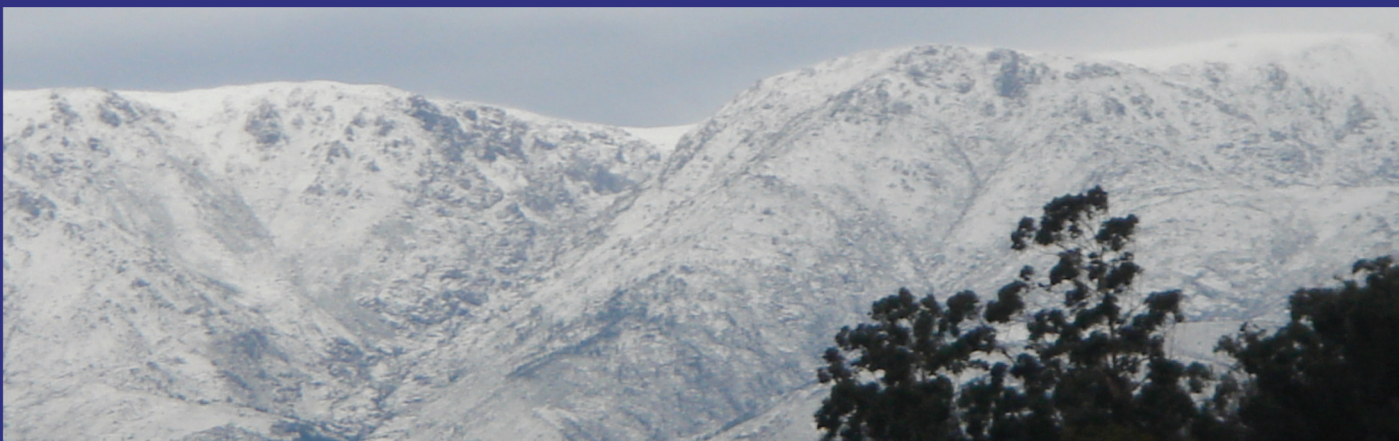
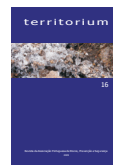


territorium



17

Riscos, Sociedade(s) e Segurança



Felipe Sodré

PUC-Rio,
felipe.b4rros@gmail.com

Felipe Fraifeld

PUC-Rio,
felipefrai@hotmail.com

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar a relação entre a atividade industrial e a dinâmica atmosférica no município de Duque de Caxias (estado do Rio de Janeiro, Brasil), e sua possível consequência na saúde respiratória da população. Para tanto, realizou-se minuciosa pesquisa nos principais temas abordados: poluição atmosférica, saúde respiratória e dinâmica atmosférica.

Palavras chave: Duque de Caxias, saúde respiratória, refinaria de Duque de Caxias, poluição atmosférica e clima urbano.

RÉSUMÉ

L'article présent a l'objectif d'analyser la relation entre l'activité industrielle et la dynamique atmosphérique dans la municipalité de Duque de Caxias (Rio de Janeiro, Brésil), et possible conséquence sur la santé respiratoire de la population. Donc, on a fait une recherche détaillée dans les principaux thèmes utilisés: la pollution atmosphérique, la santé respiratoire et la dynamique atmosphérique.

Mots-clé: Duque de Caxias, santé respiratoire, raffinerie Duque de Caxias, pollution atmosphérique, climat urbain.

ABSTRACT

This paper has as objective an analysis of the relation between the industrial activity and the atmospheric compartment of Duque de Caxias neighbourhood (located in Rio de Janeiro, Brazil), and its consequences in the respiratory health of its population.

Key words: Duque de Caxias, respiratory health, Duque de Caxias refinery, atmospheric pollution and urban climate.

^{1*} O texto deste artigo corresponde à comunicação apresentada ao V Encontro Nacional e I Congresso Internacional de Riscos e foi submetido para revisão em 28-05-2009, tendo sido aceite para publicação em 02-03-2010.
Este artigo é parte integrante da Revista Territorium, n.º 17, 2010, © Riscos, ISBN: 0872- 8941.

Introdução

A Refinaria de Duque de Caxias (REDUC) é um projeto arquitetado segundo a lógica desenvolvimentista da década de 50, e que teve seu início de operação no ano de 1961. Possui uma área total de 13Km², sendo destes, 9Km² de área construída. Sua importância para a economia municipal, estadual e nacional é inegável, por ser a quarta maior refinaria (não só em tamanho, mas em quantidade de barris de petróleo processados por dia) do Brasil, com faturamento bruto de 13 bilhões de Reais e sendo responsável por 80% da produção brasileira de lubrificantes (Câmara dos Vereadores de Duque de Caxias).

A sua localização, no município de Duque de Caxias, também se dá pela política adotada na época de expansão de indústrias para a baixada do Rio de Janeiro, a partir da concepção de zonas industriais, incentivada pelo aterramento de áreas, até então alagadiças devido a proximidade com a baía de Guanabara, e do desenvolvimento da rede de transportes. Dessa forma, pensava-se que seria mais barato o transporte de matéria-prima, já que estas localidades seriam bem servidas de vias expressas, não tendo que a matéria prima atravessar ou entrar na cidade, reiterando a hipótese das vantagens comparativas de David Ricardo (vantagens locais). Porém, o que não se pensou foi que junto com as indústrias, deslocou-se para lá a sua mão-de-obra, constituindo próximo a essas indústrias, bairros proletários, derivando daí, uma complexa ocupação do solo. A Tabela I sintetiza o relatado anteriormente, possibilitando visualizar o salto na densidade populacional em Duque de Caxias dos anos 50 aos 60.

de Caxias passou, assim como a cidade do Rio de Janeiro, por diversas transformações radicais como dessecamento de terrenos alagadiços, desmatamento e aterramentos. Ao “mesmo tempo” a evolução urbana processou-se por todo esse terreno, sobrando poucas áreas florestais e, ainda, esses remanescentes que permaneceram, encontram-se em péssimas condições.

A interferência humana na paisagem ao longo do tempo tem surtido efeitos nunca antes pensados. Um exemplo disso têm sido as ilhas de calor, observadas e estudadas há alguns anos. Esta se faz de tal forma que se tem desenvolvido desde 1950 uma vertente da climatologia dedicada ao estudo da climatologia urbana. Esta, como define MONTEIRO, “preocupa-se em apontar atributos fundamentais que particularizam os estados atmosféricos que, em contraste com os espaços circundantes, se observam graças à interferência urbana” (MONTEIRO et al, 2003).

Hoje em dia pode-se dizer que 99% da população do município reside em área urbana restando apenas 1% dos habitantes de áreas rurais (prefeitura municipal de Duque de Caxias). Porém, cabe ressaltar que tal fato não significa que se trata de um município urbano *stricto sensu*, como pode ser observado no mapa 1.

