

Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil

Air pollution and living conditions:
a geographical analysis of health risk
in Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brazil

Paulo Peiter ¹
Carlos Tobar ¹

¹ Departamento de Endemias
Samuel Pessoa, Escola
Nacional de Saúde Pública,
Fundação Oswaldo Cruz,
Av. Leopoldo Bulhões 1480,
Rio de Janeiro, RJ
21041-210, Brasil.

Abstract *Air pollution is a widely recognized hazard to human health. In industrial cities the emission of toxic gases and particulate matter into the atmosphere compounds the pollution problem caused by circulation of vehicles, often creating hazardous public health situations. The goal of this study was to analyze patterns in pollution and living conditions in Volta Redonda and identify more vulnerable areas and population groups. Volta Redonda is a city near Rio de Janeiro with 250,000 inhabitants and Brazil's main steel industrial complex. The presence of several factories in the city, especially the huge CSN steel plant, contributes to increased air pollution levels, to the point that this city is one of the most heavily polluted in the country. The methodology applied to identify areas and groups of people most vulnerable to this sort of pollution utilized a GIS software. The study showed that the northwestern area of Volta Redonda had the worst environmental and living conditions.*

Key words *Air Pollution; Environmental Pollution; Geographical Information Systems; Public Health*

Resumo *A poluição atmosférica é reconhecidamente um fator de risco para a saúde. Nas cidades industriais, a emissão na atmosfera de gases tóxicos e partículas pelas indústrias soma-se à poluição provocada pela circulação de veículos, gerando muitas vezes situações críticas para a saúde da população. O objetivo deste trabalho foi aplicar uma metodologia simples para identificar áreas e grupos populacionais mais vulneráveis a este tipo de poluição ambiental. Para isto relacionaram-se, com a utilização desta metodologia, a dispersão atmosférica dos poluentes e a distribuição da população segundo diferentes padrões de condições materiais de vida, utilizando como instrumento o geoprocessamento. O estudo desenvolvido teve como objeto a cidade de Volta Redonda, importante pólo siderúrgico do Estado do Rio de Janeiro e considerada uma das cidades mais poluídas do País. Foram identificadas áreas com diferenciais significativos de poluição e condições de vida, e a zona noroeste da cidade foi a que apresentou a situação mais crítica para os aspectos ambientais e sócio-econômicos.*

Palavras-chave *Poluição do Ar; Poluição Ambiental; Sistemas de Informações Geográficas; Saúde Pública*

Introdução

Este estudo é parte de uma pesquisa multidisciplinar sobre os impactos da atividade industrial no Vale do Médio Paraíba, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. A cidade de Volta Redonda, situada nesta região, foi escolhida para este trabalho por sediar o maior pólo siderúrgico do País e apresentar altos níveis de poluição atmosférica em decorrência desta situação.

O problema da poluição atmosférica vem sendo trabalhado, no campo da saúde pública, com diversos enfoques, em numerosos estudos sobre os efeitos da poluição do ar na saúde, como apresentado em extensa revisão realizada por Duchiadé (1992). Nos subcampos da saúde ambiental e especificamente da toxicologia, estes estudos apontam que os efeitos da poluição do ar se manifestam em geral sob forma de doenças crônicas, prejudicando a qualidade de vida das populações afetadas (Ribeiro et al., 1976; Fernícola & Azevedo, 1981; Fischer, 1986; Landsdown & Yule, 1986; Eco, 1989; Hofmeister, 1991; Hofmeister et al., 1992), ou podem, em situações extremas, levar ao aumento da mortalidade nas áreas de maior concentração de poluentes (Duchiadé & Beltrão, 1992; Lichtenfels et al., 1993; Saldiva, 1993; Kwang-Soo et al., 1997).

A medição dos efeitos da poluição atmosférica na saúde do indivíduo enfrenta grandes obstáculos de ordem metodológica, dada a infinidade de variáveis envolvidas. Contudo, é possível identificar os grupos populacionais mais vulneráveis que, submetidos a condições ambientais críticas, sofrerão de forma mais aguda os efeitos da exposição aos poluentes. É preciso considerar não somente os diferenciais de risco dados pela distribuição desigual da poluição, como também os diferenciais das condições materiais de vida (CMV) no espaço urbano. Neste sentido, é importante recuperar os trabalhos que buscaram relacionar a distribuição diferencial das condições materiais de vida no espaço urbano com a distribuição diferencial da morbimortalidade, como aqueles realizados pelo grupo de trabalho do Centro de Estudios y Asesoría en Salud – Ceas, em que se relacionou mortalidade infantil a diferenças do espaço urbano de Quito, no Equador (Breilh et al., 1983), e muitos outros trabalhos que seguiram esta linha de investigação (Blanco-Gil et al., 1991; Duarte, 1992; Ackerman et al., 1994).

Com esta perspectiva, procurou-se evidenciar o potencial da análise geográfica nos estudos ambientais e de condições de vida, considerando o espaço como um importante mediador dos processos saúde-enfermidade como

apontado por Sabroza & Leal (1992), Kadt & Tasca (1993), Iñiguez (1995, 1996), Toledo (1996), Silva (1997), Paim (1997) entre outros.

Especificamente, o objetivo dessa investigação é o de avaliar como se conjugam poluição do ar gerada pela atividade industrial da Companhia Siderúrgica Nacional e a organização sócio-espacial da cidade de Volta Redonda, a fim de identificar espaços críticos para a saúde de sua população.

Materiais e métodos

Volta Redonda é uma cidade de porte médio com cerca de 250.000 habitantes, situada na região do Vale do Paraíba, Estado do Rio de Janeiro. A cidade vem enfrentando, desde sua fundação, inúmeros problemas ambientais decorrentes de seu grande pólo siderúrgico, liderado pela Companhia Siderúrgica Nacional – CSN. Dentre estes problemas, destacam-se: a) a poluição do ar por gases e partículas emitidas no processo de produção do aço e outras atividades industriais; b) a poluição das águas causada pelos efluentes não tratados do pólo industrial, bem como aquela proveniente dos esgotos domiciliares, despejados no rio Paraíba do Sul, que corta a cidade e c) a contaminação ambiental pela disposição inadequada de resíduos sólidos (lixo industrial e domiciliar). Todas estas agressões atingem de forma desigual o espaço da cidade, gerando áreas críticas ou espaços críticos de diferentes intensidades do ponto de vista ambiental.

