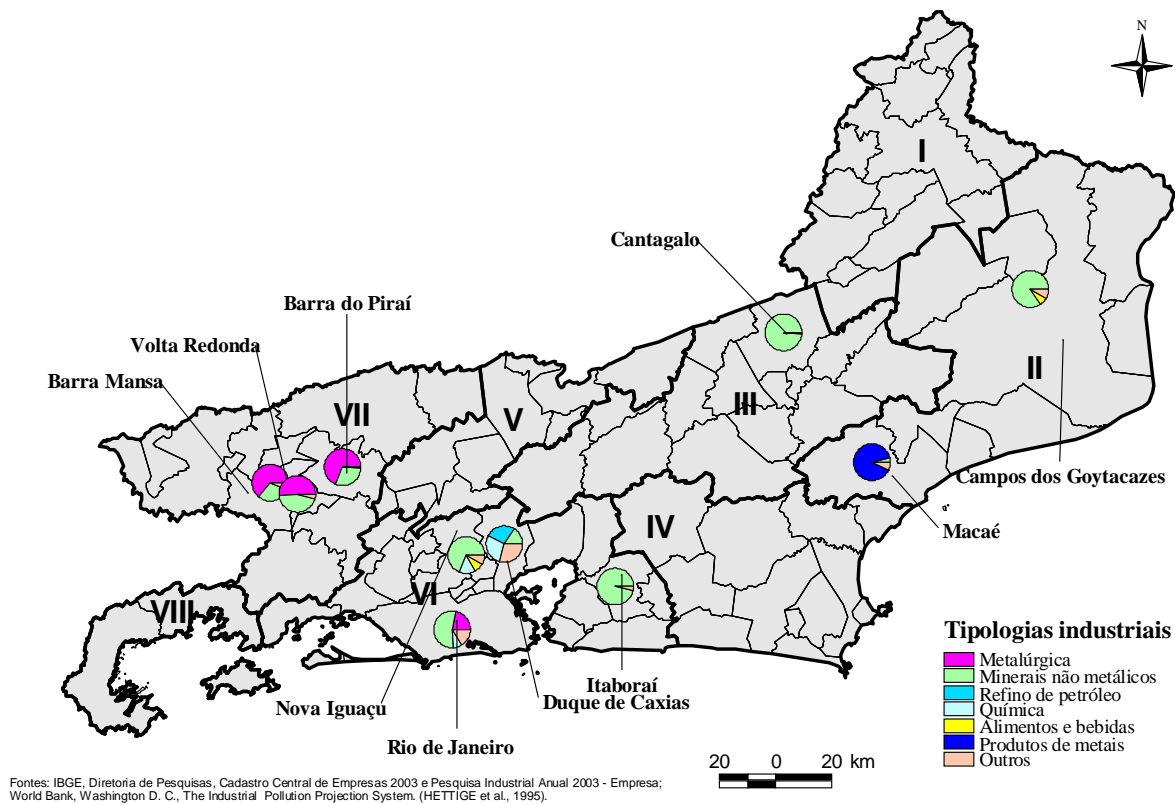
Rio de Janeiro, Volta Redonda e Cantagalo respondem, juntos, por 64% do potencial de emissão industrial de PM10 no Estado do Rio de Janeiro. Minerais Não-metálicos, nos três municípios, e Metalúrgica, no Rio de Janeiro e em Volta Redonda, são as divisões com maior contribuição para o potencial emissor de PM10.

Há, portanto, dois núcleos no Estado do Rio de Janeiro com elevada emissão potencial industrial de PM10: a RMRJ (Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, Duque de Caxias e Itaboraí), com 33% da emissão potencial, e a Região do Médio Paraíba (Volta Redonda, Barra Mansa e Barra do Piraí) com 31%.

Nessas regiões, as divisões industriais com maiores emissões potenciais de PM10 somam, em cada município, mais de 70% do potencial poluidor (tabela 9). Nos municípios da Região do Médio Paraíba as divisões de Metalurgia e Minerais Não-metálicos somam mais de 90% das contribuições potenciais desse poluente do ar. Embora não esteja explícito na Tabela 9, poucas Unidades Locais (ULs), em média duas respondem por mais de 45% dessas emissões potenciais.

Este resultado mostra que o monitoramento e o controle da emissão industrial de PM10 pode ser concentrado em alguns segmentos da indústria e em poucas unidades industriais.

Figura 3 - Localização dos dez municípios do Estado do Rio de Janeiro com maior emissão potencial de PM10 e principais tipologias industriais emissoras, segundo a metodologia IPPS: 2003



Situação similar ocorre nos municípios da RMRJ, onde poucas ULs e divisões industriais respondem pela maior parte do potencial emissor de PM10. Neste caso, 13 ULs no Rio de Janeiro (referentes às divisões: Minerais Não-metálicos, Metalurgia, e Alimentos e Bebidas), 4 ULs em Nova Iguaçu (divisões Minerais Não-metálicos, Alimentos e Bebidas, e Química), 18 ULs em Duque de Caxias (divisões Refino de Petróleo, Química, Produtos de Metal, Minerais Não-metálicos e Metalúrgica) e 14 ULs em Itaboraí (todas da divisão Minerais Não-metálicos), contribuem com mais de 60% do potencial poluidor de PM10 de cada município.

Em resumo, para o Estado do Rio de Janeiro, as áreas críticas para SO₂ e PM10 são a RMRJ e o Médio Paraíba do Sul. Os resultados indicam que um pequeno número de unidades industriais, especialmente concentradas, é responsável pela maior parte do potencial de emissão destes poluentes para a atmosfera no Rio de Janeiro. Sendo assim, é possível monitorar e controlar as emissões industriais de poluentes gasosos no Estado do Rio de Janeiro priorizando alguns segmentos da indústria e poucas Unidades Locais industriais. Uma atuação concentrada nas divisões industriais e ULs com maior potencial de emissão pode resultar num controle e monitoramento da poluição industrial bastante efetivo e com custo relativamente baixo.

3.4 - ESTUDOS COMPARATIVOS COM OS RESULTADOS DO IPPS PARA OS POLUENTES DO AR PM10 E SO₂ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

A metodologia IPPS, elaborada usando os padrões tecnológicos das indústrias americanas do final da década de 1980, necessita de ajustes para tornar as estimativas das emissões potenciais mais representativas da realidade brasileira. Além disto, tipologias industriais importantes para o Brasil não são abrangidas pelo IPPS, como a indústria extrativa mineral e a álcoolquímica, por exemplo.

Como atividade preliminar a este ajuste foi verificada a convergência entre os municípios e as tipologias identificadas como críticas segundo a metodologia IPPS, para os poluentes PM10 e SO₂, e os municípios e as tipologias identificados pelo critério da FEEMA como de alto potencial poluidor.

Também foram comparados os municípios identificados pelo IPPS como de maior potencial poluidor do ar, para PM10 e SO₂, com aqueles com os maiores índices de internação por doenças respiratórias em idosos, segundo os dados do DATASUS.

Nos próximos itens são apresentados os resultados encontrados nessas comparações.

3.4.1 – Critério da FEEMA de classificação de Potencial Poluidor das indústrias do Estado do Rio de Janeiro

Classificar as indústrias quanto ao seu potencial poluidor permite determinar que tipologias se encontram na condição de atividades capazes de poluir mais intensamente. Neste trabalho, o objetivo de utilizar o critério de classificação do potencial poluidor da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – FEEMA às indústrias do Estado do Rio de Janeiro foi comparar esse método qualitativo de classificação das atividades potencialmente poluidoras desenvolvido por técnicos da FEEMA, com o resultado do IPPS e verificar se há concordância entre os dois critérios. A classificação da FEEMA, além de ser um referencial metodológico brasileiro importante na avaliação das atividades industriais potencialmente poluidoras, é também parte integrante do Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras – SLAP, definido no Decreto 1633 de 21/12/1977, do Estado do Rio de Janeiro.

O critério da FEEMA classifica as tipologias industriais em quatro níveis de potencial poluidor: **A** - alto potencial poluidor; **M** - médio potencial poluidor; **B** - baixo potencial poluidor; **D** - potencial poluidor desprezível (FEEMA/1993).

As tipologias são classificadas para os parâmetros da água: **DBO** (demanda bioquímica de oxigênio), **ST** (substâncias tóxicas), **OG** (óleos e graxas), **MS** (material em suspensão); e parâmetros do ar: **PS** (partículas em suspensão), **SO₂** (dióxido de enxôfre), **NO_x** (óxidos de nitrogênio), **HC** (hidrocarbonetos) e odores.

Na classificação da FEEMA o potencial poluidor geral de uma tipologia industrial é tomado como o maior potencial da água e/ou do ar. O potencial poluidor em relação ao ar e à água, separadamente, é definido pelo parâmetro de maior potencial, ou seja, uma tipologia com alto potencial poluidor de partículas em suspensão, médio potencial de hidrocarbonetos, médio potencial de demanda bioquímica de oxigênio e baixo potencial de substâncias tóxicas é classificado como alto potencial poluidor do ar e médio potencial poluidor da água. O potencial poluidor geral é definido pelo maior potencial, independentemente de ser o mesmo ar ou água.

