

**Fundação Oswaldo Cruz  
Escola Nacional de Saúde Pública  
Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente  
Toxicologia Ambiental**

**Qualidade do ar e Estudo de Tendência de Internações por  
Doenças Respiratórias em Nova Iguaçu, RJ, Brasil, no Período  
de 2000 a 2005**

Maristela Groba Andrés

**Rio de Janeiro  
2009**

**Qualidade do ar e Estudo de Tendência da Morbidade por Doenças  
Respiratórias em Nova Iguaçu, RJ, Brasil, no Período de 2000 a 2005**

Maristela Groba Andrés

---

Dissertação de Mestrado Apresentada à Escola Nacional de Saúde Pública Fundação  
Oswaldo Cruz,  
para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública e Meio Ambiente

Orientador:

Hermano Albuquerque Castro

Rio de Janeiro  
2009

À meu pai, Lino Veiga, in memoriam

## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Hermano Albuquerque Castro, que depositou sua confiança em mim e me socorreu em momentos difíceis.

A toda a minha família que sempre torceu por mim.

Ao meu namorado e amigo, Marcio Pizzi, pela ajuda e apoio em todas as dificuldades, e pela força, nunca me deixando desistir.

Aos meus colegas de trabalho que sempre foram compreensivos comigo ao longo desta jornada.

Aos meus amigos de turma, sempre solícitos, em especial a Virgínia, Gabi e Taís.

Ao Dennys e ao Cleber que me apoiaram nos gráficos e estatísticas.

A todos os professores do Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente, pela qualidade das aulas ministradas.

À banca examinadora, por ter cedido seu tempo de leitura e presença tornando possível esta avaliação.

Aos funcionários da Ensp, que sempre trataram os alunos com carinho.

À FEEMA, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, em especial, à Maria Izabel, por ter sido tão prestativa e cedido dados de suma importância para a existência do estudo.

À direção da Ensp e do Cesteh que tornaram possível a ocorrência deste estudo.

## RESUMO

O número de internações por doenças respiratórias está diretamente associado aos níveis de concentração de poluentes. O aumento na concentração destes poluentes pode levar ao aumento do número de internações, principalmente em grupos de pessoas mais susceptíveis, como crianças. Este estudo correlacionou níveis de poluentes: PM10, SO2, CO, NO2, O3, com o número de internações diárias por todas as causas de doenças respiratórias e por asma, em crianças menores de 5 anos residentes no município de Nova Iguaçu, município da baixada fluminense composto por vias sem asfaltamento, rodovias, pedreiras e indústrias. Para este estudo os dados de poluentes foram obtidos de apenas uma estação de registros, pois na cidade de Nova Iguaçu havia apenas uma estação em funcionamento, sendo a mesma de controle estadual. Os dados de saúde foram obtidos a partir do Datasus, sistema de informações em saúde. Nenhuma correlação foi encontrada apesar de estudos prévios em saúde pública indicarem uma forte correlação entre níveis de poluentes e internações por doenças respiratórias em crianças. A existência de apenas uma estação de registros que não representava as variabilidades da concentração de poluentes em todo o município pode auxiliar a explicação da existência de uma não correlação. A implementação de um sistema de registros de poluentes mais eficaz, a partir de iniciativa municipal, com um número maior de estações, se faz necessário para que novos estudos tenham maior poder de análise.

**Palavras chave:** Poluição do Ar, Estudo de Tendência, Internações de Crianças, Doenças Respiratórias, Asma.

## **ABSTRACT**

The number of admissions for respiratory diseases is straightly associate at the levels of concentration of pollutants. The increase in the concentration of these pollutants can lead to the increase of the number of admissions, principally in groups of more sensitive persons, like children. This study correlated levels of pollutants: PM10, SO2, CO, NO2, O3, with the number of daily admissions for all causes of respiratory diseases and for asthma, in children younger than 5 years, resident in the city of Nova Iguaçu, located in the state of Rio de Janeiro composed by roads without asphalt, highways, quarries and industries. For this study the data of pollutants were obtained of only a station of registers, because only one station in the city of Nova Iguaçu was in functioning, being same of state control. The data of health were obtained from the Datasus, system of informations in health. No correlation was found in spite of prior studies in public health indicated a strong correlation between levels of pollutants and admissions for respiratory diseases in children. The existence of only a station of registers that was not representing the variabilities of the concentration of pollutants in the whole local city can help the explanation of the no existence of correlation. The implementation of a most efficient system of registers of pollutants, from municipal initiative, with a bigger number of stations, it's necessary for which new studies have bigger power of analysis.

**Key words:** Air Pollution, Study of Tendency, Children's Admissions, Respiratory Diseases, Asthma.

## SUMÁRIO

Resumo.....	5
Abstract.....	6
Lista de gráficos.....	8
Lista de tabelas.....	11
Lista de Abreviaturas.....	12
Apresentação.....	13
1. Introdução.....	14
2. Justificativa.....	17
3. Revisão de Literatura.....	20
3.1 A atmosfera e seus poluentes.....	20
3.1.1 Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ).....	21
3.1.2. Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> ).....	21
3.1.3. Monóxido de Carbono (CO).....	22
3.1.4 Material Particulado (PM) .....	23
3.1.5. Ozônio (O <sub>3</sub> ).....	23
3.2. Dados meteorológicos e suas relações com poluentes atmosféricos.....	24
3.3 Problemas respiratórios relacionados com poluentes atmosféricos.....	25
3.3.1. Estudos internacionais que abordam crianças e adultos.....	25
3.3.2. Estudos nacionais que abordam crianças e adultos.....	28
3.3.3. Estudos que abordam exclusivamente crianças.....	32
3.4. Dados e aspectos sócio-econômicos, Município de Nova Iguaçu.....	36
4. Objetivos.....	38
5. Metodologia.....	39
5.1. Método da pesquisa.....	39
5.2. Operacionalização da pesquisa.....	39
6. Resultados.....	42
7. Discussão e Conclusão.....	69
8. Referências Bibliográficas.....	74

## Lista de Gráficos

Gráfico 1. Série diária PM10 - 2000 a 2005 por todas as causas de doenças respiratórias. ....	42
Gráfico 2. Regressão linear PM10 - 2000 a 2005 por todas as causa de doenças respiratórias.....	43
Gráfico 3. Regressão linear PM10 – ano 2000 por todas as causas de doenças respiratórias.....	43
Gráfico 4. Regressão linear PM10 – ano 2001 por todas as causas de doenças respiratórias.....	44
Gráfico 5. Regressão linear PM10 – ano 2002 por todas as causas de doenças Respiratórias.....	44
Gráfico 6. Regressão linear PM10– ano 2003 por todas as causas de doenças respiratórias.....	45
Gráfico 7. Regressão linear PM10– ano 2004 por todas as causas de doenças Respiratórias.....	45
Gráfico 8. Regressão linear PM10 – ano 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	46
Gráfico 9. Série diária NO2 - 2000 a 2005 por todas as causas de doenças Respiratórias.....	46
Gráfico 10. Regressão linear NO2– 2000 a 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	47
Gráfico 11. Regressão linear NO2– ano 2000 por todas as causas de doenças respiratórias.....	47
Gráfico 12. Regressão linear NO2 – ano 2001 por todas as causas de doenças respiratórias.....	48
Gráfico 13. Regressão linear NO2 – ano 2002 por todas as causas de doenças respiratórias.....	48
Gráfico 14. Regressão linear NO2– ano 2003 por todas as causas de doenças Respiratórias.....	49
Gráfico 15. Regressão linear NO2 – ano 2004 por todas as causas de doenças respiratórias.....	49

Gráfico 16. Regressão linear NO <sub>2</sub> – ano 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	50
Gráfico 17. Série diária SO <sub>2</sub> - 2000 a 2005 por todas as causas de doenças Respiratórias.....	50
Gráfico 18. Regressão linear SO <sub>2</sub> – 2000 a 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	51
Gráfico 19. Regressão linear SO <sub>2</sub> – ano 2000 por todas as causas de doenças respiratórias.....	51
Gráfico 20. Regressão linear SO <sub>2</sub> – ano 2001 por todas as causas de doenças Respiratórias.....	52
Gráfico 21. Regressão linear SO <sub>2</sub> – ano 2002 por todas as causas de doenças respiratórias.....	52
Gráfico 22. Regressão linear SO <sub>2</sub> – ano 2003 por todas as causas de doenças respiratórias.....	53
Gráfico 23. Regressão linear SO <sub>2</sub> – ano 2004 por todas as causas de doenças respiratórias.....	53
Gráfico 24. Regressão linear SO <sub>2</sub> – ano 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	54
Gráfico 25. Série diária O <sub>3</sub> - 2000 a 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	54
Gráfico 26. Regressão linear O <sub>3</sub> – 2000 a 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	55
Gráfico 27. Regressão linear O <sub>3</sub> – ano 2000 por todas as causas de doenças respiratórias.....	55
Gráfico 28. Regressão linear O <sub>3</sub> – ano 2001 por todas as causas de doenças respiratórias.....	56
Gráfico 29. Regressão linear O <sub>3</sub> – ano 2002 por todas as causas de doenças respiratórias.....	56
Gráfico 30. Regressão linear O <sub>3</sub> – ano 2003 por todas as causas de doenças respiratórias.....	57
Gráfico 31. Regressão linear O <sub>3</sub> – ano 2004 por todas as causas de doenças respiratórias.....	57

Gráfico 32. Regressão linear O3 – ano 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	58
Gráfico 33. Série diária CO - 2000 a 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	58
Gráfico 34. Regressão linear CO – 2000 a 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	59
Gráfico 35. Regressão linear CO – ano 2000 por todas as causas de doenças respiratórias.....	59
Gráfico 36. Regressão linear CO – ano 2001 por todas as causas de doenças respiratórias.....	60
Gráfico 37. Regressão linear CO – ano 2002 por todas as causas de doenças respiratórias.....	60
Gráfico 38. Regressão linear CO – ano 2003 por todas as causas de doenças respiratórias.....	63
Gráfico 39. Regressão linear CO – ano 2004 por todas as causas de doenças respiratórias.....	61
Gráfico 40. Regressão linear CO – ano 2005 por todas as causas de doenças respiratórias.....	62
Gráfico 41. Série diária PM10 - 2000 a 2005 . internações por asma.....	62
Gráfico 42. Regressão linear PM10 – 2000 a 2005 por asma.....	63
Gráfico 43. Série diária NO2 - 2000 a 2005 . internações por asma.....	63
Gráfico 44. Regressão linear NO2 – 2000 a 2005 por asma.....	64
Gráfico 45. Série diária SO2 - 2000 a 2005 . internações por asma.....	64
Gráfico 46. Regressão linear SO2 – 2000 a 2005 por asma.....	65
Gráfico 47. Série diária O3 - 2000 a 2005 . internações por asma.....	65
Gráfico 48. Regressão linear O3 – 2000 a 2005 por asma.....	66
Gráfico 49. Série diária CO - 2000 a 2005 . internações por asma.....	66
Gráfico 50. Regressão linear CO – 2000 a 2005 por asma.....	67

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Índice de Qualidade do Ar.....	<b>24</b>
Tabela 2. Estudos Internacionais: Análise da relação entre Poluição Atmosférica e Doenças Respiratórias.....	<b>28</b>
Tabela 3. Estudos Nacionais: Análise da relação entre Poluição Atmosférica e Doenças Respiratórias.....	<b>32</b>
Tabela 4. Análise da relação entre Poluição Atmosférica e Doenças Respiratórias. Estudos realizados com a população infantil .....	<b>35</b>
Tabela 5. Resumo de Índices Regressão ( $R^2$ ) e seus respectivos valores para cada poluente segundo o período.....	<b>68</b>

## **Lista de Abreviaturas**

**AIH-** Autorização de internação hospitalar

**Ar-** Argônio

**APA -** Área de Proteção Ambiental

**CESTEB-** Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo

**CO-** Monóxido de Carbono

**CO2-** Dióxido de carbono

**CONAMA-** Conselho Nacional de Meio Ambiente

**Cr-** Cromo

**DATASUS** Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

**FEAM-** Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais

**FEEMA-** Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

**IDH-** Índice de Desenvolvimento Humano

**PM10-** Material Particulado com menos de 10  $\mu$ m

**N2-** Nitrogênio

**NO2-** Óxido Nítrico

**NOx-** Óxidos de Nitrogênio

**O2-** Oxigênio

**O3-** Ozônio

**OMS-** Organização Mundial de Saúde

**PIB-** Produto Interno Bruto

**Ppm-** Parte por milhão

**PROAIM-** Programa de Aprimoramento de Informações de Mortalidade .

**SIHSUS-** Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde

**SO2-** Dióxido de Enxofre

**TAC-** Termo de ajustamento de conduta

**VOC-** Compostos Orgânicos Voláteis

**Xe-** Xenônio

## **Apresentação**

A Poluição Atmosférica é uma das principais causas de adoecimento das vias respiratórias atualmente em todo o mundo. O aparelho respiratório está em contato direto com o meio externo e possui a capacidade de absorver elementos nocivos presentes na atmosfera ocasionando doenças respiratórias agudas e crônicas.

No último século, o aumento deste tipo de poluição ambiental vem se dando em conjunto com o crescimento da urbanização, aumento da frota de veículos, ocasionada principalmente pela maior utilização de automóveis individuais, a idade dos veículos em circulação e a má conservação dos mesmos associados a uma fiscalização deficitária, além do aumento na industrialização.

Municípios que contam com grande urbanização, grande produção industrial e rodovias em seu território podem possibilitar uma maior vulnerabilidade de sua população ao adoecimento respiratório.

Este fato pode ser verificado em Nova Iguaçu, município da Baixada Fluminense, que além de reunir todas as características acima, ainda possui um tipo de relevo que impede a dispersão dos poluentes na atmosfera. Três pedreiras em funcionamento e a ausência de asfaltamento em algumas vias contribuem ainda mais para o aumento dos poluentes na atmosfera da cidade.

Com uma população socialmente pouco participativa, nos últimos anos, Nova Iguaçu conquistou poucos avanços no controle dos níveis de poluentes. Observa-se que o município não possui sequer uma estação de registros de poluentes própria se demonstra dependente do registro de órgãos estaduais.

Para que medidas de controle entrem em vigor parâmetros devem ser construídos em pesquisas a fim de gerar respaldo científico para as ações. Além disso, uma conscientização sobre as questões ambientais e de sustentabilidade exerce papel fundamental para contribuir com a melhoria da qualidade de vida e da saúde em seu sentido amplo.

## 1 – Introdução

A atmosfera pode ser definida como uma fina camada gasosa que envolve a terra.<sup>1</sup> É composta por vários gases. Existem dois gases predominantes na atmosfera. Um deles, o Nitrogênio, ocupa 78% de toda a atmosfera enquanto o Oxigênio ocupa 21%. Além disso, existem substâncias que estão presentes em baixas concentrações como o Dióxido de Carbono, o Ozônio, o Dióxido de Enxofre e o material particulado. <sup>1</sup> Quando estas substâncias aumentam suas concentrações na atmosfera, decorrente da atividade humana ou de processos naturais, podem ser denominadas de Poluentes Atmosféricos. <sup>2</sup>

Atualmente, há evidências que indicam que a Poluição Atmosférica é presente em todo o mundo, e suficiente para causar danos à saúde, segurança e bem estar dos seres vivos.<sup>3</sup> Se levarmos em consideração apenas a saúde humana podemos observar inúmeras conseqüências danosas. Em 1992 o Banco Mundial estimou que o material particulado presente na atmosfera das principais cidades mundiais foi responsável pela morte de 300 mil a 700 mil pessoas por ano. Em 1997 a OMS concluiu que toda a poluição do ar mundial contribuiu para a morte de 400 mil pessoas anualmente. Há estimativas de que de 1950 até 1997 a poluição do ar foi responsável pela morte de 30 milhões de pessoas. <sup>1</sup>

Além das conseqüências diretas provocadas pelos poluentes na saúde, a Poluição Atmosférica provoca ou agrava doenças crônicas gerando grandes impactos sobre Saúde Pública. O Material Particulado, principalmente as partículas menores que 10 um, denominadas de PM<sub>10</sub>, e que não são filtradas pelas vias aéreas superiores, <sup>4</sup> podem chegar até os alvéolos ocasionando infecções respiratórias crônicas e câncer. Os danos decorrentes do Chumbo, presente em altas concentrações principalmente na atmosfera de países que o utilizam incorporado aos combustíveis fósseis, sobre o sistema nervoso, podem inibir o desenvolvimento mental. O Dióxido de Enxofre também é responsável por ocasionar problemas respiratórios, especialmente em pessoas que já possuem Bronquite Crônica.<sup>1</sup>

A Poluição Atmosférica também gera grandes conseqüências ecológicas. Ela contribui para a existência de uma seleção não-natural a qual favorece algumas espécies em detrimento de outras pois uma nova pressão de seleção é criada. A chuva ácida, originada da reação química de poluentes presentes da atmosfera com a água das chuvas <sup>5</sup>, gera grandes impactos sobre o meio ambiente. Ela é responsável pelo declínio do crescimento das árvores, ocasionando redução da densidade das folhagens e morte de algumas espécies.

O depósito ácido das chuvas no solo pode torná-lo muito tóxico para o desenvolvimento das florestas. Além disso, a chuva ácida afeta a vida dos ambientes aquáticos. Muitos rios e lagoas se tornaram inóspitos para a presença de crustáceos, moluscos, lesmas, sapos e peixes mais sensíveis como o salmão e a truta. <sup>1</sup>

Há milhões de anos, durante o período da história humana o qual antecedeu a descoberta do fogo, a Poluição Atmosférica pôde ser considerada inexistente. A partir de então, após o marco da existência do fogo, a Poluição Atmosférica passa a acontecer, porém de forma pouco impactante. Processos naturais tais como as erupções vulcânicas e a respiração dos seres vivos eram os principais modificadores da atmosfera. Quando a humanidade ocupa as cavernas e dá início à queima devido ao cozimento de alimentos, passa a surgir uma nova forma de poluição: a poluição “indoor”. Tem sido possível observar pulmões escurecidos em corpos mumificados, datados deste período. <sup>1</sup>

A Poluição Atmosférica “outdoor” surge com o advento das cidades. A fumaça e a fuligem eram os poluentes dominantes e originados da poluição doméstica a partir de combustíveis como a madeira e o esterco. Neste mesmo período, cidades portuárias, como Londres, que possuíam madeira em pequena escala começaram a utilizar o carvão como combustível doméstico. A utilização do carvão se fortalece a partir de 1780, e se torna a fonte de energia principal para impulsionar a Revolução Industrial da Inglaterra.

Por volta de 1870 grandes "Fogs" ( nevoeiros de fumaça) foram desencadeados em Londres. Há relatos da época nos quais pessoas caíam no rio Thames por não serem capazes de enxergar para onde estavam se dirigindo, tamanha era a Poluição Atmosférica. Há relatos de que muitas pessoas morreram, cerca de 3000 apenas no inverno de 1879-1880, devido o agravamento de condições pulmonares. Neste período, Londres era a maior cidade do mundo, com cerca de 6.6 milhões de pessoas e possuía milhões de chaminés e motores movidos a carvão. <sup>1</sup> Contudo, este evento se repetiria em outras cidades, mais tarde, por volta de 1930 na Bélgica e em 1952, em Londres, este último desencadeando a morte de mais de 4000 pessoas. O evento de 1952 ocorrido em Londres é mundialmente conhecido como o Smog Londrino. <sup>1</sup>

Continuando na seqüência histórica, de 1880 até por volta de 1920, a presença do carvão foi o responsável pela existência de fumaça, fuligem e pelo lançamento de substâncias danosas na atmosfera como o Dióxido de Enxofre. Pode-se dizer que as principais fontes de poluição eram as indústrias e as residências. <sup>1</sup> A industrialização

baseada no carvão não parou em 1920. Ela continuou a desenvolver economicamente a Europa e os Estados Unidos e, além disso, cresceu muito rapidamente em outras localidades como na União Soviética, principalmente após 1929. Neste período, as cidades cresceram e o número de pessoas que necessitavam transportar combustível para o cozimento e aquecimento também aumentou. A combinação do uso do carvão com finalidades industriais e domésticas criou cidades intensamente poluídas tais como Londres, Petersburgo e Osaka. Pessoas da época deixaram registros que afirmavam que as cidades eram envoltas por imensas nuvens de poeira, e existiram escritores britânicos que até comparavam Londres com o inferno. <sup>1</sup>

A partir do início do século XX, uma nova óptica energética emerge. A mudança da utilização do carvão como energia para os combustíveis fósseis, principalmente o petróleo. A Poluição Atmosférica ganha um impacto adicional importante, os automóveis. Com a emissão de poluentes que reagem com a luz solar criando nuvens de poeira que formam uma espécie de nevoeiro de poeira em grande escala, atualmente denominado de “smogs”, os veículos também contribuíram para o aumento da Poluição da Atmosférica e para a formação da chuva ácida. O número de automóveis cresceu consideravelmente ao longo do século XX. Por volta de 1930 o mundo possuía cerca de 50 milhões de veículos. Em 1985, cerca de 50 anos mais tarde, este número era 10 vezes maior, chegando a cerca de 777 milhões de veículos em 1995.<sup>1</sup>

Enquanto a industrialização e a motorização evoluíram rapidamente, níveis de poluição também acompanharam tal crescimento. A qualidade do ar deixa de ser um problema regionalizado e toma proporções globais. Três principais razões são apontadas como explicação importante para a mudança de matriz energética do carvão para o petróleo e derivados. Primeiro, razões econômicas, pois petróleo e o gás se tornaram energias mais baratas, mais rentáveis, e portanto, economicamente mais favoráveis. Segundo, razões políticas. Pressões políticas foram levantadas para redução dos níveis de poluição que ocorriam nas cidades no período de vigência de carvão, os quais eram muito evidentes. Terceiro, mudanças geográficas. As indústrias que antes eram concentradas em poucos lugares, passaram a ser espalhadas por todo o mundo. Este fato, é claro, não diminuiu os níveis totais de poluentes e como já foi dito, corroborou para que a Poluição Atmosférica mesmo se tornasse um problema global, que deve ser observado por todo o mundo. <sup>1</sup>

## 2. Justificativa

Em Londres nos anos de 1948 e 1952 <sup>5,6</sup> incrementos de aproximadamente 300 e 4.000 mortes, respectivamente, foram descritos como consequência da Poluição Atmosférica. Anteriormente, em Donora nos Estados Unidos <sup>7</sup> ocorreu outro evento agudo importante. A relação entre danos à saúde e poluição atmosférica foi estabelecida a partir de episódios agudos de contaminação do ar <sup>8</sup>. A partir desses episódios, medidas de controle foram tomadas em diversos países, tendo como resultado a redução significativa dos níveis de poluentes atmosféricos.

