



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG/UFRJ

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
RISCO AMBIENTAL À SAÚDE HUMANA: UM ESTUDO APLICADO AOS EFEITOS
DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Leandro da Silva Gregório

Autor

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Maria de Paiva Macedo Brandão

Rio de Janeiro, Março de 2011



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG/UFRJ

Leandro da Silva Gregório

Autor

RISCO AMBIENTAL À SAÚDE HUMANA: Um Estudo Aplicado aos Efeitos da Poluição
Atmosférica no Estado do Rio De Janeiro

Volume Único

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Instituto de Geociências, Centro de Ciências
Matemáticas e da Natureza
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como
requisitos à obtenção do título de Mestre
em Geografia

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Maria de Paiva Macedo Brandão

Rio de Janeiro, Março de 2011

Gregório, Leandro da Silva

Risco Ambiental À Saúde Humana :Um Estudo Aplicado Aos Efeitos da Poluição Atmosférica no Estado Do Rio De Janeiro/ Leandro da Silva Gregório 2011.

1 p II

Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Geografia Instituto de Geociências, Rio de Janeiro 2011

Orientadora: Ana Maria de Paiva Macedo Brandão 1.Climatologia. 2.Geografia da Saúde 3.Risco Ambiental—Teses I Brandão, Ana Maria de Paiva Macedo (Orient.) II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. , Programa de Pós Graduação em Geografia Instituto de Geociências. III titulo



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG/UFRJ

Leandro da Silva Gregório

Autor

RISCO AMBIENTAL À SAÚDE HUMANA: Um Estudo Aplicado aos Efeitos da Poluição
Atmosférica no Estado do Rio De Janeiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Instituto de Geociências, Centro de Ciências
Matemáticas e da Natureza
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como
requisitos à obtenção do título de Mestre
em Geografia

Aprovada em : 21/03/2011

Assinatura manuscrita de Ana Maria de Paiva Macedo Brandão.

(Ana Maria de Paiva Macedo Brandão (Prof.Orientador),Doutora, DeptºGeografia,UFRJ)

Assinatura manuscrita de Manoel do Couto Fernandes.

(Manoel do Couto Fernandes (Examinador), Doutor, Deptº Geografia, UFRJ)

Assinatura manuscrita de Jorge Luiz Fernandes de Oliveira.

(Jorge Luiz Fernandes de Oliveira, Doutor, Deptº Geografia UFF).

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, Mestre de todo conhecimento do Universo

A minha família

A minha noiva e sua família

Aos Amigos

A minha querida Mestre Prof^a. Dr^a Ana Maria de Paiva Macedo Brandão

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por mais essa vitória alcançada e por guiar todos os meus passos nessa trajetória. A minha mãe Lucia e o meu irmão Fabio pelo apoio, incentivo e pelo amor fraternal, importantíssimo na minha formação. Agradeço a minha noiva Ariolanda pelo seu incentivo, pela força dada e por se haver se tornado o amor da minha vida em um momento de grandes mudanças, você realmente fez a diferença na minha vida e a sua família pelas orações e incentivo. Aos amigos do IBRAM pela força. Em especial agradeço as pessoas e instituições que contribuíram diretamente na execução desse trabalho. Ao professor Dr. Jorge Luiz pela grande ajuda na elaboração dos modelos de trajetória. Ao amigo e geógrafo Alexandre Sauma pelas dicas para modelagem dos dados ambientais. Agradeço, também, ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pela cessão dos dados meteorológicos, ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) pela cessão dos dados de qualidade do ar, e à CAPES pela ajuda financeira através de bolsa concedida.

Meus agradecimentos aos meus companheiros do CLIMAGEO, em especial, aos bolsistas de iniciação científica, Antônio Carlos e Washington que ajudaram muito na elaboração dos cálculos, gráficos e mapas importantes para agilizar a conclusão do Projeto.

Finalizando agradeço de coração a minha querida amiga, mestra e orientadora Prof.^a Ana Maria Brandão, por tudo. Se chego hoje a este nível foi porque ela acreditou no potencial latente em mim para a pesquisa científica e, com sua peculiar paciência, me iniciou nessa trajetória que contribuiu muito para minha dedicação à ciência geográfica, em especial, à climatologia. Obrigado por tudo, pela paciência, conversas, conselhos e pelos anos de amizade e parceria que com certeza não se encerrarão por aqui. Aos funcionários da Secretaria do PPGG pela atenção quando solicitados e pela resolução de vários assuntos Aos funcionários de Biblioteca do PPGG pela atenção no atendimento

A todos que talvez porventura haja esquecido de mencionar e que contribuíram direta ou indiretamente neste trabalho.

MUITO OBRIGADO

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Regiões Politico-Administrativas do estado do Rio de Janeiro	21
Figura 2 - Domínios tectono-magmáticos do estado do Rio de Janeiro e áreas adjacentes	22
Figura 3 - Modelo Digital de Elevação do Estado do Rio de Janeiro	23
Figura 4 - Modelo Digital de Elevação da Região da Costa Verde	24
Figura 5 - Modelo Digital de Elevação da Região Metropolitana RJ	25
Figura 6 - Modelo Digital de Elevação da Região Baixadas Litorâneas	25
Figura 7 - Modelo Digital de Elevação da Região Norte Fluminense	26
Figura 8 - Modelo Digital de Elevação da Região Serrana	26
Figura 9 - Modelo Digital de Elevação da Região Noroeste Fluminense	27
Figura 10 - Modelo Digital de Elevação da Região Sul Fluminense	27
Figura 11 - Modelo Digital de Elevação da Região Noroeste Fluminense	28
Figura 12 - Mapa de Uso e cobertura da terra do Estado do Rio de Janeiro	29
Figura 13 - Floresta Ombrófila densa	29
Figura 14 - Floresta Ombrófila Mista	30
Figura 15 - Floresta Estacional Semidecídua	31
Figura 16 - Savana Estépica	31
Figura 17 - Campos de Altitude nas Agulhas Negras em Itatiaia-RJ	32
Figura 18 - Vegetação de Restinga	32
Figura 19 - Vegetação de Restinga	33
Figura 20 - Vegetação de Mangue	33
Figura 21 - Distribuição da População por Regiões do Estado	36
Figura 22 - Conceitos relacionados com risco	44
Figura 23 - Fluxo do Canal Fisico-Quimico	53
Figura 24 - Esquema do Método Coremático	57
Figura 25- Gastos com tratamento por doenças respiratórias.	58
Figura 26 - Diagrama esquemático da metodologia	60
Figura 27 - Diagrama da modelagem dos dados Físico-ambientais	63
Figura 28- Classes de Altitude do Relevo do Estado do Rio de Janeiro.....	64
Figura 29 - NDVI Condição Média de Inverno.....	65
Figura 30- NDVI Condição Média de Verão.....	66
Figura 31- Distribuição das Indústrias no Estado do Rio de Janeiro.....	67
Figura 32- Densidade das Industrias pro Km ² no Estado do Rio de Janeiro.....	67
Figura 33 - Condição de Vida nos municípios do Estado do Rio de Janeiro	70
Figura 34 - Total de leitos por município no Estado do Rio de Janeiro em 2005	71
Figura 35- Total de hospitais por município no Estado do Rio de Janeiro em 2005	72
Figura 36 - Total de unidades ambulatoriais por município no Estado do Rio de Janeiro em 2005	72
Figura 37 - População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1999	73
Figura 38 - População Adulta nos municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2003	73
Figura 39 - População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2007	74

Figura 40 - Total de Internações na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1999	74
Figura 41 - Total de Internações na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2003	75
Figura 42 - Total de Internações na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro 2007	75
Figura 43 - Incidência de Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1999	77
Figura 44- Incidência de Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2003	77
Figura 45- Incidência de Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2007	78
Figura 46- Probabilidade de Mortes por Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1999	79
Figura 47- Probabilidade de Mortes por Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2003	79
Figura 48- Probabilidade de Mortes por Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2007	80
Figura 49- Localização das Estações Meteorológicas	82
Figura 50- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 1999.	84
Figura 51- Ritmo Climático dos elementos do clima no inverno de 1999	84
Figura 52- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 2003.	85
Figura 53- Ritmo Climático dos elementos do clima no inverno de 2003	85
Figura 54- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 2007	86
Figura 55- Ritmo Climático dos elementos do clima no inverno de 2007	86
Figura 56- Direção e Velocidade do Vento no Verão de 1999.	87
Figura 57- Direção e Velocidade do Vento no Inverno de 1999	87
Figura 58- Direção e Velocidade do Vento no Verão de 2003	87
Figura 59- Direção e Velocidade do Vento no Inverno de 1999	88
Figura 60- Direção e Velocidade do Vento no Verão de 2007	88
Figura 61- Direção e Velocidade do Vento no Inverno de 2007	88
Figura 62- Comportamento Sazonal das internações por doenças Respiratórias na Região Norte Fluminense	89
Figura 63- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 1999.	90
Figura 64- Ritmo Climático dos elementos do clima no Inverno de 1999.	91
Figura 65- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 2003.	91
Figura 66- Ritmo Climático dos elementos do clima no Inverno de 2003.	92
Figura 67- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 2007.	92
Figura 68- Ritmo Climático dos elementos do clima no inverno de 2007.	93
Figura 69- Comportamento Sazonal das internações por doenças Respiratórias na Região Serrana.	93
Figura 70- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 1999.	95
Figura 71- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 1999.	95
Figura 72- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 1999.	96

Figura 73- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 2003.	96
Figura 74- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2007.	97
Figura 75- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 2007.....	97
Figura 76- Comportamento Sazonal das internações por doenças Respiratórias na Região Noroeste Fluminense.	98
Figura 77- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 1999.	99
Figura 78- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 1999.....	99
Figura 79- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 1999.....	99
Figura 80- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 2003	100
Figura 81- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2007	101
Figura 82- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 2007	101
Figura 83- Comportamento Sazonal das internações por doenças Respiratórias na Região Metropolitana.....	102
Figura 84- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 1999	104
Figura 85- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 1999	104
Figura 86- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2003	105
Figura 87- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 2003	105
Figura 88- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2007	106
Figura 89- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2007	106
Figura 90- Direção e Velocidade do Vento no Verão de 1999.	107
Figura 91- Direção e Velocidade do Vento Inverno de 1999	107
Figura 92- Direção e Velocidade do Vento no Inverno de 2003	107
Figura 93- Direção e Velocidade do Vento no Verão de 2007	108
Figura 94- Direção e Velocidade do Vento no Inverno de 2007	108
Figura 95- Comportamento Sazonal das internações por doenças Respiratórias na Região do MedioParaíba.	109
Figura 96- Variação diária de PTS Período 1999-2007 Estação Bonsucesso	111
Figura 97- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação Centro	111
Figura 98- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação Jacarepaguá	111
Figura 99- Variação diária de PTS Período 1999-2007 Estação Copacabana	111
Figura 100- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação B.Roxo	112
Figura 101- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação S.J Meriti	112
Figura 102- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação São Gonçalo	112
Figura 103- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Seropédica	113
Figura 104- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação Bonsucesso.	113
Figura 105- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação Centro.	113
Figura 106- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação Jacarépagua.	114
Figura 107- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação Copacabana.	114
Figura 108- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação B.Roxo.....	115
Figura 109- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação S.J Meriti.	115
Figura 110- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação São Gonçalo.	115
Figura 111- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação D. Caxias.	116
Figura 112- Variação diária de PI Período 2006-2009 Estação Vila São Luiz	116
Figura 113- Variação diária de PI Período 2004-2009 Campos Elíseos	117

Figura 114- Variação diária de PI Período2004-2009 Estação Pilar	117
Figura 115- Variação diária de PI Período2004-2009Estação Jd. Primavera	117
Figura 116- Variação diária de PI Período2004-2009Estação São Bento.....	118
Figura 117- Variação diária de PTS Período 1999-2009Estação Aeroclubes	119
Figura 118- Variação diária de PI Período 1999-2009Estação Aeroclubes	119
Figura 119- Variação diária de PTS Período 2005-2008EstaçãoSiderville.....	119
Figura 120- Variação diária de PI Período 2005-2008EstaçãoSiderville.....	120
Figura 121- Variação diária de PI Período 2000-2009 Estação Conforto.....	120
Figura 122- Variação diária de PTSPeríodo 2000-2009Estação Conforto	120
Figura 123- Variação anual de PTS e PI Período 1999-2009Estação Aeroclubes	121
Figura 124- Variação anual de PTS e PI Período 2000-2009Estação Conforto.....	121
Figura 125- Variação anual de PTS e PI Período 2005-2008 Estação Siderville	122
Figura 126- Modelo da Circulação da atmosfera para 27/08/2007 as 11 h.....	124
Figura 127- Modelo da Circulação da atmosfera para 27/08/2007 as 17 h.	124
Figura 128- Modelo de trajetória para REDUC em 27/08/2007 as 08 h.	126
Figura 129- Modelo de trajetória para REDUC em 27/08/2007 as 14 h.	127
Figura 130- Internações por Doenças Respiratórias na Região Metropolitana em 2007	128
Figura 131- Internações por Doenças Respiratórias na Região Serrana em2007	128
Figura 132-Internações por Doenças Respiratórias na Região Centro-Sul Fluminense em 2007	128
Figura 133- Internações por Doenças Respiratórias na Região Norte Fluminense em 2007 .	128
Figura 134- Modelo de trajetória para CSN em 27/08/2007 as 8 h.	130
Figura 135- Modelo de trajetória para CSN em 27/08/2007 as 14 h.....	131
Figura 136- Internações por Doenças Respiratórias na Região Centro-Sul Fluminense	132
Figura 137- Modelo de trajetória para Sucro-Quimica em 27/08/2007 as 08 h.	133
Figura 138- Modelo de trajetória para Sucro-Quimica em 27/08/2007 as 14 h.....	134
Figura 139- Internações por Doenças Respiratórias na Região Norte Fluminense em 2007	135
Figura 140- Internações por Doenças Respiratórias na Região Norte Fluminense	135
Figura 141- Modelagem de dados Ambientais para Risco de Exposição à poluição atmosférica e doenças respiratórias para o Estado do Rio de Janeiro.....	137
Figura 142- Modelagem de dados Ambientais para Risco de Exposição à poluição atmosférica e doenças respiratórias para RMRJ e Parte da Região do Médio Paraíba na estação de Verão.	138
Figura 143- Modelagem de dados Ambientais para Risco de Exposição à poluição atmosférica e doenças respiratórias para RMRJ e Parte da Região do Médio Paraíba na estação de Inverno	139
Figura 144- Probabilidade de Mortes por Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1999	140
Figura 145- Modelo de trajetória para REDUC em 27/08/2007 as 14 h.	141
Figura 146- Modelo de trajetória para CSN em 27/08/2007 as 8 h.....	142
Figura 147- Modelo de trajetória para Sucro-Quimica em 27/08/2007 as 14 h.....	142
Figura 148- Modelo de trajetória para REDUC em 27/08/2007 as 14 h.	143

RESUMO

GREGÓRIO, Leandro da Silva. **Risco Ambiental à Saúde Humana: Um Estudo Aplicado aos Efeitos da Poluição Atmosférica no Estado do Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, 2011.

A cidade é a entidade social que mais transforma o espaço. Observa-se que na medida em que se busca o desenvolvimento urbano e econômico, a degradação do ambiente tem aumentado, aprofundando as desigualdades sociais e deteriorando as condições de vida. Alguns dos problemas decorrentes são a poluição atmosférica e as doenças respiratórias. No Estado do Rio de Janeiro, o quadro é agravado por fatores de ordem político-social e ambiental. Com pouco investimento em tecnologia, pesquisa e monitoramento ambiental, aos quais se somam a desorganização do espaço urbano e bolsões de pobreza. Com isto, o objetivo deste trabalho é identificar áreas no Estado do Rio de Janeiro em que a população é mais susceptível aos problemas respiratórios, a partir da análise dos fatores ambientais. A metodologia proposta consiste do levantamento bibliográfico, dados físico-ambientais e socioeconômicos, imagens de satélites, tratamento estatístico dos dados e modelagem em ambiente SIG. Resultados apontam que um número considerável de cidades no Estado apresenta altas taxas de poluição atmosférica, devido às atividades industriais e outras apontam indícios de estarem recebendo poluentes oriundos de outras regiões. Além disso, há elevado percentual de população em situação de risco à saúde em algumas regiões e grande vulnerabilidade social.

Palavras-Chave: Risco, poluição atmosférica, saúde e clima

ABSTRACT

GREGÓRIO, Leandro da Silva. **Risco Ambiental à Saúde Humana: Um Estudo Aplicado Aos Efeitos da Poluição Atmosférica no Estado Do Rio De Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Geografia Instituto de Geociências, Rio de Janeiro 2011

City is an entity that more changes the geographic space. We observe that search for the urban and economic development, environmental degradation has increased deepening social inequalities and deteriorating living conditions. One problem of air pollution is respiratory diseases. On State of Rio de Janeiro the situation is increased by many factors of social, political and environmental order. With few investments on technology, research, environmental monitoring and disorganization of urban space. This work main identify areas on State of Rio de Janeiro that population is more sensitive to respiratory problems from of analysis of environmental factors and interaction with socioeconomic and environmental factors. Methodology consists basically of bibliographic data physical-environmental and socio-economic, satellite images, statistical data and modeling in a GIS environment. Results show a great number of cities with high levels of pollutants, due industrial activities and other cities show evidences that are pollutants from other regions and there is a high percentage of population in risk situation to health in some regions and social vulnerability.

Key Words: Risk, Health and Climate

SUMÁRIO

CAP.1 - PROBLEMÁTICA: Desenvolvimento Urbano e Proteção Ambiental - O grande paradoxo dos dias atuais e o exemplo do Rio de Janeiro	14
CAP.2- OBJETIVOS	20
2.1 - ÁREA DE ESTUDO.....	21
Relevo	21
Vegetação e Uso da Terra	28
Aspectos Socioeconômicos	36
CAP.3- O ESTADO DA ARTE-CONCEITOS.....	37
3.1 Geografia da saúde e climatologia médica	37
3.2 Risco: Conceitos e Abordagens	43
3.3 Conceitos da Epidemiologia e sua aproximação com a Geografia	47
3.4 O Estado da Arte-Revisão bibliográfica	52
CAP.4 PROCEDIMENTOS METOLÓGICOS	59
CAP.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	69
5.1 Saúde e Condições de Vida- Análise do Perfil Socioeconômico e a relação com a saúde no Estado do Rio de Janeiro	69
5.2 O Ritmo Climático e a Interface Poluição- Doenças Respiratórias.....	81
5.3 Variabilidade Do Material Particulado No Estado Do Rio De Janeiro	109
5.4 Análise Complementar de Risco: Aplicação do Modelo de Trajetória Cinemática para algumas Regiões do Estado	122
5.5 Modelagem de Dados Ambientais e os Níveis de Risco à Exposição à Poluição e Doenças Respiratórias.....	135
CAP.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	143
6.1 Dificuldades Encontradas.....	143
6.2 Resultados Alcançados.....	144
6.3 Propostas de Medidas Mitigadoras.....	146
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	147
ANEXOS	152

CAP.1 - PROBLEMÁTICA: DESENVOLVIMENTO URBANO E PROTEÇÃO AMBIENTAL - O GRANDE PARADOXO DOS DIAS ATUAIS E O EXEMPLO DO RIO DE JANEIRO

Desde a revolução industrial o mundo tem experimentado transformações nas sociedades devido ao crescimento e mudança na forma e organização do fenômeno urbano. A cidade é a entidade social que mais transforma o espaço geográfico e a vida da sociedade. Definir a cidade é uma tarefa difícil, porém podemos sintetizá-la como uma entidade complexa.

Segundo SOUZA (2008) as cidades são assentamentos humanos extremamente diversificados no que se refere às atividades econômicas. Além disso, o autor considera a cidade como um centro de gestão por abrigar sede de empresas, mas, além disso, é o centro do poder político, cultural, religioso etc. Portanto, na cidade tomam-se decisões que influenciam a dinâmica social e alteram o espaço. Um exemplo disso é, claramente, demonstrado pelo próprio processo de evolução da cidade. No passado as cidades eram pequenas, isoladas e cercadas por muros. Hoje são articuladas em rede, com tecido urbano ocupando grandes áreas e algumas com influência, até mesmo, globais.

Com o advento da 1ª revolução industrial a cidade passou a ter maior importância que o campo e principalmente após a revolução tecnológica, o termo desenvolvimento econômico e urbano passou a ser o principal discurso do poder público e do mercado. Para alguns, o sentido do termo desenvolvimento é apenas quando uma cidade se expande, moderniza, seu espaço, os transportes e há embelezamento de áreas. Na sua essência, desenvolvimento, se resume na modernização tecnológica e no crescimento econômico (SOUZA 2008).

O grande problema dessa conotação de crescimento é o fato de que a questão ambiental e social é em geral ignorada. Mesmo considerando o maior nível de conscientização atual em relação ao passado recente, observa-se que ainda hoje, o

desenvolvimento econômico é mais importante que a preservação do ambiente e a justiça social. O desenvolvimento sócio espacial vale dizer, é a conquista de qualidade de vida para um crescente número de pessoas e de mais justiça social. (SOUZA 2008). E para que a população tenha qualidade de vida é necessário que o ambiente tenha uma qualidade adequada, para proporcionar uma vida digna à população.

O que se observa, via de regra, é que na medida em que se busca o desenvolvimento urbano e econômico, a degradação do ambiente tem aumentado, aprofundando as desigualdades sociais e deteriorando as condições de vida, pela ausência de uma política e valores que visem à preservação do ambiente e um desenvolvimento sustentável de fato. À medida que se altera o ambiente interfere-se em toda a dinâmica do sistema urbano, o que resulta em danos a população e aos demais seres vivos.

Como a cidade é um sistema complexo, além da dimensão social ela possui uma dimensão física, onde a interação de matéria e energia (e o clima) é real, embora nem sempre muito perceptível, a não ser quando esta se manifesta em eventos intensos causadores de grandes impactos.

O Sistema Clima Urbano (S.C.U.), que é definido como o sistema que abrange o clima de um dado espaço e sua urbanização, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estado, mudanças e transformações internas a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que pode se enquadrar na categoria dos sistemas abertos. (MONTEIRO 1976).

Uma das formas de saída de energia no S.C.U se dá na qualidade do ar, que é um dos seus canais de percepção. A circulação de veículos, a densidade de construção e atividades que geram resíduos contaminando a atmosfera, trazem inúmeros prejuízos materiais à qualidade do ambiente e à saúde humana. Dependendo do estado da atmosfera, como em situações de inversões térmicas, a qualidade do ar pode piorar agravando os problemas decorrentes. Nesse canal de percepção, a forma de melhorar ou amenizar os efeitos da poluição é a prevenção e o monitoramento das fontes emissoras, pois o uso de tecnologia corretiva é extremamente onerosa e de pouca viabilidade econômica.

Dos problemas decorrentes da poluição do ar, as doenças respiratórias possuem uma íntima relação com os fatores econômicos e hoje é a quarta maior causa de mortes no

mundo. Em 2003, a Organização Mundial de Saúde – OMS divulgou que 3 milhões de pessoas morrem, anualmente, devido aos efeitos da poluição atmosférica. Isto representa o triplo das mortes anuais em acidentes automobilísticos. Um estudo publicado na revista científica inglesa *The Lancet*, em 2000, concluiu que a poluição atmosférica na França, Áustria e Suíça é responsável por mais de 40.000 mortes anuais, nesses três países. Cerca da metade dessas mortes se deve à poluição causada pelas emissões dos veículos. São Paulo, por exemplo, é a quinta metrópole mais poluída do mundo, segundo estudo do Centro de Informações e Pesquisa Atmosférica da Inglaterra, que analisou as 20 metrópoles com a pior qualidade do ar.

Dos diversos tipos de doenças respiratórias relacionadas com a poluição atmosférica que mais geram procura por atendimento médico e que são responsáveis por internações e óbitos são: a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), a asma brônquica, a pneumonia e o câncer de pulmão. Cada doença está relacionada com a atuação de um determinado tipo de poluente, que por sua vez, é resultante de uma determinada atividade, uso da terra ou processo industrial.

O ar na maioria das áreas urbanas contém uma mistura de poluentes podendo, cada um aumentarem a vulnerabilidade das pessoas aos efeitos dos outros poluentes. A exposição ao monóxido de carbono causa lentidão dos reflexos e sonolência, uma vez que suas moléculas se ligam à hemoglobina reduzindo a quantidade de oxigênio que transportam os glóbulos vermelhos. O dióxido de nitrogênio pode agravar a asma e reduzir as funções do pulmão, como também tornar as vias respiratórias mais sensíveis a alérgenos. O ozônio também causa inflamação do pulmão, reduzindo suas funções e capacidade.

Particulados menores, especialmente aqueles com 10 micrômetros de diâmetro ou menores, podem se alojar nos alvéolos do pulmão. São responsáveis por um número maior de hospitalizações de pessoas com problemas respiratórios e um maior índice de mortalidade, notadamente por doenças respiratórias e cardiovasculares. À medida que as concentrações de particulados no ar aumentam, também, se elevam as taxas de mortalidade.

Os eventos críticos de poluição tornaram-se cada vez mais frequentes a partir da 2^a revolução industrial, quando a matriz energética passou a ser petróleo e o número de automóveis em circulação e de fábricas aumentaram consideravelmente. Isso resultou, ao

longo dos anos, em eventos extremos de poluição atmosférica responsáveis por vários prejuízos a sociedade, principalmente, na saúde em diversos lugares do mundo.

Um dos exemplos clássicos de eventos extremos de poluição foi o smog fotoquímico que aconteceu em Londres, Inglaterra, em 1952, no qual 4.000 pessoas morreram em poucos dias devido ao aumento na concentração de poluentes que se acumularam, aprisionados em uma massa de ar que permaneceu estagnada em virtude de uma forte inversão térmica. As pessoas que foram expostas a um maior risco foram os idosos que já sofriam de problemas brônquicos e as crianças menores de 5 anos. Os cientistas ainda não estão certos se o principal agente contendo enxofre que causou problemas tão sérios em Londres foi o dióxido de enxofre (SO₂), gotas de ácido sulfúrico ou de sulfato.¹

No Brasil também foram diversos os episódios com índices de poluição alarmantes. Um grande exemplo foi o da cidade de Cubatão, localizada na baixada Santista, São Paulo. Na década de 1980, Cubatão ficou conhecida por apresentar níveis alarmantes de poluição e os problemas de saúde decorrentes, como alergias, internações por doenças respiratórias, até mesmo bebês com anencefalia, devido a nuvem de poluentes perigosos que se formava na cidade. Entre os fatores que colaboraram para isto, destacam-se, a presença de um parque industrial com mais de 20 empresas, principalmente, de setores químicos e o fato da cidade estar em uma localidade de faixa de terra estreita, no meio das escarpas da Serra do Mar, favorecendo ao represamento do ar e, assim, dificultando a dispersão dos poluentes. De lá para cá, devido as pressões da mídia e da sociedade foram investidos mais de 1 bilhão de dólares em medidas de controle da poluição. Hoje, os níveis caíram mais de 90% em relação à década de 80, período mais crítico.

Outra localidade no Brasil que registrou níveis alarmantes de poluição, (superando até mesmo os de São Paulo e Rio de Janeiro) localiza-se justamente na capital Federal. Em Brasília, a região da FERCAL, uma comunidade na região administrativa de Sobradinho II, sofre com níveis extremos de poluição. Isto se deve a presença de duas grandes cimenteiras, a Votorantin e a CIPLAN. Como em Cubatão, a FERCAL está localizada em uma área de relevo acidentado que favorece a concentração de material particulado. Dados das estações do Instituto Brasília Ambiental (Órgão Ambiental do Distrito Federal), da

¹1 micrômetro é igual a uma milionésima parte de um metro - 1/2.400 de uma polegada

estação Queima Lençol, em 2007, chegaram a $1201\mu\text{m}^3$ de partículas em suspensão em 24 horas, (o limite tolerável é de $240\mu\text{m}^3$ de partículas em suspensão em 24 horas). Uma das consequências desses índices elevados foi o fechamento da escola Queima Lençol, pela Secretária de Educação do DF, pelos elevados casos de doenças respiratória nos professores e alunos, apontados pela secretaria de saúde.

A metrópole paulistana está entre as mais poluídas do mundo, conforme apontam estudos da USP e da CETESB. São Paulo tem apresentado altos índices de ozônio que é um gás extremamente tóxico em baixa altitude. A CETESB apontou que no primeiro trimestre de 2010 o padrão de qualidade do ar só foi considerado bom para o ozônio, em 17 dias. Nos outros 73, oscilou entre má, inadequada e regular, índices que, segundo analistas, colocam em risco a saúde da população. Os mais afetados são os idosos, crianças e portadores de doenças crônicas cardíacas e respiratórias. O aumento do ozônio é relacionado com o aumento da frota de veículos, já que em baixa atmosfera, ele é resultante da reação fotoquímica entre o óxido nítrico com o oxigênio molecular presente na atmosfera. Estudos apontam que a capital paulista perde 3,2 milhões de dólares por causas relacionadas à poluição, seja por despesas hospitalares, mortalidade ou doenças ligadas a poluição ou dias perdidos no trabalho.

Na região metropolitana do Rio de Janeiro e em algumas regiões industriais do Estado do Rio de Janeiro, a poluição atmosférica é um problema crônico. Diversos municípios apresentam elevadíssimos índices de poluição do ar que ultrapassam os padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 03/90². Um exemplo é São João de Meriti onde o nível de poluição já ultrapassou mais que o triplo do índice tolerável a saúde humano sendo, ainda hoje, um dos municípios mais poluídos do Estado (FEEMA, 2006, atual INEA). Como consequência dos elevados níveis de poluição, as doenças respiratórias são as que mais afetam a população neste município. (CIMA, 2000).

Diversos fatores de ordem socioeconômica e política têm agravado os problemas relacionados à poluição no Estado, resultado da ausência de uma política de investimento em tecnologia, pesquisa e monitoramento ambiental. O pequeno número de estações de monitoramento da qualidade do ar do INEA e a má distribuição no espaço geográfico, tanto a quantidade de estações e da frequência de registro e do número de parâmetros monitorados, como a qualidade dos mesmos, acabam por afetar os resultados das pesquisas que abordam este assunto. Junte-se a isto, a precária infraestrutura de transportes, tráfego intenso, falta de

investimento no transporte coletivo. Verifica-se, também, a ocorrência de inúmeras áreas de população de baixa renda ou em extrema pobreza, que é a camada mais afetada por esses problemas devido ao pouco suporte do sistema de saúde, transporte precário, má alimentação, dentre outros.

Um estudo correlacionando condições de vida e dispersão de poluentes na cidade de Volta Redonda, concluiu que há uma nítida segregação sócio espacial, ao se compararem os bairros da área mais antiga de Volta Redonda (bairros limítrofes a área da CSN) entre si. As áreas menos poluídas e com melhor acesso aos serviços públicos são ocupadas por grupos de maior renda que se localizam na parte sul da cidade, enquanto os grupos de baixa renda ocupam as áreas mais poluídas, localizadas na parte noroeste. (PEITER E TOBAR, 1998)

Observa-se então que uma série de fatores de ordem social, política e ambiental têm contribuído para o agravamento da questão da poluição, das doenças respiratórias e maior vulnerabilidade da população. Para que se possa buscar medidas mitigadoras ou implementar ações mais efetivas, é necessário um diagnóstico integrado dos elementos relacionados, o que requer mais estudos, pesquisas e monitoramento da poluição e o acompanhamento das alterações de uso e cobertura da terra, do comportamento dos indicadores sociais e da dinâmica climática.

O problema de doenças respiratórias ou de outras doenças coletivas não pode ser combatido apenas sob o aspecto clínico, mas sim, devem ser considerados todos os fatores que contribuem para um quadro de vulnerabilidade ao dado tipo de problema. É sabido que os custos com prevenção de doenças é menor que os gastos com o processo curativo, assim, para que se melhore a saúde da população, é necessário melhorar a qualidade ambiental.

Neste trabalho o capítulo 2 apresenta os objetivos propostos, seguido da apresentação da área de estudo, caracterizando os aspectos físicos, sociais, econômicos entre outros. O capítulo 3 trata da revisão teórico-conceitual que está subdividido em eixos temáticos para facilitar a compreensão do leitor e mostrar os conceitos que fundamentam a pesquisa. No capítulo 4 são apresentados os procedimentos metodológicos, desenvolvidos para alcançar os objetivos propostos. Na parte de resultados e discussões, capítulo 5, são apresentados os resultados da interação entre os aspectos socioeconômicos com a situação da saúde no Estado. Em seguida, no sexto capítulo, é tratada a análise do ritmo climático e o comportamento da qualidade do ar e sua influência na saúde humana. No sétimo capítulo são

apresentados os resultados da modelagem dos dados ambientais com vistas a elaboração de um mapeamento de risco à doenças respiratórias no Estado. No capítulo oito, são apresentados os modelos de trajetória para algumas fontes poluidoras visando verificar se determinadas regiões do Estado, são impactadas por poluentes de outros locais. Por fim, o nono capítulo trata das considerações finais do trabalho e aponta algumas sugestões para melhoria da qualidade ambiental e da saúde da população.

CAP.2 - OBJETIVOS

Esta pesquisa tem por objetivo identificar áreas no Estado do Rio de Janeiro em que a população é mais susceptível aos problemas respiratórios decorrentes da poluição atmosférica a partir da análise de risco.

Entre os objetivos específicos destacam-se:

- Analisar a interação entre os fatores ambientais e socioeconômicos no espaço geográfico e os diferentes níveis de vulnerabilidade da população aos problemas respiratórios causados pela poluição atmosférica;
- Analisar, temporal e espacialmente, a poluição atmosférica por meio dos dados das estações de monitoramento de qualidade do ar do INEA (Instituto Estadual do Ambiente), considerando os fatores relacionados com a emissão e dispersão de poluentes (climáticos: pluviosidade, vento, temperatura do ar,) cobertura vegetal, relevo;
- Identificar as trajetórias dos poluentes e as cidades afetadas por importação de poluente por meio de modelagem de trajetória;
- Mapear as principais fontes poluentes fixas do Estado do Rio de Janeiro, visando identificar áreas críticas de poluição atmosférica em relação a processos industriais e circulação de veículos;
- Mapear os municípios do estado do Rio de Janeiro considerando os aspectos de saúde e condições de vida;
- Desenvolver, a partir de modelagem de dados ambientais, em ambientes SIG's, a análise de risco e o grau de vulnerabilidade a doenças respiratórias pela população;
- Correlacionar o mapa de risco obtido para o estado do Rio de Janeiro com o número de internações;

- Com os resultados obtidos na análise de risco, propor medidas de controle e mitigadoras da poluição atmosférica e de doenças respiratórias.

CAP.2.1 - ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Rio de Janeiro está compreendido entre as latitudes 21° e 23°S e 41° e 45° de longitudes W. A sua Zona Costeira abrange uma área de aproximadamente 19.000 km² e compreende uma faixa marítima de 12 milhas náuticas de extensão. O seu litoral estende-se por mais de 850 km, onde vivem, aproximadamente, 80% da população fluminense (11 milhões de pessoas), com uma densidade demográfica de 585 hab./km² (FEEMA, 2005) *apud* SOUTO 2005. Sua faixa continental agrega 34 municípios litorâneos. O Estado do Rio é dividido em oito regiões politico-administrativas, a saber: metropolitana, costa verde, sul fluminense, centro-sul fluminense, serrana, baixadas litorâneas, norte fluminense e noroeste fluminense (Figura 1).

Apresenta-se a seguir, as características principais do ambiente físico e dos aspectos socioeconômicos do estado do Rio de Janeiro.

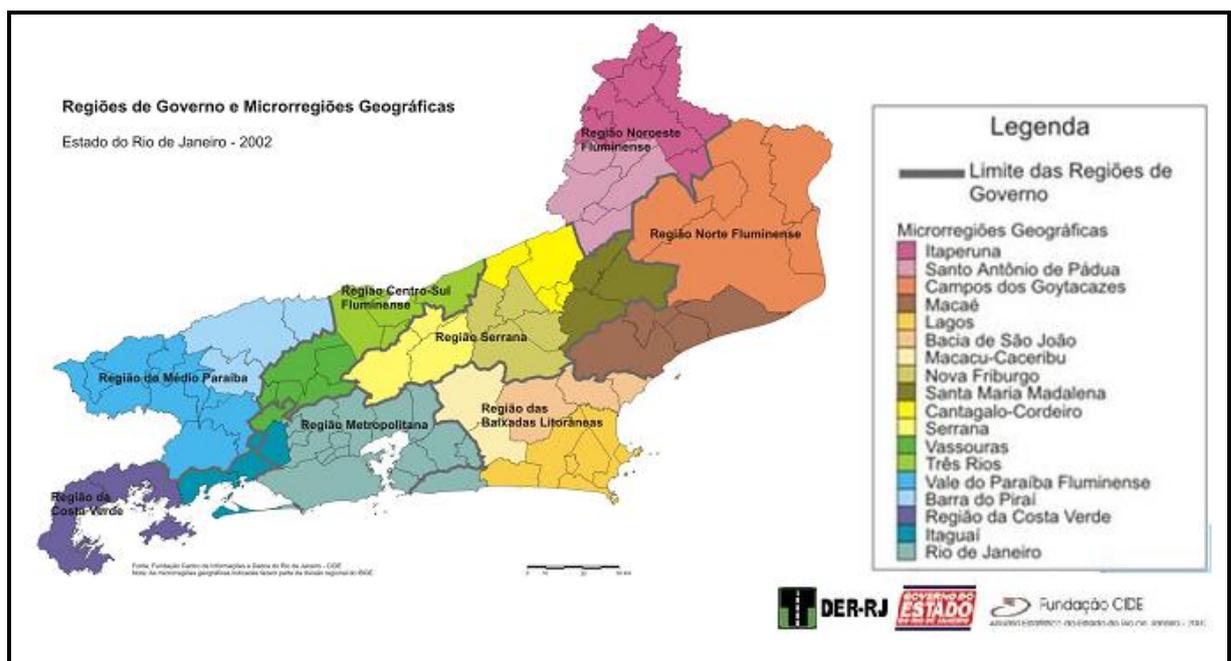


Figura 1- Regiões Politico-Administrativas do estado do Rio de Janeiro. Fonte CIDE 2002

Relevo

O estado do Rio de Janeiro está geotectonicamente contido na Província Mantiqueira (Figura 2), a mais complexa província estrutural, afetada pelo Ciclo Orogênico

neoproterozóico/cambriano (Brasiliano) na América do Sul. Esta província, com cerca de 700.000 km², estende-se do paralelo 33°S, no Uruguai, até o Sul da Bahia, no paralelo 15°S, por cerca de 3.000 km de extensão e com largura média de 200 km, paralelamente, à costa brasileira (SILVA 2001 *apud* SOUTO 2005). A geomorfologia do Rio de Janeiro é bastante acidentada. Apesar de alguns trechos relativamente amplos de planícies costeiras, há predominância de morros. É notável a ausência de áreas de planalto, comuns mesmo em outros estados do Brasil (Figura 3).

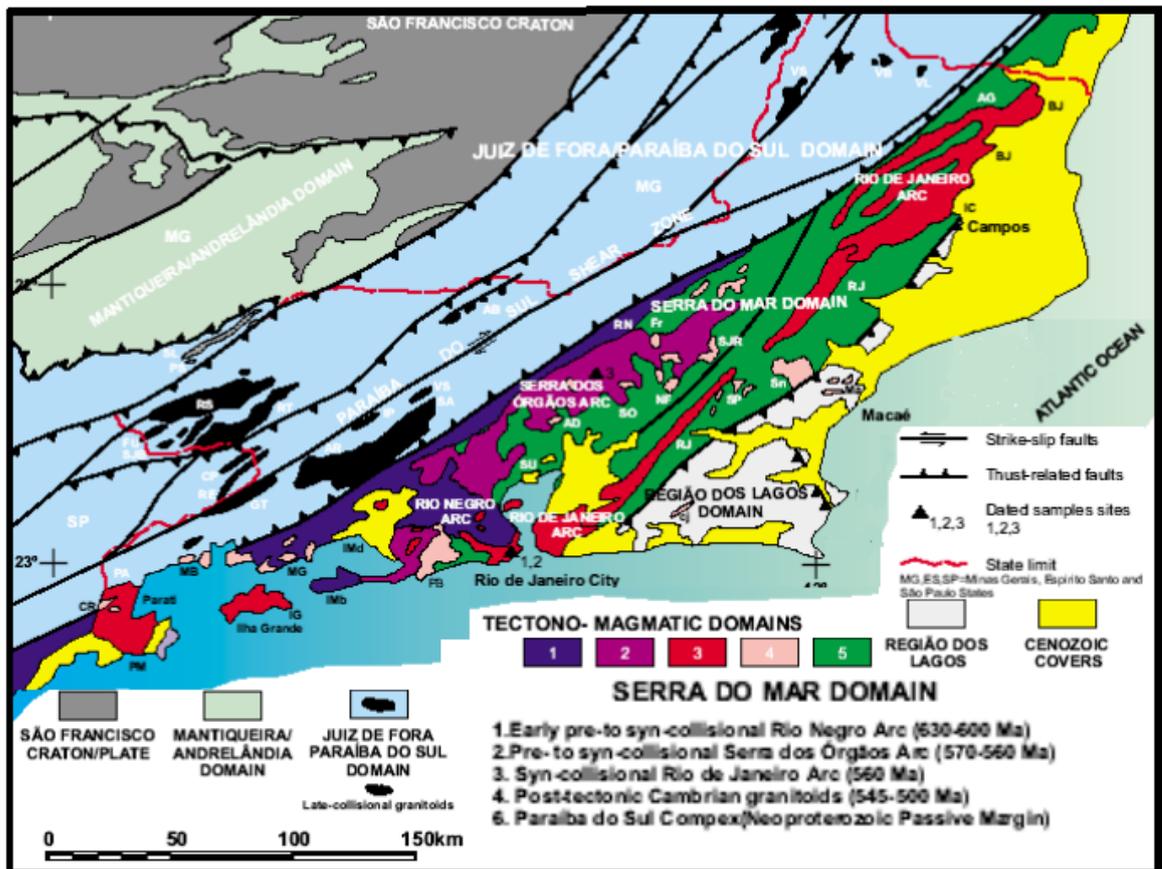


Figura 2- Domínios tectono-magmáticos do estado do Rio de Janeiro e áreas adjacentes. (fonte: SILVA 2001 *apud* SOUTO 2005)

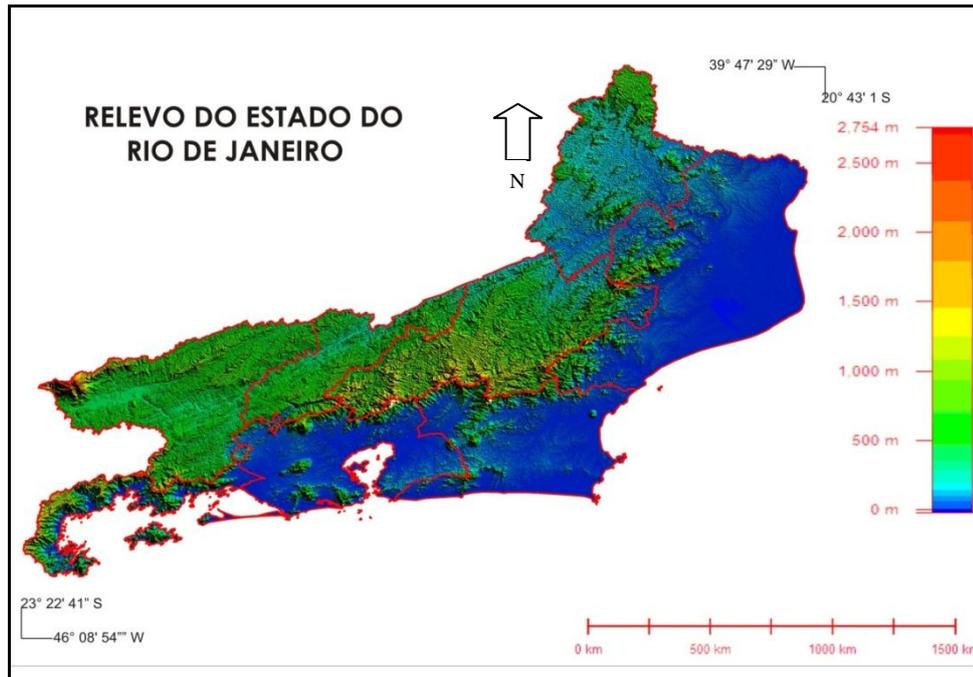


Figura 3- Modelo Digital de Elevação do Estado do Rio de Janeiro (DEM a partir do SRTM)

Quanto à compartimentação do Relevo no Estado do Rio de Janeiro, pode-se dividir em quatro domínios morfo-estruturais principais: Planície Costeira, Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e Vale do Paraíba do Sul.

A Planície Costeira (ou Baixada Fluminense) é uma faixa descontínua de terras quase planas ou levemente onduladas, entre o litoral atlântico e o sopé da Serra do Mar, formada por depósitos fluviais (principalmente do rio Paraíba do Sul), lacustres e oceânicos. Na Região da Costa Verde, no litoral sul do Estado, a planície costeira é muito estreita e frequentemente desaparece por completo quando as escarpas da Serra do Mar caem diretamente no Atlântico. Tais escarpas são parcialmente cobertas por vegetação, separadas por praias curtas e com estreitas faixas de areia, espremidas contra os sopés das serras. (Figura 4) Esta figura 4, corresponde a Região da Costa Verde (uma parte da grande Planície Costeira).

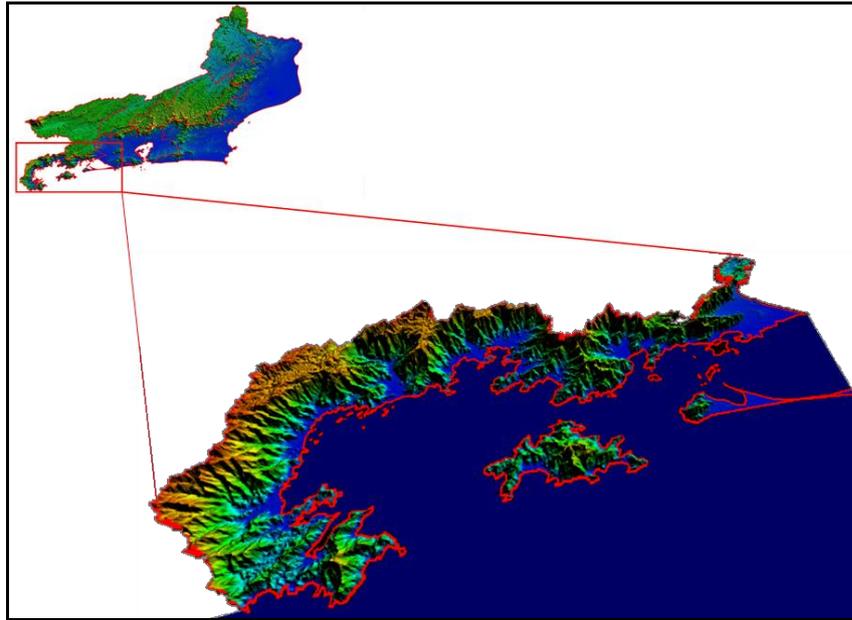


Figura 4- Modelo Digital de Elevação da Região da Costa Verde

Na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Região dos Lagos (baixadas litorâneas) e no Norte fluminense (Figuras 5, 6 e 7), os compartimentos são semelhantes, onde na porção mais ao norte há a presença das escarpas da serra do mar e a extensão da baixada se amplia com uma largura média de 30 km, diferentemente da estreita faixa na costa verde. Nesses trechos, são frequentes as ‘Serranias Costeiras’, morros ou formações rochosas, a exemplo dos maciços da Tijuca, de Gericinó, da Pedra Branca, Serra da Tiririca, entre outros, maciços costeiros.

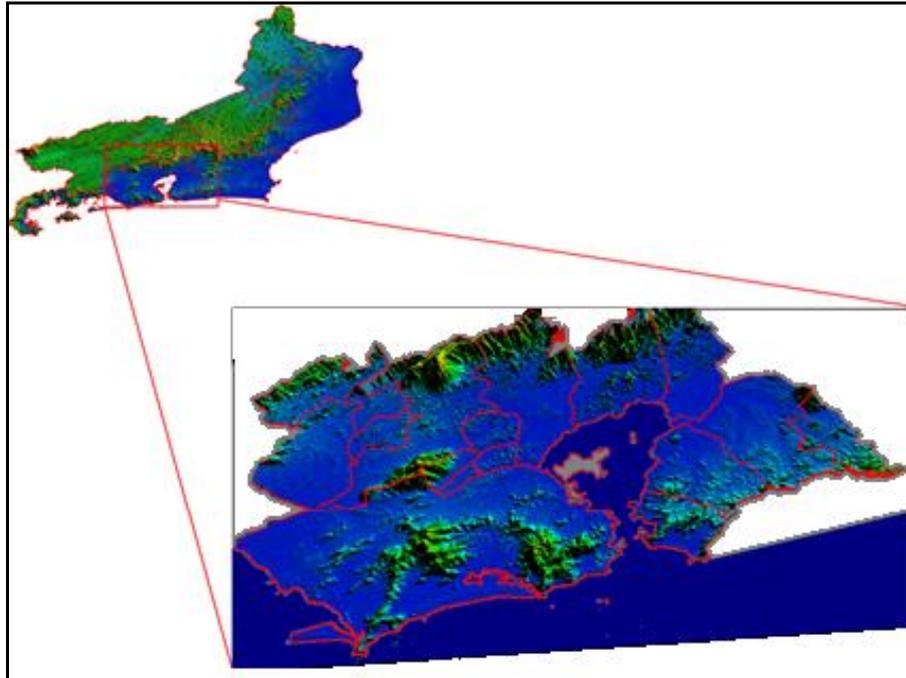


Figura 5- Modelo Digital de Elevação da Região Metropolitana RJ.

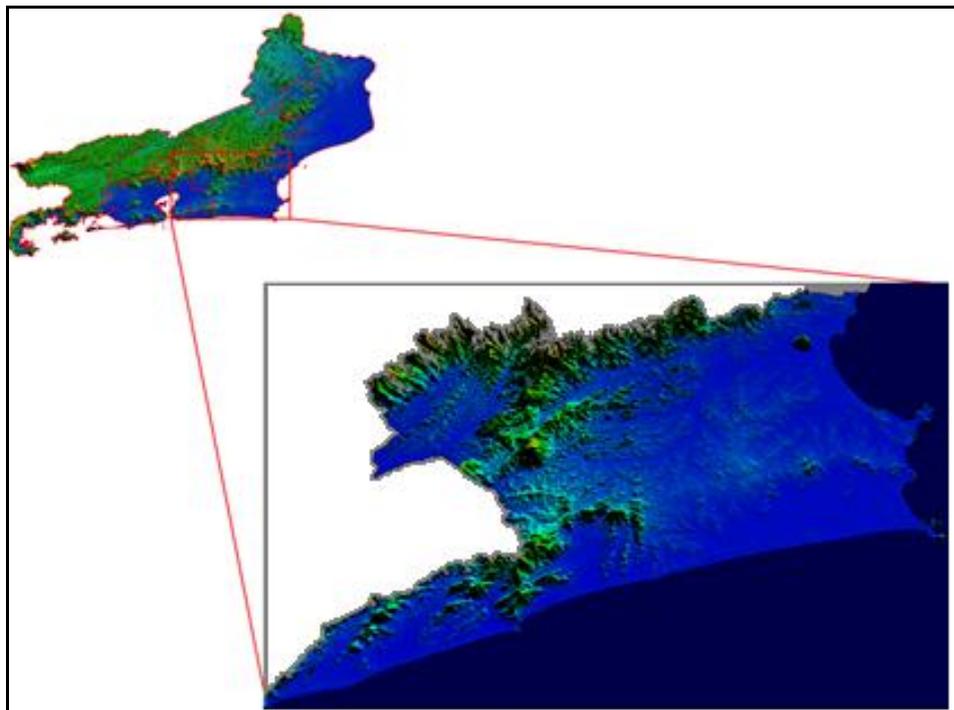


Figura 6- Modelo Digital de Elevação da Região Baixadas Litorâneas.

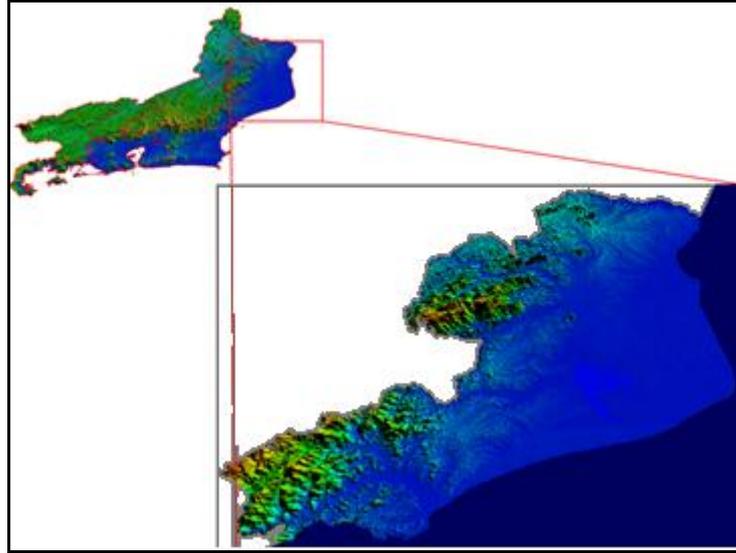


Figura 7- Modelo Digital de Elevação da Região Norte Fluminense.

A Serra do Mar forma uma barreira montanhosa paralela à costa e claramente voltada para o Oceano Atlântico. Rochas do Pré-Cambriano médio e tardio (principalmente granito e gnaisse) constituem-na e a altitude média de sua crista fluminense gira em torno de 1.000 m, com picos de altitudes bem elevados para padrões brasileiros como a Pedra do Sino (2.263 m) e da Caledônia (2.284 m). (DRUMMOND, 1997 *apud* SOUTO 2005). A Serra do Mar caracteriza-se por relevo acidentado, com a presença de vales encaixados e poucas áreas planas. É um típico relevo derivado de processos de falhamentos. As maiores altitudes encontram-se na Região Serrana e à medida que se avança para o Noroeste do Estado, as cotas diminuem, porém o relevo apresenta ainda característica de falhamentos. (Figuras 8 e 9)

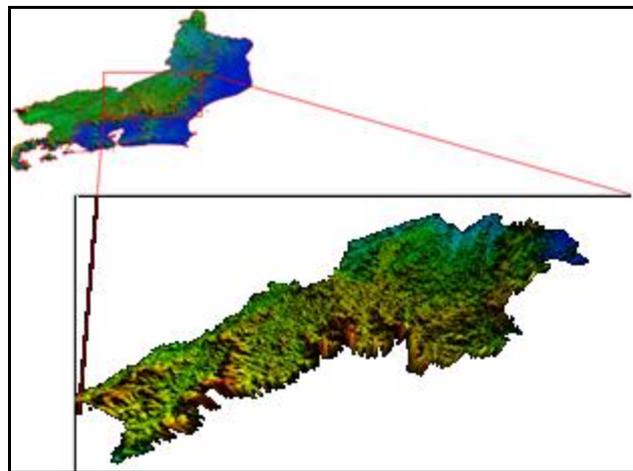


Figura 8- Modelo Digital de Elevação da Região Serrana

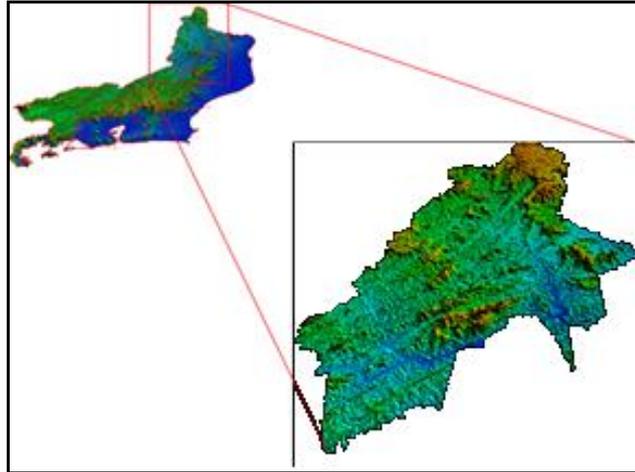


Figura 9- Modelo Digital de Elevação da Região Noroeste Fluminense.

A região do Vale do Rio Paraíba do Sul é caracterizada por uma estreita cadeia de montanhas e vales, espremida entre a face ocidental da Serra do Mar e a face oriental da Serra da Mantiqueira. Apesar do gradiente da face ocidental da Serra do Mar ser mais suave do que o da face oriental, ainda assim, encontra-se paisagem acidentada de ‘Mares de Morros’, com elevações arredondadas de altitudes iguais. Por entre esses morros descem muitos rios relativamente curtos, fluindo em direção ao rio Paraíba do Sul. As regiões centro sul fluminense e sul fluminense pertencem à região do Vale do Rio Paraíba do Sul (Figuras 10 e 11)

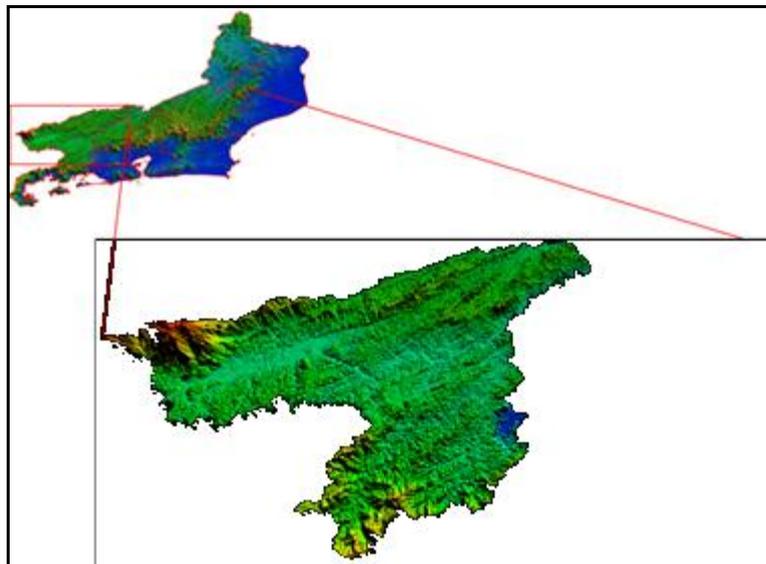


Figura 10- Modelo Digital de Elevação da Região Sul Fluminense.

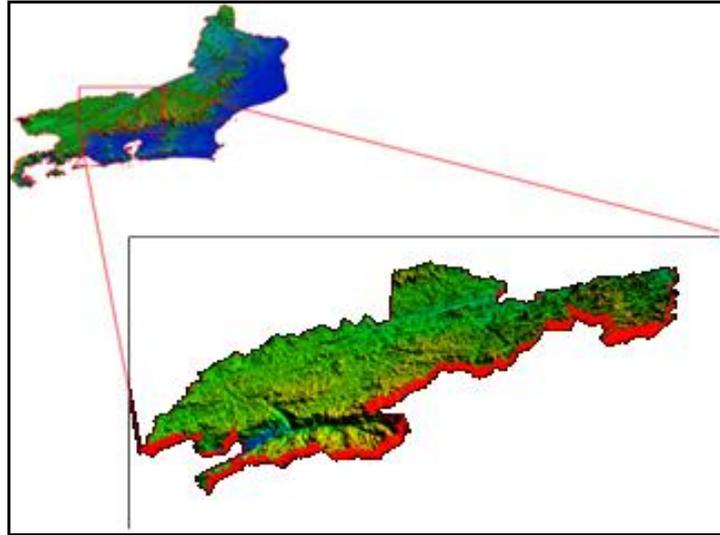


Figura 11- Modelo Digital de Elevação da Região Noroeste Fluminense.

Vegetação e Uso da Terra

O Estado do Rio de Janeiro originalmente era abrangido em quase sua totalidade, pelo bioma mata atlântica. Com a ocupação do território e o desenvolvimento econômico que se deu por meio da agricultura, principalmente, da monocultura de café e também pela urbanização, hoje restam apenas alguns fragmentos de mata atlântica, sendo que os de maiores extensão acham-se atualmente protegidos por unidades de conservação.