Por exemplo, uma tipologia com alto potencial de ar e médio potencial de água é classificado como alto potencial geral. Essa metodologia foi desenvolvida a partir do conhecimento empírico acumulado pela FEEMA no setor de Controle de Poluição. A classificação prevê o potencial teórico por tipologia e não o potencial real por atividade, o que necessitaria da quantificação de outras variáveis como: porte, processo e carga de poluição, entre outras (FEEMA,1993).

Neste estudo foram selecionadas as Unidades Locais industriais do Estado do Rio de Janeiro (ano de 2003) que, de acordo com o critério adotado pela FEEMA, têm alto (A) potencial poluidor do ar, e a elas foi novamente aplicada a metodologia IPPS. Para se desenvolver este trabalho foi preciso correlacionar¹³ os códigos de classificação das atividades industriais da FEEMA com os do IBGE. Essa correlação foi feita comparando-se as descrições de atividades industriais dos manuais de classificação industriais: MN-050.R-1 da FEEMA (1993) e a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 1.0 do IBGE (IBGE, 2004). Ocorreram dificuldades durante esta tarefa. Algumas classes de tipologias industriais da FEEMA estão agrupadas em uma única classe CNAE 1.0. É o caso, por exemplo, das classificações da FEEMA 262110 (Abate de reses e preparação de carne para terceiros), 262115 (Abate de reses e preparação de carne verde por conta própria e de subprodutos) e 262120 (Abate de reses em matadouros frigoríficos e preparação de conservas de carne e subprodutos) que correspondem à classe 1511 (Abate de reses, preparação de produtos de carne) da CNAE 1.0. Isso indica que os códigos da FEEMA são mais desagregados do que os da CNAE 1.0. No presente estudo, em casos como os do exemplo, ao proceder a correlação entre as duas classificações assumiu-se a classe industrial da FEEMA com maior potencial poluidor.

3.4.1.1 - Aplicação da classificação de Potencial Poluidor da FEEMA às Indústrias do Estado do Rio de Janeiro e comparação com os resultados do IPPS

Aplicando o critério da FEEMA às 21.891 ULs do Estado do Rio de Janeiro foram identificadas 2.106 ULs com Alto Potencial Poluidor para o SO₂ e 1.382 ULs com Alto Potencial

¹³ A compatibilização do código CNAE 1.0 com o código da FEEMA foi realizada pelos técnicos Lucy Teixeira Guimarães - CREN/DGC/IBGE e Rosane de Andrade Memoria Moreno - CREN/DGC/IBGE com correção de Therezinha Maria Lamêgo do Nascimento - Gerente de Projeto de Classificação de Produtos da Coordenação de Estatísticas Econômicas e Classificações – CEEC/DPE/IBGE.

Poluidor para o PM10 (Tabela 10), representando, respectivamente, 10% e 8% das ULs que contribuem para a emissão potencial dos poluentes SO₂ e PM10 no estado, segundo a metodologia IPPS. Calculando a emissão potencial IPPS para essas ULs com Alto Potencial Poluidor (critério da FEEMA) os resultados foram 37.359 t/ano de SO₂ e 14.644 t/ano de PM10. Isto equívale, respectivamente, a 45% e 76% das emissões potenciais totais calculadas para o estado.

Tabela 10 – Número de Unidades Locais Industriais e Potencial de Emissão IPPS do Estado do Rio de Janeiro para os poluentes PM10 e SO₂ – 2003

Número de Unidades Locais	SO ₂	PM10	Emissão Potencial IPPS (t/ano)	SO ₂	PM10
Estado	21.576	17.988	ULs do estado	83.115	19.191
Classificadas como Alto Potencial Poluidor da FEEMA	2.106	1.382	ULs com Alto Potencial Poluidor (critério da FEEMA)	37.359	14.644
%	10	8	%	45	76

Fontes : IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003; IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual 2003 - Empresa; Banco Mundial, Departamento de Pesquisa Política, Coeficientes de Intensidade de Poluição Industrial 1987.

Nas Tabelas 11 e 12 são apresentados os 10 maiores municípios em emissão potencial (IPPS) para as ULs com Alto Potencial Poluidor de SO₂ e PM10 da FEEMA.

Na Tabela 11, referente ao SO₂, Duque de Caxias, com 47%, é o município de maior potencial emissor. Refino de Petróleo é a tipologia industrial de maior potencial de emissão de SO₂ neste município.

No Rio de Janeiro, o 2º município em emissão de SO₂ no estado, a Metalurgia é a principal emissora. Neste município, Metalurgia e Refino de Petróleo contribuem juntos com mais de 80% do potencial poluidor de SO₂ entre as ULs de Alto Potencial Poluidor.

Duque de Caxias, Rio de Janeiro, São Gonçalo, Nova Iguaçu e Itaguaí, localizados na RMRJ (Tabela 11 e Figura 4), sobressaem como importante núcleo de emissão potencial de SO₂ do estado, com um total de 81% das emissões.

Observa-se na Tabela 11 que a Região do Médio Paraíba, com quatro municípios (Barra do Piraí, Barra Mansa, Resende e Volta Redonda), é a segunda em potencial de emissão de SO₂. Em Resende, a Química é a tipologia que se destaca. Já nos três outros municípios a Metalurgia ocupa a primeira posição do *ranking*, com contribuições acima de 85% para o potencial de emissão de SO₂.

Comparando-se as emissões potenciais de SO₂ apresentadas nas Tabelas 8 e 11, que referem-se, respectivamente, ao total de ULs do estado e àquelas ULs selecionadas como de Alto Potencial Poluidor pelo critério da FEEMA, observa-se que dos dez municípios em destaque, oito são os mesmos nas duas tabelas. Em relação às tipologias industriais, com exceção de Nova Iguaçu, em que Minerais Não-metálicos, primeira no município (Tabela 8), não coincide com a primeira divisão (Metalurgia) da Tabela 11, as divisões industriais maiores emissoras potenciais de SO₂ nos demais municípios são as mesmas nas duas tabelas.

Para os municípios do Rio de Janeiro (RMRJ), Volta Redonda, Barra Mansa e Barra do Piraí (Região do Médio Paraíba), a Metalurgia é a maior emissora potencial industrial de SO₂, indicando esta tipologia como prioritária em termos de monitoramento e controle da poluição do ar (Tabelas 8 e 11).

Nas Figuras 2 e 4, referentes, respectivamente, às emissões potenciais totais de SO₂ e as emissões com o uso do critério FEEMA, ficam evidenciadas as regiões do estado mais críticas em termos deste poluente do ar: RMRJ e Médio Vale do Paraíba do Sul, com a região do Norte Fluminense também em destaque.

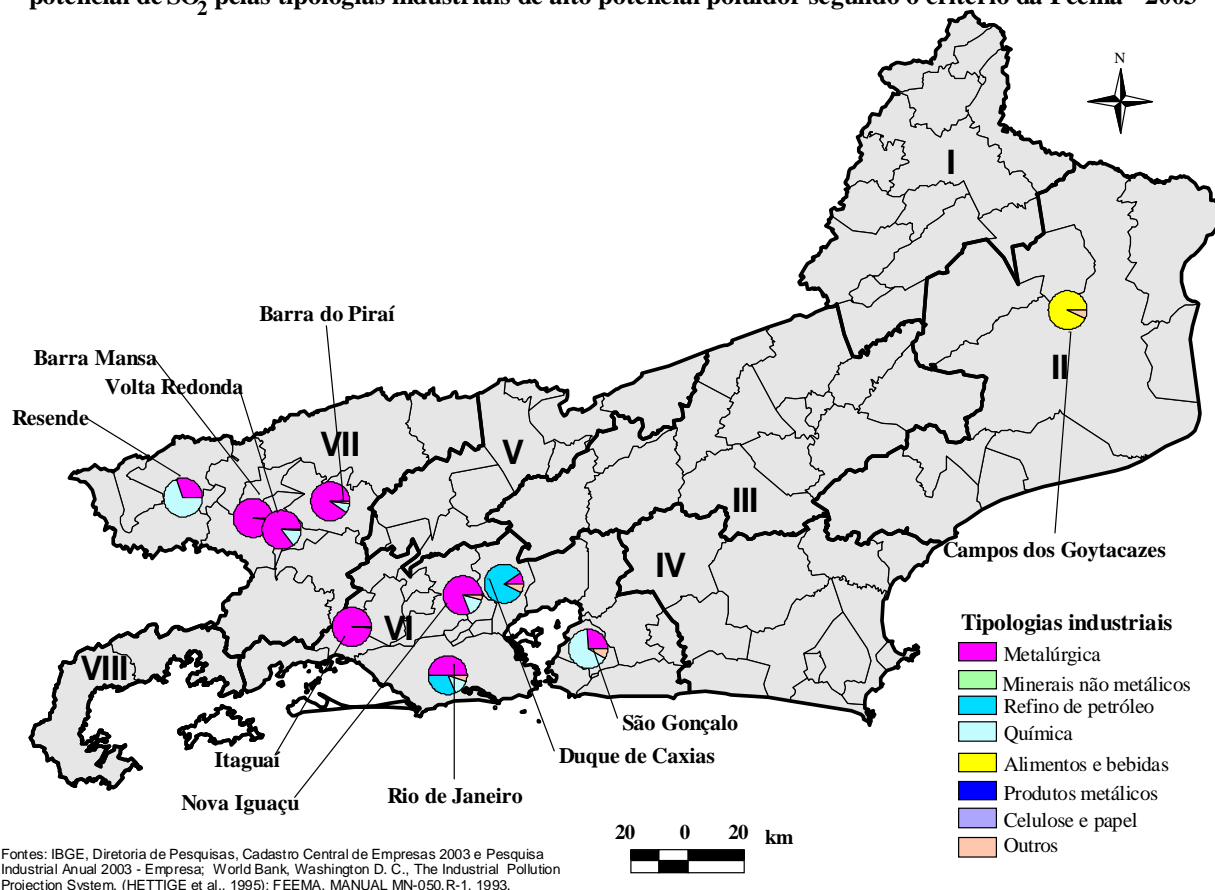
A comparação entre os maiores contribuintes em emissão potencial IPPS para todas as ULs do estado e as ULs selecionadas pelo critério da FEEMA indica haver convergência entre esses dois métodos de identificação e seleção de indústrias potencialmente poluidoras. Foram identificados os mesmos municípios como críticos em emissão potencial, e na maioria desses municípios foram identificadas as mesmas tipologias industriais como as maiores emissoras potenciais de SO₂.