Desde então, estudos investigando os efeitos da Poluição Atmosférica sobre a saúde tem sido realizados por todo o mundo, e no Brasil, estes se concentram principalmente no município de São Paulo. <sup>8, 9, 10, 11</sup> Associações estatisticamente significativas com mortalidade infantil <sup>10</sup>, mortalidade em idosos, <sup>3, 8, 12</sup> além de hospitalizações em crianças e adultos por causas respiratórias <sup>8, 10</sup> tem sido observadas.

Nova Iguaçu é o maior e mais antigo município da Baixada Fluminense, região integrada por 13 Municípios na Área Metropolitana do Rio de Janeiro. Este município foi criado em 1833 com uma área original de 1321 km<sup>2</sup>. Porém, nas últimas décadas, observou-se uma perda de grande parte de seu território devido às sucessivas emancipações, iniciadas em 1943 com o surgimento do Município de Duque de Caxias e concluídas em 1999, com o surgimento do Município de Mesquita. <sup>13</sup>

Atualmente, a cidade ocupa uma área de 524,04 km<sup>2</sup>, conta com 300 km de Rodovias (federais, estaduais e municipais) e se situa às margens da mais importante rodovia do país – a Presidente Dutra, que liga o Rio de Janeiro a São Paulo. Assim, devido à sua localização desempenha o papel de centro de negócios, indústrias e comércio para os municípios vizinhos. Sua economia está baseada sobretudo no comércio (67% do PIB) e nas indústrias (33% do PIB). <sup>14</sup>

Além disso, neste município estão localizadas três pedreiras em funcionamento. Uma delas, a Pedreira Vigné, encontra-se na região central do município. A empresa atua na Serra de Madureira, maciço que abriga o único vulcão intacto do País, extinto há mais de 40 milhões de anos e pertencente a uma área de proteção ambiental (APA). <sup>14</sup>

Em fevereiro de 2005, a Pedreira Vigné foi interditada temporariamente pela Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente de Nova Iguaçu (SEMUAM), por

atuar em uma área de proteção ambiental (APA), e devido às possibilidades de estar potencialmente ameaçando-a, através da atuação no vulcão. Sendo assim, a pedreira foi submetida a um Termo de Ajustamento de Conduta Ambiental (TAC), o qual previa o financiamento de um estudo para avaliação da interferência de sua atuação sobre o complexo vulcânico. Segundo o TAC, a pedreira teria a obrigação de adequar-se aos limites da área considerada relevante geologicamente.<sup>14</sup>

De acordo com a Prefeitura, foram constatados indícios de que a emissão de partículas minerais na atmosfera excedia os níveis tolerados pela Organização Mundial Saúde (OMS).<sup>13</sup> Além disso, o mecanismo de implosão gerava ruídos diários e atingia as estruturas das casas localizadas em suas proximidades. Porém, apesar disso, em Janeiro de 2007 a pedreira Vigné retornou ao funcionamento após alegação de cumprimento das exigências do TAC.

Apesar da importância histórica, o município de Nova Iguaçu, não possui tradição ambientalista. Além disso, apresenta grandes desigualdades quanto à níveis de renda e escolaridade da população. Tais desigualdades têm raízes históricas e contribuem fortemente para a baixa qualidade de vida da região e para a quase inexistente solicitação e reivindicação de uma qualidade do ar por parte de grupos sociais.

No Brasil, os resultados obtidos em estudos que abordavam grandes cidades como a cidade de São Paulo e a cidade do Rio de Janeiro necessitam ser reproduzidos em outros grandes centros urbanos do país, como por exemplo, nos Municípios da região Metropolitana do Rio de Janeiro, a qual inclui a região da Baixada Fluminense. Esta região possui um grande contingente populacional exposto a níveis de poluição do ar potencialmente prejudiciais à saúde. Diferenças de fontes poluidoras precisam ser inventariadas para estabelecer melhor a relação entre fontes, poluentes e danos a saúde.

É neste contexto que este estudo emerge, consistindo em estimar a magnitude e significância estatística da associação entre exposição diária à poluição do ar e o número de internações hospitalares por grupos de causas ou por causa específica, em crianças menores de 5 anos residentes no município de Nova Iguaçu.

Muitos estudos tem sido desenvolvidos atualmente levando em conta a população infantil (Veja tabela 4). Este grupo é reconhecidamente mais sensível à análise de ocorrência de morbidade do que o grupo de adultos ou idosos<sup>8, 10</sup> porque é um grupo de população maior, se comparado ao grupo de idosos. Conseqüentemente, o número de

ocorrências de morbidade na faixa etária de crianças se apresenta maior. Este fato favorece o estudo de internações em crianças e não em adultos ou idosos.

Muitas podem ser as contribuições desta avaliação. No âmbito do conhecimento, relações entre causa e efeitos poderão ser inferidas. Além disso, a corroboração com outros achados se faz essencial. Geraremos hipóteses que poderão continuar sendo investigadas em estudos posteriores. Já no âmbito das ações, a presença do estudo permitirá que dados obtidos sejam utilizados por organismos que visem à proteção da saúde e meio ambiente. É necessário que outros parâmetros sejam disponibilizados para que a partir de então, sejam tomados como padrão por organismos públicos que visem a proteção da saúde e do meio ambiente.

A degradação do meio ambiente está relacionada com o crescente desenvolvimento industrial, que, por sua vez, pode desencadear inúmeras situações de risco à saúde do homem e dos ecossistemas. Com o processo de industrialização e a descoberta e síntese de novos produtos, houve uma descontrolada utilização dos recursos naturais comprometendo a saúde humana e ambiental. O modelo de consumo atual, e a organização da sociedade sem levar em conta a sustentabilidade, geram grande prejuízos a saúde humana e dos ecossistemas. Portanto, a saúde deve ser tratada de forma integrada com os fatores ambientais e, principalmente, econômicos, dentro de um modelo de gestão de saúde ambiental na qual a atividade industrial passaria a respeitar os limites de renovação e recomposição dos recursos renováveis da natureza. A toxicologia ambiental possui como objetivo específico de estudo, os impactos causados pelos poluentes químicos ambientais sobre os organismos vivos e ecossistemas.<sup>15</sup>

Sendo assim, para que haja uma melhor definição de processos reguladores referentes aos padrões de qualidade do ar, é imprescindível que ocorra melhor detalhamento da associação entre adoecimento e poluição atmosférica,<sup>11</sup> a partir da construção de novos estudos em distintas regiões favorecendo a corroboração com estudos pré-existentes.

### 3. Revisão de Literatura

#### 3.1 A atmosfera e seus poluentes

A atmosfera terrestre é composta por três principais gases: nitrogênio (N<sub>2</sub>) que ocupa cerca de 78,08% do volume da atmosfera, o oxigênio (O<sub>2</sub>) com 20,94% e argônio (Ar) com 0,93% do volume total da atmosfera. Além disso, o ar normalmente possui de 1 a 3% de vapor de água e traços de O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, Cr, Xe e CO<sub>2</sub>. Com exceção das concentrações de CO<sub>2</sub> e vapor d'água, que sofrem variações de acordo com a região, a composição do ar normalmente é invariável. Variações e aumentos ocorrem decorrentes da atividade humana ou de processos naturais. <sup>16</sup> "Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e as atividades normais da comunidade". <sup>17</sup>

Os poluentes do ar são provenientes de diferentes fontes. As mesmas podem ser classificadas em: estacionárias, móveis, naturais ou secundárias. <sup>18</sup> Os processos industriais, de combustão e eliminação de resíduos sólidos se enquadram nas fontes estacionárias. Classificados como fontes móveis estão os diversos tipos de veículos, movidos a álcool, diesel e gasolina além dos trens, barcos, locomotivas e demais meios de transporte. As fontes naturais incluem as tempestades de poeira, ação vulcânica, queima de florestas. As fontes secundárias incluem as reações que geram poluentes secundários como o O<sub>3</sub>, originado por reações na camada de ar denominada troposfera. <sup>18</sup>

Nos centros urbanos, a qualidade do ar é deteriorada pelo grande número de veículos movidos a diesel, álcool ou à gasolina, pois os mesmos produzem poluentes que são emitidos pelo tubo de escapamento. Os poluentes emitidos são o CO, Hidrocarbonetos, Óxidos de Nitrogênio e Óxidos de Enxofre. <sup>16</sup> As concentrações locais dos poluentes do ar dependem da força de suas fontes e da eficácia de sua dispersão. O vento é de fundamental importância na dispersão dos poluentes porque as concentrações dos mesmos são inversamente relacionadas à velocidade dos ventos. <sup>18</sup> Inversões de temperatura também

têm grande importância no controle das camadas de ar próximas ao solo, onde os poluentes são misturados. À medida que a massa de ar sobe, é exposta às pressões atmosféricas decrescentes e se expande harmoniosamente.<sup>18</sup>

A Organização Mundial da Saúde, OMS, lista como principais poluentes do ar as seguintes substâncias: Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Partículas em Suspensão (Material particulado) e Ozônio Troposférico (O<sub>3</sub>).<sup>18</sup>

### **3.1.1 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)**

É um gás incolor, ácido, irritativo, sendo considerado um dos mais frequentes poluentes atmosféricos. Exala forte odor, semelhante ao produzido na queima de palitos de fósforo. Solúvel em água, pode ser modificado para SO<sub>3</sub> e tornar-se Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), que é então neutralizado pelo NH<sub>3</sub> transformando-se em Bissulfato de Amônia e Sulfato de Amônia.<sup>18</sup>

Este gás é produzido por fontes antropogênicas como refinarias de petróleo, veículos a diesel, fornos e metalurgia e fabricação de papel e por fontes naturais como a atividade vulcânica.<sup>19</sup> e pode provocar efeitos na saúde tais como Irritação nas mucosas oculares e respiratórias além de agravar problemas cardiovasculares. Atualmente, segundo a CETESB<sup>19</sup> e a FEAM<sup>16</sup>, seu valor de referência é classificado como bom, quando atinge até 80 µg/m<sup>3</sup> em 24 horas, inadequado quando atinge 800 µg/m<sup>3</sup> e crítico ao atingir 2620 µg/m<sup>3</sup>. Tabela 1.

### **3.1.2. Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)**

É um gás marrom avermelhado com odor muito forte e muito irritante, altamente tóxico e relativamente solúvel em água.<sup>16,19</sup> Produzido por fontes naturais como descargas elétricas na atmosférica e por fontes antropogênicas através de indústrias de ácido nítrico e de ácido sulfúrico e motores de combustão (principal fonte). São produzidos durante a queima de combustíveis em altas temperaturas, em usinas térmicas que utilizam gás ou incinerações. Pode-se formar por oxidação do Monóxido de Nitrogênio (NO). A decomposição do NO<sub>2</sub> por ação da luz solar pode produzir átomos de O<sub>2</sub> altamente

oxidantes, formando produtos muito irritantes para os olhos tais como o Ozônio (O<sub>3</sub>) e os compostos carbônicos oxigenados.<sup>19</sup>

Pode provocar lesões nos brônquios e alvéolos pulmonares além de poder aumentar a reatividade a alérgenos de origem natural. Em doses elevadas é capaz de provocar edema pulmonar, e em menores concentrações, bronquite crônica e enfisema. Seu valor de referência segundo a CETESB<sup>19</sup> e a FEAM<sup>16</sup>, classifica-se como bom, quando atinge até 100 µg/m<sup>3</sup> em 1 hora, inadequado quando atinge 1130 µg/m<sup>3</sup> e crítico ao atingir 3750 µg/m<sup>3</sup>. Tabela 1

### **3.1.3. Monóxido de Carbono (CO)**

É um gás incolor, inodoro e insípido, extremamente tóxico, formado na combustão incompleta do carbono presente nos combustíveis. É classificado como um asfíxiante sistêmico. Como fontes naturais de CO temos as erupções vulcânicas e decomposição da clorofila. Como fontes antropogênicas podemos citar: as queimadas florestais, combustão incompleta de combustíveis fósseis ou outros materiais orgânicos, sendo os transportes rodoviários o sector que mais contribui para as emissões deste poluente, encontrado em áreas urbanas com tráfego intenso. Pode também ser formado por oxidação de poluentes orgânicos, tais como o metano.<sup>18</sup>

Pode provocar danos à saúde humana tais quais: capacidade de se combinar irreversivelmente com a hemoglobina (210 vezes superior à do oxigênio), dando lugar à formação da carboxihemoglobina. Provoca dificuldades respiratórias e asfixia e, em casos de 50% de transformação da hemoglobina em carboxihemoglobina, pode conduzir à morte. Além disso, pode provocar diminuição da percepção visual, da capacidade de trabalho, da destreza manual, da capacidade de aprendizagem e do desempenho de tarefas complexas.<sup>18</sup> Seu valor de referência segundo a CETESB<sup>19</sup> e a FEAM<sup>16</sup>, é classificado como bom, quando atinge até 4,5 ppm em 8 horas, inadequado quando atinge 15 ppm e crítico ao atingir 50 ppm em 8 horas. Tabela 1

### 3.1.4 Material Particulado (PM)

Consiste em um conjunto de substâncias suspensas no ar em forma de partículas, sólidas ou líquidas, de diversos tamanhos. Segundo a EPA, agência de proteção ambiental norte-americana, o material particulado pode ser classificado em: partículas finas quando possuem diâmetro menor que 2.5 micrômetros, partículas intermédias, quando possuem de 2,5 a 10 micrômetros de diâmetro e partículas maiores, quando possuem mais de 10 micrômetros de diâmetro. <sup>20</sup>

Como fontes naturais de material particulado, podem ser apontados os vulcões, aerossóis marinhos e a ação do vento sobre o solo. Fontes antropogênicas criadas a partir da intervenção humana sobre a natureza, podem ser observadas em processos industriais ( por exemplo, o processo de extração de brita, realizado por pedreiras) tráfego rodoviário e a combustão fósseis. <sup>18</sup>

Quanto menor o diâmetro das partículas, mais nocivas elas podem se tornar. A poeira e a fumaça podem provocar irritação ocular, nasal, do trato respiratório e pulmonar e até bronquite, asma e mesmo a morte. Quando misturadas a substâncias tóxicas (sulfatos, nitratos, metais pesados e hidrocarbonetos) acentuam os efeitos sobre a saúde humana. O PM 2,5 atinge os alvéolos pulmonares, provocando dificuldades respiratórias, podendo também originar doenças respiratórias crônicas, como a pneumoconiose. <sup>18</sup> Atualmente, existem parâmetros reguladores para o PM10 e segundo a CETESB<sup>19</sup> e a FEAM <sup>16</sup>, seu valor de referência é classificado como bom, quando atinge até 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em 24 horas, inadequado quando atinge 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e crítico ao atingir 600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tabela 1

### 3.1.5. Ozônio (O<sub>3</sub>)

O Ozônio é um gás incolor, inodoro em concentrações ambientais, relativamente insolúvel em água. É também o principal componente da névoa fotoquímica, o Smog. É considerado um importante oxidante fotoquímico sendo bastante irritante. Como já foi dito anteriormente, o Ozônio (O<sub>3</sub>) não é emitido diretamente na atmosfera. Sua formação ocorre através de reações químicas complexas entre Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs) e os óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>) na presença de luz solar. A luz solar e a temperatura estimulam tais reações, de tal forma que em dias ensolarados e quentes, ocorrem picos de

concentração de O<sub>3</sub>.<sup>18</sup> As fontes de emissões de VOCs e NO<sub>x</sub> são veículos, indústrias químicas, lavanderias, e atividades que usam solventes. O Ozônio inibe a fotossíntese, afetando portanto, as plantas, as plantações agrícolas, as vegetações naturais, trazendo danos às colheitas.<sup>18</sup> Pode provocar danos à saúde, dentre eles, irritações nos olhos, nariz e garganta, seguindo-se tosse e dor de cabeça e acometimento dos brônquios e alvéolos pulmonares. A sua ação pode ser percebida, mesmo para concentrações baixas e para exposições de curta duração, principalmente em crianças.<sup>18</sup>

Atualmente, segundo a CETESB<sup>19</sup> e a FEAM<sup>16</sup>, seu valor de referência é classificado como bom, quando atinge até 80 µg/m<sup>3</sup> em 1 hora, inadequado quando atinge 400 µg/m<sup>3</sup> e crítico ao atingir 1200 µg/m<sup>3</sup>. Tabela 1

**Tabela 1- Índice de Qualidade do Ar**

Classificação	Índice	Níveis de Cautela sobre a Saúde	PM-10 Média 24h(µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> Média 24h(µg/m <sup>3</sup> )	CO Média 8h(ppm)	O <sub>3</sub> Média 1h(µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> Média 1h(µg/m <sup>3</sup> )
BOA	0-50		50	80	4,5	80	100
REGULAR	51-100		150	365	9	160	320
INADEQUADA	101-199	Atenção	250	800	15	400	1130
MÁ	200-299	Alerta	420	1600	30	800	2260
PÉSSIMA	300-399	Emergência	500	2100	40	1000	3000
CRÍTICA	Acima de 400	Crítica	600	2620	50	1200	3750

Fonte: Cetesb<sup>19</sup>/Feam<sup>16</sup>

### 3.2. Dados meteorológicos e suas relações com poluentes atmosféricos.

Dados meteorológicos tais quais temperatura, umidade, direção e velocidade dos ventos são condições externas que, associados aos fatores topográficos, podem afetar diretamente a dispersão e o transporte dos poluentes.

O perfil de temperatura vertical que se forma na atmosfera influencia diretamente a dispersão dos poluentes. Gradientes de temperatura dão origem aos movimentos verticais ascendentes e descendentes das massas de ar que afetam o clima e os processos de mistura dos poluentes na atmosfera.<sup>21</sup>

Além dos movimentos verticais das massas de ar, devem-se considerar, na análise de transporte e dispersão dos poluentes, os movimentos horizontais causados pela direção e

velocidade dos ventos. A velocidade e direção dos ventos determinam a concentração dos poluentes em torno das fontes, seu alcance e trajetória.<sup>21</sup>

O movimento do ar originando os ventos surge em função da existência de regiões com diferentes pressões. Zonas com pressões altas ou baixas possuem sistemas de ventilação diferenciados<sup>21</sup> Geralmente o movimento do ar nas camadas inferiores da atmosfera ocorre das regiões de alta pressão para as regiões de baixa pressão. Esta convergência causa a movimentação das camadas de ar resultando num aumento da taxa de ventilação.

Quando a taxa de ventilação torna-se muito baixa, em função da diminuição do gradiente de pressão, ocorre a estagnação do ar, o que contribui para o aumento da concentração de poluentes na atmosfera<sup>21</sup>

O mais importante processo de mistura na atmosfera que causa a dispersão dos poluentes é a turbulência. Este processo é originado pela alta movimentação irregular dos ventos, que contribui grandemente para a mistura de parcelas de ar poluído e não poluído favorecendo assim a diluição dos poluentes.<sup>21</sup>

Todos estes fatores meteorológicos são importantes quando se deseja realizar estudos de dispersão de poluentes. Para tanto, a estimativa da concentração de poluentes pode ser obtida a partir da utilização de equações empíricas formadoras de modelos matemáticos de dispersão<sup>21</sup>.

### **3.3 Problemas respiratórios relacionados com poluentes atmosféricos.**

Estudos epidemiológicos relacionando poluição atmosférica e saúde foram e continuam sendo realizados em todo o mundo. Começaremos a abordar inicialmente estudos que observam apenas a população de adultos, ou a população de adultos simultaneamente com a população de crianças e que foram realizados internacionalmente, a partir de então, seguiremos esta lógica, observando os estudos nacionais. Posteriormente, abordaremos estudos que exclusivamente observam crianças, realizados no exterior e no Brasil.