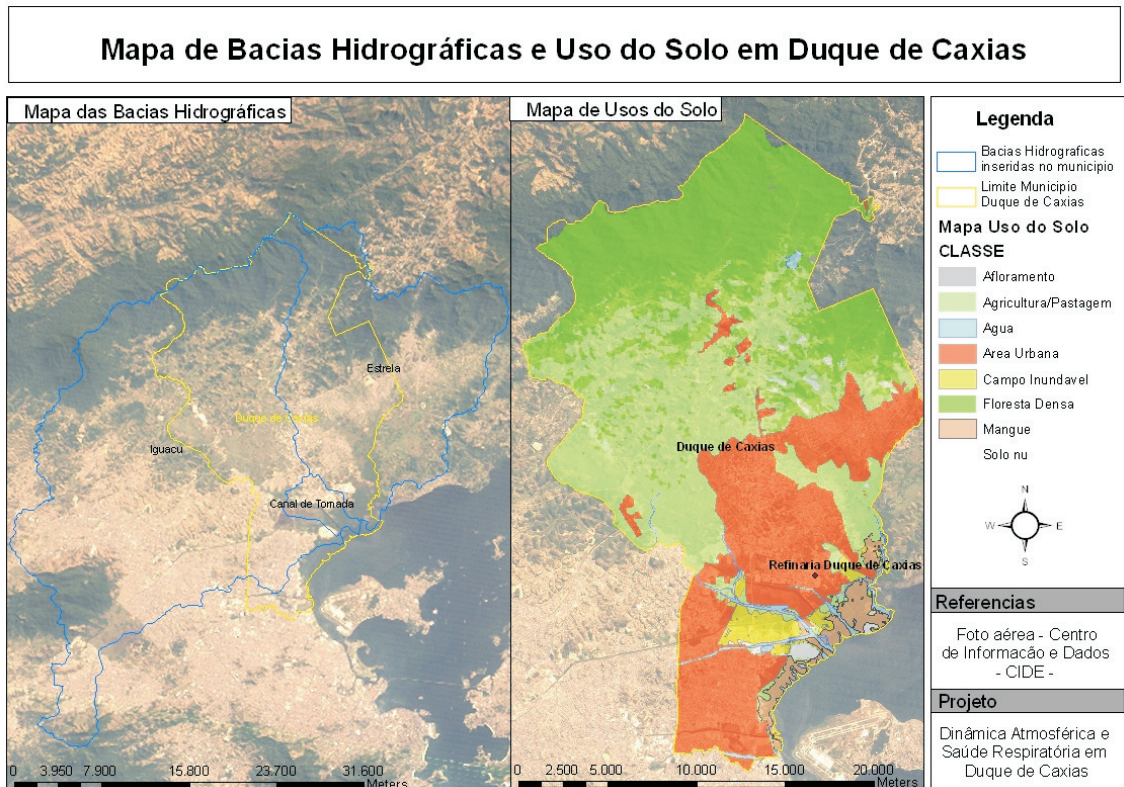
Percebe-se, através do mapa de uso do solo, que o município tem uma vasta área urbana densa, porém esta contrasta, ainda, com áreas de “vazios urbanos” e áreas florestadas. Portanto, podemos caracterizar o município de Duque de Caxias, como um município complexo e contrastante em suas paisagens. Paisagem é aqui entendida segundo o conceito de Metzger, como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas. Justamente a partir desse conceito é que se levantam

TABELA I - Evolução da densidade demográfica segundo as regiões de governo e municípios.
Fonte: Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (CIDE)

Regiões de Governo e municípios	1940	1950	1960	1970	1980	1991	1996	2000
Estado	82,3	106,5	152,8	204,8	257,2	291,7	305,3	327,5
Região Metropolitana	388,9	554,5	849,6	1.201,1	1.528,9	1.710,5	1.776,3	1.909,7
Rio de Janeiro	1.395,5	1.880,6	2.616,0	3.363,3	4.026,8	4.335,4	4.391,3	4.853,1
Belford Roxo	76,9	296,9	914,7	2.165,9	3.530,4	4.508,9	4.991,5	5.482,5
Duque de Caxias	33,6	198,5	523,1	926,3	1.236,4	1.434,0	1.535,5	1.546,1
Guapimirim	10,4	19,4	23,9	40,0	64,1	77,4	90,2	104,8
Iaborai	35,8	45,4	74,6	127,3	223,3	325,5	373,2	436,0
Itaguaí	21,6	48,7	65,9	105,1	176,9	218,1	249,7	291,3
Japeri	40,0	106,5	260,5	438,9	679,5	792,8	882,1	1.021,6
Magé	50,8	76,9	130,5	254,9	371,0	423,5	473,6	531,8
Mangaratiba	22,1	29,9	35,1	34,2	38,4	49,7	55,2	68,7
Maricá	51,9	52,2	53,5	65,0	89,7	127,9	165,7	210,4
Nilópolis	1.163,6	2.417,0	5.028,8	6.667,2	7.895,2	8.234,0	8.087,1	7.916,1
Niterói	1.110,9	1.413,6	1.862,4	2.460,1	3.013,1	3.309,2	3.417,0	3.408,7
Nova Iguaçu	69,6	184,3	429,5	813,4	1.183,0	1.380,8	1.476,9	1.628,2
Paracambi	48,4	61,0	86,8	141,1	168,6	202,6	219,4	216,3
Queimados	47,9	127,5	311,8	600,8	1.208,4	1.267,0	1.391,3	1.586,5
São Gonçalo	340,3	506,5	985,9	1.712,2	2.448,7	3.103,2	3.316,3	3.577,9
São João de Meriti	1.133,8	2.190,9	5.493,8	8.664,6	11.427,7	12.199,8	12.444,8	12.946,1
Seropédica	9,0	30,9	60,1	99,4	70,3	195,6	207,6	242,4
Tanguá	62,7	74,9	68,1	79,1	284,6	161,8	171,3	182,1

Apesar do município em estudo estar localizado no compartimento tectônico rebaixado do Graben da Guanabara, e por isso ser uma área de planície, limitada pelo embasamento cristalino da Serra dos Órgãos, Duque

algumas questões quanto à importância ambiental da área, bem como questionamentos sobre a localização da mencionada refinaria.



Mapa 1 - Bacias hidrográficas da Baía de Guanabara e Uso do solo e cobertura vegetal no município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro. Fonte: LABGIS. PUC - Rio.

É justamente nessa complexidade que se tem como objetivo geral analisar a relação entre a atividade industrial, o clima no município de Duque de Caxias e as conseqüências na saúde da população do município. Para cumprir com tal objetivo geral, traçamos como objetivos específicos:

(A) Pesquisar o comportamento atmosférico no município e suas atividades industriais (focalizando as atividades industriais da REDUC), tendo como base de dados as médias dos elementos climáticos que auxiliariam na dispersão atmosférica, tais como: pluviosidade, direção e velocidade do vento, e as principais emissões industriais na região.