Tabela 11 - Emissão potencial de SO₂ pelas tipologias com Alto Potencial Poluidor, pelo critério da FEEMA, segundo os 10 municípios maiores emissores potenciais do Estado do Rio de Janeiro - 2003

Município	Emissão Potencial de SO ₂ (IPPS) (t/ano)	% SO ₂ no estado	Divisões Industriais que mais contribuem para o potencial poluidor, por município	% de potencial poluidor das Divisões Industriais, em relação ao município	Número de Indústrias por Divisão Industrial
Duque de Caxias	16.354	47	Refino de Petróleo Metalurgia	83 9	2 47
Rio de Janeiro	10.489	30	Metalurgia Refino de Petróleo Química	50 32 13	177 2 116
Barra do Piraí	2.164	6	Metalurgia	90	6
Barra Mansa	1.786	5	Metalurgia	99	9
Campos dos Goytacazes	1.687	5	Alimentos e Bebidas	93	8
Resende	866	2	Química Metalurgia	69 31	1 1
São Gonçalo	733	2	Química Metalurgia	66 26	10 22
Nova Iguaçu	384	1	Metalurgia Química	81 15	18 13
Volta Redonda	361	1	Metalurgia Química	85 14	4 2
Itaguaí	312	1	Metalurgia	99	9

Fontes: Baseado no cadastro do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003; IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual 2003 – Empresa, e na publicação do Banco Mundial, *The Industrial Pollution Projection System*. World Bank. Washington D. C. (HETTIGE et al., 1995).

Figura 4 - Localização dos dez municípios do Estado do Rio de Janeiro de maior emissão potencial de SO₂ pelas tipologias industriais de alto potencial poluidor segundo o critério da Feema - 2003



Fazendo-se a mesma avaliação entre os resultados das emissões potenciais IPPS de PM₁₀ para todas ULs do estado (Tabela 9) e para aquelas selecionadas pelo critério da FEEMA (Tabela 12), nota-se que, com exceção dos municípios do Rio de Janeiro e de Volta Redonda, que encontram-se em posições invertidas nas duas Tabelas (1^o e 2^o lugares), os cinco municípios seguintes mantêm a mesma seqüência. Em relação às principais divisões industriais, somente o município de Duque de Caxias, o 7^o no ranking, não mantém as divisões na mesma ordem de contribuição do potencial de emissão de PM₁₀. Assim, considera-se que os dois resultados são convergentes.

Constata-se, também, que apenas quatro tipologias industriais respondem pela maior parte do potencial poluidor de PM₁₀ no estado do Rio de Janeiro: Minerais Não-metálicos, Metalúrgica, Química e Produtos de Metal, na tabela 9 e Minerais Não-metálicos, Metalúrgica, Química e Refino de Petróleo, na Tabela 12.

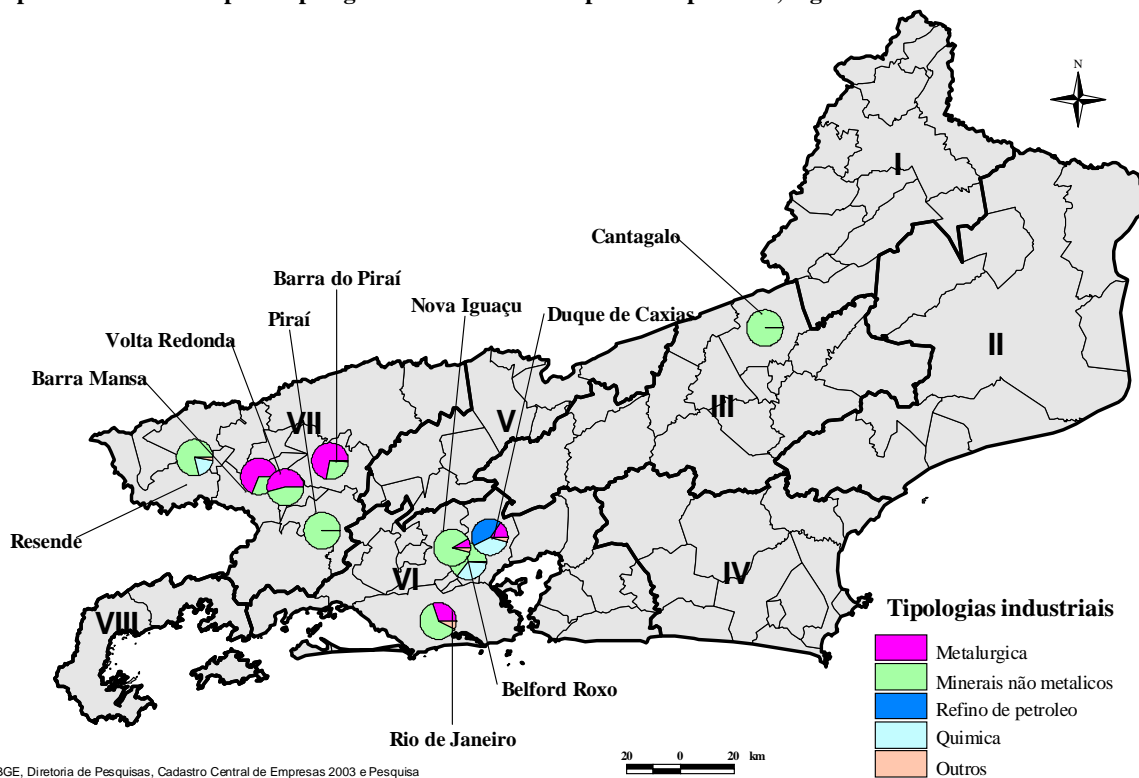
Comparando-se as Figuras 3 e 5, observa-se que em ambas as regiões Metropolitana do Rio de Janeiro, Médio Vale do Paraíba do Sul e Serrana são evidenciadas como as com as maiores emissões potenciais de PM₁₀.

Tabela 12 - Emissão potencial de PM10 pelas tipologias com Alto Potencial Poluidor, pelo critério da FEEMA, segundo os 10 municípios maiores emissores potenciais do Estado do Rio de Janeiro - 2003

Município	Emissão Potencial de PM10 (t/ano)	%PM10 no estado	Divisões industriais com Alto Potencial Poluidor que mais contribuem para o potencial poluidor por município	% de potencial das Divisões Industriais com Alto Potencial Poluidor, em relação ao município	Número de indústrias por Divisão Industrial
Volta Redonda	3.863	28	Metalurgia	54	7
			Minerais Não-metálicos	46	2
Rio de Janeiro	3.543	25	Minerais Não-metálicos	63	79
			Metalurgia	30	196
Cantagalo	3.440	25	Minerais Não-metálicos	100	3
Barra Mansa	1.150	8	Metalurgia	69	11
			Minerais Não-metálicos	31	4
Barra do Pirai	737	5	Metalurgia	72	7
			Minerais Não-metálicos	27	4
Nova Iguaçu	394	3	Minerais Não-metálicos	88	6
			Metalurgia	8	20
Duque de Caxias	321	2	Refino de Petróleo	43	2
			Química	37	45
			Metalurgia	15	49
Pirai	179	1	Minerais Não-metálicos	100	2
Belford Roxo	170	1	Minerais Não-metálicos	65	5
			Química	34	3
Resende	114	1	Minerais Não-metálicos	79	3
			Química	18	1

Fontes : IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003; IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual 2003 - Empresa; Banco Mundial, Departamento de Pesquisa Política, Coeficientes de Intensidade de Poluição Industrial 1987.