#### **3.3.1. Estudos internacionais que abordam crianças e adultos.**

Na Europa, um estudo de grande porte, denominado APHEA (Air Pollution and Health: a European Approach) trouxe novos discernimentos quanto a questão de doenças respiratórias e poluição atmosférica. Estudos iniciais foram baseados em dados antigos

(APHEA1). Neste estudo a mortalidade diária aumentou em 6 cidades cerca de 2.9% para cada 50 mg/m<sup>3</sup> de aumento na concentração máxima de Ozônio em 1 hora. Além disso, foram encontradas associações entre Dióxido de Nitrogênio e mortalidade.<sup>22</sup>

No final dos anos 90 uma nova série de estudos (APHEA 2) foi realizada com a capacidade de usar dados que envolviam a PM<sub>10</sub> (material particulado na forma microscópica presente na atmosfera com 10 µm de diâmetro ou menos). A primeira parte do estudo APHEA 2 analisou mortalidade. Neste contexto, o estudo englobou uma população de 43 milhões de pessoas que viviam em 29 cidades européias, teve a duração de 5 anos.<sup>17</sup> A partir de dados envolvendo 21 cidades, houve como resultado o aumento da mortalidade de 0,6% (95% IC) a cada 10 µg/m<sup>3</sup> de acréscimo no PM<sub>10</sub>.<sup>4</sup> Em outro contexto do estudo APHEA 2, as internações hospitalares foram analisadas. Nesta abordagem observou-se 38 milhões de pessoas as quais viviam em 8 cidades européias e que foram estudadas ao longo de 3 a 9 anos. As internações por Asma e DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica) entre idosos com mais de 65 anos cresceram cerca de 1% por 10 µg/m<sup>3</sup> de acréscimo do PM<sub>10</sub> e internações por doenças cardiovasculares aumentaram aproximadamente 0,5% a cada 10 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> além de cerca de 1,1% para cada 10 µg/m<sup>3</sup> de aumento em Black Smoke (fumaça produzida pela combustão de automóveis e pela indústria), o que sugeriu ser a combustão de diesel influenciadora dos níveis de poluição e de adoecimento.<sup>23</sup>

Nos EUA, um estudo também de grande porte foi igualmente realizado. Denominado the National Mortality, Morbidity and Air Pollution Studies (NMMAPS), ocorreu nas 20 principais áreas metropolitanas dos EUA, onde 50 milhões de pessoas residem. Seu andamento se deu no período de 1987 a 1994.<sup>24</sup> Todas as causas de mortalidade aumentaram cerca de 0,5 % a cada 10 µg/m<sup>3</sup> de acréscimo no PM<sub>10</sub>. Quanto às internações hospitalares, o estudo se deu em 10 cidades, com uma população de 1.843.000 indivíduos idosos (acima de 65 anos). Houve um aumento nas internações por DPOC, 1,5%, e nas internações por doenças cardiovasculares, 1,1%, por 10 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub>.<sup>25</sup>

Estudos de coorte que abordam mortalidade e morbidades devido a efeitos adversos da poluição atmosférica também têm sido desenvolvidos. Uma associação significativa entre material particulado e sintomas de bronquite foi observada em crianças que viviam em 24 comunidades norte-americanas e canadenses.<sup>26</sup> A exposição a tais partículas em crianças também está relacionada à redução do crescimento da função pulmonar.<sup>27</sup> Crianças,

quando realocadas de áreas que possuíam altos níveis de poluentes para baixos níveis (ou vice-versa), mostraram alterações no crescimento da função pulmonar.<sup>28</sup>

Estudos que correlacionam Poluição Atmosférica e doenças respiratórias também têm sido realizados por toda América Latina. No Chile, um estudo analisa a relação entre Poluição Atmosférica e Doenças Respiratórias em uma comunidade de Santiago (Cerro Navia). Este estudo compreende o período de Maio a Dezembro de 2004 e conta com registros diários de poluição. Seu objetivo é investigar se a proporção de Infecções Respiratórias Baixas é maior na região que possui maiores registros de PM<sub>10</sub> (Região denominada Centro Albertz), os quais ultrapassam limites chilenos com frequência, em relação a outra região a qual tais limites praticamente não são ultrapassados (Região Metropolitana). Os grupos estudados são crianças e adolescentes menores de 15 anos para Infecções do Trato Respiratório Inferior, Pneumonia e Bronquite crônica e adultos maiores de 65 anos para doenças tais como do Trato Respiratório Inferior e DPOCs (Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas). Foram observados os números de registros ambulatoriais. Como resultados, foi possível observar que existe uma maior proporção de atendimentos ambulatoriais para bronquite crônica e para pneumonia em crianças e adolescentes na região do Centro Albertz do que na Região Metropolitana. Para idosos, houve uma proporção de atendimentos ambulatoriais maior na região do Centro Albertz para Infecções respiratórias Baixas.<sup>29</sup>

Outro estudo também realizado no Chile, relaciona Poluição Atmosférica e Mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares em uma região que possui altos índices de PM<sub>10</sub>, localizada no Sul do Chile, denominada Temuco. Os dados de mortalidade foram obtidos a partir do Ministério da Saúde chileno e compreenderam o período de 1997 a 2002. Foi encontrada uma associação significativa e positiva entre a concentração de PM<sub>10</sub> e a mortalidade diária causada por doenças respiratórias (p valor: 0,046, Risco Relativo: 1.236 , 95% Intervalo de confiança 1.004-1.522) e por doenças cardiovasculares em pessoas maiores de 65 anos. (p valor: 0.042; RR 1.176 95% IC 1.006-1.374). O estudo concluiu portanto que existe uma associação significativa entre poluição diária por PM<sub>10</sub> e mortalidade em Temuco, no Chile.<sup>30</sup> Veja o resumo dos estudos internacionais na tabela 2.

**Tabela 2- Estudos Internacionais: Análise da relação entre Poluição Atmosférica e Doenças Respiratórias.**

<b>População</b>	<b>Desenho do Estudo</b>	<b>Desfecho</b>	<b>Resultados</b>	<b>Referência</b>
População geral de 20 cidades norte-americanas	Estudos de painel. Transversal	Mortalidade por doenças respiratórias na população geral. Internações por DPOC e doenças cardiovasculares em idosos.	Aumento na mortalidade associado ao aumento no PM10. Aumento nas internações por DPOC e doenças cardiovasculares em idosos também associado ao PM10.	Zanobetti et al, 2000
População geral de 6 cidades européias	Estudos de painel. Transversal.	Mortalidade da população em geral	Aumento na mortalidade diária associada ao aumento da concentração de Ozônio.	Katsouyanni et al, 2001
População geral de 29 cidades européias	Estudos de painel. Transversal	Mortalidade por doenças respiratórias em diferentes faixas etárias e internações por asma e DPOC em idosos.	Associação entre aumento da mortalidade na população geral e das internações por asma e DPOC em idosos, de acordo com aumento da concentração de PM10.	Katsouyanni et al, 2001
Idosos maiores de 65 anos.	Estudo ecológico de séries temporais. Realizado no Chile.	Mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares.	Associação significativa encontrada entre a concentração de PM10 e mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares em idosos.	Sanhuez et al, 2006
Crianças e adolescentes menores de 15 anos e adultos maiores de 65 anos.	Estudo ecológico de séries temporais. Realizado no México.	Atendimentos ambulatoriais. Crianças: doenças do trato respiratório inferior, pneumonia e bronquite crônica. Idosos: infecções do trato respiratório inferior e DPOC.	Região com maiores índices de poluentes responsável pelo maior número de atendimentos ambulatoriais tanto em crianças quanto em idosos para todas as doenças.	Prieto et al, 2007

### **3.3.2. Estudos nacionais que abordam crianças e adultos.**

No Brasil, importantes estudos se desenvolveram principalmente no município de São Paulo. Em um dos estudos, foram utilizadas as bases de dados referentes ao Sistema de Informações Hospitalares do SUS. Foi realizada uma análise de séries temporais. Todas as internações de idosos (pessoas com 65 anos ou mais) e crianças (menores de 5 anos) que ocorreram no período entre 1º de maio de 1996 e 31 de abril de 2000, em hospitais do Município de São Paulo foram observadas. Como resultado, verificou-se que um aumento

de  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  no nível de material particulado inalável associa-se ao incremento de 4,6% nas internações por asma em crianças, de 4,3% por doença pulmonar obstrutiva crônica em idosos e de 1,5% por doença isquêmica do coração também em idosos. Portanto, uma associação estatisticamente significativa entre o aumento no nível de poluentes na atmosfera e o aumento de hospitalizações pelas diversas causas, nos dois grupos etários estudados pôde ser estabelecida. Esta associação indica que os níveis atuais de contaminação do ar no Município de São Paulo tem impacto na saúde de sua população.<sup>11</sup>

Internações e óbitos no período de 1993 a 1997 também foram abordados em outro estudo realizado em São Paulo.<sup>8</sup> Este estudo teve como objetivo avaliar efeitos de curto prazo da poluição atmosférica na morbidade respiratória de pessoas menores de 15 anos e na mortalidade de idosos. Os dados diários de internações do período de janeiro de 1993 a dezembro de 1997 foram obtidos da base de dados de formulários de autorização de internação hospitalar (AIH) do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIHSUS) para crianças e adolescentes com menos de 15 anos. Já a mortalidade de idosos (acima de 65 anos) foi obtida através de dados diários do Programa de Aprimoramento de Informações de Mortalidade (PROAIM). Os poluentes observados neste estudo foram o  $\text{PM}_{10}$ , CO,  $\text{O}_3$ . As variações dos poluentes foram significativamente associadas ao aumento de admissões por doenças respiratórias em menores de 15 anos para  $\text{PM}_{10}$  (%RR=10,0), CO (%RR=6,1) e  $\text{O}_3$  (%RR=2,5). Uma associação semelhante foi encontrada para mortalidade em idosos e  $\text{PM}_{10}$  (%RR=8,1) e CO (%RR=7,9). Os resultados encontrados são coerentes com os estudos que apontam associação entre variações de curto prazo dos poluentes atmosféricos e incremento na morbidade e mortalidade nos grandes centros urbanos.<sup>8</sup>

Um estudo igualmente realizado em São Paulo, apresentando delineamento ecológico, de séries temporais, teve como objetivo investigar a associação entre os níveis diários de poluentes do ar (CO,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  e  $\text{PM}_{10}$ ) e atendimentos de idosos com infecções de vias aéreas superiores, do Pronto Socorro Médico do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Além disso, este estudo avaliou o impacto do sistema de rodízios de carros (implantado de 1996 a 1998 na região metropolitana de São Paulo), sobre dados de poluição atmosférica e sobre o número de atendimentos de idosos com infecções de vias aéreas superiores. O período do estudo se deu de 1º de maio de 1996 e 30 de setembro de 1998. Resultados descrevem que o monóxido de carbono (CO) e

dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) estiveram diretamente associados às infecções de vias aéreas superiores. Esta associação foi importante, mesmo após inclusão das variáveis de controle. Quanto ao sistema de rodízio de veículos, este auxiliou a reduzir os níveis médios dos poluentes, entretanto, não foi observada diminuição nos atendimentos por infecções de vias aéreas superiores em idosos.<sup>31</sup>

Um estudo de análise da poluição atmosférica e efeitos na saúde da população, em duas grandes metrópoles brasileiras (São Paulo e Rio de Janeiro) teve um papel importante ao analisar simultaneamente em duas grandes cidades brasileiras, comportamentos distintos. No município do RJ o período estudado se deu de janeiro de 1990 a dezembro de 1993 (primeiro período) para as análises de mortalidade; e de agosto de 2000 a novembro de 2001 (segundo período) para as análises de internações hospitalares. Para o Município de São Paulo o período de estudo se deu de 1º de maio de 1996 a 31 de abril de 2000. Os dados obtidos no estudo foram analisados utilizando-se técnicas de análise de séries temporais em modelos lineares. Os níveis de poluição do ar das duas cidades apresentam algumas diferenças marcantes. Enquanto o padrão diário para o PM<sub>10</sub> (150 µg/m<sup>3</sup>) praticamente não foi ultrapassado no RJ, o mesmo não ocorreu em São Paulo, o qual ultrapassou tal limite com frequência. Além disso, os padrões de CO (9ppm) e NO<sub>2</sub> (320µg/m<sup>3</sup>) também foram ultrapassados em São Paulo.

No município do RJ, a cada 10µg/m<sup>3</sup> de aumento no PM<sub>10</sub> havia um aumento de 1,8% no número de internações em crianças ocasionadas por doenças respiratórias. Já em idosos, o aumento do número de internações por doenças respiratórias foi de 3,5% para cada 10µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> e 3,3% para o equivalente a 10µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub>. Ainda no RJ, o aumento percentual na mortalidade por doenças respiratórias em idosos foi de 0,9% para partículas totais em suspensão (PTS). Já no Município e São Paulo, a cada 10µg/m<sup>3</sup> no aumento de PM<sub>10</sub> e SO<sub>2</sub> havia um aumento de 6,7% no número de internações por doenças respiratórias em crianças e para o incremento de 1 ppm de CO, este aumento foi de 1,7%. Para os idosos, o aumento percentual de internações devido a doenças respiratórias, correspondente a incrementos nos níveis de poluentes, foi de 1,9% para 10µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub>, 3,2% para 1ppm de CO e 10,8% para 10µg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub>. Quanto a mortalidade em idosos por doenças respiratórias no município de São Paulo, o aumento foi de 0,9% para o PM<sub>10</sub>, 13,7% para o CO e 5,3% para o SO<sub>2</sub>.<sup>32</sup>

Associações estatisticamente significantes entre aumentos nos níveis de poluentes atmosféricos e aumentos na mortalidade e nas internações, por causas respiratórias em crianças e idosos, em ambos os municípios foram encontradas, mesmo após ajuste por tendências de longo prazo, sazonalidade, dia da semana, feriados, temperatura e umidade. Neste estudo, concluiu-se que os níveis de poluição vivenciados atualmente em São Paulo e no Rio de Janeiro são suficientes para causar agravos à saúde da população. Portanto, medidas articuladas entre os diversos setores que gerenciam a vida urbana nessas metrópoles são fundamentais para buscar a melhoria da qualidade do ar e, conseqüentemente, da saúde da população nessas cidades.<sup>32</sup>

Foi conduzida na cidade do Rio de Janeiro a partir de dados de mortalidade em idosos, mais uma análise de série temporal. Os dados relativos aos óbitos de residentes no Município do Rio de Janeiro ocorridos no período de 1990 a 1993 foram classificados, segundo a causa básica, nos Capítulos de Doenças do Aparelho Circulatório (DAC) ou Doenças do Aparelho Respiratório (DAR) da 9ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-9) 22<sup>3</sup>. Dados sobre poluição por partículas totais em suspensão no período de 1990 a 1993 foram fornecidos pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. Estes dados foram analisados por meio do modelo de regressão de Poisson. A mortalidade diária em idosos apresentou flutuação sazonal, com aumento nos meses mais frios para ambos os grupos de causa (DAC e DAR). Para um aumento dos níveis de material particulado suspenso do 10º ao 90º percentil (104.7 µg/m<sup>3</sup>), o risco relativo para mortalidade em idosos considerando doenças cardiovasculares e respiratórias foi 1,04 (95% IC: 0.9 -1.13) e 1,10 (95%CI: 0.97-1.26) respectivamente. Embora tenha sido observada uma tendência ao aumento do risco, a associação não foi estatisticamente significativa. Isso pode ser explicado parcialmente pelo pequeno número de medidores dos poluentes para o período analisado.<sup>3</sup>

Um estudo ecológico realizado no Brasil, no estado de São Paulo, teve como objetivo avaliar a associação entre internações hospitalares devido à pneumonia infantil e poluição atmosférica além de observar a associação entre gripe em idosos e poluição atmosférica. O período de estudo se deu de 1996 a 1998. Este estudo foi realizado no município de São José dos Campos (cidade de médio porte, localizada no estado de São Paulo). Poluentes como SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, e PM<sub>10</sub> foram registrados diariamente. De acordo com os resultados, O<sub>3</sub> e SO<sub>2</sub> estão diretamente associados à pneumonia e à gripe, independentemente das variáveis

de controle. O estudo ajudou a corroborar a afirmação que efeitos adversos na saúde devido à poluição atmosférica também podem ser observados em cidades de médio porte.<sup>33</sup> Veja resumo de estudos nacionais na tabela 3.

### 3.3.3. Estudos que abordam exclusivamente crianças:

Estudos que utilizam crianças como população de análise vem crescendo em todo o mundo. Atualmente sabe-se que este grupo representa uma parcela da população mais susceptível ao adoecimento e, portanto, pode demonstrar ser mais sensível ao estudo de doenças respiratórias, principalmente quando a base de dados inclui a observação de internações. Abaixo, segue a revisão bibliográfica de estudos que abordam exclusivamente a população infantil como grupo de análise.

**Tabela 3 - Estudos Nacionais: Análise da relação entre Poluição Atmosférica e Doenças Respiratórias**

População	Desenho do Estudo	Desfecho	Resultados	Referência
Crianças e Idosos	Estudo ecológico de séries temporais.	Internações em crianças e idosos e mortalidade em idosos ambos por doenças respiratórias.	Rio de Janeiro: aumento no número de internações em de crianças e idosos e aumento da mortalidade em idosos para incrementos no PM10. São Paulo: aumento no número de internações em crianças e idosos para incrementos no PM10 e SO2 e aumento na mortalidade em idosos para o incremento no PM10.	Gouveia N, 2006
Crianças menores de 15 anos e Idosos	Análise de séries temporais	Internações em crianças e mortalidade em idosos, ambos por doenças respiratórias.	Aumento das admissões por doenças respiratórias em crianças e aumento da mortalidade em idosos. São Paulo	Saldiva et al, 2004
Idosos	Estudo ecológico de séries Temporais	Mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares em idosos.	Tendência de aumento do risco relativo para mortalidade em idosos considerando doenças respiratórias e cardiovasculares. Rio de Janeiro	Daumas et al, 2004.
Crianças e Idosos	Análise de Séries Temporais	Internações por asma em crianças e DPOC em idosos	Aumento nas internações por asma em crianças nas internações por DPOC em idosos ao incremento dePM10.	Gouveia et al, 2006
Idosos e Crianças	Ecológico. Análise de Séries Temporais	Internações por pneumonia infantil e gripe em idosos	Ocorreu uma associação direta dos poluentes O3 e SO2 com o aumento de internações por gripe e a pneumonia. São Paulo.	Nascimento, 2006

Na cidade de Juarez, no México, um estudo foi desenvolvido objetivando avaliar o impacto da Poluição Atmosférica sobre a saúde respiratória da população infantil. O estudo levou em conta o registro de pronto-socorros por doenças das vias respiratórias alta e baixa e por asma, em crianças e adolescentes menores de 17. A faixa etária foi estratificada em dois grupos, um de menores ou igual a 5 anos de idade e outro de maiores de 5 anos. O período de estudo se deu de 1997 a 2001 e foram observados dados diários de contaminantes atmosféricos (Ozônio e  $PM_{10}$ ), além de condições meteorológicas. A análise estatística se deu admitindo a distribuição de Poisson. Como resultado, obteve-se que apenas as concentrações de Ozônio se associaram significativamente com o número de registro de atendimentos em pronto-socorros por doenças respiratórias, o que se deu de forma mais evidente em crianças menores de 5 anos. Nesta faixa etária, a cada 20 ppb de aumento de ozônio por hora, houve um aumento de 8,3 % nos atendimentos de infecções das vias aéreas inferiores. Nas crianças e adolescentes de 6 a 16 anos observou-se um aumento de 5.1% nos atendimentos por infecções em vias respiratórias a cada aumento de 20 ppb de Ozônio. Portanto, conclui-se neste estudo, que o incremento na Poluição Atmosférica por Ozônio pode contribuir para o aumento de afecções respiratórias.<sup>34</sup>

Podemos citar mais um estudo ecológico, de séries temporais realizado no México na cidade de La Habana. Este estudo tem a finalidade de correlacionar as doenças respiratórias agudas (doenças respiratórias agudas, asma bronquial, infecções respiratórias agudas) e os níveis de poluição atmosférica diários ( $PM_{10}$ ,  $SO_2$ , black smoke) através do número de atendimentos em pronto-socorros de La Habana. O grupo de estudo abrange crianças e adolescentes com menos de 14 anos e o período de análise se deu de 1º de Outubro de 1996 até 11 de Março de 1998. Observou-se nos resultados que o nível de contaminação atmosférica não é alto, porém, um aumento de 20  $mg/m^3$  nos níveis de black smoke ( produzido pela indústria e pelo tráfego veicular) se correlaciona com o aumento de 2,2% ( IC95% 0,9-3,6) no número de consultas em pronto-socorros por crises agudas de asma bronquial e além disso, um aumento de 20 $mg/m^3$  de black smoke aumentou o número de infecções respiratórias agudas para 2.4% (95% IC 1,2-3,6). Já o aumento de  $SO_2$  foi capaz de gerar um aumento no número de infecções respiratórias agudas de 5% (95% IC 1,3-5,3). Portanto, os resultados sugeriram que os níveis de poluentes atmosféricos

na cidade de La Habana afetam a saúde respiratória de crianças e adolescentes com menos de 14 anos.<sup>35</sup>

Um estudo foi realizado na cidade de Itabira, em Minas Gerais, compreendendo o período de 1º janeiro de 2003 a 30 de junho de 2004. Esta cidade mineira está localizada na Serra do Espinhaço, onde existem grandes jazidas de minério de ferro que são extraídas através de aparelhos mecânicos, a céu aberto. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos agudos do material particulado inalável, PM10, sobre o atendimento em pronto-socorro por doenças cardiovasculares e respiratórias. Há uma associação para cada aumento de 10 µg/m<sup>3</sup> no PM10, com aumentos de 4% (IC 95%: 2,2-5,8) nos atendimentos de pronto-socorros por doenças respiratórias no dia e no dia seguinte, para crianças menores de 13 anos. Já para adolescentes de 13 a 19 anos, o aumento foi de 12% (IC 95%: 8,5-15,5), nos três dias subsequentes. Foram utilizados modelos aditivos generalizados de regressão de Poisson controlando-se para temperatura, umidade e sazonalidades. Estes resultados mostraram que o incremento de PM10 gerado através da mineração a céu aberto pode acarretar prejuízos à saúde da população exposta.<sup>36</sup>

A relação entre baixo peso ao nascer e poluição do ar foi verificada em um estudo de corte transversal, levando em conta a cidade do Rio de Janeiro no ano de 2002. Foram observados os nascimentos a termo e de gestação única. Dados sobre os nascimentos foram obtidos a partir do Sistema de Informações de Nascidos Vivos (SINASC), pertencente ao Ministério da Saúde. O corte para baixo peso, foi abaixo de 2500g. A exposição das mães foi estimada a partir da média do poluente para cada trimestre. As razões de Odds (RO) ajustadas foram estimadas para cada fator de risco em potencial. Para PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> e CO a maioria das associações estimadas foi positiva, embora apenas para o SO<sub>2</sub>, referente ao intervalo interquartil de exposição no terceiro trimestre tenha sido estatisticamente significativa. Quanto aos poluentes NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>, os mesmos foram medidos em apenas dois pontos da cidade e portanto, é razoável supor a presença de erro da classificação da exposição. Apesar das limitações envolvidas neste trabalho, foi possível estimar o efeito da poluição do ar sobre o peso ao nascer de recém-nascidos a termo, de gestação única, no Município do Rio de Janeiro.<sup>37</sup>

**Tabela 4 - Análise da relação entre Poluição Atmosférica e Doenças Respiratórias.  
Estudos realizados com a população infantil .**

População	Desenho do Estudo	Desfecho	Resultados	Referência
Crianças e adolescentes com menos de 14 anos	Ecológico de séries temporais	Atendimentos de pronto-socorros. Doenças respiratórias agudas (asma bronquial e infecções respiratórias agudas)	Black smoke foi associado ao aumento de atendimentos por asma bronquial e infecções respiratórias agudas. SO <sub>2</sub> foi associado ao aumento do número de infecções respiratórias agudas. México.	Placeres et al, 2004
Crianças e adolescentes menores de 17 anos estratificados em dois grupos.	Estudo ecológico de séries temporais.	Atendimentos de pronto-socorros. Doenças de vias respiratórias alta, baixa e asma. Dois grupos: menores ou igual a 5 anos e maiores de 5 anos.	Concentrações de Ozônio associaram-se significativamente com o número de atendimentos de pronto-socorros por doenças respiratórias, mais evidente no grupo mas jovem. México.	Cadena et al, 2007
Crianças menores de 13 anos e adolescentes de 13 a 19 anos.	Estudo ecológico de séries temporais	Atendimento em pronto-socorros por doenças respiratórias.	Associações estatisticamente significantes entre aumento de atendimento em pronto-socorros por doenças respiratórias e aumento nos níveis de PM <sub>10</sub> em ambos os grupos estudados. Minas Gerais.	Braga et al, 2007
Recém-nascidos	Corte Transversal	Baixo peso ao nascer	Associações positivas entre baixo peso ao nascer e aumento dos poluentes PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> e CO embora associação estatisticamente significativa apenas para SO <sub>2</sub> . Rio de Janeiro	Junger, 2007
Crianças menores de 6 anos	Estudo Ecológico	Atendimentos ambulatoriais de Asma e avaliar níveis de poluição atmosférica em relação à legislação nacional	Local estudado considerado com baixos níveis de poluição em relação à legislação nacional. O mapeamento dos casos de asma indica que fatores sociais exercem influência no número de internações em crianças. Vitória, ES.	Castro et al, 2007

Recentemente, um estudo que relaciona poluição atmosférica e doenças respiratórias foi conduzido no município de Vitória, no Estado do Espírito Santo. Seu objetivo era avaliar os níveis de poluição do ar em relação à legislação nacional e em relação ao recente padrão proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Além disso, o estudo visa analisar a distribuição espacial dos casos de asma atendidos nos ambulatórios das unidades básicas de saúde do Município de Vitória no período de 2001 a 2003, entre crianças menores de 6 anos. Os resultados de monitoramento da qualidade do ar no município, quando comparados com os padrões da OMS e do Brasil, não demonstram a presença de problemas

ambientais. De acordo com o programa de monitoramento da qualidade do ar, Vitória pode ser classificada como um município com baixos níveis de poluição para o período de 2001 a 2003. Quanto às interações por asma, o mapeamento dos casos indica que fatores sociais exercem influência nos casos de doenças respiratórias em crianças. Este fator pode ser agravado por fontes de poluição locais. O estudo demonstrou o impacto de fontes de poluição locais associadas a níveis sociais desprivilegiados e a pobreza ambiental, gerando aumento nas taxas de asma.<sup>38</sup> Veja tabela 4 com resumo dos estudos em crianças.