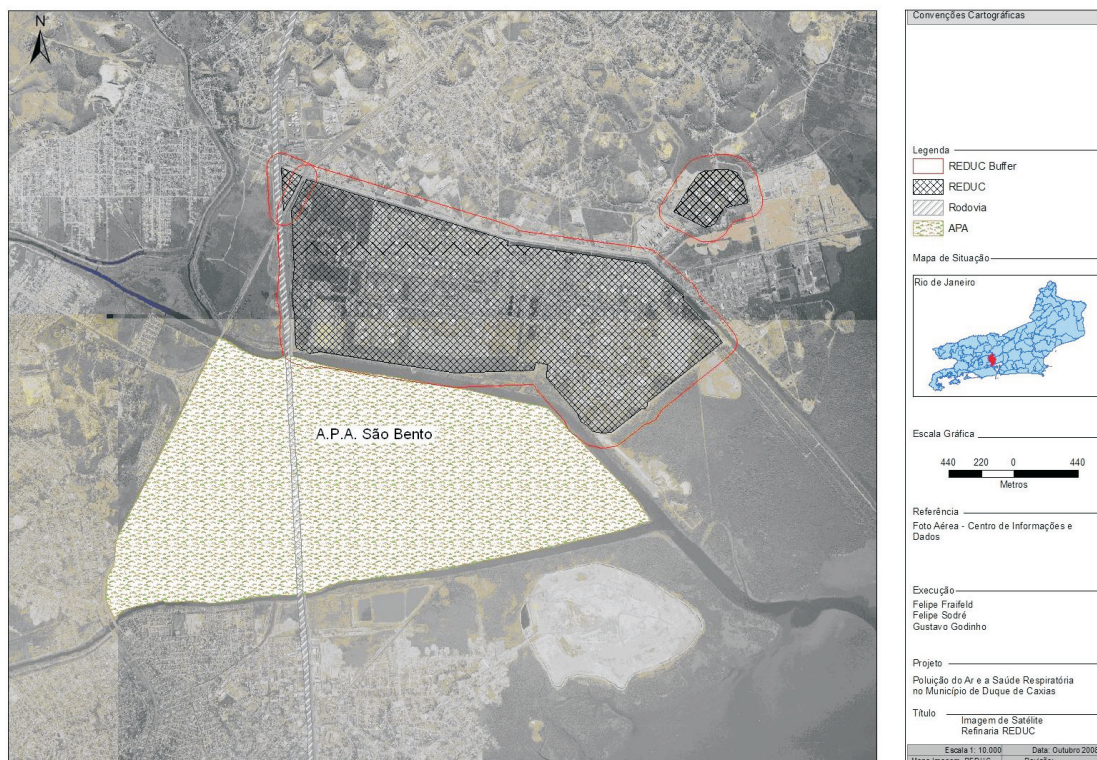
(B) Analisar a possível correlação entre a emissão de gases pela REDUC e a saúde respiratória da população em seu entorno, a partir do comportamento atmosférico apresentado.

A pertinência de tal estudo se dá não apenas pela localização da REDUC na bacia hidrográfica da Baía de Guanabara, cercada por áreas de proteção ambiental e remanescentes de mangue (mapas 1 e 2), nem pela importância de tal empreendimento que, em 2008, anunciou a obtenção da autorização concedida pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) para iniciar as obras de expansão da REDUC, mas também pela importância de tal sítio como área de

habitação de grande densidade populacional, podendo assim, apresentar um grande risco à saúde respiratória de sua população. No Brasil já houve casos em que indústrias mal projetadas e localizadas acabaram por causar efeitos drásticos, não apenas à população residente de seu entorno, mas também aos seus trabalhadores, como por exemplo, o caso das indústrias de Cubatão, no estado de São Paulo.

Emissões industriais

A Organização Mundial da Saúde, em seu trabalho sobre qualidade do ar, diferencia duas principais naturezas de poluição do ar: primária e secundária. A poluição do ar primária refere-se aos mais variados poluentes emitidos na atmosfera, independente de suas diferentes fontes emissoras. Já os poluentes secundários são aqueles formados na própria atmosfera por reação química, como por exemplo, o Ozônio. Dessa diferenciação básica, podemos perceber que o controle dos poluentes primários se faz mais possível a partir da mensuração das emissões pelas chaminés, canos, etc., enquanto que os poluentes secundários, justamente pela sua natureza, ficam fora dos inventários de controle. Tendo essas informações e o objetivo do trabalho em mente, basearemos nossas pesquisas em determinados poluentes atmosféricos primários, escolhidos a partir



Mapa 2 - Localização da REDUC e da Área de Proteção Ambiental (APA) São Bentos. Fonte: LABGIS PUC - Rio.

de sua periculosidade à saúde respiratória e também à sua presença junto às emissões da Refinaria de Duque de Caxias (agente que norteará nossa pesquisa) como: SO₂ e NO₂.

Todos os gases elencados no desenvolvimento de nossa pesquisa têm como fonte emissora a queima de combustíveis fósseis. Porém, devido ao fato de nossa pesquisa estar relacionada à poluição emitida pela REDUC e não a qualquer outra fonte desses mesmos poluentes, o recorte espacial de nossa pesquisa se restringirá ao distrito de Campos Elísios, onde a referida refinaria se encontra instalada. Além disso, nos basearemos nos níveis de emissão dessa refinaria.

Para entendermos a respeito desses poluentes, seus níveis aceitáveis de concentração e suas principais consequências na saúde da população a eles exposta foi consultado o professor do laboratório de química da PUC - Rio, Scofield, que nos fez um resumo a respeito desses poluentes e de sua relação com a saúde e a as atividades da REDUC. Porém, para um embasamento científico, foi necessária a pesquisa no World Health Organization (WHO), de onde nós, através do relatório "Air Quality Guide Line", conseguimos compilar as seguintes informações:

Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

TABELA II: Concentração aceitável e máxima de dióxido de nitrogênio. Fonte: World Health Organizatio

NO ₂
40 µg/m ³ annual mean
200 µg/m ³ 1-hour mean

A exposição a esse gás passa a ser perigosa quando sua concentração excede 200 µg/m³, o que traz como consequência à saúde respiratória da pessoa exposta inflamação das vias respiratórias e no caso de exposição prolongada, bronquite.

Segundo o Guia consultado da WHO, a grande concentração de NO₂ em conjunto com partículas ultrafinas dispersas e emitidas na atmosfera, tem sido o principal problema de poluição atmosférica em áreas urbanas de todo o mundo. Isto se deve ao fato de, ao contrário de outros poluentes, as concentrações de NO₂ nos ambientes internos estarem intimamente relacionadas com as concentrações externas, uma vez que este poluente se difunde com muita facilidade de fora para dentro das edificações através de mecanismos de ventilação. A isto se soma o fato de existirem várias fontes de NO₂ e outros óxidos de nitrogênio (NO_x) dentro

das residências, como fogões a gás, aquecedores que utilizam querosene e cigarros.