Os domínios vegetais (Figura 12) mais comumente encontrados no Estado do Rio de Janeiro são as formações de: **Floresta ombrófila densa, Floresta ombrófila mista, Floresta estacional semidecídua, Savana Estépica, Campos de Altitude, Formações pioneiras.**

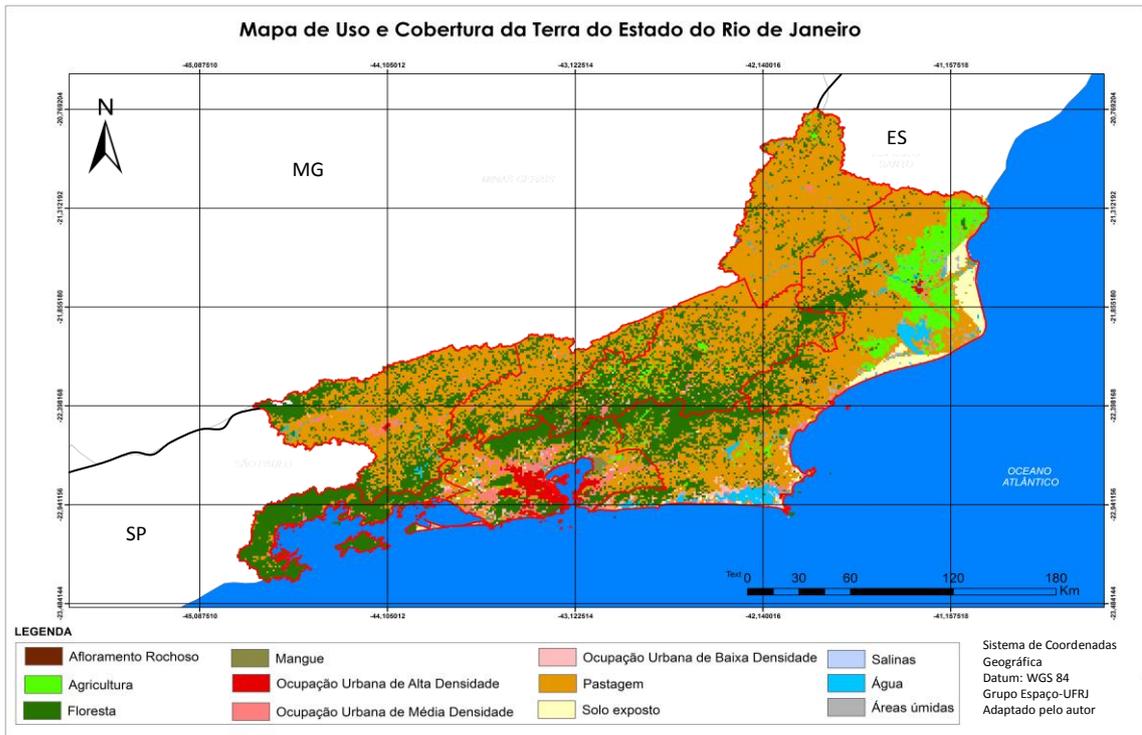


Figura 12- Mapa de uso e Cobertura da terra do Estado do Rio de Janeiro Fonte: Grupo Espaço UFRJ

Floresta ombrófila densa (fig.13) É uma mata perenifólia, ou seja, sempre verde com dossel de até 50 m, com árvores emergentes de até 40 m de altura. Possui densa vegetação arbustiva, composta por samambaias, arborescentes, bromélias e palmeiras. As trepadeiras e epífitas (bromélias e orquídeas) cactos e samambaias também são muito abundantes. Nas áreas úmidas, temporariamente encharcadas, antes da degradação do homem ocorriam figueiras, jerivás (palmeira) e palmitos (*Euterpe edulis*). (ELLEMBERG, H.: MUELLER-DOMBOIS 1965). Este tipo de vegetação é característico das regiões altas da serra do Mar, cujos representantes são os Parques Nacionais da Serra dos Órgãos e da Bocaina e o Parque Estadual da Ilha Grande.



Figura 13- Floresta Ombrófila densa Fonte: infoescola.com

Floresta ombrófila mista (fig. 14) É um ecossistema com chuvas durante o ano todo, normalmente, em altitudes elevadas e que contém espécies angiospermas, mas também, conífera. Apresenta em sua composição florística, espécies de lauráceas como a imbuia (*Ocotea porosa*), o sassafrás (*Ocotea odorifera*), a canela-lageana (*Ocotea pulchella*), além de diversas espécies conhecidas por canelas. Merece destaque, também, a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e a caúna (*Ilex theezans*), entre outras aquífoliáceas. Diversas espécies de leguminosas (jacarandá, caviúna e monjoleiro) e mirtáceas (sete-capotes, guabiroba, pitanga), são abundantes na floresta com araucária, associadas, também, a coníferas como o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*). Esta formação é encontrada em altas altitudes, principalmente, na região de Itatiaia. (LEITE e KLEIN 1990).



Figura 14- Floresta Ombrófila Mista Fonte. www.brasiloste.com.br/noticia/1165/araucaria

Floresta estacional semidecídua (fig. 15) Condicionada pela dupla estacionalidade climática, perdendo parte das folhas (20 a 50%) nos períodos secos. É constituída por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfilos ou pêlos), tendo folhas adultas esclerófilas ou membranáceas decíduais. O grau de decidualidade, ou seja, a perda das folhas é dependente da intensidade e duração de basicamente duas razões: as temperaturas mínimas, máximas e a deficiência do balanço hídrico. Cobre a região do médio Paraíba, até a do Norte Fluminense.



Figura 15- Floresta Estacional Semidecídua. Fonte: <http://www.inhotim.org.br>

Savana Estépica (fig. 16) É composta por elementos arbóreos xeromorfos, cactáceos e lenhosos camíticos, espinhosos, cobrindo um tapete gramíneo cespitoso, perene, entremeado de ervas anuais, muitas vezes com inclusão de Floresta de Galeria. Ocorrem em algumas regiões do Estado como no município de Rezende e no Norte Fluminense.



Figura 16- Savana Estépica Fonte <http://vegetdobrasil.blogspot.com>

Campos de Altitude (fig. 17) Ocorrem em áreas acima de 1.200m e com temperaturas médias anuais abaixo de 10°C e que não se encontram cobertas por geleiras, geralmente ocorre nos trópicos. É uma vegetação parecida com a tundra, porém algumas plantas rasteiras. Os campos de altitude tem em geral, coloração amarelada, meio acinzentada. Ocorrem somente na Região das Agulhas Negras, no sul do Estado.



Figura 17- Campos de Altitude nas Agulhas Negras em Itatiaia-RJ Fonte: <http://www.ephemera.blog.br>

Formações pioneiras – Denominação dada as vegetações concentradas em áreas cujos solos estão submetidos às influências marinha, fluvial e flúvio-marinha. Seus principais representantes são as restingas. É caracterizada por variados tipos de vegetação, desde herbáceas de áreas úmidas, arbustos até árvores de grande porte em torno de 10 a 15 metros e ocorrem, principalmente, no litoral da região dos lagos (fig. 18 e 19). Os manguezais (ecossistema) costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, uma zona úmida característica de regiões tropicais e subtropicais é composto por plantas lenhosas, mas também existem espécies herbáceas epífitas e aquáticas. As maiores das angiospermas, típicas do manguezal apresentam reprodução por viviparidade (as sementes permanecem na árvore mãe até se transformarem em embriões), conhecidas como propágulos. (fig.20).



Figura 18- Vegetação de Restinga Fonte: www.pma.es.gov.br



Figura 19- Vegetação de Restinga Fonte: www.uenf.br



Figura 20- Vegetação de Mangue Fonte: infoescola.com

Climatologia do Estado do Rio de Janeiro

O clima no Estado do Rio de Janeiro é influenciado basicamente por dois sistemas atmosféricos. Estes dois sistemas atuam nas características do clima do Estado principalmente em escala regional, estes são o anticiclone tropical do Atlântico sul e o anticiclone migratório polar. O anticiclone tropical do Atlântico sul é um sistema de alta pressão semi-migratório que condiciona no Estado estabilidade na atmosférica, ou seja, tempo aberto e com poucas nuvens, além de ventos fracos e predominante de norte e nordeste. Normalmente esse sistema tende a penetrar mais sobre o continente no inverno, proporcionando maior período de estabilidade atmosférica e no verão tende a se afastar para o oceano, o que permite maior penetração do anticiclone migratório polar. Este segundo sistema é de baixa pressão, que é responsável pela formação de frentes frias e que provocam instabilidade atmosférica, chuvas, queda de temperatura e em alguns casos tempestades severas. Normalmente esse sistema atua

mais no verão, quando o anticiclone tropical do Atlântico sul recua para o oceano atlântico permitindo sua passagem.

Quando se adentra nas escalas menores do clima no Estado, o Estado do Rio de Janeiro apresenta diversas tipologias de clima devido aos fatores geográficos no espaço geográfico do Estado. O Estado do Rio de Janeiro apresenta-se climaticamente bastante diversificado, em função da altitude e do relevo. (BERNARDES 1952) Em linhas gerais o Estado é atravessado pela Serra do mar no sentido sudoeste-nordeste, com altitudes entre 1000m e 2000m de altitude, além do disso há a presença dos maciços costeiros que exercem um papel importante no clima.

Como características principais do clima no Estado a Serra do mar é o acidente responsável pela diversificação dos climas no Estado do Rio de Janeiro. Isola do lado do oceano uma baixada quente e úmida, com uma estação seca e outra chuvosa, que desaparece a oeste, onde a escarpa da serra alcança o litoral e se alarga a nordeste, na grande planície campista. (BERNARDES 1952)

Nas áreas de baixada o clima é quente e úmido, com temperaturas máximas na faixa de 30°C, principalmente no verão e as mínimas na faixa entre 15°C a 20°C principalmente no inverno. (BARBIERI E KRONEMBERGER 1994). Nas áreas serra as temperaturas máximas oscilam também na faixa de 30°C, porém as mínimas são mais baixas, oscilando entre 10°C e 15°C.

Quanto a pluviosidade no Estado, as chuvas no Estado pode-se dizer que são regulares no Estado, com maior total pluviométrico no período entre novembro e março, que é o período chuvoso e há uma diminuição das chuvas no período de inverno. Espacialmente o próprio relevo do Estado condiciona os cenários específicos. Nas encostas da Serra do mar a pluviosidade é maior, chegando a 2000 mm anuais devido ao efeito das chuvas orográficas. Por causa disso, a insolação na Região Serrana é menor, devido a presença de nuvens que se formação nas escarpas Serra do Mara. Na região de Cabo Frio a pluviosidade é a mais baixa, com total na faixa de 800 mm anuais. Isso ocorre devido ao fenômeno da ressurgência que é um afloramento de águas frias do antártico, que faz com que diminua a evaporação e com certeza haja menores condições para formações de nuvens de chuva.

Os ventos predominantes no Estado normalmente são de Norte e Nordeste, devido a atuação do anticiclone tropical do Atlântico Norte, normalmente os ventos são de fraca

intensidade, o que é favorece principalmente no inverno a concentração de poluentes.

Portanto os diferentes tipos de relevo no influenciam diretamente no comportamento do clima das regiões do Estado.

O Estado do Rio de Janeiro apresenta uma diversidade de atividades econômicas, distribuídas de forma diferenciada nas regiões político-administrativas. Essas atividades repercutem, diretamente, na cobertura e uso da Terra (ver figura 12). Devido aos ciclos econômicos do passado, a expansão urbana e a industrialização, restam hoje poucas áreas de vegetação de Mata Atlântica no Estado. As maiores áreas vegetadas no Estado estão localizadas nas Regiões Serranas, Costa Verde e Sul Fluminense, justamente nas áreas das Serra do Mar e da Mantiqueira (Sul Fluminense), protegidas por unidades de conservação como o Parque Nacional da Serra dos Órgãos em Teresópolis. Outras áreas que apresentam fragmentos importantes de mata atlântica são os maciços costeiros localizados na região Metropolitana como os Maciços da Tijuca, Pedra Branca e Gericinó e, ainda, a Serra da Tiririca entre Niterói e a Região dos Lagos e outros menores como a Serra de Sapiatiba, na Região dos Lagos.

As áreas urbanas mais densas ocorrem, principalmente, na região metropolitana, onde há maior concentração de indústrias, circulação de veículos e de pessoas mais intensos. Outras áreas com densa ocupação ocorrem em Volta Redonda, no Sul do Estado e em Campos, no Norte Fluminense. As áreas de ocupação urbana de média e baixa densidades ocorrem, também, em algumas áreas da Região Metropolitana e, principalmente, nas Regiões das Baixadas Litorâneas, Serrana e Sul Fluminense.

Quanto a Agricultura, o Estado do Rio não é um grande produtor agrícola quando se compara com outros estados brasileiros. As áreas de agricultura ocorrem, principalmente, na região Serrana onde prevalece a produção de hortaliças, frutas e leguminosas. No Norte Fluminense destaca-se a produção canavieira, que predomina, principalmente, no município de Campos dos Goytacazes. Na Região Noroeste Fluminense, anteriormente produtora de café, hoje vem sendo incrementada a rizicultura, a lavoura de tomates, porém a agricultura nessa região tornou-se decadente com os anos.

O uso que prevalece no Estado, de acordo com o mapa de uso e cobertura da Terra (ver figura 12) são as áreas de pastagem. Essas ocorreram, principalmente, pelo desmatamento da mata atlântica, desde a sua ocupação pelos portugueses no século XVI. Isto ocorreu, principalmente, pela produção cafeeira que tornara decadente a posteriori. Essas

áreas de pastagem se caracterizam por gramíneas e herbáceas, com solo exposto entremeadado e, apesar de grandes áreas de pasto, a produção pecuária é pequena no Estado, se limitando, basicamente, as Regiões Noroeste e Norte do Estado e pouco expressiva na Região das Baixadas litorâneas.

Aspectos Socioeconômicos

O Estado do Rio de Janeiro é, também, marcado pelo grande contraste nos aspectos econômico e social.

Quanto ao aspecto demográfico (Figura 21) nota-se uma grande concentração de pessoas na região metropolitana, com mais de 10 milhões de habitantes, enquanto na região centro sul fluminense há significativa diminuição desta concentração, com total de pouco mais de 200 mil habitantes. As regiões das baixadas litorâneas, serrana e médio Paraíba, apresentam número de população semelhante, pouco mais de 800 mil habitantes.

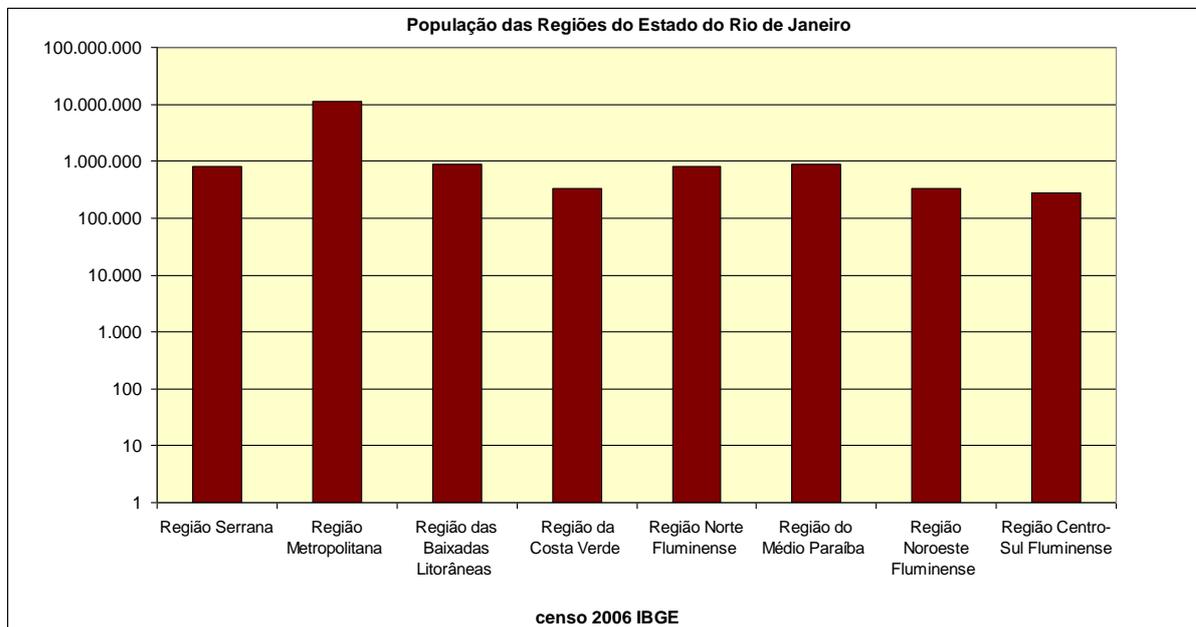


Figura 21- Distribuição da População por Regiões do Estado Fonte dos Dados: IBGE

Quanto ao índice de desenvolvimento humano dos municípios do Estado (IDH-M) (anexo1) pode-se observar que os dois municípios com maior IDH no Estado estão localizados na Região Metropolitana, Niterói e a Cidade do Rio de Janeiro. Outro aspecto marcante é que a Região Metropolitana é uma das que apresenta maior desigualdade em termos de IDH, já que os municípios da baixada fluminense apresentam IDH baixo. Destacam-se também, com IDH elevado os três maiores municípios da Região Serrana

(Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo); os municípios do Sul fluminense (Resende e Volta Redonda) e alguns municípios da Região das Baixadas Litorâneas como Arraial do Cabo, Cabo Frio e Macaé, localizado no Norte Fluminense, também apresentam IDH alto.

Além dos municípios da baixada fluminense, os de piores indicadores estão em sua maioria localizados nas Regiões Noroeste e Norte Fluminense e na porção norte da região serrana. Esses municípios na sua maioria têm como fonte principal de renda a agricultura, que nos últimos anos tornou-se decadente, principalmente no Noroeste Fluminense e dependem quase integralmente de ajuda do Governo Estadual e Federal.

O fator renda (anexo 1) apresenta comportamento semelhante. Os municípios com maior IDH-M são os que apresentam maior renda e são os mesmos mencionados, anteriormente. Igualmente os de menor IDH, são os de menor Renda Per capita.

Com esse breve quadro, constata-se que o Estado do Rio de Janeiro apresenta uma grande concentração de renda, o que gera grande desigualdade espacial quanto aos aspectos social e econômico, traduzindo-se em precariedade de infraestrutura, ocupação de espaços insalubres, bolsões de pobreza etc. Os municípios do Norte e Noroeste Fluminense são os mais pobres e precários do Estado, colocando a população em grande vulnerabilidade social. Essas características repercutem na estrutura de saúde no Estado o que agrava ainda mais a situação das doenças respiratórias.

CAP.3- O ESTADO DA ARTE-CONCEITOS

A revisão teórico-conceitual foi estruturada em três eixos para facilitar a compreensão. Esses eixos estão apresentados em grupos de assuntos que fazem interface, o que não quer dizer que os três eixos são tratados isoladamente, essa divisão é apenas para fins didáticos. O eixo 1 trata dos conceitos e abordagens da geografia da saúde, da climatologia médica, além do uso das geotecnologias aplicadas à saúde. O eixo 2 trata dos conceitos e tipologias de risco. Já o terceiro eixo trata dos conceitos da epidemiologia e aspecto clínico das doenças respiratórias.

3.1 Geografia da saúde e climatologia médica

A problemática da saúde tem sido objeto de estudo pela ciência geográfica, desde o século XVII. Do século XVII ao XIX a grande influência dos naturalistas como Humboldt,

Martius e Darwin, renovou a tendência centrada nos fenômenos físicos desse período (MAZETTO 2008). Devido a isso os estudos da Geografia na questão de saúde eram voltados para a abordagem das epidemias e doenças tropicais, principalmente, porque neste período, as colonizações pelos países europeus eram intensas sendo importante conhecer a influência do “meio” na ocorrência das doenças. Nessa fase, a Geografia Médica focava-se nos estudos regionais, sob grande influência das ciências naturais. Essa linha de pesquisa em que a Geografia Médica estava relacionada com a denominada epidemiologia geográfica refere-se apenas a distribuição das doenças no espaço geográfico.

No século XIX houve um grande avanço da microbiologia, principalmente, devido ao desenvolvimento de microscópios mais potentes que permitiu enxergar bactérias, protozoários entre outros seres microscópicos, mas foi Louis Pasteur quem melhor compreendeu a ação dos micro-organismos dentro e fora do organismo humano e sua inserção no sistema biótico (MAZETTO 2008). Assim a abordagem da influência do espaço no processo infeccioso era irrelevante, bastando avaliar as condições fisiológicas e se o organismo estava infectado. Com isso houve o avanço do sanitário, da profilaxia e a relação do ambiente com transmissão dos micro-organismos por vetores e o determinismo geográfico ganhou mais força nesse período. Vale ressaltar que as doenças trabalhadas nessa época eram as infecciosas como cólera, febres palustres e outras transmitidas por vetores, pois os casos eram muito elevados devido à falta de condições de higiene.

Na década de 1930 a geografia foi influenciada fortemente pela escola possibilista de Vidal de La Blache e conseqüentemente, essa abordagem influenciou os estudos da geografia médica. Nessa abordagem o homem deixa de ser apenas um hospedeiro e passa a ser capaz de transformar seu ambiente, o espaço deixando de ser determinante na transmissão das doenças. Posteriormente, SORRE propõe uma abordagem sistêmica do processo. Um sistema possui elementos que são suas partes ou componentes (objetos ou processos), relações (que são ligaduras entre seus componentes), atributos (qualidades dos elementos), entradas (*input*) constituído por tudo aquilo que o sistema recebe, saídas (*output*) constituído por tudo o que é produzido no sistema, estruturas e funções que têm objetivo ou finalidade (CURTO, 2008).

Sorre em sua obra “*Les fondements biologiques de la géographie humaine (1943-1947)*”, é considerado pioneiro neste tipo de abordagem, propondo os chamados “complexos patogênicos”. Sorre demonstra que as diferentes doenças são frutos de diferentes sistemas mais ou menos estáveis, mais ou menos localizados formados pelo homem, o agente causador da

doença, os vetores, os seres vivos e o meio, conforme cita Curto (*apud* PICNENHAYN 2009). Esta proposta se opõe ao que era defendido pela geografia médica durante os séculos XVIII e XIX que procurava identificar e explicar a distribuição das doenças pelo espaço, apenas considerando o meio, a chamada “epidemiologia geográfica” (MAZETTO 2008).

Apesar de Sorre ter trabalhado somente com doenças parasitárias, o conceito tem sido difundido na geografia em outros tipos de doenças. Por exemplo, (VERHALSSET, 1981 *apud* CURTO 2008) estendeu o conceito para o ambiente urbano, já que as indústrias, circulação de veículos provocam contaminação do ar e causam doenças respiratórias como, câncer, enfisema, entre outras. Isso mostra como o conceito de Sorre é aplicável em diferentes tipos de enfermidades. Além das questões levantadas por Verhalsset sobre o complexo patogênico urbano vale integrar nesse complexo a pobreza e acessibilidade aos serviços de saúde, que são dois fatores que possuem uma profunda relação com as doenças respiratórias.

A abordagem geográfica sobre os problemas de saúde é de fundamental importância para a saúde coletiva, pois para resolução ou mitigação dos problemas de saúde não basta apenas conhecer o aspecto clínico da doença ou ainda apenas compreender o processo saúde-doença, mas sim analisar as variáveis e os condicionantes sócio-espaciais que interagem neste processo. A Geografia da saúde pode ajudar a entender e intervir sobre os problemas de saúde se perceber a complexidade das relações entre ambiente, sociedade e território (BARCELLOS 2007).

Como sistema, as doenças respiratórias e outras enfermidades devem ser analisadas considerando não somente o processo clínico, mas os fatores socioambientais envolvidos em cada tipo de doença. Sorre propôs vários complexos patogênicos para doenças como chagas, cólera, malária. Tratando-se de saúde coletiva os fatores sociais (renda, desigualdade, desenvolvimento humano) e a qualidade ambiental são elementos chave para a prevenção e combate das doenças, pois cada tipo possui a sua especificidade. Nesta relação das ciências da saúde, juntamente, com as geográficas, a visualização e a necessidade de políticas públicas preventivas e reparadoras, torna-se instrumento base para uma sociedade menos vulnerável e mais adaptada as diferenças e adversidades. (SANT’ANNA NETO e SOUZA 2008)

No caso específico das doenças respiratórias algumas destas possuem uma estreita relação com a organização e a ocupação do espaço geográfico e com o clima. A climatologia médica ou da saúde torna-se um ramo que precisa ser levado em consideração para que se tenha uma efetiva melhoria das ações na gestão da saúde.

Em Teoria e clima urbano MONTEIRO (1976), definiu o clima urbano como o “O sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização.” Ou seja, o clima deve ser estudado considerando a dinâmica da atmosfera e dos seus elementos constituintes, os aspectos geocológicos, a dinâmica do ambiente urbano, o espaço físico tridimensional, as relações sociais e os problemas derivados do processo de urbanização. Alguns problemas decorrentes da urbanização são a pobreza e a consequente segregação sócio espacial. Segundo o BID (1997) a pobreza é definida como a falta de acesso ou domínio dos requisitos básicos para manter um nível de vida aceitável e por extensão, também, a falta de capacidades para mudar estas condições.

A pobreza manifesta-se por meio da ocupação desigual do espaço, onde as áreas de risco ambiental ou com piores condições de salubridade são ocupadas pela população mais pobre. Essas desigualdades podem ser captadas por meio de características do ambiente biofísicos, da distribuição de serviços, recursos materiais e da organização social coletiva (SANTOS 2008).

Portanto observa-se que a análise do clima deve considerar esses aspectos para entender como se dá essa interação entre o homem e o espaço geográfico.

Há uma profunda interferência dos elementos do clima na fisiologia humana e as condições do ambiente potencializam os efeitos adversos. (AYOADE 1986 *apud* SANT’ANNA NETO e SOUZA 2008) ressaltou que a influência do clima na saúde humana, dá-se tanto de maneira direta quanto indireta, seja de forma maléfica ou benéfica. Para esse autor, os extremos térmicos e higrométricos acentuam a debilidade do organismo no combate às enfermidades, intensificando os processos inflamatórios e consequentemente criando condições contagiosas.

O estudo da vulnerabilidade social e ambiental das populações sujeitas aos efeitos dos impactos climáticos na sua integridade física e bem-estar é de fundamental importância para a orientação de ações preventivas. (CONFALONIERI 2003 *apud* SANT’ANNA NETO e SOUZA 2008).

“A redução dos impactos causados pela variabilidade climática na população brasileira só pode ser efetuada com o entendimento e a modificação dos fatores de vulnerabilidade social que afetam essas populações em seus contextos geográficos específicos.” CONFALONIERI (2003).

Os aspectos climáticos e sociais precisam ser considerados e se busquem soluções que melhorem a qualidade do ambiente e, conseqüentemente, a saúde da população. Para isto é necessário que se utilizem as ferramentas que melhorem o monitoramento desse processo de forma integrada. O uso das ferramentas de geoprocessamento tem se mostrado um grande auxiliar na gestão de ocupação do espaço e da saúde, porém ainda é pouco explorado pelos órgãos públicos que poderiam utilizar em medidas preventivas.

As doenças por apresentarem uma espacialidade e interação com os atributos sociais e físicos são fenômenos passíveis de representação cartográfica e devem ser analisadas de forma a identificar o contexto que favorece a incidência, além de monitorar o comportamento e padrão dessas ao longo do tempo. Uma das maneiras de se conhecer mais detalhadamente as condições de saúde da população é através de mapas que permitam observar a distribuição espacial de situações de risco e dos problemas de saúde. A abordagem espacial permite integração de dados demográficos, socioeconômicos e ambientais, promovendo inter-relacionamento das informações de diversos bancos de dados. (PINA *et al.*2000)

A utilização das ferramentas de geoprocessamento é imprescindível, principalmente, dos Sistemas de Informação Geográfica. Na década de 90 houve grandes avanços na cartografia digital e no desenvolvimento de ferramentas de análise espacial, chegando atualmente com uma grande popularização e difusão dessas ferramentas. Na realidade a preocupação em mapear as doenças é bastante antiga. Em 1768 o médico inglês Lind publicou um trabalho denominado “*Anessayon Diaseases Incidental Europeas in hot climates*” onde buscava correlacionar as doenças com o espaço físico. Jonh Snow realizou no século XVII um dos mais emblemáticos mapeamentos de saúde onde investigou as mortes por cólera em Londres e por meio da localização e frequência dos casos, conseguiu mapear as áreas de risco e identificar a bomba d’água contaminada. Hoje com as ferramentas de geoprocessamento, esses estudos tornaram-se mais precisos e rápidos.

Os Sistemas de Informações Geográficas são sistemas computacionais, usados para o entendimento de fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico (PINA 1994 *apud* PINA *et al.*2000).O Sistema de Informações Geográficas tem a capacidade de atualização, compartilhamento, divulgação e especialmente de armazenamento e gerenciamento de dados geográficos, também chamados gráficos, e não-gráficos (tabulares).(BARCELLOS 2007). Os SIG`s permitem a realização de análises espaciais complexas através da rápida formação e alternância de cenários que propiciam aos planejadores

e administradores em geral subsídios para tomada de decisão. (SHOLTEN 1991 *apud* PINA *et al.*2000).

Em estudos de saúde pública é fundamental que se analise não só a população, mas o ambiente e localizar os locais críticos, o acesso da população aos serviços de saúde, as áreas de risco e de maior vulnerabilidade social.

Segundo Nobre e Carvalho (1996) *apud* PINA *et al.*2000,os métodos de análise e distribuição espacial são uteis nas seguintes situações:

- Quando o evento em estudo é gerado por fatores ambientais de difícil detecção em nível do individuo (análise de distribuição por pontos);
- Estudo de trajetória entre localidades (analise de redes);
- Delimitação de áreas segundo intervenção pretendida (*buffer*);
- Eventos de distribuição espacialmente condicionada (interpolação de pontos)

Esses elementos são úteis em uma serie de medidas para controle e prevenção de doenças, como por exemplo na vigilância epidemiológica, onde se observa os padrões das doenças, áreas de risco, difusão geográfica ou exposição aos agentes. Também na avaliação dos serviços de saúde, monitoramento e na analise da relação ambiente e urbanização, onde se identifica as características epidemiológicas, condições e espaços de agravos da doença.

Outra técnica que tem sido muito utilizada nos estudos de epidemiologia e na saúde ambiental é a geoestatística. A geoestatística é um conjunto de ferramentas determinísticas e estatísticas para compreender e modelar a variabilidade espacial. A geoestatística permite descrever a continuidade espacial, a qual é uma característica essencial de muitos fenómenos naturais, e adapta as técnicas de regressão clássica para tirar vantagem dessa continuidade. Esta oferece um conjunto de ferramentas estatísticas que incorporaram no processamento as coordenadas espaciais das observações. (COSTA 2009). Dentre as técnicas estatísticas mais utilizadas na geoestatística a Krigagem é a mais utilizada. A Krigagem ou kriging, foi criada por Krige em 1951, é uma família de algoritmos de regressão de mínimos quadrados generalizados que fornecem estimativas não enviesadas de valores no espaço a partir de um conjunto de observações recolhidas em várias localizações, e que usam o modelo de covariâncias espaciais estimado a partir dos dados observados. (COSTA 2009). A

Krigagem é importante, pois descreve o comportamento espacial dos dados, estima valor desconhecido em uma localização, estima o valor médio de uma variável numa área entre outras. Dentre as diversas áreas onde a geoestatística é utilizada nas pesquisas de saúde ambiental e epidemiologia, como a estimativa de pluma de contaminação de água subterrânea e o risco da contrair doenças de veiculação hídrica, conforme apontou Lima *et Al.* 2008

Essas ações mencionadas e o contexto sócio ambiental são fundamentais para que se tenha uma efetiva melhora do quadro de saúde da população. Somente com a compreensão do contexto geográfico, da espacialidade de cada tipo de doença, seu padrão etc, é que se pode planejar ações e programas mais eficientes, porém para isso é de grande relevância que utilizem as novas ferramentas de análise espacial para programas de monitoramento, prevenção e de medida corretivas. Isso produz um ganho em vários sentidos, pois os recursos para saúde podem ser otimizados e a pressão da demanda para tratamento, internações e o custo sobre o sistema hospitalar diminuem com ações preventivas e a população conseqüentemente é mais beneficiada e com menor impacto.

3.2 Risco: Conceitos e Abordagens

O risco é um conceito que possui grande diversidade de etimologias e tem sido abordado por diversas ciências desde longa data.

Etimologicamente o conceito de risco é encontrado em ideogramas chineses aparecendo como uma mescla de risco e perigo. Na língua inglesa há vários termos que remetem a noção de risco. (AUGUSTO FILHO 2001), trabalhando com a elaboração de cartas de risco de escorregamentos para estabelecimento de seguros de imóveis, apresenta uma diferenciação entre os termos perigo e risco correlacionando-os aos seus correspondentes em língua inglesa: perigo (hazard) é tomado como a "ameaça potencial à pessoas ou bens" e risco (risk) "expressa o perigo em termos de danos/por período de tempo, em geral, unidade monetária/ano" (AUGUSTO FILHO 2001). Em relação ao termo danger, Augusto Filho (2001) o traduz em português para "processo perigoso".

NA abordagem francesa MONTEIRO (1991) demonstra que:

Os franceses, optaram por utilizar o termo risco como tradução de hazard, assim como os espanhóis. Esta escolha se justifica para o autor na medida em que o risco considera os componentes antropogênicos e a noção de 'possibilidade de perigo'. Indo mais a fundo na etimologia da palavra, Monteiro (1991: 10) argumenta ainda que risco está ligado aos

termos latinos risicu e riscu, ligados por sua vez a resecare, que significa 'cortar'. Neste caso, o autor encara este sentido apropriado ao hazard, pois este significa uma ruptura numa continuidade, como um risco, contendo a idéia de corte-ruptura, como, por exemplo, '[...] numa sequência de estados atmosféricos que se bifurcasse ou dirigisse a outras trajetórias menos prováveis ou inesperadas'.

Portanto o conceito de risco apresenta desde a sua raiz etimológica uma convergência de sentido, porém, ao mesmo tempo há certa confusão com outros termos adjacentes ou que possuem sentidos muito parecidos com risco. Para isso é necessário conceituar o risco e diferenciar dos termos que sempre o acompanham

Segundo Veyret e Richemond (2007) o risco é um objeto social e define-se como a percepção do perigo da catástrofe possível, mais ou menos previsível por um indivíduo ou grupo social que tenha sido exposto a ele. As autoras trabalham com conceitos que seguem uma gradação desde risco até catástrofe, conforme mostra a figura 22 abaixo

O S R I S C O S

Do risco à catástrofe: algumas definições	
Risco	Percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele. Um jogador percebe sua decisão de jogar como risco quando conhece os acontecimentos que podem se produzir, assim como a probabilidade de ocorrerem.
Incerteza	Esse termo define a possibilidade de ocorrer um acontecimento perigoso sem que se conheça sua probabilidade. Fala-se então, em sociologia, de "probabilidade subjetiva".
Indeterminação	Trata-se da situação em que um acontecimento desconhecido poderia acontecer. É, por exemplo, a situação de um homem de negócios que investe em uma inovação tecnológica sem avaliar todas as implicações de sua decisão.
Álea	Acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áleas. O equivalente em inglês é <i>hazard</i> (para definir a álea natural). Alguns autores utilizam o termo "perigo", especialmente quando se trata de riscos tecnológicos (ver capítulo "O risco industrial na França").
Perigo	Esse termo é, às vezes, empregado também para definir as conseqüências objetivas de uma álea sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente. Fato potencial e objetivo.
Cindínica (do grego <i>kindunos</i> , perigo)	Termo empregado a partir dos anos 1980 por Kerven. Designa uma abordagem do risco que se pretende multidisciplinar e sistêmica.
Alvo	Elementos ou sistemas que estão sob a ameaça de áleas de natureza variada. Os alvos são pessoas, bens, equipamentos, meio ambientes. Ameaçados pela álea, esses diferentes elementos são suscetíveis de sofrer danos e prejuízos.
Vulnerabilidade	Magnitude do impacto previsível de uma álea sobre os alvos. A vulnerabilidade mede "os impactos danosos do acontecimento sobre os alvos afetados" (<i>Dictionnaire de l'environnement</i> , 1991). A vulnerabilidade pode ser humana, socioeconômica e ambiental.
Crise	Realização concreta, material de uma álea cuja amplitude excede a capacidade de gestão espontânea da sociedade que sofre esse evento (de acordo com a revista <i>Métropolis</i> , nº 78/79, 1987)
Catástrofe (do grego <i>katastrophé</i> , devastação)	A catástrofe é definida em função da amplitude das perdas causadas às pessoas e aos bens. Não há necessariamente correlação entre importância de uma álea e a magnitude dos danos.

Figura 22- Conceitos relacionados com risco Fonte: RICHEMOND e VEYRET 2007

Dos conceitos mencionados pelas autoras, os utilizados no presente projeto, são os de risco e vulnerabilidade, pois são as duas categorias trabalhadas; o problema em si (risco) e os graus do risco (vulnerabilidade).

Para Augusto Filho 2001 *apud*. Castro *et.al* (2005), o risco é definido como uma medida de probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, propriedade e ambiente. É geralmente estimado pelo produto entre a probabilidade e as consequências. O autor ainda define perigo (*hazard*) como uma condição potencial de causar uma consequência desagradável. A vulnerabilidade é o grau de perda para um dado elemento ou grupo de elementos dentro de uma área afetada.

A percepção do risco também foi se modificando ao longo dos diferentes períodos da história, adquirindo distintas abordagens. Nos séculos XVIII e XIX a percepção do risco era relacionada com as guerras e pestes, comuns nesses períodos devido às condições insalubres das cidades. Estas eram vistas como “lócus” de perdição, de desgraça enquanto o campo era tido como lugar seguro. Com a revolução industrial e, principalmente, no século XX, o foco da abordagem do risco se volta para as questões econômicas e políticas, visto que nesse período foram inúmeros os episódios de crises econômicas que quebraram diversas empresas e economias. Já na década de 70 com o advento do movimento ambientalista, as questões ambientais passaram a entrar na temática do risco.

Além das diferentes perspectivas ao longo das épocas, o conceito de risco apresenta diversas tipologias as quais são tratadas por diversos autores nas bibliografias de diferentes maneiras. Alguns autores, como Veyret, propõem uma categorização “ampla” de risco outros, como Augusto Filho trabalha com categorias mais “enxutas”. Essas categorias, de certa forma, muitas vezes se mesclam e o limite entre uma e outra é tênue, porém é importante essa diferenciação para fins didáticos.

Na bibliografia há algumas categorias que são comuns entre os autores, desde aqueles que apresentam mais divisões, aos mais generalistas. As tipologias de risco mais comumente encontradas são os riscos naturais, riscos tecnológicos, riscos sociais, riscos à saúde e riscos ambientais.

Os riscos naturais são entendidos como riscos que não podem ser facilmente atribuídos ou relacionáveis a ação humana (REBELO 2003). Para EGLER (1996) o risco natural é associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, isto é, considerando o

seu grau de estabilidade/instabilidade expresso na sua vulnerabilidade a eventos críticos de curta ou longa duração, tais como inundações, desabamentos e aceleração de processos erosivos. Apesar dessa definição, nos dias de hoje, essa é uma tarefa cada vez mais difícil, uma vez que dificilmente é encontrado hoje algum impacto cuja ação do homem não esteja envolvida.

O risco tecnológico é relacionado com processos industriais. É definido como o potencial de ocorrência de eventos danosos à vida, a curto, médio e longo prazo, em consequência das decisões de investimento na estrutura produtiva. Envolve uma avaliação tanto da probabilidade de eventos críticos de curta duração com amplas consequências, como explosões, vazamentos ou derramamentos de produtos tóxicos, como também, a contaminação, em longo prazo, dos sistemas naturais por lançamento e deposição de resíduos do processo produtivo. (EGLER 1996). O risco tecnológico também pode ser associado com sistemas de informação. Veyret e Richemond (2007) apontam que esses riscos podem estar ligados às disfuncionalidades de um sistema técnico complexo e cujas consequências são de amplitude considerável.

O risco social é considerado, muitas vezes, como o dano que uma sociedade (ou parte dela) pode causar (HEWITT, 1997 *apud* VEYRET e RICHEMOND 2007) Este viés fornece ênfase aos conflitos armados, guerras, ações militares, entre outros. Outro viés explorado reside na relação entre marginalidade e vulnerabilidade a desastres naturais, como aponta o trabalho de (WISNER *apud* VEYRET e RICHEMOND 2007) o caso dos "sem teto" e a vulnerabilidade destes aos terremotos. Além disso, o risco social também inclui na fragmentação sócio urbana e na segregação, onde as populações mais carentes vivem nas áreas com as piores condições ambientais, saúde, acesso a serviços etc.,

O risco a saúde, como apontam Veyret e Richemond (2007) a maior parte destes tem efeitos negativos sobre o indivíduo ou grupo social, os quais se traduzem em perda de bens, doenças ou morte. Portanto, as relações entre risco e saúde devem constituir preocupação nos estudos que relacionam poluição com doenças respiratórias.

Risco ambiental remete à possibilidade de ocorrência de eventos danosos ao ambiente. Dagnino *et.al.* 2001 trabalha com esta categoria como

Os impactos ou alterações do ambiente passam a se configurarem como formas de risco ambiental, que ao ser percebido ou conhecido

pelo homem, pode se transformar como ponto de partida para as ações que visem a melhoria da qualidade de vida, juntando esforços dos diversos setores da sociedade.

Este posicionamento é concordante com o Veyret e Richemond que tratam o risco ambiental como a associação dos riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela ação humana e pela ocupação do território.

Esses, via de regra, se inter-relacionam, por isso, muitas vezes, é difícil tratá-los de forma isolada. Dessa forma o conceito de risco ambiental embora possa parecer abrangente é o que mais se aproxima do objetivo proposto no projeto.

Tomando como premissa que risco é objeto social, ou seja, é produzido pelas ações humanas no território, o risco ambiental torna-se um importante elemento na gestão territorial.

Vulnerabilidade e risco são elementos complexos, portanto são sistêmicos e somente quando se há uma gestão integrada destes é que de fato pode-se amenizar os impactos das áreas (VEYRET e RICHEMOND 2007). A análise e monitoramento contínuo dos riscos ambientais precisa ser levada em consideração pelos gestores do território para efetivamente melhorar a qualidade de vida. Para isso é necessário que sejam analisados os fatores correlatos com a problemática em questão e atuação em conjunto dos atores sociais, isto é, poder público, especialistas e sociedade civil. .

Na temática desenvolvida nessa dissertação, entende-se que a melhoria dos casos de internação e mortalidade por doenças respiratórias só poderá ser mitigada quando se considerar os fatores ambientais, os aspectos sociais e econômicos, inter-relacionados e de que forma eles condicionam a maior ou menor vulnerabilidade a tais doenças. A solução em relação à gestão da saúde está vinculada não apenas considerando aspecto clínico, mas sim, à própria gestão territorial, para se alcançar uma efetiva melhoria da qualidade ambiental, de vida e conseqüentemente, maior promoção de saúde.

3.3 Conceitos da Epidemiologia e sua aproximação com a Geografia

Nos estudos sobre geografia da saúde é necessário analisar o aspecto clínico e o comportamento das doenças na coletividade e no metabolismo humano. Para isso os conceitos da epidemiologia são fundamentais para sua compreensão.

A epidemiologia é definida segundo Lilienfeld 1980 *apud* Menezes, 2001 como a ciência que estuda os padrões em populações humanas e os fatores determinantes destes padrões. ROUQUAYROL (1992) diz que além dos estudos da distribuição dos fatores determinantes das doenças, esta também se preocupa em propor medidas específicas de prevenção, controle e erradicação, fornecendo indicadores que sirvam de suporte ao planejamento, administração e avaliação de ações de saúde.

Portanto, a epidemiologia se encarrega de estudar os padrões de distribuição das doenças na coletividade, já a clínica trata da saúde individual.

A aproximação da Epidemiologia com a Geografia é uma linha tênue, porém as diferenças entre as duas ciências são importantes para delimitar suas abordagens. A epidemiologia tem como uma de suas principais atribuições a compreensão do processo saúde-doença no âmbito das populações, mediante a sua distribuição temporal, espacial e de atributos pessoais, visando identificar o padrão geral de ocorrência e os grupos sob risco (BOMFIM e MEDEIROS 2008).

A geografia é a ciência que, tradicionalmente, estuda a relação entre as pessoas, a natureza e o espaço (físico e social). Preocupa-se com a identificação e elucidação da estrutura espacial (modelo e processo) e com a análise e explicação das conexões entre os seres humanos e o ambiente. (BOMFIM e MEDEIROS 2008).

Em outras palavras pode-se dizer que epidemiologia foca-se no estudo analítico das doenças, ou seja, na distribuição e padrões de incidência das doenças que afetam a coletividade, onde a análise estatística é privilegiada. Já a geografia, mais especificamente a geografia da saúde, analisa o processo de interação entre os atores do espaço geográfico e de que forma as relações sociais e as ações antrópicas no ambiente influenciam no processo saúde-doença.

No passado prevaleceu a ideia de que epidemiologia restringia-se ao estudo das epidemias e doenças transmissíveis, mas atualmente esta aborda toda e qualquer doença que afete a coletividade. Assim a epidemiologia também aborda as doenças respiratórias que hoje afetam um grande número de pessoas.

Dentre as variáveis que a epidemiologia estuda cita-se o gênero, o tempo, o espaço, as condições sociais e os fatores ambientais. Todos esses fatores influenciam nos padrões em que cada tipo de doença se manifesta. Isso demonstra como os complexos

patogênicos propostos por Sorre influenciam os estudos da epidemiologia até hoje. O próprio conceito de espaço geográfico tem uma importante contribuição para epidemiologia. SANTOS (1996) afirma que o espaço, nos primórdios da história humana, era compreendido como um mero conjunto de complexos naturais. Com o passar do tempo e a ação humana, este se torna cada vez menos naturalizado e muito mais significativo o resultado da produção histórica. Concebe-se o espaço como resultado da soma e da síntese, sempre refeita, da sociedade com a paisagem através da espacialidade.

Com a vertente da epidemiologia social e a sua preocupação com as condições de vida da população como determinante no processo saúde-doença, é que o espaço passou a ser visto como uma totalidade, que engloba as dimensões social, cultural e econômica, transcendendo do aspecto eminentemente geográfico (BOMFIM e MEDEIROS 2008).

O Processo saúde-doença não é um processo binário, mas é complexo e evolutivo, podendo cada doença ter distinta evolução. Algumas podem ser agudas e fatais, que levam ao óbito em pouco tempo, como infarto fulminante. Evolução aguda com recuperação é quando há um episódio de gravidade elevada, mas, com tratamento, há recuperação do quadro e sem sequelas; evolução subclínica, é quando o doente contrai a doença, mas há poucas manifestações, que muitas vezes o doente nem sabe que tem a doença. Já a evolução crônica com óbito em longo ou curto prazo é quando a pessoa passa por um período longo de exposição a fatores de risco e depois de um longo tempo há óbito, principalmente, se não houver tratamento adequado ou mudança de hábitos, exemplo, o câncer de pulmão, a doença pulmonar obstrutiva crônica.

Alguns conceitos da epidemiologia são importantes para entender o padrão de comportamento das doenças e compreender a lógica da ocorrência de um fenômeno e quando este já está atingindo níveis críticos e, ainda, ações corretivas e preventivas precisam ser tomadas. Um dos conceitos básicos é a causalidade. A teoria da multicausalidade ou multifatorialidade tem seu papel definido na gênese das doenças, em substituição à teoria da unicausalidade que vigorou por muitos anos. A maioria das doenças é oriunda da combinação de fatores que interagem entre si e acabam desempenhando papel importante na determinação das mesmas. (MENEZES 2001). Esses fatores podem ser biológicos, socioeconômicos, ambientais, gestacionais etc.

Para que se possa mensurar a ocorrência das doenças são necessárias formas que permitam uma análise comparativa e evolutiva dos dados, para isso, os indicadores de saúde

são fundamentais. Os principais indicadores são mortalidade, morbidade, nutrição, demografia, sócio economia, ambientais. Esses indicadores são expressos em contrastantes que são medidas básicas da ocorrência das doenças em uma determinada população e período. Normalmente, se dão na ordem de cem, mil, dez mil ou cem mil habitantes.

A morbidade é um importante indicador nos estudos epidemiológicos e é um termo genérico usado para designar o conjunto de casos de uma dada afecção ou a soma dos agravos a saúde que atingem um grupo de indivíduos. (MENEZES 2001).

Medir a morbidade não é fácil, pois há uma série de limitações como dados esparsos, doenças não notificadas, sintomas de diversas doenças serem parecidos. Porém para um grande número de pessoas há mecanismos que permitem ter um acompanhamento da evolução de uma doença tais como, medida de prevalência e medida de incidência.

A prevalência é o número total de casos em um determinado ponto no tempo. O coeficiente de prevalência é razão entre o número de casos de uma doença, sobre o número de uma população analisada, em um determinado período.

Já a medida de incidência mede o número de novos casos de uma doença, dentro de um período definido de tempo (ano, meses, semanas). Normalmente a incidência é um dos melhores indicadores para verificar se a doença está regredindo ou não. O coeficiente de incidência é razão entre o número de novos casos que ocorrem em uma comunidade em um intervalo de tempo. A incidência pode ser cumulativa ou densidade de incidência.

A incidência cumulativa (IC) refere-se à população fixa onde não há entrada de novos casos naquele período. Já a densidade de incidência é uma medida de velocidade, onde o denominador é expresso em população-tempo em risco.

A mortalidade é um dos indicadores mais tradicionais e normalmente é dividido em coeficiente de mortalidade geral e específico.

Na epidemiologia há várias modalidades de estudo de acordo com a natureza do objetivo e a doença analisada. As tipologias são os estudos transversais, de corte, caso-controle e ecológico.

O estudo transversal é baseado nos dados de prevalência e é aplicado a doenças comuns e de longa duração de um grupo de pessoas expostas e não expostas a fatores de risco.

A lógica desse estudo é comparar a prevalência da doença entre os grupos de pessoas expostas e não expostas aos fatores de risco para verificar se aquele fator ou fatores causam a doença.

O estudo de corte é um estudo onde um grupo de pessoas com alguma coisa em comum (exposição a agentes químicos, doenças de trabalhadores de minas etc.). Normalmente são de um longo período de acompanhamento.

Os estudos de caso-controle são aplicados nas doenças onde é analisado um número menor de pessoas em que se necessita um monitoramento maior e ações de controle, como o câncer e a asma.

Nos estudos ecológicos a unidade de observação, necessariamente é um grupo, não o indivíduo. Esse grupo pode variar desde alunos de uma escola, à população de uma cidade ou país. Nesses estudos se analisam a incidência e a mortalidade. A análise mostra a associação entre o fator de risco e a doença, normalmente, são utilizados dados secundários devido ao menor custo.

Os estudos ecológicos servem para saber quanto uma doença é influenciada pelo fator de risco e quanto ela seria prevenível se o fator de risco fosse eliminado.

As doenças respiratórias são hoje a quarta maior causa de morte no mundo devido a fatores como estilo de vida (tabagismo), poluição atmosférica. Uma das doenças respiratórias que tem crescido nos últimos anos é a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Essa doença que nos anos 90 era limitada por duas entidades nosológicas, bronquite crônica e enfisema pulmonar, hoje é caracterizada, além dos sintomas (tosse com expectoração na maioria dos dias por três meses ou um ano consecutivos, dilatação dos alvéolos pulmonares ou destruição das suas paredes), a obstrução do fluxo de ar. A doença é de difícil diagnóstico o que pode ser fatal. A prevalência dessa doença varia entre 3,5% a 22 % na faixa etária adulta (15 a 64 anos).

A DPOC traz um custo social e econômico considerável, pois atinge, principalmente, homens da faixa etária produtiva, devido aos custos com tratamento, consultas, internações, além da perda da produtividade de trabalho, levando a aposentadoria por invalidez em alguns casos e até a óbito. Normalmente os fatores de riscos são, principalmente, o tabagismo, o tabagismo passivo, a exposição a material particulado no ambiente e nos locais de trabalho.

Outro grupo de doenças que passou a ser motivo de grande preocupação depois de doenças como diarreia e desnutrição, são as infecções respiratórias agudas (IRAs) tanto que passaram a integrar o programa da OMS e UNICEF para prevenção e controle.

As principais doenças do grupo das IRAs são a pneumonia e influenza, mas este grupo inclui as amigdalites, otite, bronquite, sinusite, entre outras. Estas doenças correspondem a 92% das infecções das vias superiores. (CHATKIN *et.al* 2001).

Essas doenças são as mais sensíveis as alterações do ambiente, isso porque os fatores de risco são a exposição á fumaça, sazonalidade, além de fatores correlacionados com questões socioeconômicas como condições de vida, estado nutricional. Apesar das taxas de mortalidade serem maiores na faixa etária de menores de 5 anos, merecem atenção as faixas etárias acima, uma vez que podem ser complicadoras para outros tipos de doenças.

3.4 O Estado da Arte-Revisão bibliográfica

Para realização deste projeto foram utilizados alguns trabalhos que embasaram metodologicamente e nortearam os objetivos apresentados.

A obra *Teoria e Clima Urbano* (1976), tese de livre docência do professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro é a base para pesquisa em climatologia geográfica no Brasil com proposição de abordagem do sistema clima urbano, o qual é um sistema aberto, com entrada, transformação e saída de energia. Estas saídas de energia são agrupadas em três canais de percepção: termodinâmico (campo térmico), impacto meteórico (pluviosidade) e físico-químico (qualidade do ar), as quais se manifestam por meio das ilhas de calor, de enchentes e de poluição do ar. No canal físico-químico, Monteiro ressalta a interação dos fenômenos da atmosfera com as atividades urbanas e como isso gera impactos na qualidade do ar e na saúde e a necessidade do controle das fontes poluidoras, pois é onerosa e inviável uma tecnologia de limpeza da atmosfera. O esquema abaixo (Fig. 23) desenvolvido por Monteiro demonstra como os fatores antrópicos (construções, transito etc.), a atmosfera e o ambiente natural se relacionam e interagem. Observa-se que não se trata de um sistema linear, há uma retroalimentação e interação entre cada componente do sistema.

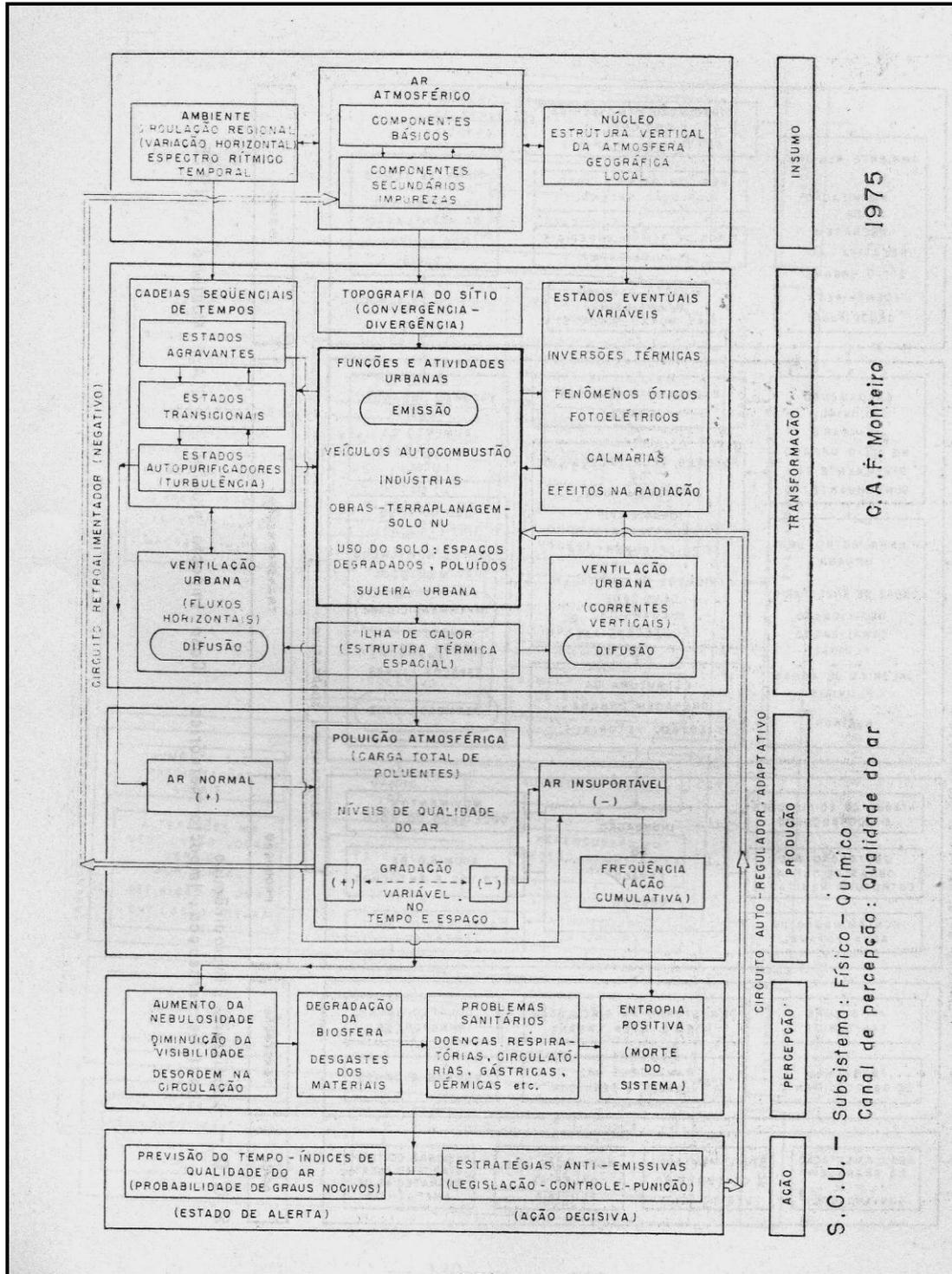


Figura 23- Fluxo do Canal Físico-Químico Fonte: MONTEIRO 1976

Quanto aos estudos sobre a poluição Atmosférica no Estado do Rio de Janeiro, apesar de serem poucos, destaca-se o artigo intitulado *As Alterações Climáticas na área Metropolitana do Rio de Janeiro: uma provável influência do crescimento urbano* de BRANDÃO (1992). A autora realizou estudos através de transetos em alguns bairros da cidade e da região Metropolitana onde é demonstrado o perfil topográfico e as atividades em

diferentes áreas da Região Metropolitana e foi demonstrado que as regiões mais industriais como o bairro de Bonsucesso na cidade do Rio de Janeiro repercutem em vários problemas de saúde na população, danos em edificações entre outros.

Outro trabalho e que foi pioneiro em pesquisa sobre poluição atmosférica foi o desenvolvido por GALLEGO (1972) e se trata do primeiro trabalho sobre qualidade do ar e a relação com clima do Rio de Janeiro

Também analisando a poluição em outros municípios do Estado do Rio de Janeiro o trabalho desenvolvido por GREGÓRIO (2008), sobre o clima urbano de São de Meriti, demonstra que a cidade, em comparação com outros municípios da região da baixada fluminense, é a mais poluída, tendo como principais fatores da poluição como as indústrias no entorno, ruas sem pavimentação, a pratica comum de queima de lixo.

Merece destaque ainda o trabalho de PEITER E TOBAR (1998) intitulado *Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil*, onde analisaram a correlação entre as condições de vida e a área de dispersão de poluentes na cidade de Volta Redonda. No estudo identificaram que a organização sócio espacial de Volta Redonda, atualmente, pode explicar as diferentes situações encontradas. A população de baixa renda, nesta cidade se distribui 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 torna sua população altamente vulnerável a uma série de agravos característicos da pobreza. Ao se compararem os bairros da área mais antiga de Volta Redonda (bairros limítrofes a área da CSN) entre si, percebe-se uma nítida segregação sócio espacial. As áreas menos poluídas e com melhor acesso aos serviços públicos são ocupadas por grupos de maior renda que se localizam na parte sul da cidade, enquanto, os grupos de baixa renda ocupam as áreas mais poluídas localizadas na parte noroeste.