### **3.4. Dados e aspectos sócio-econômicos, Município de Nova Iguaçu.**

Nova Iguaçu é o maior e mais antigo município da Baixada Fluminense. Este município possui uma população residente de aproximadamente 900 mil habitantes, de acordo com a Fundação CIDE, 2005<sup>39</sup>. Sua população está distribuída por 68 bairros, que ocupam uma área de 524,04 km<sup>2</sup>. A população do município de Nova Iguaçu é integralmente urbana. Se levarmos em conta o estado do Rio de Janeiro este município é o 4º mais populoso e apresenta o 7º maior PIB.<sup>39</sup>

Com uma economia baseada especialmente no comércio, o município apresenta grandes desigualdades quanto à ocupação de seu território, assim como na concentração de serviços, equipamentos urbanos, níveis de renda e escolaridade da população. Tais desigualdades têm raízes históricas e contribuem fortemente para os elevados índices de criminalidade e baixa qualidade de vida da região.

A alta taxa de crescimento da população residente no município, associada à dinâmica de aglomeração resultante da concentração de empregos no setor de serviços, e a falta de políticas coerentes de habitação, saneamento e educação contribuíram fundamentalmente para o atual estado de degradação em que se encontra a maior parte do município, tanto no aspecto ambiental como no aspecto socioeconômico. Pode-se observar que no ranking de IDH do estado do Rio de Janeiro, em 2000, Nova Iguaçu ocupava apenas a 45ª posição.<sup>40</sup> A FIBGE/CIDE registrou para o mesmo período, uma taxa de alfabetização de 81,1% , que é inferior as taxas registradas nos Municípios de Duque de Caxias (81,3%), Nilópolis (88,7%), São João de Meriti (85,0%) e MRJ (87,5%).<sup>40</sup>

A história socioeconômica de Nova Iguaçu está associada a diferentes ciclos de exploração de recursos naturais que levaram a uma intensa degradação de suas condições

ambientais. Entretanto, estes ciclos foram responsáveis também pela ocupação que originou o que atualmente se pode chamar de "sociedade iguaçuana". Cada ciclo foi responsável por novas ondas de ocupação de migrantes atraídos pelo trabalho, desde a cana no século XVII até as pedreiras nos dias atuais, passando também pelos ciclos do feijão, do café e da laranja, quando se atingiu o auge econômico .<sup>41</sup>

Com o crescimento da cidade do Rio de Janeiro, o município se firmou como zona periférica, "cidade-dormitório" para aqueles que trabalhavam na capital. Esta construção histórica levou à formação de uma cultura própria que interfere na identidade social de seus habitantes. Atualmente se observa que a parcela da população de classe média, que tem acesso a melhores oportunidades de ensino, consegue aprovar-se em Universidades públicas do município do Rio de Janeiro. Estas pessoas passam então a estudar fora do município e invariavelmente se empregam também fora do município de Nova Iguaçu. Sendo assim, criam suas carreiras em outros lugares e por vezes acabam migrando para a cidade do Rio de Janeiro. Por este motivo, os movimentos sociais se mostram severamente enfraquecidos devido à oposição de interesses que divide a sociedade: enquanto a classe média, concentrada nos bairros centrais, encaminha seus filhos para a capital em busca de cultura e boas universidades, se mostrando alheia às reivindicações locais, as camadas mais carentes ainda lutam por condições básicas de sobrevivência nas zonas periféricas. Este fato contribui para a falta de reivindicação por políticas públicas ambientais eficazes, inclusive, no que se diz respeito à qualidade do ar.

A participação da sociedade quanto ao controle da emissão de poluentes na atmosférica são muito tímidas. Esporadicamente se observa manifestações em jornais de circulação estadual sobre a influência que empresas e indústrias locais, como pedreiras, exercem sobre a vida da população. Contudo, a maior parte da população não tem acesso às informações sobre políticas ambientais e, sobretudo, não vislumbra a sua participação nos potenciais benefícios trazidos pelas mudanças. Politicamente, a questão ambiental encontra-se fragmentada em diferentes secretarias que sofrem com a falta de verba para implementação de projetos . Desta forma fica clara a fragilidade de qualquer iniciativa quanto ao controle da emissão de poluentes no município de Nova Iguaçu.

É importante salientar ainda que a única estação de registros de poluentes presente no município é de domínio estadual, e que no âmbito municipal há a ausência de registros, avaliação e controle de dados de poluentes atmosféricos.<sup>42</sup>

## 4. Objetivos

### *Objetivo geral:*

Analisar a correlação entre exposição à poluição atmosférica e a morbidade por doenças respiratórias em crianças menores de 5 anos residentes no município de Nova Iguaçu no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2005.

### *Objetivos específicos:*

- Analisar a tendência temporal das internações por doenças respiratórias em crianças menores de cinco anos residentes no Município de Nova Iguaçu;
- Elaborar curvas de tendência de níveis diários de poluentes atmosféricos para o Município de Nova Iguaçu;
- Analisar a correlação entre os poluentes estudados e internações de crianças menores de cinco anos por doenças respiratórias na população de residentes no município de Nova Iguaçu.

## **5. Metodologia**

### **5.1. Método da pesquisa**

Esta investigação está fundamentada na pesquisa epidemiológica não experimental, descritiva, constituindo-se por um estudo ecológico de séries temporais, tendo como propósito básico avaliar a tendência temporal de internações hospitalares diárias no período de 2000 a 2005, e sua correlação com níveis de poluentes atmosféricos no mesmo período, caracterizando-se por um estudo retrospectivo.<sup>43</sup>

### **5.2. Operacionalização da pesquisa**

#### **Área geográfica de estudo**

O estudo foi conduzido no município de Nova Iguaçu, RJ, utilizando-se dados do período de janeiro de 2000 a dezembro de 2005.

#### **Período do Estudo**

O estudo foi desenvolvido através da análise do período de janeiro de 2000 a dezembro de 2005.

#### **Fonte de Dados**

Para a realização deste estudo foram levantados dados sobre a qualidade do ar e dados sobre internações hospitalares.

##### **A) Dados sobre qualidade do ar:**

As informações sobre as condições do ar no município foram coletadas de uma fonte principal e única, na Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), onde obtiveram-se dados relativos aos poluentes Material Particulado (PM<sub>10</sub>), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O<sub>3</sub>),

todos relativos ao período de janeiro de 2000 a dezembro de 2005. O monitor automático da FEEMA está localizado no centro de Nova Iguaçu. Dados meteorológicos como temperatura, umidade relativa do ar e velocidade de ventos também foram obtidos para o mesmo período na FEEMA.

## **B) Dados sobre internações hospitalares:**

Para esta investigação foram coletados via internet, dados junto ao Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, DATASUS, do Ministério da Saúde. Estes bancos de dados contêm informações de todas as internações realizadas no âmbito do SUS através das Autorizações de Internação Hospitalar (SIA/AIH), onde constam informações como sexo, idade, data de internação, data de alta, diagnóstico, duração da internação, identificação do hospital e unidade da federação.

Os diagnósticos a serem considerados foram

1. Doenças respiratórias totais, todas incluídas na CID 10 capítulo 10;
2. Asma considerando CID 10 capítulo 10, J45.0, J45.1, J45.8, J45.9 e J46.

Para cada ano existiu um n de crianças distinto. Em 2000 o número de crianças residentes em Nova Iguaçu foi de 90619. Em 2001 este número apresentou-se menor devido à emancipação de Mesquita o qual anteriormente fazia parte de Nova Iguaçu e foi de 76315. Em 2002 a população de crianças menores de 5 anos foi de 77859. Em 2003 esta população foi de 79040, em 2004 foi de 80223 e finalmente em 2005 a população infantil com menos de 5 anos foi de 82902. Todos estes dados foram obtidos no site do Datasus.<sup>44</sup> Foram excluídas as internações eletivas, agendadas previamente.

## **C) Tratamento dos dados**

Foram calculadas as incidências diária para cada doença estudada no grupo etário de crianças menores de 5 anos no período de 2000 a 2005 e construídos gráficos de séries diárias a fim de demonstrar a tendência das internações hospitalares.

Considerando-se os poluentes diariamente, foi permitido obter o coeficiente de correlação de Pearson através de regressão linear, para verificar a relação entre os níveis de concentração de poluentes Material Particulado (PM<sub>10</sub>), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>),

Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>), Monóxido de Carbono (CO), Ozônio (O<sub>3</sub>) e o log de internações por doenças respiratórias e asma em crianças menores de 5 anos residentes no município de Nova Iguaçu. Foram retirados os outliers a partir do valor da média mais dois desvios padrão.

Nos períodos de ausência de dados do banco de dados de poluentes da Feema, por falta de registros, foram estimados os níveis de poluentes para o período de ausência de dados de até uma semana, através da média dos registros dos 10 dias anteriores, sempre se realizando uma nova média de valores de 10 dias anteriores, incluindo o valor que foi estimado anteriormente com este processo. Quando o período de ausência de registros ultrapassava uma semana, outro método era utilizado. Nesses casos em que os períodos de ausência de registros de poluentes eram muito longos, foram feitas as correlações com internações apenas para dias que ocorreram registros, sendo eliminadas as internações para os dias em que não havia registros de poluentes, de acordo com Washington Junger.<sup>45</sup> Sendo assim, foram observadas as datas de internações as quais existiam os registros de poluentes e os que puderem ser estatisticamente estimados.

Gráficos de regressão para todo o período (2000 a 2005) foram construídos para cada poluente. Após este processo, foram construídos gráficos para cada poluente ano a ano, ou seja para o ano 2000, para o ano 2001, para o ano 2002, 2003, 2004 e 2005 separadamente. Foi necessário construir gráficos ano a ano para observar se o comportamento da correlação variava a cada ano ou se permanecia semelhante a correlação realizada para todo o período em conjunto (2000 a 2005). Além dos gráficos de regressão, gráficos de séries diárias de poluentes também foram construídos para cada poluente, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, e CO considerando-se o período integralmente estudado (2000 a 2005) a fim de se observar a tendência diária de cada poluente por todo o período.

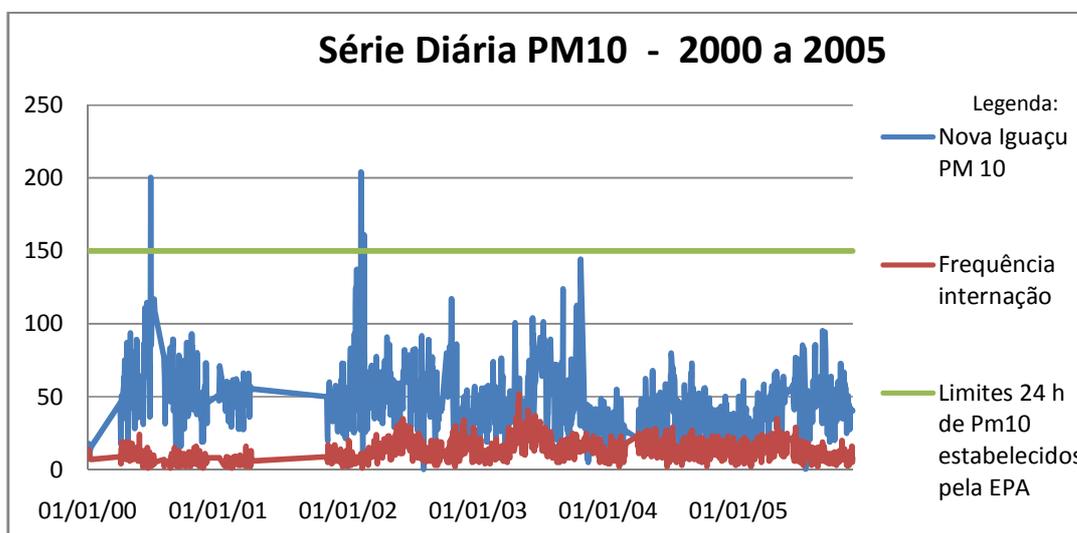
Todos os outliers foram excluídos. Outliers foram determinados considerando-se valores acima e abaixo da média do poluente estudado, somado de dois desvios padrões. Foram adotados um intervalo de confiança de 95% e nível de significância estatística com  $p < 0,05$ .

Este projeto foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Ensp sob o número 166/08 no dia 22/12/2008.

## 6. Resultados

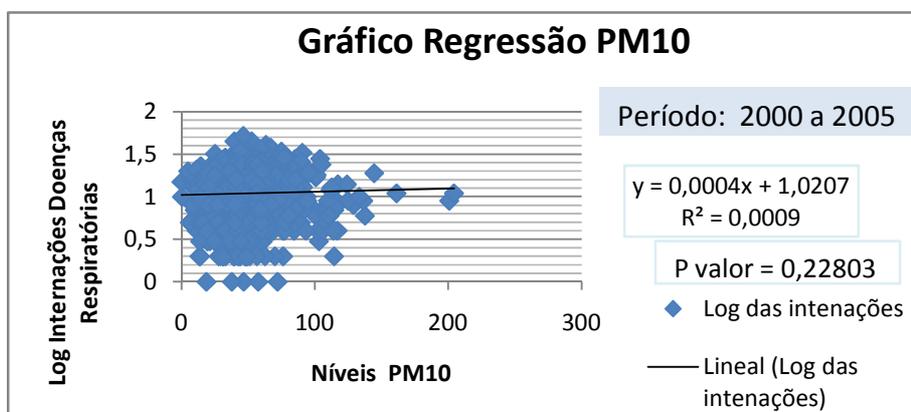
Foram gerados gráficos de séries diárias para cada poluente em relação a doenças respiratórias totais (todas as causas de doenças respiratórias) e em relação a asma no período de 2000 a 2005. Além disso, foram gerados gráficos de regressão para cada poluente em relação a doenças respiratórias totais e a asma, observando todo o período de 2000 a 2005 e ano a ano, no caso de doenças respiratórias totais, para que fosse possível estratificar a interferência anual na regressão.

**GRÁFICO 1: SÉRIE DIÁRIA PM10 - 2000 A 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS**



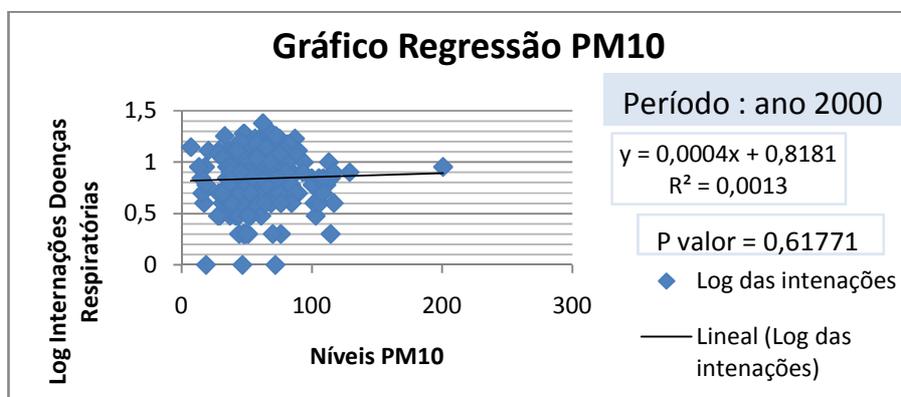
Neste gráfico observa-se que o nível de poluentes diários praticamente não ultrapassa os limites estabelecidos pela EPA (Environmental Protection Agency). Além disso, observa-se que o número de interações não se encontra elevado por todo o período.

**GRÁFICO 2: REGRESSÃO LINEAR PM10 - 2000 A 2005 POR TODAS AS CAUSA DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS**



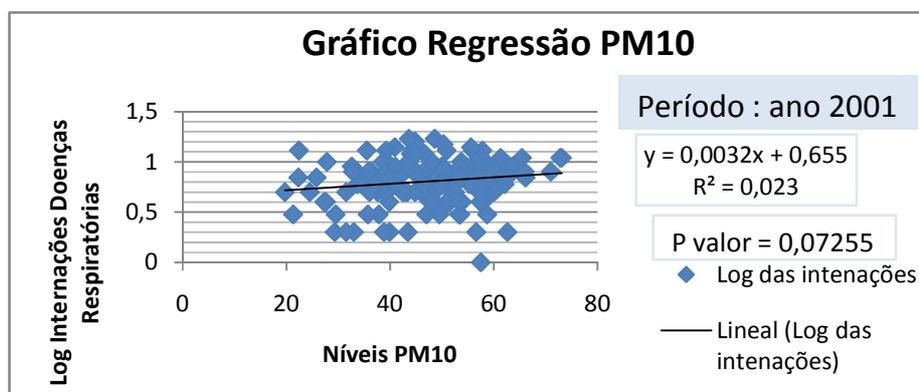
É possível observar a partir do gráfico obtido a ausência de correlação entre PM10 e internações por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu. O p valor para esta correlação não foi significativo.

**GRÁFICO 3: REGRESSÃO LINEAR PM10 – ANO 2000 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



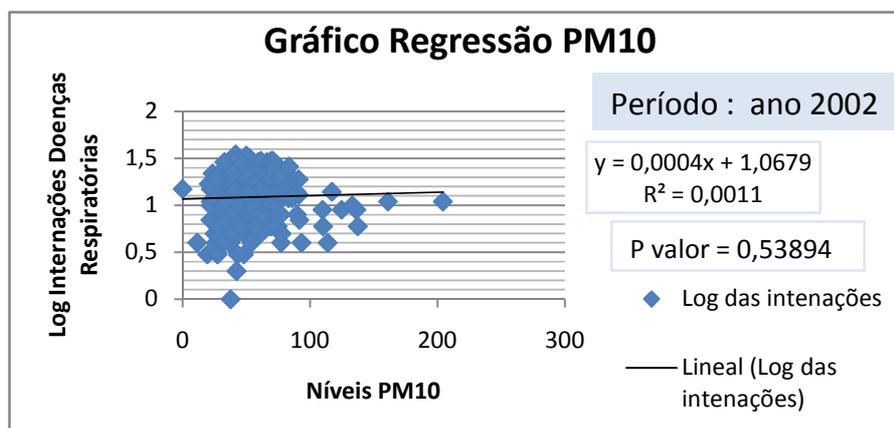
No ano 2000 é possível observar ausência de correlação em relação a todas as causas de doenças respiratórias e PM10. Observando-se o  $R^2 = 0,001$ , percebe-se que este evidencia uma relação positiva, porém estatisticamente muito fraca. O p valor não é significativo para pois é superior a 0,05.

**GRÁFICO 4: REGRESSÃO LINEAR PM10 – ANO 2001 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



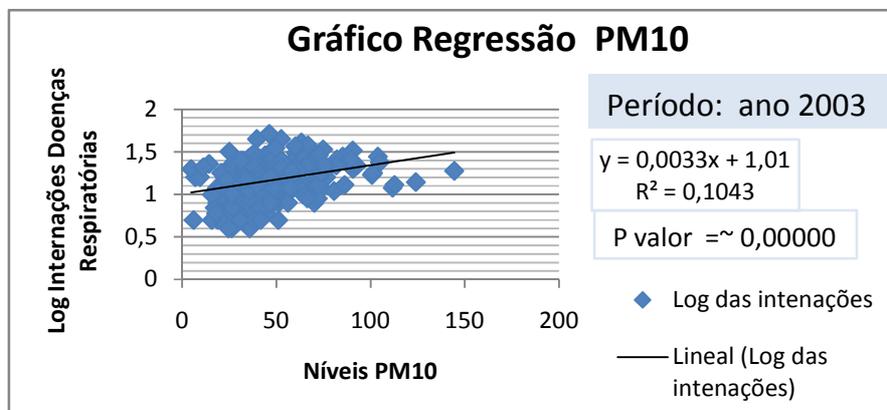
Não há correlação observada entre a concentração de PM10 e internações por todas as causas de doenças respiratórias em crianças menores de 5 anos residentes no município de Nova Iguaçu pois o  $R^2 = 0,023$  o que estatisticamente representa um valor muito fraco. Valores fortes são considerados a partir de 0,8. O p valor para este gráfico não é significativo o que não nos permite afirmar com 95% de certeza que estamos analisando corretamente a questão.

**GRÁFICO 5: REGRESSÃO LINEAR PM10 – ANO 2002 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



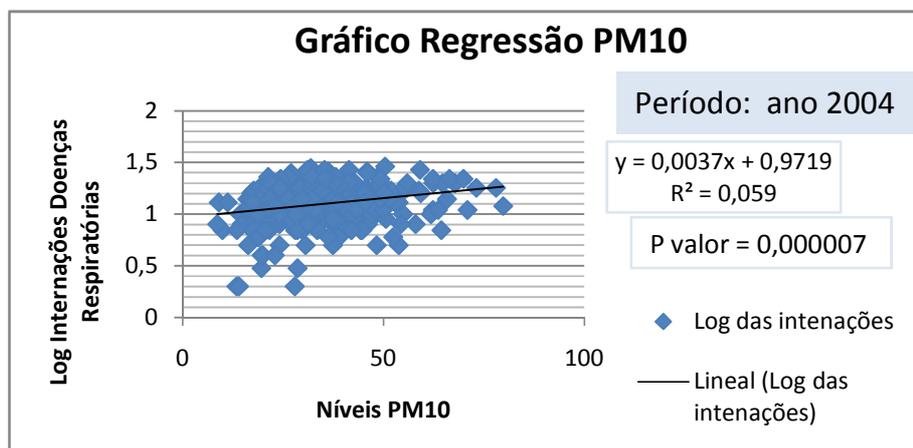
Este gráfico observa durante o ano de 2002 como se deu a correlação entre PM10 e internações por todas as causas de doenças respiratórias. Percebe-se a existência de uma relação positiva, porém fraca, já que o  $R^2$  é apenas 0,001. O p valor não é significativo.