Dióxido de Enxofre (SO₂)

TABELA III: Concentração aceitável e máxima de Dióxido de enxofre.
Fonte: World Health Organization

SO ₂	
20 µg/m ³	24-hour mean
500 µg/m ³	10-minute mean

Possuindo um pequeno odor, esse gás é muito comum, assim como é perigoso. A sua concentração mínima para apresentar risco, estabelecida pelos estudos da WHO, tem sido reduzida a cada pesquisa, comprovando sua ação maléfica à saúde.

Os impactos negativos na saúde pela exposição a esse gás estão relacionados à redução e comprometimento funcional dos pulmões, causando também inflamação das vias respiratórias, agravamento de asma e crises de bronquite.

Uma vez lançado à atmosfera, o dióxido de enxofre pode oxidar, dando origem ao ácido sulfúrico (H₂SO₄). Sua permanência na atmosfera por muito tempo permite que esse poluente se disperse, e muitas vezes sendo transportados para longe da sua área primária de emissão.

Faz-se pertinente evidenciar e contrastar os padrões mínimos para concentração desses poluentes estabelecidos pela WHO (Tabelas II e III) e pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), este último, exposto na Tabela IV. Como pode ver-se, os padrões de boa qualidade do ar estabelecido pela CONAMA, para a concentração de SO₂ (0-80 µg/m³), possuem um intervalo muito maior, e com o seu valor máximo maior que o dobro estabelecido pela WHO (0-20 µg/m³). O mesmo acontece para o Dióxido de Nitrogênio: Segundo WHO a faixa segura, ou pelo menos de boa qualidade do ar, teria a concentração de 0-40 µg/m³, enquanto que o estabelecido pelo CONAMA é de 0-100 µg/m³.

É evidente que essa diferença pode muito bem ter um cunho político, no sentido de se estabelecer leis ambientais mais “brandas” com a finalidade de baratear e reduzir as exigências industriais, atraindo assim, uma maior quantidade de plantas industriais para o território nacional.

Saúde respiratória

As doenças relacionadas à saúde respiratória são, de modo geral, ainda pouco estudadas no Brasil. Sua

TABELA IV: Índices de qualidade do ar estabelecidos pelo CONAMA.

Classificação e Faixas do IQA	IQA - Índice de Qualidade do Ar					CO média (8h) µg/m ³	Classificação Efeitos
	Faixa de Concentração dos Poluentes para Cálculo do IQA						
	PTS média (24h) µg/m ³	PM10 média (24h) µg/m ³	SO ₂ média (24h) µg/m ³	NO ₂ média (1h) µg/m ³	O ₃ média (1h) µg/m ³		
Bom (0-50)	0-80	0-50	0-80	0-100	0-80	0-5000	Seguro a saúde
Regular (51-100)	81-240	51-150	81-365	101-320	81-160	5001-10000	Tolerável
Inadequada (101-199)	241-375	151-250	366-800	321-1130	161-400	10001-17000	Impróprio ao bem estar
Má (200-299)	376-625	251-420	801-1600	1131-2260	401-800	17001-34000	Ofensivo a Saúde
Péssima (300-399)	626-875	421-500	1601-2100	2261-3000	801-1000	34001-46000	
Crítica (acima de 400)	876-1000	501-600	2101-2620	3001-3750	1001-1001	46001-57500	

OBS: Os índices até a classificação (regular), atende os Padrões de Qualidade do Ar estabelecido pela resolução CONAMA 03/1990.

Fonte: Conselho Nacional do Meio Ambiente.

extrema influência sobre a sociedade já foi reconhecida por diversos órgãos mundiais que visam estudar estes casos e, além disso, buscam propor alguns parâmetros de segurança a serem adotados por diversos países.

Um relatório lançado pelo World Health Organization, em 2007, com estudos baseados no Meio Ambiente e Saúde, realizados na Áustria, Suíça e França, mostram que a exposição prolongada à poluição atmosférica, nesses países, apresentou um aumento de 21 mil mortes prematuras por doenças cardiovasculares e principalmente doenças respiratórias em adultos com mais de 30 anos. O professor da USP Luiz Alberto PEREIRA que atua no Laboratório de Poluição Atmosférica realizou diversos estudos que permitem associar o aumento de morte prematura de fetos com a poluição atmosférica. Segundo o pesquisador, “A equipe constatou que nos dias mais poluídos as mortes fetais tardias foram maiores. Verificaram também que de cada oito óbitos fetais tardios registrados por dia, em média dois podem estar associados à poluição” (*World Health Organization*).

Segundo a própria WHO, se faz importante esclarecer a definição de exposição. Esta é estabelecida quando uma pessoa entra em contato com algum poluente, em uma determinada concentração por certo tempo. Dessa forma poderíamos distinguir dois padrões principais de exposição aos poluentes atmosféricos. A exposição “indoor”, que é aquela estabelecida em um ambiente fechado, e a “outdoor”, que é a exposição em um ambiente livre. Por uma questão de exequibilidade, essas duas classificações não serão levadas em conta, por não estarmos preocupados em quantificar essa exposição, e por trabalharmos, dessa forma, com ambas possibilidades, portanto, com a exposição total. A importância dessa definição se dá pelo fato de as consequências malélicas de tais poluentes à saúde dar-se muito mais pela qualidade da exposição do que pela toxicidade relativa do poluente. É nesse sentido que a WHO frisa que as consequências malélicas da poluição à saúde se apresentam de acordo com o “tipo” ou o grau de exposição.

No Brasil, mesmo com escassez de pesquisas com a relativa temática, um órgão público que se destaca, não somente em escala local, mas também a nível federal, é a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Sua notória excelência, comprovada em seus mais de 100 anos, fornece subsídios às diversas pesquisas no país, inclusive em nossa temática, saúde respiratória. Infelizmente, os dados obtidos a partir da FIOCRUZ, nos foram pouco válidos, pois as pesquisas que encontramos relacionadas à saúde respiratória estavam correlacionadas a mudanças climáticas e não aos poluentes atmosféricos.

Nosso foco principal era a obtenção de dados espacializados distritalmente através de informações obtidas na secretaria municipal de saúde. Devido à dificuldade na obtenção desses dados, traçamos uma nova estratégia a partir dos dados obtidos do município como um todo.

Pesquisando a atuação da refinaria de Duque de Caxias selecionamos, como já mencionado anteriormente, dois desses principais poluentes e, a partir deles, definimos duas fundamentais doenças respiratórias a eles relacionados: asma e bronquite.