Esta pesquisa, que buscou identificar esses espaços críticos em Volta Redonda, foi desenvolvida no período de novembro de 1995 a março de 1997, compreendendo três fases ou etapas:

- 1) o mapeamento da dispersão dos poluentes emitidos pela CSN, para identificar os diferenciais de poluição em cada bairro da cidade;
- 2) a estratificação e mapeamento da cidade por níveis de condições materiais de vida (dados do Censo Demográfico) (IBGE, 1993) definida como uma aproximação à situação da infra-estrutura de saneamento básico dos bairros e nível de escolaridade e renda dos chefes de domicílio;
- 3) a identificação dos espaços críticos relacionando os diferentes níveis de poluição com os níveis de condições materiais de vida, ou seja, os bairros com piores condições de vida e níveis de poluição elevados.

A unidade de análise do trabalho é o bairro, sendo a cidade constituída por 47 bairros (IPPU, 1994). Foi utilizado o *software* Auto-Cad

R13® para a construção do mapa digital dos bairros de Volta Redonda e o *software* de geoprocessamento Map-Info 3.0® para a criação de banco de dados georreferenciados e a construção de mapas temáticos.

A primeira etapa do trabalho consistiu na identificação das áreas mais afetadas pela poluição do ar por SO₂, emitido pela CSN. Para isso, utilizou-se o trabalho de Moraes & Alves (1996), no qual são aplicados dois modelos de simulação de dispersão de poluentes, o *Industrial Source Complex Short Term* (ISCST) (US/EPA, 1987), e o KAPPAG (Tirabassi, 1989), para diversos cenários meteorológicos da região de Volta Redonda. Para simplificação dos modelos foi estabelecida como única fonte poluidora da cidade a Companhia Siderúrgica Nacional (responsável pela maior parte da poluição atmosférica de Volta Redonda). Dados de fonte, como taxa de emissão, altura de fontes, temperatura e velocidade dos gases emitidos (necessários para a aplicação dos referidos modelos), foram obtidos por estimativa, uma vez que não foi permitido acesso às informações da companhia.

A composição dos parâmetros para o cálculo da taxa de emissão foi estimada com base em dados coletados na literatura; considerou-se, assim, que, para cada tonelada de aço produzida, eram consumidos cerca de 1.650 kg de carvão mineral. Estimou-se que o carvão utilizado possuía uma taxa de 16% de cinzas e 1,5% de enxofre, chegando-se a uma taxa de emissão para a atmosfera de 3.626 g por segundo de cinzas e 340 g por segundo de enxofre (Moraes & Alves, 1996). Apesar do acentuado crescimento da produção de aço e outros produtos da CSN (alcançando 4.909 mil toneladas de aço/ano, em 1997), vale lembrar que a emissão dos resíduos tóxicos vem sendo cada vez mais controlada com a aplicação da moderna tecnologia.

A ausência de dados reais de emissão de poluentes (não fornecidos pela empresa) não inviabilizou a aplicação dos referidos modelos, na medida em que o objetivo deste trabalho restringiu-se à identificação da situação relativa dos bairros da cidade em relação à poluição (dispersão de poluentes), identificando aqueles relativamente mais poluídos de acordo com cenários meteorológicos típicos da região (dez ao todo). Este procedimento culminou com o desenho das isolinhas de concentração de SO₂ (média de 24 horas) sobre o mapa da cidade (Figura 1).

Caberia ainda mencionar outras limitações deste estudo, como a falta de dados meteorológicos regulares e específicos para a área de Volta Redonda implicando imprecisões no mode-

lo aplicado. Entretanto, as estimativas realizadas dentro de parâmetros razoáveis permitiram o alcance dos objetivos deste trabalho.

O passo seguinte foi a seleção dos cenários onde as concentrações de SO₂ excedessem os padrões de concentração máxima aceitável de 80µg/m³ de ar (Conama, 1990). A classificação dos bairros por níveis de poluição foi realizada através da superposição do mapa de bairros ao mapa das isolinhas de concentração de poluentes.

A classificação foi estabelecida tendo como base os valores atribuídos a cada bairro, de acordo com os critérios abaixo (Tabela 1):

Por fim, os níveis de poluição de cada bairro foram determinados pelo somatório dos valores dos escores obtidos em cada cenário, classificando-os em bairros com poluição pouco elevada, elevada e muito elevada.

Na segunda etapa do trabalho, os bairros de Volta Redonda foram estratificados por condições materiais de vida, valendo-se dos dados dos setores censitários do censo do IBGE (IBGE, 1993). Os dados referentes aos setores censitários foram agregados por bairro, unidade de análise escolhida, porque agrega uma população numericamente significativa, mantendo ainda uma certa homogeneidade interna, além de representar uma unidade espacial mais facilmente reconhecida pela população que os setores censitários.

Foram construídos cinco indicadores representativos das condições de saneamento, escolaridade e renda, selecionadas de 15 variáveis do censo do IBGE (IBGE, 1993), a saber:

1) Percentual de domicílios não ligados à rede geral de água = (número de domicílios não ligados à rede de água/total de domicílios) x 100.

2) Percentual de domicílios não ligados à rede geral de esgoto = (número de domicílios não ligados à rede de esgoto/total de domicílios) x 100.

3) Percentual de domicílios sem coleta direta e regular de lixo = (número de domicílios sem coleta de lixo direta/total de domicílios) x 100.

Tabela 1

Situação dos bairros de Volta Redonda em relação à concentração de poluentes.

Situação do bairro	escore
Fora da área de concentração de poluentes	0
Dentro da área de concentração de poluentes	1
Dentro da área de maior concentração de poluentes (concentração superior a 80µg/m ³ de ar)	2

4) Percentual de chefes de domicílios permanentes com instrução até três anos de estudo = (número de chefes de domicílio com até três anos de estudo/total dos chefes de domicílio permanente) x 100.