**GRÁFICO 6: REGRESSÃO LINEAR PM10 – ANO 2003 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



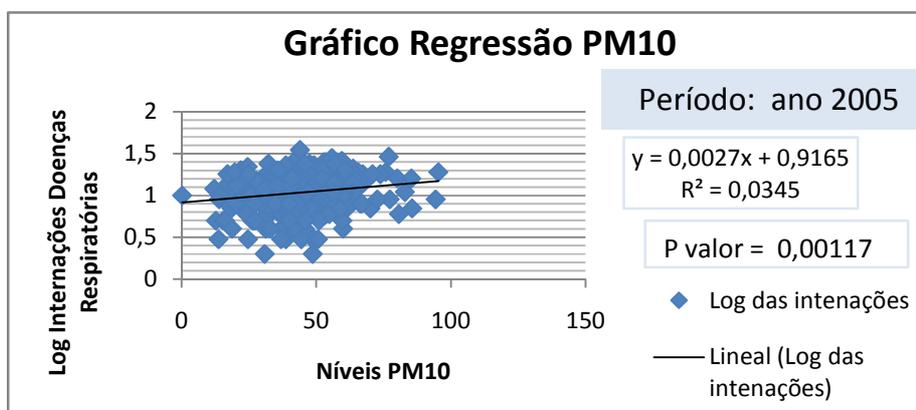
No ano de 2003, observa-se que a relação entre PM10 e internações por doenças respiratórias apresenta-se um pouco maior, se compararmos com gráficos anteriores. Apesar disto, um R2 aproximadamente igual a 0,104 estatisticamente é considerado fraco. Como o p valor é muito próximo de 0, esta relação é significativa.

**GRÁFICO 7: REGRESSÃO LINEAR PM10 – ANO 2004 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



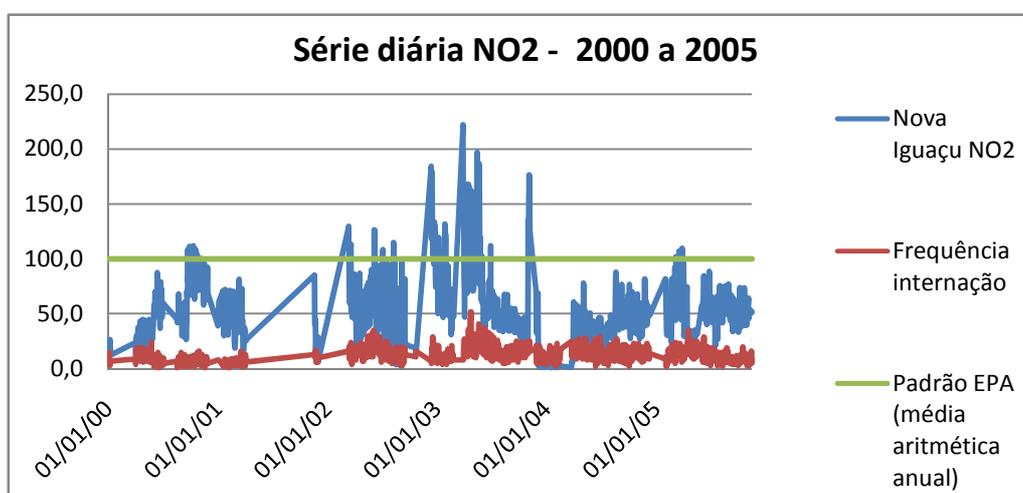
Em 2004 observa-se uma relação positiva, porém estatisticamente fraca ( $R^2 = 0,059$ ). Esta relação é significativa porque o p valor é menor do que 0,05.

**GRÁFICO 8: REGRESSÃO LINEAR PM10 – ANO 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



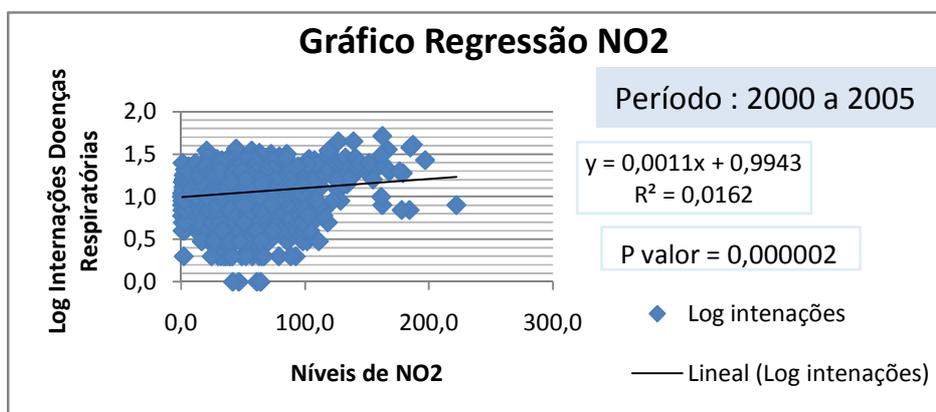
Este gráfico demonstra uma relação positiva, porém fraca, entre concentração de PM10 e internações por todas as causas de doenças respiratórias em Nova Iguaçu. O p valor é estatisticamente significativo.

**GRÁFICO 9: SÉRIE DIÁRIA NO2 - 2000 A 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS**



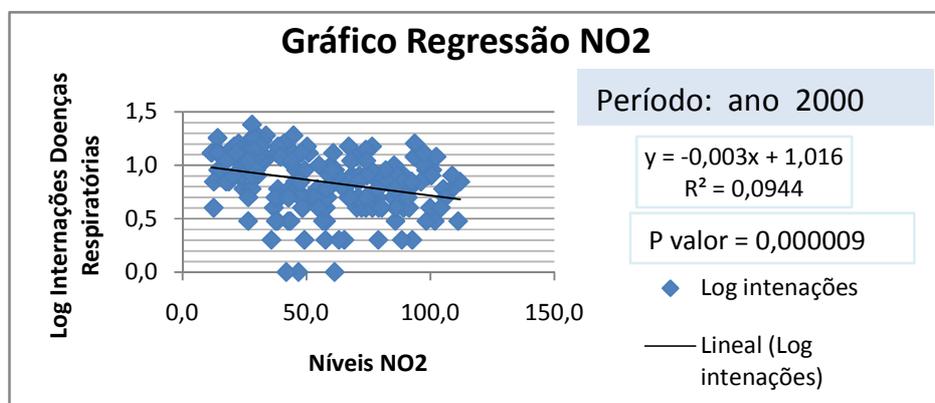
Neste gráfico de série diária, observa-se a cada dia o nível de poluentes e o número de internações de 2000 a 2005. Pode-se perceber que o nível de NO2 ultrapassa os limites estabelecidos pela EPA ( Environmental Protection Agency) em vários dias do ano.

**GRÁFICO 10: REGRESSÃO LINEAR NO2 – 2000 a 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



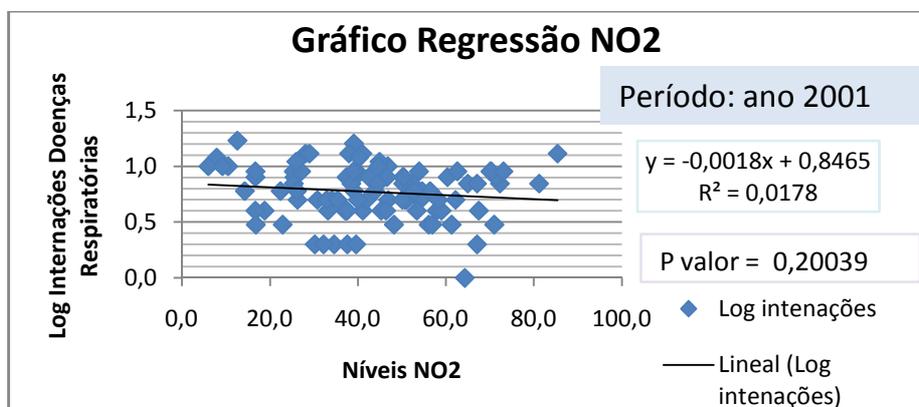
É possível observar a partir do gráfico obtido a presença de uma relação positiva, porém fraca, entre PM10 e internações por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu. O p valor para esta correlação foi significativo porque é menor que 0,05.

**GRÁFICO 11: REGRESSÃO LINEAR NO2 – ANO 2000 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



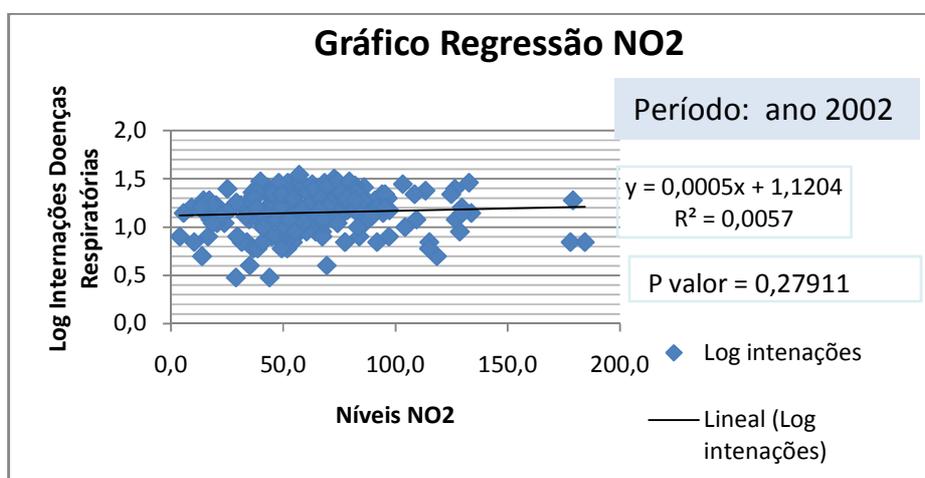
A relação presente neste gráfico é negativa e fraca entre NO2 e internações por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu. O P valor é significativo.

**GRÁFICO 12: REGRESSÃO LINEAR NO2 – ANO 2001 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



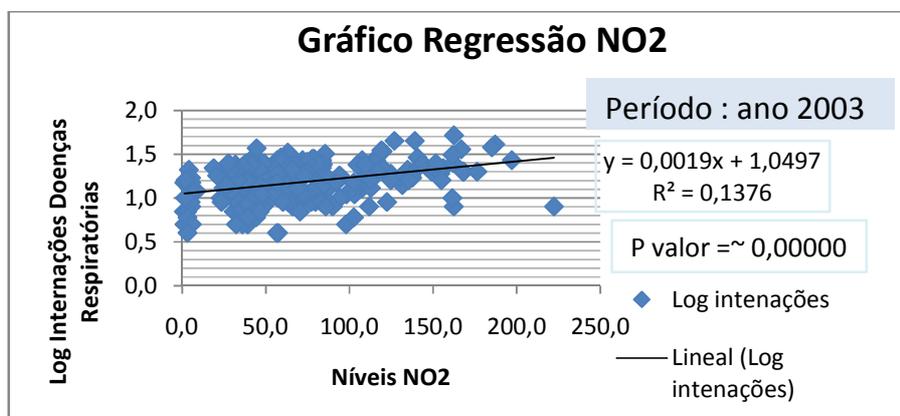
Neste gráfico observa-se a presença de uma relação negativa e fraca entre internações por doenças respiratórias e concentração de PM10, pois o  $R^2 = 0,017$ . O p valor não é estatisticamente significativo por ser maior que 0,05.

**GRÁFICO 13: REGRESSÃO LINEAR NO2 – ANO 2002 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



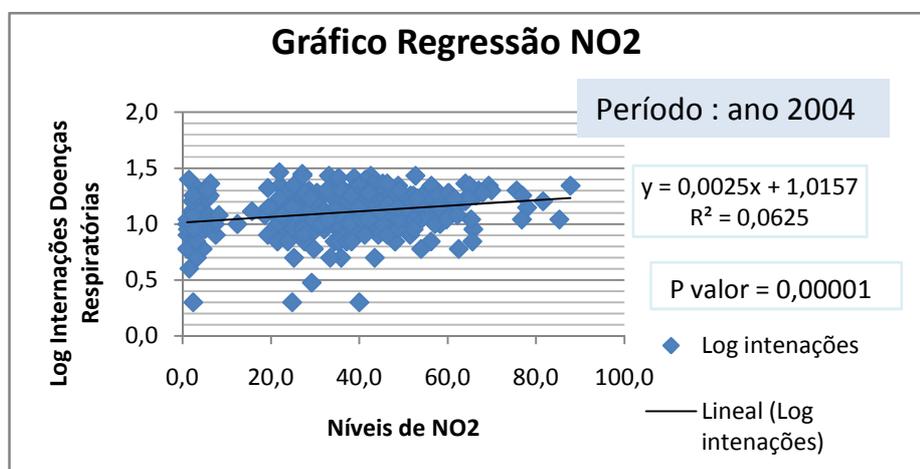
É possível observar a partir do gráfico obtido a presença de uma relação positiva, porém fraca, entre NO2 e internações por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu. O p valor para esta correlação não foi significativo porque é maior que 0,05.

**GRÁFICO 14: REGRESSÃO LINEAR NO2 – ANO 2003 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



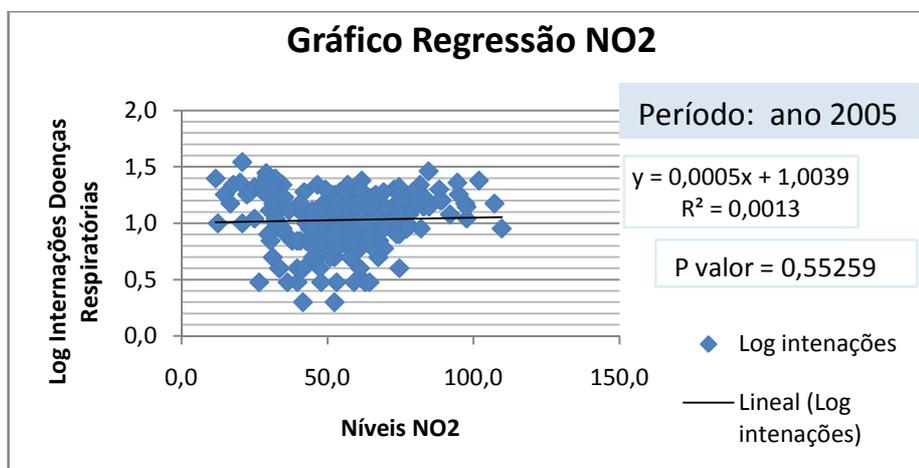
No ano 2003, é possível observar a partir do gráfico obtido, a presença de uma relação positiva, um pouco mais forte do que em outros gráficos ( $R^2=0,137$ ), entre NO2 e internações por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu. O p valor para esta correlação foi significativo porque é menor que 0,05.

**GRÁFICO 15: REGRESSÃO LINEAR NO2 – ANO 2004 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



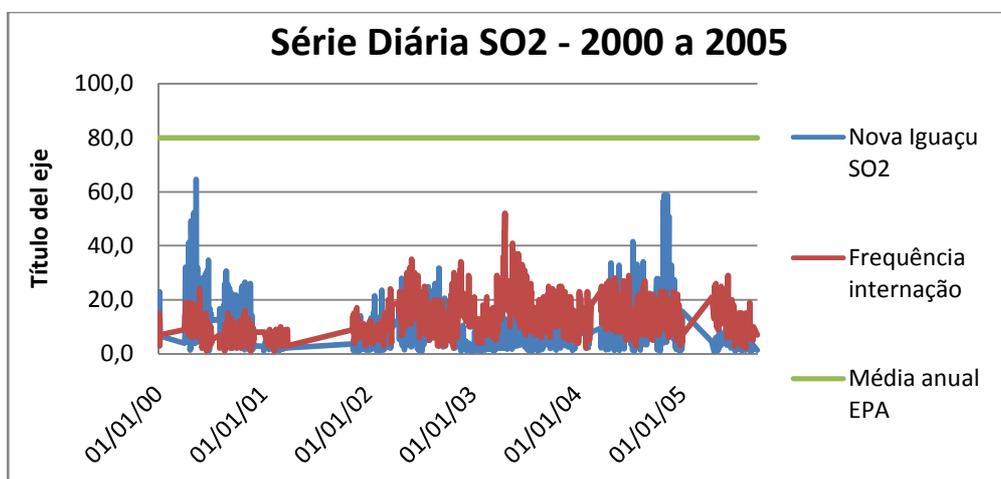
É possível observar a partir do gráfico obtido a presença de uma relação positiva, porém fraca, entre NO2 e internações por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu, durante o ano de 2004. O p valor para esta correlação foi significativo.

**GRÁFICO 16: REGRESSÃO LINEAR NO2 – ANO 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



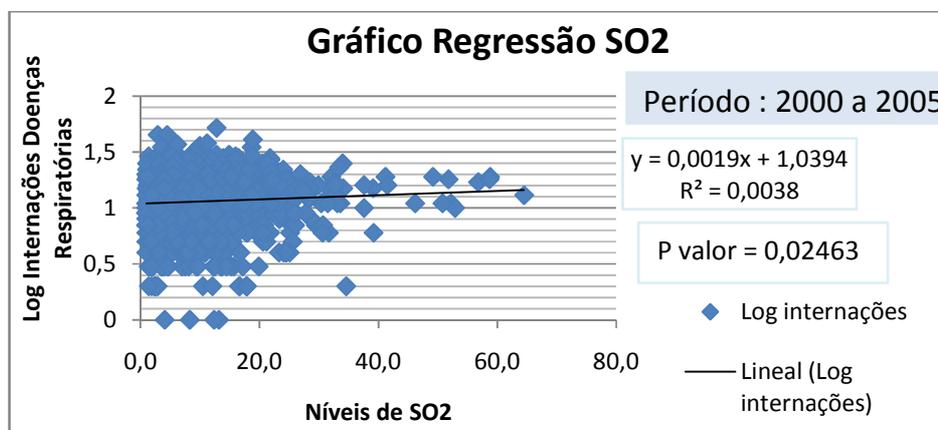
Este gráfico demonstra uma relação positiva, porém estatisticamente muito fraca, entre concentração de NO<sub>2</sub> e internações por todas as causas de doenças respiratórias em Nova Iguaçu. O p valor não é estatisticamente significativo

**GRÁFICO 17: SÉRIE DIÁRIA SO2 - 2000 A 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



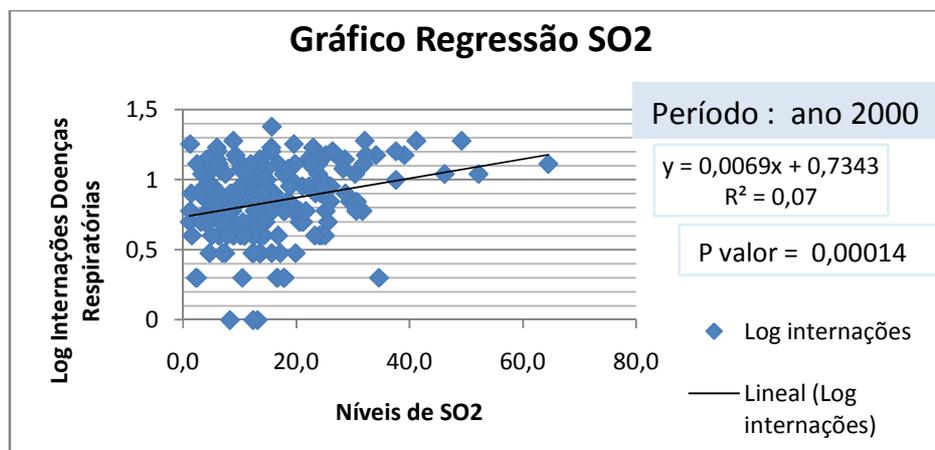
Neste gráfico de série diária, observa-se a cada dia o nível de poluentes e o número de internações no período de 2000 a 2005. Pode-se perceber que o nível de SO<sub>2</sub> não ultrapassa os limites estabelecidos pela EPA ( Environmental Protection Agency).

**GRÁFICO 18: REGRESSÃO LINEAR SO2 – 2000 a 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



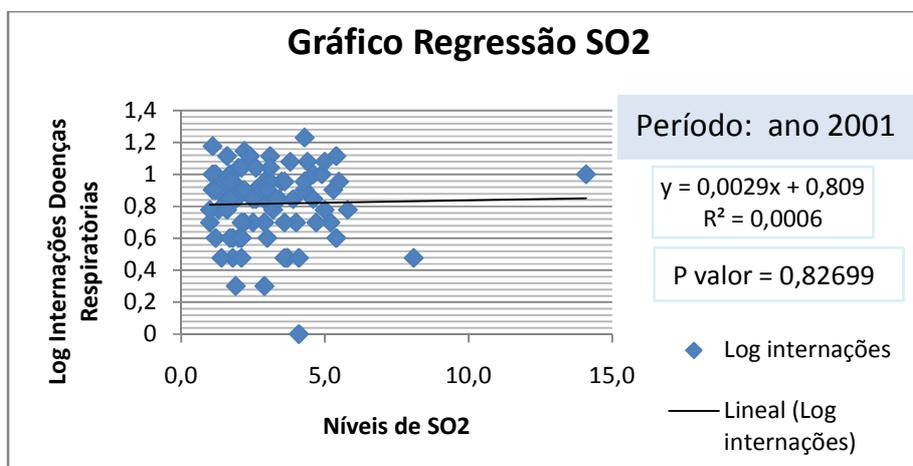
A relação presente neste gráfico é positiva e fraca entre SO2 e internações por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu. O P valor é significativo.