Essas doenças são comumente ignoradas por parcela considerável da população que, por desconhecerem a

Outro órgão que nos foi muito importante para realização de nossa pesquisa foi o Ministério da Saúde, de onde conseguimos dados brutos a respeito do município de Duque de Caxias e as principais causas de morbidade hospitalar.

Após trabalhar os dados, organizando-os e elaborando gráficos, concluímos que os três principais fatores de morbidade (enfermidades), no município em estudo (Duque de Caxias), são respectivamente: Gravidez/parto e puerpério, doenças do aparelho respiratório e doenças circulatórias. O gráfico 1, elaborado a partir dos dados obtidos do Ministério da Saúde, sintetiza as principais causas de morbidade no município estudado no ano de 2005.

Ainda a partir desses dados do Ministério da Saúde, pudemos elaborar outro gráfico (gráfico 2) isolando a morbidade por doenças respiratórias, e separando os dados por idade, o que nos possibilitou uma melhor análise sobre a susceptibilidade de certas faixas etárias a esse determinado diagnóstico.

No gráfico 2, pode-se constatar que mais de um quarto (passam os 25%) das crianças com faixa etária menor de um ano e até 4 anos, em Duque de Caxias, foram diagnosticadas com doenças no aparelho respiratório.

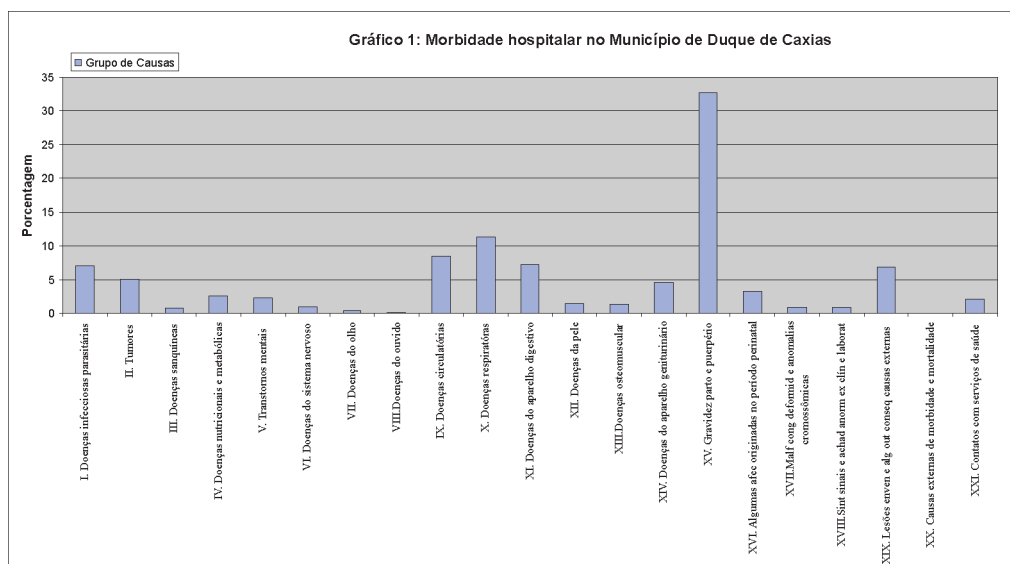


GRÁFICO 1 - Taxas de morbidade hospitalar no Município de Duque de Caxias
Fonte dos dados: Ministério da Saúde.

gravidade e os males associados às mesmas, simplesmente convivem com as enfermidades, sem tentar tratá-las ou até mesmo prevenir-se delas. Esse é outro ponto que merece uma maior atenção, pois nesses casos em que a pessoa doente não busca auxílio hospitalar, seja por falta de oportunidade, consciência ou acessibilidade, faz com que esses dados oficiais possam ser considerados incompletos.

E nas crianças de 5 até 9 anos, a taxa continua alta, chegando aos 25%, sofrendo uma queda brutal nas idades a partir de 10 anos.

Das taxas de morbidade passamos a pesquisar dados referentes à mortalidade, o que nos possibilitou a elaboração, ainda com dados do Ministério da Saúde, do gráfico 3.

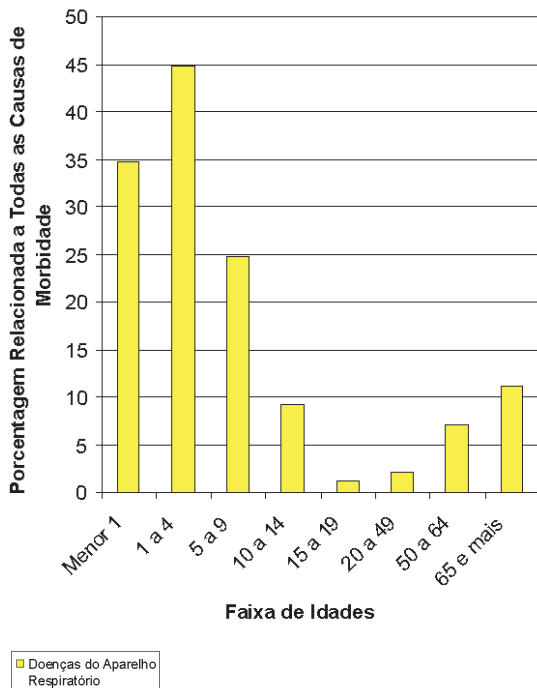


GRÁFICO 2 - Morbidade hospitalar por doenças no aparelho respiratório, segundo faixas etárias. Fonte dos dados: Ministério da saúde.

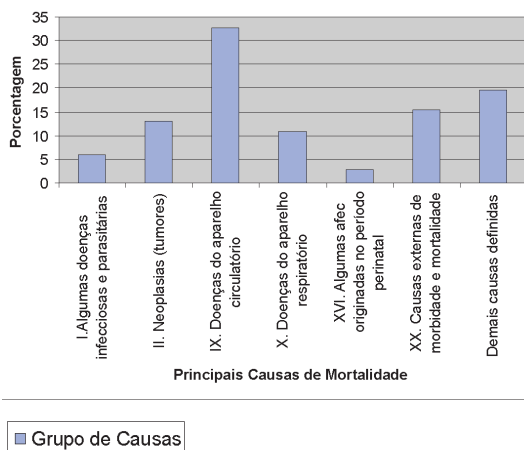


GRÁFICO 3 - Principais causas de mortalidade em Duque de Caxias. Fonte dos dados: Ministério da Saúde.

Os dados utilizados na confecção deste último gráfico são do ano de 2004. A partir deste, pode-se perceber que a mortalidade por doenças respiratórias está entre as cinco principais causas no município em questão. Sendo que, nesse último gráfico, fomos obrigados a agrupar como “demais causas definidas” (presentes no gráfico 1) diversas causas de mortalidade, devido à forma como esses dados nos foram fornecidos. Nesse sentido, podemos imaginar que a mortalidade por doenças respiratórias deveria estar em quarta colocação, já que

a segunda causa que mais causa mortalidade (“demais causas definidas”) é um conjunto de diversas outras causas com menores valores.