Figura 5 - Localização dos dez municípios do Estado do Rio de Janeiro, de maior emissão potencial de PM10 pelas tipologias industriais de alto potencial poluidor, segundo o critério Feema - 2003



Fontes: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003 e Pesquisa Industrial Anual 2003 - Empresa; World Bank, Washington D. C., The Industrial Pollution Projection System. (HETTIGE et al., 1995); FEEMA, MANUAL MN-050 R-1, 1993.

A análise comparativa dos maiores contribuintes em emissão potencial IPPS para todas as ULs do estado e as ULs selecionadas pelo critério da FEEMA, para os poluentes do ar SO₂ e PM10, mostra que as atividades industriais identificadas pela metodologia FEEMA como de Alto Potencial Polidor são as mesmas que concentram a maior parte do potencial emissor de poluição quando aplicada a metodologia IPPS. Isso indica boa concordância entre a classificação FEEMA de atividades poluidoras, essencialmente qualitativa, e a metodologia IPPS, de caráter quantitativo (valores estimados).

Este resultado indica que é possível fazer uma composição entre os dois métodos, IPPS e FEEMA, para selecionar as ULs que estão entre as principais emissoras de poluentes de uma região, e assim poder concentrar esforços no controle das atividades industriais mais poluidoras.

Como avaliação qualitativa, o critério da FEEMA é uma ferramenta que auxilia bastante o processo de licenciamento das atividades produtivas. Já a metodologia IPPS permite que a emissão dos poluentes seja estimada, complementando a avaliação qualitativa da FEEMA e auxiliando no processo de licenciamento, ao identificar áreas geográficas já saturadas. No caso de se instituir um instrumento econômico de cobrança pela poluição, alguma forma de quantificação da mesma será indispensável, e os métodos IPPS e FEEMA, em conjunto, podem dar uma boa contribuição.

3.4.2 – Classificação dos municípios segundo o IPPS e dados do DATASUS

Neste estudo, investigou-se a existência de associação entre os resultados da metodologia IPPS e os números de internações e de mortalidade por doenças respiratórias, obtidos do DATASUS¹⁴ para o ano de 2003. Supôs-se que quanto maior o potencial de emissão dos poluentes PM10 e SO₂ do município maiores seriam o número de internações e a mortalidade por essas doenças. Nos próximos itens são apresentados os resultados destas investigações.

3.4.2.1 – Seleção dos dados de internações e de mortalidade do DATASUS

Para realização deste estudo foram usadas informações sobre morbidade (internações) e mortalidade por doenças respiratórias no estado do Rio de Janeiro em 2003, obtidas do DATASUS, para a população acima de 60 anos. Esta faixa etária foi escolhida por contemplar pessoas mais suscetíveis a problemas respiratórios. Os dados do DATASUS foram retirados das tabelas: Morbidade¹⁵ Hospitalar do SUS - por local de residência - Rio de Janeiro, Mortalidade¹⁶ -

¹⁴ Banco de Dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde da Secretaria Executiva do Ministério da Saúde. (MS, 2003a).

¹⁵ Morbidade – doença que motivou a internação, segundo a Classificação Internacional de Doenças – CID (MS, 2003a).

¹⁶ Mortalidade – óbito ocorrido (MS, 2003a).

Rio de Janeiro, e População Residente¹⁷ acima de 60 anos, obtida das projeções populacionais do IBGE (MS, 2003).

Para as internações, dentre as doenças contidas na lista “Morbidades - CID-10”, foram selecionadas a Asma, a Bronquite crônica, o Enfisema e as Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas (DPOC).

Para a mortalidade, dentre as causas mencionadas na lista “Causa - CID-BR-10”, foram selecionadas a Asma e aquelas agrupadas na classe o “Restante de doenças crônicas das vias aéreas inferiores”.

Não foi possível selecionar o mesmo grupo de doenças para as internações e a mortalidade, pois as tabelas do DATASUS não são análogas para estes dois parâmetros, isto é, não abrangem exatamente as mesmas doenças.

Optou-se por selecionar a asma, a bronquite crônica, o enfisema e a DPOC para a morbidade, e a asma e as doenças agrupadas na classe “Restante de doenças crônicas das vias aéreas inferiores” para a mortalidade, por serem aquelas tradicionalmente reconhecidas como causadas ou agravadas pela poluição do ar (GOUVEIA *et al.*, 2003).

3.4.2.2 – Taxas de internação e mortalidade por doenças respiratórias em idosos nos municípios com maiores emissões potenciais para PM10 e SO₂

Na Tabela 13 são listados os dez municípios do Rio de Janeiro com as maiores emissões potenciais de PM10 e SO₂ e os dez com as menores, segundo a metodologia IPPS. A ordenação dos municípios foi obtida a partir do somatório dos postos (*ranking*) que cada município apresenta com relação às emissões potenciais de PM10 e SO₂ (Anexo 4). Nos casos de empate prevaleceu o ranking do PM10, principal poluente associado com a mortalidade e morbidade (admissões hospitalares) de idosos e crianças por doenças respiratórias (MMA, 2005). Deve-se ressaltar que mesmo utilizando-se o PM10 e o SO₂ separadamente, o *ranking* dos municípios não apresenta diferença significativa. A Tabela completa com os postos dos 92 municípios do estado pode ser consultada no Anexo 4.

Para esses 20 municípios (Tabela 13) são apresentados o número e o percentual de internações e de mortalidade causados pelas doenças respiratórias por local de residência, na população de maiores de 60 anos (DATASUS, 2003).

Analisando-se os valores da Tabela 13 observa-se que os municípios de Rio das Flores e São Sebastião do Alto se destacam pelas altas taxas de internação. Estes municípios estão entre os de menor potencial de emissão para PM10 e SO₂ no estado, ou seja, as indústrias instaladas nesses municípios têm emissão potencial de poluentes muito pequena. Neste caso, as causas

¹⁷ População residente: constituída pelos moradores em domicílio localizados no Estado do Rio de Janeiro na data de referência (MS, 2003b).

das altas taxas de internação por problemas do aparelho respiratório não são, provavelmente, as emissões industriais dos poluentes PM10 e SO₂. Quanto à mortalidade, Macuco, Cantagalo e Volta Redonda são os municípios que lideram as taxas de mortalidade pelas doenças respiratórias selecionadas. Macuco integra os municípios com desprezível emissão de PM10 e SO₂, ao contrário de Cantagalo e Volta Redonda, que ocupam a 3ª a 2ª posições, respectivamente, em emissão potencial desses poluentes do ar. No caso de Cantagalo, a elevada taxa de mortalidade por doenças respiratórias pode estar relacionada à alta emissão de particulados e SO₂ pelas indústrias cimenteiras, importante fonte desses poluentes do ar no município.

Rio de Janeiro e Volta Redonda são líderes em emissão potencial de PM10 e SO₂, mas têm baixas taxas de internação. Em relação a taxa de mortalidade, Volta Redonda apresenta a 3ª maior taxa de mortalidade e o 2º maior potencial emissor de PM10 e SO₂ para a atmosfera no estado. Em Volta Redonda, a metalurgia, importante atividade econômica do município, é a principal responsável pela emissão industrial de PM10 e SO₂. Isso talvez justifique sua posição (3º lugar) em termos da taxa de mortalidade. Entretanto, quando olhados em conjunto, não há uma clara associação entre taxas de internação e de mortalidade e potencial emissor de PM10 e SO₂ para os dados da Tabela 13.

Tabela 13 - Municípios do Estado do Rio de Janeiro, classificados pelo Potencial Polidor do Ar, como os 10 maiores e os 10 menores emissores de PM10 e SO₂, população de maiores de 60 anos, número e taxas de internação e de mortalidade por doenças respiratórias em maiores de 60 anos - 2003.