Ainda nessa linha CHIESA *et.al* (2008) realizaram um interessante estudo correlacionando os casos de mortes por infecções respiratórias agudas, nos grupos familiares atendidos por um centro de saúde na capital paulista. Esses grupos foram divididos segundo condições de vida. A partir de uma modelagem elaborada em ambiente SIG utilizando as condições de vida e técnicas estatísticas para modelar os dados de mortes, chegaram a

conclusão que os grupos mais carentes são os que apresentam maior caso de mortes, isso demonstra a necessidade para maior assistência social desses grupos.

Quanto à correlação entre poluição e doenças respiratórias, diversos trabalhos desenvolvidos no Brasil foram consultados e ajudaram no desenvolvimento do presente projeto.

O trabalho de SALDIVA *et.al* (2007) associou os casos de doenças respiratórias e cardiovasculares com a poluição atmosférica. O caso de Itabira ressalta-se que é uma cidade com atividade de mineração e nos resultados há uma correlação positiva entre, principalmente, o grupo entre 45 e 64 anos.

GOUVEIA *et.al* (2006) realizaram estudo semelhante na cidade de São Paulo. A diferença é o padrão dos poluentes que, diferentemente de Itabira, há outros poluentes derivados de processo industrial e queima de motores como CO, NO_x, entre outros. As doenças respiratórias que mais ocorrem são a pneumonia, Doença Pulmonar Obstrutiva crônica (DPOC), Asma, afetando principalmente crianças.

Foram, também, levantado trabalhos em outras regiões do Brasil como, por exemplo, a região Centro-Oeste. Em Cuiabá, SOUSA *et.al* 2004, também, realizaram estudo semelhante aos das cidades citadas anteriormente e mais uma vez a Pneumonia e DPOC tem maior incidência, principalmente, no inverno. Na cidade de Jataí em Goiás, PEREIRA, MARIANO e SCOPEL (2008), correlacionaram as temperaturas no ano de 2008 com os registros de internação por doenças respiratórias. Nesse trabalho foram utilizados equipamentos portáteis para medir temperatura e umidade relativa do ar e os resultados demonstram que no inverno a incidência é maior. Destaca-se nesse trabalho, que Jataí é uma cidade de produção de cana de açúcar, então a poluição é proveniente da queima da cana e da produção de álcool e a umidade no centro-oeste, normalmente, é mais baixa que em outras regiões, o que é um agravante.

Também foram levantados trabalhos que utilizam técnicas modernas aplicadas a saúde e poluição atmosférica como a utilização de imagens e dados de sensores remotos. FUCKNER *et.al* (2009) procuraram correlacionar a temperatura com espacialização dos poluentes utilizando imagens de satélite (ASTER e GOES) e dados de estações de monitoramento do ar na Região Metropolitana de São Paulo e Rio de Janeiro. Segundo as

autoras não foi possível estabelecer uma correlação, pois as estações de monitoramento do ar são poucas e os dados apresentam deficiências na série temporal, porém os sensores remotos são um grande instrumento a ser mais explorado na pesquisa de poluição do ar.

MOURA *et.al* (2009) buscaram relacionar dados de doenças cardiovasculares, com os dados de monóxido de carbono do sensor MOPPITT, no município de São José dos Campos. No período de 2000 e 2007 os dados do MOPPITT apresentaram uma correlação positiva com os dados das estações da CETESB, e os registros de doenças cardiovasculares foram maiores no período de inverno onde os índices de poluição são maiores. Isso demonstra como a utilização de sensores remotos constitui uma ferramenta útil no monitoramento da qualidade do ar e complementar aos dados em terra das estações.

Outro trabalho que contribuiu nesse projeto na área de modelagem de risco para doenças respiratórias foi o desenvolvido por GROSSO e TEODORO (2009). Embora possa parecer um tanto simplório não deixa de ser uma forma de se trabalhar com análise espacial e risco a saúde, principalmente, com baixo investimento. O objetivo do trabalho é a elaboração de um modelo de representação e espacialização das doenças respiratórias e da poluição para o Estado de São Paulo. Segundo THÉRY (2004 *apud* GROSSO e TEODORO 2009), a modelização detecta as estruturas essenciais do espaço e reconstrói as lógicas de sua constituição. Trata-se de um processo dedutivo de análise e de síntese que representa as estruturas elementares espaciais. Deste modo, a modelização apresenta as configurações espaciais, as interações e as combinações entre objetos e ações, assim como, as localizações, produzindo uma abordagem síntese do espaço geográfico.

Desta forma, o modelo é um instrumento de rápida leitura e apreensão do território, pois a disposição e a localização das cores representam vários territórios e lugares, socialmente, produzidos. A modelagem gráfica, no entanto, deve ser compreendida como uma generalização das formas de representar o espaço. Na modelagem os autores utilizaram as variáveis doenças, vegetação, cana-de-açúcar, Queimadas, Clima e monóxido de carbono e empregaram o método coremático, proposto por BURNET. Este método consiste em colorir um papel com as figuras representativas das variáveis e através da técnica japonesa de *Kirigami* que é a dobradura e corte do papel da área de estudo e verificar como ocorre a distribuição espacial, conforme mostra o esquema abaixo (Fig. 24)

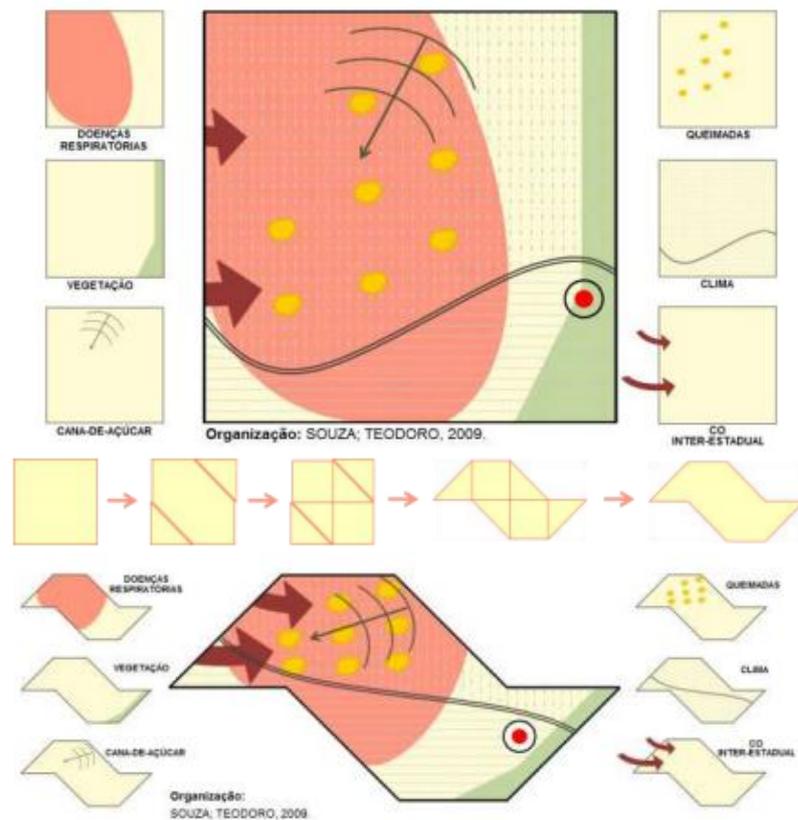


Figura 24- Esquema do Método Coremático Fonte: TEODORO e GROSSO (2009)

Na modelagem das doenças respiratórias no território paulista, observou-se que a concentração ocorre na região Noroeste, Central e parte do Oeste do Estado. É apontado pelas autoras que em períodos de estiagem prolongada e de mudanças bruscas de temperatura (principalmente, as mais amenas), houve grandes concentrações de casos de morbidade respiratórias, como é o caso das estações de outono e de primavera. A estação de inverno apresentou, também, consideráveis dados. Esse tipo de técnica apresentou bons resultados para o Estado segundo as autoras, pois houve uma boa representatividade da problemática. Embora possa ser uma técnica simples, pode-se utilizar o mesmo princípio para em ambiente SIG.

Também se buscou nesse trabalho demonstrar a importância dos estudos de doenças respiratórias na população adulta. Por isso foram utilizados alguns artigos da economia ambiental que demonstram os impactos econômicos das doenças respiratórias provocadas na população adulta. Apesar da maior parte dos estudos de poluição analisar apenas grupos sensíveis (idosos e crianças) optou-se, nesse projeto, trabalhar com a faixa etária adulta. Entre as razões estão as perdas econômicas resultantes dos gastos com internações, afastamentos do trabalho para tratamento, invalidez e óbitos. (CHATKIN 2001). Segundo

Seroa da Mota (1998) os pesquisadores mostram que estes materiais afetam diretamente a saúde humana, provocando desde doenças como tosse, bronquites e crises de asma, até casos mais graves como internações por problemas respiratórios e cardiovasculares que podem inclusive levar à morte das pessoas. Também são destacados os métodos considerados propícios para a estimação dos custos de saúde, estes são os da Produtividade Marginal no qual se pode estimar a produção sacrificada e o método dos custos evitados ou gastos defensivos. Segundo o referido autor, os cálculos de perda de produtividade resultante dos gastos com doenças respiratórias no município de Rio Grande-RS, variam de R\$ 473.404,85 na faixa de 20 a 24 anos, R\$ 793.834,20 na faixa de 25 a 39 anos e R\$ 13.396.055,43 acima de 40 anos.

Em outro estudo Motta, Ortiz e Ferreira (1999) aplicam outro método de valoração adequado para a estimação de custos de saúde, o da Produtividade Marginal, no qual se estima a produção sacrificada do trabalhador associada ao dano ambiental onde se soma os gastos hospitalares totais com o valor dos dias perdidos de trabalho, estimando-se o custo da doença (CD) associado à poluição atmosférica em São Paulo. Cabe ressaltar que neste momento ainda não se fez o ajuste. O resultado (Figura 25) mostra que a faixa etária economicamente ativa tem as maiores perdas econômicas.

CUSTOS DA DOENÇA ASSOCIADOS À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA				
Grande São Paulo				
Faixa Etária	Gastos hospitalares	MORBIDADE dias perdidos de trabalho (*)	RESPIRATÓRIA Renda média mensal	CD total
0-14	8.100.408,22	0	0,00	16.200.816,43
15-59	5.989.939,15	141.708	772,10	19.274.036,56
60-	3.736.039,68	79.739	864,23	12.066.302,64

Valores em US\$ para 1997
 $CD = (\text{Gastos hosp.} + (\text{nr.dias perdidos} * (\text{renda} / 30))) * 2$
 (*) número de internações vezes permanência média
 Fonte: IBGE / DATASUS

Figura 25- Gastos com tratamento por doenças respiratórias. Fonte IBGE/DATASUS.

A análise com população adulta, normalmente, é considerada complexa devido alguns fatores, um deles é propensão dos adultos terem doenças respiratórias resultante são agravados por hábitos de vida como fumo, diferentemente das crianças. Isso poderia ser algo difícil de mensurar as doenças respiratórias em adultos e embutindo assim um erro considerável e “mascarando” o dado. Porém, a proporção de fumantes é uma parcela menor

dentre população adulta, especialmente, no Estado do Rio de Janeiro. Segundo Almeida (2010) dados da OMS (Organização Mundial de Saúde) na cidade do Rio de Janeiro, 14,4% dos jovens universitários são fumantes de cigarros. Malta (2010) em pesquisa sobre o perfil de fumantes nos Estados Brasileiros e Distrito Federal no ano de 2008, aponta que da faixa etária maior ou igual a 18 anos na cidade do Rio Janeiro 16,6% são fumantes e dos que fumam acima de 20 cigarros ao dia, representam 6% da mesma faixa etária. Portanto, a influência da poluição nas doenças respiratórias que afetam a população é mais evidente e nesse caso os hábitos individuais não prejudicariam o universo amostral.

Quanto à mobilidade, apesar de ser uma mensuração complexa, levou-se em consideração que os deslocamentos por trabalho, principalmente, se dão dentro da mesma região, dificilmente, se deslocam a grandes distâncias para trabalho diário. Dessa forma, a população, em nível regional, está em um mesmo contexto de exposição à poluição. Apesar da análise, em nível de município, ter um erro embutido, a nível regional, as diferenças são bem explícitas.

Todos esses trabalhos consultados ofereceram um panorama da situação da qualidade do ar no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro e das limitações das pesquisas, dos desafios, das soluções para melhoria do monitoramento do ar e das perspectivas desenvolvimento na área de poluição e saúde, principalmente, com uso de ferramentas SIG e sensoriamento remoto.

CAP.4 PROCEDIMENTOS METOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos foram estruturados em etapas que seguem sequência lógica, sendo executadas sucessivas ou em paralelo. A figura 26 demonstra o fluxo da trabalho da pesquisa.

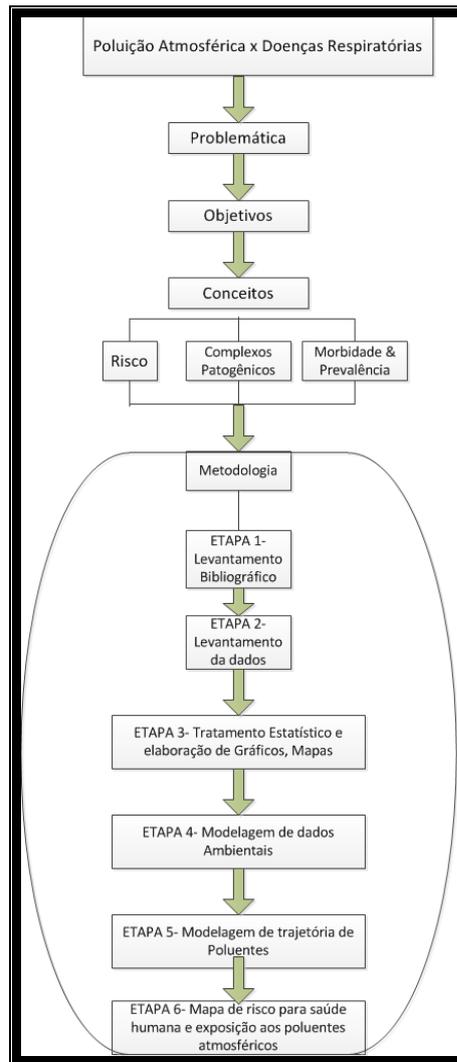


Figura 26- Diagrama esquemático da metodologia.

A etapa 1 diz respeito ao levantamento bibliográfico dos estudos relacionados com a temática de pesquisa (clima urbano, geografia da saúde, geoprocessamento aplicado à saúde) para fundamentação teórico-conceitual do projeto. A segunda etapa contempla o levantamento de dados: a) Ambientais : clima (dados diários de temperatura, umidade relativa do ar, nebulosidade e precipitação obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET), geomorfologia (NDVI), uso e cobertura da terra (mapa de uso e cobertura da terra fornecido pelo Grupo Espaço de Sensoriamento remoto da UFRJ), dados de qualidade do ar (partículas inaláveis e em partículas totais em suspensão fornecidos pelo Instituto Estadual do Ambiente-INEA). Tais dados destinam-se a caracterização da área de estudo e para alimentar a modelagem de dados ambientais em ambientes SIG's. B) dados sócio- econômicos (renda per capita e índice de desenvolvimento humano municipal obtidos do Centro de Informações e

Dados do Rio de Janeiro- CIDE), dados de morbidade e mortalidade do DATA SUS) que servirão de balizadores da modelagem.

A etapa 3 inclui a digitação, tratamento estatístico dos dados, elaboração de gráficos, mapas, tabelas sínteses, objetivando subsidiar a análise do objeto de estudo.

Nesta etapa de tratamento estatístico, confecção de gráficos, mapas e análise dos dados meteorológicos seguiu o método proposto por MONTEIRO (1971) dos anos padrão da série de dados analisados (1999 a 2009). Neste foram escolhidos três anos (1999,2003 e 2007) que representem cenários de maior e menor pluviosidade e médias de temperatura e do cenário habitual onde o ritmo de sucessão dos tipos de tempo, foi correlacionado como os índices de material particulado. Foram utilizados somente os dados de Partículas totais em suspensão (PTS) e partículas inaláveis (PM10) por serem os poluentes comuns a todas as estações de monitoramento de qualidade do ar, permitindo a comparação entre regiões. Além disso, o material particulado é muito prejudicial à saúde, pois quanto menor o tamanho, maior é a penetração no sistema respiratório chegando até aos alvéolos pulmonares, onde se dá a troca gasosa com o sangue, provocando graves problemas. Além do tamanho, a periculosidade do material particulado deve-se ao fato de que ele é composto por partículas de diversos tipos de materiais, sendo potenciais transportadores de agentes químicos, carcinogênicos e biológicos (SOUZA,2009)

Os dados meteorológicos foram analisados em nível mensal e diário segundo a metodologia proposta para análise rítmica referida acima, onde os elementos do clima são analisados de forma conjunta com os dados de poluição. Dessa análise pode-se verificar se há correspondência entre os anos em que houve o maior, menor e médio registro de doenças respiratórias com os eventos picos de poluição e de internações.

Os dados de internações e mortalidade por doenças respiratórias foram obtidos através da base de dados DATA SUS do ministério da saúde, para o período de 1999 a 2009. As doenças analisadas foram agrupadas para facilitar o tratamento estatístico e o critério utilizado para selecionar e agrupar é o fato de que do grupo das doenças respiratórias, as estudadas são mais sensíveis à poluição e o processo clínico ocorre de forma semelhante. As doenças selecionadas foram: Faringite aguda e amigdalite aguda, Laringite e traqueíte agudas, Outras infecções agudas das vias aéreas superiores, Pneumonia, Bronquite aguda e bronquiolite aguda, Sinusite crônica, Outras doenças do nariz e dos seios paranasais, Outras doenças do trato respiratório superior, Bronquite, enfisema, doença pulmonar obstrutiva crônica, Asma, Outras doenças do aparelho respiratório. (CHATKIN 2001 *et.al*). Foram elaborados gráficos no software Excel onde se verificou a evolução dos casos em cada

município e regiões do Estado. Os dados de IDH, renda per capita população adulta foram obtidos do IBGE e se referem ao censo 2000, até então o dado oficial para o período analisado.

Os dados de internações, IDH, renda per capita e população adulta, foram aplicados no módulo *geostatistical e raster calculator* do software *ArcGIS 9.3*. No módulo *geostatistical* foi realizada uma estatística de correlação denominada cokrigagem onde se buscou encontrar a relação entre renda per capita e IDH. Nessa estatística foi usada função de krigagem universal e o mapa de previsão. O modelo gerado foi do tipo global baseado em logarítmico de 1ª ordem, sem barreiras. O erro foi de 0,002 e foi gerada superfícies estatística. Com os dados de população e internações, foi gerado um mapa de incidência de doenças, onde no módulo *raster calculator* foi aplicado a fórmula.

$$RDR = \frac{DR_{est}}{pop} \times 1000$$

RDR – grau de risco de doenças respiratórias;

DR_{est} – total por estação de incidência de casos de internação por doenças respiratórias; pop – total de população do município; (SOUZA 2009)

Essa razão permite uniformizar a relação internações x população obtendo-se a incidência proporcional ao tamanho populacional da cada município. Esse dado foi comparado como mapa de condições de vida para verificar se os municípios com pior condição de vida (IDH e renda per capita baixos) apresentam os maiores casos de internações (por doenças respiratórias). Além da comparação entre os dados de condição de vida e incidência, foi feita uma comparação desses dados com a probabilidade de mortes por doenças respiratórias. Essa probabilidade foi resultante de uma cokrigagem entre os dados de internação e mortalidade. Os parâmetros dessa estatística foram krigagem universal e mapa de probabilidade. O modelo gerado foi do tipo global baseado em logarítmico de 1ª ordem, sem barreiras. O erro foi menor que 0,002. Esses dados foram utilizados como balizadores com o mapa de risco final visando verificar se as áreas de maior risco ambiental, para doenças respiratórias, correspondem àquelas com maior incidência de condição de vida pior.

O projeto analisa os dados de internação referentes à faixa etária de 15 a 64 anos, que corresponde à faixa economicamente ativa.

A etapa 4 é a elaboração e processamento da modelagem de dados físico-ambientais, onde se objetiva analisar a interação entre os elementos do espaço geográfico e gerar cenários que representam diferentes níveis de risco para saúde humana, gerando um

índice de potencial de exposição. O processamento e análise espacial e os mapas resultantes foram feitos utilizando software Arc. GIS 9.3 onde por meio da análise de risco buscou-se analisar de que forma esse fatores influenciam na espacialização dos elementos do clima, na dispersão de poluentes e conseqüentemente, na incidência das doenças por região e município do estado do Rio de Janeiro. Para isso foi utilizado sobreposição de camadas, utilizando-se o mapa base do IBGE e as informações das instituições públicas de pesquisa.

Para a realização da modelagem, seguiu-se o esquema apresentado na figura 27.

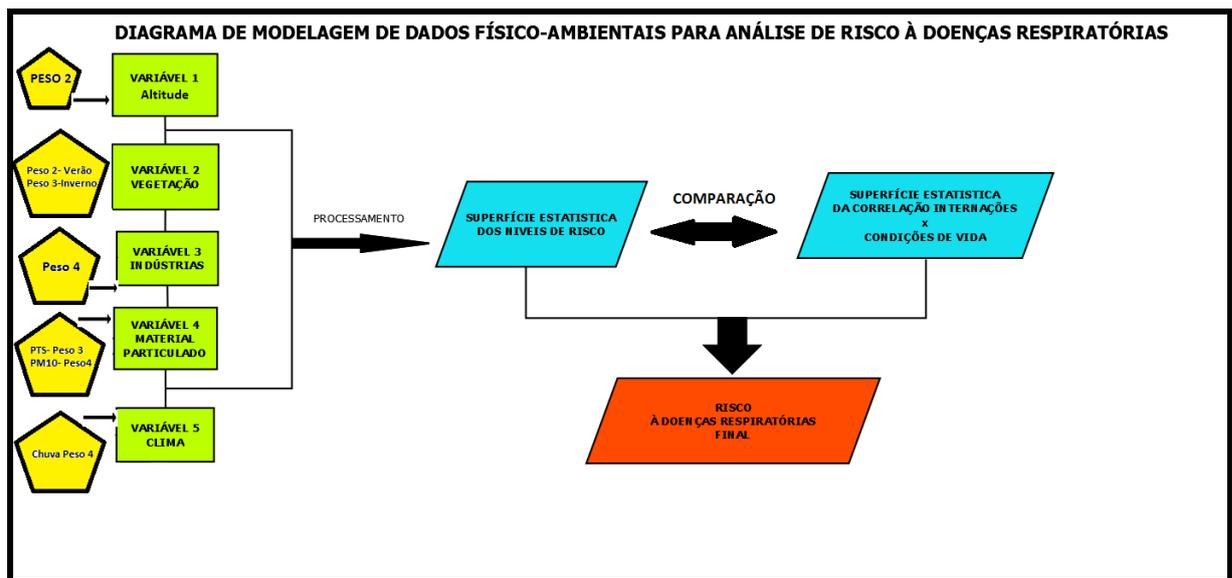


Figura 27- Diagrama da modelagem dos dados Físico-ambientais.

O método segue a linha desenvolvida por Souza (2009) onde a autora realizou uma modelagem para ocorrência de doenças respiratórias no oeste paulista, a partir dos dados ambientais mais relevantes na região. A modelagem foi baseada em média ponderada, sendo processada no módulo *Raster calculator* do *Arc GIS*. O valor dos pesos de 1 a 4, onde 1 é o menor peso e 4 o maior, tendo em vista os maiores pesos para o cenário mais favorável a concentração de poluentes. Após o processamento, é gerada uma superfície estatística que varia de -1 a + 1 onde, +1 representa uma condição mais favorável a concentração de poluentes, logo um maior risco para população exposta e -1 seria condição mais favorável a dispersão e assim uma qualidade melhor do ar para a saúde.

Na modelagem, os dados foram processados para cenários de verão e de inverno com dados dos anos padrão utilizados.

Esses valores foram baseados em quartis de cada faixa de valores das variáveis, pois isto facilita a compreensão e atribuição correta dos níveis de risco. Outros trabalhos da bibliografia da área desenvolvem dessa forma, como Chiesa, *et al* (2008). Devido a problemas no processamento do modelo no ArcGIS, não foi possível “quebrar” as classes de cada variável e atribuir a nota. Com isso foi atribuído o peso para cada variável como um todo.

Foram selecionadas cinco variáveis que influenciam bastante na dispersão de poluentes, o que resultará em diferentes níveis de poluição e incidência de doenças. As variáveis utilizadas foram: altitude; vegetação; indústrias; material particulado e clima.

Para altitude os dados foram extraídos do modelo de elevação do *Shuttle Radar Topography Mission*-(SRTM), onde a partir dele foi feita uma reclassificação para quatro classes em formato raster fatiado em classes no *software* SPRING 5.1.5 (figura 28). Para esta variável foi atribuído teve peso 2, pois embora as maiores altitudes representem uma barreira para os ventos e assim facilitar a concentração de poluentes, no Estado do Rio de Janeiro, a maior parte das indústrias se concentram nas áreas de baixada, onde há melhor penetração de ventos, enquanto que nas maiores elevações a concentração de indústrias é menor. Dessa forma embora a altitude seja um fator importante, nessa situação não é o fator determinante na concentração dos poluentes.

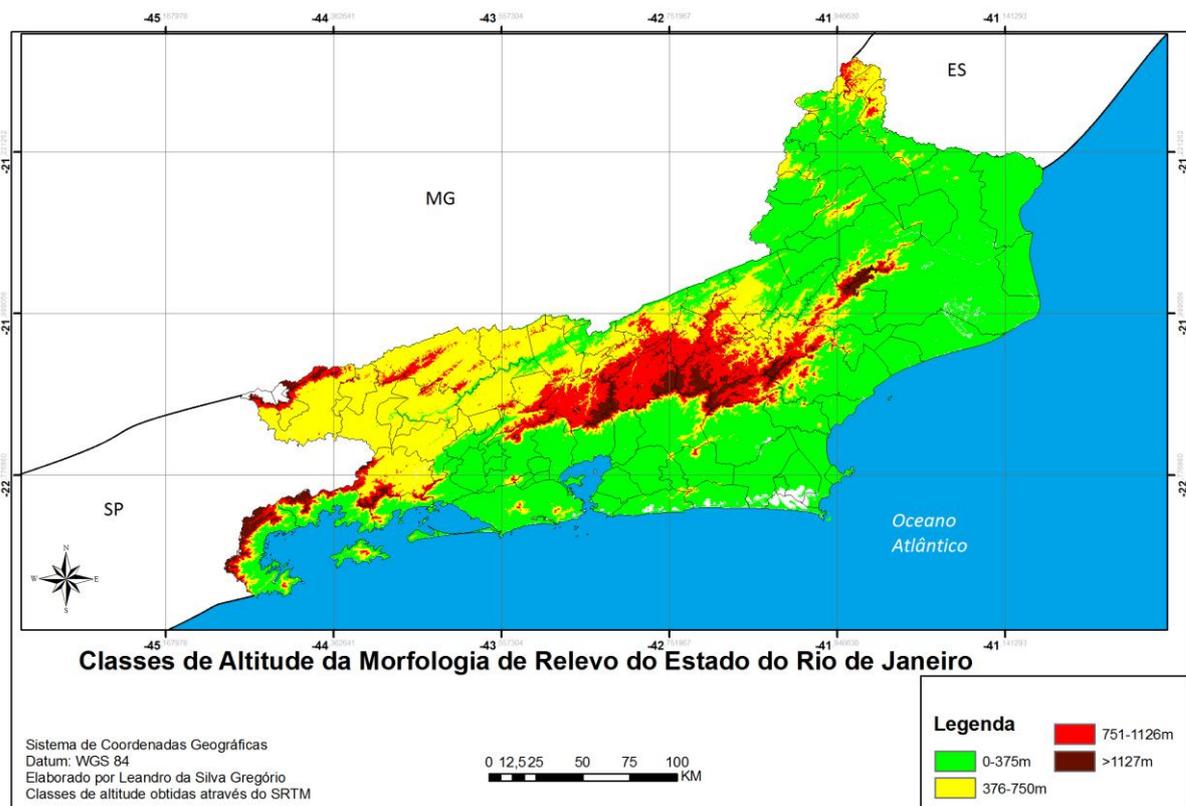


Figura 28- Classes de Altitude do Relevo do Estado do Rio de Janeiro

A variável da vegetação foi baseada nos dados de NDVI do sensor MODIS, onde os valores negativos de NDVI correspondem a pouca vegetação e peso maior, já os valores positivos próximos a +1, são as áreas com maior porte de vegetação e com isso melhoraram a dispersão e a qualidade do ar. Para essa variável foi feita a reclassificação em quatro classes no formato raster. Foram feitos um mapa o NDVI médio de inverno e verão (figuras 29 e 30). Para o inverno foi atribuído peso 3 pois a vegetação possui menor biomassa e diminui a capacidade de “filtragem” dos poluentes pela vegetação e isso contribui para maior permanência dos poluentes na atmosfera. Já no verão com o aumento da biomassa a capacidade de filtragem dos poluentes aumento, com isso para o verão o peso foi 2.

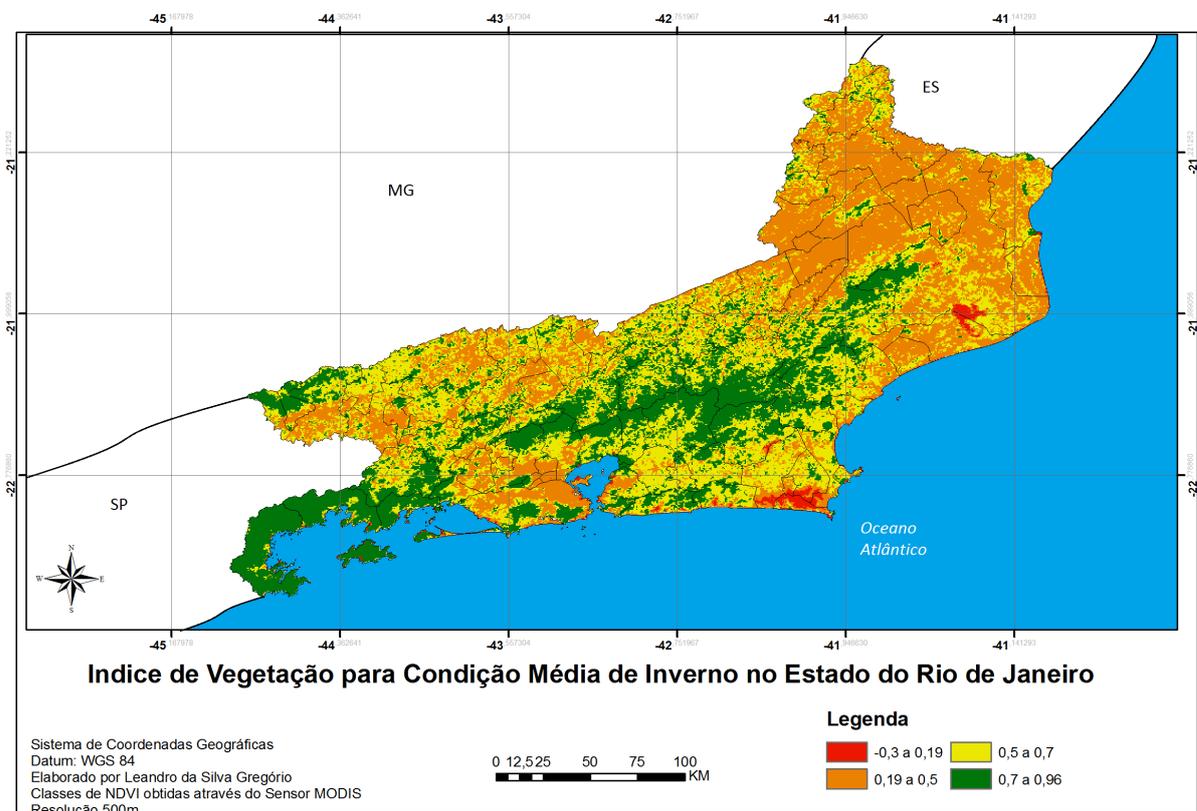


Figura 29 - NDVI Condição Média de Inverno

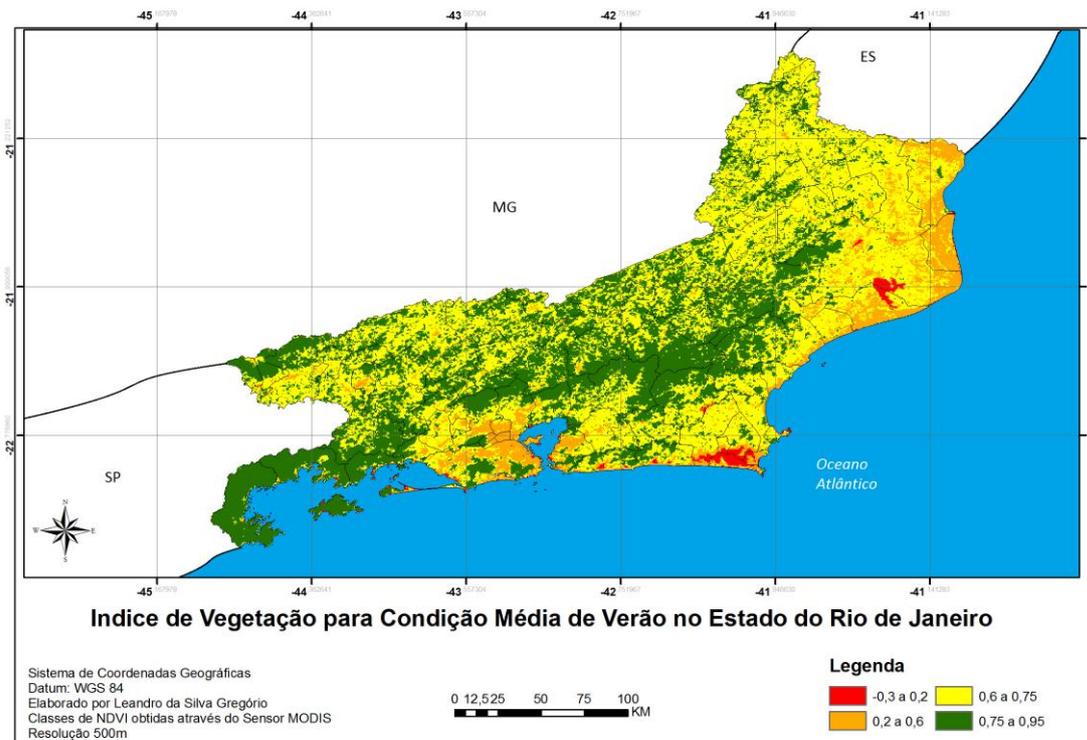


Figura 30- NDVI Condição Média de Verão

A variável indústria foi obtida através da plotagem dos pontos de localização das indústrias no Estado. (figura 31) As informações foram extraídas do cadastro de indústrias do Estado do Rio de Janeiro da FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro). Foram selecionados apenas os setores abordados pelo inventário de fontes poluentes do Estado (Alimentícia; Fábrica de Asfalto; Cerâmica; Cimento; Farmacêutica; Fumo; Geração de Energia; Lavanderia; Metalúrgica; Refinaria de Petróleo; Lavanderia; Siderúrgica; Papel; Petroquímica; Química; Têxtil; Tratamento de Resíduos; Vidro) e a localização das indústrias foi obtida através da busca do CEP ou endereço em sites de localização. Após plotados, foi feita uma distribuição de Kernel (figura 32), onde é gerada uma superfície estatística de densidade de indústrias por quilômetro quadrado. A densidade de indústrias foi classificada em 4 classes no formato raster. A concentração de indústrias é um fator que tem grande influencia nos níveis de poluição, recebendo assim peso 4.

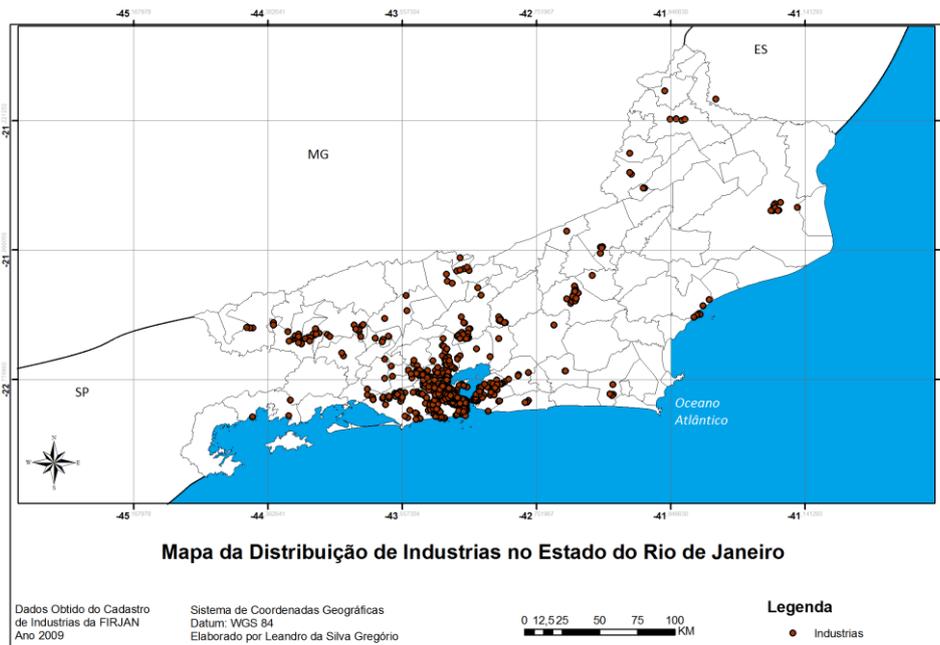
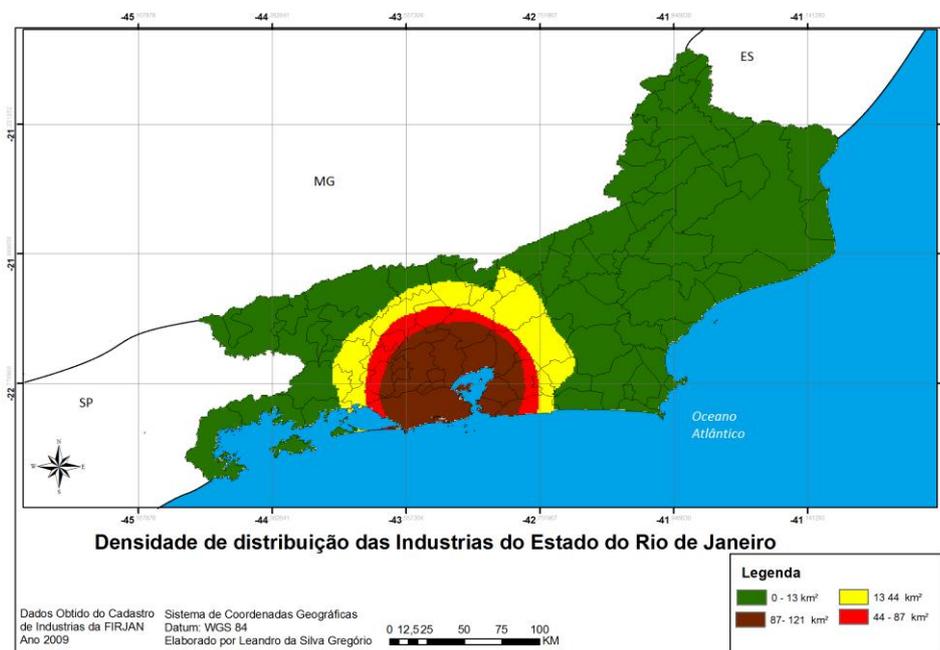


Figura 31- Distribuição das Indústrias no Estado do Rio de Janeiro



valores acima do limite tolerável receberam peso maior. No que diz respeito a variável clima, todos os dados foram convertidos em formato raster.

Na variável clima foram utilizados os dados de chuva das estações do INMET. Esses dados foram obtidos de cinco estações onde foi feita a interpolação por krigagem para gerar a superfície estatística. As classes foram divididas em 4 e foi atribuído peso 4 devido ao fato da chuva ser o principal elemento do clima que regula a os níveis de poluição na atmosfera, onde no inverno a sua diminuição facilita a concentração de poluentes

A Quinta etapa foi destinada a análise complementar dos dados de poluição no Estado do Rio de Janeiro. A maior parte do Estado não possui dados de poluição, estando a rede de monitoramento da qualidade do ar concentrada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e algumas na Região do Médio Paraíba, o que prejudica uma análise mais detalhada da situação no Estado e a própria modelagem devido a ausência de dados de poluição modelo. Por isso, para as regiões onde não há essas informações foi aplicado o modelo de trajetórias cinemáticas (FREITAS *et.al* 2006) que utiliza as análises que são geradas pelo modelo RAMS apenas para as variáveis referentes ao campo de vento (**u**, **v** e **w**). O RAMS (*Regional Modeling System*) é um modelo de simulação atmosférica, onde por meio dos dados meteorológicos do *NCEP (National Centers for Environmental Prediction)* simula o comportamento dos ventos, brisas na área de estudo. Assim, a aplicação desse modelo de trajetória, serve para verificar que municípios são atravessados pela rota dos poluentes, a partir de determinadas fontes fixas. Nesse estudo foram selecionadas algumas áreas industriais em todas as regiões do Estado e as simulações foram feitas para as estações de inverno e de verão, nos anos padrão analisados. Foram priorizados para simulação, os dias de maiores picos de poluição, sendo verificando o comportamento das trajetórias nos horários de 9:00h, 12:00h, 17:00h e 21:00h. As simulação tiveram como parâmetros principais a camada limite limitada em 2000 metros de altitude e a altura das chaminés em torno de 15 metros. Não foram consideradas no estudo as trajetórias de poluente oriundas de outras regiões fora do Estado, pois não foi possível obter esses dados, embora saibamos que o Estado recebe poluentes vindos de outras regiões do Brasil. Com tal simulação pretende-se verificar se alguns municípios podem estar sofrendo importação de poluentes de outras regiões e contribuindo assim para ocorrência de doenças respiratórias.

A sexta etapa compreende a análise dos resultados. Com a modelagem e geração da superfície estatística após o processamento dos dados físico-ambientais, foi verificada as regiões com maior e menor risco e como os fatores se interagiram e quais porventura, se sobressaíram mais para o resultado. Com isto, esta superfície foi comparada com os dados de

condições de vida. Assim os cenários gerados são corroborados pela incidência de doenças respiratórias e gerados os mapas finais. Com os resultados analisados, foram feitas sugestões de possíveis medidas mitigadoras e áreas prioritárias para controle da poluição, além da prevenção e ações para diminuição dos casos por doenças respiratórias.

CAP.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Saúde e Condições de Vida- Análise do Perfil Socioeconômico e a relação com a saúde no Estado do Rio de Janeiro

O Estado do Rio de Janeiro é a segunda maior economia do Brasil, perdendo apenas para São Paulo e a quarta da América do Sul, tendo um Produto Interno Bruto superior ao do Chile, com uma participação no PIB nacional de 15,8% (2005 – Fundação CIDE e IBGE). Entre 2000 e 2005, o emprego formal cresceu 17% no Estado do Rio de Janeiro, o que equivale à taxa anual de 3,2%, enquanto nossa população cresce apenas 1,2% ao ano, demonstrando que a geração de postos de trabalho tem progredido e cobre as necessidades demográficas.

A distribuição setorial da força de trabalho no Estado do Rio, também é similar à dos países desenvolvidos, onde a agricultura é mínima, a indústria é bem desenvolvida e os serviços são destacadamente predominantes na absorção de mão-de-obra. Segundo os dados da Rais de 2004, havia uma irrisória participação da agropecuária, extrativa vegetal, caça e pesca, com 0,9% do total de empregados; sobressaía uma predominância acentuada de serviços (1.341.340 trabalhadores ou 44% do total); notava-se uma grande presença do comércio (19%) e da administração pública (20%) A indústria de ponta era, também, bastante significativa no cômputo global.

Portanto, a economia que movimenta o Estado tem como sustentação a indústria de base, porém a qualidade de vida da população e a distribuição de renda não representam a riqueza obtida através das receitas do Estado. Por isso nessa análise foram utilizados dados de Índice de desenvolvimento humano municipal (IDH-M) e Renda per Capita ambos referentes aos dados do censo do IBGE de 2000. Estes são correlacionados com os dados referentes ao total de internações por doenças respiratórias, mortalidade e estrutura de saúde visando verificar, de que forma as condições de vida estão relacionadas com doenças respiratórias e

como contribuem no agravamento do ponto de vista econômico da situação dos municípios do Estado.

A figura 33 resulta da aplicação de estatística de cokrigagem para relacionar os dados de IDH-M e renda per capita e verificar se, onde há melhor IDH-M corresponde as maiores rendas e vice-versa, resultando nos níveis de condição de vida.

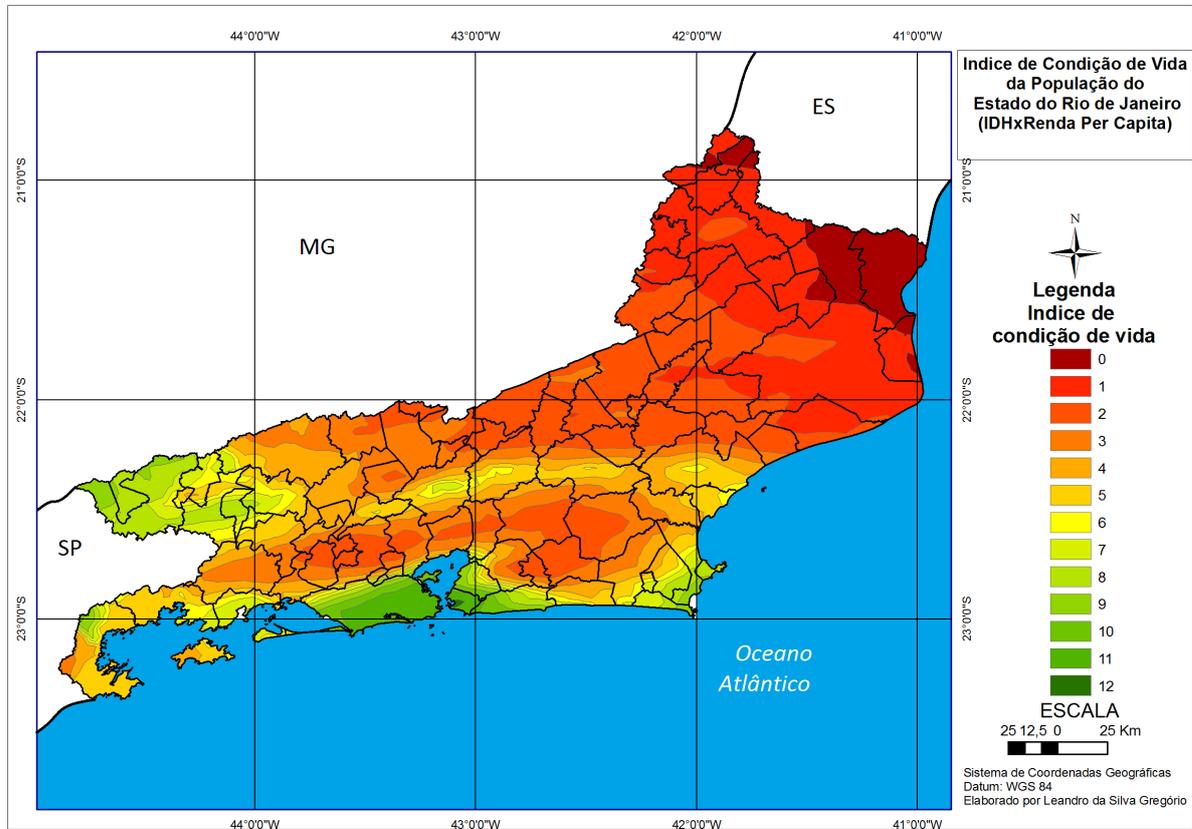


Figura 33- Condição de Vida nos municípios do Estado do Rio de Janeiro.Fonte dos dados: IBGE

Analisando a figura 33 observa-se que as classes menores correspondem as áreas com pior condição de vida e as classes maiores correspondem as melhores condições de vida. O mapa aponta essa diferenciação dentro de distintas regiões nos municípios. Verifica-se que regiões como o extremo Norte do Estado e Nordeste fluminense tem os piores indicadores. A porção norte da Região Serrana, os municípios da Baixada Fluminense, porção interiorana das Baixadas Litorâneas e Centro-Sul Fluminense possuem condições medianas a baixas. Os locais com melhores indicadores correspondem aos municípios de Niterói, Maricá, os da ponta da Região das Baixadas litorâneas como Cabo Frio e Iguaba Grande, além dos Municípios mais ao sul do Estado que se localizam no Eixo da Rodovia Presidente Dutra, como Resende, Itatiaia e Volta Redonda.

Ao relacionarmos esses dados com a infraestrutura hospitalar, como demonstra as figuras 34, 35 e 36, se observa que estes mesmos municípios com piores condições de vida apresentam os menores números no que tange a infraestrutura de saúde. Não significa que os municípios com maior número dessas unidades estão em boa situação, uma vez que esses municípios como Rio de Janeiro tem uma população de mais de cinco milhões de habitantes e contava em 2005 com pouco mais de 10 mil leitos, 95 hospitais e cerca de 800 unidades ambulatoriais. Isso demonstra o quanto a questão da renda e do IDH e investimentos em infraestrutura se relacionam. No Estado do Rio de Janeiro duas situações são preocupantes, que são municípios com piores condições de vida e pouquíssimas unidades de saúde e municípios que tem uma condição de vida melhor e maiores investimentos em saúde, porém insuficiente para atender à demanda.

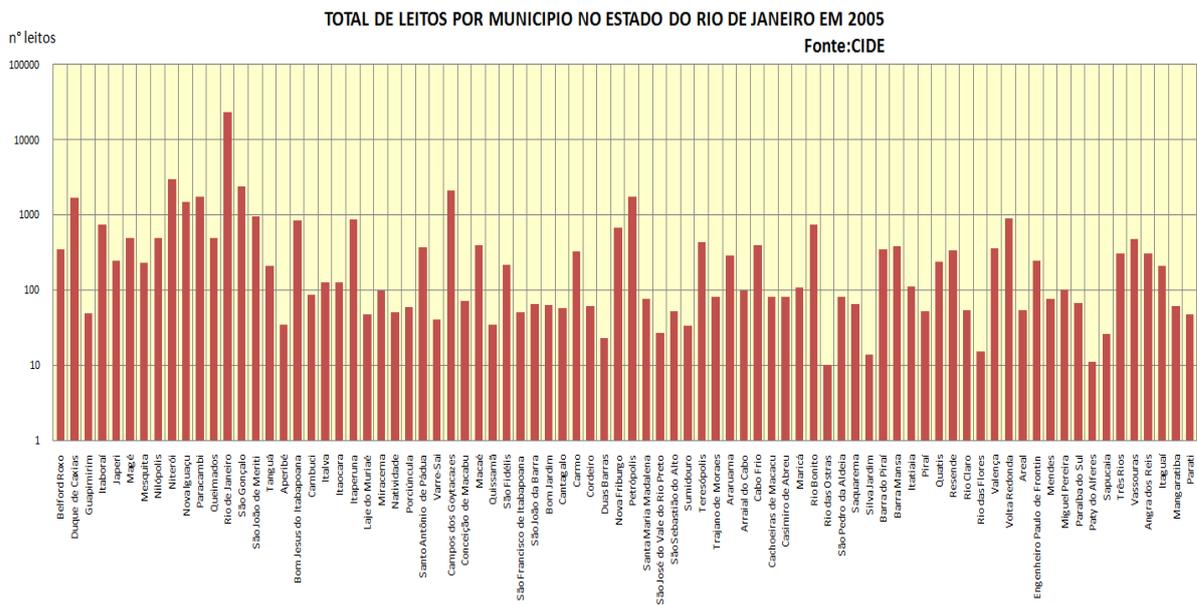


Figura 34- Total de leitos por município no Estado do Rio de Janeiro em 2005. FONTE: CIDE



Figura 35- Total de hospitais por município no Estado do Rio de Janeiro em 2005. FONTE: CIDE

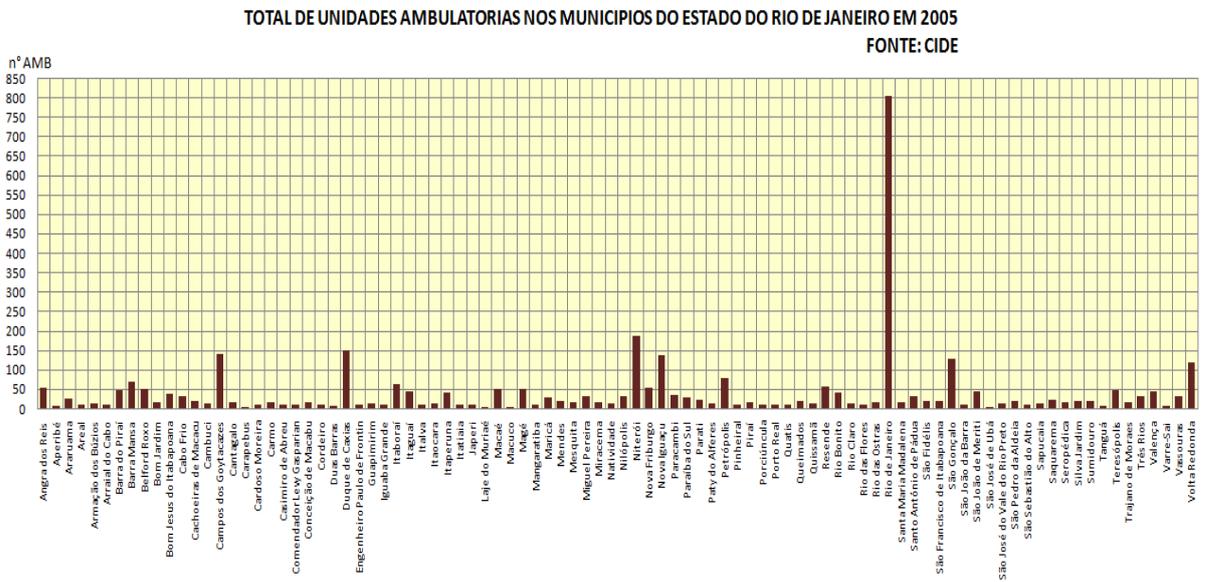


Figura 36- Total de unidades ambulatoriais por município no Estado do Rio de Janeiro em 2005. FONTE: CIDE

Nas Figuras 37, 38 e 39 podemos ver a evolução da população adulta no Estado. Através dos mapas se observa que a maior parte da população adulta se concentra na região metropolitana do Rio de Janeiro, destacando-se a capital, com mais de cinco milhões de população adulta e São Gonçalo com mais de 800 mil habitantes nessa faixa etária. Também se pode ver que outras regiões no Sul Fluminense (Campos dos Goytacazes) e nos três maiores municípios da Região Serrana (Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo), a população adulta é mais expressiva. Esse dado é importante, pois demonstra as regiões onde se concentram a maior parte da força produtiva e onde se localizam nas maiores concentrações

urbano-industriais. Também vemos que nos três momentos a população manteve a mesma tendência.

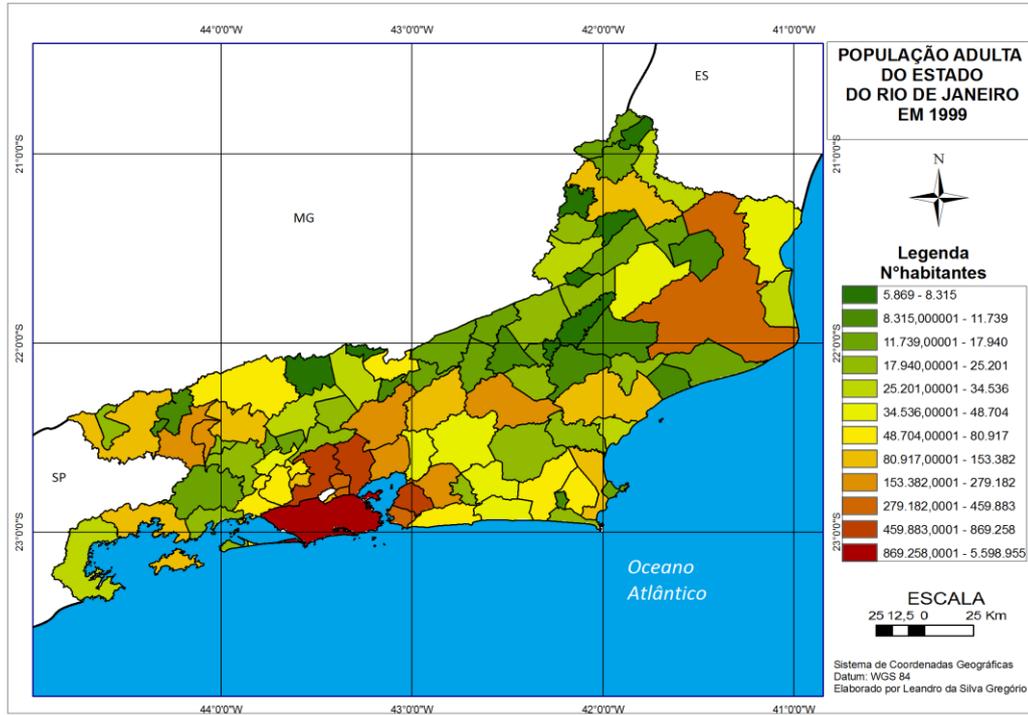


Figura 37- População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1999 Fonte dos dados:IBGE

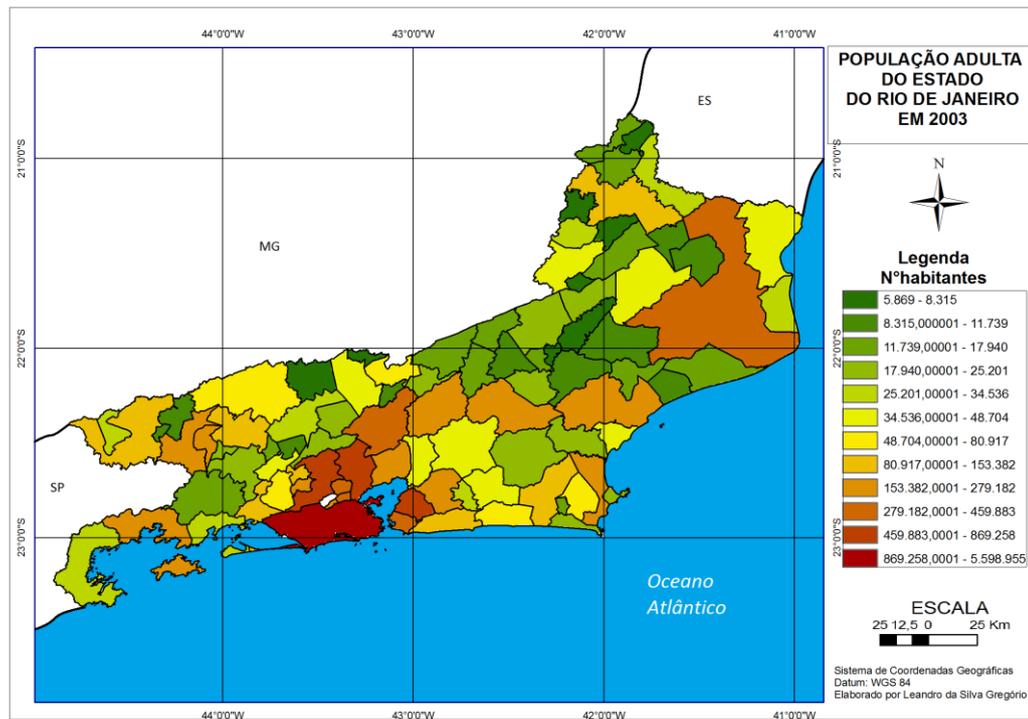


Figura 38- População Adulta nos municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2003 Fonte dos dados:IBGE

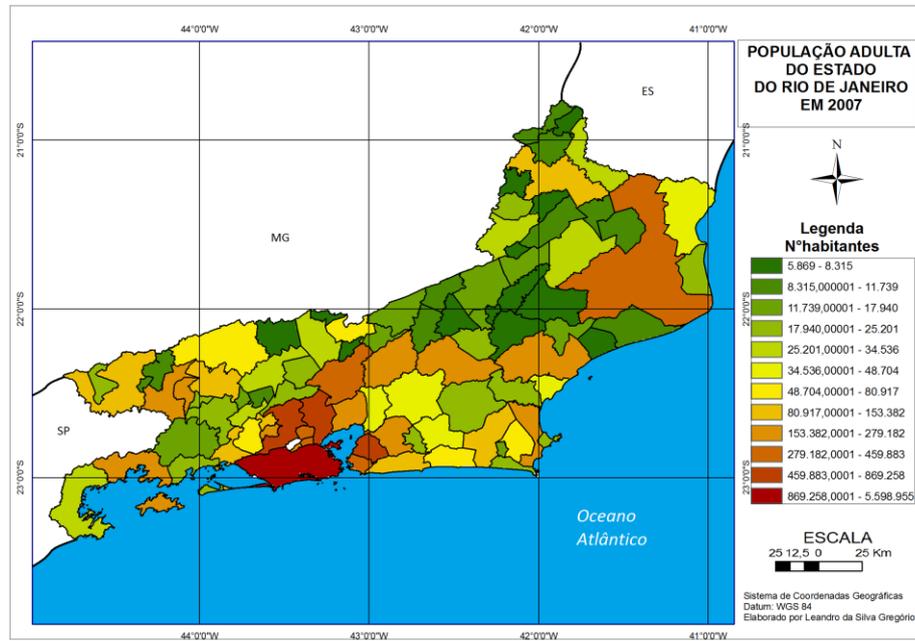


Figura 39- População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2007 Fonte dos dados: IBGE

Ao analisar os dados de internações por doenças respiratórias obviamente os maiores municípios tem os maiores números de internações. As figuras 40, 41 e 42 mostram o total de internações que afetaram a população adulta no Estado. Os municípios que possuem o maior número de internações coincidem com aqueles já mencionados que possuem a maior concentração de população adulta.