Destrinchando os dados de mortalidade por determinados intervalos de faixas etárias e se fixando à mortalidade por doenças no aparelho respiratório, foi elaborado o gráfico 4.

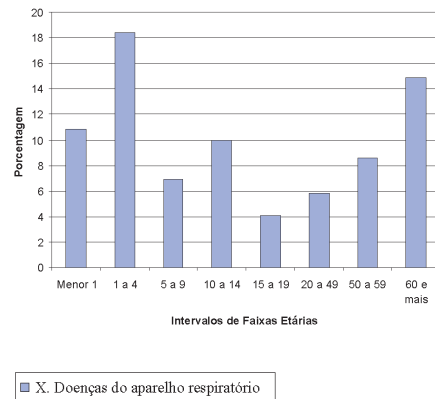


GRÁFICO 4 - Mortalidade por doenças do aparelho respiratório, segundo faixas etárias. Fonte dos dados: Ministério da saúde.

O gráfico 4 vem corroborar a análise feita no gráfico 2, onde se percebem as maiores taxas de mortalidade por doenças respiratórias, nas faixas etárias de menor de 1 ano, até os 4 anos. Mesmo com uma breve queda no índice de mortalidade entre a faixa de 5 a 9 anos, podemos perceber que a incidência da mortalidade desde os menos de 1 ano, até os 14 anos, são maiores que o intervalo de 15 a 49 anos. Do intervalo etário superior aos 50 anos, percebe-se um gradual aumento da taxa.

Com relação às emissões, o próprio IBGE já desenvolve pesquisas em que é possível identificar os municípios de cada estado com maior potencial de emissão industrial de poluentes atmosféricos. Além desses dados, a metodologia de pesquisa utilizada (*Industrial Pollution Projection System - IPPS*), possibilitou uma diferenciação dos principais tipos industriais que mais potencial para emissões possuem. Dessas, destacam-se as indústrias de refino de petróleo, minerais não-metálicos e metalurgia (TABELA V).

Algumas constatações importantes foram levantadas pela pesquisa, realizada em 2003 para o estado do Rio de Janeiro, como por exemplo, o fato de um número reduzido de unidades produtoras responderem pela quase totalidade do potencial poluidor. Assim como o potencial poluidor é concentrado na região metropolitana do Rio de Janeiro e no médio Paraíba do Sul, pode-se perceber uma maior concentração em poucos municípios: Rio de Janeiro, Duque de Caxias e Volta Redonda.

TABELA V - Classificação dos municípios do estado do Rio de Janeiro pelo Potencial Poluidor para os poluentes PM10 e SO2 segundo a metodologia IPPS. Fonte: IBGE.

Nome município	Emissão Potencial IPPS (*)		Classificação por postos		Classificação em conjunto	Classificação geral
	PM10 (t/ano)	SO2 (t/ano)	PM10	SO2	Somatório PM10 + SO2	
Rio de Janeiro	4843,84	25569,97	1	1	2	1
Volta Redonda	4030,51	10646,12	2	3	5	2
Carlagio	3442,68	4179,11	3	4	7	3
Berra Manca	1242,31	3870,45	4	5	9	4
Duque de Caxias	522,3	17959,71	7	2	9	5
Berra do Pirai	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
Macae	279,07	1042,04	10	13	23	10
Resende	168,29	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
Pirai	195,81	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

(*) Fonte: 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).

Como a própria tabela demonstra, e como sintetizam os pesquisadores do IBGE, “Em relação especificamente ao SO2, o município do Rio de Janeiro é o que possui o maior potencial emissor no estado, com 31% do total, o equivalente a 25.570 t/ano. ...” Duque de Caxias tem o segundo maior potencial emissor industrial de SO2 no estado: 17.960 t/ano ou 22% do total. No município, a divisão de refino de petróleo é amplamente majoritária em emissão potencial de SO2 (76%).” (IBGE).

Outra tabela significativa utilizada nessa mesma pesquisa é a tabela referente ao potencial poluidor dos gases emitidos pelas indústrias fluminenses (Tabela IV). Como pode-se constatar, o dióxido de enxofre é o principal gás poluidor, entre todos os poluentes investigados, emitido pela indústria fluminense, sendo seguido pelo monóxido de carbono e pelo dióxido de nitrogênio.

TABELA VI - Potencial total de poluição industrial para os poluentes do ar, estimado segundo a metodologia IPPS, para o estado do Rio de Janeiro - 2003. Fonte: IBGE.

Parâmetro de Poluição	Potencial Poluidor (t/ano)
SO2 (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
NO2 (Dióxido de Nitrogênio)	49.944
Tóxicos do ar	16.502
Metais Tóxicos do ar	324

Fonte: 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).

Apesar de haver diversas atividades industriais como potencial fonte desses poluentes, constata-se ainda nessa pesquisa que, em Duque de Caxias, a principal atividade industrial que concentra tal emissão é a de refino de petróleo: “Em Duque de Caxias e Guapimirim, por exemplo, uma única divisão industrial contribui com

mais de 80% do potencial de emissão de SO2: refino de petróleo e celulose e papel, respectivamente.” (IBGE)

Justamente a partir desse gráfico elaborado percebe-se a importância e urgência em se realizar mais pesquisas e políticas públicas que visem um melhor tratamento a essas doenças. Infelizmente, como já mencionado anteriormente, o dado utilizado para tal análise, é municipal, e não distrital, como gostaríamos, a fim de poder analisar como se dá a distribuição desses dados espacialmente no interior do município.

Em pesquisa a outros órgãos relacionados à saúde, pode-se obter uma tabela que expõe as taxas de internação de crianças menores de 5 anos, diagnosticadas com Infecção Respiratória Aguda (IRA), no ano de 2003, na região metropolitana do Rio de Janeiro (TABELA VII). Nesse *Ranking*, Duque de Caxias continua em uma situação desfavorável, ficando com a segunda maior taxa de internação com o devido diagnóstico, ficando atrás, apenas, do município de Belford Roxo.

TABELA VII - Taxa de internação por Infecção Respiratória Aguda (IRA) em menores de 5 anos, na região metropolitana do Rio de Janeiro, em 2003.

Município	Taxa de internação por infecção respiratória aguda (IRA) em menores de 5 anos
Belford Roxo	42,3800
Duque de Caxias	28,1000
Itaguaí	12,1800
Japeri	46,9400
Magé	6,3800
Mesquita	4,0500
Nilópolis	31,1900
Nova Iguaçu	,6400
Queimados	4,3400
Rio de Janeiro	,0500
São João de Meriti	1,3800
Seropédica	3,4000
Total	15,0858

Fonte: Sistema de Informações Hospitalares (SIH).
Elaboração: Departamento de Dados Institucionais - DDICISA/SES-RJ.

Fonte: Sistema de Informações Hospitalares, SES-RJ.