5) Percentual de chefes de domicílio permanente que recebem até dois salários mínimos = (número de chefes de domicílio que recebem até dois salários mínimos/total dos chefes de domicílio permanente) x 100.

Foi elaborado, então, um índice sintético que consistiu no somatório dos percentuais dos itens 1 a 5. Desta forma, os bairros puderam ser classificados dentro de uma escala de 0 a 500.

Por fim, foram identificados os espaços críticos de Volta Redonda através da sobreposição

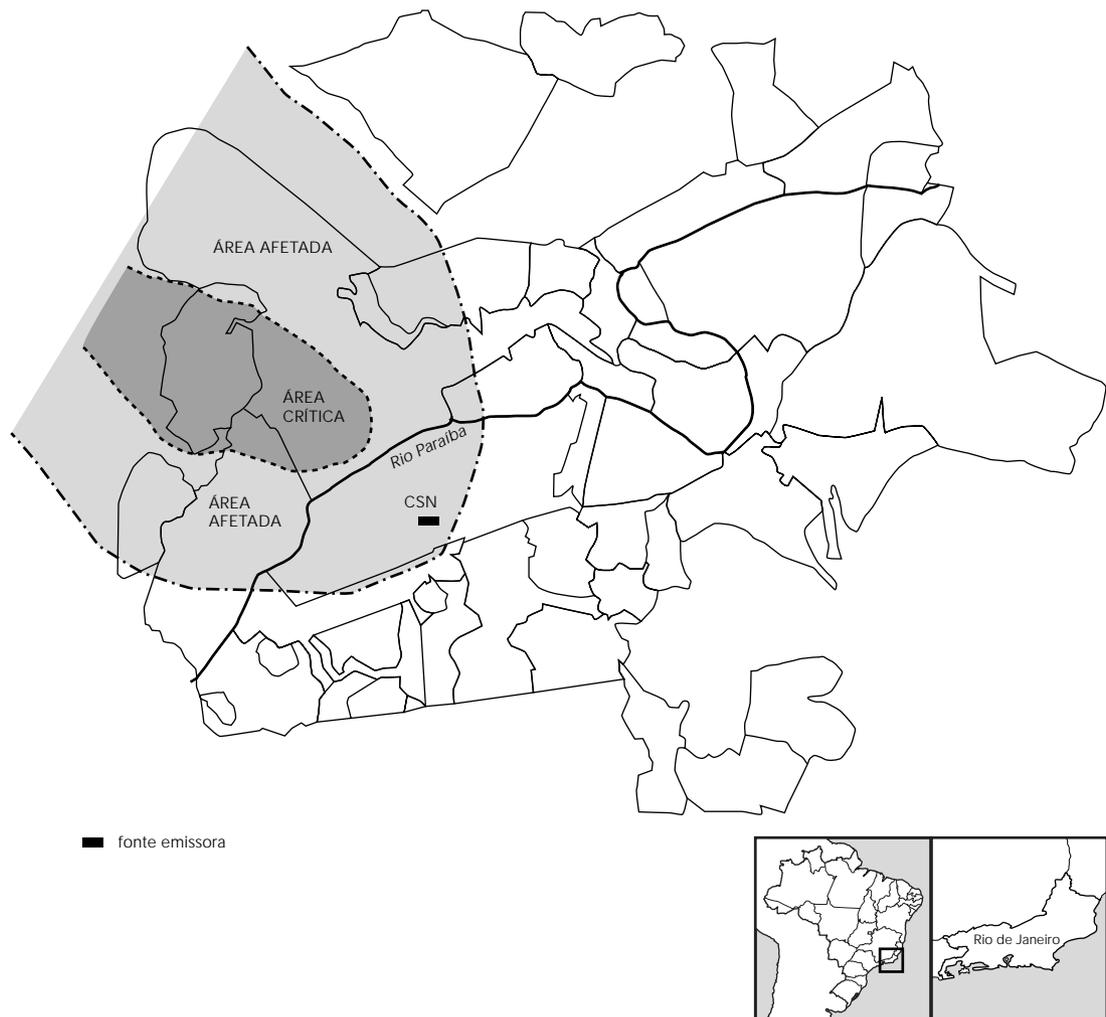
das duas diferentes dimensões analisadas: o nível de poluição e o nível de condições materiais de vida, procedendo à classificação dos bairros segundo um índice de condição sócio-ambiental, que consistiu da soma do índice de poluição com o índice de condições materiais de vida.

Resultados

A Figura 1 apresenta a primeira etapa do processo de identificação dos bairros mais poluídos através da transposição das isolinhas de concentração de partículas no mapa da cidade de Volta Redonda. Neste mapa, pode-se obser-

Figura 1

Dispersão de poluentes em Volta Redonda. Cenário 1.



var a posição da fonte emissora – a CSN – e os limites das áreas afetadas e críticas, segundo critério de classificação utilizado para o cenário 1 (ver Materiais e Métodos). Este procedimento foi repetido para cada um dos dez cenários estudados. Foram selecionados para a classificação apenas os cenários que apresentassem áreas com concentração de poluentes em níveis acima de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ar, de acordo com a recomendação do Conama (1990). No caso deste estudo, trata-se dos cenários 1, 2, 9 e 10, onde as condições meteorológicas apresentaram-se mais desfavoráveis à dispersão de poluentes (Moraes & Alves, 1996).

Com base nos mapas de dispersão de poluentes para cada cenário selecionado construiu-se a Tabela 2, que apresenta a classificação dos bairros por níveis de poluição.

Os bairros que obtiveram resultados entre 0 e 2 foram classificados como de poluição pouco elevada; de 3 a 5, elevada, e de 6 a 8, muito elevada.

Deste modo foram identificados os bairros de Açude, Retiro, Belo Horizonte, Vila Brasília e Vila Mury como os mais poluídos.

A Tabela 3 é o resultado da segunda etapa do trabalho e apresenta a classificação dos bairros por condições materiais de vida.

O maior valor encontrado foi 304, no bairro Jardim Padre Józimo Tavares, correspondente às piores condições materiais de vida. O menor valor foi 7, em Jardim Suíça, o bairro com as melhores condições materiais de vida da cidade.