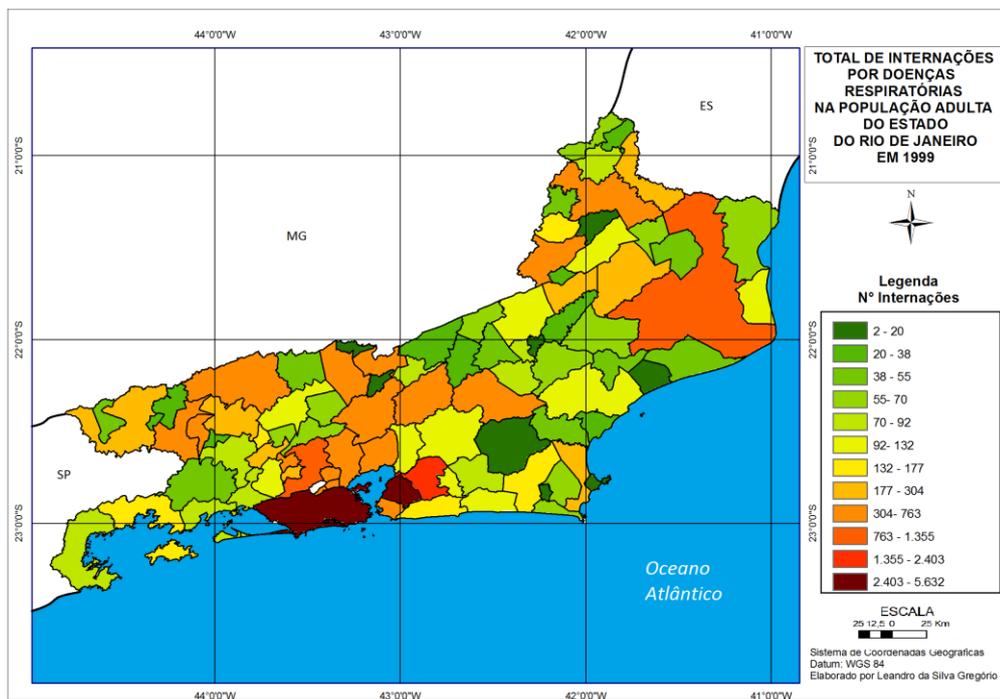


Figura 40- Total de Internações na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1999. Fonte dos dados: CIDE

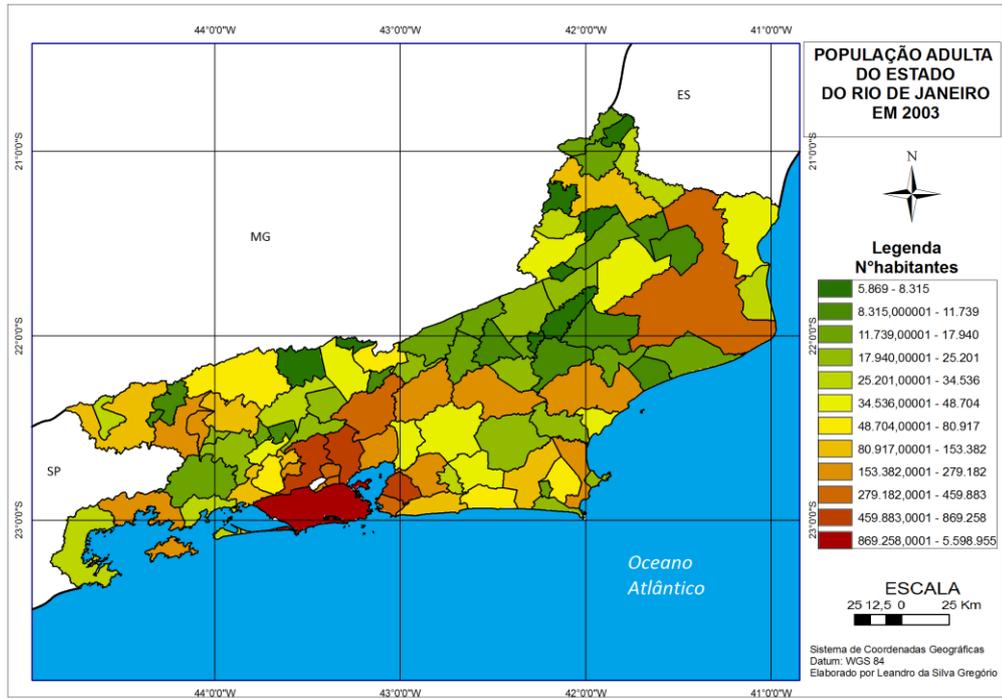


Figura 41- Total de Internações na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2003. Fonte dos dados:CIDE

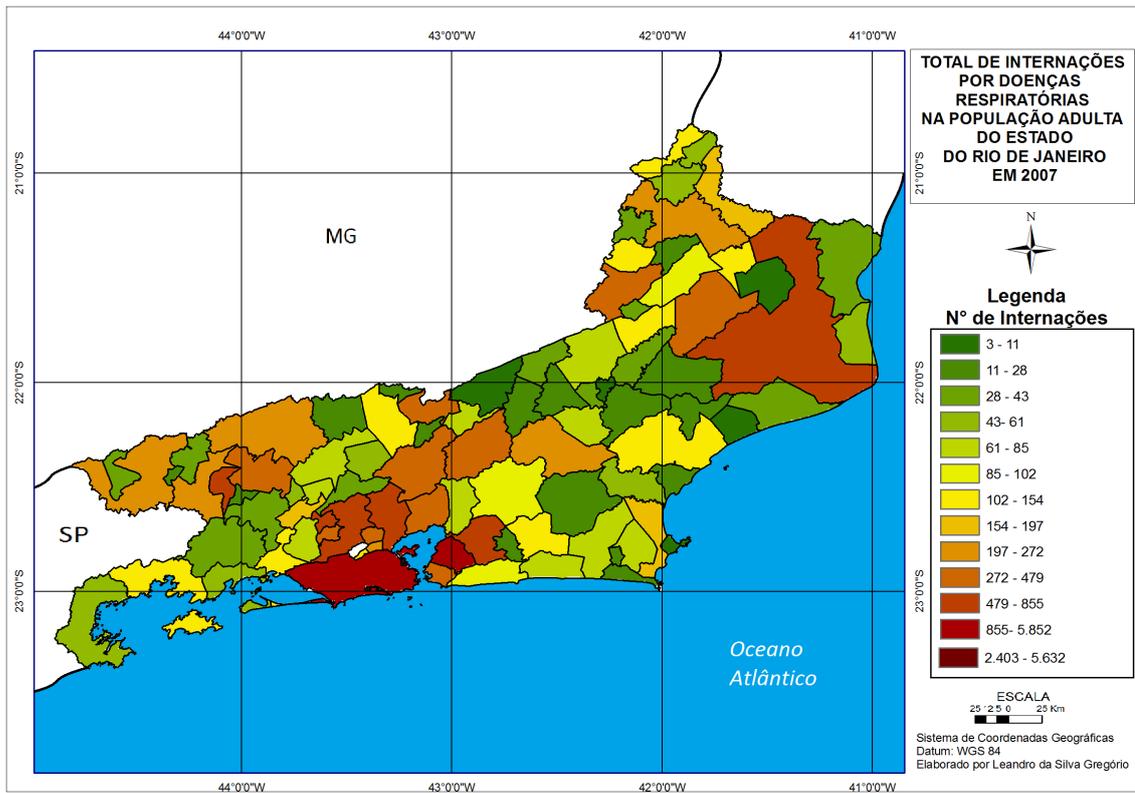


Figura 42- Total de Internações na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro 2007. Fonte dos dados:CIDE

Os municípios com maior população sempre terão os maiores números totais de internação, porém para verificar em cada município a proporção de internações para cada grupo de 1000 habitantes, que é medida que se utiliza para verificar a incidência de uma doença, se aplica a fórmula abaixo.

$$R_{DR} = \frac{DR_{est}}{pop} \times 1000$$

Essa fórmula normaliza os dados de internações e a população total analisada obtendo, assim, a incidência das doenças. Nas figuras 43, 44 e 45 verificamos o comportamento da incidência nos três anos padrão analisados (1999, 2003 e 2007).

Quando analisamos os mapas de incidência, verificamos que já há uma diferença de comportamento em relação ao total de internações. Nota-se que entre 1999 e 2007 há uma diminuição do número de incidência nos municípios. Além disso, podemos ver que ao contrário do total de internações, as maiores incidências nos três anos ocorrem principalmente na Região Noroeste Fluminense e na porção norte da Região Serrana. Destacam-se também os municípios de São Gonçalo, Itaboraí, Paracambi e Japeri pertencentes à Região Metropolitana; Rio das Flores e Três Rios, no Centro Sul Fluminense. Esses dados já apontam que em termos proporcionais essas regiões padecem mais com problemas de internações. Além disso, os municípios dessas regiões são os mais pobres e com pior infraestrutura em saúde, conforme os dados de condição de vida.

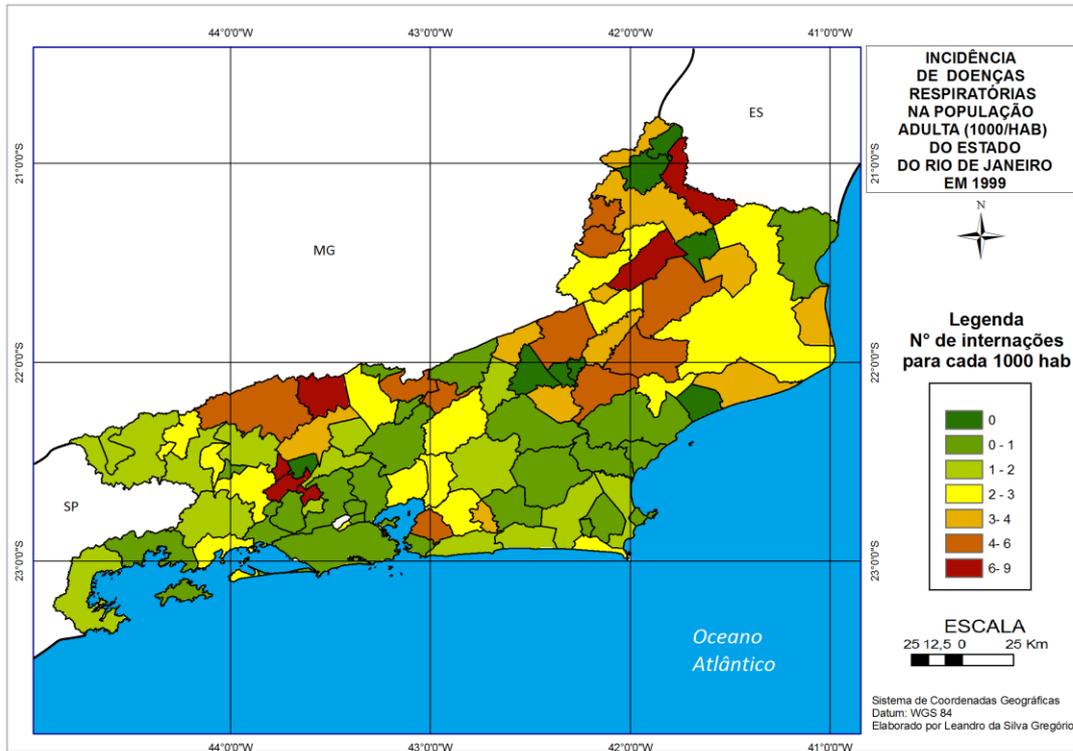


Figura 43- Incidência de Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1999 Fonte dos dados: CIDE

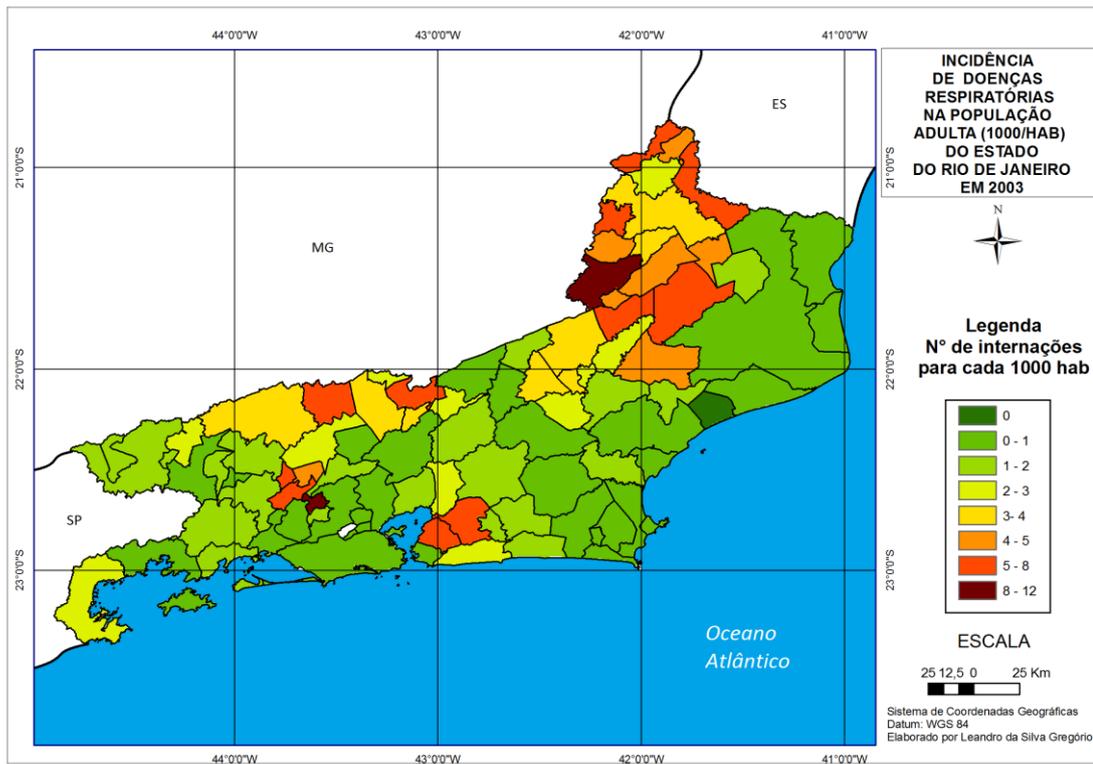


Figura 44- Incidência de Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2003 Fontes dos dados: CIDE

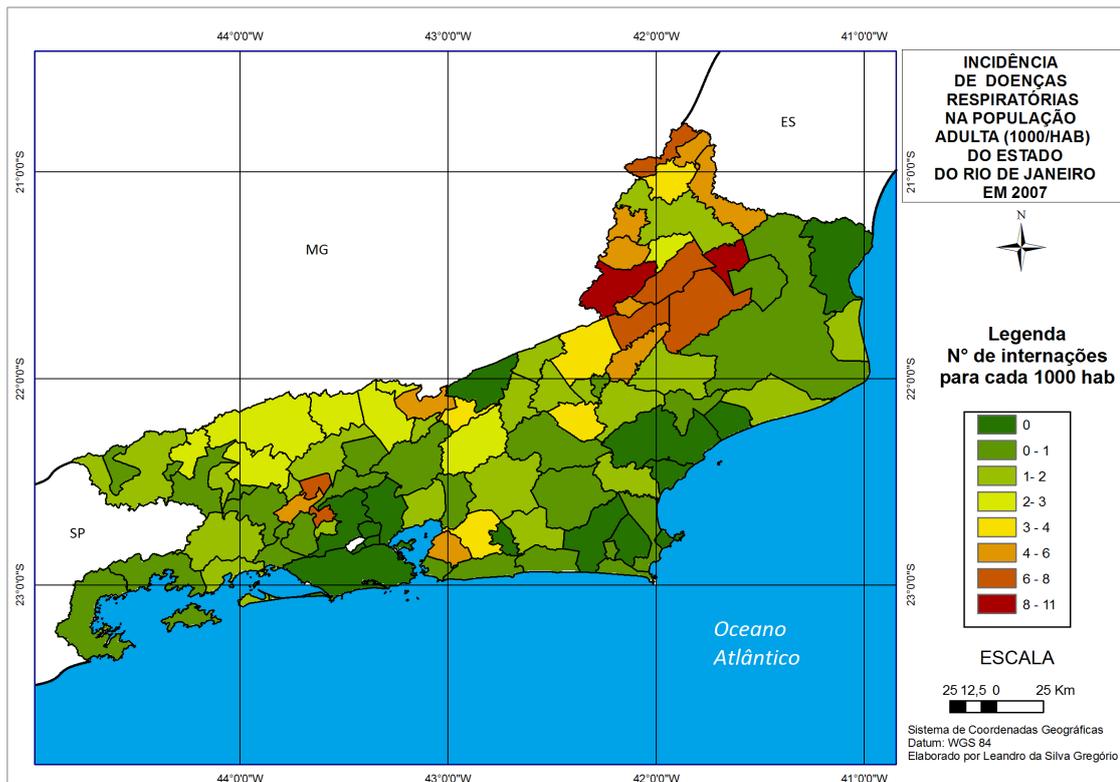


Figura 45- Incidência de Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2007 . Fonte dos dados: CIDE

Além de analisar o comportamento do registro de internações buscou-se também relacionar esses dados com os dados de mortalidade a fim de verificar em quais regiões há uma maior probabilidade de mortes por doenças respiratórias. Para isso foi realizada uma estatística de probabilidade baseada na cokrigagem. Os dados foram processados no módulo *Geostatistical* do software *ArcGIS 9.3* .

As figuras 46, 47 e 48 apontam uma diminuição da probabilidade de mortes entre 1999 e 2003 em aspectos gerais, porém nos 3 anos amostrados algumas regiões apresentam um padrão praticamente fixo. Podemos ver que os locais com maior probabilidade de mortes correspondem ao Arco da Região Metropolitana; nos municípios centrais da Região Serrana como Petrópolis e Teresópolis; na Região sul fluminense nos municípios próximos à Volta Redonda; no Norte e Noroeste do Estado e municípios como Campos dos Goytacazes, São Fidélis, Santo Antônio de Pádua que apresentam os maiores índices.

Os menores índices de probabilidade se localizam, principalmente, nas Regiões Costeiras como a Costa Verde e baixada litorâneas, além do extremo sul do Estado e na porção Norte da Região Serrana.

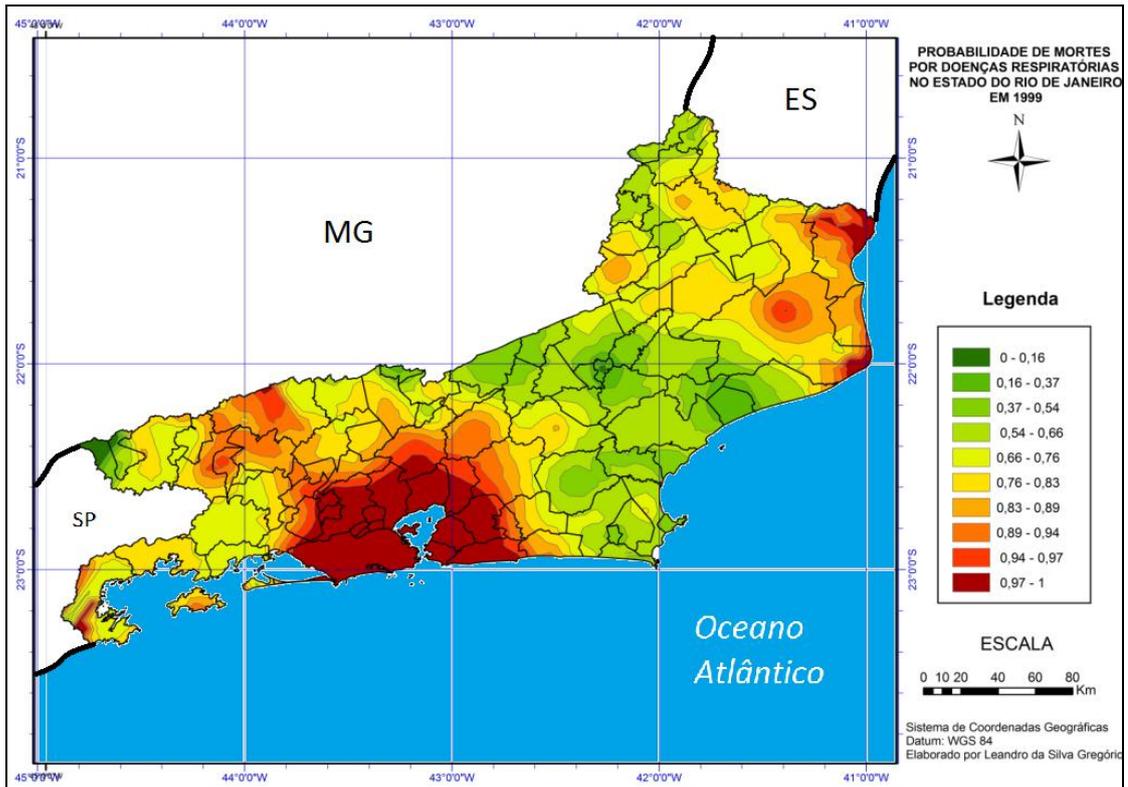


Figura 46- Probabilidade de Mortes por Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1999 Fonte dos dados: CIDE

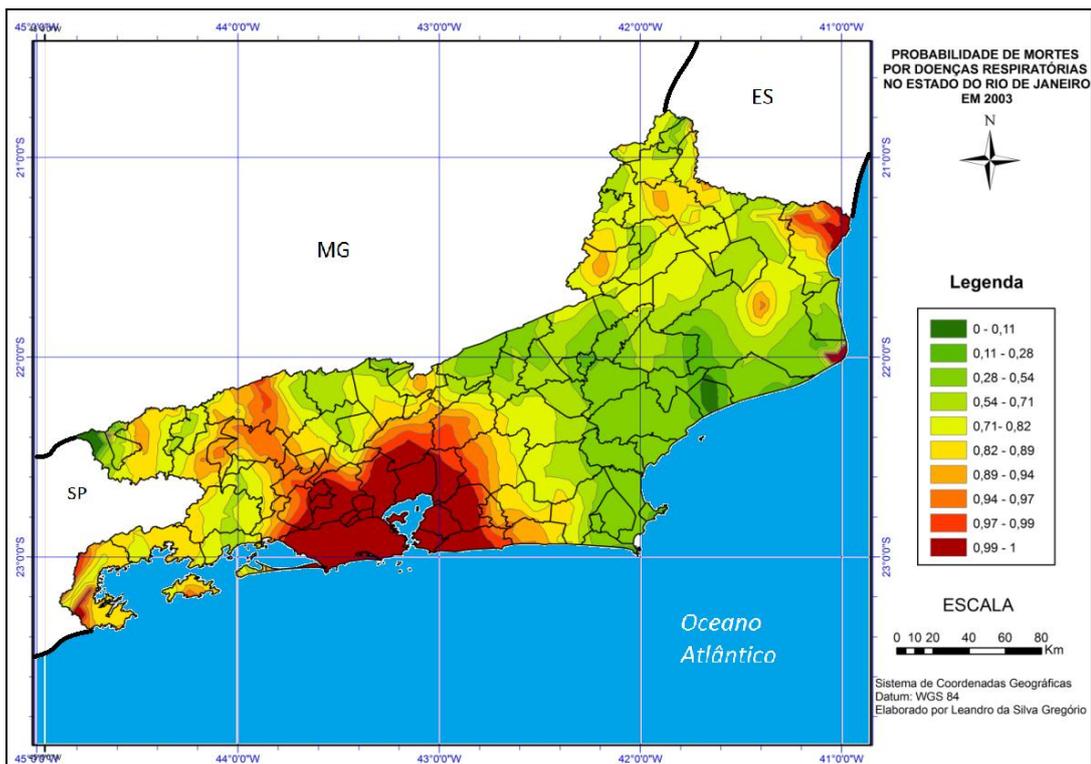


Figura 47- Probabilidade de Mortes por Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2003 Fonte dos dados: CIDE

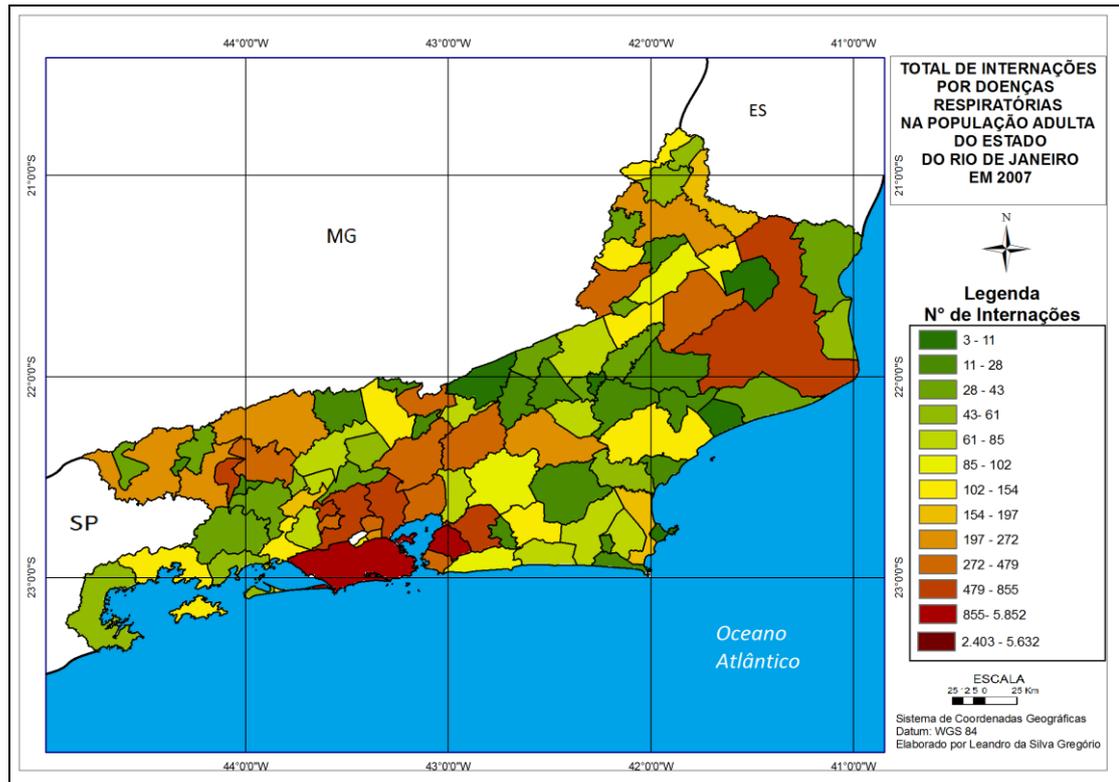


Figura 48- Probabilidade de Mortes por Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 2007 Fonte dos dados: CIDE

Quando relacionamos os dados de saúde com os de condição de vida e infraestrutura de saúde, percebe-se que não há uma correlação direta entre os registros de doenças e mortes com as condições de vida e saúde, ou seja, não se pode dizer que os municípios mais pobres têm os maiores números de casos. (ver figuras 46,47 e 48) Porém, através desses dados podemos ver a seguinte situação no Estado do Rio de Janeiro. As regiões com maior registro de internações (em números absolutos) e probabilidade de mortalidade são aquelas de maior concentração populacional e centros econômicos importantes, porém essas áreas apresentam melhor condição de via. Por sua vez, as regiões de pior condição de vida são as que possuem maior incidência de doenças, uma proporção maior entre o total da população e o número de ocorrências de doenças e uma probabilidade razoável de mortalidade. Desse modo em ambos os quadros, a situação se mostra grave e necessário medidas para mitigação. Em municípios, principalmente do norte e noroeste do Estado, o grau de vulnerabilidade socioeconômica é maior, pois estas regiões têm menor condição para atender, de forma satisfatória, a população afetada.

O perfil quanto aos aspectos humanos e saúde no Estado obtido, é imprescindível para relacioná-los com os aspectos físico-ambientais no Estado e com o ritmo climático e

verificar que condições climáticas e ambientais podem potencializar ainda mais o quadro apresentado.

5.2 O Ritmo Climático e a Interface Poluição- Doenças Respiratórias

Para compreender o comportamento da incidência das doenças respiratórias e a potencialidade das regiões do Estado apresentar maior ou menor propensão para as doenças, a interface destas com clima e o nível de poluição é fundamental. Para isso, foi feita a análise dos dados climatológicos de 5 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Deve-se esclarecer que, neste caso específico, a abordagem utilizada foi a análise rítmica que representa simultaneamente os elementos do clima, de forma dinâmica, portanto, adequada a compreensão da influência dos tipos de tempo nos níveis de poluição e no comportamento da incidência de doenças e, assim identificar padrões que são mais ou menos favoráveis a ocorrência desses problemas.

Nessa análise foram considerados apenas os anos-padrão, representativos de situações atmosféricas, extremas e aquela mais próxima da habitual, conforme a metodologia proposta por Monteiro (1976). Diante da grande quantidade de dados diários, esta estratégia propõe, pelo menos a análise dos três anos (do período 1999-2008) que revelam a dinâmica da atmosfera, a partir do ritmo de variação dos tipos de tempo. Os anos escolhidos foram 1999, 2003 e 2007, pois estes representam cenários de comportamento dos elementos do clima habitual (2003), extremo negativo, em que os valores de precipitação foram os mais baixos do período (1999) e o extremo positivo, cujos valores de precipitação foram os mais altos do período (2007). A figura 49 mostra a localização das Estações Meteorológicas utilizadas no trabalho.

Vale ressaltar que foram encontradas inúmeras dificuldades na análise dos gráficos climatológicos com poucas estações com série de dados longas, várias falhas nas séries de dados das estações utilizadas.

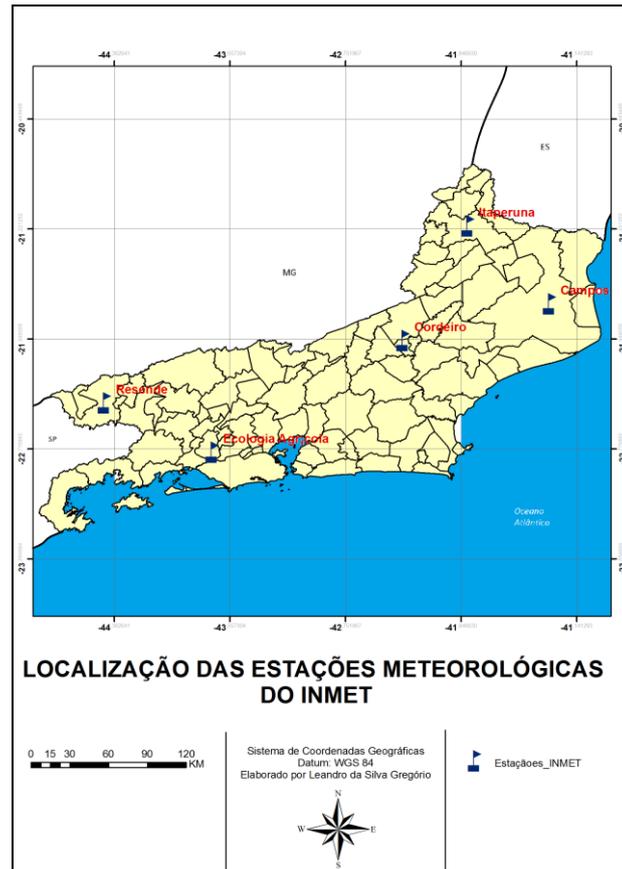


Figura 49- Localização das Estações Meteorológicas.

Na análise dos dados da estação Campos (figuras 50 a 55) na comparação entre os anos de 1999, 2003 e 2007 verifica-se que o verão de 1999 foi o mais seco, com chuvas mais concentradas no mês de março e temperaturas médias na casa de 30° C, chegando a máxima em alguns dias a 38°. Temperaturas oscilantes, foi a característica do verão. O verão de 2003 pode ser considerado com comportamento mediano. As chuvas se concentraram em janeiro chegando a 80 mm acumulada em 24 horas em alguns dias e os meses de fevereiro e março se mostram mais secos e com temperaturas máxima, mínima e média elevadas e com maior constância, o que indica a atuação de um sistema de alta pressão e de estabilidade atmosférica. Em 2007 as chuvas foram mais 82 mm acumulado em 24 horas em alguns dias em relação aos outros dois anos e com valores mais altos. Acompanhando a tendência de 2003 o mês de março foi o mais seco e assim como em 2003 as temperaturas mantiveram-se mais constantes e elevadas, chegando à máxima em torno de 38°C e a mínima 25°C.

O comportamento do ritmo climático do ano de 1999, no inverno, aponta um inverno com maior frequência de chuvas em comparação com 2003 e 2007 e com temperaturas em geral mais baixas. O inverno de 2003 foi menos chuvoso, com um período

de estiagem em junho e Agosto, com temperaturas elevadas indicando um provável “veranico”. Em 2007, o inverno foi o mais seco dos três anos, com precipitações esparsas e de pequeno volume (máximo de 13 mm) e com isso as temperaturas mantiveram-se elevadas e quase constantes ao longo da estação.

Ao analisar os gráficos de vento (figuras 56 a 61) podemos observar que há um predomínio de ventos de norte e norte-nordeste nos três anos, com maior frequência de ventos fracos, o que caracteriza períodos de bastante estabilidade atmosférica devido a ação do anticiclone tropical do atlântico sul.

Como não há dados de poluição no município de Campos e nem nos municípios vizinhos não é possível relacionar o comportamento dos elementos do clima com os níveis de poluição, o que prejudica a análise, porém se buscou relacionar com os registros de doenças na região para tentar verificar alguma correlação. (Fig. 62)

Apreende-se que o ano de 1999 foi o de maior número de internações na região, tanto no verão como no inverno. Isto pode estar relacionado a alguns fatores, dentre eles: redução da quantidade de chuva, como ocorreu no verão de 1999 que dificulta a “limpeza” da atmosfera; e no inverno, além da pouca chuva, as temperaturas mais baixas favorecem a formação de inversão térmica e dificultam a formação de convecção, favorecendo a concentração de poluentes. Assim, o número de internações é o mais elevado dos 3 anos padrão analisados. Em 2003 foram registrados menor número de casos de internação. O verão chuvoso ajudou na melhoria da qualidade do ar, ao contrário do inverno que registrou um aumento no número de casos, porém não chegou ao mesmo nível de 2009. Vale ressaltar que as temperaturas no inverno de 2003 foram mais elevadas que no inverno de 1999, o que desfavorece inversões térmicas e ajuda nos processos convectivos, importantes na limpeza do ar. Em 2007 houve um comportamento interessante quanto aos registros de internações. O verão teve o menor número de registro dos 3 anos padrão, enquanto no inverno este número é maior, superior até ao inverno de 2003. Se observarmos bem o verão de 2007 foi o mais chuvoso e o inverno com maior estiagem, porém com temperaturas mais elevadas para estação.

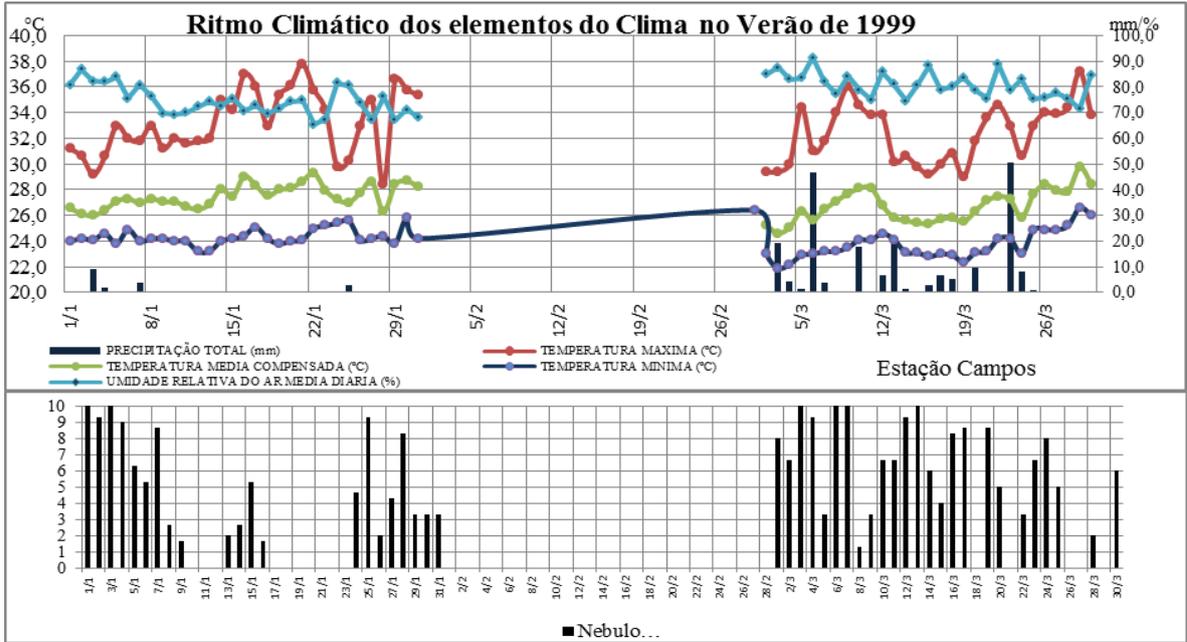


Figura 50- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 1999.. Fonte dos dados INMET

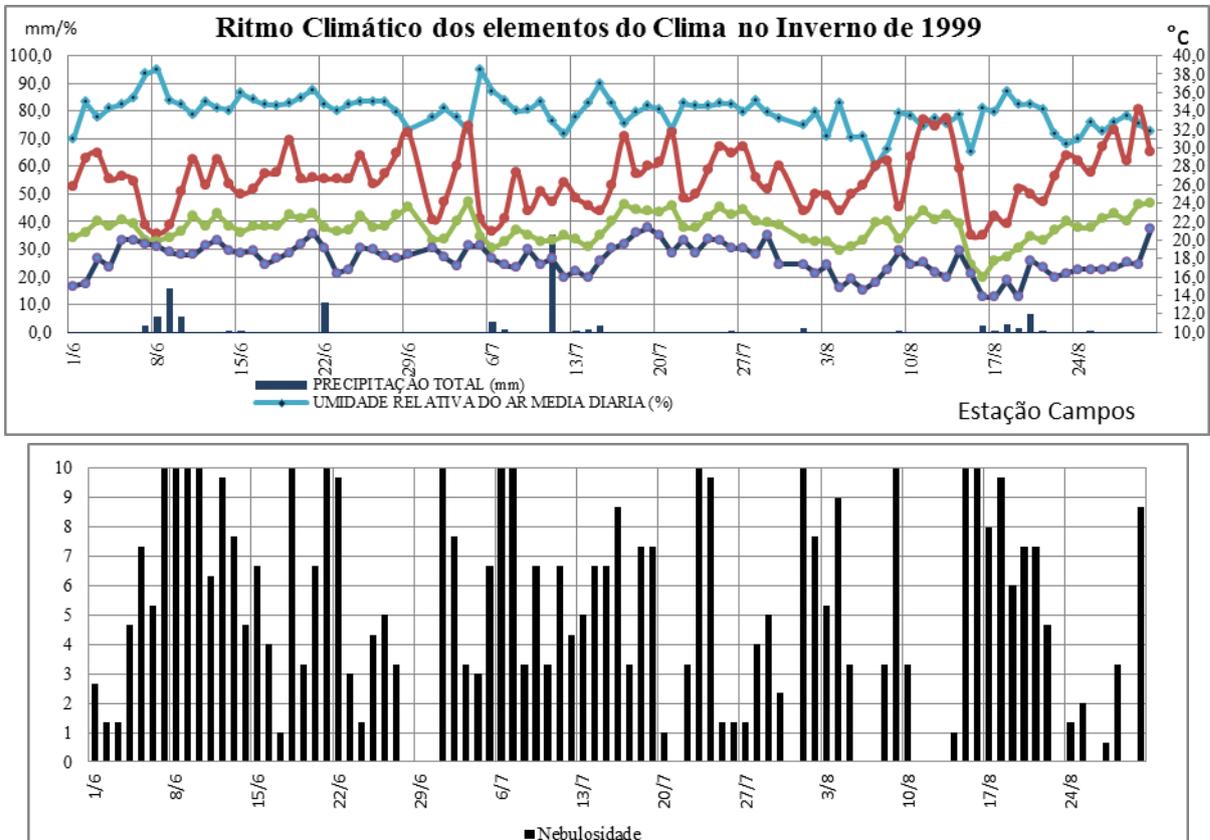


Figura 51- Ritmo Climático dos elementos do clima no inverno de 1999. . Fonte dos dados INMET

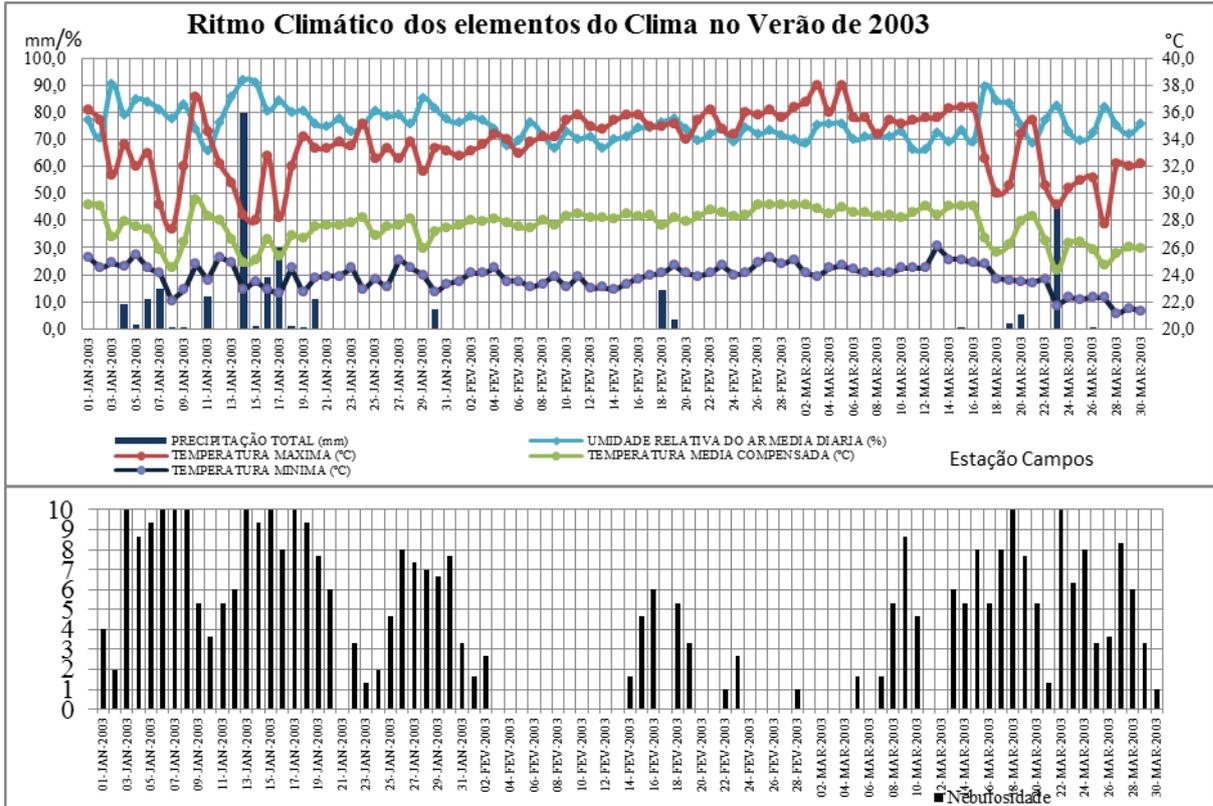


Figura 52- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 2003.. Fonte dos dados INMET

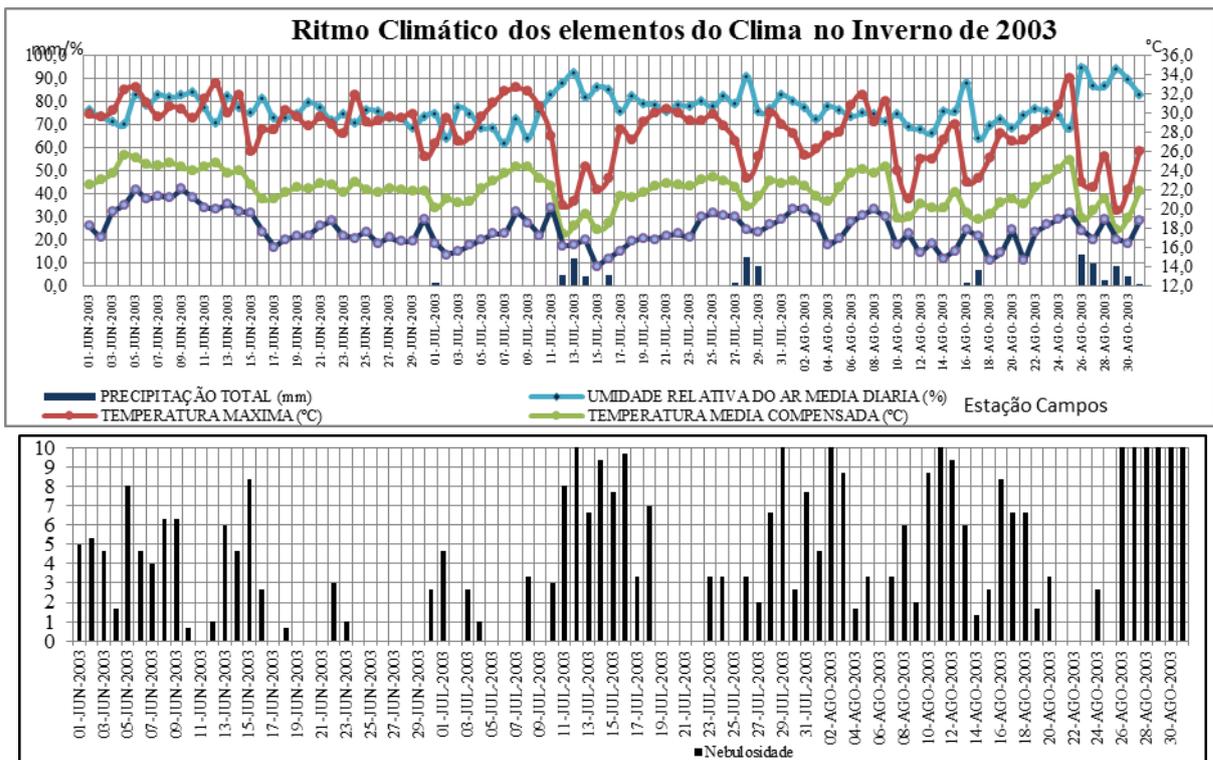


Figura 53- Ritmo Climático dos elementos do clima no inverno de 2003-. Fonte dos dados INMET

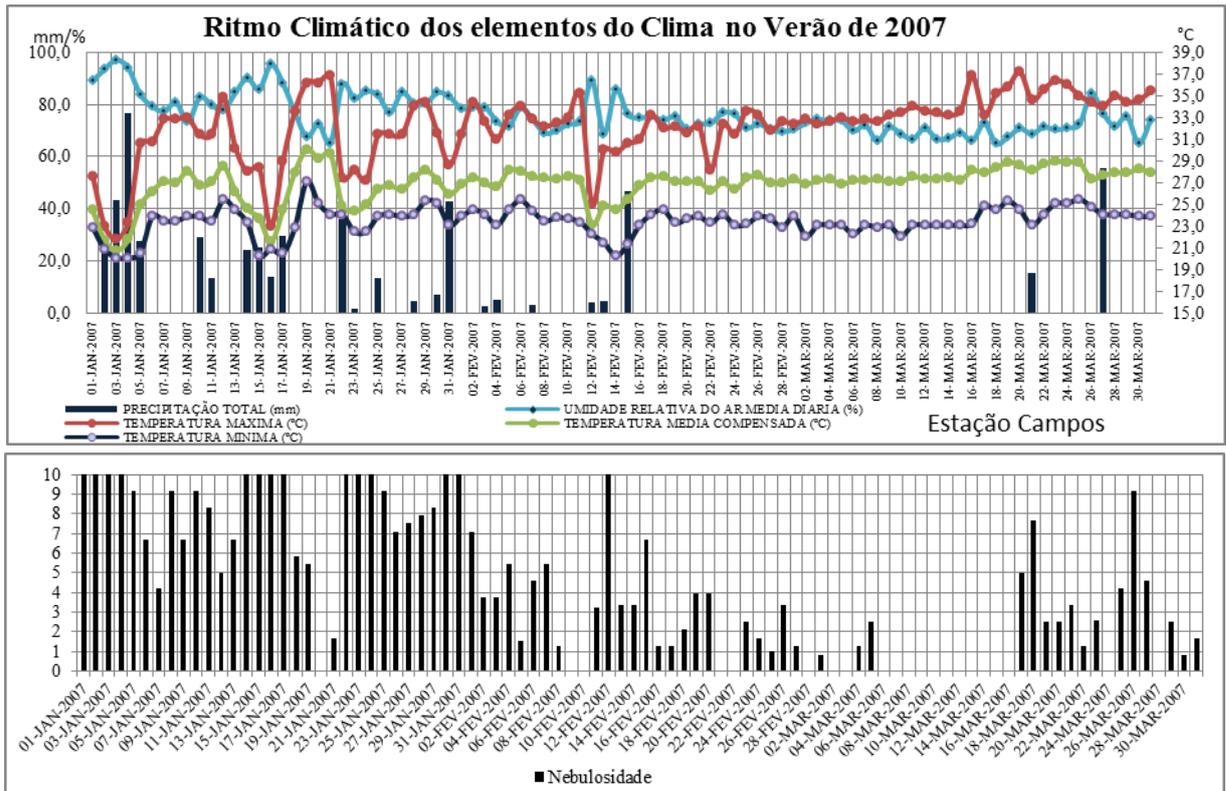


Figura 54- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 2007 . Fonte dos dados INMET

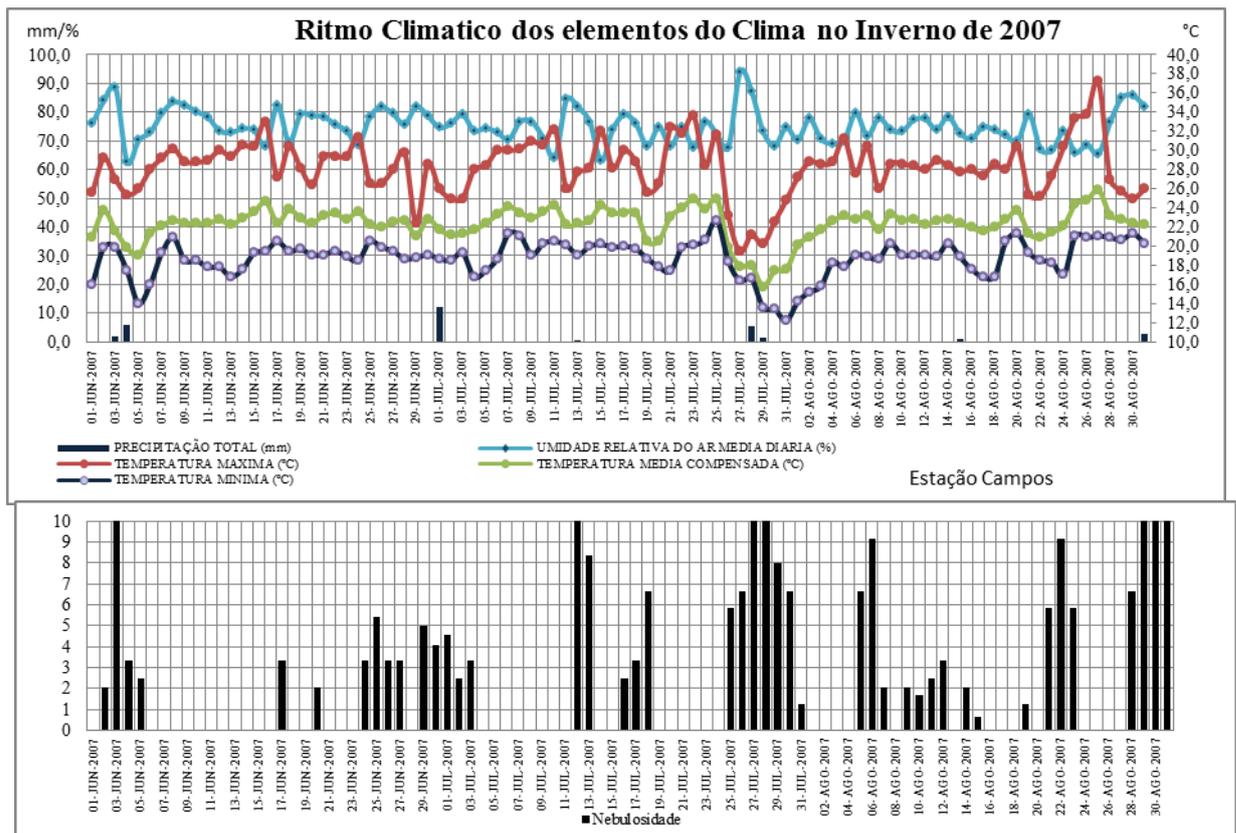


Figura 55 Ritmo Climático dos elementos do clima no inverno de 2007 . Fonte dos dados INMET

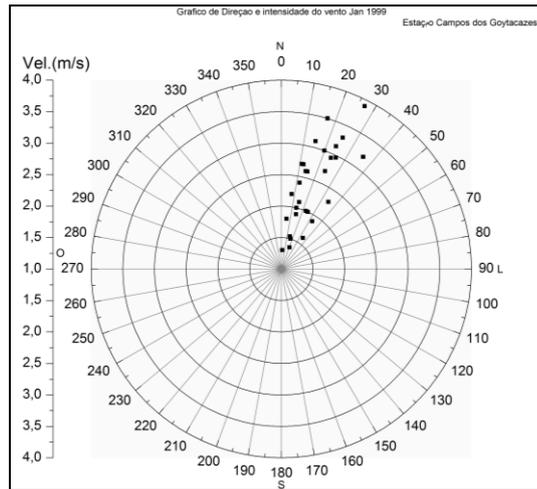


Figura 56- Direção e Velocidade do Vento no Verão de 1999.. Fonte de dados INMET



Figura 57- Direção e Velocidade do Vento no Inverno de 1999 . Fonte de dados INMET

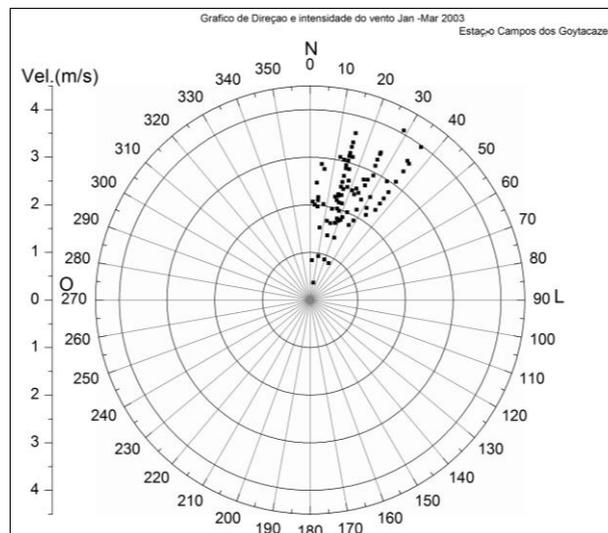


Figura 58- Direção e Velocidade do Vento no Verão de 2003 . Fonte de dados INMET

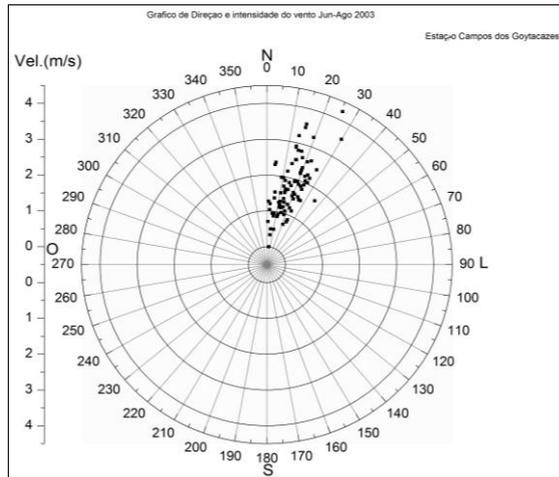


Figura 59- Direção e Velocidade do Vento no Inverno de 1999 . Fonte de dados INMET

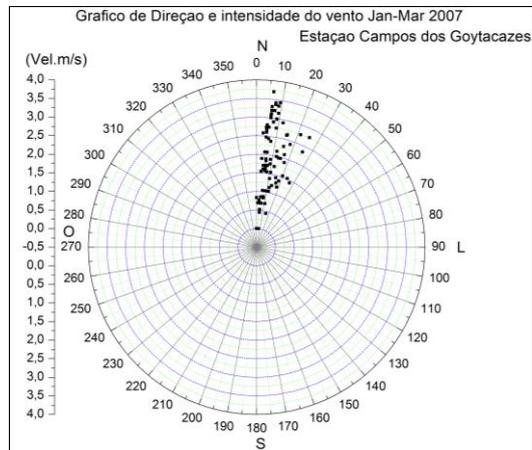


Figura 60- Direção e Velocidade do Vento no Verão de 2007 . Fonte de dados INMET

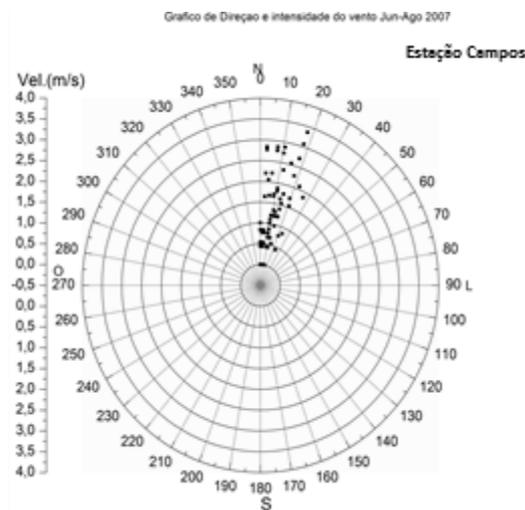


Figura 61- Direção e Velocidade do Vento no Inverno de 2007 . Fonte de dados INMET

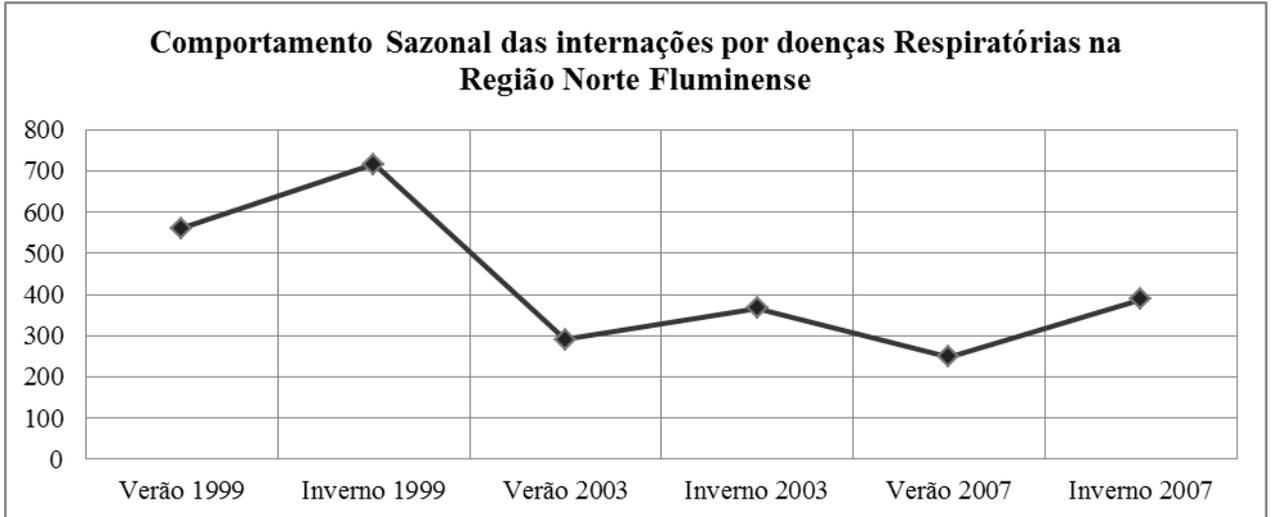


Figura 62- Comportamento Sazonal das internações por doenças Respiratórias na Região Norte Fluminense.
Fonte dos dados: DATA SUS

A Estação Cordeiro localiza-se na região Serrana do Estado, no município de mesmo nome. É um município pequeno e mais ao norte da Região serrana. Por estar localizada em maior altitude, as temperaturas são menores em comparação com as demais estações. A análise dos gráficos dessa estação meteorológica (figuras 63 a 68) observamos que o verão de 1999 foi o mais chuvoso, com chuvas bem distribuídas e as temperaturas oscilaram entre 16°C (mínima) e 35°C (máxima), variando bastante ao longo do verão. Em 2003, o verão se apresentou mais seco, com totais diários bem menores e a distribuição mais irregular das chuvas. Nota-se um período de estiagem entre os meses de fevereiro e março e as temperaturas mantiveram-se quase constantes, o que indica a atuação de um sistema de alta pressão. Em 2007, não há registro de dados no mês de janeiro, mas os meses de fevereiro e março tiveram chuvas bem concentradas e uma estiagem mais prolongada que os outros verões analisados e a amplitude térmica diária foram maiores em comparação com os outros anos.