Classificação IPPS	Município	População de maiores que 60 anos (1) (2003)	Número de Internações (2)	Taxa de Internação %	Mortalidade (3)	Taxa de Mortalidade %
1º	Rio de Janeiro	766.544	1.238	0,16	1.352	0,18
2º	Volta Redonda	22.806	196	0,86	91	0,40
3º	Cantagalo	2.179	37	1,70	9	0,41
4º	Barra Mansa	15.458	117	0,76	31	0,20
5º	Duque de Caxias	63.640	226	0,36	98	0,15
6º	Barra do Piraí	9.622	97	1,01	24	0,25
7º	Nova Iguaçu	63.619	172	0,27	118	0,19
8º	Campos dos Goytacazes	41.614	336	0,81	94	0,23
9º	São Gonçalo	85.190	1.590	1,87	189	0,22
10º	Macaé	10.210	34	0,33	33	0,32
83º	Macuco	473	5	1,06	3	0,63
84º	Laje do Muriaé	922	5	0,54	1	0,11
85º	Rio das Flores	822	44	5,35	3	0,36
86º	Conceição de Macabu	1.853	11	0,59	1	0,05
87º	Quatis	980	21	2,14	3	0,31
88º	Trajano de Moraes	1.150	9	0,78	1	0,09
89º	Santa Maria Madalena	1.286	19	1,48	3	0,23
90º	São José de Ubá	657	2	0,30	2	0,30
91º	São Sebastião do Alto	1.054	32	3,04	4	0,38
92º	Rio Claro	1.738	23	1,32	6	0,35

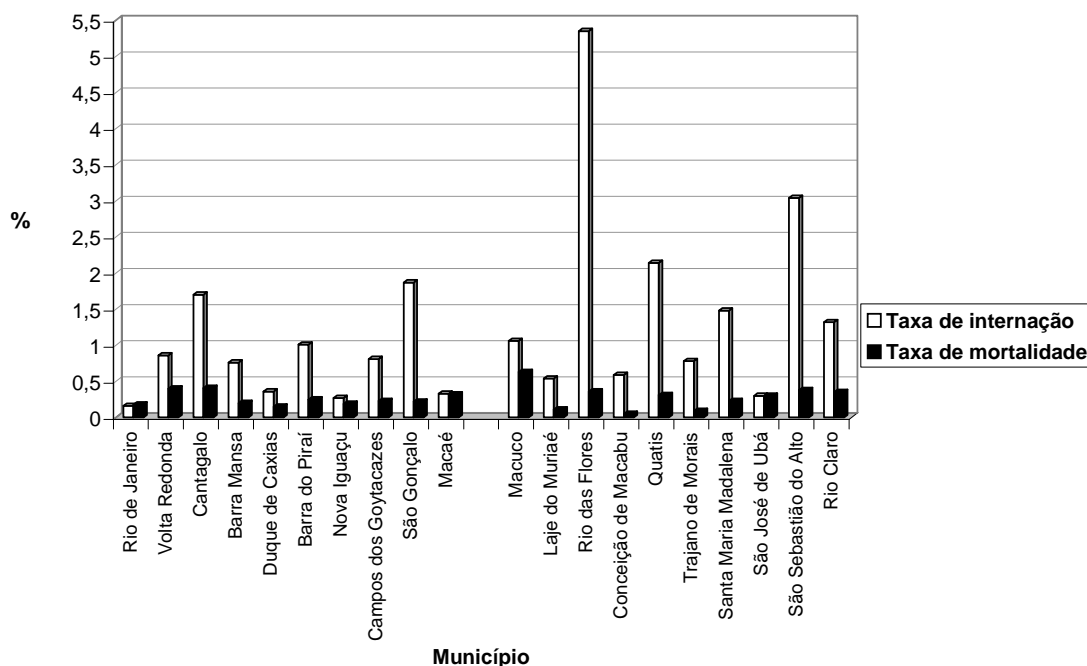
Fontes: (1) MS, 2003b
 (2) MS, 2003a
 (3) MS, 2003ª

No Gráfico 1, elaborado a partir da Tabela 13, observa-se que as taxas de internação são, em geral, bem maiores que as de mortalidade, especialmente nos municípios de menor potencial poluidor. Nota-se também que as taxas de mortalidade por doenças respiratórias crônicas são relativamente mais altas nestes últimos municípios, se comparadas aos primeiros municípios, maiores em emissão potencial de poluentes.

A constatação de que elevadas taxas de internação e de mortalidade são encontradas tanto em municípios com baixo potencial poluidor quanto nos de alto potencial, indica não haver associação entre os dados obtidos pela metodologia IPPS e aqueles do DATASUS.

Entretanto, como alguns municípios têm altos valores de emissão potencial industrial dos poluentes PM10 e SO₂ e apresentam taxas de mortalidade por doenças do aparelho respiratório mais altas (caso de Cantagalo e Volta Redonda), é possível que investigações que considerem outras características dos municípios além da atividade industrial possam levar a resultados mais conclusivos sobre a existência ou não de associação entre o potencial poluidor do ar e as taxas de internações e de mortalidade por doenças respiratórias em idosos.

Gráfico 1 - Comparação entre a taxa de internação⁽¹⁾ e a taxa de mortalidade⁽²⁾ por doenças do aparelho respiratório em maiores de 60 anos, nos 20 municípios do Estado do Rio de Janeiro selecionados pelo potencial poluidor do ar, ano 2003



Nota 1 - Morbidades CID - 10: Asma, Bronquite, Enfisema e outras DPOC.

Nota 2 - Mortalidade CID - 10: Asma e restante das doenças crônicas das vias aéreas inferiores.

Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS), Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso em: nov. 2005.

4 – CONCLUSÕES

Neste trabalho de estimativa de poluição do ar pela aplicação da metodologia IPPS foram identificados os municípios do Estado do Rio de Janeiro mais críticos em emissão potencial de SO₂ e PM₁₀ e as tipologias industriais com maior capacidade de produzir essas emissões. Os resultados indicaram que poucas divisões industriais concentram a maior parte das emissões de poluentes do ar, e que dentro desses segmentos um número reduzido de ULs respondem pela quase totalidade destas emissões potenciais.

Entre os municípios do estado, o Rio de Janeiro é o que concentra o maior número de ULs industriais somando 38% do total, seguido de Duque de Caxias com 6%. Com relação ao potencial de emissão de SO₂ e PM₁₀, as ULs industriais críticas concentram-se em poucos municípios. Rio de Janeiro, Duque de Caxias e Volta Redonda, na emissão de SO₂, e Rio de Janeiro, Volta Redonda e Cantagalo, na emissão potencial de PM₁₀. O potencial emissor industrial de SO₂ e PM₁₀ está concentrado em municípios pertencentes às Regiões Metropolitana do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro e Duque de Caxias), Médio Paraíba do Sul (Volta Redonda) e Serrana (Cantagalo) demonstrando que a poluição industrial é localizada, o que pode facilitar o seu monitoramento e controle. Nesses quatro municípios, dentro do conjunto das 22 divisões

industriais presentes no Estado do Rio de Janeiro, as divisões com as maiores cargas de emissão potencial são: Refino de Petróleo (SO₂), Minerais Não-metálicos e Metalúrgica (SO₂ e PM10).

O número de municípios, divisões e ULs industriais responsáveis pela quase totalidade das emissões potenciais de PM10 e SO₂ é reduzido, portanto, o controle e o monitoramento da poluição industrial pode se concentrar nestas indústrias, agilizando e reduzindo os custos destas ações.

A utilização da metodologia IPPS para os poluentes SO₂ e PM10 para todas as Unidades Locais industriais e para aquelas classificadas pelo critério da FEEMA como de Alto Potencial Poluidor mostrou que as tipologias e regiões críticas são semelhantes nos dois métodos, indicando haver concordância entre os resultados quantitativos do IPPS e qualitativos da FEEMA. Isso permite a composição entre os dois métodos para seleção das principais fontes industriais emissoras de poluentes de uma região, além de auxiliar o processo de licenciamento e de identificação das áreas geográficas já saturadas com a presença de atividades industriais poluidoras.

Ajustes nas metodologias IPPS e FEEMA permitiriam uma melhor compatibilização de seus resultados, facilitando a identificação de áreas e indústrias críticas em termos de potencial poluidor. Os esforços de monitoramento e controle da poluição industrial seriam, então, direcionados para estas áreas e indústrias.

No estudo comparativo entre os resultados do IPPS e do DATASUS, a hipótese de que as emissões potenciais poluentes do ar provocam ou agravam diversas doenças crônicas do aparelho respiratório nos seres humanos não foi comprovada. Novas investigações, com a inclusão de critérios como: características geográficas dos municípios, outras fontes de emissão de poluentes do ar e outros estudos estatísticos, são necessárias para se entender melhor as relações entre emissão potencial de poluentes do ar e saúde respiratória da população.

Apesar das limitações observadas na metodologia IPPS suas estimativas são um bom ponto de partida para estudos de poluição industrial.

A construção de fatores de emissão nacionais e a inclusão de algumas tipologias industriais (mineral extrativa, álcoolquímica, etc.) traria uma significativa melhoria das estimativas de potencial poluidor da metodologia IPPS, criando um modelo mais adequado para estudos e diagnósticos rápidos da poluição ambiental associado ao parque industrial brasileiro.