**GRÁFICO 19: REGRESSÃO LINEAR SO2 – ANO 2000 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



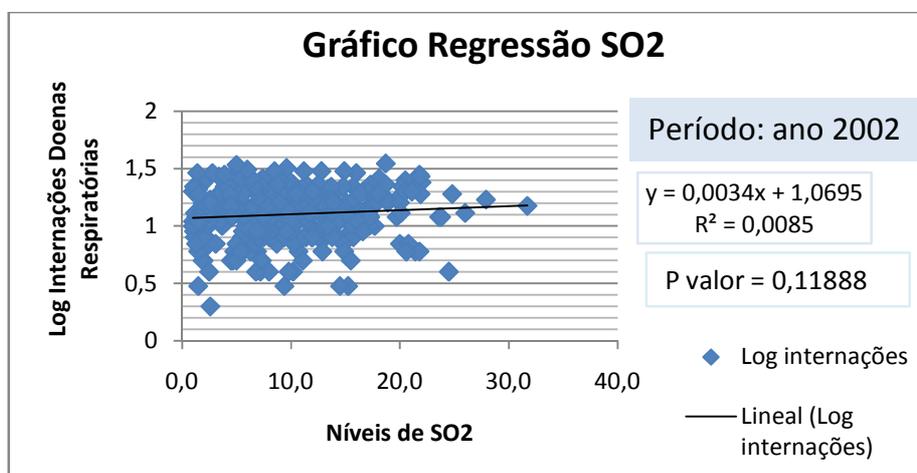
No ano 2000, é possível observar a partir do gráfico obtido, a presença de uma relação positiva, porém fraca ( $R^2=0,07$ ), entre SO2 e internações por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu. O p valor para esta correlação foi significativo porque 0,000014 é menor que 0,05.

**GRÁFICO 20: REGRESSÃO LINEAR SO2 – ANO 2001 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS**



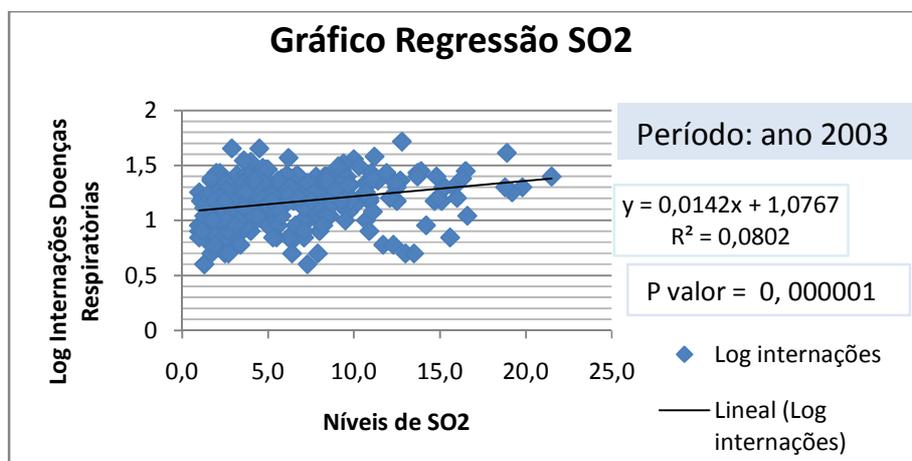
No Gráfico acima não há correlação entre internações por doenças respiratórias e concentração de SO<sub>2</sub>, já que o R<sup>2</sup> é muito pequeno, próximo de zero. O p valor não é significativo, o que não nos permite realizar a afirmação acima com 95% de certeza.

**GRÁFICO 21: REGRESSÃO LINEAR SO2 – ANO 2002 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



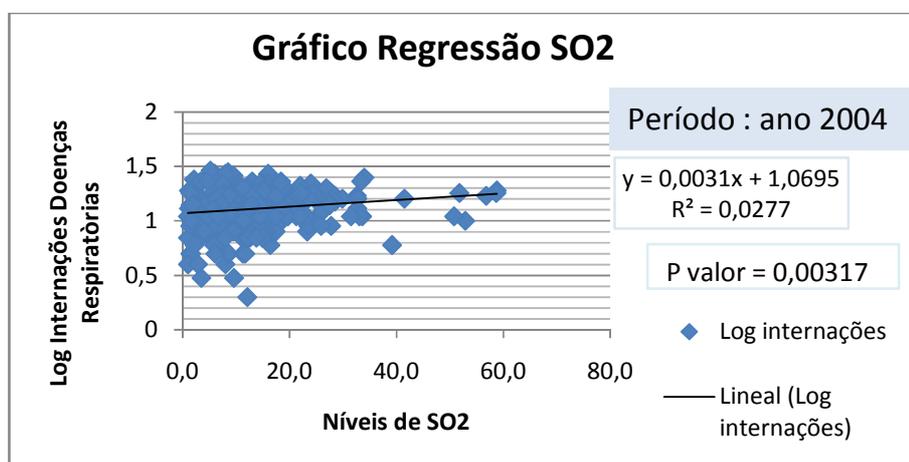
Em 2002, não há correlação entre internações por doenças respiratórias e Concentração de SO<sub>2</sub>. O p valor para esta correlação não é estatisticamente significativa.

**GRÁFICO 22: REGRESSÃO LINEAR SO2 – ANO 2003 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



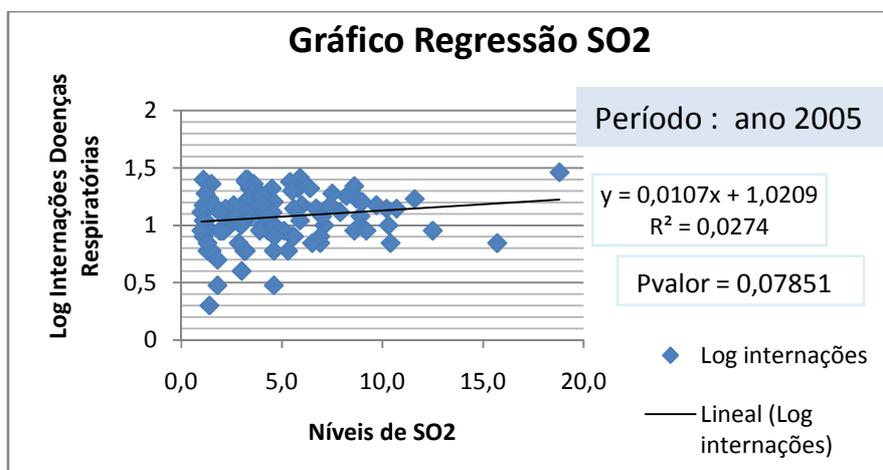
No ano 2003, é possível observar a partir do gráfico obtido, a presença de uma relação positiva, porém fraca ( $R^2=0,08$ ), entre SO2 e internações por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu. O p valor para esta correlação foi significativo porque é menor que 0,05.

**GRÁFICO 23: REGRESSÃO LINEAR SO2 – ANO 2004 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



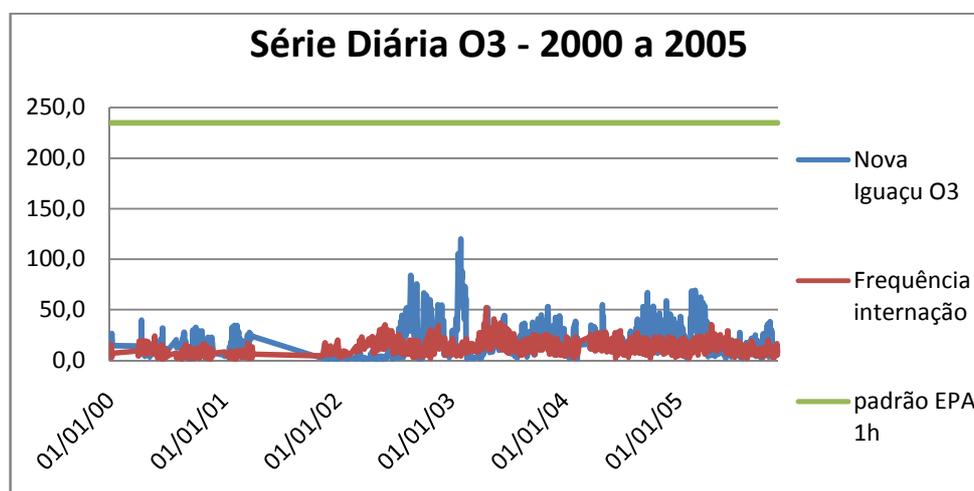
No Gráfico acima a relação entre internações por doenças respiratórias e concentração de SO2 fraca, já que o R2 é pequeno. O p valor é significativo, o que nos permite realizar a afirmação acima com 95% de certeza.

**GRÁFICO 24: REGRESSÃO LINEAR SO2 – ANO 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



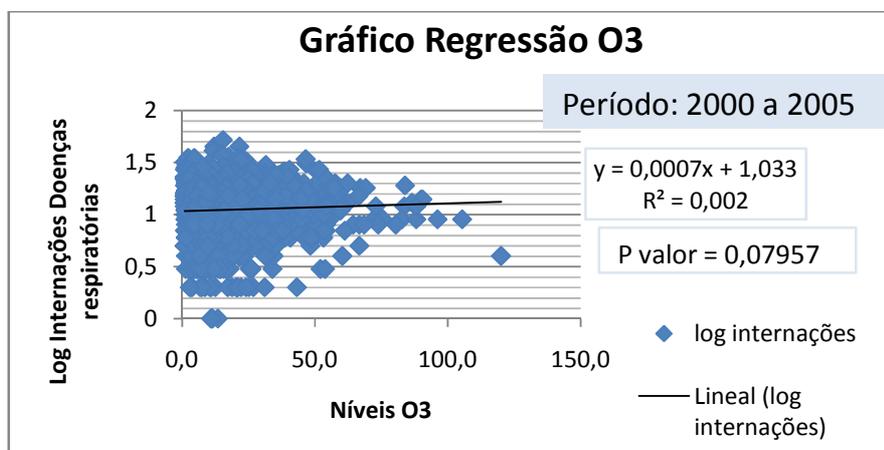
No ano 2005, é possível observar a partir do gráfico obtido, a presença de uma relação positiva, porém fraca ( $R^2=0,027$ ), entre  $SO_2$  e internações por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu. O p valor para esta relação não foi significativo porque é maior que 0,05.

**GRÁFICO 25: SÉRIE DIÁRIA O3 - 2000 A 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



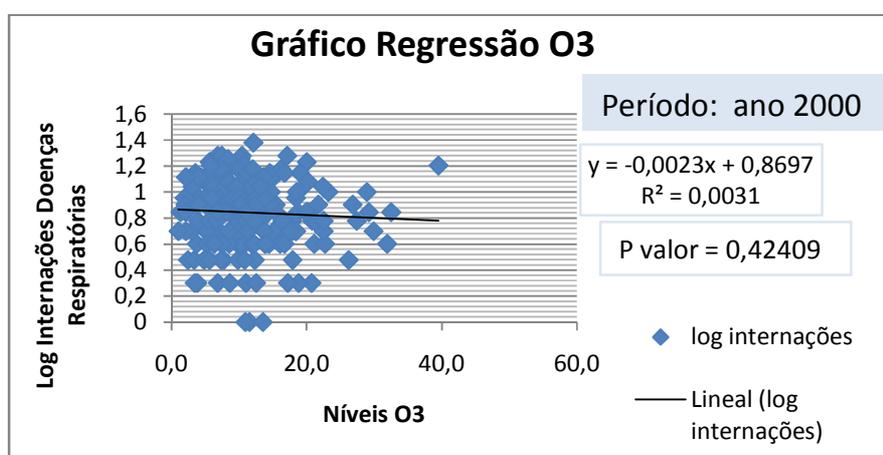
Neste gráfico observa-se que o nível de poluentes diários não ultrapassa os limites estabelecidos pela EPA. Além disso, em todo o período, observa-se que o número de internações não se encontra elevado.

**GRÁFICO 26: REGRESSÃO LINEAR O3 – 2000 A 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



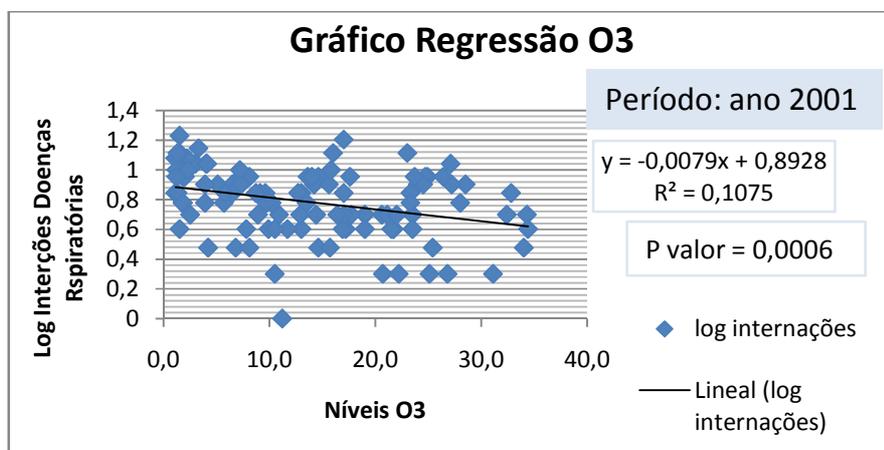
No período de 2000 a 2005, não há correlação entre internações por doenças respiratórias e concentração de O3. O p valor não foi estatisticamente significativo.

**GRÁFICO 27: REGRESSÃO LINEAR O3 – ANO 2000 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



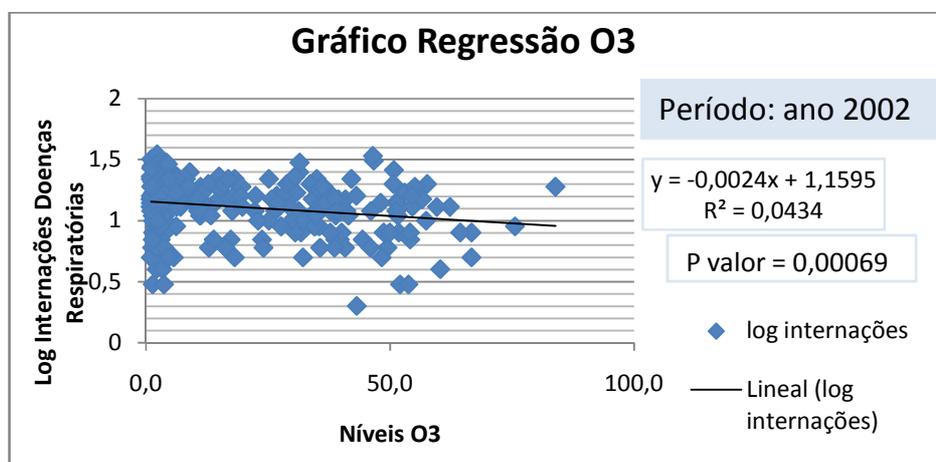
No ano 2000 ocorre uma relação fraca e negativa entre O3 e internações por doenças respiratórias. O p valor para esta regressão não foi estatisticamente significativo.

**GRÁFICO 28: REGRESSÃO LINEAR O3 – ANO 2001** POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.



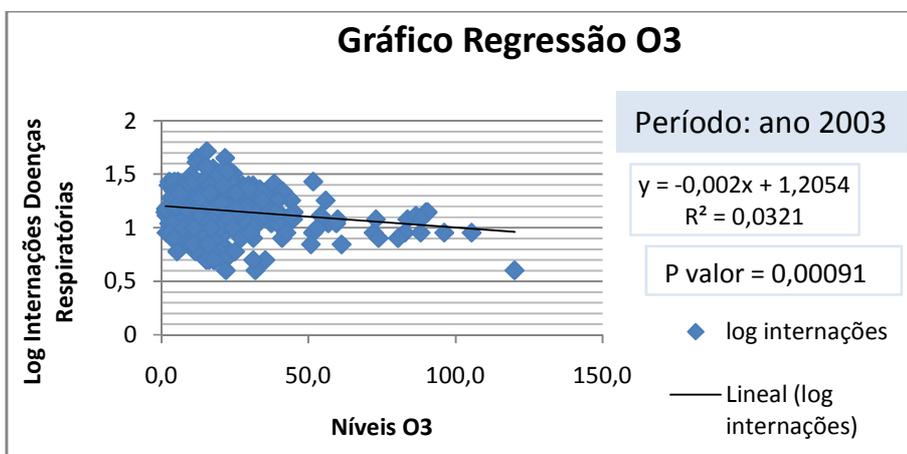
De acordo com o gráfico de regressão acima, durante o ano de 2001, uma relação negativa, porém fraca, pôde ser observada. Como o p valor foi abaixo de 0,05, a relação foi estatisticamente significativa.

**GRÁFICO 29: REGRESSÃO LINEAR O3 – ANO 2002** POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.



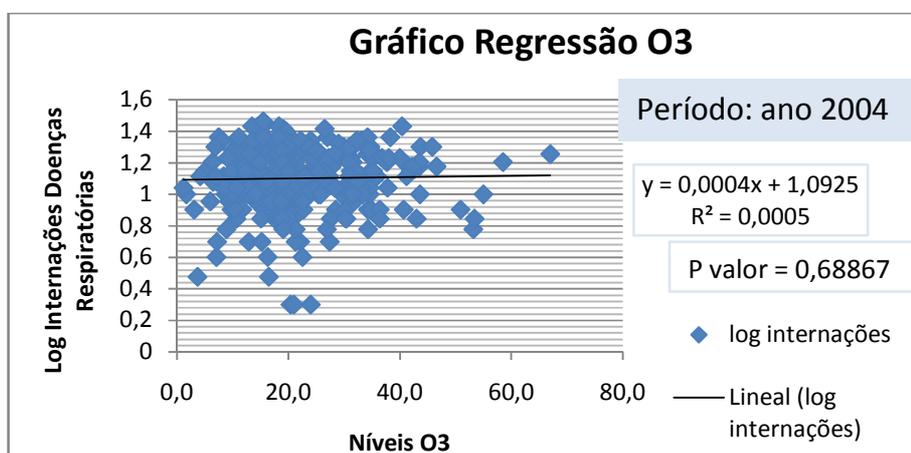
Observamos que o período de 2002, se constituiu de um período com uma relação fraca e negativa entre concentração de O3 e interações de crianças menores de 5 anos, por todas as causas de doenças respiratórias no município de Nova Iguaçu. O P valor foi estatisticamente significativo.

**GRÁFICO 30: REGRESSÃO LINEAR O3 – ANO 2003** POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.



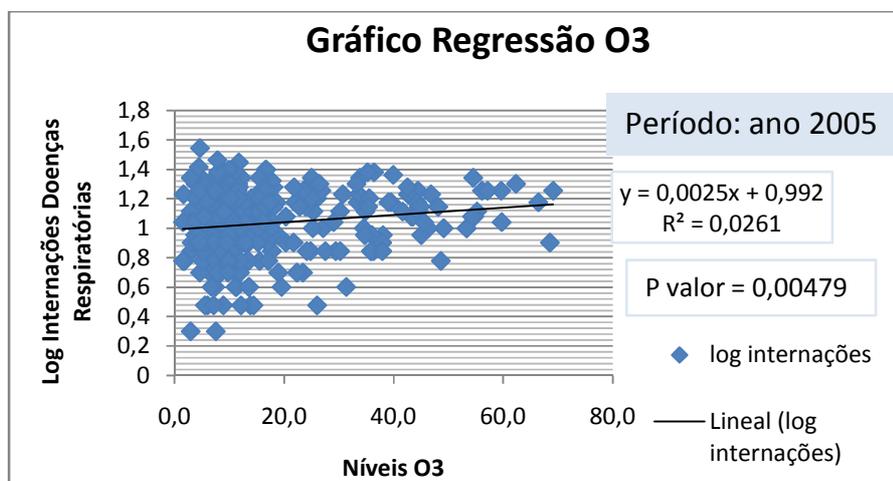
Assim como nos dois últimos gráficos analisados, de 2001 e 2002, em 2003, também ocorreu a existência de uma relação negativa e fraca ( $R^2 = 0,032$ ) quanto a concentração de O3 e internações por todas as causas de doenças respiratórias. O p valor também foi significativo estatisticamente.

**GRÁFICO 31: REGRESSÃO LINEAR O3 – ANO 2004** POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.



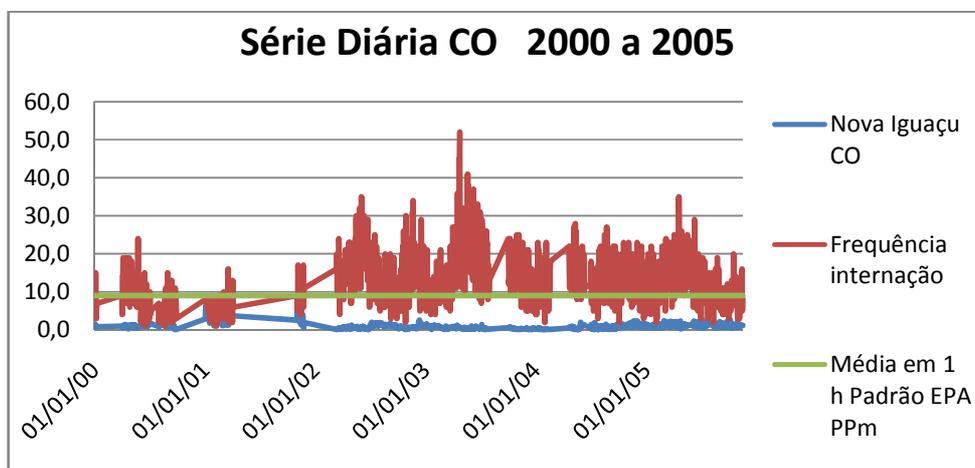
Em 2004, não houve correlação observada pois o  $R^2$  é muito próximo de zero. O p valor não é estatisticamente significativo por ser maior que 0,05.