Classificando-os em quatro níveis segundo o método da 'quebra natural', obteve-se:

Nível I – Muito favorável: os bairros que obtiveram valores de 7 a 36.

Nível II – Favorável: os bairros que obtiveram valores entre 43 e 63.

Nível III – Desfavorável: os bairros que obtiveram valores entre 76 e 145.

Nível IV – Muito Desfavorável: os bairros que obtiveram valores entre 158 e 304.

O método de determinação dos intervalos por 'quebra natural' é uma forma de mostrar dados que não são distribuídos uniformemente. A quebra natural cria os intervalos segundo um algoritmo que utiliza as médias de cada intervalo para distribuir os dados de modo mais uniforme pelos intervalos. Os valores são distribuídos de modo que a média de cada intervalo fique o mais perto possível de cada um dos valores dados daquele intervalo. Isto garante que os intervalos estejam bem representados por suas médias, e que os valores dos dados dentro de cada intervalo estejam bem próximos (Mapinfo Professional, 1995).

As condições sócio-ambientais de cada

bairro foram classificadas em quatro categorias: pouco crítica, intermediária, crítica e muito crítica, considerando-se as duas dimensões implicadas no estudo: poluição e condições materiais de vida (Figura 2).

Por fim, a Figura 3 apresenta a síntese dos resultados, estratificando a cidade por áreas homogêneas segundo suas condições sócio-ambientais, representadas por cores diferentes.

Foram identificados como espaços muito críticos os quadrantes noroeste e norte, onde se encontram os bairros de Açude, Retiro, Santa Rita do Zarur, Jardim Padre Józimo Tavares, Vila Brasília e Belo Horizonte. Estes bairros apresentam as piores CMV, as quais, aliadas à sua posição geográfica desfavorável do ponto de vista da poluição do ar, torna-os particularmente críticos no que diz respeito à situação de saúde das suas populações.

A Tabela 4 apresenta de forma resumida a associação entre nível de poluição e condições materiais de vida nos bairros de Volta Redonda.

Nos espaços críticos (CMV desfavoráveis ou muito desfavoráveis e nível de poluição elevado e muito elevado) viviam, em 1991, cerca de 71.817 pessoas, o que representava 32,73% da população total de Volta Redonda, enquanto nas áreas privilegiadas (CMV favoráveis ou muito favoráveis e nível de poluição pouco elevado) viviam 59.140 pessoas, o equivalente a 26,95% da população da cidade.

É importante ressaltar que os bairros de Jardim Padre Józimo Tavares e Santa Rita do Zarur, localizados na área mais afetada, são os que apresentam maior percentual de idosos (pessoas com mais de 65 anos de idade) e crianças (pessoas na faixa entre zero e cinco anos de idade), que somados representam respectivamente 16,90% e 15,69% do total das suas populações. Este fato adquire relevância por serem estes grupos etários apontados na literatura médica como os mais vulneráveis do ponto de vista da saúde aos efeitos da poluição do ar (Marcondes et al., 1991). Os demais bairros da área crítica também apresentam elevados percentuais de suas populações nestas faixas de idade, como Retiro, Vila Brasília, Belmonte e Belo Horizonte, em torno de 14% da população total.

Os bairros situados a leste, como Vila Rica, Três Poços, Candelária e Pinto da Serra, foram considerados críticos por apresentarem níveis de condições materiais de vida muito desfavoráveis, apesar de estarem situados em área pouco afetada pelos poluentes emitidos pela CSN e apresentarem uma pequena população (6.140 habitantes).

Tabela 2

Volta Redonda: nível de poluição por bairros.

Nome do bairro	Escores dos cenários				Total		Nível de poluição
	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 9	Cenário 10			
São Luís	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Dom Bosco	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Brasilândia	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Vila Rica/Três Poços	0	0	1	0	1	1	Pouco elevado
Água Limpa	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Santo Agostinho	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Pinto da Serra	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Voldac	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Barreira Cravo	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Aeroclube	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Niterói	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Aterrado	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
N. S. das Graças	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
São João	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
São Geraldo	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Monte Castelo	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Laranjal	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Sessenta	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Siderópolis	0	0	0	0	0	1	Pouco elevado
Casa de Pedra	0	0	0	0	0	1	Pouco elevado
Jardim Belvedere	0	0	0	0	0	1	Pouco elevado
Vila Sta. Cecília	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Bela Vista	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Rústico	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Eucaliptal	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Minerlândia	0	0	0	1	1	1	Pouco elevado
Conforto	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Jardim Europa	0	0	0	1	1	1	Pouco elevado
Ponte Alta	0	0	0	1	1	1	Pouco elevado
Jardim Suíça	0	0	0	1	1	1	Pouco elevado
Santa Cruz	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
São Cristóvão	0	0	0	1	1	1	Pouco elevado
Sta. Inês	0	0	0	1	1	1	Pouco elevado
São Lucas	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Vila Americana	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Jardim Amália	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Candelária	0	0	1	1	2	1	Pouco elevado
Jardim Padre Józimo Tavares	1	1	0	1	3	2	Elevado
São João Batista	0	0	2	2	4	2	Elevado
Sta. Rita do Zarur	0	0	2	1	3	2	Elevado
Belmonte	1	1	1	1	4	2	Elevado
Retiro	2	2	2	2	8	3	Muito elevado
Vila Mury	1	1	2	2	6	3	Muito elevado
Belo Horizonte	1	1	2	2	6	3	Muito elevado
Vila Brasília	1	1	2	2	6	3	Muito elevado
Açude	2	2	1	1	6	3	Muito elevado