Comparando as estações de inverno, os anos de 1999 e 2003 tiveram comportamento semelhante, com chuvas concentradas em poucos dias, mas de pequeno volume e grandes variações térmicas, onde as temperaturas mínimas, em alguns dias, desceram abaixo de 10°C. Já o inverno de 2007 foi o mais seco dos três anos padrão, com chuvas em apenas 4 dias ao longo da estação e com índices de, no máximo, 5mm e espaçados por grande período de estiagem. Isso se refletiu nas temperaturas que foram mais elevadas que nos outros anos e mais constantes.

Na estação Cordeiro não há dados de vento para os anos padrão e assim como na região norte fluminense não há estações de monitoramento de qualidade do ar.

Ao relacionarmos os dados climáticos com os registros de internações (fig.69), constatamos comportamento semelhante ao da Região Norte Fluminense, onde o inverno apresenta maior número de casos em relação ao verão. O ano de 1999 é, ainda, o que apresenta o maior registro enquanto o de 2003, o de menor registro. Em 1999, as temperaturas foram mais baixas, o que pode favorecer a condição de inversão térmica e estabilidade, favorecendo, assim, o aparecimento de doenças respiratórias. Em 2007, o verão foi o de menor registro de casos, porém a análise comparativa com os dados climáticos é prejudicada devido à falta de dados em janeiro, o que poderia explicar se a ocorrência de chuva, por ventura, foi um fator que colaborou com a queda nos casos de doenças respiratórias, já que houve um período sem chuva entre fevereiro e março. No inverno de 2007, os casos quase dobraram, chegando próximo ao registrado no inverno de 1999. Este inverno foi o de menor precipitação, com uma estiagem prolongada, o que evidencia a atuação de um sistema de alta pressão que implica em estabilidade atmosférica e facilita a concentração de poluentes.

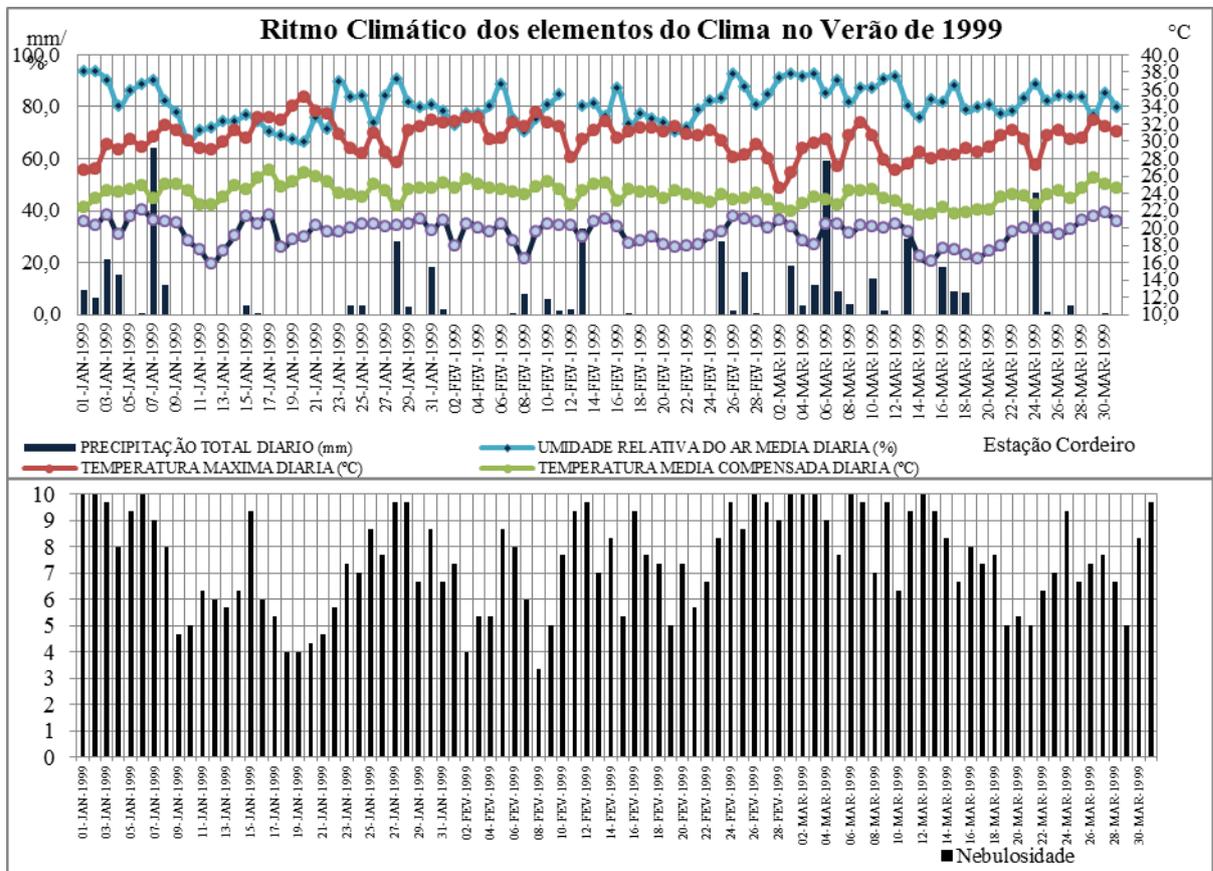


Figura 63- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 1999. . Fonte de dados INMET

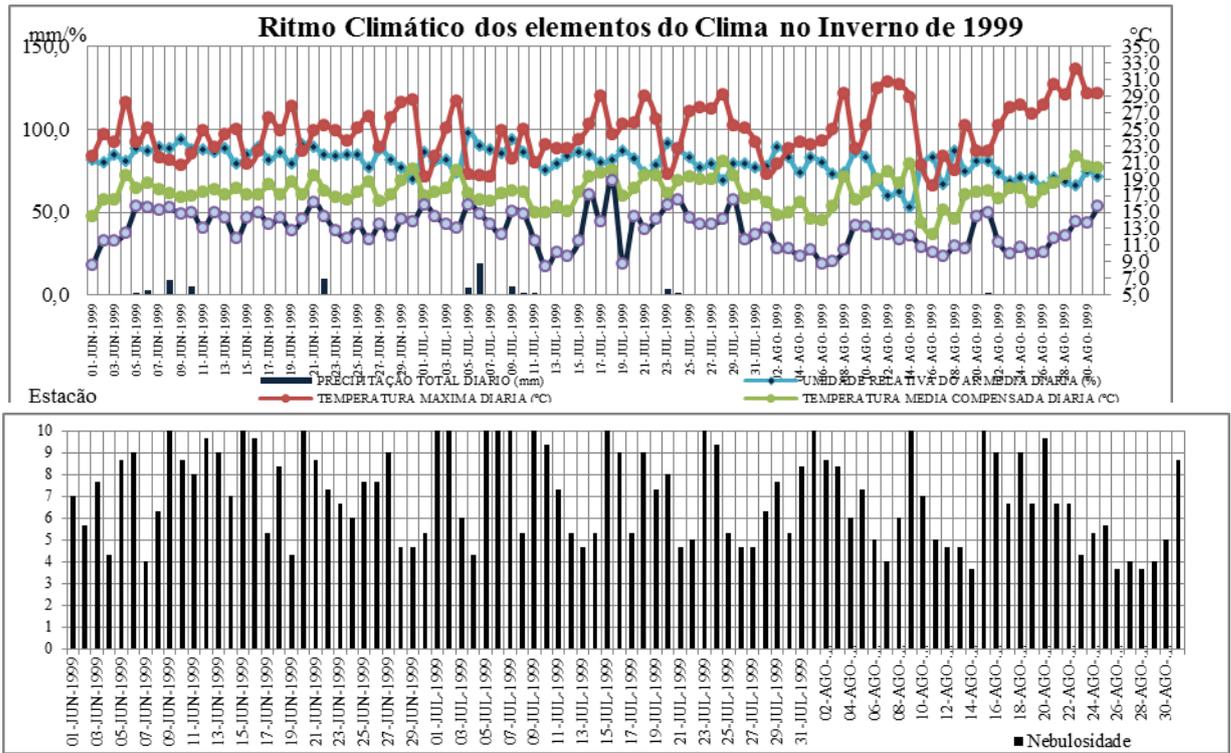


Figura 64- Ritmo Climático dos elementos do clima no Inverno de 1999. . Fonte de dados INMET

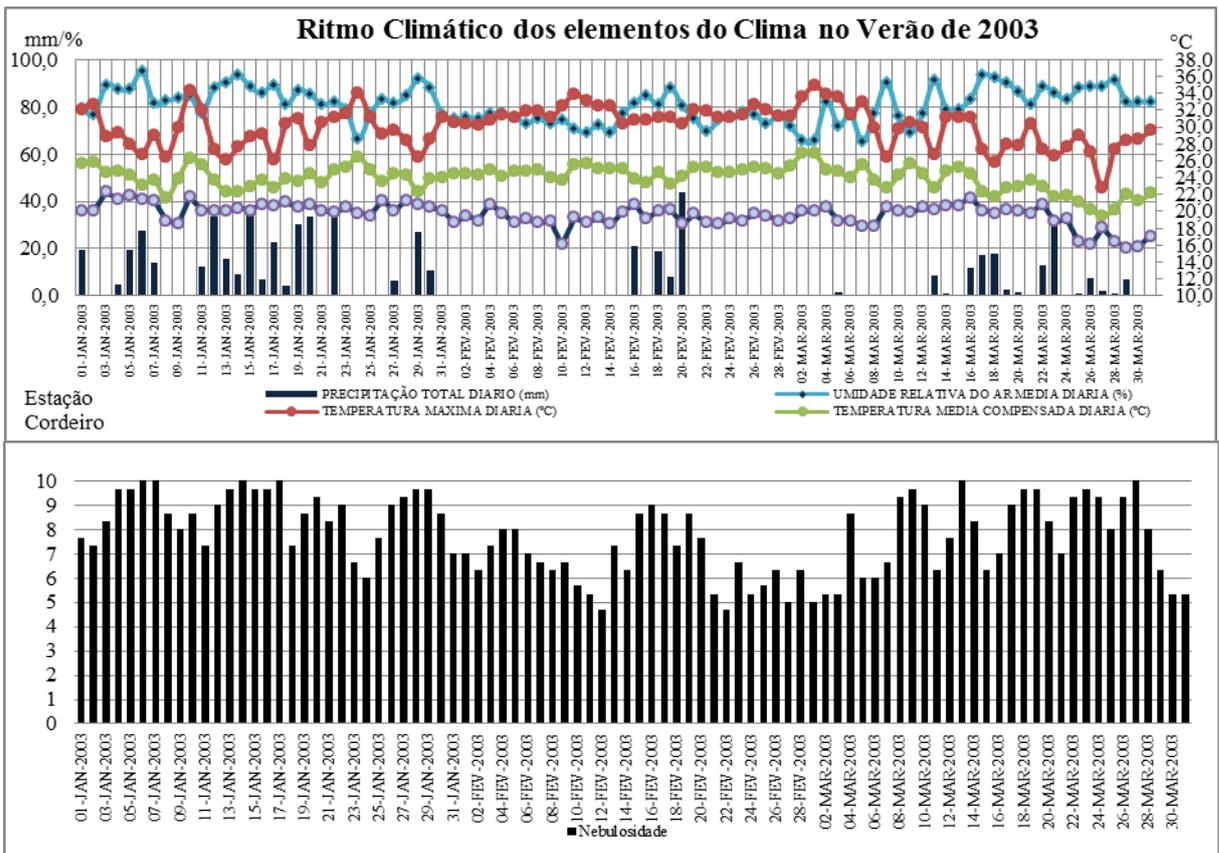


Figura 65- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 2003.

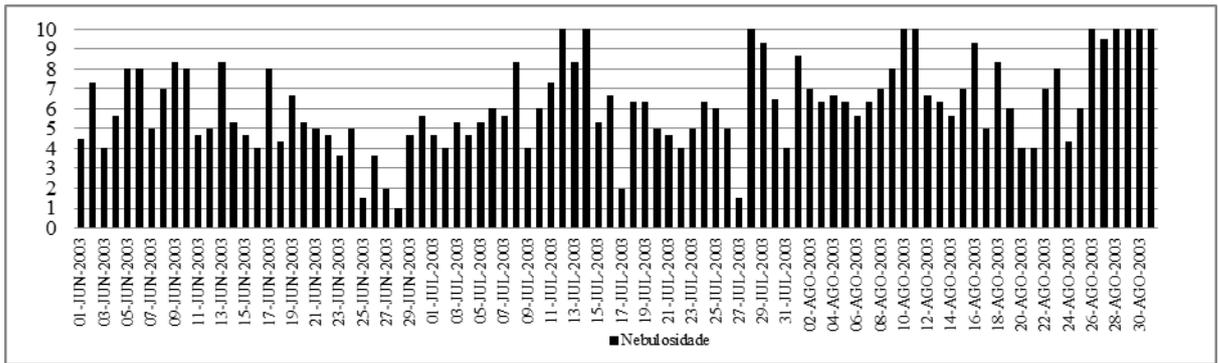
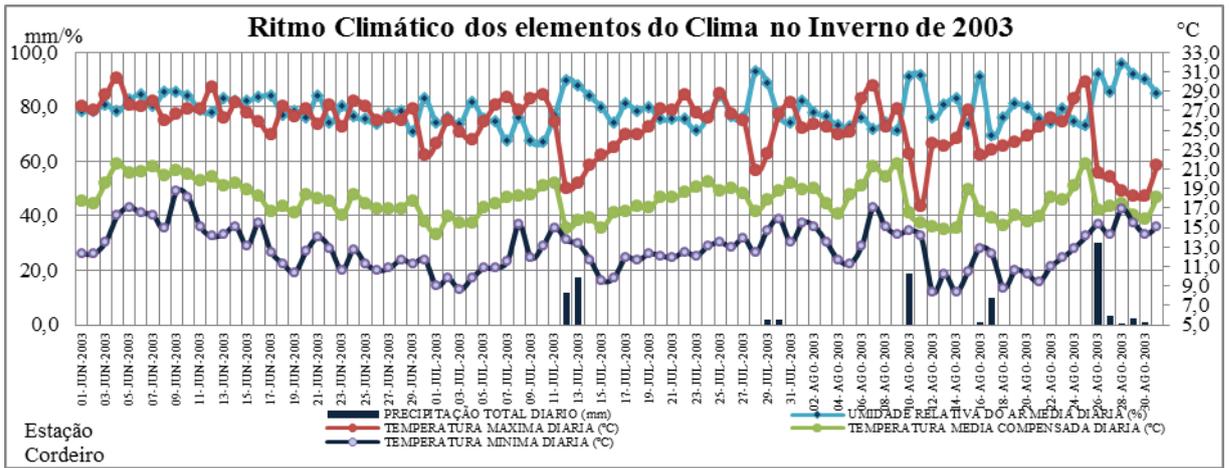


Figura 66- Ritmo Climático dos elementos do clima no Inverno de 2003. Fonte dos dados: INMET

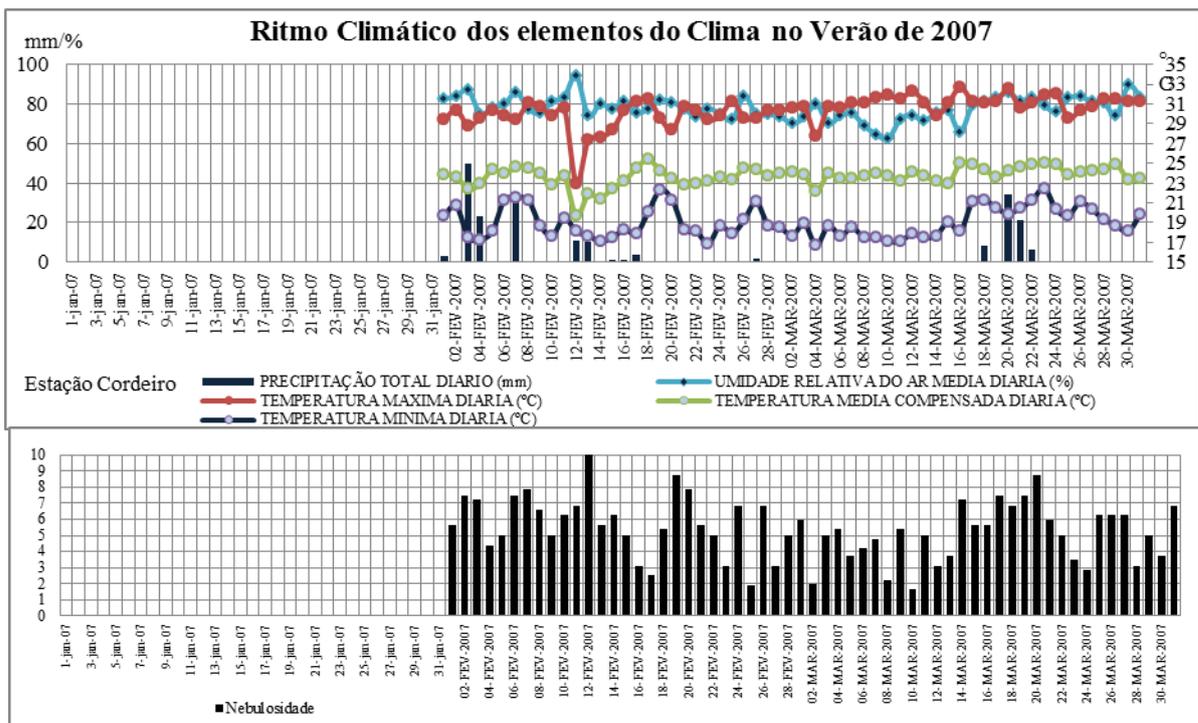


Figura 67- Ritmo Climático dos elementos do clima no verão de 2007. Fonte de dados: INMET

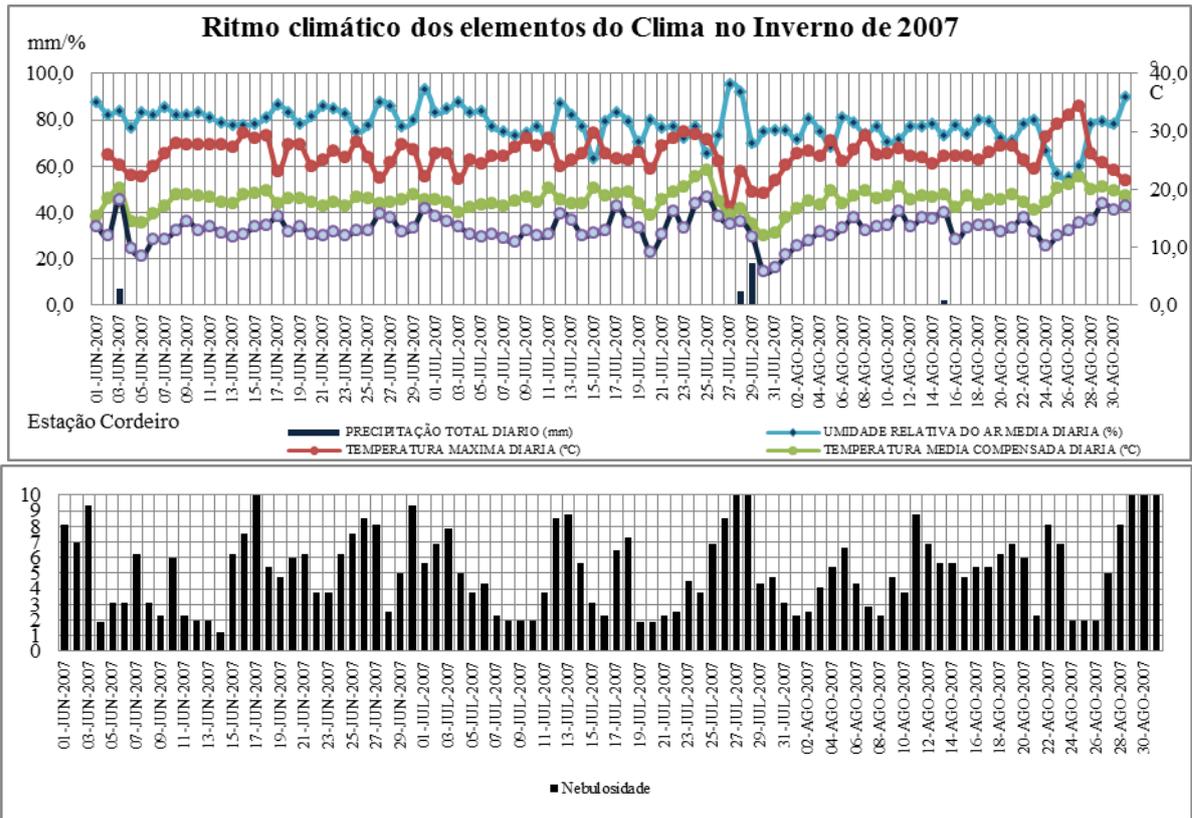


Figura 68- Ritmo Climático dos elementos do clima no inverno de 2007. Fonte de dados: INMET

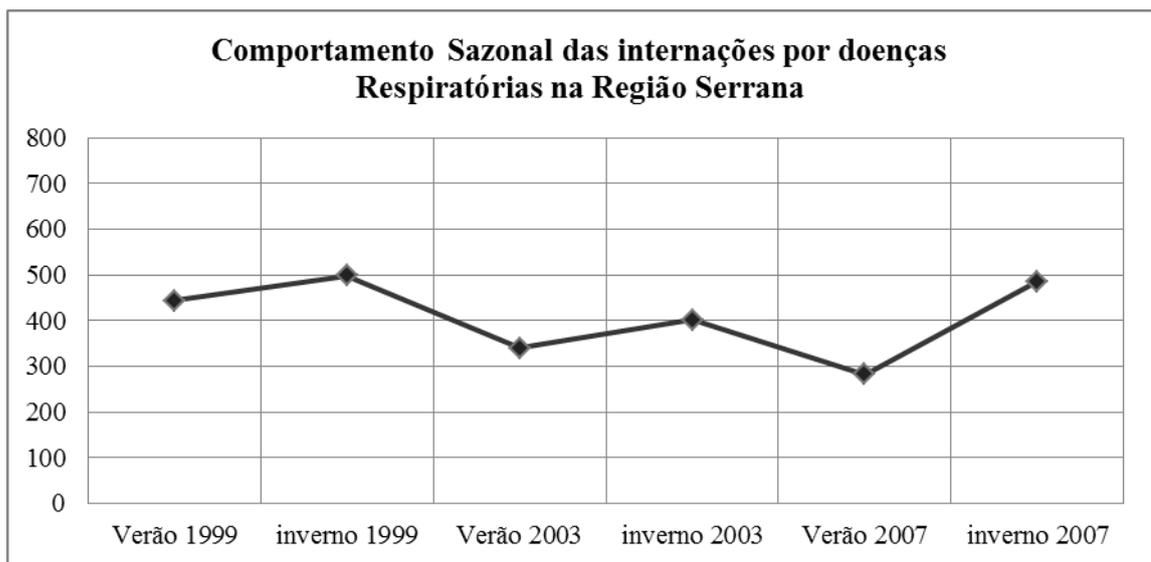


Figura69- Comportamento Sazonal das internações por doenças Respiratórias na Região Serrana. Fonte dos dados: DATA SUS

O município de Itaperuna localiza-se na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Trata-se de uma região das mais pobres do Estado, com uma economia baseada na agricultura e pecuária de pequeno porte. Economicamente é uma região decadente e sem muitas indústrias.

Ao analisarmos os dados climatológicos (figuras 70 a 75) verificamos que o verão de 1999 se apresentou com chuvas bem distribuídas, com volume total razoavelmente elevado e temperaturas elevadas, chegando a 39°C em alguns dias. Em 2003, o verão teve comportamento semelhante ao verão de 1999: temperaturas elevadas, mas o volume de chuva foi superior. Em 2007, o verão se diferenciou por ter o maior volume de chuva, em relação aos outros anos, chegando em alguns dias a 100mm. Nos três anos padrão, observa-se algumas semanas sem chuva, onde as temperaturas foram mais elevadas. Por se tratar de uma região mais distante do litoral, o efeito da continentalidade é mais acentuado, o que fica demonstrado pelas temperaturas elevadas e a maior amplitude térmica diária.

Analisando os dados de inverno nos anos de 1999 e 2003, as características foram semelhantes e típicas da estação; chuvas de pequeno volume, concentradas em poucos dias e esparsas, com longos períodos de estiagem; temperaturas muito oscilantes, com alguns dias de temperaturas mais baixas e uma amplitude térmica diária pronunciada. O inverno de 2007 foi o de maior estiagem, foram registrados apenas quatro dias de chuva que não ultrapassaram 5 mm, com isso as temperaturas foram mais elevadas.

Assim como nas regiões Serrana e Norte, o Noroeste fluminense não tem estações de monitoramento da qualidade do ar. Ao compararmos os dados de internações (figura 76), o comportamento foi semelhante ao das regiões Norte e Serrana. O ano de 1999 apresentou os maiores registros de internação, destacando o inverno com o maior número. Em 2003, houve uma redução, principalmente, no verão o que pode estar relacionado com as chuvas na região e em 2007 o verão foi a estação de menor registro e a de maior volume de chuvas. No inverno, houve uma elevação dos casos, ultrapassando o registrado em 2003 e a estiagem na estação foi um fator que colaborou para este aumento.

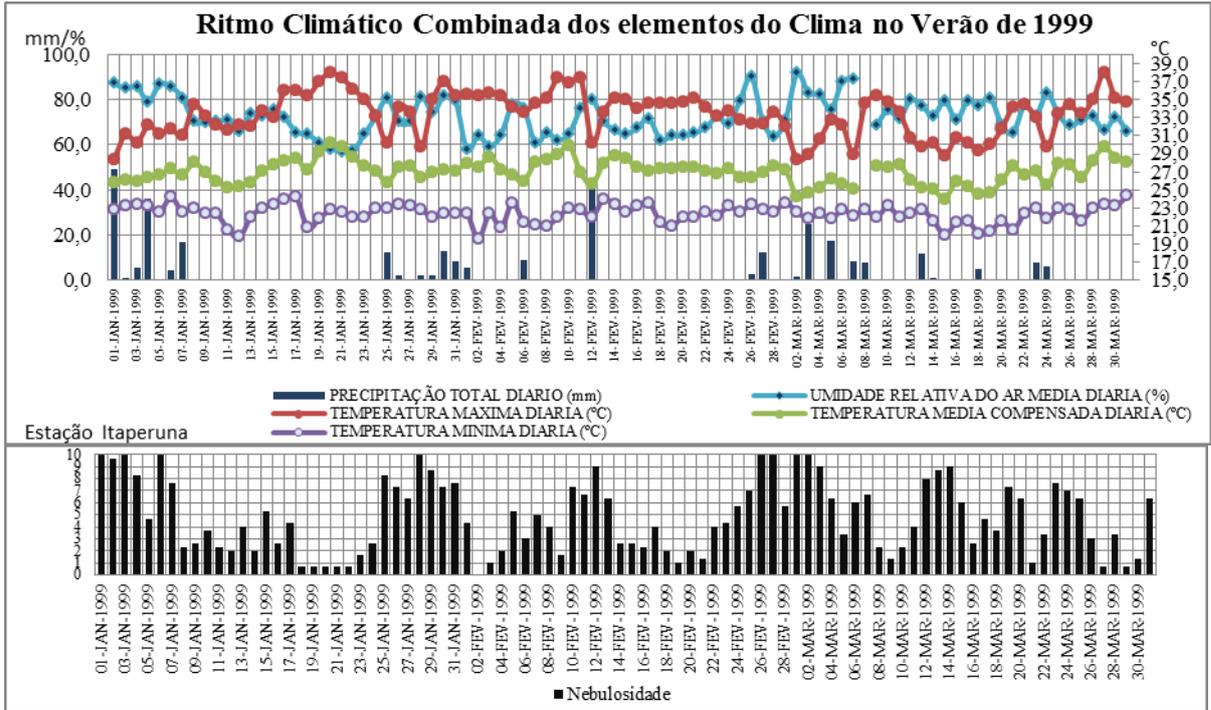


Figura 70- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 1999. Fonte dos dados: INMET

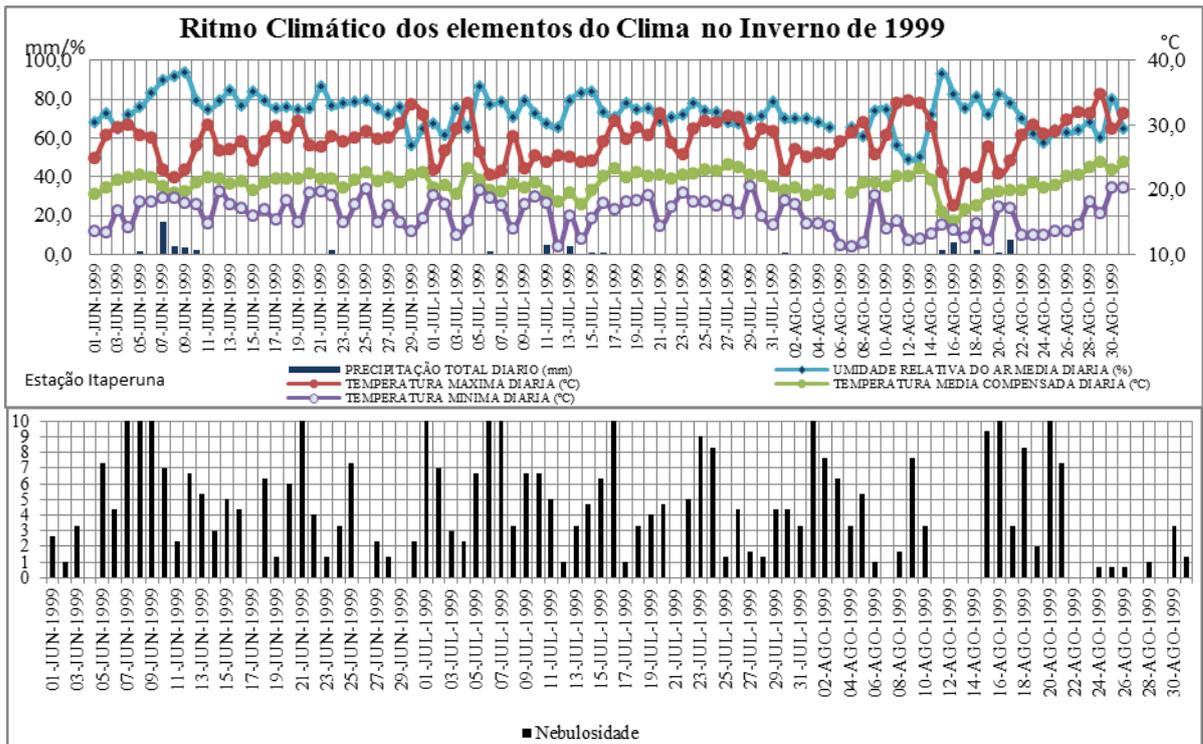


Figura 71- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 1999. Fonte dos dados: INMET

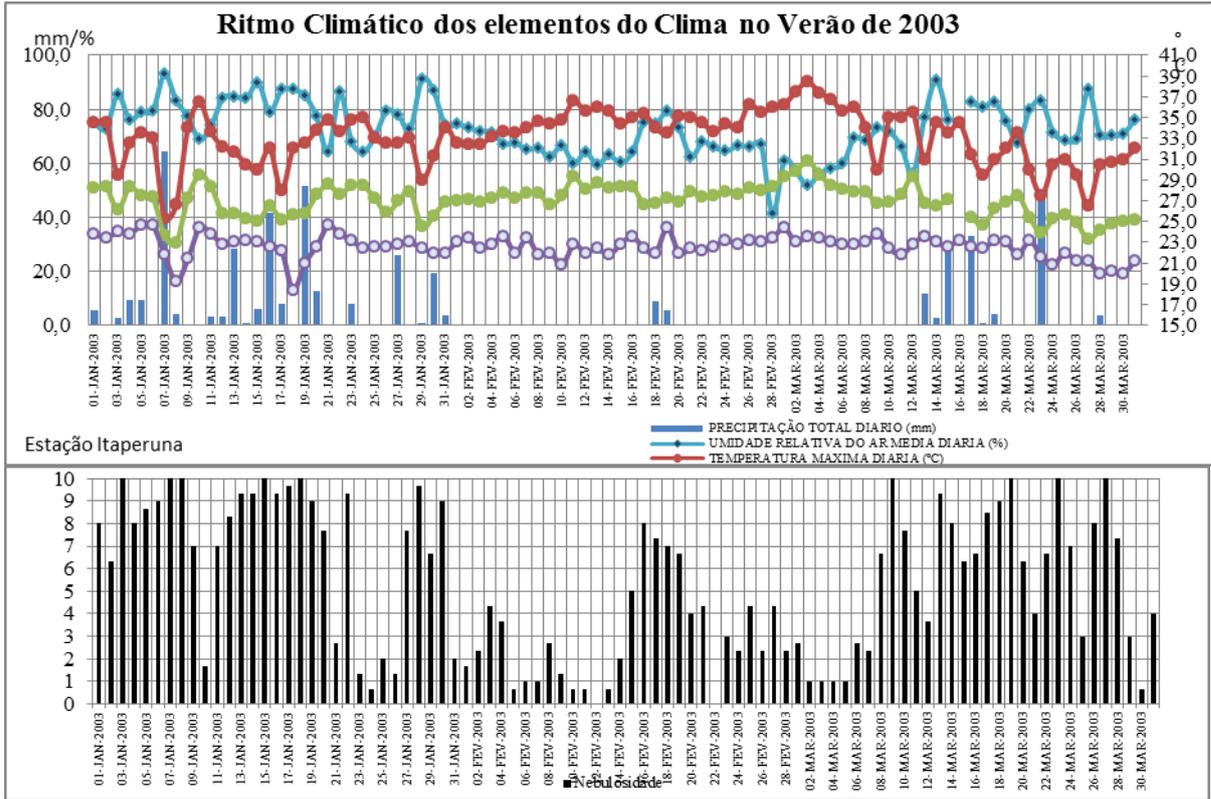


Figura 72- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 1999. Fonte dos dados: INMET

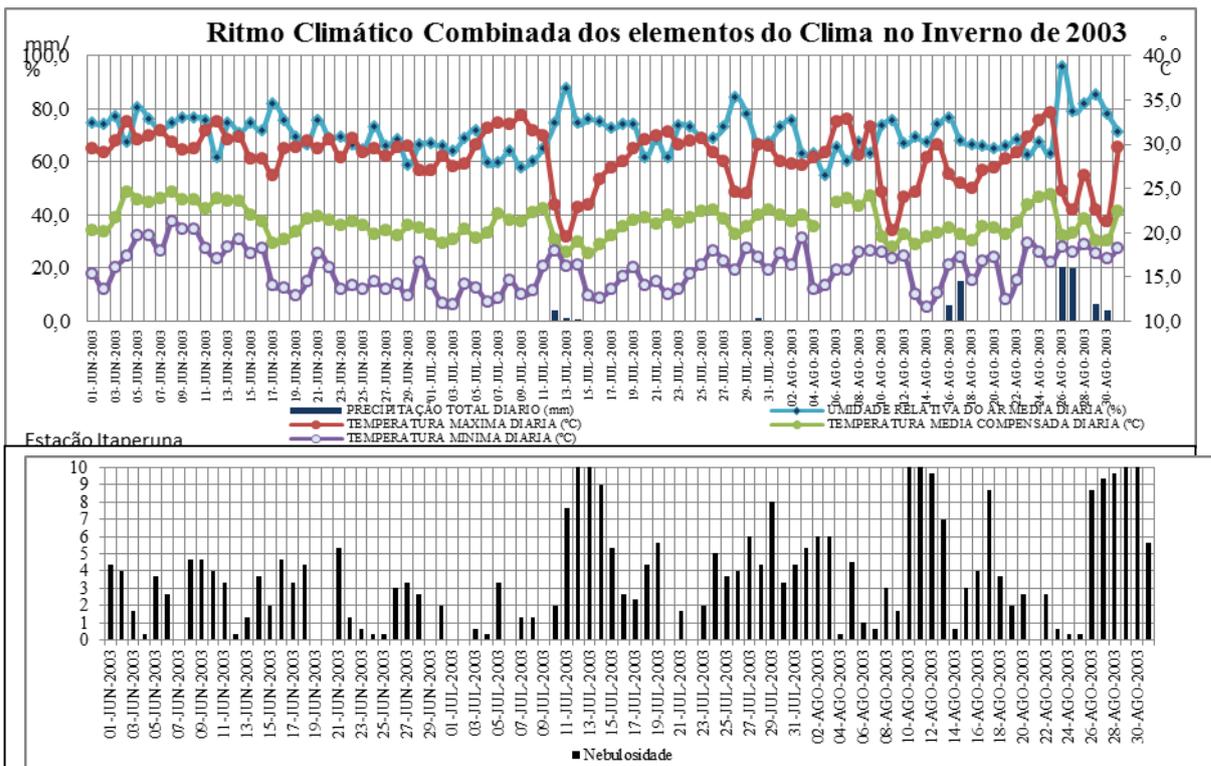


Figura 73- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 2003. Fonte dos dados: INMET

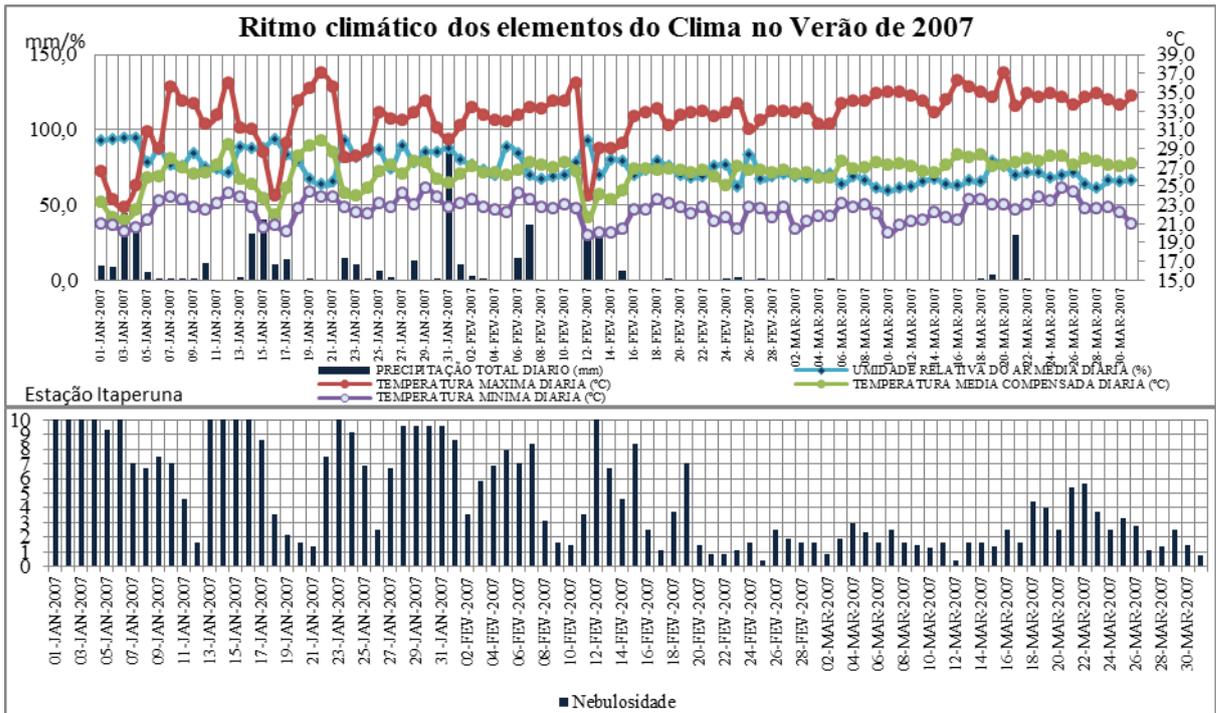


Figura 74- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2007. Fonte dos dados: INMET

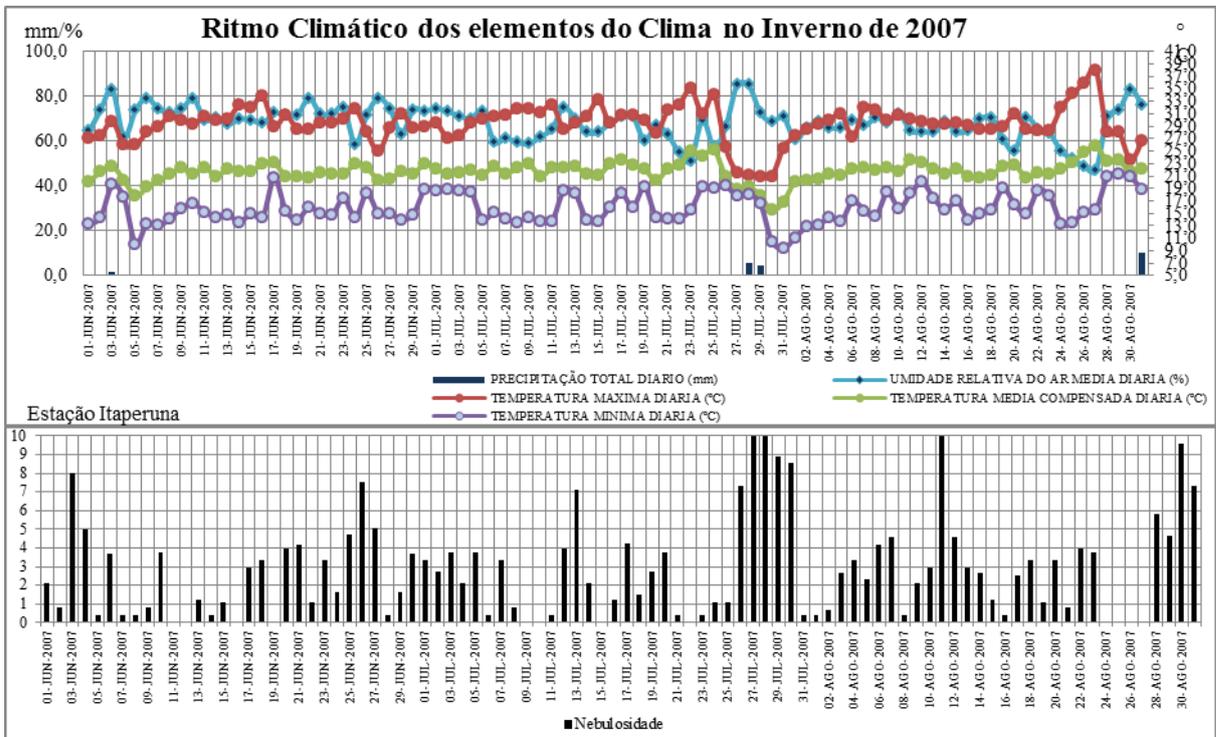


Figura 75- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 2007. Fonte dos dados: INMET

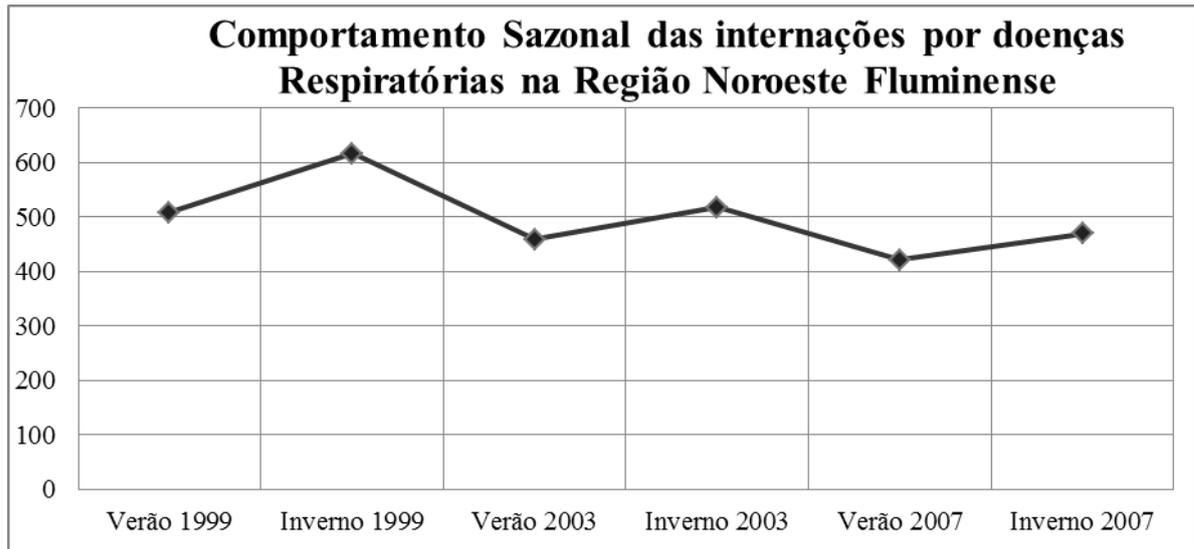


Figura 76- Comportamento Sazonal das internações por doenças Respiratórias na Região Noroeste Fluminense. Fonte dos dados: DATA SUS

A estação Ecologia Agrícola (figuras 77 a 82) localiza-se no município de Seropédica, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, nas proximidades da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Os dados da estação de verão dos anos de 1999 e 2003 revelam-se semelhantes, com temperaturas elevadas, sobretudo nos dias sem chuva. Quanto às chuvas elas se apresentaram bem distribuídas nesses dois anos. Em 2003, volume total foi maior, chegando a 130 mm em alguns dias. No Verão de 2007, porém, as chuvas foram muito concentradas em alguns dias, chegando a 150 mm.

O inverno, também, possui comportamento muito parecido nos três anos analisados. Observa-se claramente a diminuição do volume de chuvas com longos períodos de estiagem, exceto em 2003, onde a concentração de chuvas foi maior e as temperaturas com maiores oscilações e amplitudes térmicas altas. Nota-se que o comportamento dos dados é característico das regiões mais baixas do Estado e com relativa distância do mar.

Na Região Metropolitana se concentram a maior parte das estações de qualidade do ar, cujos gráficos serão analisados no próximo tópico. Trata-se de região com maior concentração industrial e de pessoas. Ao verificarmos os dados de internações dos períodos mencionados, nota-se que 1999 foi o ano com maior número de casos na região (Figura 83), sendo o inverno com mais casos que o verão. Segue-se um declínio das internações em 2003 e 2007. Claramente podemos observar que mesmo nesses anos onde houve o declínio de internações, o inverno destaca-se com o maior número de casos que o verão, evidenciando,

assim, a influência do estado da atmosfera nos fatores que colaboram com o aumento dessas doenças nessa estação.

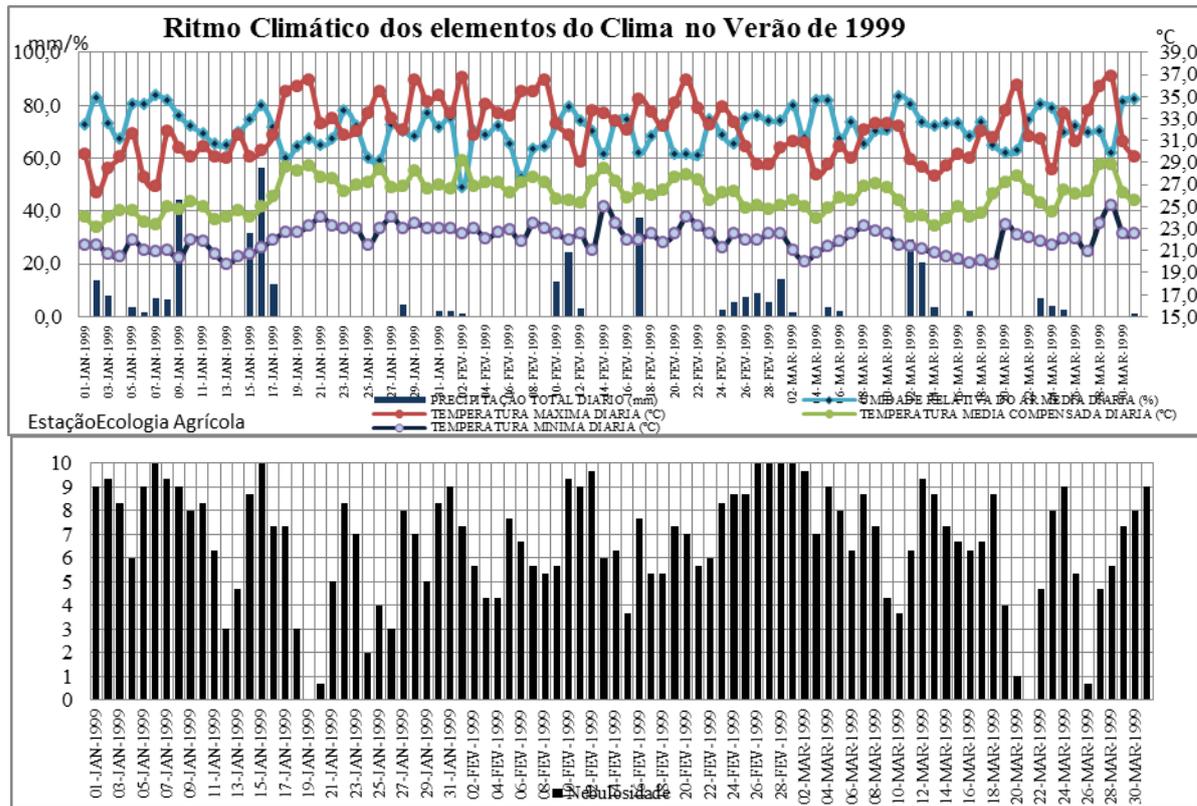


Figura 77- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 1999. Fonte dos dados: INMET

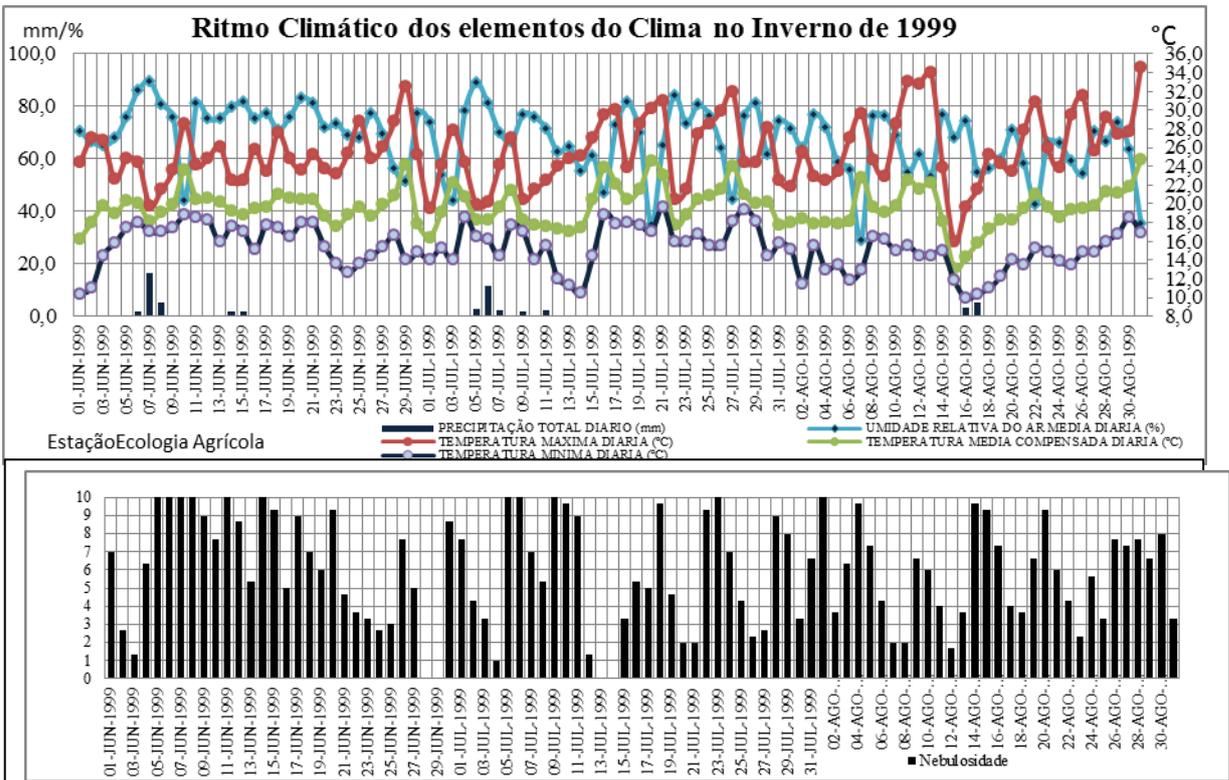


Figura 78- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 1999. Fonte dos dados: INMET

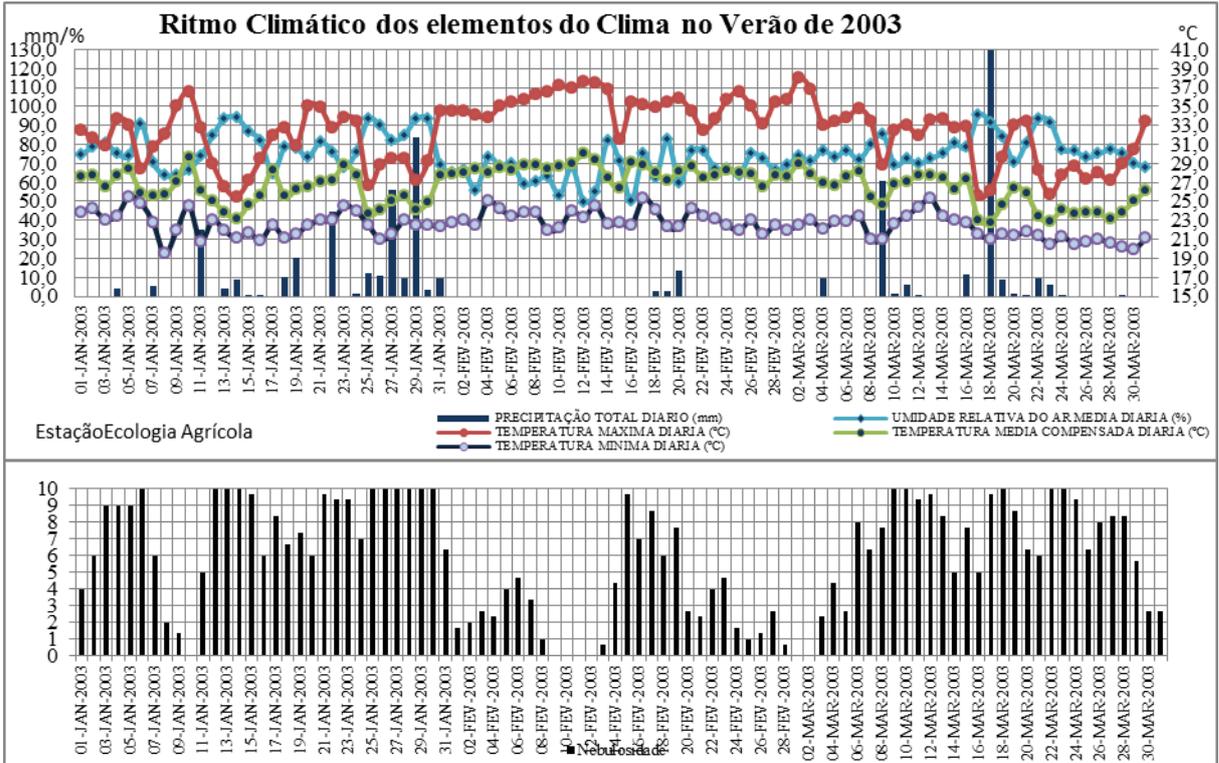


Figura 79- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2003 Fonte dos dados: INMET