**GRÁFICO 32: REGRESSÃO LINEAR O3 – ANO 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



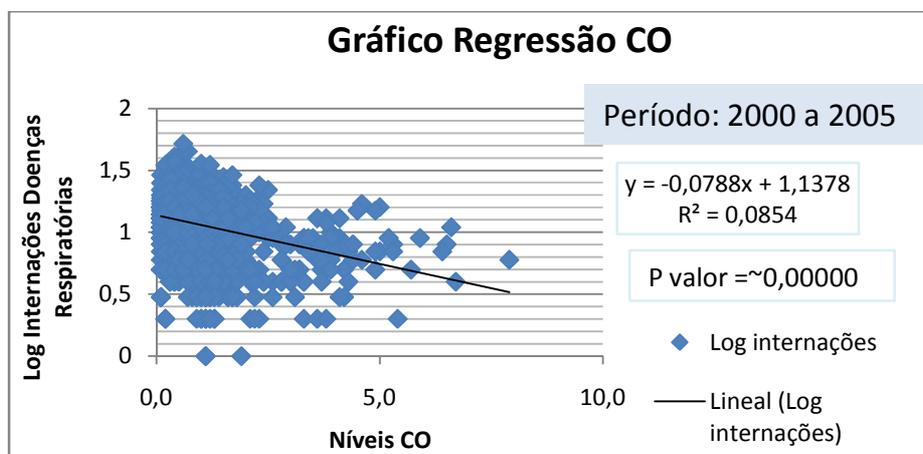
No ano de 2005 a relação entre O3 e internações é muito fraca estatisticamente, apesar de ser positiva, o que nos leva a concluir que para este período não há correlação entre as duas variáveis. O p valor para esta relação foi estatisticamente significativo.

**GRÁFICO 33: SÉRIE DIÁRIA CO - 2000 A 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



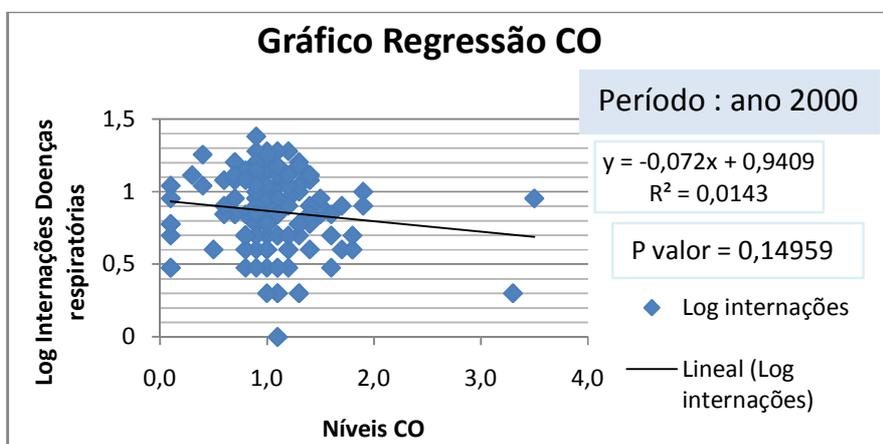
Neste gráfico observa-se que o nível de poluente diário (CO) praticamente não ultrapassa os limites estabelecidos pela EPA entre 2000 e 2005

**GRÁFICO 34: REGRESSÃO LINEAR CO – 2000 A 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



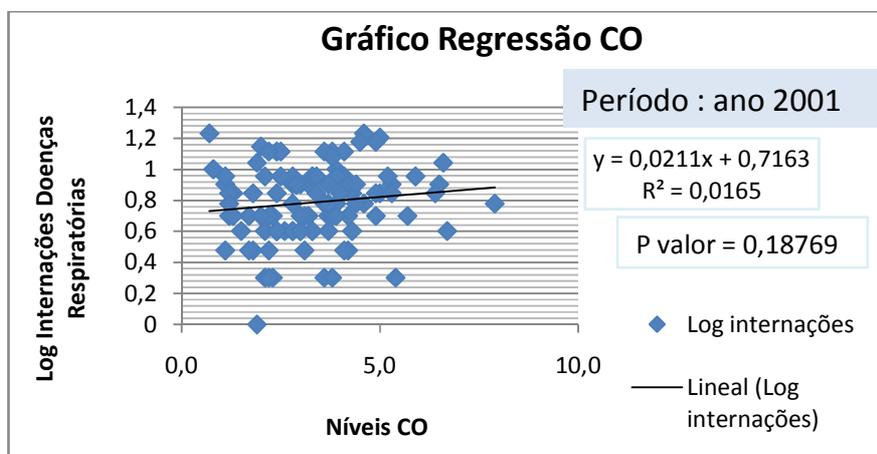
Para o período de 2000 a 2005, a correlação entre CO e internações por todas as causas de doenças respiratórias foi negativa e fraca, já que o  $R^2 = 0,085$ . Para alguns autores, a relação forte se dá na presença de um  $R^2$  acima de 0,6. O p valor foi estatisticamente significativo.

**GRÁFICO 35: REGRESSÃO LINEAR CO – ANO 2000 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



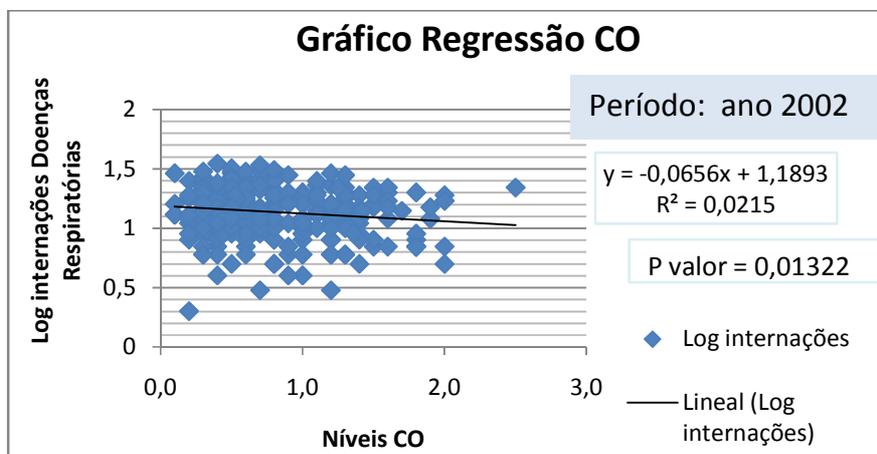
Analisando ano a ano, é possível estratificar a interferência de cada ano na correlação de todo o período (2000 a 2005). Para o ano de 2000, a correlação manteve-se negativa e fraca. O p valor não foi significativo.

**GRÁFICO 36: REGRESSÃO LINEAR CO – ANO 2001 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



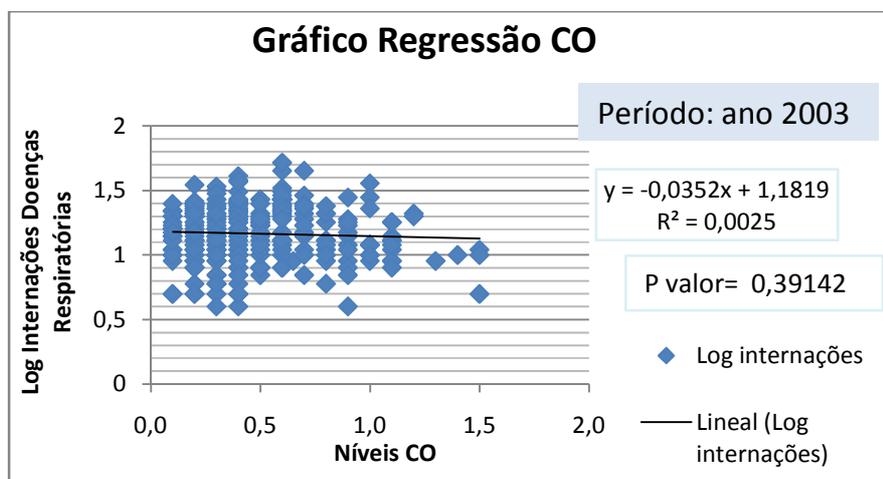
Para o ano de 2001, podemos observar a presença de uma correlação positiva e fraca, o que evidencia um comportamento distinto do analisado para todo o período (2000 a 2005), porém, o p valor não foi estatisticamente significativo.

**GRÁFICO 37: REGRESSÃO LINEAR CO – ANO 2002 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



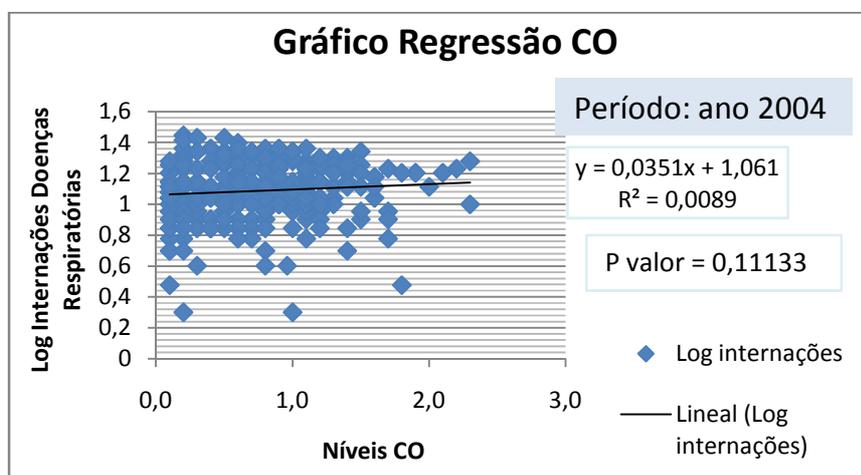
Em 2002, a relação negativa retorna a se evidenciar, apesar de ser uma relação estatisticamente fraca e de o p valor não ser significativo.

**GRÁFICO 38: REGRESSÃO LINEAR CO – ANO 2003 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



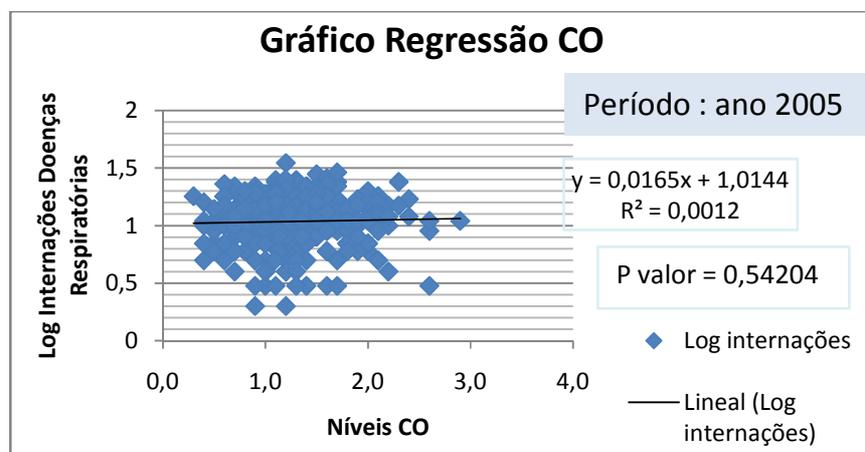
Em 2003, assim como em 2002, a relação existente entre internações por todas as causas de doenças respiratórias e concentrações de CO foi negativa e fraca. O p valor também não foi estatisticamente significativo.

**GRÁFICO 39: REGRESSÃO LINEAR CO – ANO 2004 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



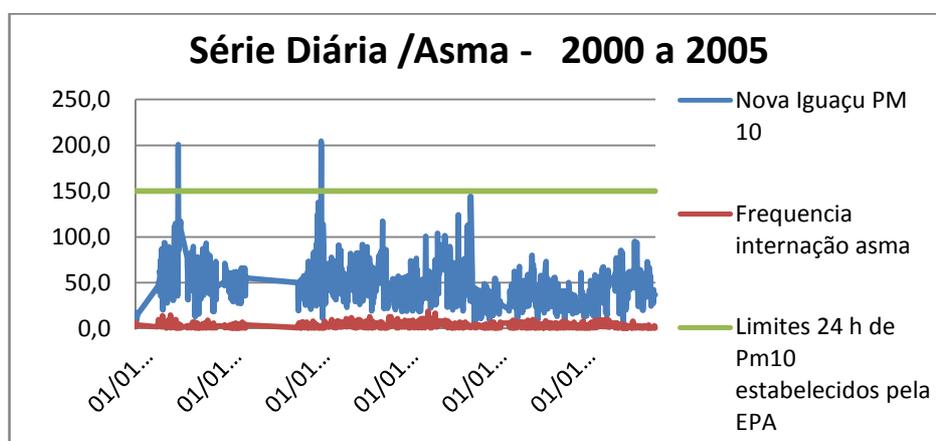
No ano de 2004 ocorre a presença de uma relação positiva e fraca entre internações por todas as causas de doenças respiratórias e concentrações de CO. O p valor não foi significativo.

**GRÁFICO 40: REGRESSÃO LINEAR CO – ANO 2005 POR TODAS AS CAUSAS DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.**



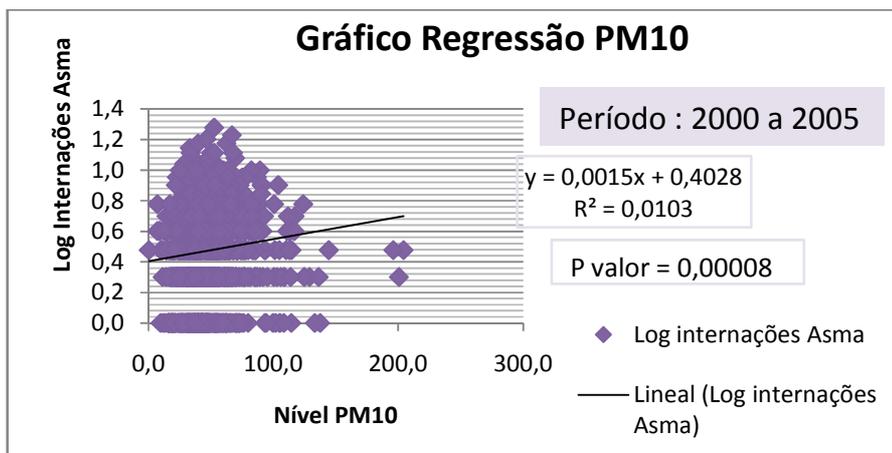
No ano de 2005, observamos um comportamento semelhante ao ano de 2004, no qual existe uma relação fraca, positiva e o p valor não é estatisticamente significativo. Nos gráficos abaixo, analisaremos a asma isoladamente como doença respiratória.

**GRÁFICO 41: SÉRIE DIÁRIA PM10 - 2000 A 2005 . INTERNAÇÕES POR ASMA.**



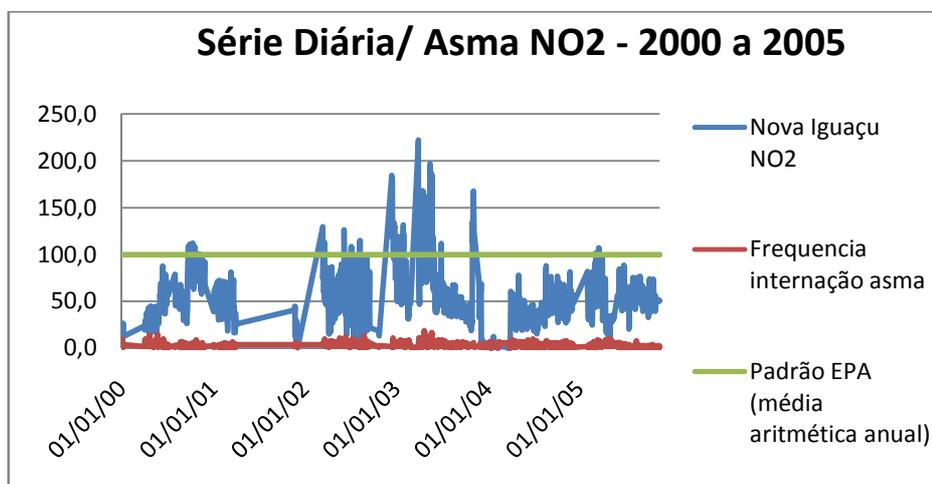
No gráfico de série diária para asma, entre 2000 a 2005, observamos como se esperava, que as internações estão em número menor, por se tratar de uma doença isolada. Quanto aos poluentes, observa-se que os mesmos ultrapassam os limites estabelecidos pela EPA em dias isolados. Esta observação nos leva a afirmar que para a estação de poluentes analisada, os níveis de PM10 não se mantiveram altos durante todo o período.

**GRÁFICO 42: REGRESSÃO LINEAR PM10 – 2000 A 2005 POR ASMA.**



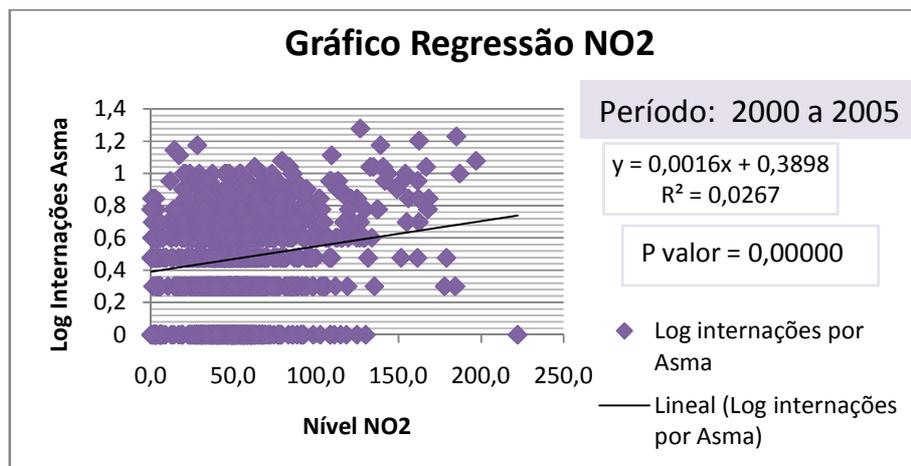
Observando asma isoladamente e sua relação com níveis de PM10, evidenciamos que para o período de 2000 a 2005, existe no gráfico acima a presença de uma linear ascendente, e portanto positiva, porém, fraca, do ponto de vista estatístico, já que o R2 se encontra muito pequeno. O p valor para esta relação foi significativo.

**GRÁFICO 43: SÉRIE DIÁRIA NO2 - 2000 A 2005 . INTERNAÇÕES POR ASMA**



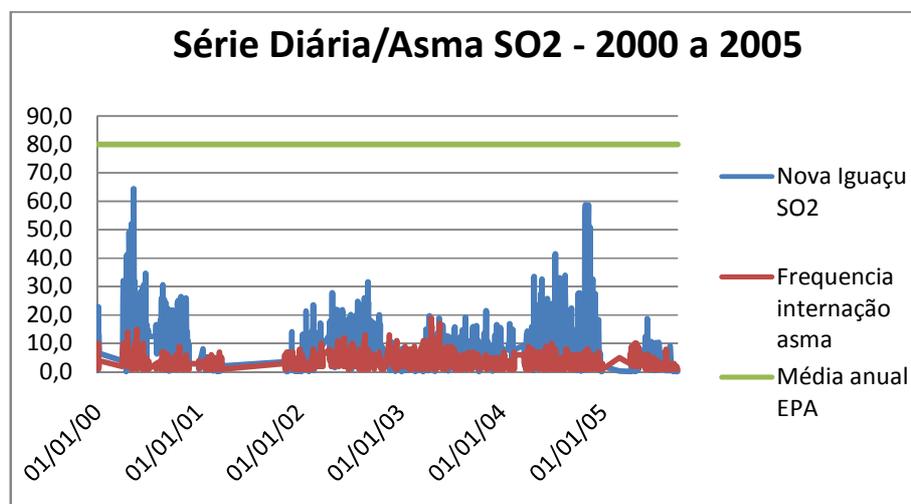
No gráfico de série diária para asma e NO2, observamos que o número de internações é relativamente baixo, porém, os níveis de NO2 ultrapassam com frequência os limites estabelecidos pela EPA.

**GRÁFICO 44: REGRESSÃO LINEAR NO2 – 2000 A 2005 POR ASMA.**



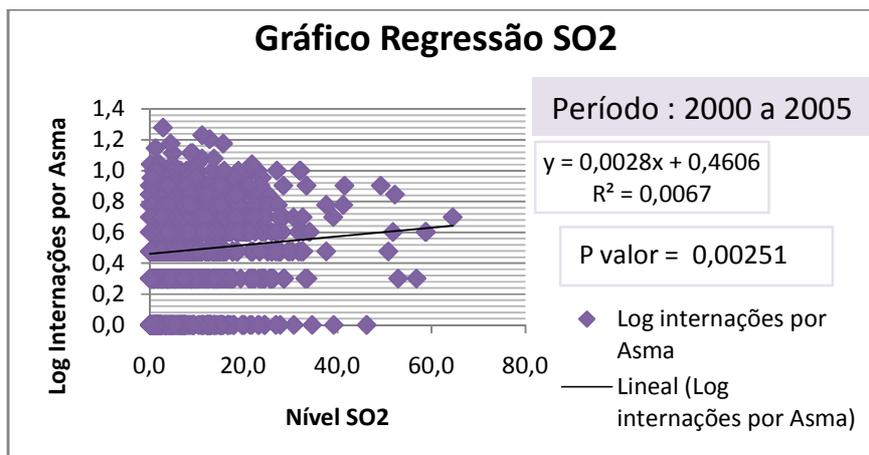
Quanto a regressão linear entre internações por asma e concentrações de NO<sub>2</sub>, observa-se uma relação positiva, e ascendente, porém, fraca, do ponto de vista estatístico. O p valor foi estatisticamente significativo.

**GRÁFICO 45: SÉRIE DIÁRIA SO2 - 2000 A 2005 . INTERNAÇÕES POR ASMA.**



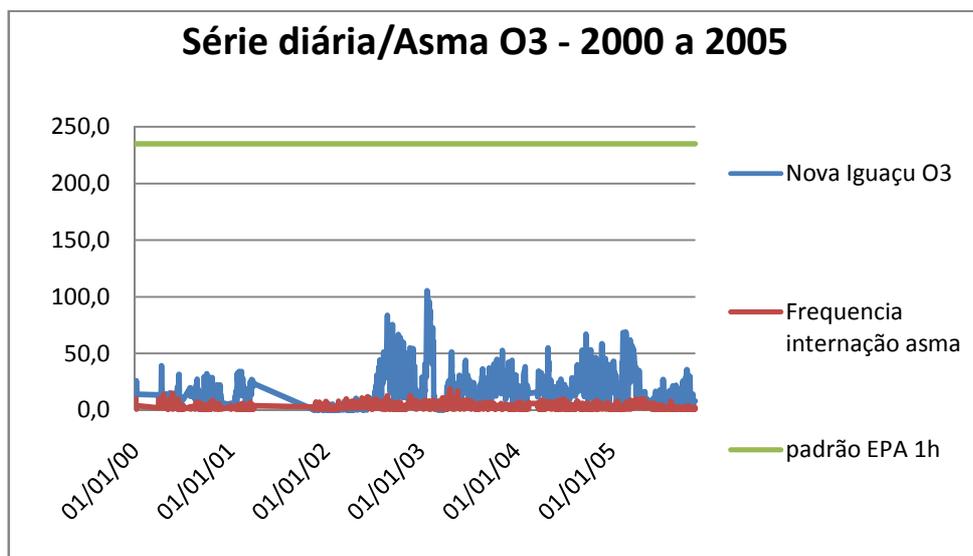
Neste gráfico de série diária, observa-se a cada dia o nível de poluentes e o número de internações de asma no período de 2000 a 2005. Pode-se perceber que o nível de SO<sub>2</sub> não ultrapassa os limites estabelecidos pela EPA ( Environmental Protection Agency).