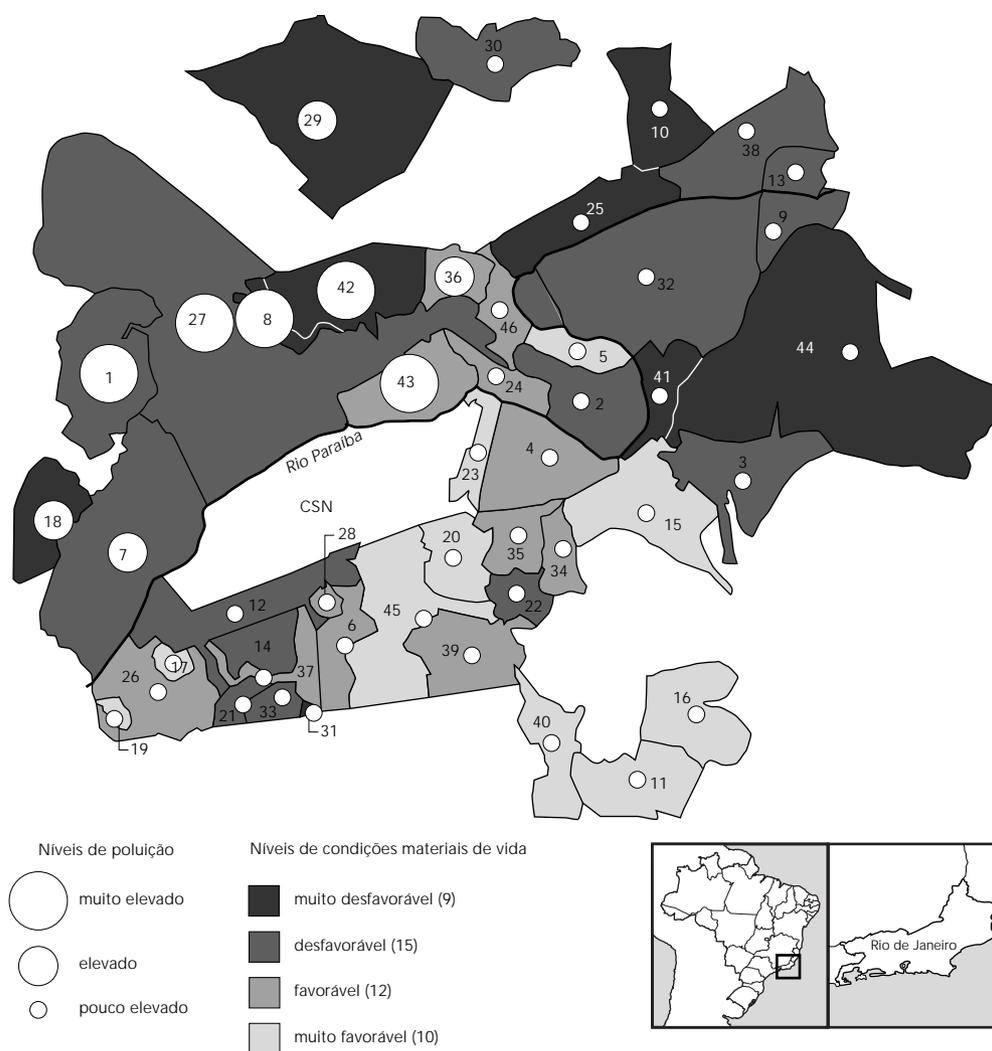
Tabela 3

Volta Redonda: Indicadores de condições materiais de vida.

Bairro	Número de domicílios	Percentual sem água	Percentual sem esgoto	Percentual s/coleta de lixo	Número de chefes de domicílio	Percentual de chefes c/menos de 3 anos de estudo	Percentual de chefes c/ até 2 salários mínimos	Índice de CMV
Jardim. Suíça	31	0	0	0	31	0	7	7
Laranjal	613	0	0	1	611	3	6	11
Barreira Cravo	522	0	0	0	522	3	8	11
Jardim. Belvedere	258	0	0	1	257	4	9	14
Casa de Pedra	903	0	0	0	903	7	19	26
Jardim. Europa	202	0	0	1	201	9	18	28
Siderópolis	593	0	0	0	593	7	22	30
Vila Sta. Cecília	1.416	0	2	2	1395	9	18	31
Jardim. Amália	1.706	0	1	9	1700	8	16	35
N. S. das Graças	629	0	0	1	626	14	21	36
Vila Mury	2.521	0	1	0	2518	13	29	43
Aterrado	1.767	1	6	4	1734	10	26	47
São João Batista	142	0	1	0	142	13	35	50
Voldac	361	0	2	1	361	14	34	51
Niterói	554	3	5	1	554	14	29	52
Bela Vista	253	0	3	39	246	1	9	52
São João	1.161	1	1	3	1157	14	34	54
Rústico	350	0	1	0	349	20	34	55
Sessenta	907	0	2	1	899	17	36	56
São Lucas	1.084	0	2	3	1082	15	39	58
Ponte Alta	2.043	0	1	2	2037	18	29	62
São Geraldo	1.238	0	5	2	1232	14	41	63
Conforto	2.026	0	5	15	2010	18	38	76
São Cristóvão	464	1	2	12	464	20	47	82
Eucaliptal	1.891	1	5	3	1876	24	50	83
Aeroclube	345	0	14	14	345	19	37	84
Santa Cruz	2.641	2	11	11	2640	16	48	87
Monte Castelo	971	0	11	7	907	22	50	89
Minerlândia	379	5	20	10	379	19	42	97
São Luís	944	0	17	13	942	23	44	98
Santo Agostinho	4.748	1	14	16	4746	27	54	113
Água Limpa	2.319	2	26	12	2313	26	51	117
Retiro	7.826	1	15	19	7583	27	56	118
Brasilândia	833	6	22	16	833	28	59	131
Belmonte	3.632	1	23	19	3631	34	64	141
Açude	2.003	4	16	12	2002	39	71	142
Dom Bosco	560	5	38	20	512	29	52	145
Vila Brasília	2.733	5	16	23	2733	41	73	158
Belo Horizonte	675	1	6	23	673	57	82	169
Vila Americana	1.009	1	35	48	1009	29	56	169
Santa Inês	94	18	10	44	94	34	68	173
Candelária	272	1	52	52	272	40	69	213
Pinto da Serra	146	12	32	51	146	47	84	225
Sta. Rita do Zarur	752	2	56	58	699	42	74	231
Vila Rica/Três Poços	1.102	8	96	37	1101	49	81	271
Jardim Padre Józimo Tavares	702	1	99	55	702	52	96	304