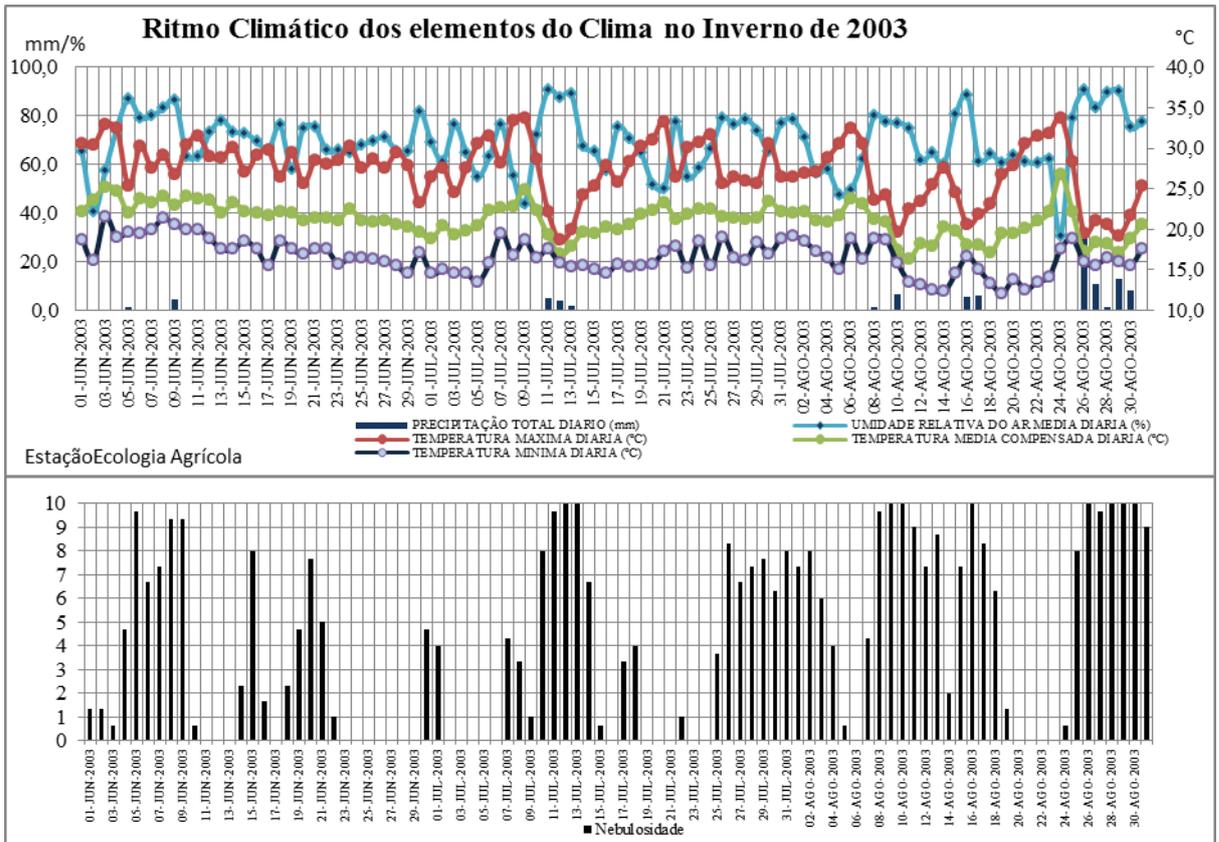


Figura 80- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 2003 Fonte dos dados: INMET

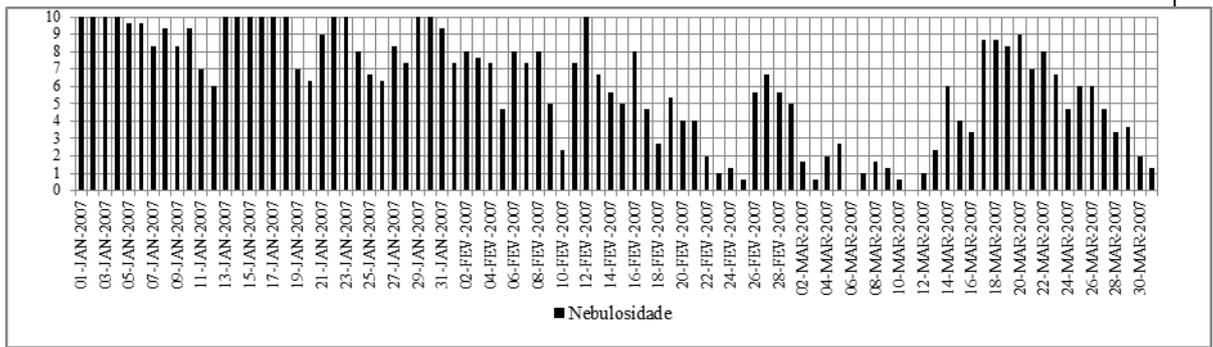
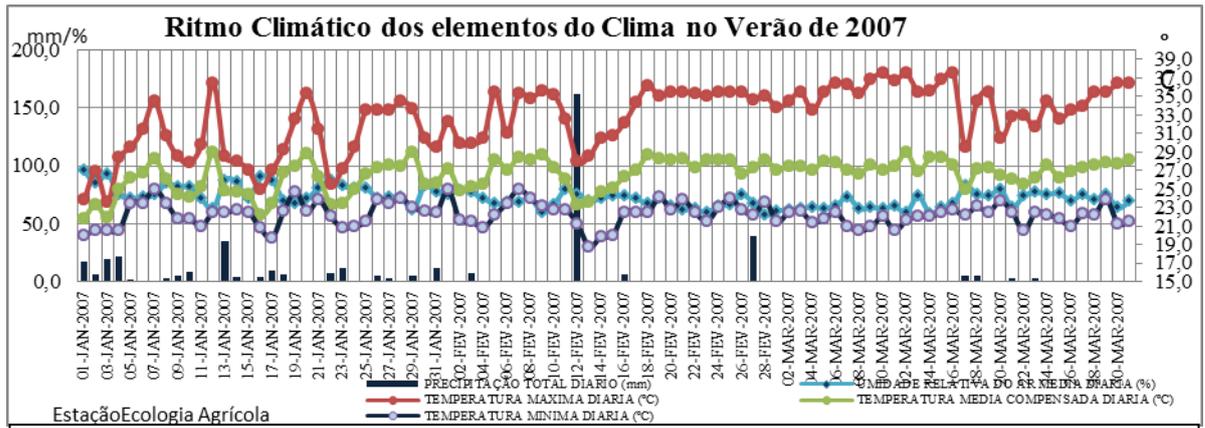


Figura 81- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2007 Fonte dos dados: INMET

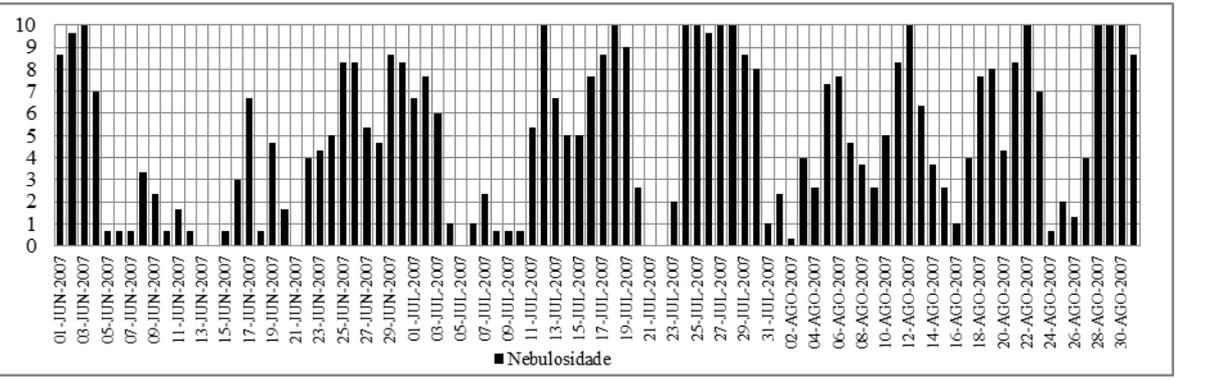
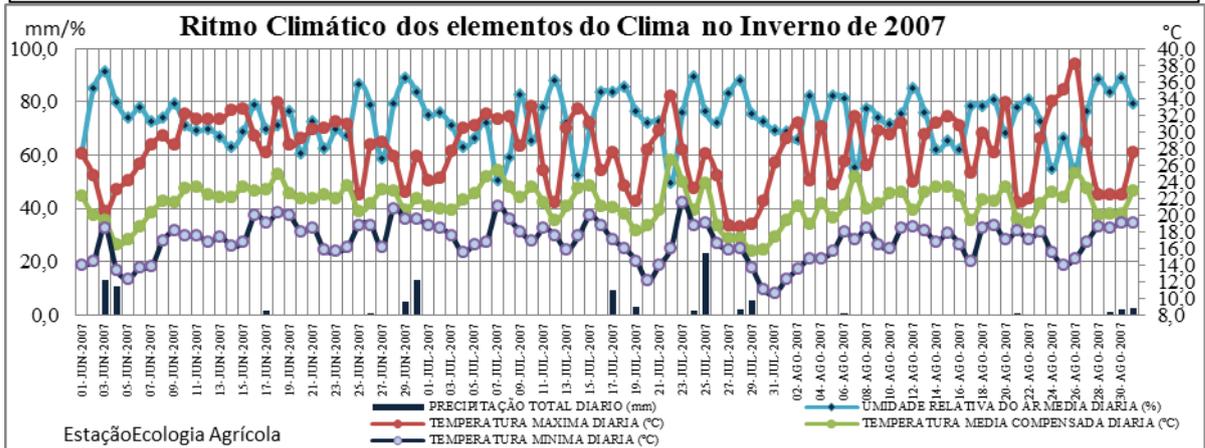


Figura 82- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 2007 Fonte dos dados: INMET

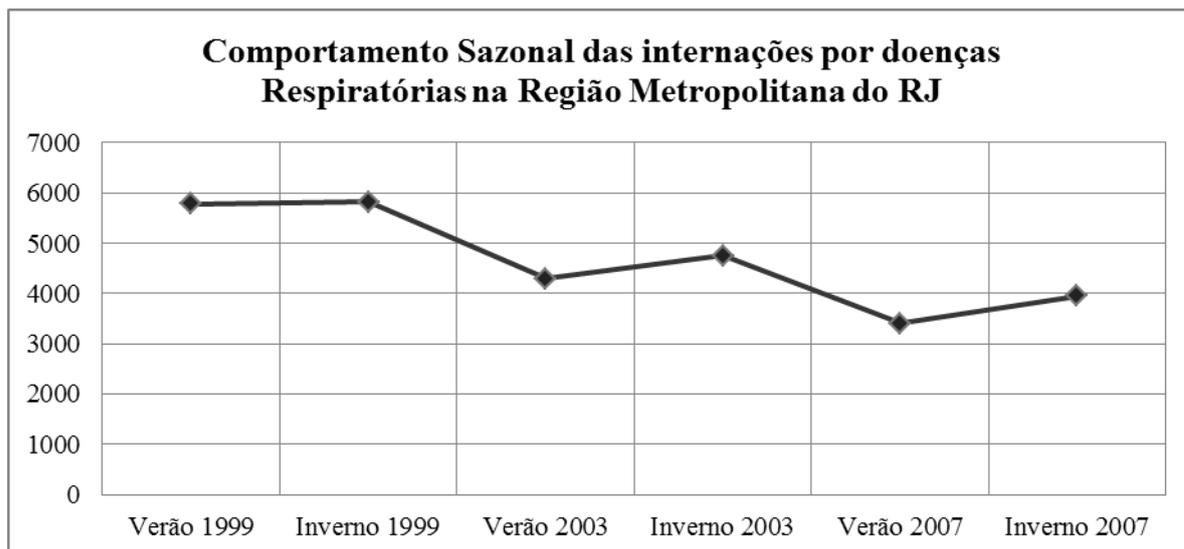


Figura 83- Comportamento Sazonal das internações por doenças Respiratórias na Região Metropolitana. Fonte dos dados: DATA SUS

A estação Resende (figuras 84 a 89) localiza-se ao sul do Estado, na Região do Médio Paraíba. O município de Resende está a uma altitude em torno de 500 metros, aí se localizando a Companhia Siderúrgica Nacional e outras importantes indústrias.

Ao analisarmos os dados do verão de 1999 (não houve registro de dados no mês de janeiro), os meses de fevereiro e março apresentaram temperaturas mais baixas, comparando-se com outras regiões do Estado, devido à altitude. As chuvas foram bem distribuídas ao longo dos dois meses e as temperaturas mínimas, em alguns dias, desceram aos 17°C. Em 2003, as chuvas se concentraram nos meses de janeiro e março, com isso, no mês de fevereiro, menos chuvoso, as temperaturas foram mais elevadas. O verão de 2007 foi o mais chuvoso, com volumes de 80 mm, em alguns dias. Janeiro foi o mês com maior total de precipitação e, como em 2003, o mês de fevereiro foi menos chuvoso e com isso, com tendência de temperaturas mais elevadas.

O inverno de 1999 foi relativamente chuvoso para a estação, com chuvas concentradas mais no mês de junho e um episódio ultrapassando 20 mm. No mês de agosto, mais seco, as temperaturas foram mais baixas, o que dificulta a dispersão de poluentes. Em 2003, o inverno foi mais seco, com apenas 10 dias de chuva, de pequeno volume. Assim, com o céu mais aberto, que facilita a perda de calor para atmosfera, as temperaturas apresentam tendência de declínio, com mínimas em alguns dias chegando a 7°C. Em 2007, o inverno também foi seco, com chuvas concentradas, mas de pequeno volume. Os meses de junho e

agosto apresentaram os maiores períodos sem chuva e temperaturas baixas porem, não tanto quanto o inverno de 2003.

A estação Resende possui dados de vento para os anos analisados (figuras 90 a 94). Podemos ver que em Resende há um predomínio de ventos fracos e do quadrante norte. Isso demonstra a atuação do anticiclone do atlântico sul, que e sistema de alta pressão que traz estabilidade atmosférica. Os dados de poluição das estações próximas à Resende serão analisados no próximo tópico.

Ao analisar os dados de saúde (figura 95) vemos que 1999 foi o ano com maior registro de internações, e o inverno se destaca pelo maio número de casos. Houve uma queda em 2003, principalmente, no verão, enquanto no inverno há uma ligeira alta. Em 2007, a queda mais acentuada foi no verão (foi o menor registro de todo o período). No inverno, ao contrário, houve um crescimento muito acentuado, quase o dobro dos casos de verão do mesmo ano e maior que o inverno de 2003. Esta análise de Resende, com dados mais completos, revela, claramente, a inter-relação da variável clima com doenças respiratórias, onde nos verões mais chuvosos, como foi em 2007, o número de casos foi bem reduzido, enquanto no inverno de 2007 e, também, de 1999 bastante secos, há uma elevação muito acentuada dos casos.

Com a análise do ritmo climático e dos dados de saúde, verificamos de que forma o clima contribui no processo desse tipo de doença. Logicamente, essa relação nem sempre é perfeita, pois outras variáveis atuam, concomitantemente, no processo e a atmosfera é dinâmica. Porém, fica claro que as condições de tempo facilitam a propagação desse problema de saúde e os locais com maior propensão.

No próximo item, contempla-se a análise dos dados de poluição atmosférica das estações de monitoramento da qualidade do ar que se teve acesso. Lamentavelmente a rede de monitoramento no Estado é, ainda, precária e muito concentrada, dificultando uma analise espacial mais acurada e condizente com as particularidades e necessidades do Estado.

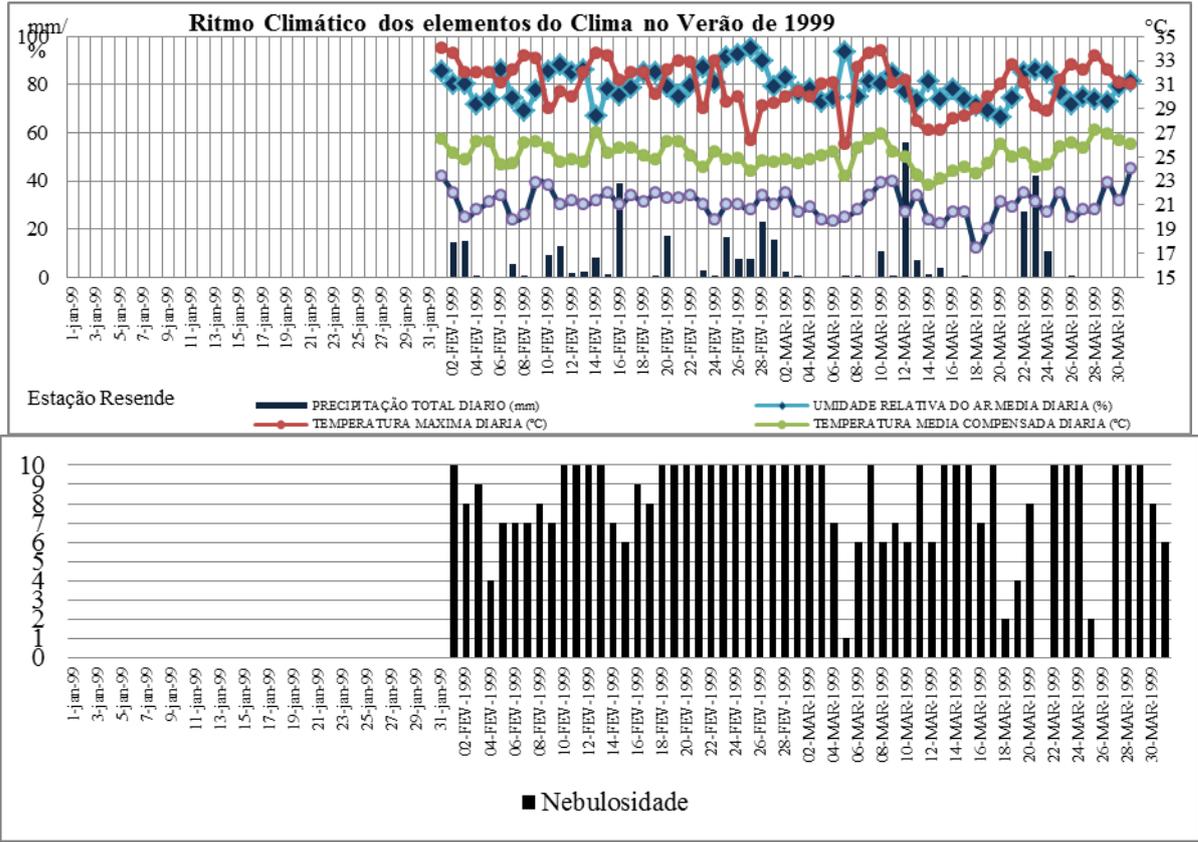


Figura 84- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 1999 Fonte dos dados: INMET

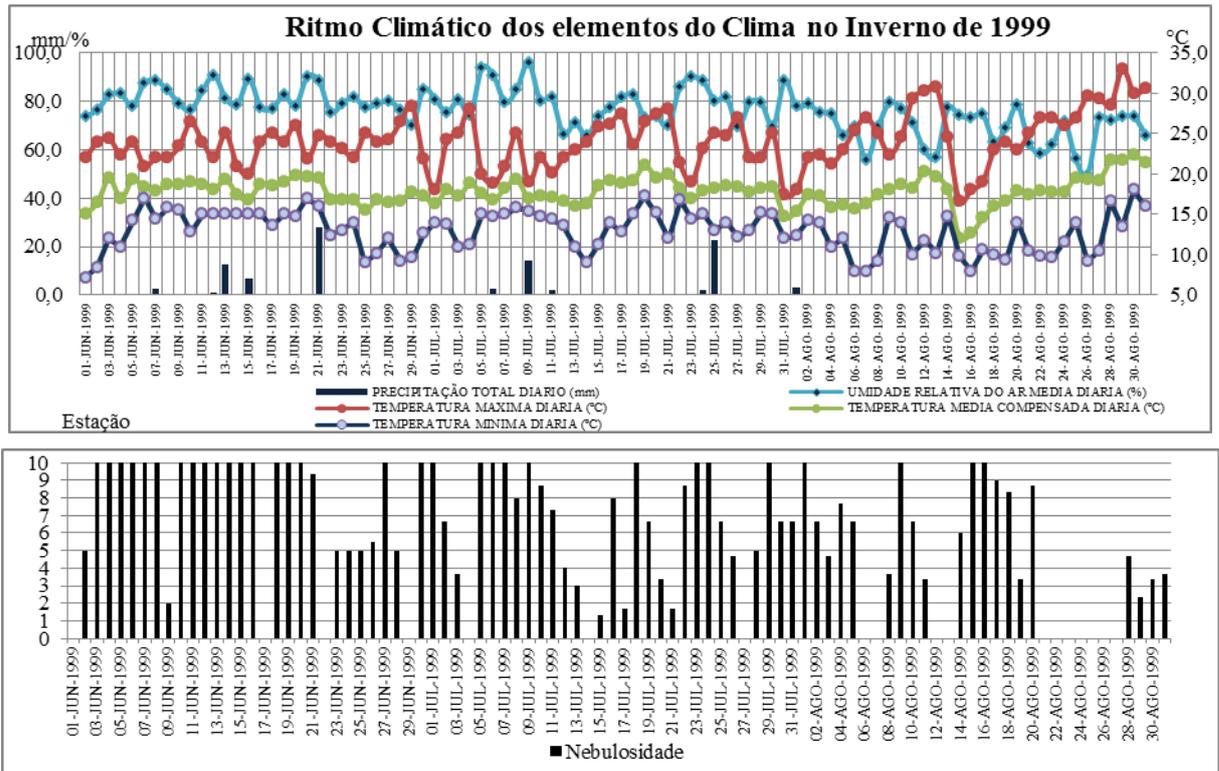


Figura 85- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 1999 Fonte dos dados: INMET

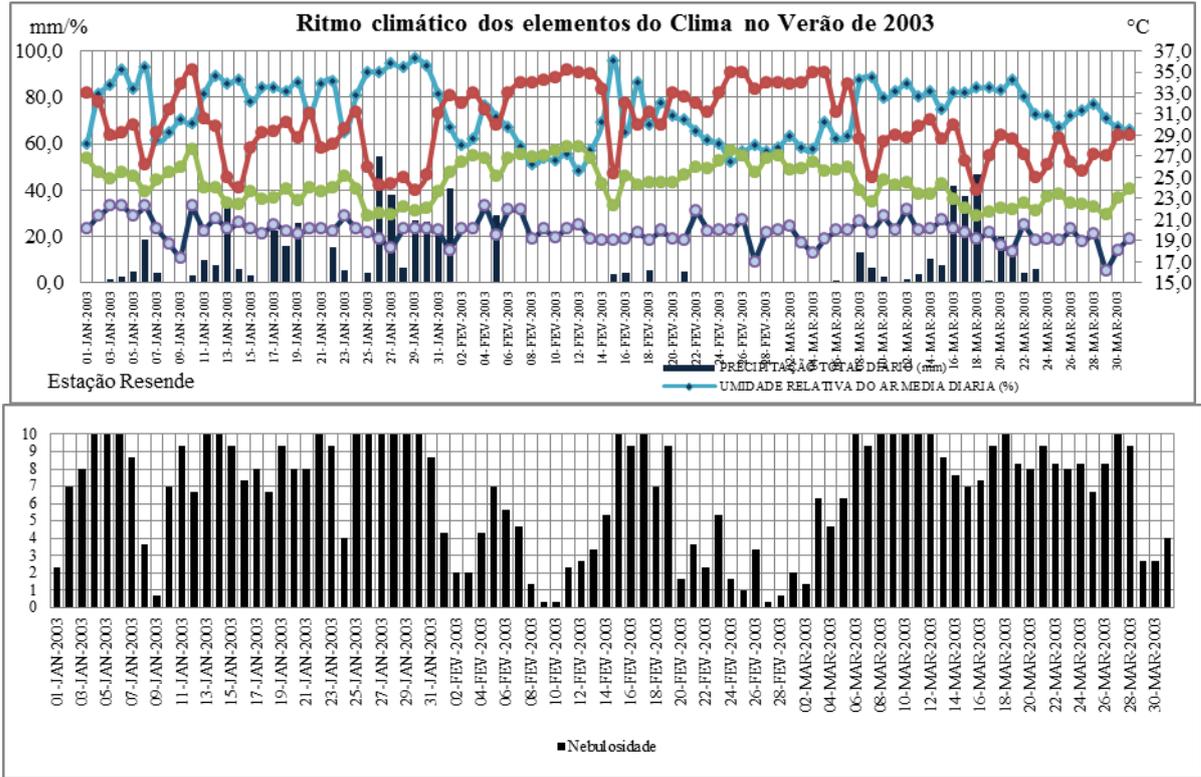


Figura 86- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2003 Fonte dos dados: INMET

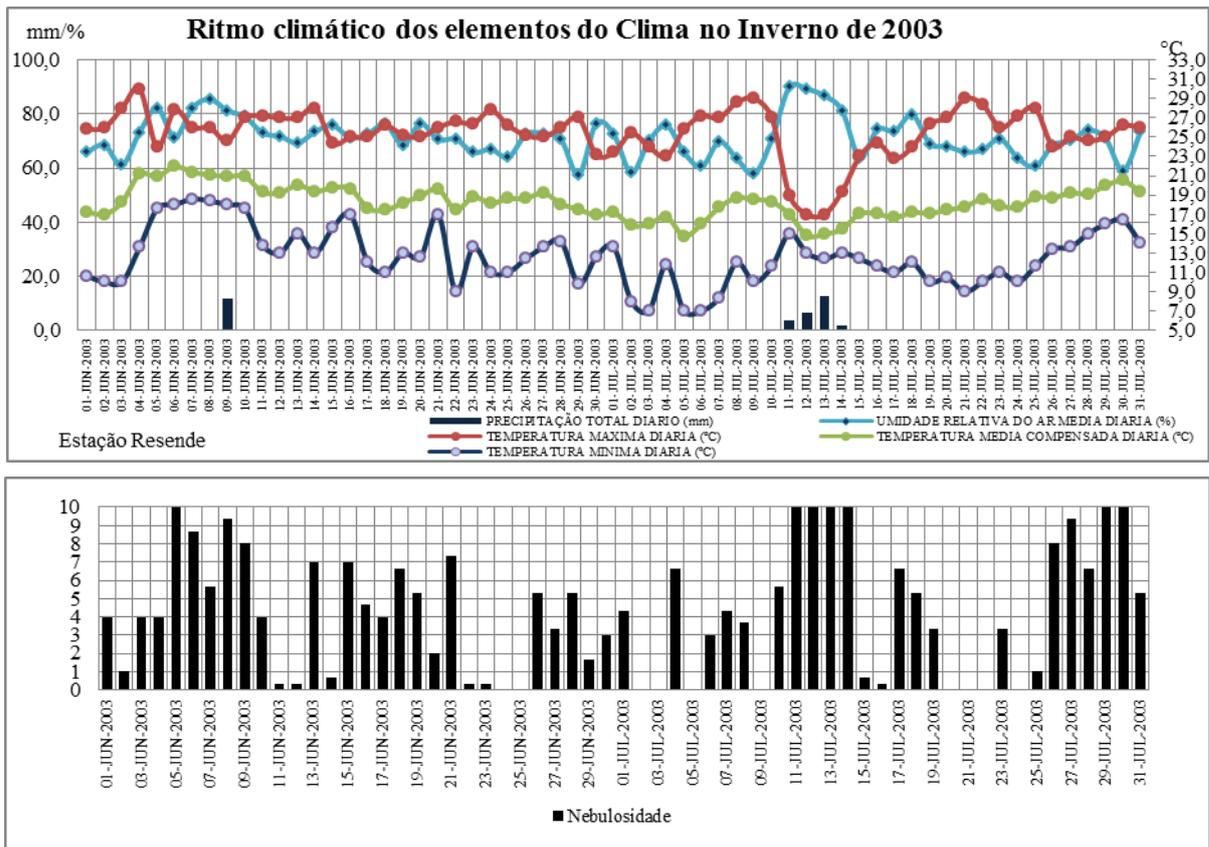


Figura 87- Ritmo climático dos elementos do clima no Inverno de 2003 Fonte dos dados: INMET

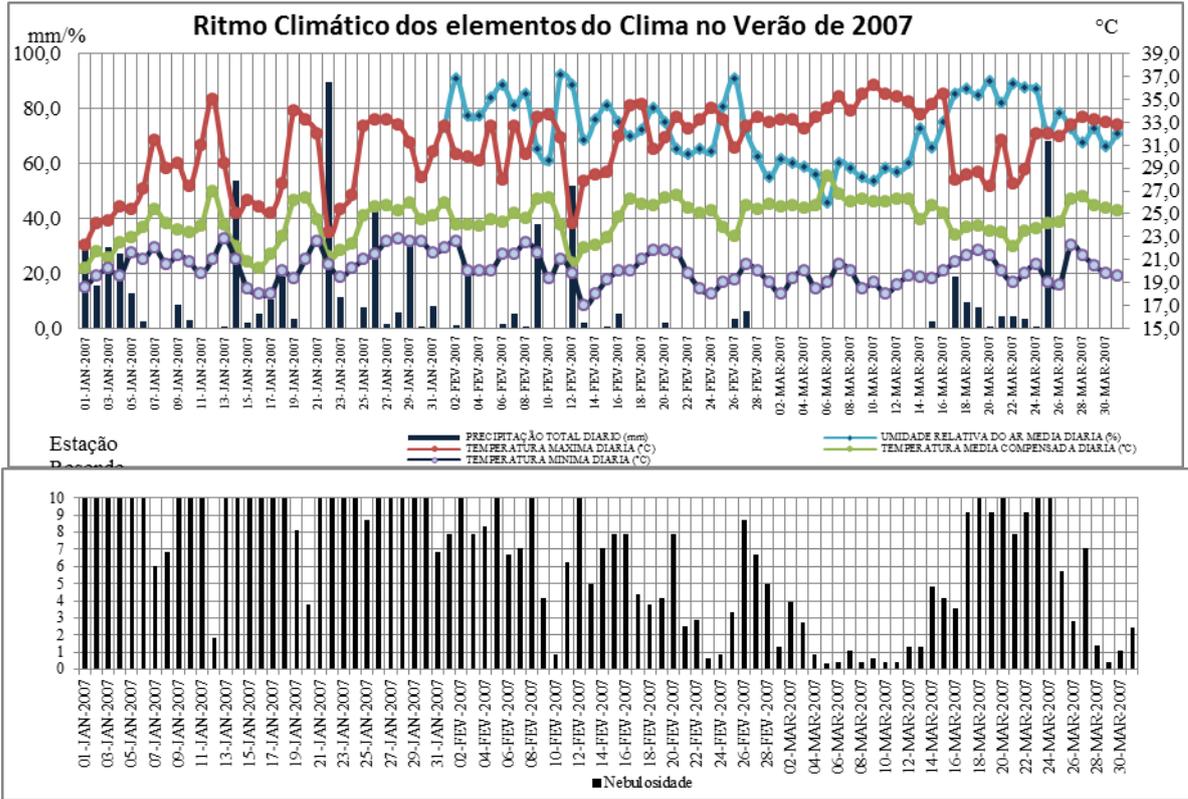


Figura 88- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2007 Fonte dos dados: INMET

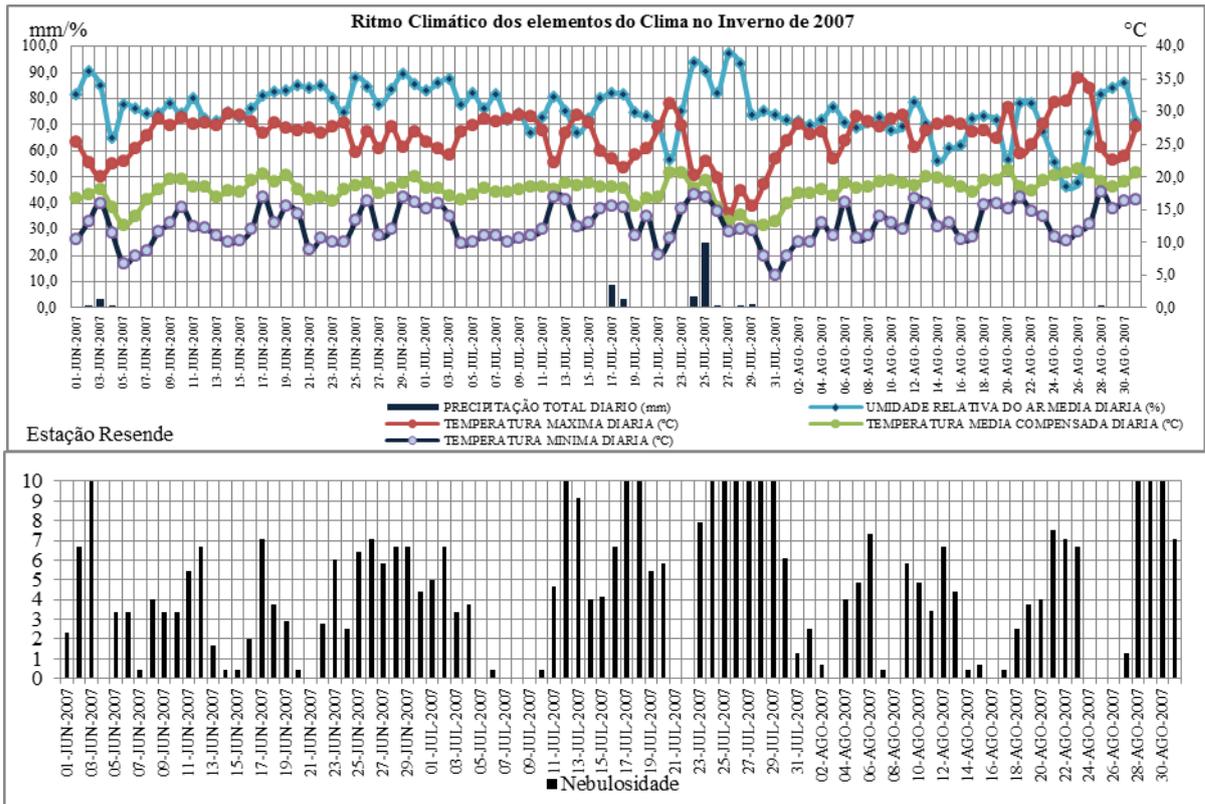


Figura 89- Ritmo climático dos elementos do clima no Verão de 2007 Fonte dos dados: INMET



Figura 90- 2Direção e Velocidade do Vento no Verão de 1999.. Fonte dos dados :INMET

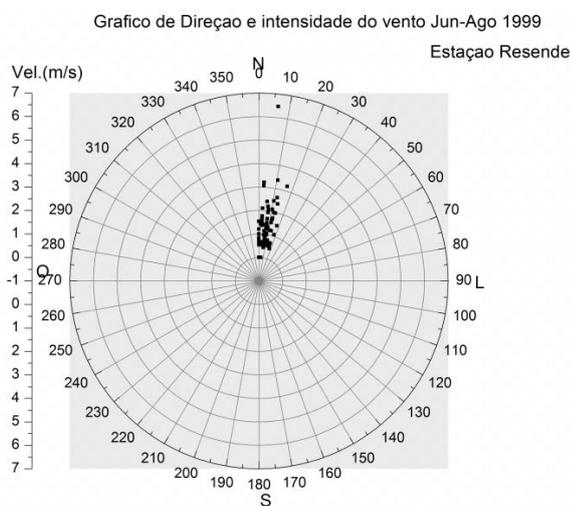


Figura 91- Direção e Velocidade do Vento Inverno de 1999 . Fonte dos dados :INMET

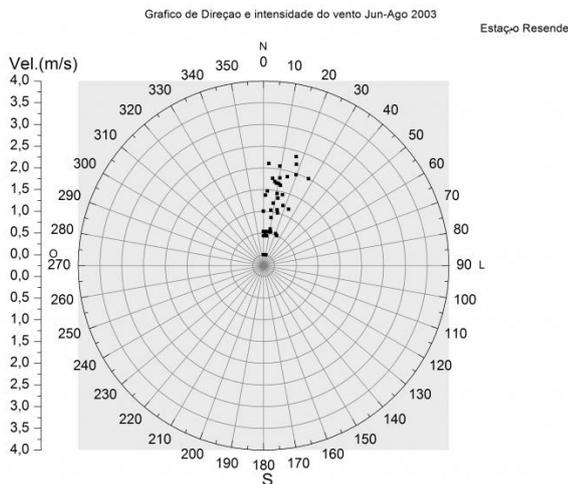


Figura 92- Direção e Velocidade do Vento no Inverno de 2003 . Fonte dos dados :INMET

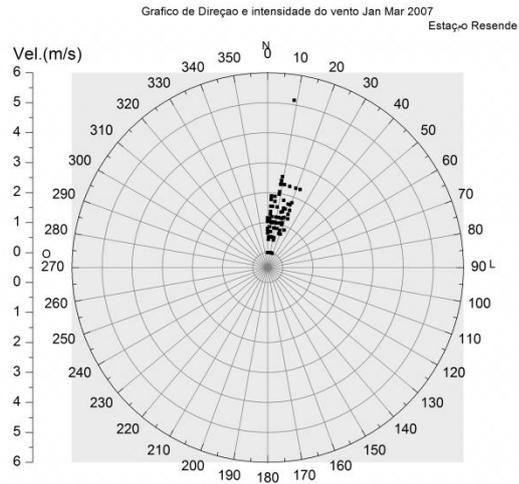


Figura 93- Direção e Velocidade do Vento no Verão de 2007 . Fonte dos dados :INMET

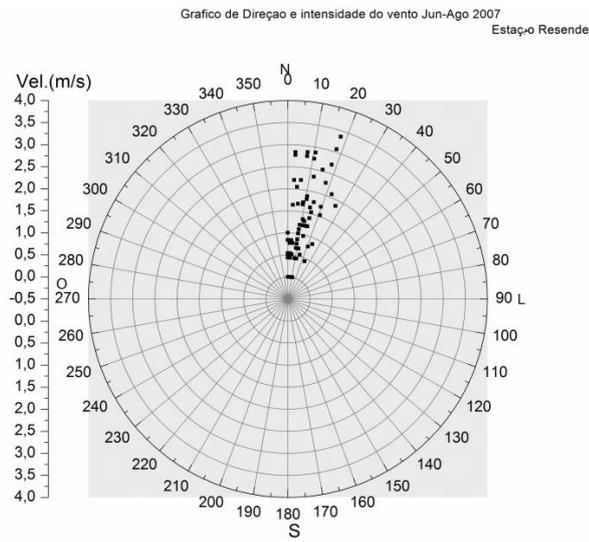


Figura 94- Direção e Velocidade do Vento no Inverno de 2007 . Fonte dos dados :INMET

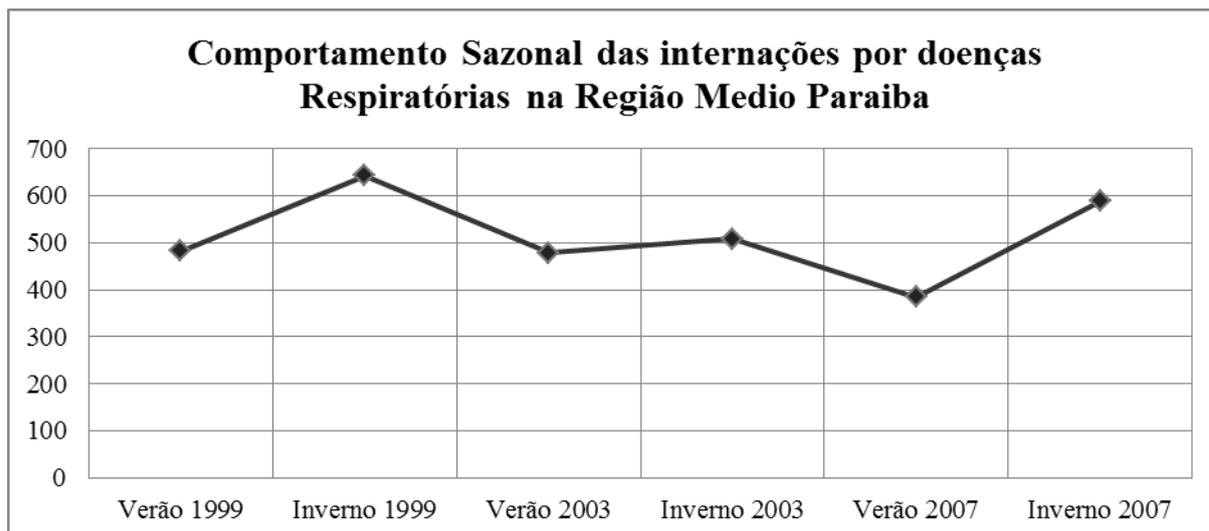


Figura 95- Comportamento Sazonal das internações por doenças Respiratórias na Região do Médio Paraíba.
Fonte dos dados: DATA SUS

5.3 Variabilidade Do Material Particulado No Estado Do Rio De Janeiro

O monitoramento da qualidade do ar no Estado é gerenciado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Algumas estações são de propriedade da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) localizadas nos Municípios de Volta Redonda e Barra Mansa e da Petrobras, nas proximidades da Refinaria de Duque de Caxias (REDUC). A rede de monitoramento apresenta uma série de problemas que dificultam um diagnóstico real da situação da poluição atmosférica no Estado, como por exemplo, a concentração de estações na Região Metropolitana e na região do município de Volta Redonda; série de dados com falhas nas estações manuais; algumas só mensuram três tipos de poluentes.

Apesar disso, empreende-se um esforço de análise na tentativa de relacionar os dados de poluição com os de internações, integrados ao comportamento do ritmo climático no período analisado. São utilizadas as estações administradas pelo INEA, as da REDUC e da CSN. Buscou-se analisar os dados baseados na resolução CONAMA 03/90, que é a legislação que determina os padrões de qualidade e limites de poluição toleráveis a saúde humana que não lhes cause danos. Segundo a resolução, o limite para partículas totais em suspensão (PTS) é $240 \mu\text{m}^3$ que só pode ser violado uma vez ao ano e $150 \mu\text{m}^3$ que só pode ser violado uma vez no ano para Partículas inaláveis (PM10). O padrão para media anual é de $80 \mu\text{m}^3$ para PTS e de $50 \mu\text{m}^3$ para PM 10.

Primeiramente analisaremos os dados de algumas estações na Região Metropolitana gerenciadas pelo INEA (figuras 96 a 103). Podemos verificar que as estações do Centro e Copacabana possuem valores abaixo dos limites da Resolução 03/90 do CONAMA. Fatores como maritimidade e entrada de brisas, facilitam a dispersão dos poluentes. Outra estação que teve valores baixos foi Seropédica que se localiza em local com grande área vegetada. Outras estações localizadas na cidade do Rio de Janeiro apresentam índices da qualidade pior como Bonsucesso e Jacarepaguá, onde se notam várias violações em um mesmo ano. Essas estações estão localizadas em bairros que tem uma concentração de indústrias e grande circulação de veículos, além de estarem no interior da área de baixadas, onde o efeito da brisa marítima é menor, sem contar a presença de maciços costeiros que agem como barreira para os ventos.

Os piores níveis de qualidade foram encontrados nos municípios de Belford Roxo, São João de Meriti e São Gonçalo. O que chama atenção nos dados além das dezenas de violações em um mesmo ano são os níveis de particulado muito acima do estabelecido. Em Belford Roxo, por exemplo, chegou a $590 \mu\text{m}^3$ em 29/05/1999 e em São Gonçalo chegou a $698 \mu\text{m}^3$ em 05/02/2001. Tais níveis são considerados graves para saúde e necessitam de medidas emergenciais. Quando analisamos os gráficos de variação anual (figuras 104 a 111) a exceção da Estação Centro e Copacabana, todas as outras ficaram acima do limite tolerável para os padrões anuais. Quanto à variabilidade dos dados notamos na maioria das estações a tendência que foi encontrada com os dados de saúde e com os dados de clima. Foi observado que o ano de 1999 foi o de maiores internações, decrescendo em 2003. Já em 2007, há tendência de aumento dos casos. Se tomarmos os dados de média anual, nota-se que do ano de 1999 a 2001 os índices de poluição são altos. A partir de 2003 há um declínio dos índices, voltando a aumentar novamente de 2006/2007 em diante. Com isso percebe-se a relação entre os índices de poluição e o reflexo na saúde, assim como ambos estão relacionados com a variabilidade do clima.

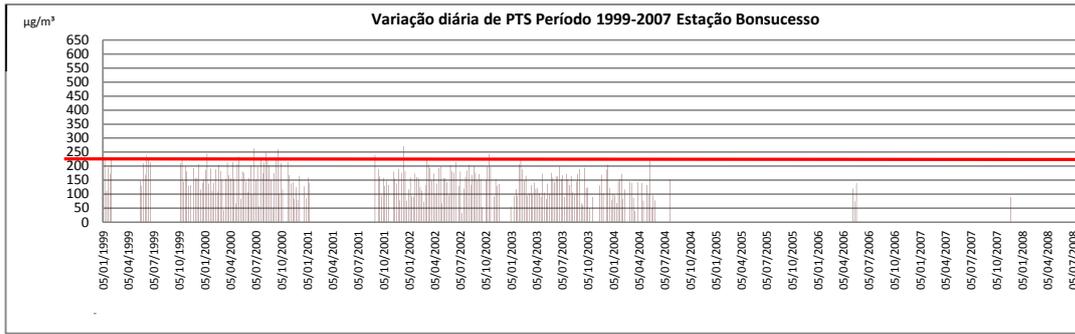


Figura 96- Variação diária de PTS Período 1999-2007 Estação Bonsucesso. Fonte dos Dados INEA

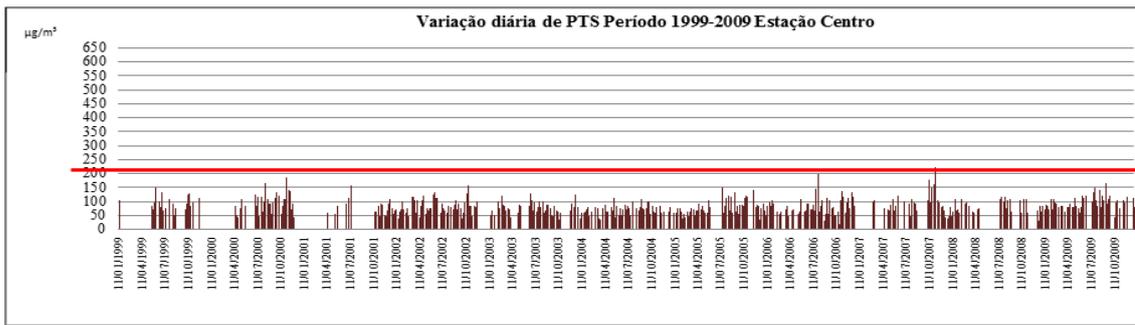


Figura 97- 3Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação Centro Fonte dos Dados INEA

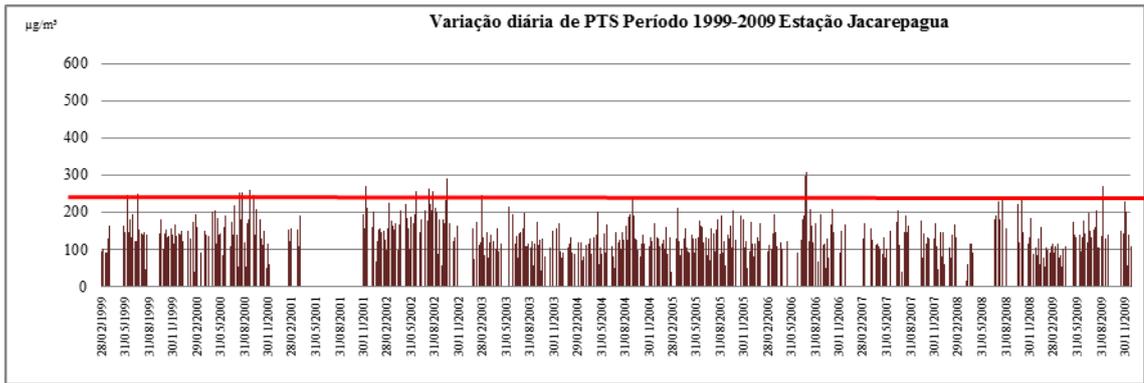


Figura 98- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação Jacarepaguá Fonte dos Dados INEA

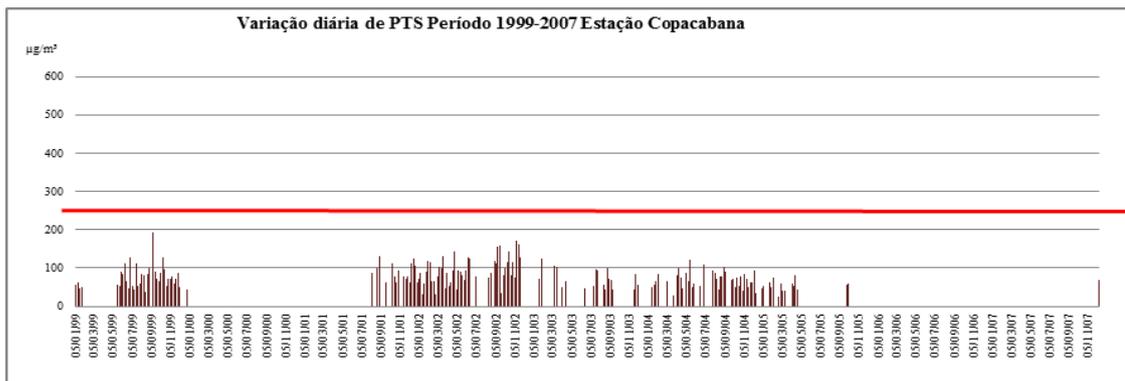


Figura 99- Variação diária de PTS Período 1999-2007 Estação Copacabana Fonte dos Dados INEA

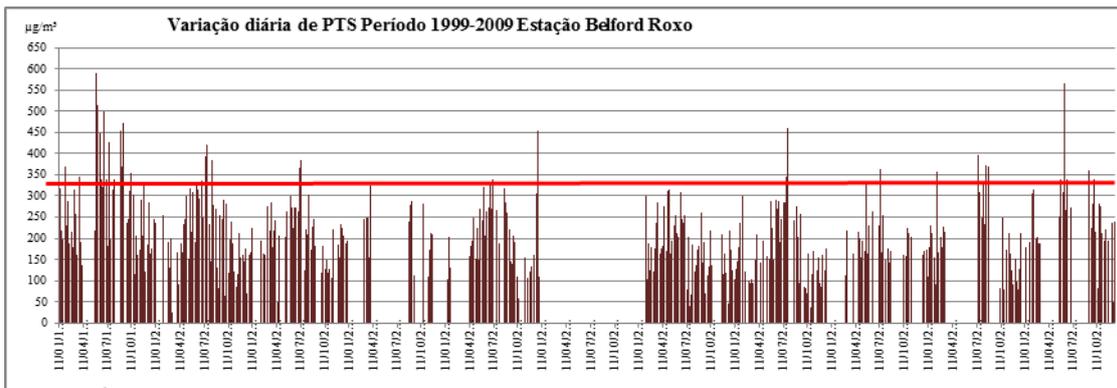


Figura 100- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação B.Roxo .Fonte dos Dados INEA

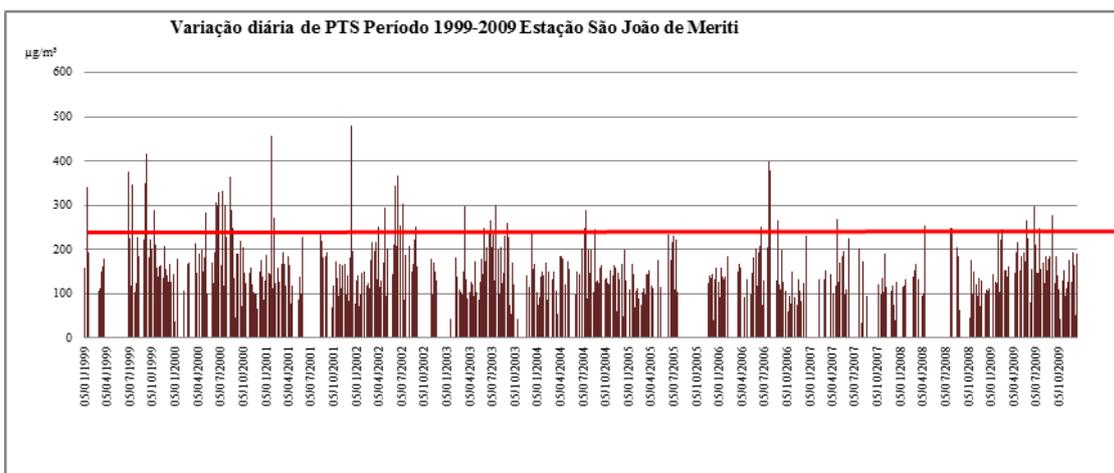


Figura 101- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação S.J Meriti .Fonte dos Dados INEA

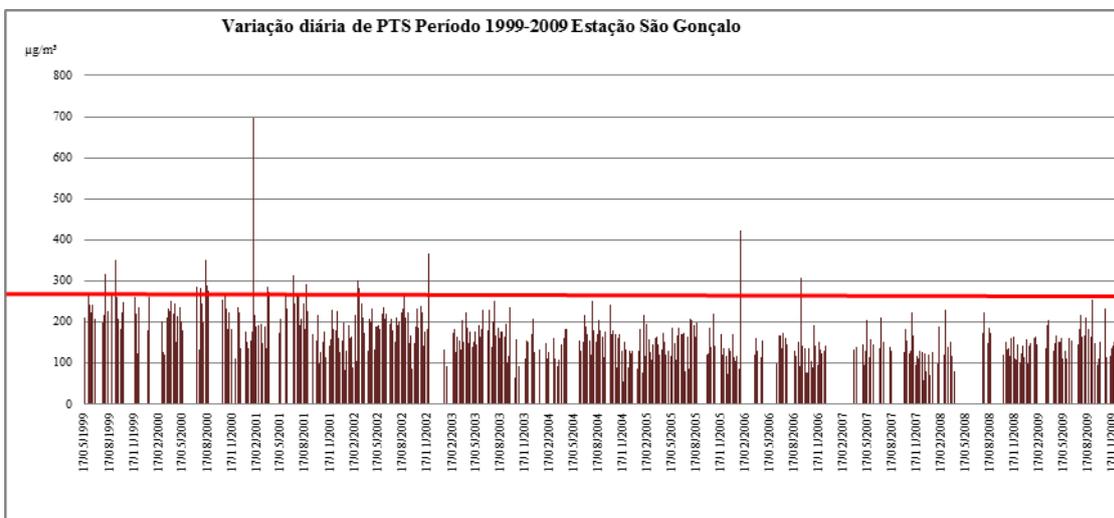


Figura 102- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação São Gonçalo .Fonte dos Dados INEA

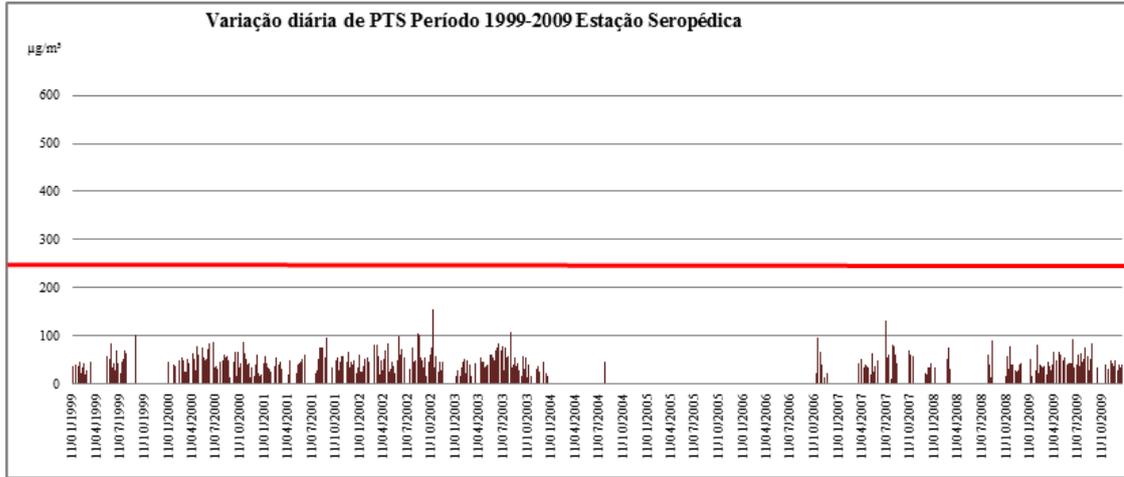


Figura 103- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Seropédica Fonte dos Dados INEA

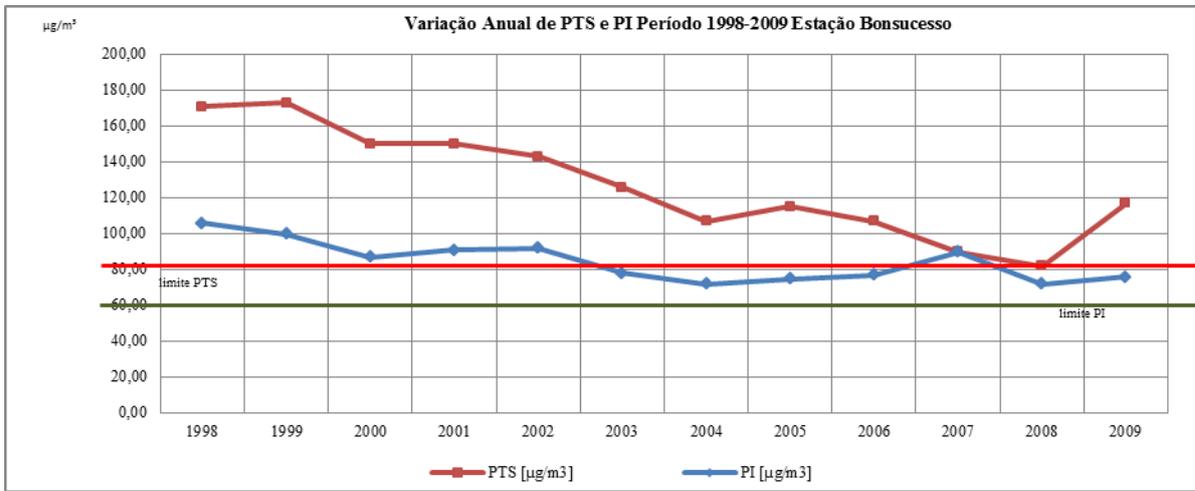


Figura 104- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação Bonsucesso. Fonte dos Dados INEA

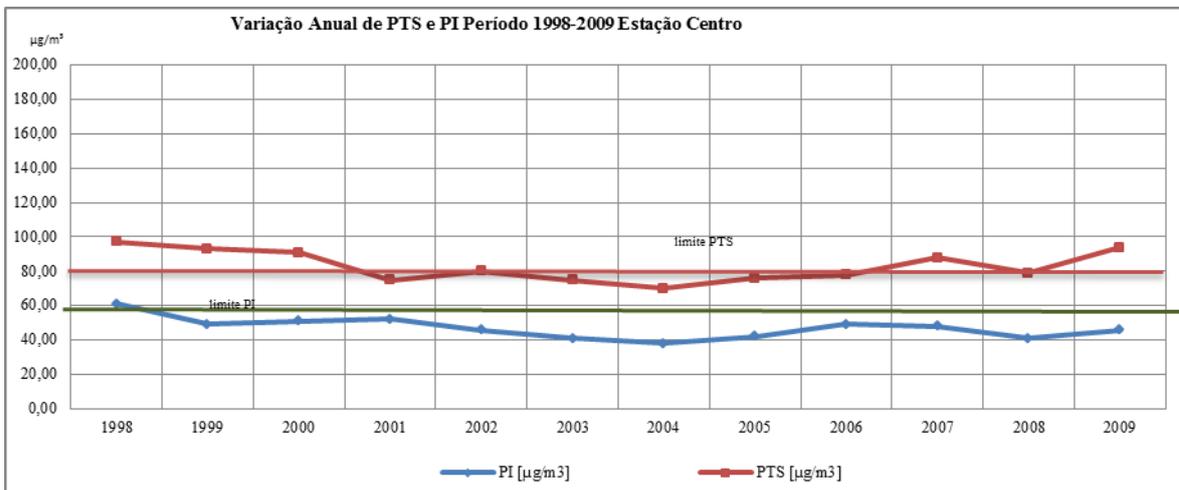


Figura 105- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação Centro. Fonte dos Dados INEA