Interação atmosfera-indústria

Como nós iremos trabalhar com apenas alguns dados atmosféricos (obtidos a partir de estações climáticas) cabe ressaltar que o presente trabalho não se apresenta como um estudo climatológico, mas sim um estudo que se baseia em alguns de seus elementos fundamentais, por se utilizar de algumas médias de elementos da dinâmica atmosférica, tais como velocidade, direção do vento e umidade relativa média.

Faz-se importante também nesse momento, além de caracterizarmos a atmosfera, apresentarmos nosso “recorte atmosférico de trabalho”, já que, ao contrário do que muitos pensam, a atmosfera pode ser diferenciada verticalmente em camadas, que podem apresentar alterações em sua composição, em sua temperatura, e logicamente em seu comportamento.

Esse “recorte” assemelha-se ao estabelecimento da escala de análise. A discussão a respeito de escala se faz muito pertinente, porém como entendemos a escala de observação um recorte inerente ao fenômeno estudado, e não apenas à vontade e objetivo do pesquisador, nós poderíamos falar que nosso fenômeno de estudo necessitaria um recorte de escala meso-escalar. Porém, como mencionado anteriormente, o fenômeno estudado (relação entre poluentes atmosféricos e certos elementos da dinâmica atmosférica), que nesse caso apresenta influência tanto em micro, quanto em meso-escala, deve ser adequado ao nosso objetivo, que nada mais é que a tentativa de se entender e comprovar a influência maléfica desses gases, provenientes de uma dada fonte, em uma escala local. Nesse sentido, é que devemos unir a escala possível de análise do fenômeno com o objetivo do trabalho, definindo assim, uma maior importância aos efeitos micro-escalares de nossos objetos de estudo (gases poluentes e elementos atmosféricos).

Para tanto, focaremos nossas análises atmosféricas em sua camada mais inferior, a troposfera, que contém cerca de 75% da massa gasosa total da atmosfera. A troposfera pode ser ainda dividida em três “subcamadas”: A camada “laminar” ou de superfície, que faz a interface entre o solo e a atmosfera. A troca energética nessa camada se dá lentamente pela condução e trocas verticais de calor. A camada superior chama-se de “camada de atrito”, com cerca de 1.000 metros de espessura. Nessa camada, a troca de energia se dá pela turbulência ou por movimentos de redemoinhos. A última subcamada da troposfera chama-se de “atmosfera livre”. Esse nome se dá pelo fato de a influência do atrito, criado pelas irregularidades da terra, ser nulo, ou muito reduzido. Portanto, tal subcamada apresenta uma ação eólica mais forte, e a transferência vertical de energia ocorre através da forma de nuvens (AYOADE, 2007).

Com relação à composição da atmosfera, muitos autores a caracterizam como sendo uma camada fina compreendendo uma mistura estável de gases, dentre os mais importantes e conhecidos, se destacam: Nitrogênio, Oxigênio e vapor d’água. A tabela a seguir (Tabela VIII) apresenta a composição da atmosfera com a média de gases nela encontrados. Como pode-se perceber nenhum dos poluentes atmosféricos tratados pelo trabalho são encontrados nessa tabela. Portanto, trata-se de gases não naturais que passam a compor a atmosfera. Contudo, fica difícil de estabelecer o seu volume e sua importância na atmosfera devido à escassez de trabalhos a esse respeito, ou pelo fato de serem dados que não são importantes para o presente trabalho.

Os gases que compõem a atmosfera são de extrema importância na distribuição e nas trocas de energia entre atmosfera e superfície da terra, através da absorção, difusão e reflexão da radiação solar. É justamente

TABELA VIII - Composição média da atmosfera seca abaixo dos 25 km (segundo BARRY e CHORLEY). Fonte: AYOADE, 2007.

Gás	Volume % (ar seco)
Nitrogênio (N ₂)	78,08
Oxigênio (O ₂)	20,94
Argônio (Ar)	0,93
Bióxido de carbono (CO ₂)	0,03 (variável)
Neônio (Ne)	0,0018
Hélio (He)	0,0005
Ozônio (O ₃)	0,00006
Hidrogênio (H)	0,00005
Criptônio (Kr)	Indícios
Xenônio (Xe)	Indícios
Metano (Me)	Indícios

nesse sentido que os estudos sobre sua dinâmica e comportamentos são de grande importância já que essa manutenção energética passa a ser alterada a partir das mudanças nas quantidades e distribuição desses gases. Porém, cabe ressaltar mais uma vez, que o que se busca no presente trabalho está voltado para a influência dos gases atmosféricos poluidores na saúde respiratória da população de um dado local, a partir, justamente, da interface atmosférica.

Nesse sentido, buscamos dados de direção e intensidade de ventos, e média de precipitação, em estações meteorológicas de região. Como era de esperar, a obtenção de tais dados foi penosa, custando horas de pesquisa na internet e outras horas de pesquisas em fundações do Estado. Até hoje não há como saber se existem e quais seriam as estações climatológicas próximas, ou até mesmo, no município de estudo. A obtenção dos dados referentes a essas estações já seriam outra guerra a ser travada. Contudo, nossa solução foi trabalhar os dados já manuseados e divulgados pelo Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de expansão da REDUC. O que por um lado nos é positivo por termos tido acesso aos dados referentes à estação climatológica da própria REDUC, por outro, é negativo, uma vez que não temos acesso à metodologia utilizada para a manipulação dos dados e suas transformações em gráficos.

Analisando os gráficos (gráfico 5 e 6) elaborados e publicados no EIA do projeto de expansão da REDUC, relativo à precipitação e umidade relativa média mensal do ano de 2005, pode-se perceber que apesar da média de precipitação ter uma redução grande durante os meses de inverno (Maio, Junho, Julho, Agosto), a umidade relativa permanece alta, apresentando apenas, uma redução brusca em sua média, no mês de Agosto, e, além disso, apresenta uma redução baixa nos meses de verão (Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro). Tal fato se dá pelo motivo da umidade relativa estar relacionada à saturação do ar. Nesse sentido, nos meses mais secos, com menores médias de precipitação, maior a capacidade do ar em reter umidade, já que

este encontra-se mais seco. E o inverso acontece no verão, quando a média de precipitação é mais elevada e conseqüentemente a capacidade do ar em reter a umidade fica reduzida. Mas de qualquer forma cabe notar que a taxa de umidade relativa é maior nos meses mais quentes (verão), e menor no inverno.

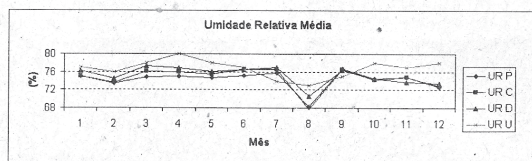


GRÁFICO 5 - Umidade Relativa Média Mensal. Fonte: EIA/RIMA PETROBRAS (2007).