Figura 2

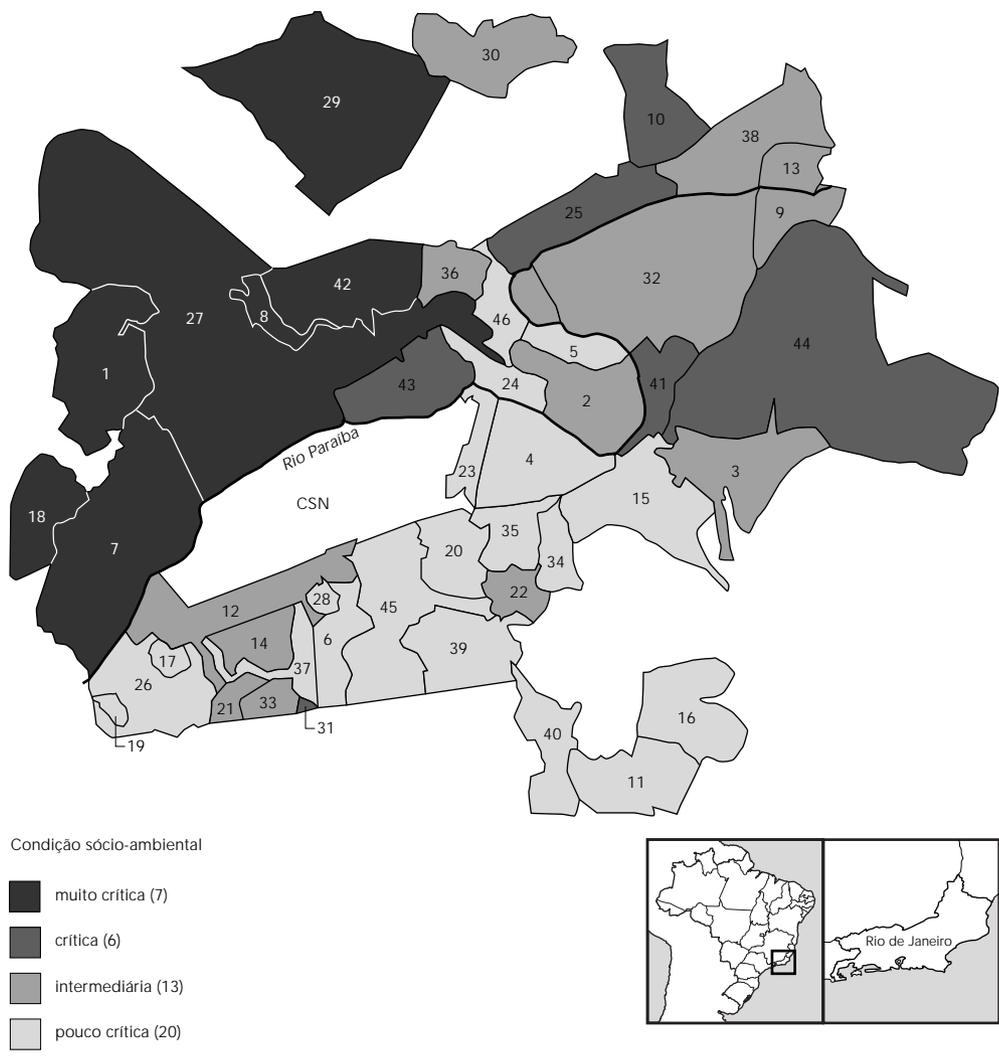
Volta Redonda – bairros. Condições materiais de vida e níveis de poluição.

**Código dos bairros**

1) Açude	13) Dom Bosco	24) Niterói	36) São João Batista
2) Aeroclube	14) Eucaliptal	25) Pinto da Serra	37) São Lucas
3) Água Limpa	15) Jardim Amália	26) Ponte Alta	38) São Luís
4) Aterrado	16) Jardim Belvedere	27) Retiro	39) Sessenta
5) Barreira Cravo	17) Jardim Europa	28) Rústico	40) Siderópolis
6) Bela Vista	18) Jardim Padre	29) Santa Rita do Zarur	41) Vila Americana
7) Belmonte	19) Jardim Suíça	30) Santa Cruz	42) Vila Brasília
8) Belo Horizonte	20) Laranjal	31) Santa Inês	43) Vila Mury
9) Brasilândia	21) Minerilândia	32) Santo Agostinho	44) Vila Rica/Três Poços
10) Candelária	22) Monte Castelo	33) São Cristóvão	45) Vila Santa Cecília
11) Casa de Pedra	23) N. S. das Graças	34) São Geraldo	46) Voldac
12) Conforto		35) São João	

Figura 3

Síntese. Volta Redonda – bairros. Condição sócio-ambiental.



Condição sócio-ambiental

- muito crítica (7)
- crítica (6)
- intermediária (13)
- pouco crítica (20)

Código dos bairros

1) Açude	13) Dom Bosco	24) Niterói	36) São João Batista
2) Aeroclube	14) Eucaliptal	25) Pinto da Serra	37) São Lucas
3) Água Limpa	15) Jardim Amália	26) Ponte Alta	38) São Luís
4) Aterrado	16) Jardim Belvedere	27) Retiro	39) Sessenta
5) Barreira Cravo	17) Jardim Europa	28) Rústico	40) Siderópolis
6) Bela Vista	18) Jardim Padre	29) Santa Rita do Zarur	41) Vila Americana
7) Belmonte	19) Jardim Suíça	30) Santa Cruz	42) Vila Brasília
8) Belo Horizonte	20) Laranjal	31) Santa Inês	43) Vila Mury
9) Brasilândia	21) Minerilândia	32) Santo Agostinho	44) Vila Rica/Três Poços
10) Candelária	22) Monte Castelo	33) São Cristóvão	45) Vila Santa Cecília
11) Casa de Pedra	23) N. S. das Graças	34) São Geraldo	46) Voldac
12) Conforto		35) São João	

Tabela 4

Nível de poluição x condições materiais de vida.