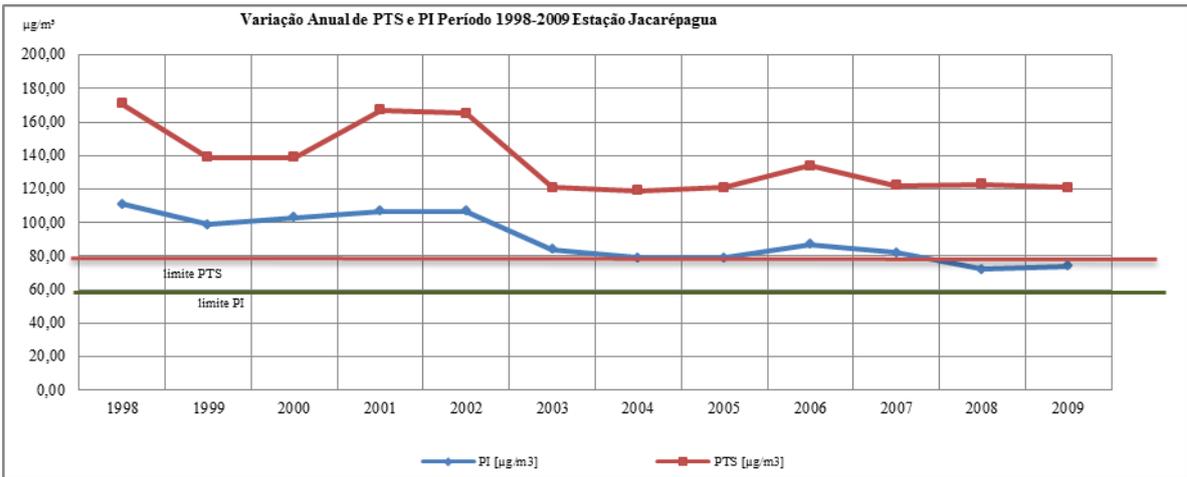


Figura 106- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação Jacarépagua. Fonte dos Dados INEA

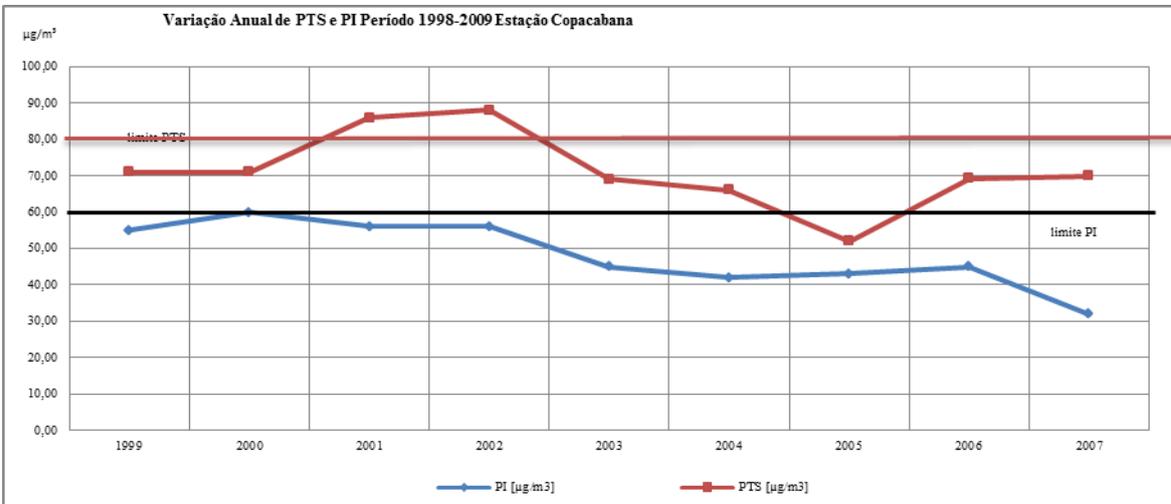


Figura 107- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação Copacabana. Fonte dos Dados INEA

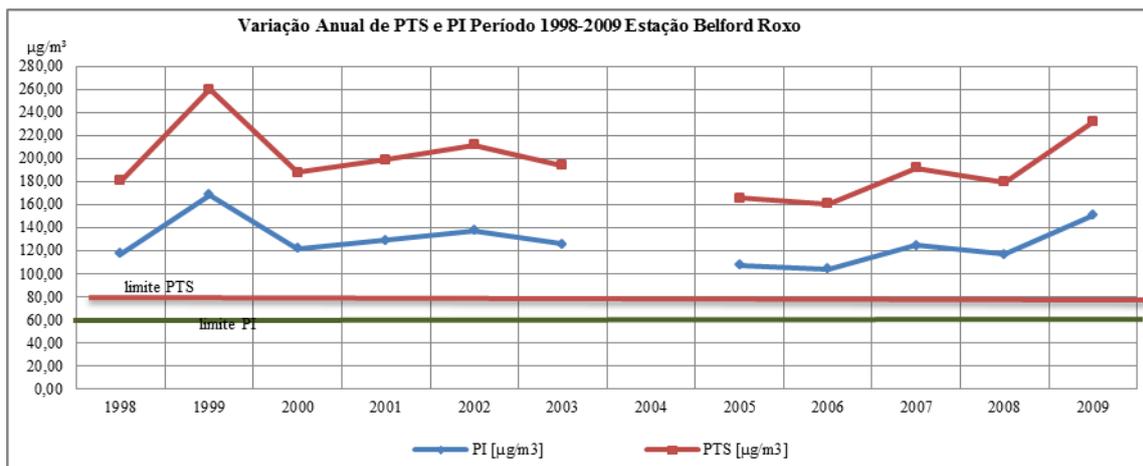


Figura 108- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação B.Roxo. Fonte dos Dados INEA

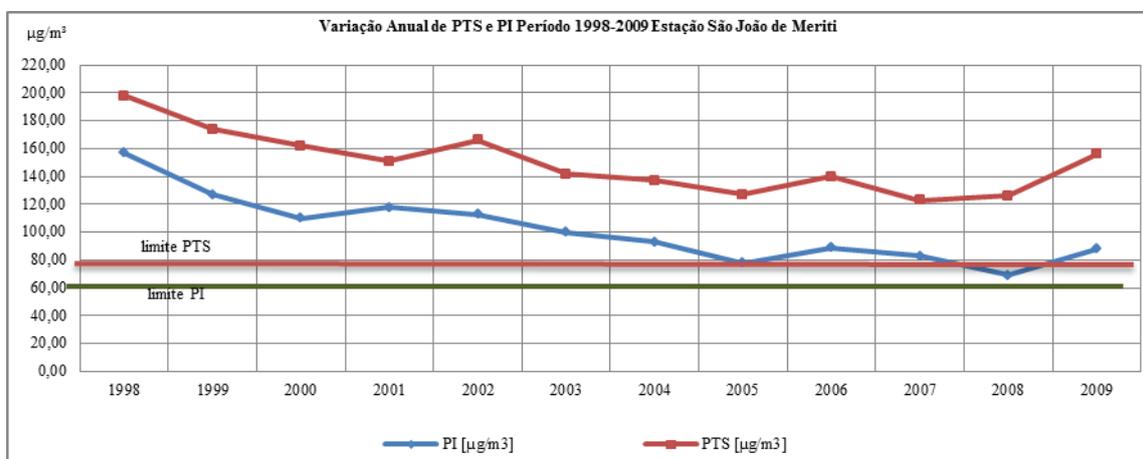


Figura 109- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação S.J Meriti. Fonte dos Dados INEA

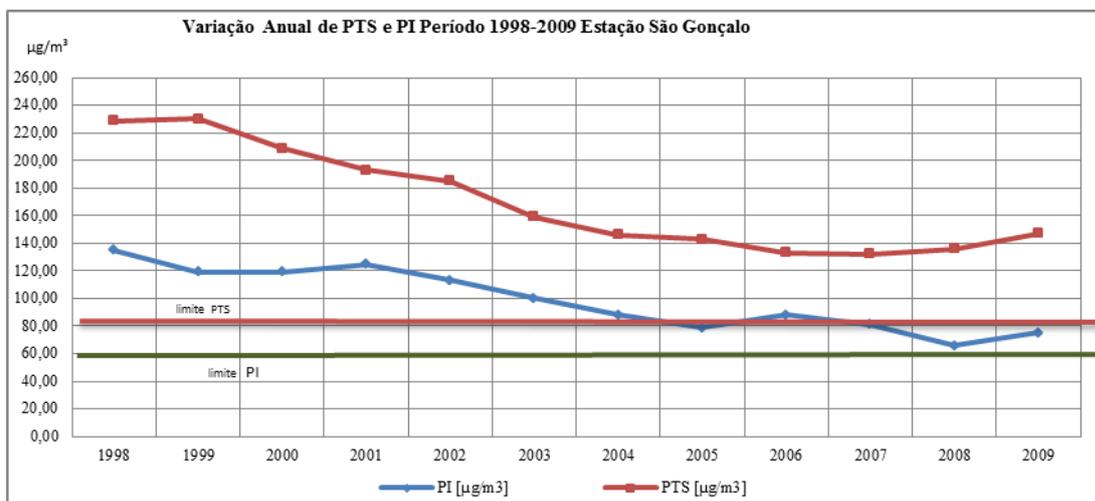


Figura 110- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação São Gonçalo. Fonte dos Dados INEA

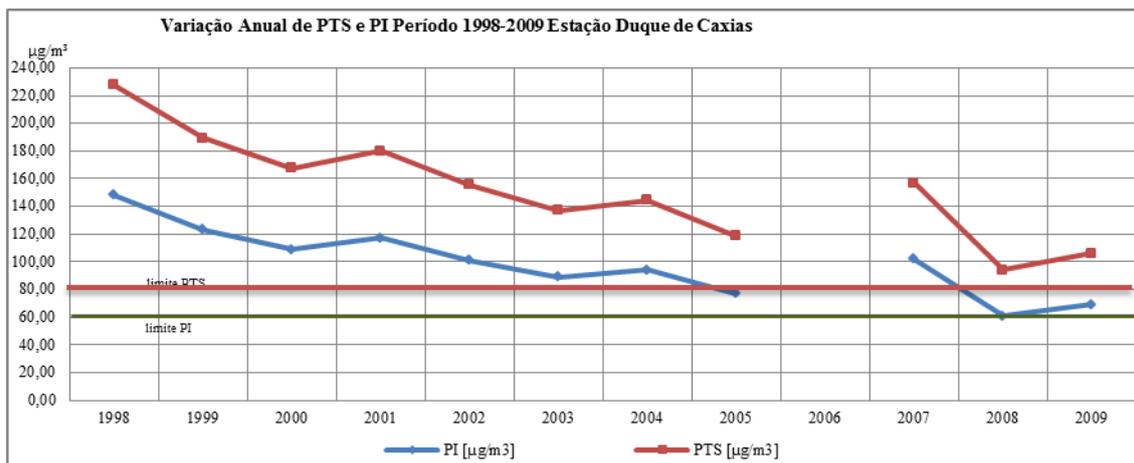


Figura 111- Variação Anual de PTS e PI Período 1998-2009 Estação D. Caxias. Fonte dos Dados INEA

As figuras de 112 a 116 mostram os dados das estações pertencentes à PETROBRAS. Localizadas próximas à Refinaria de Duque de Caixas (REDUC), estas estações estão situadas em bairros de classes mais baixas, carentes de infraestrutura adequada.. Com exceção das estações Pilar e Jardim Primavera, o comportamento guarda certa semelhança com o das estações do INEA, onde no início das séries os valores são elevados, decrescendo por volta de 2006 e voltando a elevar-se no final da série. Chama atenção a estação Pilar pois em 2008 registrou $700 \mu\text{m}^3$, valor extremamente alto.

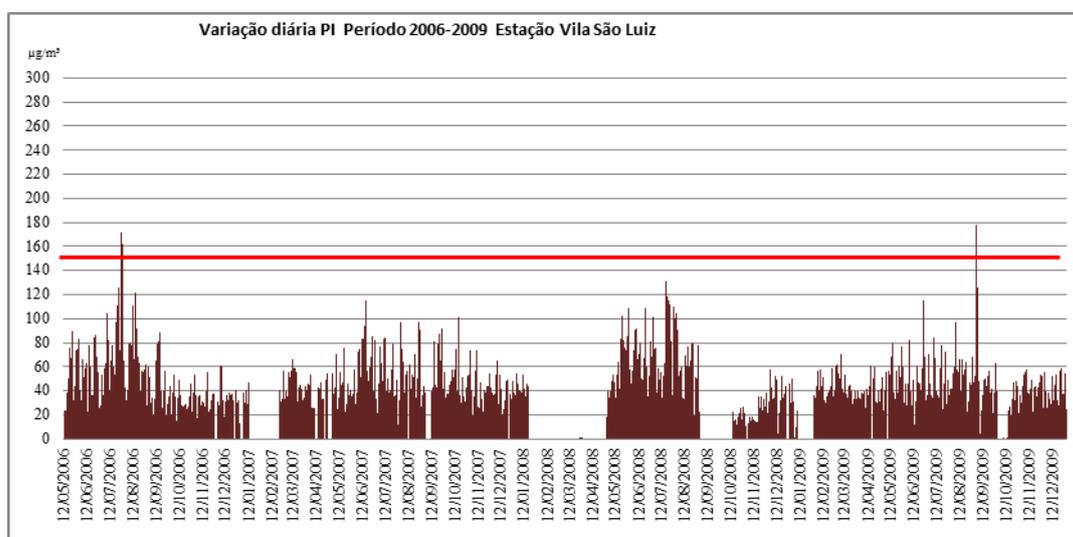


Figura 112- Variação diária de PI Período 2006-2009 Estação Vila São Luiz .Fonte dos Dados INEA

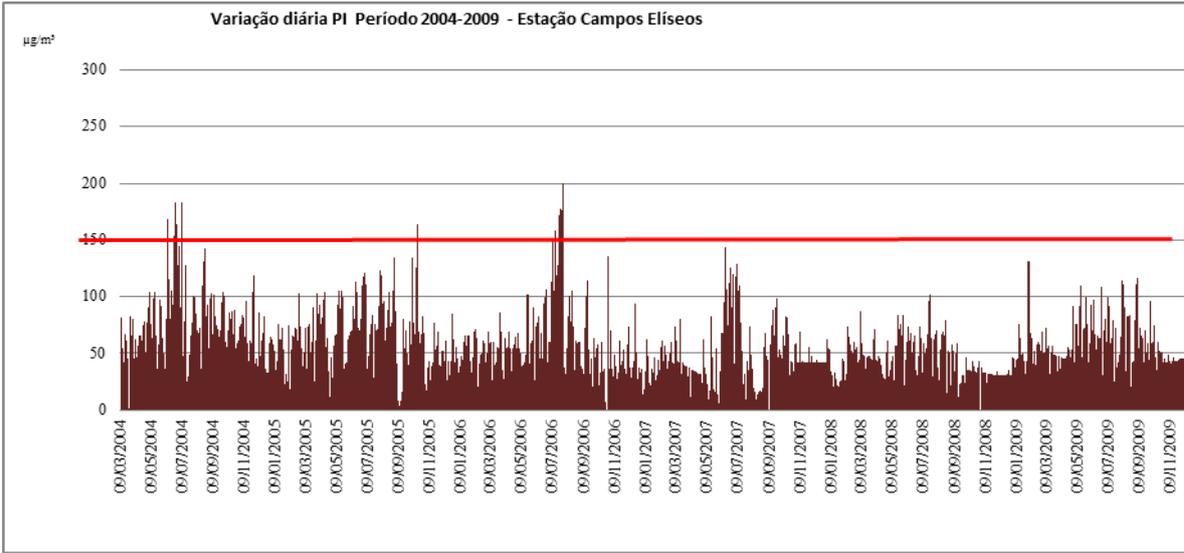


Figura 113- Variação diária de PI Período 2004-2009 Campos Elíseos .Fonte dos Dados INEA

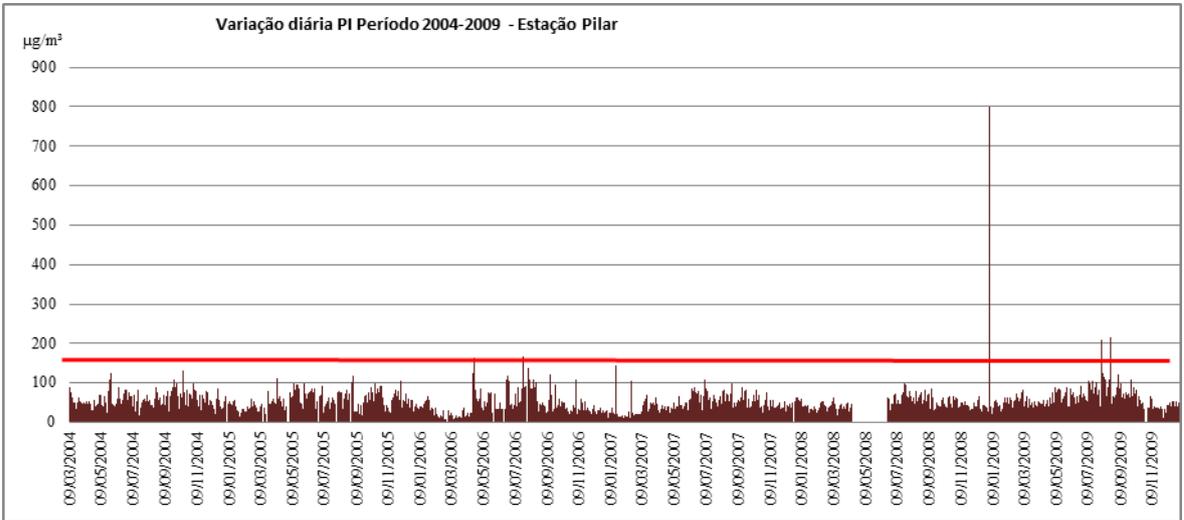


Figura 114- Variação diária de PI Período 2004-2009 Estação Pilar .Fonte dos Dados INEA

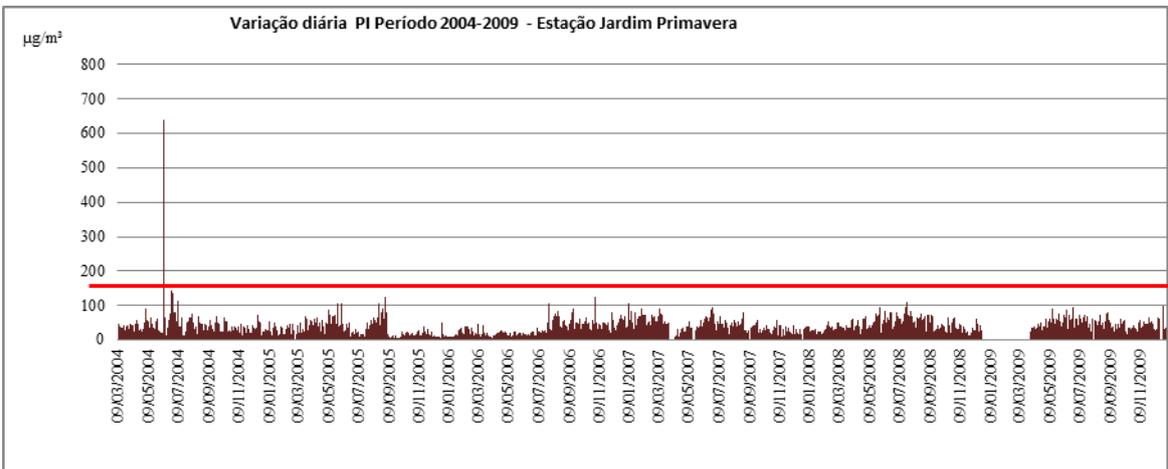


Figura 115- Variação diária de PI Período 2004-2009 Estação Jd. Primavera fonte dos Dados INEA

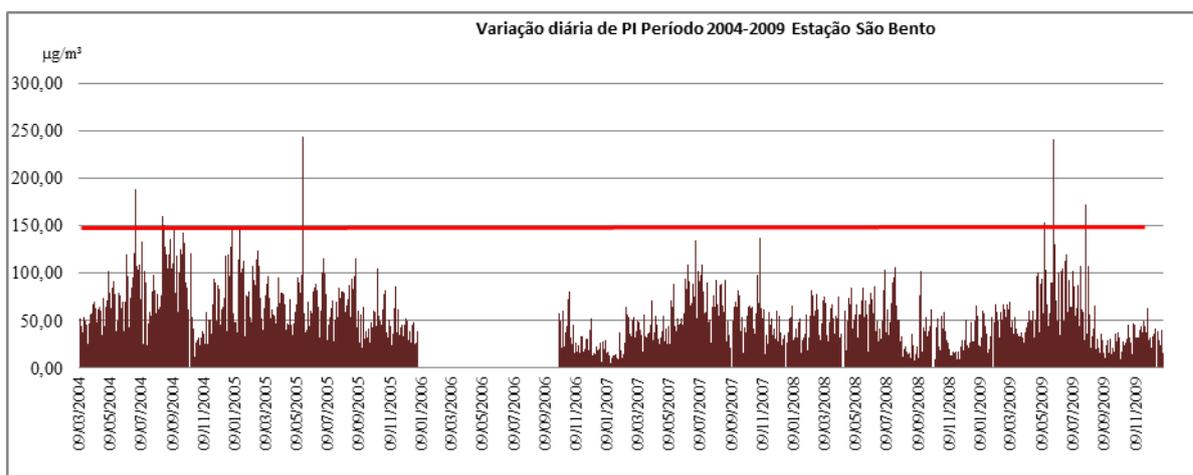


Figura 116- Variação diária de PI Período2004-2009E estação São Bento. Fonte dos Dados INEA

Fora da Região Metropolitana, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) opera algumas estações no município de Volta Redonda, Resende e Barra Mansa. Foram utilizados dados de 3 estações (figura 117 a 122 e 123 a 125), onde observa-se que as estações aeroclube e Sidervile apresentam um pico de elevação tanto de PTS quanto de PI no ano de 2007, nos dados diários e na média anual. Isso corrobora com o mesmo comportamento de outras Estações analisadas. Na estação Conforto, localizada em área próxima a indústrias, os níveis de poluição entre 2000 e 2002 são alarmantes chegando a registrar $1000 \mu\text{m}^3$ de PI e $1750 \mu\text{m}^3$ de PTS. Após isso há uma drástica redução nos índices. Apesar de não ter obtido informações, provavelmente, possa ter originado em ações nas chaminés de fabricas com instalação de filtros, por exemplo. Entretanto em 2007 volta a registrar um pequeno pico de poluição.

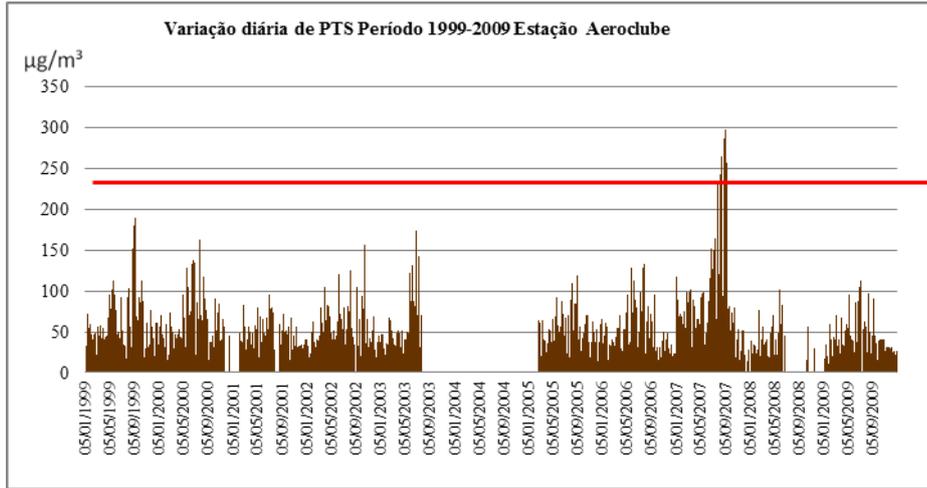


Figura 117- Variação diária de PTS Período 1999-2009 Estação Aeroclub. Fonte dos Dados INEA

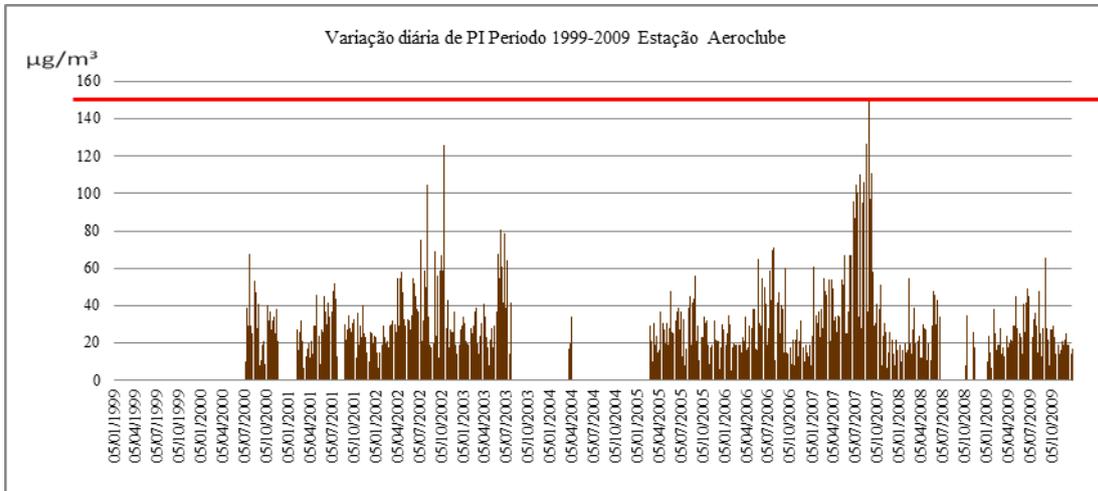


Figura 118- Variação diária de PI Período 1999-2009 Estação Aeroclub. Fonte dos Dados INEA

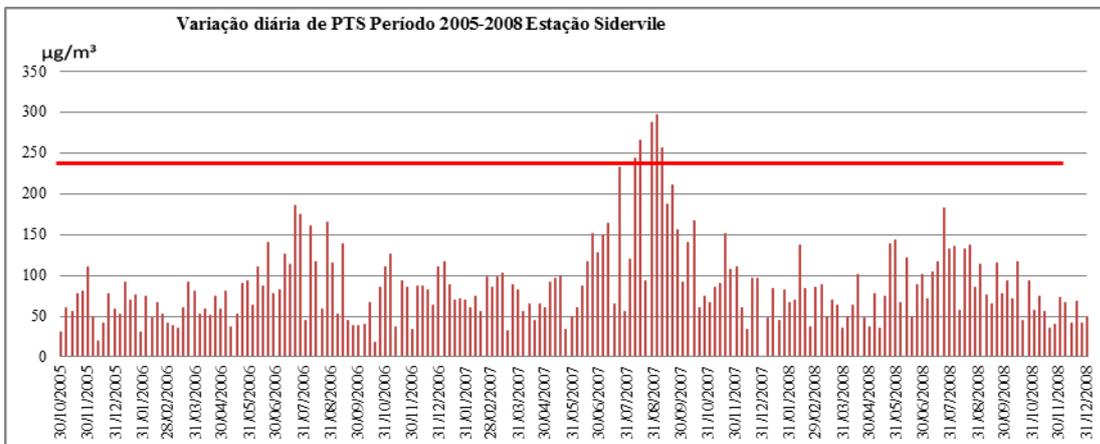


Figura 119- Variação diária de PTS Período 2005-2008 Estação Siderville. Fonte dos Dados INEA

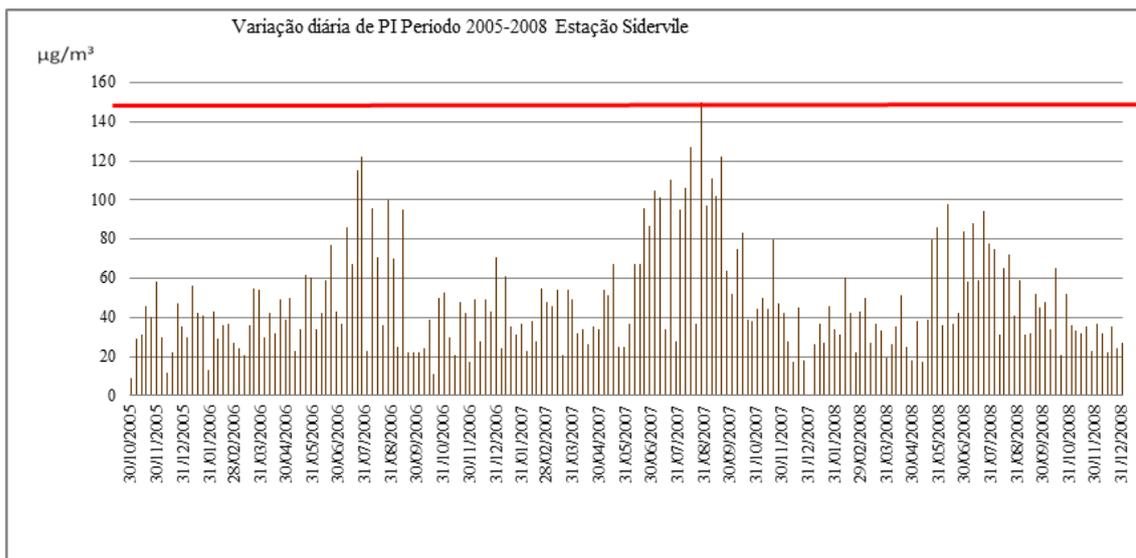


Figura 120- Variação diária de PI Período 2005-2008 Estação Sidervile. Fonte dos Dados INEA

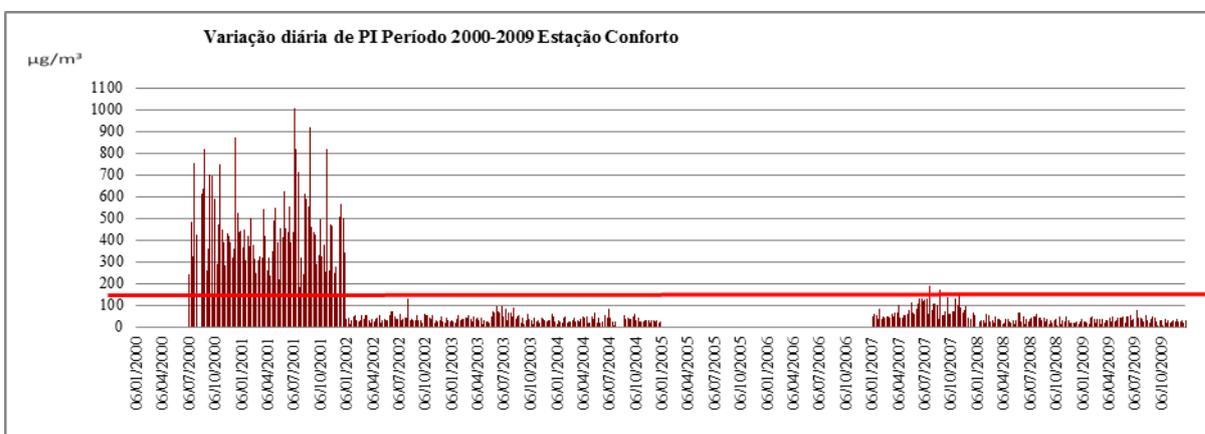


Figura 121- Variação diária de PI Período 2000-2009 Estação Conforto Fonte dos Dados INEA

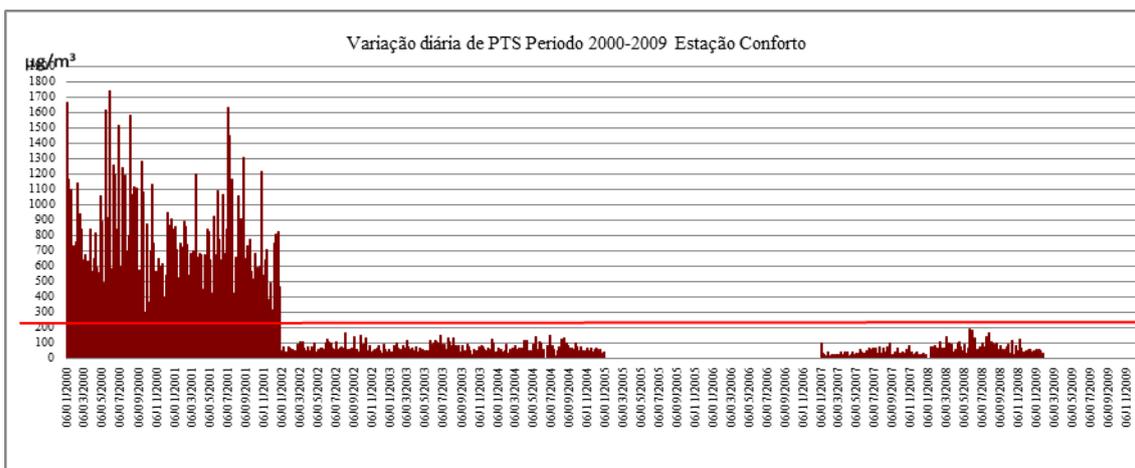


Figura 122- Variação diária de PTS Período 2000-2009 Estação Conforto Fonte dos Dados INEA

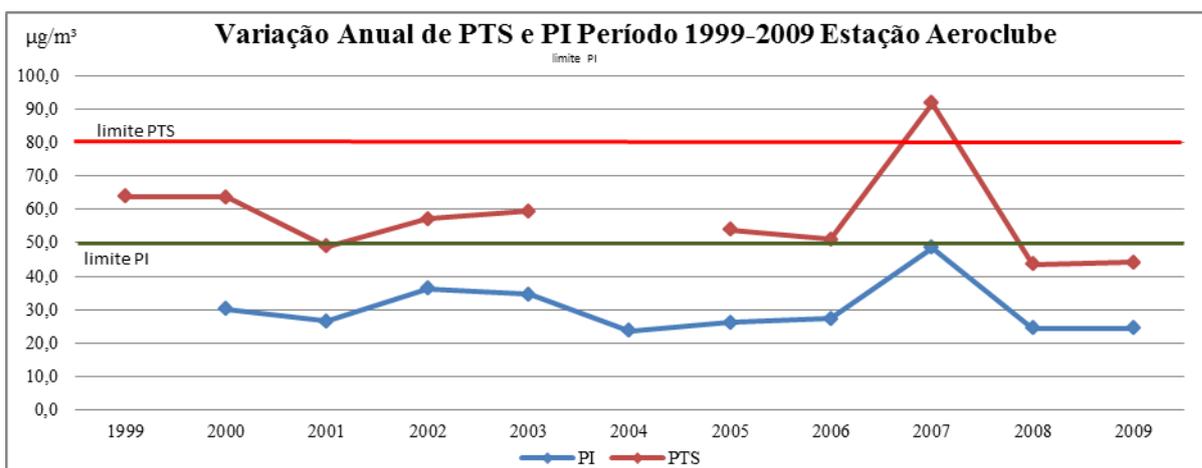


Figura 123- Variação anual de PTS e PI Período 1999-2009 Estação Aeroclub Fonte dos Dados INEA

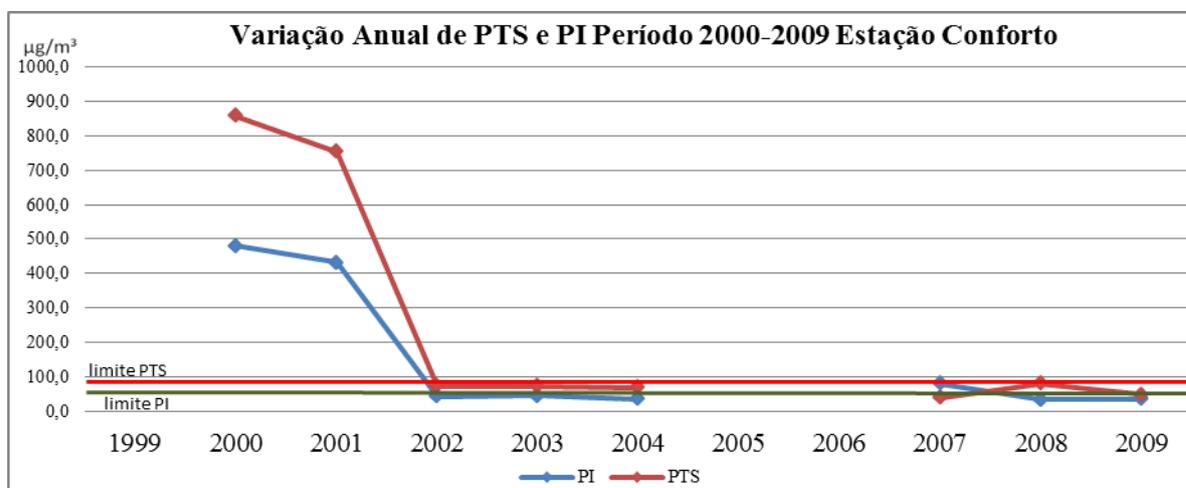


Figura 124- Variação anual de PTS e PI Período 2000-2009 Estação Conforto Fonte dos Dados INEA

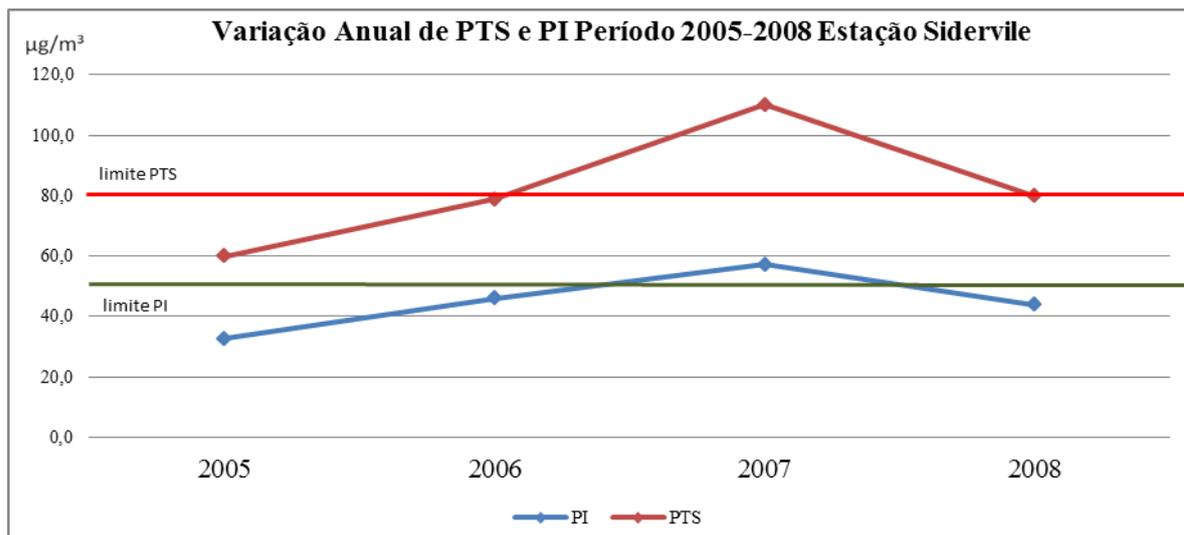


Figura 125- Variação anual de PTS e PI Período 2005-2008 Estação Sidervile Fonte dos Dados INEA

Essas análises, a despeito das dificuldades apontadas em relação as séries dos dados, revelam que é preocupante a qualidade do ar em diversas localidades. Deve-se ressaltar que os padrões de qualidade do ar utilizados, são baseados em uma legislação antiga, com 21 anos de elaboração e em um contexto de urbanização diferente do atual. Por isso a Organização Mundial de Saúde (OMS) tem feito estudos em parcerias com pesquisadores e universidades do mundo todo para desenvolver novos parâmetros de qualidade do ar. Os Estados Unidos e Europa já adotam o padrão da OMS e o Estado de São Paulo a partir desse ano adotará o padrão OMS. Os critérios da OMS são mais restritivos que os do CONAMA 03/90, principalmente, em relação ao material particulado, que passa a ser obrigatória a medição de particulado PM 2,5 que é mais perigoso que o PM10. O PM 10 passa a ter o limite diário de $50\mu\text{m}^3$ para limite diário e $20\mu\text{m}^3$ (World Health Organization 2006) Se o padrão da OMS fosse aplicado no Estado do Rio de Janeiro todas as estações estariam enquadradas em índices críticos à saúde.

Portanto é urgente a adoção de ações para melhoria da qualidade do ar a fim de que se tenha um diagnóstico preciso da situação no Estado e em grande parte do território.

5.4 Análise Complementar de Risco: Aplicação do Modelo de Trajetória Cinemática para algumas Regiões do Estado

Conforme foi mencionado, a rede de monitoramento da qualidade do ar no Estado do Rio de Janeiro é concentrada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e no Médio

Paraíba, principalmente, nos municípios de Volta Redonda e de Barra Mansa. Além disso, uma série de problemas nas estações dificulta obter diagnóstico preciso da real situação como o número grande de estações manuais, onde são obtidas poucas medidas por mês, nem todas as estações apresentam sensores para poluentes mais tóxicos como CO e O₃ entre outros.

Na tentativa de compensar a ausência de dados de qualidade do ar para outras Regiões do Estado e tentar inferir a possível relação entre a influência da poluição na ocorrência de doenças respiratórias, foram realizadas simulações das trajetórias dos poluentes a partir da localização de alguns empreendimentos altamente poluidores no Estado e verificar que regiões são afetadas e com isso verificar se pode inferir que estes podem estar relacionados com as doenças. Essas simulações foram processadas no modelo de trajetórias cinemáticas desenvolvido por Matsuo, Hallak e Freitas. Esse modelo utiliza as análises que são geradas pelo modelo RAMS, apenas as variáveis referentes ao campo de vento (u, v e w). O RAMS (Regional Modeling System) é um modelo de simulação atmosférica, onde por meio dos dados meteorológicos do NCEP (National Centers for Environmental Prediction) simula o comportamento dos ventos, brisas na área de estudo. Entre as inúmeras variáveis que o RAMS utiliza para simular o comportamento sinótico, é utilizado dados meteorológicos, (pressão, vento, umidade temperatura), o relevo, tipo de vegetação, espessura e tipo de solo entre outros. Assim, o modelo de trajetórias cinemáticas gera trajetórias considerando os elementos do espaço das localidades escolhidas.

Devido a problemas técnicos e a instabilidade do software do modelo, só foi possível fazer a simulação para três locais e uma data. Os locais escolhidos foram a Refinaria de Duque de Caxias (REDUC) em Duque de Caxias; A Companhia siderúrgica Nacional (CSN), localizada no município de volta Redonda e a indústria Sucro-Química localizada em Campos dos Goytacazes.

Essas indústrias foram escolhidas por se tratarem de ramos que emitem maior quantidade de poluentes e serem importantes parques industriais no Estado (CSN e REDUC) e no caso da Sucro-Química por ser uma indústria do ramo sucro-aleoleiro, que é a principal atividade na região Norte do Estado. Foram escolhidas três datas das quais só se conseguiu processar para o dia 27/08/2007. Neste dia foram registrados valores elevados de material particulado, principalmente, pelas estações da CSN. Na estação Vila Santa Cecília, por exemplo, foi registrado as 18:30 um total de 388,9 µg/m³ de PTS.

Analisando as figuras 126 e 127 podemos observar as mudanças da circulação no período da manhã e na tarde para o Estado. Às 11 horas, a porção sul do Estado, há o predomínio de ventos que circulam de noroeste e leste para sudeste e na porção norte e no

centro do Estado os ventos circulam de nordeste e norte para sul e sudeste. Às 14 horas, a circulação se inverte, passando na parte sul a circular de sul e sudeste para norte e noroeste e na parte norte, circulam de noroeste para nordeste. Este comportamento demonstra a atuação predominante do anticiclone do atlântico sul na Região e, principalmente, no período da tarde, a atuação das brisas marítimas.

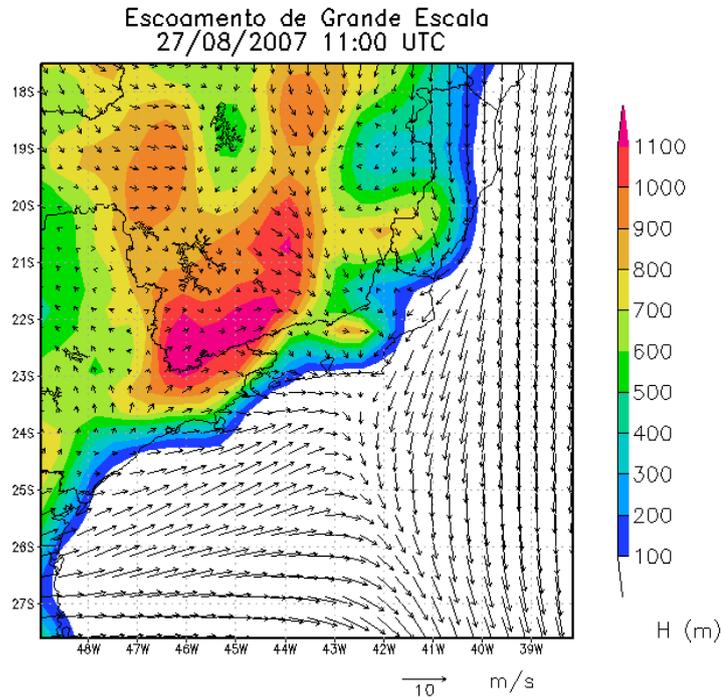


Figura 126-Modelo da Circulação da atmosfera para 27/08/2007 as 11 h. Elaborado pelo Prof Dr Jorge Luis Oliveira (UFF)

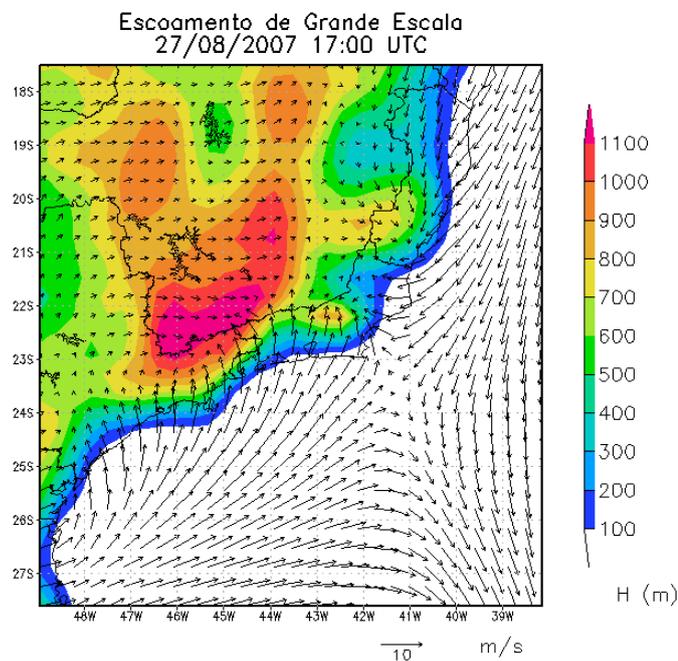


Figura 127- Modelo da Circulação da atmosfera para 27/08/2007 as 17 h. Elaborado pelo ProfDr Jorge Luis Oliveira (UFF)

Ao observarmos o modelo para a REDUC (figuras 128 e 129), no horário de 8 horas a trajetória acompanha o sentido de circulação do vento, seguindo para Leste e nordeste. O que chama atenção é o fato dos poluentes chegarem a Região Norte do Estado, a mais de 200 km de distancia da fonte geradora.

No período da tarde, com a mudança dos Ventos, a trajetória do poluente segue para a Região Serrana e Centro- Sul fluminense e atingindo o Estado de Minas Gerais. Podemos ver que os poluentes nesse horário atingem uma altitude menor, provavelmente, pelo efeito do relevo da Serra do Mar, o que representa um risco maior para doenças, pois a baixas altitudes podem acontecer deposições dos poluentes, retenção pelo relevo e a população estar mais exposta.

Com esses dados podemos ver que regiões que possuem um número pequeno de indústrias, se comparado à Região Metropolitana, podem sofrer importação de poluentes, não só da REDUC, mas de outras industrias localizadas próximas a esta. Ao relacionarmos os registros de internações de alguns municípios afetados podemos ver que alguns municípios que possuem os maiores registros de internações nas suas respectivas regiões, são atravessados pelos poluentes e em baixa altitude, o que é prejudicial, pois potencializa o tempo de exposição. Nas figuras 130 a 133 podemos ver que alguns municípios como Duque de Caxias, Magé, Campos, São Fidelis, Paraíba do Sul, Petrópolis são municípios que apresentam os maiores registros nas suas regiões, alguns deles como Paraíba do Sul, Magé não possuem parques industriais de grande porte, o que significa que poluentes oriundos da REDUC e indústrias dessas regiões estão contribuindo para um quadro de qualidade do ar fora dos padrões e consequentes problemas respiratórios.

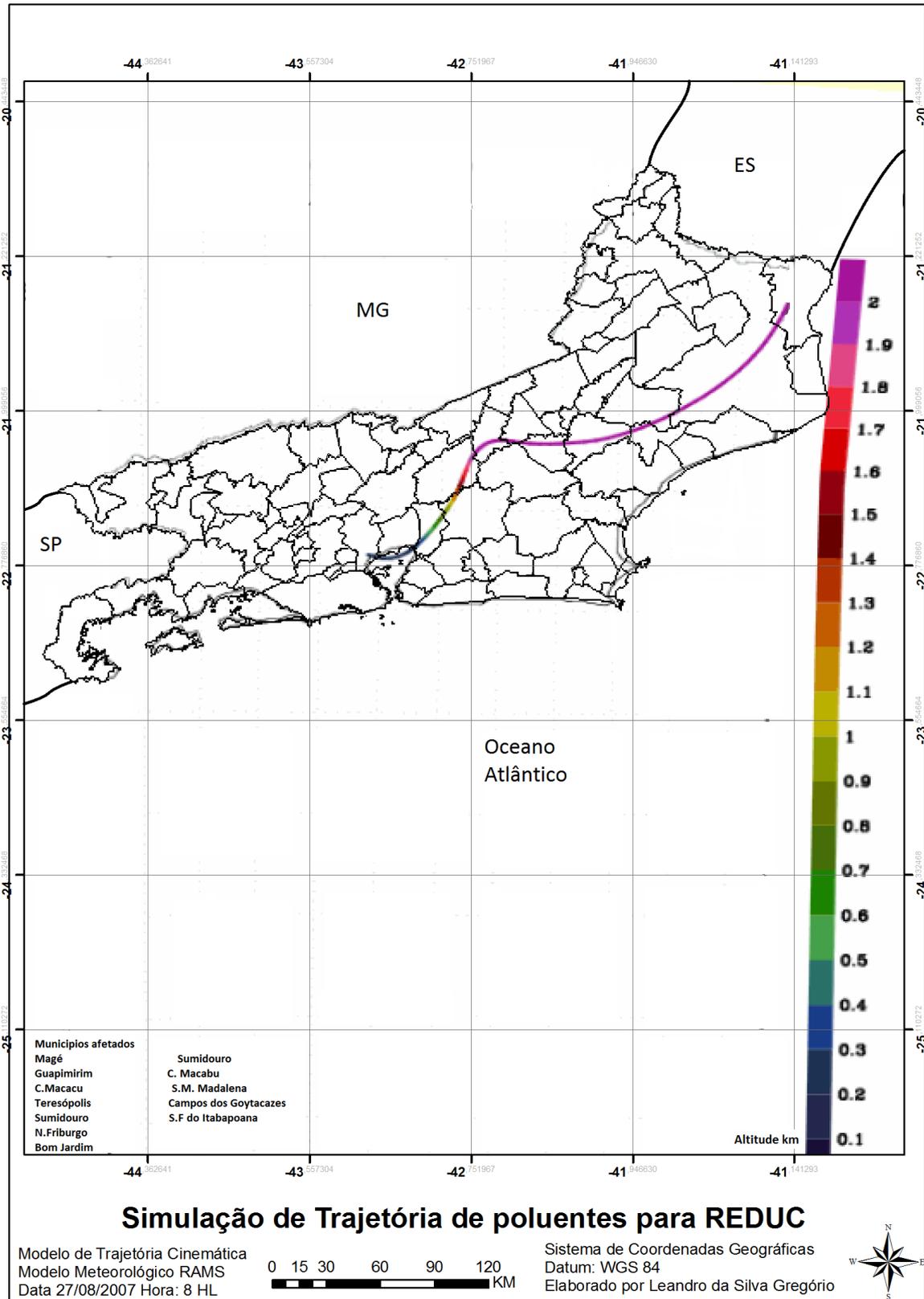


Figura 128- Modelo de trajetória para REDUC em 27/08/2007 as 08 h. Modelagem elaborada pelo Prof Dr Jorge Luis Oliveira (UFF), layout por Leandro da Silva Gregório

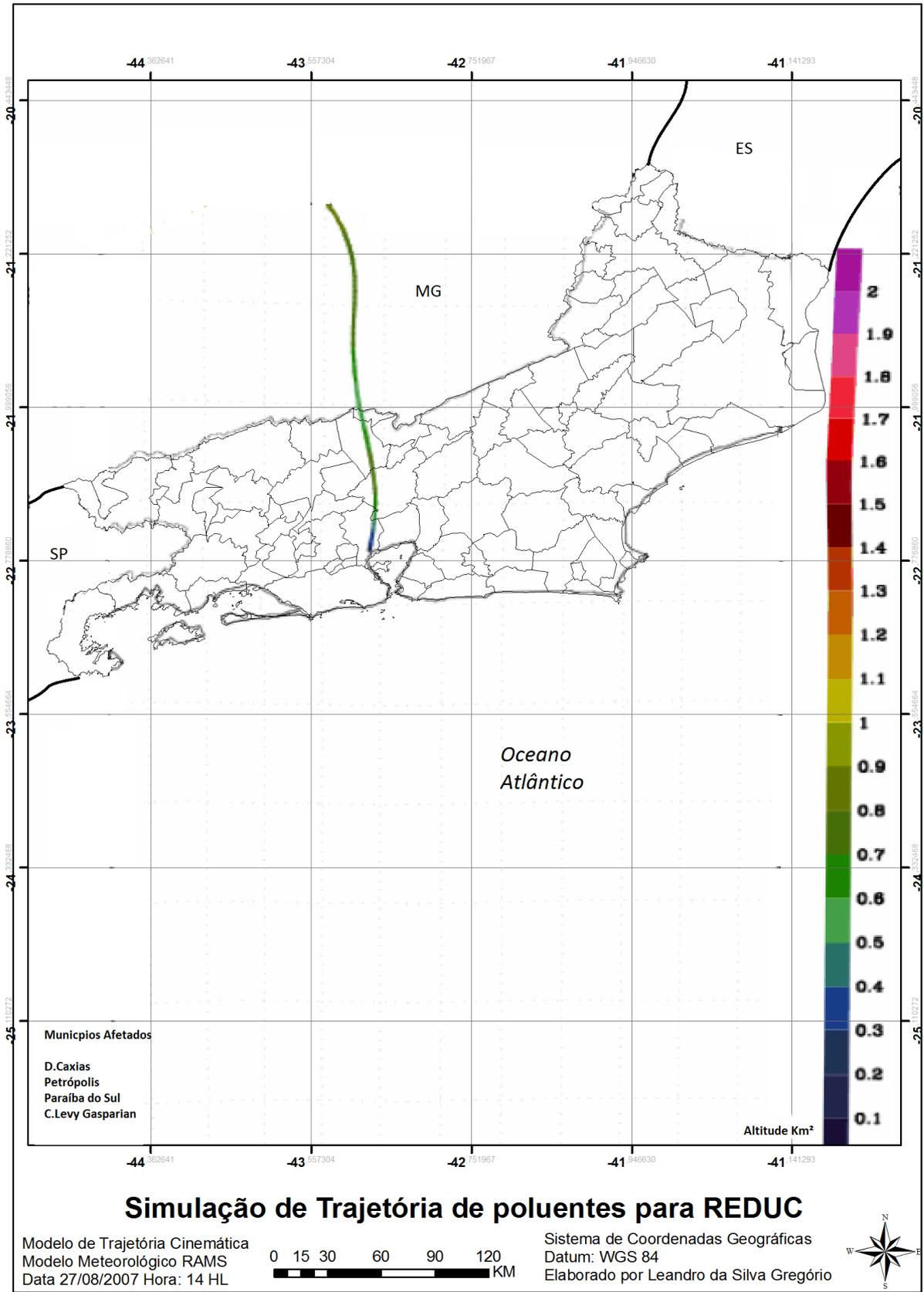


Figura 129- Modelo de trajetória para REDUC em 27/08/2007 as 14 h. Modelagem elaborada pelo ProfDr Jorge Luis Oliveira (UFF), layout por Leandro da Silva Gregório

Internaçõesna RMRJ em 2007	
Belford Roxo	318
Duque de Caxias	640
Guapimirim	64
Japeri	710
Itaboraí	855
Magé	450
Nilópolis	117
Niterói	451
Nova Iguaçu	582
Paracambi	197
Queimados	372
Rio de Janeiro	4300
São Gonçalo	5852
São João de Meriti	224
Seropédica	78
Tanguá	23
<p>Figura 130- Internações por Doenças Respiratórias na Região Metropolitana em 2007 fonte dos dados: DATA SUS</p>	

Internações na Região Serrana em 2007	
BomJardim	80
Cantagalo	69
Carmo	41
Cordeiro	41
DuasBarras	28
Macuco	4
Nova Friburgo	272
Petrópolis	317
Santa Maria Madalena	19
São José do Vale do Rio Preto	85
São Sebastião do Alto	41
Sumidouro	28
Teresópolis	479
Trajano de Moraes	21
<p>Figura 131- Internações por Doenças Respiratórias na Região Serrana em2007 fonte dos dados: DATA SUS</p>	

Internações na Região Centro-Sul em 2007	
Areal	22
Comendador Levy Gasparian	24
Engenheiro Paulo de Frontin	76
Mendes	47
Miguel Pereira	42
Paraíba do Sul	125
Paty do Alferes	46
Sapucaia	11
Três Rios	360
Vassouras	64
<p>Figura 132- Internações por Doenças Respiratórias na Região Centro-Sul Fluminense em 2007 fonte dos dados: DATA SUS</p>	

Internações Região Norte Fluminense	
Campos dos Goytacazes	614
carapebus	3
Cardoso Moreira	11
Conceição de Macabu	25
Macaé	124
Quissamã	40
São Fidélis	319
São Francisco de Itabapoana	33
São João da Barra	49
<p>Figura 133- Internações por Doenças Respiratórias na Região Norte Fluminense em 2007 fonte dos dados: DATA SUS</p>	

A segunda modelagem foi realizada para a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) localizada em Volta Redonda, para o dia 27/08/2007 nos horários de 8 hl e 14 hl. No horário de 8 horas a trajetória tende para leste e sudeste, chegando até a Região das baixadas Litorâneas, acompanhando assim a direção dos ventos conforme mostra a figura 134.

Às 14 horas a trajetória se desloca para o sul do Estado passando por alguns municípios da Região Centro-sul e a cidade do Rio de Janeiro (figura 135)

O que chama atenção na modelagem para CSN é a grande distancia que os poluentes oriundos de siderurgia atingem e com isso municípios distantes podem estar recebendo poluentes que não se relacionam com atividades desenvolvidas neles. É fato que no modelo observa-se que os poluentes atingem 2000 metros de altitude ao atravessar essas regiões, porém o modelo tem a limitação de não prever correntes descendentes ou qualquer evento que possa levar esses poluentes para níveis mais baixos da atmosfera e afetar a população.

Alguns municípios por onde a trajetória dos poluentes da CSN passam são os mesmos afetados pela trajetória da REDUC como, por exemplo, Petrópolis e Guapimirim. Isto demonstra como os municípios dessas áreas estão na rota da varias fontes poluentes, o que é preocupante.

Podemos observar também que no município de Volta Redonda e vizinhos como Barra Mansa e Valença, a altitude dos poluentes é baixa, o que pode representar maior tempo na baixa atmosfera e maior tempo de exposição. Com essas informações pode-se inferir a influencia na saúde. A figura 136 mostra que na Região do Médio Paraíba, os municípios de Volta Redonda, Valença e Barra Mansa são os que possuem os maiores registros de internação. Vale ressaltar que além da CSN, existem outras empresas dos setores de metalurgia, química entre outras, formando um parque industrial importante na região e logicamente varias fontes poluidoras.