5 – REFERÊNCIAS

- CIDE. Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro.. *Território*. Secretaria de Estado do Planejamento e Controle – SECPLAN, Estado do Rio de Janeiro, Governo do Estado do Rio de Janeiro,1998
- DECRETO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO nº 1.633 de 21 de dezembro de 1977 – Regulamenta, em parte, o Decreto – Lei nº 134, de 16 de junho de 1975, e institui o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras – SLAP.
- FEEMA . Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.. *Inventário de Fontes Emissoras de Poluentes Atmosféricos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro*,2004.
- FEEMA . Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.. *MANUAL MN-050.R-1 – CLASSIFICAÇÃO DE ATIVIDADES POLUIDORAS*. Notas: Aprovada pela Deliberação CECA nº 2.842, de 16 de março de 1993. Publicada no DOERJ de 12 de maio de 1993. OBS: Esta referência será enviada pela Biblioteca da FEEMA.
- FEEMA . Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente,. *Restrição Ambiental à Localização das Indústrias na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro,1978.
- FEEMA . Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.. *Vocabulário Básico de Meio Ambiente*. Serviço de Comunicação Social da Petrobras. Rio de Janeiro,1992
- GOUVEIA, N.; MENDONÇA, G. A. S.; LEON, A. P.; CORREIA, J. E. M.; JUNGER, W.L.; FREITAS, C. U.; DAUMAS, R.P.; MARTINS, L. C.; GIUSSEOE, L.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; MANERICH, A. ; CRUZ, J. C.. Poluição do Ar e Efeitos na Saúde nas Populações de duas Grandes Metrôpoles Brasileiras. *Epidemiologia e Serviços de saúde*: 12 (1): 29 – 40, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.iec.pa.gov.br>>. Acesso em: out. 2007.
- GUIMARÃES, L. T.; MORENO, R. A. M. *Indústria - Relatório que integra o “Estudo Ambiental Como Subsídio à Metodologia Para Ordenamento Territorial Através da Análise de Caso: Município de Teresópolis*. DERNA/IBGE e PADCT/CIAMB, 1999.
- GUIMARÃES, L. T.; MORENO, R. A. M. *Inquérito sobre poluição industrial - Reflexões sobre o método empregado no estudo de caso no município de Nova Friburgo*. IBGE/DERNA/DIEAM, Relatório Interno, 1994.
- GUIMARÃES, L. T.; MORENO, R. A. M.. *Metodologia de Estimativa de Intensidade de Emissão de Poluentes Industriais – Aplicação na Região Sudeste*. IBGE/DERNA/DIEAM, Relatório Interno, 2000.
- HETTIGE, H.; MARTIN, P.; SINGH, M. and WHEELER, D. *The Industrial Pollution Projection System*. Policy Research Department, Policy Research Working Paper, 1431, The World Bank, 1995.
- IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cadastro Central de Empresas CEMPRE*. Diretoria de Pesquisas e Divisão de Cadastro e Classificação, 2000.
- IBGE , Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico*. In: Tabela População residente, por sexo e situação do domicílio, população residente de 10 anos ou mais de idade, total, alfabetizada e taxa de alfabetização, segundo os Municípios, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31o/tabela13_1.shtm&uf=33>. Acesso em: ago. 2007.
- IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censos Demográficos e Contagem Populacional; para os anos intercensitários, estimativas preliminares dos totais populacionais, estratificadas por idade e sexo pelo MS/SE/DATASUS, ano 2007*

- IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE*. Diretoria de Pesquisas, 1995.
- IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 1.0*. Comissão Nacional de Classificação. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/concla/cnae/cnae.shtm>>. Acesso em: maio 2003.
- IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 1.0*. Comissão Nacional de Classificação. Diretoria de Pesquisas, 2^a ed., v.1.0, 2004a.
- IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Rio de Janeiro, Brasil*, IBGE, Diretoria de Geociências, 2002.
- IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Pesquisa Industrial Anual – Empresa, PIA-Empresa*. Série Relatórios Metodológicos. Rio de Janeiro, 2005b.
- MMA. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, Instituto de Medicina Social/ UERJ, Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana/ENSP/FIOCRUZ. *Qualidade do ar e efeitos na saúde da população do município do Rio de Janeiro: relatório de conclusão*. Rio de Janeiro, RJ. 138p, 2005.
- MORENO, R. A. M. *Estimativa de Potencial Poluidor nas Indústrias: O caso do Estado do Rio de Janeiro*. Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2005.
- MS . MINISTÉRIO DA SAÚDE/SE/DATASUS. População Residente - Rio de Janeiro - Fonte: IBGE - Censos Demográficos e Contagem Populacional; para os anos intercensitários, estimativas preliminares dos totais populacionais, estratificadas por idade e sexo, 2003b.
- MS . MINISTÉRIO DA SAÚDE. (Morbidade Hospitalar do SUS – por local de residência – Rio de Janeiro Fonte: Ministério da Saúde – Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS) e Mortalidade – Rio de Janeiro – óbitos por residência segundo Município, 2003a. Fonte: MS/SVS/DASIS – Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso em: nov. 2006.

ANEXO 1

Definição dos parâmetros de poluição

ÁGUA

⇒ **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)** - é a medida da quantidade de oxigênio consumido no processo biológico de oxidação da matéria orgânica na água. Grandes quantidades de matéria orgânica utilizam grandes quantidades de oxigênio. Assim, quanto maior o grau de poluição, maior a DBO (World Bank, 1978 *apud* FEEMA, 1992). Como consequência da remoção do oxigênio da água, há a mortandade de peixes e o surgimento de doenças de origem hídrica, devido à sobrevivência de patógenos por um tempo maior na água. Os poluentes orgânicos aceleram o crescimento de algas, que também contribuem para a depleção do oxigênio. O parâmetro de medição de poluição orgânica aplicado às águas residuárias é a DBO₅. A DBO₅ refere-se à quantidade de oxigênio usada por microrganismos para oxidar a matéria orgânica em uma amostra padrão de poluente, durante o período de cinco dias. O despejo de águas residuárias (esgotos) é uma importante fonte de matéria orgânica para os corpos d'água.

⇒ **Sólidos Totais em Suspensão (STS)** - são pequenas partículas de poluentes sólidos presentes nos despejos, que contribuem para a turbidez e que resistem à separação por meios convencionais (World Bank, 1978 *apud* FEEMA, 1992). As partículas pequenas dos sólidos não-orgânicos e não tóxicos suspensos na água efluente formam cobertores de lama nos córregos e nos lagos. Este fato pode prejudicar a vida das plantas e dos microrganismos purificadores, causando sérios danos aos ecossistemas aquáticos. A perda de microrganismos purificadores permite que os patogênicos vivam por muito mais tempo, elevando o risco de doenças. Quando os sólidos orgânicos são parte da lama, sua decomposição progressiva também esgota o oxigênio da água, gerando gases nocivos.

AR

⇒ **Dióxido de Nitrogênio (NO₂)** – O óxido nitroso (NO₂) e o óxido nítrico (NO) são os óxidos de nitrogênio, denominados de NO_x. A fonte preliminar do NO_x é a combustão térmica de combustíveis fósseis. As emissões de NO_x têm impactos ecológicos importantes, pois em contato com o oxigênio e a água da atmosfera produzem a chuva ácida, causando danos à flora e à fauna aquática, corrosão nas fachadas de edifícios e monumentos, alteração no balanço de nutrientes do solo, além de interferir na formação do ozônio da troposfera. A inalação de NO₂ concentrado causa

doenças respiratórias, reduzindo a função pulmonar, o que pode causar o edema pulmonar. Os NO_x dão origem também a substâncias mutagênicas e carcinogênicas.

- ⇒ **Monóxido de Carbono (CO)** - O monóxido de carbono é um gás tóxico, incolor, inodoro e insípido produzido pela combustão incompleta dos combustíveis fósseis. O CO se liga com a hemoglobina do sangue humano 200 vezes mais rapidamente do que o oxigênio. Devido a essa grande afinidade química pela hemoglobina pode causar a morte por asfixia. Assim, a habilidade do sangue de carregar o oxigênio aos tecidos é significativamente reduzida após a exposição a pequenas concentrações de CO. Doses elevadas de CO podem resultar em asfixia, danos no coração e no cérebro, com a perda da noção de tempo, da acuidade visual e redução dos atos reflexos e das funções psicomotoras. Doses mais baixas podem causar fraqueza, fadiga, dores de cabeça e náuseas.
- ⇒ **Dióxido de Enxôfre (SO₂)** - O dióxido de enxôfre é um gás incolor, originado principalmente da queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral e óleo combustível. É associado com a morbidade e a mortalidade por doenças respiratórias. O SO₂, em contato com o oxigênio e a água da atmosfera, produz a chuva ácida, causando danos à flora e à fauna aquática. Além disso, a chuva ácida causa corrosão nas fachadas de edifícios e monumentos e altera o balanço de nutrientes do solo.
- ⇒ **Particulados Totais (PT) e Particulados Finos (PM10)** – Os particulados são partículas, sólidas ou líquidas, finamente divididas, tais como a poeira, o fumo, e a névoa, encontrados em suspensão no ar ou em uma fonte de emissão. Em grandes concentrações, os particulados causam danos ao sistema respiratório humano, podendo também gerar impactos no ambiente, como interferência na visibilidade, corrosão, e sujeira em superfícies dos edifícios. Níveis elevados de particulados nas áreas urbanas industriais aumentam a morbidade e a mortalidade por doenças respiratórias. Os particulados PM10 têm diâmetro menor do que 10 microns. Por serem partículas mais finas podem atingir os alvéolos pulmonares, sendo a fração mais danosa a saúde.
- ⇒ **Compostos Orgânicos Voláteis (Volatile Organic Compounds - VOC)** - O termo VOC descreve uma classe de milhares de substâncias usadas como solventes e fragrâncias. Os compostos orgânicos voláteis são particularmente importantes nas indústrias petroquímicas e de plásticos. A exposição humana por VOC se dá, principalmente, via inalação, embora muitos VOC apareçam como contaminantes da água, alimentos e bebidas. Suspeita-se que muitos compostos orgânicos voláteis

sejam cancerígenos. Efeitos agudos da exposição industrial incluem reações na pele e efeitos no sistema nervoso central, como tonteados e desmaios. Os VOC podem formar oxidantes fotoquímicos, os quais podem causar irritações nos olhos e pulmões.