CMV	Nível de poluição		
	Pouco elevado	Elevado	Muito elevado
Muito favoráveis	N. S. das Graças Laranjal Siderópolis Casa de Pedra Jardim Belvedere Vila Sta. Cecília Jardim Europa Jardim Suíça Jardim Amália Barreira Cravo (população=25.691)	-	-
Favoráveis	Niterói Aterrado São João São Geraldo Sessenta Bela Vista Rústico Ponte Alta São Lucas Voldac (população=33.449)	São João Batista (população=574)	Vila Mury (população=8.942)
Desfavoráveis	Conforto Dom Bosco Brasilândia Água Limpa Sto. Agostinho Aeroclube Monte Castelo Eucaliptal Minerlândia Santa Cruz São Cristóvão São Luís (população=68.601)	Belmonte (população=14.651)	Açude Retiro (população=37.153)
Muito desfavoráveis	Vila Rica Três Poços Pinto da Serra Sta. Inês Vila Americana Candelária (população=10.412)	Sta. Rita do Zarur Jardim Padre Józimo Tavares (população=5.851)	Vila Brasília Belo Horizonte (população=14.162)

Discussão

Não se pretendeu neste estudo avaliar de forma precisa a poluição atmosférica em Volta Redonda, uma vez que um dos maiores obstáculos enfrentados foi justamente a obtenção de dados da fonte a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), que não permitiu o acesso, sendo obstáculo também a alegação da Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro de não possuir estes dados. Trabalhou-se com a noção de situação relativa dos bairros como forma de contornar estas limitações, sem prejudicar os resultados esperados para a pesquisa. Com isso, foi possível obter uma aproximação dos padrões espaciais de dispersão de poluentes e da distribuição dos bairros segundo condições de vida.

Verificou-se que todos os bairros de nível de poluição elevado apresentam condições materiais de vida desfavoráveis ou muito desfavoráveis, à exceção do bairro de São João Batista. Por outro lado, nem todos os bairros com condições materiais de vida desfavoráveis ou muito desfavoráveis apresentam níveis elevados de poluição, como, por exemplo, Vila Rica e Três Poços, na zona leste da cidade. Esta zona encontra-se fora do raio de alcance dos poluentes emitidos pela CSN na maioria dos cenários analisados.

A organização sócio-espacial de Volta Redonda atualmente pode explicar as diferentes situações encontradas. A população de baixa renda nesta cidade distribui-se em duas diferentes áreas: a periferia recente formada pelos bairros do extremo norte e extremo leste da cidade e a periferia antiga, formada pelos bairros da porção noroeste.

Na periferia recente, a ausência de saneamento e escassez de serviços públicos tornam sua população altamente vulnerável a uma série de agravos característicos da pobreza. Por outro lado, os efeitos da poluição atmosférica são menos sentidos em razão da maior distância da principal fonte emissora.

Na periferia antiga, na porção noroeste da cidade, a situação é outra. Os bairros nela situados são densamente povoados, como Retiro, Belo Horizonte, Vila Brasília e Açude, e apresentam condições materiais de vida desfavoráveis; no entanto, são melhor atendidos pela rede de saneamento básico. Assim, o que torna esta população mais vulnerável é a relativa proximidade com a CSN e a sua posição desfavorável em relação à dispersão de poluentes.

Ao compararem-se os bairros da área mais antiga de Volta Redonda (os bairros limítrofes à área da CSN) entre si, percebe-se uma nítida se-

gregação sócio-espacial, sendo as áreas menos poluídas e com melhor acesso aos serviços públicos (parte sul da cidade) ocupadas por grupos de maior renda (Vila Santa Cecília, Laranjal, Jardim Suíça e Jardim Belvedere, entre outros); por outro lado, os grupos de baixa renda ocupam as áreas mais poluídas (parte noroeste da cidade).

Esta situação põe em evidência a história do processo de segregação sócio-econômica de Volta Redonda e seus claros reflexos na atual ocupação de seu espaço urbano. Este processo iniciou-se nas décadas de 40 e 50 com a construção dos bairros dos operários e funcionários de maior qualificação pela CSN. Segundo a literatura, os bairros criados repetiam a hierarquização existente no mundo da fábrica (Veiga & Fonseca, 1990; Fontes & Lamarão, 1986). A população de baixa renda foi, assim, duplamente prejudicada na ocupação do espaço da cidade, fato que seguramente se reflete na sua situação de saúde.

Uma vez identificados os diferenciais sócio-espaciais e ambientais de Volta Redonda, pergunta-se: Como estes diferenciais afetam a saúde da população?

Neste sentido, novos estudos podem ser realizados para avaliar os efeitos destas diferentes situações sócio-ambientais na saúde dos grupos populacionais a elas submetidos. Os estudos de coorte de avaliação da capacidade pulmonar de crianças pré-escolares vivendo nas diferentes áreas da cidade, por exemplo, poderão fornecer uma avaliação bastante precisa dos efeitos da poluição atmosférica na saúde da população, como nos estudos realizados por Ribeiro et al. (1976), na cidade de São Paulo, e por Hofmeister (1991), em Cubatão.

Este trabalho representa, portanto, um ponto de partida para futuras investigações em saúde ambiental em Volta Redonda.

Agradecimentos

Aos professores Paulo Sabroza e Luisa Iñiguez Rojas, pelos valiosos comentários e sugestões; a Cristina Guillam do CESTH/Fiocruz e à equipe da Secretaria de Saúde de Volta Redonda, pelo apoio ao longo da pesquisa.