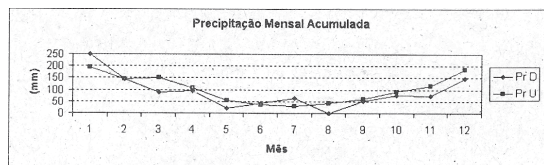


GRÁFICO 6 - Precipitação Mensal Acumulada. Fonte: EIA/RIMA PETROBRAS (2007).

Com tais dados em mãos podemos deduzir que, devido a uma menor taxa de precipitação registrada pela estação da REDUC nos meses de inverno, e devido também à sua menor taxa de umidade relativa registrada, possivelmente os problemas respiratórios derivados dos gases poluentes mencionados anteriormente, tendem a aumentar nos meses de inverno. Tal dedução deriva da idéia de que a precipitação é um importante elemento na limpeza da atmosfera, a partir do momento em que a precipitação, ou se condensa a partir dessas micro-partículas suspensas na atmosfera, ou as retira de suspensão, trazendo-as nas águas da chuva. O que pode resultar nas famosas chuvas ácidas.

Porém, apenas a análise desses dados não se faz suficiente para chegarmos a uma conclusão. É preciso também atentar para o gráfico de velocidade e direção média dos ventos, também registrados na estação meteorológica da REDUC.

Infelizmente, os dados publicados no EIA, assim como os gráficos, não possuem o comportamento dos ventos em relação aos meses do ano. Isso, de certa forma vem a comprometer nosso trabalho, já que não poderemos contrastar a velocidade e direção dos ventos junto com as médias de precipitação e de umidade relativa, para cada mês. De qualquer forma, o gráfico de rosa-dos-ventos apresentado resume bem esse comportamento durante um período completo. Ou seja, um ano. Sendo o ano referente a 2005.

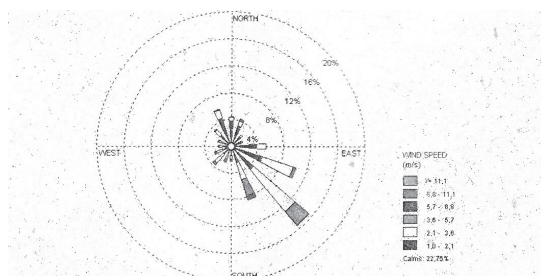


GRÁFICO 7 - Rosa-dos-Ventos na Estação REDUC, período completo. Fonte: EIA/RIMA PETROBRAS (2007).

Analisando o gráfico acima, pode-se constatar de imediato que a direção prevalecente de ventos fortes encontra-se no quadrante Sudeste. Isso nos faz concluir que essa configuração prevalecente de vento faz com que a dispersão dos poluentes emitidos principalmente pela própria REDUC, siga para a área da Baía de Guanabara. Tal constatação desconstrói nossa hipótese de que o comportamento atmosférico (principalmente a velocidade e direção dos ventos) dificultaria a dissipação dos gases poluentes, ou os dissiparia para áreas de habitação e grandes centros urbanos, potencializando ainda mais as possíveis conseqüências maléficas à saúde respiratória do município, ou para a região serrana da região, que constituiria um obstáculo para tal dissipação.

Contudo, cabe ressaltar ainda, que o segundo quadrante mais freqüente na direção dos ventos, apesar de serem ventos mais fracos, é o quadrante Norte. Ou seja, os comportamentos dos ventos, também possibilitam a dissipação desses gases na região norte do município. A região norte, que contempla o distrito de Xerém. Dessa forma, devemos nos preocupar não apenas com a saúde respiratória da população do entorno da REDUC, mas também com a possível poluição dos mananciais hídricos localizados no norte do município, mais especificamente na Reserva Biológica do Tinguá (unidade de conservação de Xerém) e na APA de Petrópolis, Serra dos Órgãos.

Tal preocupação se deve pelo fato de, devido ao efeito orográfico, as chuvas precipitem nessas áreas de interesse ambiental, e com a dispersão dos poluentes também para essa região, torna possível a contaminação das águas pelas chuvas já contaminadas. Além disso, as águas derivadas dessas unidades, principalmente, são águas que abastecem a Companhia Estadual de Água e Esgoto (CEDAE), como foi constatado na visita de campo realizado no dia 22/10/08.

Conclusão

A partir dos dados obtidos e das análises realizadas, pode-se perceber que o sinergismo de todos os elementos em questão influencia, cada qual à sua forma, na dinâmica

geral em que se incluem, mesmo tendo tantos fatores limitantes em nosso trabalho (tanto metodologicamente, quanto na obtenção de dados).

Dessa forma, concluímos ser de total pertinência a elaboração de um trabalho que siga essa linha, porém, com investigação mais minuciosa, maior tempo de execução e subsídios departamentais. Também se faz importante atentar para a necessidade de uma maior atuação do poder público, em suas diversas escalas de poder, com objetivo de propor medidas que transcendam a mitigação, através da adequação de novas normas ambientais menos brandas para as emissões atmosféricas, que se pesem, para uma balança justa, os ônus e os bônus de um grande empreendimento, adicionando novas racionalidades às novas potencialidades. Tal fato se dá pelo motivo, como atentado no decorrer do trabalho, de que os principais sintomas das doenças respiratórias causadas pela poluição atmosférica, serem facilmente confundidos com os de doenças mais leves e momentâneas. Acreditamos que mudanças como essas são apenas algumas de diversas outras que possibilitarão não apenas uma melhor qualidade de vida da população, mas também representarão uma redução orçamentária nos tratamentos hospitalares relativos a tais doenças, sendo todos beneficiados.

Referências bibliográficas

- AYOADE, J. O. (2007) - *Introdução à climatologia para os trópicos*. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil.
- MONTEIRO, C. A. F. (2003) - "Teoria e Clima Urbano" . In MONTEIRO, C. A. F. e MENDONÇA, F., Organizadores, *Clima Urbano*. São Paulo, Contexto.

Petrobras e Mineral (2007) - *EIA/RIMA Aumento da oferta de gás e adequação do perfil de produção da REDUC*, Abril 2007.

Sítios na internet

Escola Técnica Federal de Palmas (acessado em 03/10/08):

http://paraiso.etfto.gov.br/docente/admin/upload/docs_upload/material_5850153691.pdf

Ministério da saúde (acessado em 28/09/08) do Brasil:

<http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/tabfusion/default.cfm?estado=RJ>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (acessado em 29/10/08): http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1154&id_pagina=1

World Health Organization (acessado em 15/10/08):

<http://www.who.int/ceh/risks/cehair/en/>

Câmara Municipal de Duque de Caxias (acessado em 15/10/08):

<http://www.cmdc.rj.gov.br/home.asp>

Prefeitura de Duque de Caxias (acessado em 15/10/08):

<http://www.duquedecaxias.rj.gov.br/web/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=3>