TÓXICOS E METAIS TÓXICOS PARA A ÁGUA, AR E SOLO

⇒ **Substâncias Tóxicas** - Produtos químicos presentes em emissões industriais, venenosos aos seres humanos, no tempo imediato à exposição ou após algum tempo. Alguns se acumulam nos tecidos humanos até atingirem concentrações prejudiciais ou até fatais. Também podem se acumular nas plantas ou nos animais que são consumidos pelos seres humanos. Os produtos químicos tóxicos têm efeitos variados, podendo causar danos aos órgãos internos e às funções neurológicas; resultar em defeitos de nascimento; ou serem carcinogênicos. Entre as substâncias tóxicas presentes nos efluentes industriais estão o arsênio, o benzeno, a amônia, o formaldeído, o metanol, o ácido nítrico, os fenóis; e outros tóxicos, totalizando mais de 300 poluentes, listados no Toxic Release Inventory da USEPA (HETTIGE *et al.*, 1995).

⇒ **Metais Tóxicos** - Os metais tóxicos são também metais bioacumulativos. Concentrações relativamente baixas destes metais no ar, na água, no solo e nas plantas, aumentam rapidamente quando estes entram na cadeia alimentar. Alguns metais podem ser convertidos à forma orgânica pelas bactérias, aumentando, assim, o risco de entrar na cadeia alimentar. Os metais bioacumulativos são particularmente perigosos por não se degradarem, permanecendo nos sistemas naturais. Eles podem causar déficits mentais e físicos nos neonatos. Os metais acumulados no fundo de corpos d'água podem também ser oxidados rapidamente e convertidos à uma forma solúvel quando o sedimento é exposto ao oxigênio. Entre os metais mais comuns e perigosos estão o mercúrio, o chumbo, o arsênio, o cromo, o níquel, o cobre, o zinco e o cádmio (HETTIGE *et al.*, 1995).

ANEXO 2

Correspondência entre a classificação ISIC Rev 2 e a classificação CNAE 1.0

ISIC Rev 2	CNAE 1.0	ISIC Rev 2	CNAE 1.0	ISIC Rev 2	CNAE 1.0	ISIC Rev 2	CNAE 1.0	ISIC Rev 2	CNAE 1.0	ISIC Rev 2	CNAE 1.0	ISIC Rev 2	CNAE 1.0	ISIC Rev 2	CNAE 1.0	ISIC Rev 2	CNAE 1.0	ISIC Rev 2	CNAE 1.0
3111	1511	3121	1572	3213	1779	3412	2131	3513	2441	3560	2529	3720	2749	3824	2954	3831	3121	3843	3431
3111	1512	3121	1585	3214	1762	3412	2132	3513	2442	3560	3613	3720	2752	3824	2962	3831	3160	3843	3432
3111	1513	3121	1586	3215	1763	3419	2141	3521	2481	3610	2649	3720	2832	3824	2963	3832	2214	3843	3439
3112	1541	3121	1589	3219	1764	3419	2142	3521	2482	3620	2611	3811	2841	3824	2964	3832	2231	3843	3341
3112	1542	3122	1556	3219	1769	3419	2149	3521	2483	3620	2612	3811	2842	3824	2965	3832	2232	3843	3442
3112	1543	3131	1591	3220	1811	3420	2215	3522	2451	3620	2619	3811	2843	3824	2969	3832	2234	3843	3443
3113	1521	3132	1592	3220	1812	3420	2217	3522	2452	3691	2642	3812	3612	3825	3011	3832	3210	3843	3444
3113	1522	3133	1593	3220	1813	3420	2218	3522	2453	3691	2641	3813	2811	3825	3012	3832	3221	3843	3449
3113	1523	3134	1594	3220	1821	3420	2216	3522	2454	3692	2620	3813	2812	3825	3021	3832	3222	3844	3591
3114	1514	3134	1595	3220	1822	3420	2221	3523	2471	3692	2692	3813	2813	3825	3022	3832	3230	3844	3592
3115	1531	3140	1600	3231	1910	3420	2222	3523	2472	3699	2630	3813	2821	3829	2912	3833	2989	3845	3531
3115	1532	3211	1711	3233	1921	3420	2229	3523	2473	3699	2691	3819	2822	3829	2913	3839	3122	3845	3532
3115	1533	3211	1719	3233	1929	3511	2411	3529	2491	3699	2699	3819	2833	3829	2914	3839	3130	3849	3599
3116	1551	3211	1721	3240	1931	3511	2414	3529	2492	3710	2713	3819	2834	3829	2915	3839	3141	3851	3310
3116	1552	3211	1722	3240	1932	3511	2419	3529	2493	3710	2714	3819	2891	3829	2921	3839	3142	3851	3320
3116	1553	3211	1723	3240	1933	3511	2421	3529	2494	3710	2723	3819	2892	3829	2922	3839	3191	3851	3330
3116	1554	3211	1724	3240	1939	3511	2429	3529	2495	3710	2724	3819	2893	3829	2923	3839	3192	3852	3340
3116	1559	3211	1731	3311	2010	3512	2412	3529	2496	3710	2725	3819	2899	3829	2924	3839	3199	3853	3350
3116	1555	3211	1732	3311	2021	3512	2413	3529	2499	3710	2726	3821	2911	3829	2925	3841	3511	3901	3691
3117	1581	3211	1733	3311	2022	3512	2461	3530	2321	3710	2731	3822	2931	3829	2929	3841	3512	3902	3692
3117	1582	3211	1750	3312	2023	3512	2462	3540	2310	3710	2739	3822	2932	3829	2971	3842	3521	3903	3693
3117	1584	3212	1741	3319	2029	3512	2463	3551	2511	3710	2751	3823	2940	3829	2972	3842	3522	3909	3694
3118	1561	3212	1749	3320	3611	3512	2469	3551	2512	3710	2831	3823	2961	3829	2981	3842	3523	3909	3695
3118	1562	3212	1761	3411	2110	3513	2431	3559	2519	3710	2839	3824	2951	3831	3111	3843	3410	3909	3696
3119	1583	3213	1771	3411	2121	3513	2432	3560	2521	3720	2741	3824	2952	3831	3112	3843	3420	3909	3697
3121	1571	3213	1772	3411	2122	3513	2433	3560	2522	3720	2742	3824	2953	3831	3113	3843	3450	3909	3699

ANEXO 3

Número e percentual de indústrias e de pessoal ocupado, nos municípios do Estado do Rio de Janeiro – 2003

Município	Número de Indústrias	% Estado	Pessoal Ocupado	% Estado
Rio de Janeiro	8.399	38	127.363	43
Duque de Caxias	1.276	6	20.144	7
Nova Friburgo	1.266	6	14.122	5
Petrópolis	1.071	5	12.293	4
São Gonçalo	1.007	5	12.684	4
São João de Meriti	705	3	4.750	2
Nova Iguaçu	688	3	9.011	3
Niterói	638	3	14.084	5
Campos dos Goytacazes	622	3	7.419	2
Volta Redonda	312	1	11.370	4
Teresópolis	310	1	3.312	1
Itaperuna	307	1	2.561	1
Belford Roxo	280	1	2.395	1
Barra Mansa	259	1	5.028	2
Macaé	202	1	4.398	1
Itaboraí	201	1	3.276	1
Cabo Frio	189	1	656	0
Resende	175	1	2.880	1
Magé	174	1	1.666	1
Nilópolis	156	1	1.177	0
Três Rios	153	1	2.723	1
Barra do Pirai	144	1	3.141	1
Rio Bonito	144	1	1.524	1
Santo Antônio de Pádua	138	1	1.196	0
Araruama	128	1	750	0
Valença	121	1	1.882	1
Itaguaí	103	0	1.646	1
Maricá	102	0	951	0
Angra dos Reis	97	0	946	0
Carmo	94	0	602	0
Bom Jesus do Itabapoana	92	0	509	0
Saquarema	91	0	379	0
São Fidélis	79	0	418	0
Cachoeiras de Macacu	79	0	1.284	0
Queimados	78	0	1.068	0
Bom Jardim	77	0	496	0
Miracema	75	0	455	0
Cordeiro	75	0	800	0
Paraíba do Sul	75	0	1.546	1
Casimiro de Abreu	75	0	311	0
Mesquita	70	0	422	0
Paracambi	65	0	391	0
Aperibe	64	0	388	0
São José do Vale do Rio Preto	63	0	359	0
Guapimirim	61	0	820	0
Vassouras	60	0	409	0
Porciúncula	56	0	247	0
Cantagalo	52	0	806	0
Miguel Pereira	50	0	183	0
Rio das Ostras	50	0	213	0