Referências

- ACKERMAN, M.; STEPHENS, C.; CAMPANARIO, P. & MAIA, P. B., 1994. Saúde e meio ambiente: uma análise de diferenciais intra-urbanos enfocando o Município de São Paulo, Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 28:320-325.
- BLANCO-GIL, J.; SAENZ, Z. O. & LOPEZ, J., 1991. *Condiciones de Vida y Salud en el Ambito Urbano*. La Habana: Facultad de Salud Pública.
- BREILH, J.; GRANDA, E.; CAMPAÑA, A. & BETANCOURT, O., 1983. *Ciudad y Muerte Infantil*. Quito: Centro de Estudios y Asesoría en Salud.
- CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), 1990. Resolução Conama 003/90. Brasília: Conama. (mimeo.)
- DUARTE, M. C. R., 1992. Qualidade de vida e indicadores de saúde: aspectos da mortalidade infantil no Estado do Rio de Janeiro e suas regiões. *Cadernos de Saúde Pública*, 8:414-427.
- DUCHIADE, M. P., 1992. Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. *Cadernos de Saúde Pública*, 8:311-330.
- DUCHIADE, M. P. & BELTRÃO, K. I., 1992. Mortalidade infantil por causas na região metropolitana do Rio de Janeiro, 1976-1986: associação com variáveis sócio-econômicas, climáticas e ligadas à poluição do ar. *Revista Brasileira de Estudos Populacionais*, 9:115-137.
- ECO (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud/Opas/OMS), 1989. *Curso Básico sobre Contaminação do Ar e Riscos para a Saúde*. São Paulo: CINP/Sema/ Cetesb.
- FERNÍCOLA, N. A. G. C. & AZEVEDO, F. A., 1981. Contribuição dos Estudos da Toxicologia Ambiental para a Saúde Humana. *XI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Resumos. Fortaleza: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- FISCHER, F. M., 1986. *Avaliação da Função Pulmonar em Pré-Escolares Vivendo em Diferentes Áreas do Município de Cubatão*. São Paulo: Departamento de Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo.
- FONTES, A. M. M. & LAMARÃO, S. T. N., 1986. Volta Redonda: história de uma cidade ou de uma usina? *Revista Rio de Janeiro*, 1:15-23.
- HOFMEISTER, V. A., 1991. *Efeitos da Poluição do Ar sobre a Função Pulmonar: Um Estudo de Coorte em Crianças de Cubatão*. Tese de Doutorado, São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.
- HOFMEISTER, V. A.; FISCHER, F. M.; NOGUEIRA, D. P. & ROMIEU, I., 1992. Case-study: effects of air pollution on the health of children living in the city of Cubatão, Brazil. In: *WHO-Commission of Health and Environment. Report of the panel on industry*, pp. 102-107, Geneva: World Health Organization.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1993. *Censo Demográfico 1991. Resultados do Universo Relativos às Características da População e dos Domicílios*. Rio de Janeiro: IBGE.
- IÑIGUEZ, L. R., 1995. Geografía y salud, experiencias y alternativas en América Latina. *Conferencia Regional de América Latina y el Caribe. Unión Geográfica Internacional*. Ciudad de La Habana, Cuba.
- IÑIGUEZ, L. R. & OLIVEIRA, S., 1996. *Meio Ambiente, Condições de Vida e Saúde: Uma Abordagem sobre a Qualidade de Vida no Município de Duque de Caxias*. Rio de Janeiro: UFRJ/IPPUR.
- IPPU (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Volta Redonda), 1994. *Informações para o Plano Diretor*. Vol. 1, Volta Redonda: IPPU-VR. (Coleção Cadernos de Planejamento)
- KADT, E. & TASCIA, R., 1993. *Promover la Equidad: Un Nuevo Enfoque desde el Sector Salud*. Washington: OPS/OMS.
- KWANG-SOO, C.; INOUE, S. & SHINOZAKI, R., 1997. Air pollution, temperature, and regional differences in lung cancer mortality in Japan. *Archives on Environmental Health*, 52:160-168.
- LANDSDOWN, R. & YULE, W., 1986. *(The) Lead Debate: The Environment, Toxicology and Child Health*. London: Croom Helm.
- LICHTENFELS, A. J.; BOHM, G. & SALDIVA, P. H. N., 1993. Correlação entre Poluição Atmosférica e Mortalidade em Idosos na RMSp. *Reunião Anual da Sociedade de Biologia Experimental, VIII Congresso Brasileiro de Biofísica, resumos. Caxambu, FESBE*, p.72.

- MAPINFO PROFESSIONAL, 1995. *Guia do Usuário*. São Paulo: Geograph Informática e Serviços.
- MARCONDES, E.; YUNES, J.; MASCARETTI, L. A. S.; LEONE, C. & SCHVARTSMAN, S., 1991. Os fatores ambientais (ecopediatria). In: *Pediatria Básica* (E. Marcondes, org.), pp. 9-25, São Paulo: Sarvier.
- MORAES, O. L. L. & ALVES, R. C. M., 1996. Simulação da Dispersão de Poluentes para a Região do Município de Volta Redonda. São Paulo: Universidade de São Paulo. (mimeo.)
- PAIM, J. S., 1997. Abordagens teórico-conceituais em estudos de condições de vida e saúde: notas para reflexão e ação. In: *Condições de Vida e Situação de Saúde* (R. B., Barata, org.), pp. 7-30, Rio de Janeiro: Abrasco.
- RIBEIRO, H. P.; NOGUEIRA, D. P.; BONGIOVANNI, C. A. T.; SOUZA, J. M. P.; KOGA, R. K.; NEFUSSI, N.; GUIMARÃES, F. A. & OLIVEIRA, W. E., 1976. *Estudo da Função Ventilatória em Escolares Vivendo em Áreas com Diferentes Níveis de Poluição do Ar*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.
- SABROZA, P. C. & LEAL, M. C., 1992. Saúde, ambiente e desenvolvimento. In: *Saúde, Ambiente e Desenvolvimento* (M. C. Leal, P. C. Sabroza, R. H. Rodriguez & P. M. Buss, orgs.), pp. 45-93. Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco.
- SALDIVA, P. H. N., 1993. Urban levels of air pollution are associated with increases of mortality due to respiratory diseases. *European Respiratory Journal*, 6:345-358.
- SILVA, L. J., 1997. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. *Cadernos de Saúde Pública*, 13:585-593.
- TOLEDO, L. M., 1996. *O Espaço do Cólera: Determinantes Sociais e Regulação Ambiental dos Caminhos de uma Epidemia*. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.
- TIRABASSI, T., 1989. Analytical air pollution advection and diffusion models. *Water, Air and Soil Pollution*, 47.
- US/EPA (United States of America/Environmental Protection Agency). *User's Guide for Industrial Source Complex Dispersion Models*. EPA, 450:4-92.
- VEIGA, S. M. & FONSECA, I., 1990. *Volta Redonda. Entre os Aços e as Armas*. Petrópolis: Vozes.