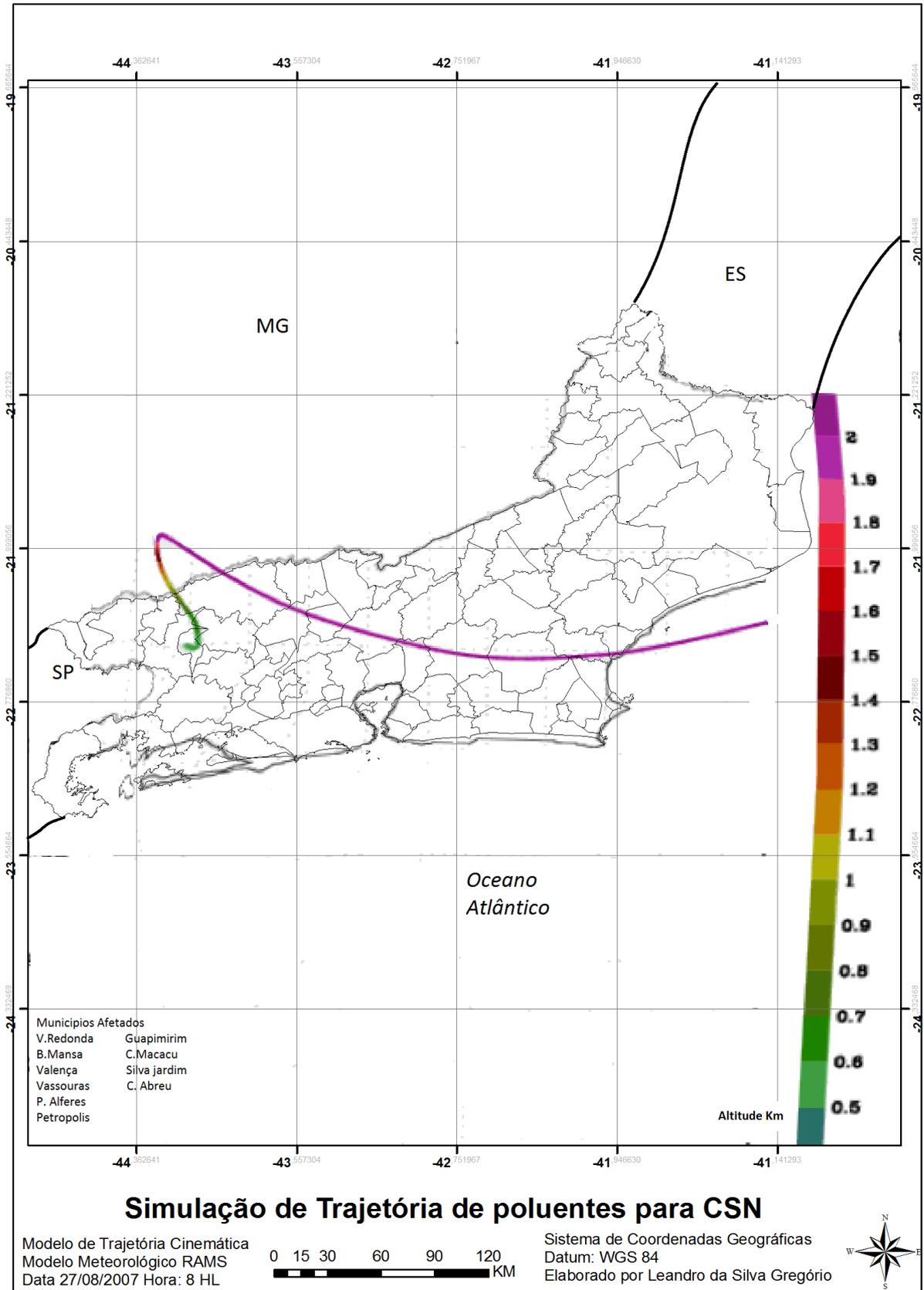


Figura 134- Modelo de trajetória para CSN em 27/08/2007 as 8 h. Modelagem elaborada pelo Prof Dr Jorge Luis Oliveira (UFF), layout por Leandro da Silva Gregório

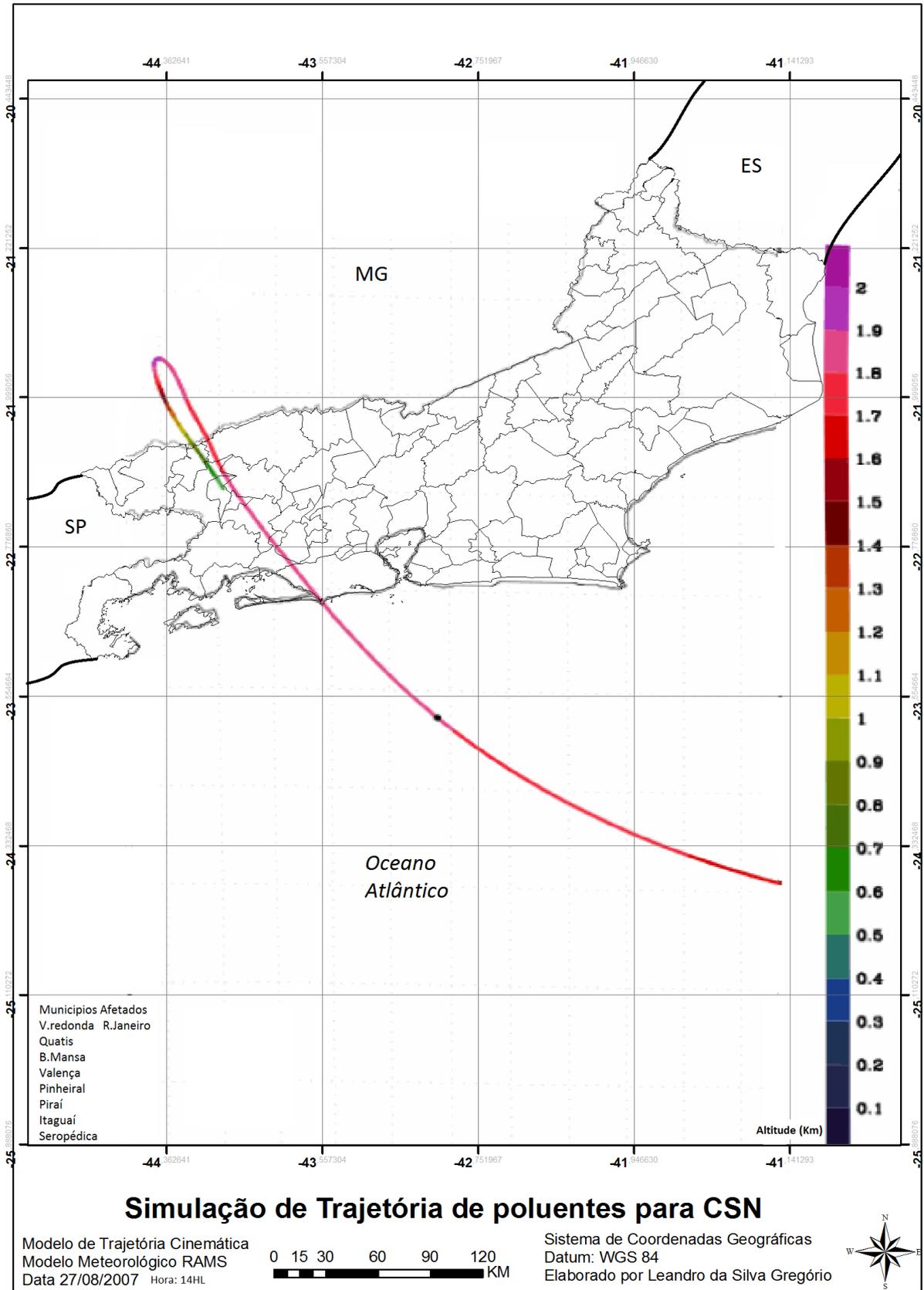


Figura 135- Modelo de trajetória para CSN em 27/08/2007 as 14 h. Modelagem elaborada pelo Prof .Dr Jorge Luis Oliveira (UFF), layout por Leandro da Silva Gregório

Internações na Região do Médio Paraíba em 2007	
Barra do Piraí	312
Barra Mansa	242
Itatiaia	43
Pinheiral	28
Piraí	38
Porto Real	24
Quatis	40
Resende	219
Rio Claro	35
Rio das Flores	28
Valença	222
Volta Redonda	592
Figura 136- Internações por Doenças Respiratórias na Região Centro-Sul Fluminense em 2007 fonte dos dados: DATA SUS	

A terceira simulação foi feita para a Região Norte do Estado. Foi escolhida por se tratar de uma região sem qualquer dado de qualidade do ar e apresentar alguns municípios com número de internações bastante elevado. Com isso, a simulação buscou verificar a possível influencia de indústrias na região. O município de Campos dos Goytacazes é o maior da região e apresenta o maior número de indústrias. A empresa Sucro-Quimica é uma empresa do ramo químico, relacionado com a indústria de processamento da cana de açúcar que é a principal cultura na Região.

Ao analisarmos a modelagem para 8 horas da manhã (figura 137) a trajetória segue no sentido Noroeste, o mesmo trajeto ocorre às 14 horas (figura 138), porém, às 8 horas a trajetória tem maior extensão e às 14 horas a trajetória é mais deslocada para norte. Pode-se destacar nessa modelagem que o diferencial em relação às outras duas anteriores é a altitude ser mais baixa e em quase toda a extensão, não ultrapassando 400 metros de altitude. Isso, como já mencionado, facilita a retenção de poluentes e o tempo de exposição.

Na tentativa de relacionar com os dados da saúde (figuras 139 e 140), há fortes indícios de que os poluentes emitidos pelas indústrias próximas podem estar influenciando em índices ruins de qualidade do ar. Chega-se a essa possibilidade, pois Campos dos Goytacazes e São Fidélis na Região Norte e Santo Antônio de Pádua, Cambuci, Itaocara, Itaperuna e Bom Jesus do Itapaboana, na Região Noroeste Fluminense são os municípios que registraram o maior número de internações em 2007. Alguns casos como Santo Antônio de Pádua e São Fidélis, que, praticamente, não possuem indústrias, tiveram registro maior que São João de

Meriti, Nilópolis e Paracambi que estão na região Metropolitana, o que pode significar que as indústrias da Região norte e poluentes vindos de regiões mais distantes, como apontaram as modelagens para REDUC e CSN, podem estar afetando a qualidade do ar e saúde da população. Além disso, outro complicador é o fato das regiões Norte e Noroeste fluminense serem as mais pobres e com piores indicadores de condições de vida, o que agrava o tratamento e a prevenção para esses problemas.

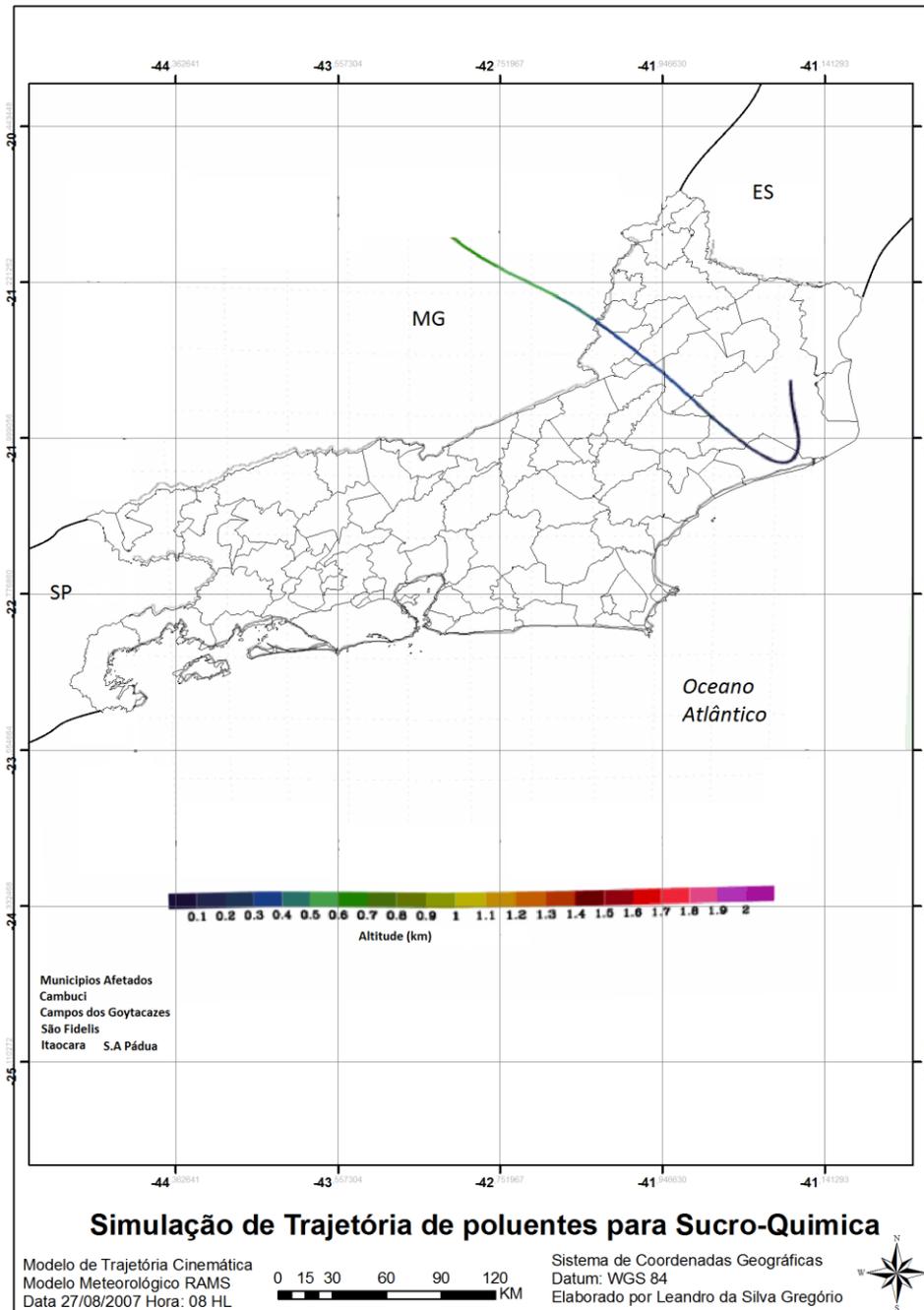


Figura 137- Modelo de trajetória para Sucro-Quimica em 27/08/2007 as 08 h. Modelagem elaborada pelo Prof.Dr Jorge Luis Oliveira (UFF), layout por Leandro da Silva Gregório.

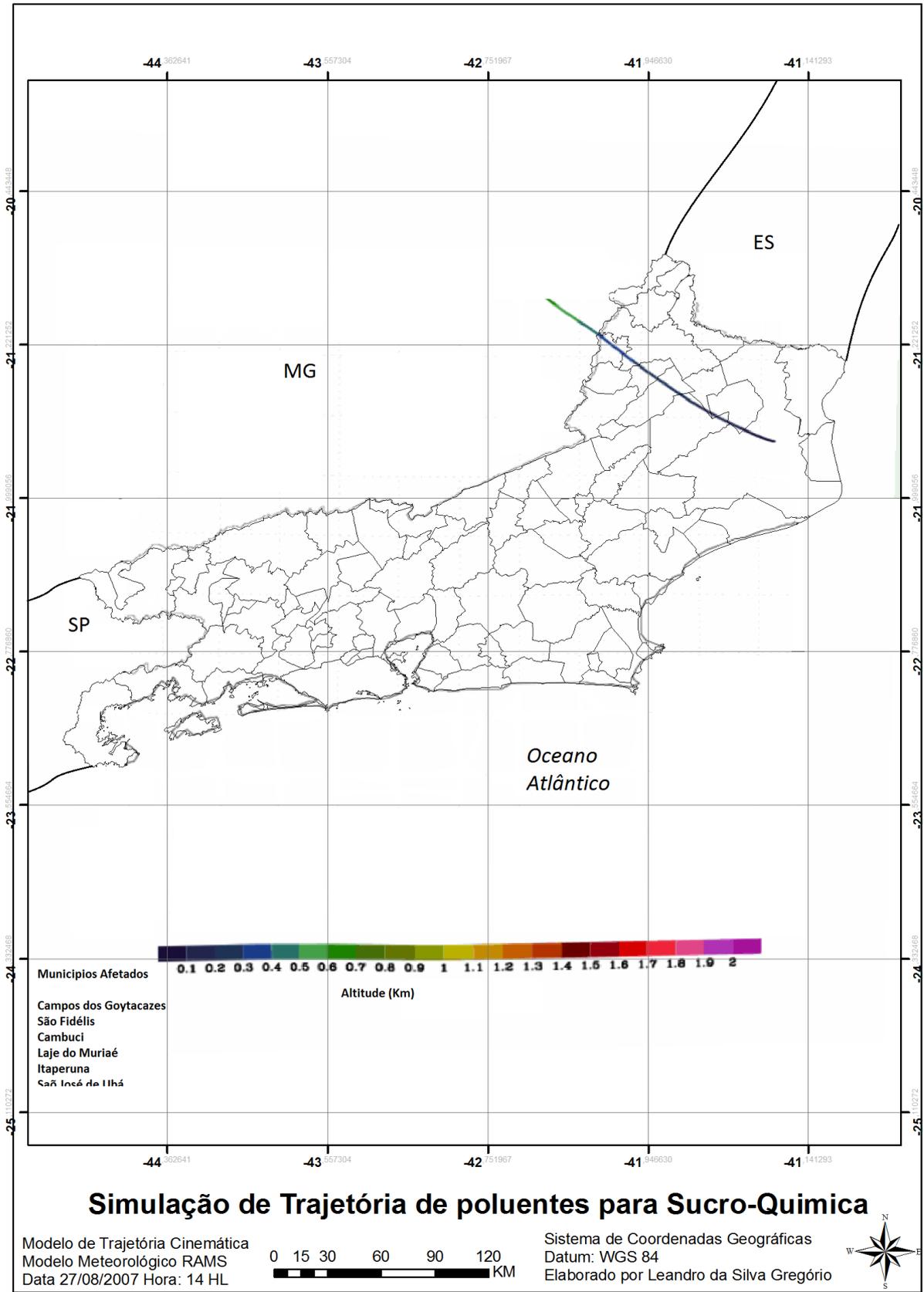


Figura 138- Modelo de trajetória para Sucro-Quimica em 27/08/2007 as 14 h. Modelagem elaborada pelo Prof.Dr Jorge Luis Oliveira (UFF), layout por Leandro da Silva Gregório

Internações Região Norte Fluminense em 2007	
Campos dos Goytacazes	614
carapebus	3
Cardoso Moreira	11
Conceição de Macabu	25
Macaé	124
Quissamã	40
São Fidélis	319
São Francisco de Itabapoana	33
São João da Barra	49
<p>Figura 139- Internações por Doenças Respiratórias na Região Norte Fluminense em 2007 fonte dos dados: DATA SUS</p>	

Internações Região Noroeste Fluminense em 2007	
Aperibé	40
Bom Jesus do Itabapoana	171
Cambuci	100
Italva	148
Itaocara	154
Itaperuna	213
Laje do Muriaé	41
Miracema	149
Natividade	61
Porciúncula	118
Santo Antônio de Pádua	417
São José de Ubá	19
Varre-Sai	50
<p>Figura 140- Internações por Doenças Respiratórias na Região Norte Fluminense em 2007 fonte dos dados: DATA SUS</p>	

5.5 Modelagem de Dados Ambientais e os Níveis de Risco à Exposição à Poluição e Doenças Respiratórias

Conforme proposto pela pesquisa, tentou-se a partir dos dados referentes às características ambientais e físicas do Estado do Rio de Janeiro, elaborar uma modelagem em ambiente SIG, onde através de ponderação atribuída a esses atributos, chegou-se a regiões com maior ou menor risco à poluição e, conseqüentemente, com maior ou menor propensão a ocorrência de doenças respiratórias.

A modelagem focou verificar qual é o “peso” que cada variável interfere na concentração de poluentes e a partir disso, sua relação com os dados de internações.

Devido à precariedade de dados de poluição atmosférica e a má distribuição das estações de monitoramento da qualidade do ar e climatológicas foram gerados dois modelos,

um que considera os dados de qualidade do ar abrangendo somente a Região Metropolitana do Rio de Janeiro e a região dos municípios de Barra Mansa e de Volta Redonda e entorno, onde se concentram as estações de monitoramento da qualidade do ar. A outra modelagem foi elaborada desconsiderando os dados de qualidade do ar e abrange a maior parte do Estado. Algumas regiões em ambos os modelos não possuem representação, já que não há dados de qualidade do ar e/ou pluviosidade. Por isto optou-se por deixar tais áreas em branco para não mascarar a modelagem.

A modelagem que desconsidera os dados de poluição é interpretada de que maneira os elementos físicos como relevo, vegetação, densidade de indústrias e chuva atuam como barreiras para dispersão de poluentes e atuam como agentes que facilitam a retenção de poluentes por mais tempo na atmosfera (indústrias, ausência de vegetação e chuvas) em potencial. A segunda além desses fatores, as variáveis partículas totais em suspensão e partículas inaláveis (PM 10) são atributos que constatarem de fato a concentração dos poluentes na atmosfera.

Conforme descrito, foi aplicado na metodologia a média ponderada dos atributos na ferramenta *RasterCalculator* do Software ArcGIS 9.3, onde os pesos foram baseados em quartis, variando de 1 (peso menor) a 4 (peso maior). Na modelagem sem poluição, foi feito um cenário considerando as condições mais favoráveis a maior concentração de poluição na atmosfera, o que de fato interessa em relação à saúde humana. A altitude foi atribuído peso 2, pois considerou-se que existem concentrações de indústrias em cotas baixas e mais altas, e que portanto no caso de cotas mais baixas a dispersão de poluentes é mais fácil, mesmo onde há maior concentração de indústrias. Por isso nesse caso, regiões mais baixas possuem outros fatores que terão maior peso na concentração de poluentes do que o relevo. A vegetação na estação de verão teve peso 2 e no inverno, peso 3. No verão, devido as chuvas a vegetação é mais exuberante, o que faz com que ela atue mais eficiente na purificação do ar, por isso ela obteve peso menor que em relação ao comportamento no inverno (peso 3) onde a vegetação é mais “rala” devido à estiagem da estação o que faz que menos massa vegetal filtre os poluentes e a concentração dos poluentes. Maior peso na dispersão ou concentração dos poluentes.

A densidade de indústrias obteve peso 4, pois é sem dúvida o atributo analisado na pesquisa que influencia na poluição do ar e as regiões com maior concentração industrial foram as que apresentaram maiores concentrações de poluentes, onde há estações de monitoramento. A chuva foi um fator que obteve, também, peso 4, pois considerou-se tanto para verão quanto para inverno os dias de pouca chuva, que nas duas estações são próximos a

zero, mas a nível diário o cenário de pouca chuva influencia na concentração de poluentes tanto no verão quanto no inverno, uma vez que a chuva atua como depurador da atmosfera.

Analisando a modelagem sem os dados de poluição para o Estado (figura 141) observa-se que a área com maior risco de exposição à poluição atmosférica e doenças respiratórias, corresponde ao arco da região metropolitana e parte dos municípios da Região Serrana, Médio Paraíba e Centro-Sul Fluminense. Os níveis de risco tanto para o Verão quanto para o Inverno, de acordo com o modelo, abrangem as mesmas regiões. Com esse resultado verifica-se claramente que a região com maior concentração de indústrias, de MDVI mais baixo corresponde à de maior risco.

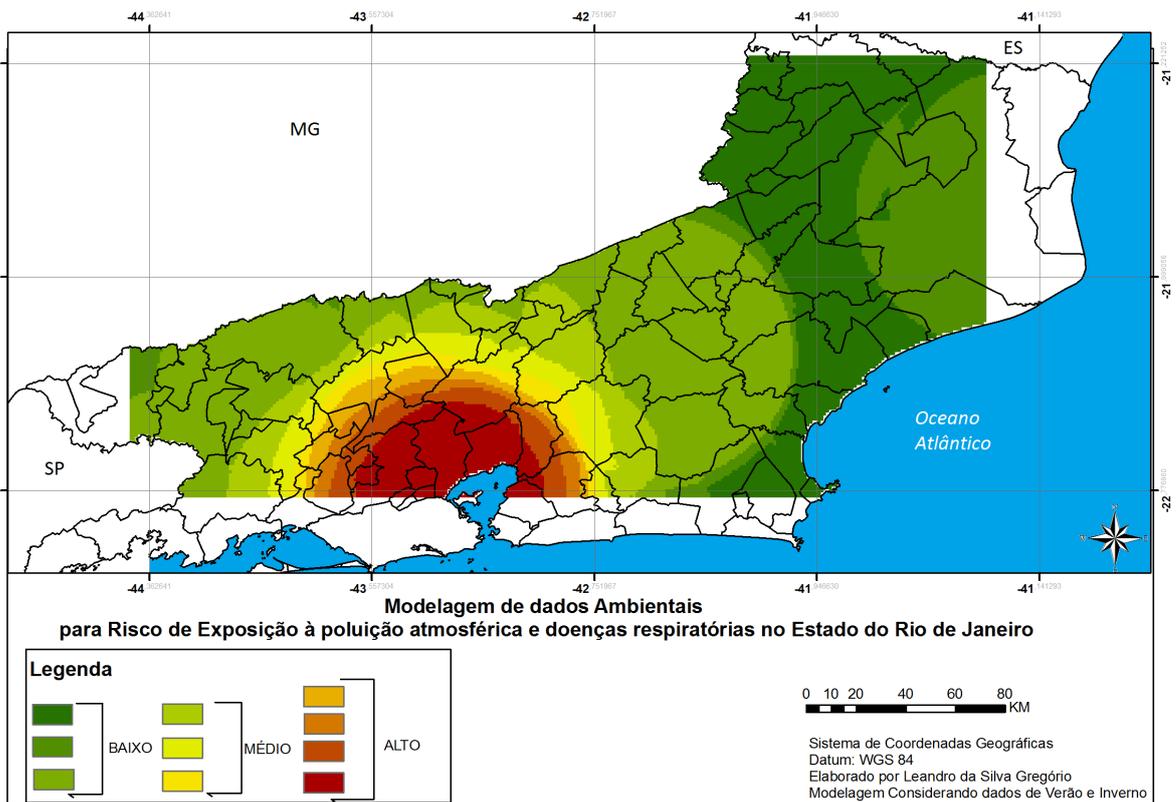


Figura 141- Modelagem de dados Ambientais para Risco de Exposição à poluição atmosférica e doenças respiratórias para o Estado do Rio de Janeiro.

Os dados de poluição usados na segunda modelagem são referentes aos anos padrão de 1999, 2003 e 2007 e buscou-se utilizar os maiores valores de concentração de poluentes tanto para o verão quanto para o inverno, a fim de verificar o comportamento dos níveis de risco para as duas estações.

Na modelagem considerando os dados de partículas em suspensão e inaláveis, só é abrangida a região metropolitana e parte da Região do Médio Paraíba, pois são as áreas onde

há dados disponíveis. Devido à diferença de concentração entre o verão e o inverno, foram elaborados modelos para as respectivas estações. Os pesos das variáveis de relevo, chuva, vegetação e densidade de indústrias são os mesmos do primeiro modelo. A variável partículas totais em suspensão possui peso 3, pois apesar de ser importante fator que condiciona as doenças respiratórias são menos nocivos que as partículas inaláveis PM 10, por possuírem tamanho maior. Já as partículas inaláveis por serem mais nocivas e penetrarem no trato respiratórias mais profundamente ficaram com peso 4.

Na modelagem para o verão (figura 142) podemos verificar que o maior risco ocorre na parte leste da RMRJ que corresponde a bacia aérea três, região onde há maior concentração de indústrias e circulação de veículos. Além da bacia aérea três, parte do município de Petrópolis se encontra na região de maior risco.

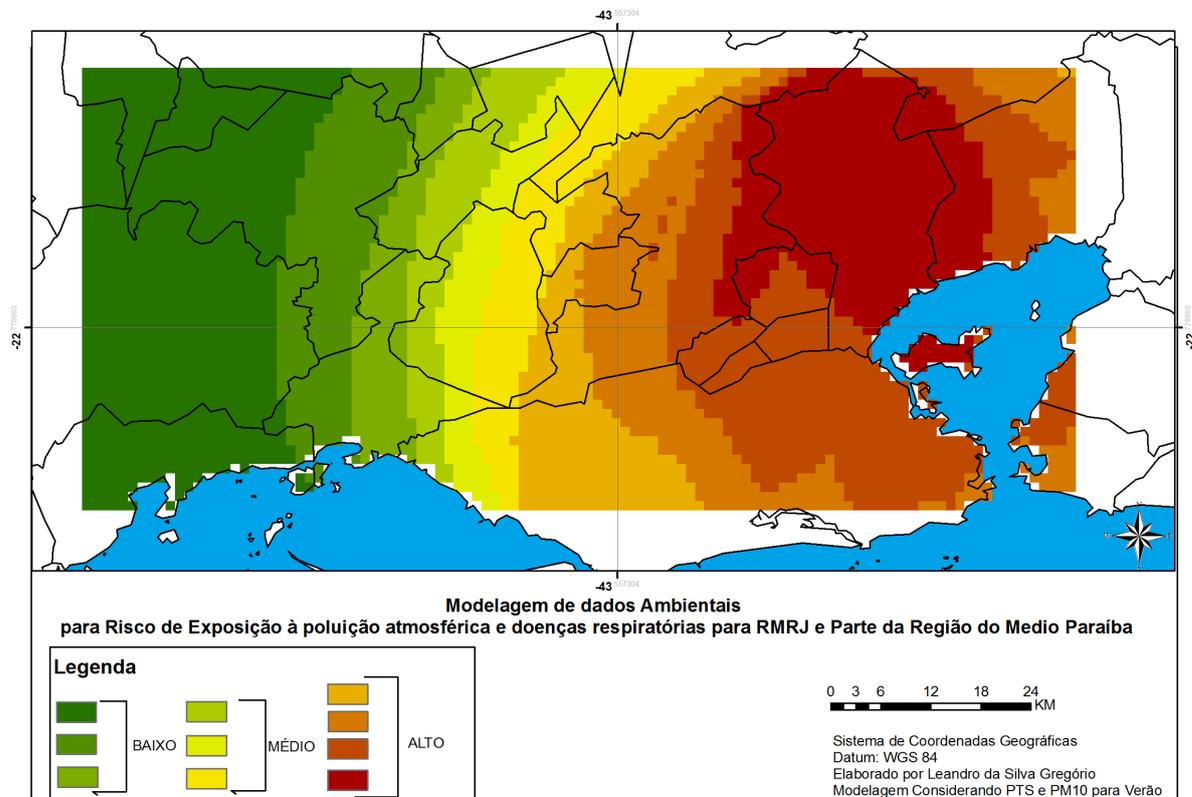


Figura 142- Modelagem de dados Ambientais para Risco de Exposição à poluição atmosférica e doenças respiratórias para RMRJ e Parte da Região do Médio Paraíba na estação de Verão.

Além da Região Metropolitana, parte da Região Serrana, principalmente, os municípios de Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo, a probabilidade de mortes por doenças respiratórias é de média a alta, assim como o grau de risco de acordo com a modelagem. Apesar de não ter dados de poluição nessas localidades, pode-se inferir que alguns fatores, como a densidade de indústrias nesses municípios, pode contribuir para este resultado. Além disso, os modelos de trajetória mostram que poluentes oriundos de indústrias da Região metropolitana (figura 146) passam por esses municípios, o que indica que poluentes importados da Região Metropolitana tem condicionado este quadro de doenças.

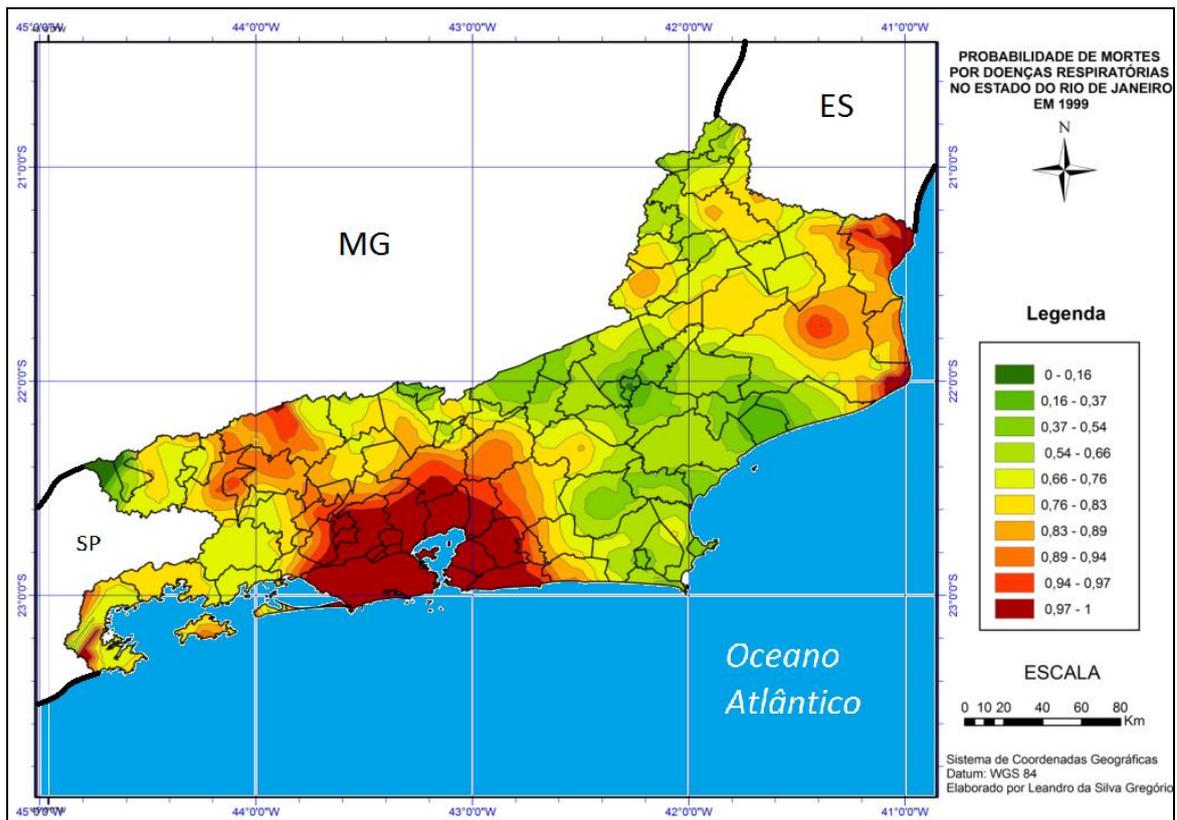


Figura 144- Probabilidade de Mortes por Doenças Respiratórias na População Adulta nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro em 1999 Fonte dos dados: CIDE

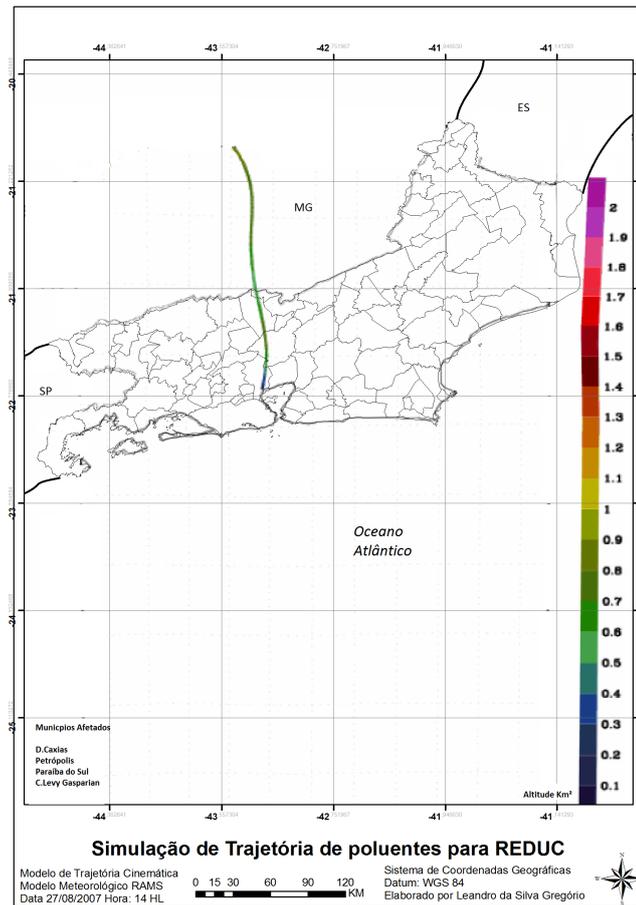


Figura 145- Modelo de trajetória para REDUC em 27/08/2007 as 14 h. Modelagem elaborada pelo Prof Dr Jorge Luis Oliveira (UFF), layout por Leandro da Silva Gregório

Se compararmos as modelagens dos dados ambientais com os dados de saúde em algumas regiões como a do Médio Paraíba, onde se localizam municípios como volta Redonda, Barra Mansa, Barra do Pirai no Centro-sul Fluminense nos municípios de Paraíba do Sul e Três Rios; no Norte e Noroeste Fluminense (Campos dos Goytacazes, São Fidélis e Itaperuna) podemos verificar aparentes contradições entre os resultados. Pela modelagem essas regiões apresentam um risco baixo para exposição aos poluentes, enquanto que os dados de internações e probabilidade de mortes são de médio a altos. O que pode ter influenciado esses resultados na modelagem é o fato da ausência de dados de poluição para essas regiões, (no caso da Região Norte, Noroeste e Centro-Sul Fluminense) e a baixa densidade de indústrias. No caso da Região de Volta Redonda e de Barra Mansa, a densidade de indústrias menor que a da RMRJ e os níveis de particulado que foram decrescendo ao longo dos anos, podem ser fatores que colaboraram com os níveis mais baixos. Porém se observarmos os modelos de trajetória (fig. 147 a 149) os municípios citados podem estar sendo influenciados pelos poluentes dessas indústrias e outras próximas aos pontos modelados, o que pode ser um

indicativo para esses índices de internações e mortalidade por doenças respiratórias encontrados.

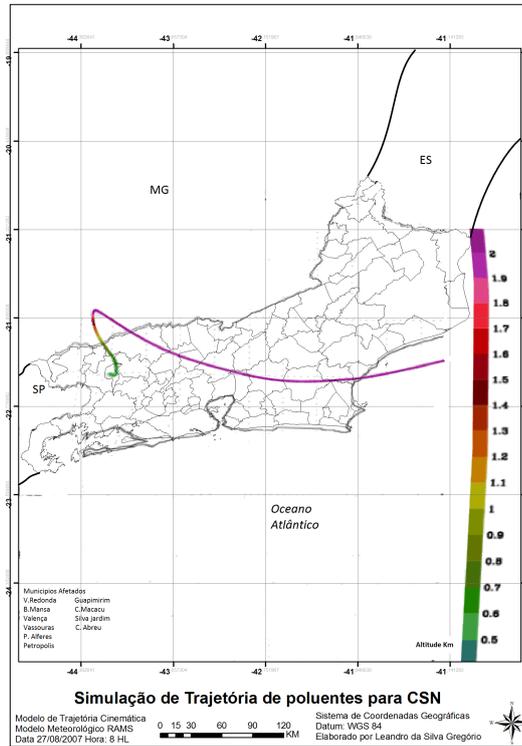


Figura 146- Modelo de trajetória para CSN em 27/08/2007 as 8 h. Modelagem elaborada pelo ProfDr Jorge Luis Oliveira (UFF), layout por Leandro da Silva Gregório

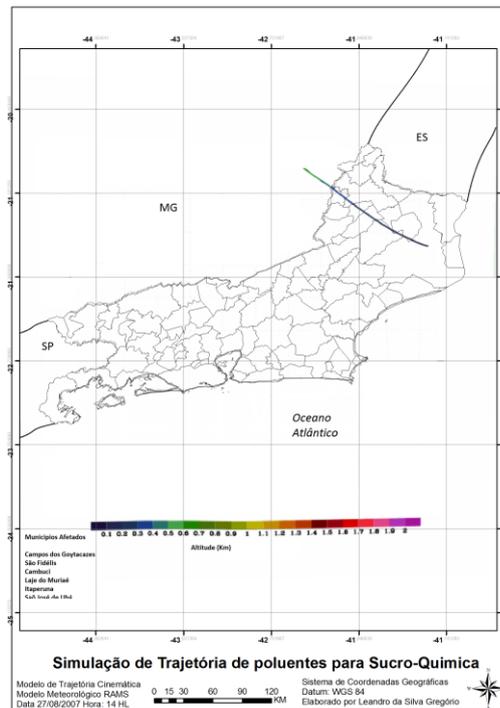


Figura 147- Modelo de trajetória para Sucro-Quimica em 27/08/2007 as 14 h. Modelagem elaborada pelo Prof.Dr Jorge Luis Oliveira (UFF), layout por Leandro da Silva Gregório

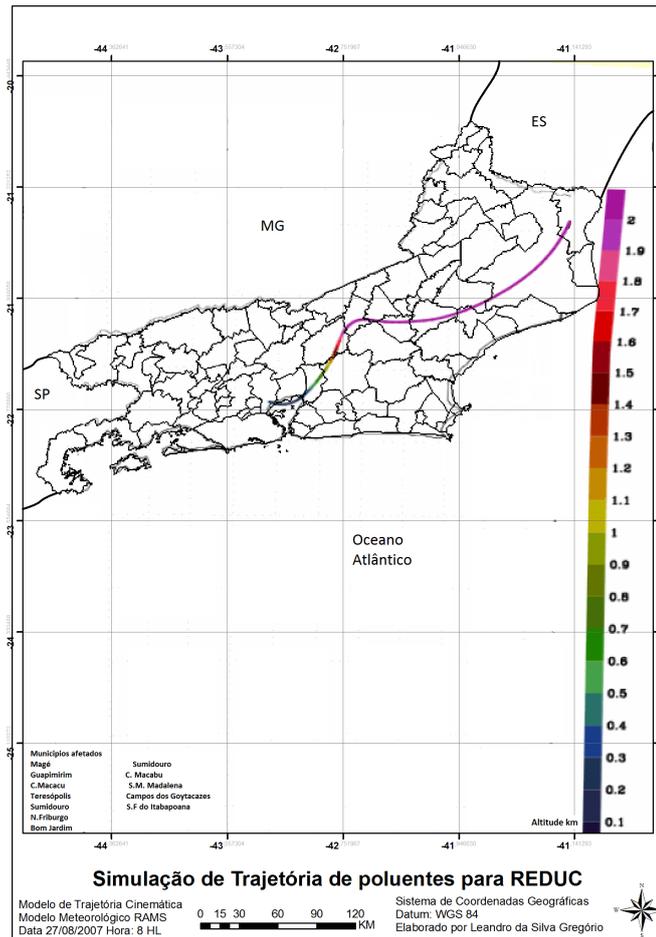


Figura 148- Modelo de trajetória para REDUC em 27/08/2007 as 8 h. Modelagem elaborada pelo ProfDr Jorge Luis Oliveira (UFF), layout por Leandro da Silva Gregório

CAP.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Dificuldades Encontradas

Este projeto objetivou realizar um diagnóstico da situação ambiental, climática e socioeconômica do Estado do Rio de Janeiro, a partir dos estudos de risco aplicados na atualidade, voltados para as doenças respiratórias que, de certa forma, ainda é negligenciado pelas autoridades públicas, sobretudo no que diz respeito a importância da prevenção para melhoria da saúde da população e de sua qualidade de vida.

É inegável que o estudo tem algumas limitações devido à carência de dados em grande parte do Estado; série de dados deficitários, estações de monitoramento da qualidade do ar concentradas em duas regiões; dados climatológicos insuficientes para representatividade espacial de todo o Estado, entre outros. Porém, foi realizado um grande

esforço para alcançar o objetivo proposto e realizar um estudo que aponte alguns indícios da situação atual e sirva como base para inspirar medidas eficientes para mitigação dos problemas de saúde e ambientais no Estado.

Além das limitações de dados escassos, também se ressalta algumas dificuldades de processar o modelo de dados ambientais. O ideal era que em cada variável fosse quebrada em classes e atribuído o peso, porém ao fazer isso o modelo ficou instável e não processou, assim se optou por só atribuir o peso a classes como um todo, o que não é o ideal.

Por esse estudo e, principalmente, por meio das geotecnologias e modelos pode-se alcançar alguns resultados interessantes, porém convém ressaltar que há algumas limitações do modelo de trajetória. Uma delas é o fato do modelo não mostrar de forma clara as áreas de deposição do poluente. Além disso ele não considera processos meteorológicos que podem acontecer ao longo da trajetória como ventos descendentes ou deposições ao longo dela. Também a limitação da escala cartográfica, que é mais aplicada em pequena escala, porém a grandes escalas não recomendável devido ao maior número de detalhes da superfície e modelo não seria aplicável. Isso nos leva a considerar que o modelo de trajetória cinemática é um indicador, porém é necessário o aperfeiçoamento para obtenção de resultado mais preciso e próximo da realidade.

6.2 Resultados Alcançados

Conclui-se que, de fato, a Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro é a mais problemática em termos de risco para a saúde, devido a todas as características já mencionadas no projeto como, alta densidade de indústrias, existência de muitas indústrias de setores muito poluidores, como química e petroquímica, pouca vegetação, alta densidade de construção, circulação intensa de veículos. Além da Região Metropolitana, os resultados apontam que a Região do Médio Paraíba, teve uma melhoria nos níveis de poluição nos últimos anos, porém ainda é uma região que precisa de atenção por parte do poder público, pois é uma área de risco de médio a alto para saúde da população, visto que registra, ainda, episódios de picos elevados de poluição atmosférica.

O estudo revelou algumas informações importantes a respeito de regiões onde não há o monitoramento da qualidade do ar, como é o caso do Norte e Noroeste Fluminense, parte da Região Serrana e Centro-sul fluminense, que rompe com um paradigma de que são regiões sem problemas com doenças respiratórias. Através da análise dos dados de internações, mortalidade e dos modelos de trajetória, essas regiões revelaram níveis preocupantes e que indicam necessidade de atenção das autoridades, principalmente, municípios como Campos dos Goytacazes, São Fidelis, Itaperuna, Petrópolis e Teresópolis.

Outro dado importante levantado é quanto a situação de vulnerabilidade social em que muitos municípios se encontram. Isto é expresso pela precária infraestrutura de saúde e as condições de vida. Através dos dados de incidência de doenças respiratórias, que é a proporção de internações para cada 1000 habitantes, a Região Noroeste Fluminense é a de maior incidência no Estado e com as piores condições de vida (renda e IDH), indicando que é uma região onde a população tem menos acesso a tratamento adequado e a condições melhores de saúde.

Vale ressaltar que a faixa etária da população tratada neste estudo é a adulta (economicamente ativa). Optou-se por trabalhar com essa faixa (ao contrário de outros estudos de doenças respiratórias que trabalham com crianças e idosos), por entender que é necessário analisar de que forma a população adulta é impactada pela poluição atmosférica e como os danos na saúde podem implicar em perdas econômicas importantes, principalmente, em municípios mais pobres.

Apesar das dificuldades que são apontadas em estudos com população adulta como a sua mobilidade espacial maior que a dos idosos e crianças; estar exposta à poluição em diversos tipos de ambiente; ou o registro de internação por exemplo considerar o local de moradia da pessoa e na realidade a exposição que condicionou a doença se dá em outro local; além dos hábitos que os adultos tem como fumo por exemplo que já debilita a saúde e causa doenças respiratórias, ainda assim, o estudo é válido pelo impacto que gera na economia.

Mesmo com essas dificuldades, o estudo com a população adulta é positivo pois mesmo com a mobilidade espacial maior, pelo menos é possível realizar uma análise ao se comparar regiões, pois a faixa adulta trabalha na região onde vive e dificilmente há deslocamentos grandes que poderiam mascarar os dados. Estudos da área de economia ambiental, como os de Seroa da Mota mostram que os custos com tratamento e números de dias perdidos de trabalho é da ordem de milhões e a parcela da população que tem a maior perda econômica devido a esses problemas é exatamente a adulta.

Portanto, os resultados mostram que o impacto na saúde é, também, um grande impacto na economia e no caso de municípios pobres os danos sociais são mais profundos, uma vez que a população desses municípios têm dificuldades de acesso aos serviços de saúde, prevenção e tratamento adequado das doenças

6.3 Propostas de Medidas Mitigadoras

A partir desse estudo podem ser sugeridas algumas medidas para melhoria desse quadro. Antes de tudo, a mudança da concepção de tratamento e prevenção de saúde considerando, até então, apenas os aspectos clínicos. SORRE mostra que as doenças operam de forma sistêmica e por isso o ambiente e o clima precisam ser levados em consideração na tomada de decisão.

Além disso, é imperiosa e urgente a melhoria e a ampliação do monitoramento da qualidade do ar, o uso de modelos de trajetória, de dispersão e dos modernos modelos de previsão da qualidade do ar, nos órgãos públicos responsáveis. Difundir o uso das geotecnologias e a melhoria da rede de estações climatológicas para gerar cenários e previsões mais precisas e que se relacionam com a qualidade do ar.

Além das medidas de aspecto tecnológico é de suma importância a ampliação e a melhoria da rede de fiscalização das fontes fixas e móveis de emissão de poluentes, a valorização da arborização urbana, a recuperação de áreas degradadas e o incentivo a indústrias de tecnologias limpas.

Quanto a saúde é redundante mencionar, porém é fundamental o aparelhamento da rede hospitalar e a criação de programas de tratamento e custeio de tratamento para população de baixa renda, além disso, é necessário a melhoria da renda de população mais pobre não somente por meio de programas assistencialistas, mas sim de programas de geração de renda, de acordo com a realidade de cada município, pois uma população com melhor renda, mais condições ela terá para gozar de uma qualidade de vida digna e, assim, será menos impactada por problemas de saúde.

Estas são apenas algumas medidas que precisam ser aplicadas para melhoria do quadro socioambiental do Estado do Rio de Janeiro. Lembrando que não se trata somente de um problema de saúde pública, mas sim, de melhoria da qualidade de vida e ambiental, uma vez que essas medidas não só melhoram a saúde, mas todos os outros aspectos da vida da sociedade fluminense.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BARBIERI, E.B KRONEMBERGER, D.M.P. **Climatologia do Litoral Sul-Sudeste do Estado do Rio de Janeiro (Um subsídio à análise ambiental)**.Cad.Geociências. Rio de Janeiro,nº12,p.57-73, out-dez 1994
- BARCELLOS, C. **Indicadores de Pobreza e a Pobreza dos indicadores** In: BARCELLOS, C (Org). **Saúde e Movimento 6: A Geografia o contexto dos problemas de Saúde**. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2008, p.107-139
- BERNARDES. L.M.C. **Tipos de clima do estado do Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v.14,n.1,p.57-80,jan/mar.1952
- BRANDÃO, A.M.P.M (1992) . **As Alterações Climáticas na área Metropolitana do Rio de Janeiro:uma provável influência do crescimento urbano IN: Natureza e Sociedade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro-RJ.1992. Org por ABREU, M.A ed:IPLANRIORiode Janeiro-RJ, pp.134-160
- BRAGA,APEREIRA,L PROCÓPIO, M ANDRÉ, P SALDIVA, P . **Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil (2007)** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 23 Sup4:S570-S578, 2007
- BUZAI,G.D. **Sistemas de Información Geográfica en Geografía de la Salud**. IN:PICKENHANY, J.(Org). **Salud y Enfermedad en Geografía**. Buenos Aires: Lugar Editorial, 2009,p. 101-134
- CASTRO,C.M; PEIXOTO M.N.O; RIO, G.A.P (2005). **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ Vol. 28-2 / 2005 p. 11-30
- CHATKIN, J.M FITERMAN, J CHATKIN, M. Epidemiologia da Asma in MENEZES, A.M.B **Epidemiologia das Doenças Respiratórias**Revinter; - Rio de Janeiro : 2001.42p-56p.: (Série Pneumologia Brasileiro-Volume 1)
- _____. Epidemiologia das Infecções Respiratórias Crônicas (IRAs) in MENEZES, A.M.B **Epidemiologia das Doenças Respiratórias**Revinter; - Rio de Janeiro : 2001.42p-56p.: (Série Pneumologia Brasileira-Volume 1)
- CHIESA, A WESTPHAL, M AKERMAN,M (2008).**Doenças respiratórias agudas: um estudo das desigualdades em saúde** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 24(1):55-69, jan, 2008
- COSTA, A.C. **Geoestatística:Motivação e Conceitos Básicos**. Recife 2009
- CURTO, S. **La Enfermedad como sistema**. IN:PICKENHANY, J.(Org). **Salud y Enfermedad en Geografía**. Buenos Aires: Lugar Editorial, 2009,p. 35-54

DAGNINO, R. S; CARPI JUNIOR, S (2007). **Risco Ambiental: Conceitos e Aplicações.** Climatologia e Estudos da Paisagem Rio Claro - Vol.2 - n.2 – julho-dezembro/2007, p. 50-87

EGLER, C. A. G. (1996). **Risco Ambiental como Critério de Gestão do Território.** Território, p. 31-41.

ELLEMBERG, H.: MUELLER-DOMBOIS, D. A. **Tentative physiognomic-ecologica classification of plant formations of the earth.** Separata de Ber. Geobot. Inst. ETH, Zurich. 1965/66. *apud* IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro.92p. (Séries Manuais Técnicos em Geociências, n. 1). 1992.

ESCUELA, M. **Pobreza y Salud.** IN:PICKENHANY, J.(Org). **Salud y Enfermedad en Geografia.** Buenos Aires: Lugar Editorial, 2009,p. 67-100

GALLEGO, L.P.**Uma Contribuição ao Clima Urbano do Rio de Janeiro. Tipos de Tempo e Poluição Atmosférica nos Anos de 1968-1969.** Departamento de Geografia, FFCH/USP. São Paulo, 1972. Tese de Doutorado, 104 p.

FERNANDES, R, ABDALLAH P.R, MENEZES G. **Custo das doenças respiratórias associadas à poluição atmosférica: um estudo de caso para a cidade do rio grande – RS.** In: VII Mostra de Produção Universitária - FURG, 2008, Rio Grande. XVII Congresso de Iniciação Científica, 2008.

FUCKNER,M.A MORAES, E.C FLORENZANO,T.G.**Estudo preliminar da influência da concentração de material particulado no ar sobre dados de imagens de satélite.**in Anais do xivsimposio brasileiro de sensoriamento remoto, natal, brasil 25-30 abril 2009.6689p-6696p.

GONÇALVES, BENTOM. L. **Produção agrícola e pecuária do estado do rio de janeiro 1999 – 2004.** Rio de Janeiro 2006. Serviço nacional de aprendizagem rural

GOUVEIA,N FREITAS,C MARTINS, L.C MARCILIO, I. **Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 22(12):2669-2677, dez, 2006

GREGÓRIO, LEANDRO DA S.**Análise do Sistema Clima Urbano em São João de Meriti:Uma abordagem em busca de Qualidade Ambiental Leandro da Silva Gregório. - -Rio de Janeiro: UFRJ / IGEO, 2008.**

GROSSO DE SOUZA,C TEODORO, P.H.M. **A espacialização das doenças respiratórias: um modelo do Estado de São Paulo, BRASIL.** Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde :126p – 137p, Dez/2009

LEITE, P.F. & KLEIN, R. M. Vegetação. In: Mesquita, O. V. (ed.), **Geografia do Brasil -- Região Sul**, vol. 2. IBGE, Rio de Janeiro 1990. pp. 113-150

LIMA, M.C .A CHAVES, C.A.P JUNIOR, H.R.M, SIMÃO, F.B. **Aplicação de Métodos Geostatísticos para Mapeamento de Área de Risco em Saúde Pública no Município de Porto Velho-RO**. Vita et Sanitas, Trindade/Go, v. 2, n . 02, 2008

MAZZETO, F. A. P. **Pioneiros da Geografia da Saúde: Séculos XVIII, XIX e XX**. In: BARCELLOS, C (Org). **Saúde e Movimento 6: A Geografia o contexto dos problemas de Saúde**. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2008, p.17-34

MENEZES, A.M.B. Noções básicas de Epidemiologia in MENEZES, A.M.B **Epidemiologia das Doenças Respiratórias** Revinter; - Rio de Janeiro : 2001.1p-24p.: (Série Pneumologia Brasileira-Volume 1)

MENEZES, A.M.B. KNORST M Epidemiologia das Doenças Respiratórias Crônicas (DPOC) in MENEZES, A.M.B **Epidemiologia das Doenças Respiratórias** Revinter; - Rio de Janeiro : 2001.57p-75p.: (Série Pneumologia Brasileira-Volume 1)

MONTEIRO, C.A.F (1991). **Clima e excepcionalismo: Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno Geográfico**. Editora da UFSC. Florianópolis 233pp

_____ (1976). **Teoria e Clima Urbano**. IGEOG-USP, Instituto de Geociências, USP, Série Teses e Monografias, 25, São Paulo, 181 pp,

MOTTA, R. S. & ORTIZ, R.A. & FERREIRA, S. F. **Avaliação econômica dos impactos causados pela poluição atmosférica na saúde humana: um estudo de caso para São Paulo**. III Encontro Eco-Eco. Recife: 1999. disponível em www.eco.unicamp.br/eecoeco/artigos

MOURA, Y.M PEREIRA, G MORAES, E. C. Arai, E Solano Pereira, C.S. **Distribuição de CO no município de São José dos Campos a partir de dados do sensor MOPITT e sua relação com doenças cardiovasculares**. in Anais do xiv simposio brasileiro de sensoriamento remoto, natal, brasil 25-30 abril 2009. 6697p- 6702p.

PEITER, P ; TOBAR, C (1998). **Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 14(3):473-485, jul-set, 1998

PEREIRA, C MARIANO, Z E SCOPEL, I. **O clima e as doenças respiratórias em Jataí-GO no ano 2008**. Jatai, Goiás 12p

REBELO, F. **Riscos Naturais e Ação Antrópica**. Coimbra: Imprensa da Universidade, 2003.

RELATÓRIO QUALIDADE DO AR. FEEMA 2006

RELATÓRIO DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO DISTRITO FEDERAL. IBRAM. 2007

- ROUQUARYOL, M.Z Distribuição das Doenças e dos Agravos à Saúde Coletiva. In **Epidemiologia & Saúde** 4 ed. MEDSI- Rio de Janeiro: 1994 77p-156p
- SÁ, M.C, PINA, M.F SANTOS. S.M. Orgs. **Conceitos Básicos de Sistemas de informação Geográfica e Cartografia aplicados à Saúde**. Brasília: Organização Panamericana de Saúde. Ministério da Saúde p114 2000
- SANTOS, S. M **Desigualdades Sócio Espaciais em Saúde: Incorporação de Características de Vizinhança nos modelos de determinação em saúde**.In: BARCELLOS, C (Org). **Saúde e Movimento 6: A Geografia o contexto dos problemas de Saúde**. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2008, p.165-192
- SANTOS, S.M SOUZA-SANTOS, R Orgs. **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública** Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; - Brasília : Ministério da Saúde, 2007.148 p. : il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 2)
- SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo : Hucitec, 1996.
- SOUSA,R GUIMARÃES,A TEODORO,S PEDROSO,L. **Doenças e óbitos do aparelho respiratório ocorridos na cidade de Cuiabá, MT no ano de 2007**. Anais do EREGEO-SImposio regional de geografia, jataí 361p-371p set 2009
- SOUTO, R.D. **Avaliação do Impacto Antropogênico na Zona Costeira do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2005
- SOUSA, O.N.P., SANTOS, I.A **Estudo da brisa e sua influência na dispersão de poluentes em um ambiente costeiro complexo através de um modelo de trajetórias**. In anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia Fortaleza - 2004
- SOUZA, M.L. **ABC do desenvolvimento urbano**.4ª Ed. Rio de Janeiro. Bertland Brasil, 2008.
- SOUZA, G.M SANT'ANNA NETO, J.L. **Geografia da saúde climatologia médica: ensaios sobre a relação clima e vulnerabilidade**. Hygeia :Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde pb116-126, Jun/2009
- VEYRET, YRICHEMOND, N.M O Risco, Os Riscos.In: VEYRET, Y (Org), FERREIRA, D (Tradução) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007 p.23-25
- _____Os tipos de Risco .In: VEYRET, Y (Org), FERREIRA, D (Tradução) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**..São Paulo: Contexto, 2007. p.63-76

Sites consultados

<http://www.responsabilidadesocial.com>

<http://www.ecodebate.com.br>

rbambiental.blog.terra.com.br

www.uol.com.br

www.consultoriaambiental.com.br/.../vegetacao_de_restinga.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