Município	Número de Indústrias	% Estado	Pessoal Ocupado	% Estado
São Pedro da Aldeia	49	0	227	0
São João da Barra	46	0	363	0
Itaocara	46	0	303	0
Parati	45	0	114	0
Itatiaia	42	0	1.209	0
Piraí	40	0	1.495	0
Mendes	39	0	135	0
Duas Barras	37	0	179	0
Pinheiral	37	0	404	0
São Francisco de Itabapoana	37	0	78	0
Cambuci	36	0	109	0
Sapucaia	34	0	162	0
Silva Jardim	34	0	231	0
Engenheiro Paulo de Frontin	33	0	456	0
Tanguá	30	0	331	0
Areal	30	0	561	0
Porto Real	28	0	2.381	1
Comendador Levy Gasparian	27	0	247	0
Paty do Alferes	27	0	176	0
Seropédica	27	0	400	0
Natividade	27	0	54	0
Italva	24	0	188	0
Japeri	24	0	158	0
Arraial do Cabo	22	0	712	0
Armação dos Búzios	21	0	61	0
Sumidouro	18	0	157	0
Santa Maria Madalena	18	0	107	0
Quatis	17	0	68	0
Iguaba Grande	16	0	47	0
Varre - Sai	14	0	53	0
São Sebastião do Alto	14	0	32	0
Macuco	13	0	145	0
Mangaratiba	12	0	59	0
Conceição de Macabu	11	0	56	0
São José de Ubá	11	0	26	0
Laje do Muriaé	11	0	32	0
Rio das Flores	11	0	117	0
Quissamã	11	0	64	0
Cardoso Moreira	10	0	79	0
Trajano de Moraes	8	0	39	0
Carapebus	5	0	8	0
Rio Claro	1	0	(x)	0
TOTAL	21.891	100	299.295	100

Nota: (x) – dado numérico omitido a fim de evitar a individualização da informação.

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003; IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual 2003 – Empresa.

ANEXO 4

Classificação dos municípios do Estado do Rio de Janeiro pelo Potencial Poluidor para os poluentes PM10 e SO₂ segundo a metodologia IPPS.

Nome município	Emissão Potencial IPPS (*)		Classificação por postos		Classificação em conjunto	Classificação geral
	PM10 (t/ano)	SO ₂ (t/ano)	PM10	SO ₂	Somatório PM10 + SO ₂	
Rio de Janeiro	4843,84	25569,97	1	1	2	1
Volta Redonda	4030,51	10646,12	2	3	5	2
Cantagalo	3442,68	4179,11	3	4	7	3
Barra Mansa	1242,81	3870,45	4	5	9	4
Duque de Caxias	522,8	17959,71	7	2	9	5
Barra do Piraí	774,81	2457,26	5	6	11	6
Nova Iguaçu	573,2	1374,28	6	9	15	7
Campos dos Goytacazes	425,64	2064,42	8	7	15	8
São Gonçalo	192,09	1419,22	13	8	21	9
Macaé	279,07	1042,04	10	13	23	10
Resende	184,28	1294,47	14	11	25	11
Belford Roxo	197,92	596,21	11	16	27	12
Guapimirim	103,89	1355,84	18	10	28	13
Itaboraí	353,27	339,75	9	23	32	14
Piraí	195,61	385,71	12	20	32	15
Niterói	174,79	525,58	15	17	32	16
Nova Friburgo	118,43	651,67	17	15	32	17
Itaguaí	96,69	413,95	20	19	39	18
Petrópolis	70,14	750,47	25	14	39	19
Três Rios	121,05	327,44	16	24	40	20
Arraial do Cabo	38,13	1052,43	31	12	43	21
Santo Antônio de Pádua	71,94	359,57	23	21	44	22
São João de Meriti	67,43	465,32	26	18	44	23
Magé	103,62	247,8	19	27	46	24
Porto Real	71,77	344,93	24	22	46	25
Paraíba do Sul	76,05	193,01	22	29	51	26
Queimados	52,06	179,42	28	30	58	27
Rio Bonito	85,78	91,88	21	39	60	28
Angra dos Reis	67,17	96,93	27	37	64	29
Nilópolis	30,09	139,46	33	31	64	30
Seropédica	30,9	109,24	32	34	66	31
Teresópolis	19,74	286,12	40	26	66	32
Araruama	24,81	137,74	38	32	70	33
Cachoeiras de Macacu	15,33	316,36	46	25	71	34
Pinheiral	43,56	66,16	29	44	73	35
Cabo Frio	41,84	66,02	30	45	75	36
Aperibe	26,01	95,19	37	38	75	37
Maricá	29,22	71,61	34	43	77	38
Itaperuna	16,66	108,95	43	35	78	39
Cordeiro	19,12	86,32	41	41	82	40
Vassouras	28,27	42,97	35	51	86	41
Valença	10,14	112,51	53	33	86	42
São João da Barra	11	99,11	51	36	87	43
Paracambi	18,9	64,99	42	47	89	44
Tanguá	28,23	33,6	36	54	90	45
Itatiaia	4,5	208,09	62	28	90	46
Cambuci	24,02	37,05	39	53	92	47
Bom Jesus do Itabapoana	15,87	50,24	45	50	95	48
São Fidélis	7,42	90,05	56	40	96	49
Itaocara	13,92	52,84	48	49	97	50

Nome município	Emissão Potencial IPPS (*)		Classificação por postos		Classificação em conjunto	Classificação geral
	PM10 (t/ano)	SO ₂ (t/ano)	PM10	SO ₂	Somatório PM10 + SO ₂	
Rio das Ostras	6,1	73,86	57	42	99	51
Saquarema	16,61	26,17	44	57	101	52
Italva	14,78	28,3	47	56	103	53
Miguel Pereira	5,38	39,91	60	52	112	54
São Pedro da Aldeia	10,49	17,79	52	61	113	55
Miracema	7,47	21,01	55	58	113	56
Silva Jardim	12,15	15,07	49	66	115	57
Carmo	3,18	53,99	67	48	115	58
Porciúncula	8,86	16,17	54	64	118	59
Comendador Levy Gasparian	5,61	19,13	59	59	118	60
Mesquita	3,7	30,24	64	55	119	61
Japeri	11,82	8,51	50	71	121	62
Casimiro de Abreu	5,34	18,01	61	60	121	63
Areal	1,11	65,35	77	46	123	64
Engenheiro Paulo de Frontin	4,06	16,74	63	62	125	65
Cardoso Moreira	6,08	8,65	58	70	128	66
Parati	3,08	16,53	68	63	131	67
São José do Vale do Rio Preto	3,39	13,78	65	67	132	68
Sapucaia	3,33	11,39	66	68	134	69
Bom Jardim	2,47	15,32	70	65	135	70
Duas Barras	1,63	9,99	73	69	142	71
São Francisco de Itabapoana	2,5	4,8	69	75	144	72
Mendes	2,42	5,77	71	73	144	73
Iguaba Grande	2	3,45	72	79	151	74
Armação dos Búzios	1,41	3,23	75	80	155	75
Sumidouro	0,54	8,12	83	72	155	76
Mangaratiba	1,6	2,59	74	82	156	77
Varre - Sai	0,88	4,25	80	76	156	78
Quissamã	1,12	3,03	76	81	157	79
Carapebus	0,73	3,45	81	78	159	80
Paty do Alferes	0,37	4,87	85	74	159	81
Natividade	1	1,83	78	85	163	82
Macuco	0,36	3,66	86	77	163	83
Laje do Muriaé	0,89	1,05	79	88	167	84
Rio das Flores	0,56	1,76	82	86	168	85
Conceição de Macabu	0,37	1,31	84	87	171	86
Quatis	0,25	2,15	87	84	171	87
Trajano de Moraes	0,1	2,32	88	83	171	88
Santa Maria Madalena	0,07	0,64	89	89	178	89
São José de Ubá	0,02	0,61	91	90	181	90
São Sebastião do Alto	0,02	0,32	90	92	182	91
Rio Claro	0	0,37	92	91	183	92

(*) Fontes: Baseado no cadastro do IBGE, Diretoria de Pesquisas, Cadastro Central de Empresas 2003; IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual 2003 – Empresa, e na publicação do Banco Mundial, *The Industrial Pollution Projection System*. World Bank. Washington D. C. (HETTIGE et al., 1995).

Obs: Nos municípios onde ocorreu empate na classificação geral por postos (somatório dos poluentes PM10 e SO₂) o critério foi posicionar primeiramente o município com maior potencial poluidor de PM10, considerado mais crítico que o SO₂ em relação às doenças respiratórias na população de maiores de 60 anos.

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Celso José Monteiro Filho

Gerente de Estudos Ambientais

Judicael Clevelario Junior

Produção do Relatório

José Luiz Sor
Judicael Clevelario Junior
Lucy Teixeira Guimarães
Rosane de Andrade Memoria Moreno

Colaboradores

Ana Rosa Pais Ribeiro/DCC/DPE/IBGE
Fernanda Marques Santis/DEIND/DPE/IBGE
Therezinha Maria Lamego do Nascimento/CEE/DPE/IBGE

Agradecimentos

Susmita Dasgupta – The World Bank, Environment Infrastructure Agriculture Division
- Policy Research Department