**GRÁFICO 46: REGRESSÃO LINEAR SO2 – 2000 A 2005 POR ASMA.**



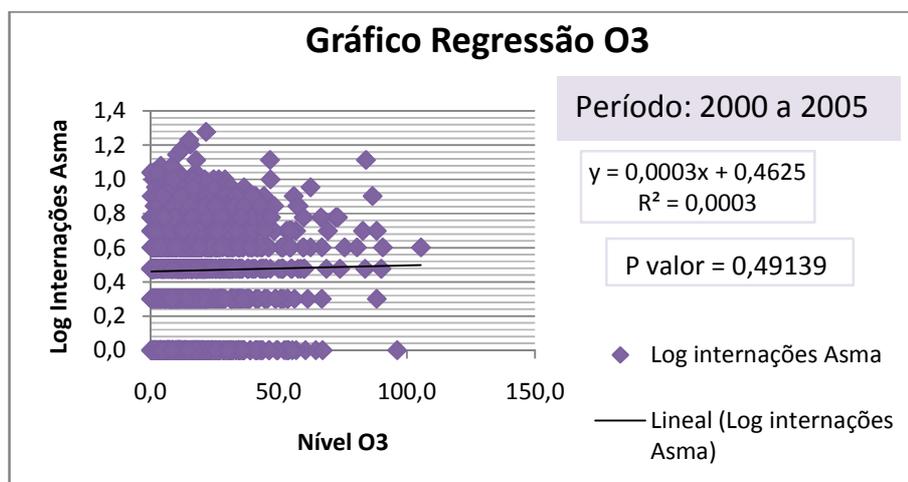
No gráfico de regressão entre concentrações de SO<sub>2</sub> e internações por asma, observa-se uma relação positiva, fraca e estatisticamente significativa.

**GRÁFICO 47: SÉRIE DIÁRIA O3 - 2000 A 2005 . INTERNAÇÕES POR ASMA.**



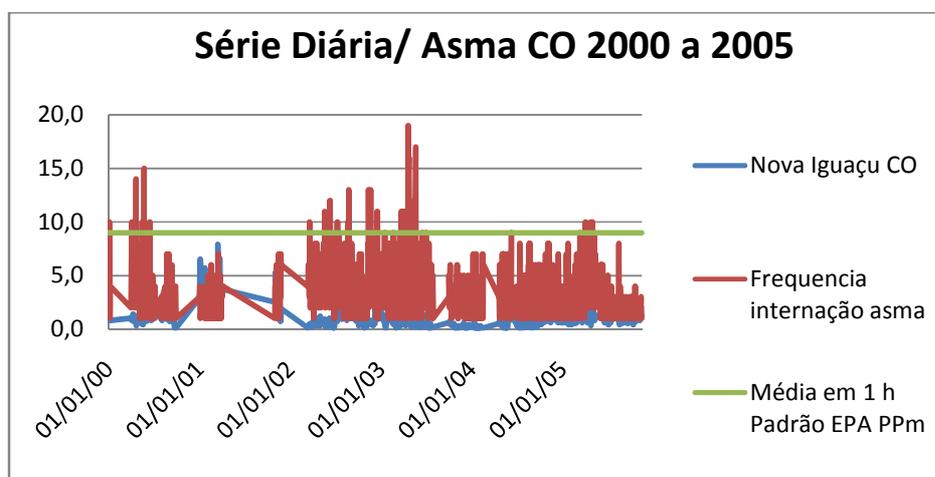
Neste gráfico observa-se que o nível de poluentes diários não ultrapassa os limites estabelecidos pela EPA.

**GRÁFICO 48: REGRESSÃO LINEAR O3 – 2000 A 2005 POR ASMA.**



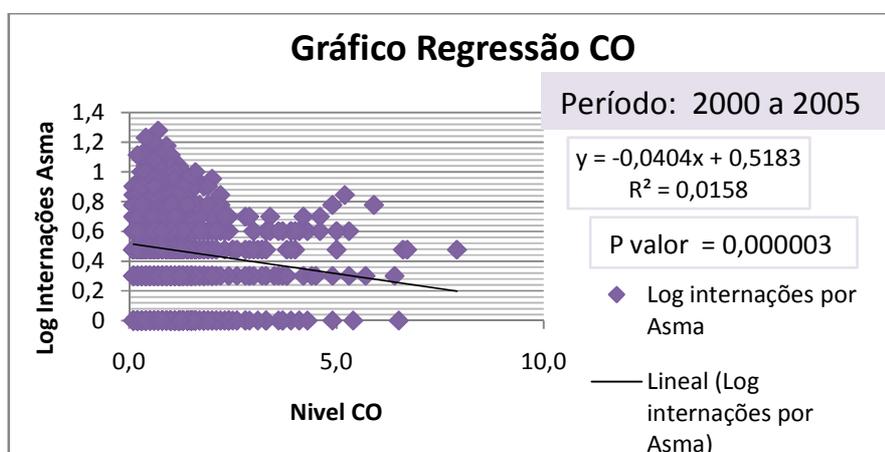
No gráfico acima observa-se que o  $R^2$  é muito próximo de zero, o que nos leva a afirmar a não existência de relação entre internações por asma e concentrações de O3. O P valor para esta correlação não foi significativo.

**GRÁFICO 49: SÉRIE DIÁRIA CO - 2000 A 2005 . INTERNAÇÕES POR ASMA.**



Neste gráfico observa-se que o nível de poluente diário (CO) não ultrapassa os limites estabelecidos pela EPA entre 2000 e 2005.

**GRÁFICO 50: REGRESSÃO LINEAR CO – 2000 A 2005 POR ASMA.**



No gráfico de regressão entre CO e internações por asma, para o período de 2000 a 2005, observa-se a presença de uma relação negativa (linear descendente) e fraca, já que é menor do que 0,8. O p valor é estatisticamente significativo.

Para considerarmos uma correlação forte do ponto de vista estatístico, o valor de  $R^2$  deve ser maior do que 0,8. Em nosso estudo percebemos através da análise de todos os gráficos, que os valores de  $R^2$  se mantêm em todo o período de 2000 a 2005 em valores muito baixos, sendo alguns p valores estatisticamente significativos e outros não. A partir desta afirmação caracterizamos que para este estudo, ocorre a presença em geral de uma correlação inexistente entre poluição atmosférica e internações de crianças menores de 5 anos por todas as causas de doenças respiratórias e por asma, no município de Nova Iguaçu.

Ainda como parte integrante dos resultados apresentaremos uma tabela que resume todos os valores de  $R^2$  e seus respectivos p valores, de acordo com o período, o poluente analisado e o tipo de doenças estudadas (todas as doenças respiratórias ou asma) Tabela 5. Nesta tabela podemos observar de forma rápida e resumida que, como afirmado acima, os valores de  $R^2$  se mantêm pequenos em todo o período e sempre abaixo do valor 0,8, que é o valor considerado forte do ponto de vista estatístico. Percebemos ainda que o período que manteve uma média de valores um pouco mais alta foi o ano de 2003, porém, este valor não é suficiente para demonstrar a presença de uma correlação entre poluição atmosférica e internações por todas as causas de doenças respiratórias e asma. Veja Tabela 5.

**Tabela 5 - Resumo de Índices Regressão (R<sup>2</sup>) e seus respectivos valores para cada poluente segundo o período.**

Valores de R <sup>2</sup> e seus respectivos P valores										
Internações Por Todas as Causas de Doenças Respiratórias						Internações por Asma				
	PM10	NO2	SO2	O3	CO	PM10	NO2	SO2	O3	CO
<b>2000 a 2005</b>	R <sup>2</sup> :0,00 Pvalor =0,228	R <sup>2</sup> :0,02 Pvalor = 0,000	R <sup>2</sup> :0,00 Pvalor =0,02	R <sup>2</sup> :0,00 Pvalor =0,08	R <sup>2</sup> :0,09 P valor =~0,00	R <sup>2</sup> :0,01 P valor = 0,000	R <sup>2</sup> :0,03 P valor = 0,000	R <sup>2</sup> :0,01 P valor = 0,003	R <sup>2</sup> :0,00 P valor = 0,491	R <sup>2</sup> :0,02 Pvalor =0,000
<b>2000</b>	R <sup>2</sup> :0,00 Pvalor = 0,617	R <sup>2</sup> :0,09 P valor =0,000	R <sup>2</sup> :0,07 P valor = 0,000	R <sup>2</sup> :0,00 P valor = 0,424	R <sup>2</sup> :0,01 P valor = 0,149	R <sup>2</sup> : -0,00 P valor =0,872	R <sup>2</sup> :0,08 P valor = 0,000	R <sup>2</sup> :0,03 P valor =0,235	R <sup>2</sup> : -0,00 P valor = 0,709	R <sup>2</sup> : -0,02 P valor =0,088
<b>2001</b>	R <sup>2</sup> :0,02 P valor =0,072	R <sup>2</sup> :0,01 P valor = 0,200	R <sup>2</sup> :0,00 P valor = 0,827	R <sup>2</sup> : -0,107 P valor =0,001	R <sup>2</sup> :0,02 P valor = 0,188	R <sup>2</sup> :0,03 P valor = 0,047	R <sup>2</sup> :0,00 P valor =0,648	R <sup>2</sup> :0,00 P valor = 0,337	R <sup>2</sup> : -0,04 P valor = 0,038	R <sup>2</sup> :0,00 P valor = 0,496
<b>2002</b>	R <sup>2</sup> :0,00 P valor = 0,539	R <sup>2</sup> :0,00 P valor = 0,279	R <sup>2</sup> :0,00 P valor = 0,119	R <sup>2</sup> : -0,043 P valor = 0,001	R <sup>2</sup> :0,02 P valor = 0,013	R <sup>2</sup> : -0,000 P valor = 0,886	R <sup>2</sup> :0,00 P valor = 0,661	R <sup>2</sup> :0,02 P valor = 0,017	R <sup>2</sup> : -0,000 P valor = 0,683	R <sup>2</sup> : -0,00 P valor = 0,624
<b>2003</b>	R <sup>2</sup> :0,10 P valor =0,000	R <sup>2</sup> :0,14 P valor =0,000	R <sup>2</sup> :0,08 P valor =0,000	R <sup>2</sup> : -0,032 P valor =0,001	R <sup>2</sup> : -0,002 Pvalor= 0,3914	R <sup>2</sup> :0,03 P valor =0,001	R <sup>2</sup> :0,16 P valor =0,000	R <sup>2</sup> :0,25 P valor =0,253	R <sup>2</sup> : -0,006 P valor =0,136	R <sup>2</sup> :0,04 P valor: =0,001
<b>2004</b>	R <sup>2</sup> :0,05 P valor =0,000	R <sup>2</sup> :0,06 P valor =0,000	R <sup>2</sup> :0,02 P valor =0,003	R <sup>2</sup> :0,00 P valor =0,689	R <sup>2</sup> :0,00 P valor =0,111	R <sup>2</sup> :0,00 P valor =0,262	R <sup>2</sup> :0,00 P valor =0,606	R <sup>2</sup> =0,0 P valor =0,033	R <sup>2</sup> =0,0 P valor =0,237	R <sup>2</sup> =-0,0 P valor =0,979
<b>2005</b>	R <sup>2</sup> :0,03 P valor =0,001	R <sup>2</sup> :0,00 P valor =0,553	R <sup>2</sup> :0,03 Pvalor =0,078	R <sup>2</sup> :0,03 P valor =0,005	R <sup>2</sup> :0,00 P valor = 0,542	R <sup>2</sup> :0,01 P valor =0,077	R <sup>2</sup> :0,00 P valor =0,883	R <sup>2</sup> : -0,004 P valor =0,453	R <sup>2</sup> :0,06 P valor =0,000	R <sup>2</sup> : -0,00 P valor =0,725

## 7. Discussão e Conclusão.

Registros dos serviços de saúde, representados em nosso país pelo sistema de registros do DATASUS, são fontes de dados importantes para a análise da morbidade de doenças, servindo como indicadores e como norteadores de ações públicas.<sup>44</sup> Muitos estudos de correlação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias têm sido realizados a partir de base de dados pública não só no Brasil, mas em outros países. Correlações positivas ou ausência de correlação podem ser encontradas de acordo com as características de cada estudo.

Em 2008, um estudo de correlação entre PM 2,5 e asma encontrou uma correlação forte entre estes fatores. Este estudo foi realizado no Município de Rio Branco, no Acre.<sup>46</sup> Da mesma forma um estudo realizado na Finlândia também em 2008, encontra associações entre níveis de poluentes diários e atendimentos de emergência por asma. Neste caso evidencia-se uma correlação entre o adoecimento agudo em relação aos poluentes.<sup>47</sup>

Em 2009, um estudo avaliou o impacto de poluentes provenientes de veículos automotores, principalmente óxidos de nitrogênio (NOx), sobre o desenvolvimento de doenças respiratórias em crianças. Este estudo concluiu que crianças residentes nas proximidades de regiões com alta incidência destes poluentes, e em contato mais freqüente com os mesmos, possuem uma probabilidade maior de desenvolver asma, pois foi verificada uma prevalência de asma maior neste grupo.<sup>48</sup>

Muitas vezes é possível observar que mesmo o nível de poluentes não ultrapassando os limites estabelecidos pela EPA (Environmental Protection Agency), no caso dos EUA, ou níveis estabelecidos pela OMS ( Organização Mundial de Saúde), ou ainda níveis estabelecidos pela legislação local dos países que promovem seus estudos, é possível observar correlações entre poluição atmosférica e adoecimento respiratório. Podemos verificar esta afirmação nos dois estudos seguintes, um realizado nos EUA e outro realizado no Brasil. Vejamos:

Em um estudo realizado no ano de 2008, com o objetivo de analisar a associação entre poluentes (PM10, NO2, O3, SO2, CO) e o desenvolvimento de asma em crianças residentes na zona urbana dos Estados Unidos, promoveu-se a avaliação da função respiratória de 861 crianças. Este estudo concluiu que aumentos de curto prazo em níveis de poluentes, mesmo que estes aumentos estivessem abaixo dos limites estabelecidos pelo padrão de qualidade

atmosférica nacional, estavam associados à existência de efeitos adversos a saúde respiratória das crianças. A principal associação se deu em relação a compostos derivados de óxidos de nitrogênio o que leva ao estabelecimento da correlação do adoecimento com a presença de veículos automotores.<sup>49</sup>

Já no Brasil, no ano de 2009, um estudo de painel foi desenvolvido com objetivo de avaliar a relação entre a exposição à poluição atmosférica e a função respiratória de crianças em idade escolar. Dentre os poluentes analisados incluímos PM10, SO2, O3, NO2 e CO. A partir da análise de um questionário, da mensuração do Peak Flow diário das crianças, e do registro diário de poluentes, foi possível concluir que, da mesma forma que o estudo anterior, apesar de ocorrer na maior parte do tempo níveis aceitáveis de poluentes, há uma associação entre aumento de poluentes e diminuição da função respiratória de crianças residentes no município do Rio de Janeiro, principalmente quando avaliados PM10 e NO2.<sup>50</sup>

Um estudo realizado no Canadá em 2007 avaliou a correlação de atendimentos emergenciais de asma em crianças com menos de 2 anos e Poluição Atmosférica, observando principalmente NO2 e CO. Este estudo concluiu que a exposição a altos níveis de poluentes presentes no ambiente podem desencadear um aumento do atendimento de emergência de crianças por asma.<sup>51</sup>

Ao contrário de estudos acima, em 2008, um estudo que avaliou a relação entre material particulado (PM2,5 a PM10) e internações por doenças respiratórias, e que contou com uma base de dados pública onde foram observados os anos de 1999 a 2005 e além disso, se utilizou de monitores para registros de PM2,5 e PM10, não encontrou associações estatisticamente significativas entre as variáveis internações e Poluição Atmosférica.<sup>52</sup>

Em nosso estudo, os níveis de poluentes encontrados não ultrapassaram na maior parte do tempo os valores estabelecidos como ideais pela legislação ou por agências reguladoras. Além disso, nenhuma correlação foi encontrada entre internações por doenças respiratórias em crianças menores de 5 anos e Poluição Atmosférica, ou ainda, entre internações por asma em crianças menores de 5 anos e Poluição Atmosférica.

Outro estudo que não apresentou correlação entre Poluição Atmosférica e Asma foi um estudo publicado no ano de 2007 em uma revista européia, que tinha como população de estudo crianças. Neste caso contraditoriamente foi observado que a medida que se

declinavam níveis de PM 2,5 , SO2 e O3, a prevalência de asma crescia. Porém, este estudo leva para a discussão o fato de que apesar dos níveis de poluentes mensuráveis estarem decrescendo ao longo do tempo, ocorria ao mesmo tempo um aumento da poluição relacionada ao tráfego em muitos lugares, e que este fato poderia estar relacionado ao aumento da prevalência de asma.<sup>53</sup> Assim como em nosso estudo, não foi possível obter coeficientes de correlação estatisticamente significativos para esta correlação.

Apesar da grande contribuição dos estudos ecológicos para a evidenciação da presença ou ausência de correlações, estes estudos, assim como todos estudos epidemiológicos, tem suas limitações no momento em que a unidade de observação é um grupo de pessoas (no caso de nosso estudo um município inteiro é observado) não existindo a observação individual.<sup>43</sup>

Em nosso estudo, pelos gráficos de regressão dispostos e pela tabela resumo final, pudemos observar que os níveis de correlação entre doenças respiratórias e concentração de poluentes foram muito fracos estatisticamente, por serem em todo o período inferiores a 0,8. O mesmo fato se repetiu para a correlação entre internações por asma e poluentes, de forma geral.

Limitações do estudo devem ser apontadas. A presença de apenas uma estação de registros de poluentes em todo o município se constitui em uma das limitações do estudo. Se levarmos em conta o tamanho do município de Nova Iguaçu, que possui uma área de cerca de 524,0 km<sup>2</sup>, percebemos que apenas uma estação de registros é um número muito pequeno de estações, e que a ausência de outras estações de registros limita de forma impactante o estudo. Em uma observação primária, compreende-se que a existência de mais de uma estação se faz importante para que a plotagem estatística de valores inexistentes em uma das estações seja possível e o trabalho estatístico se torne mais completo possibilitando a geração de inferências estatísticas. Além disso, temos que levar em conta que a única estação de registros presente no município de Nova Iguaçu se situa em uma região privilegiada, no centro comercial, com poucas fontes poluidoras a sua volta, estando a mesma situada a alguns quilômetros de importantes rodovias, como a rodovia Presidente Dutra, que liga Rio de Janeiro a São Paulo, e além disso, longe de estradas não asfaltadas (fato muito comum em Nova Iguaçu), e longe das três pedreiras em atividade presentes no Município.

Um outro fator limitador do estudo foi o fato de a estação de registros presente no município não possuir um banco de dados completo, pois na vigência de falhas no equipamento medidor, ocorria com frequência o não registro dos valores de poluentes, ficando o banco de dados incompleto e sendo necessária uma previsão estatística de dados de poluentes, como disposto na metodologia do trabalho. A única estação presente no município é de domínio estadual. No âmbito municipal há a ausência de registros, avaliação e controle de dados de poluentes atmosféricos.

Outra limitação do estudo foi a impossibilidade de análise de fatores meteorológicos. Segundo Moreira, Tirabassi e Moraes, fatores meteorológicos devem ser levados em conta na análise de poluição atmosférica por serem fundamentais na observação da dispersão dos poluentes, e portanto, responsáveis na determinação da concentração dos mesmos. Ainda segundo estes autores, modelos matemáticos podem auxiliar nesta análise, e quando usados adequadamente, aumentam a possibilidade de inferências estatísticas.<sup>54</sup>

A correlação de poluentes com a variável classificada como todas as causas de doenças respiratórias, também pode ser considerada um fator limitador, porque dentre as doenças classificadas como doenças respiratórias totais estão incluídas doenças genéticas, por exemplo, que não possuem associação com a presença ou ausência de poluentes, porém, houve a necessidade da inclusão dessas doenças na análise para que se fosse possível obter um perfil geral de internações, e além disso, um quantitativo de internações razoável para a análise da correlação e da análise estatística.

Com o objetivo de retirar da análise a interferência de doenças não relacionadas diretamente com poluição atmosférica e para observar de forma mais específica a correlação de poluentes com adoecimento respiratório adotamos a observação da doença asma e realizamos o estudo da correlação. Temos que considerar como limitação desta análise o pequeno quantitativo de internações diárias por asma registradas no município. Este número pequeno de internações influencia na avaliação estatística dos dados.

Não podemos deixar de abordar o tema da qualidade dos dados obtidos através do SIA/AIH. Nosso grupo de análise se constituiu de crianças residentes em Nova Iguaçu que eram atendidas em todos os hospitais do SUS situados no estado do Rio de Janeiro, incluindo aqueles localizados fora do município de Nova Iguaçu. Sabe-se que com o objetivo de conseguir a internação fora de seus municípios de residência, alguns pacientes fornecem comprovantes de residência de outras localidades. Este fato classifica como

residentes no município do Rio de Janeiro, por exemplo, pessoas que na realidade residem em Nova Iguaçu. Portanto, esse fator pode reduzir o número de internações de residentes e influenciar nos achados.

Apesar da presença de todos os fatores limitadores apontados, Nova Iguaçu se constituiu em um importante município de análise de poluentes por apresentar um grande contingente populacional supostamente exposto a altos níveis de concentração de poluentes, tanto provenientes do setor industrial quanto dos automóveis presentes em suas rodovias. Novos estudos devem ser realizados e providências devem ser tomadas para que estes estudos delineiem a realidade do município de forma mais fiel, como a instalação de novos medidores de poluentes, e em conjunto a isto, é necessário que ocorra a análise por especialistas da localização destes novos medidores a serem instalados. Além disso, a observação de internações locais do próprio município a partir do registro de endereços local (observando-se os próprios hospitais do município ou obtendo-se dados da secretaria municipal de saúde) pode ser uma saída para a suposta falha no registro de dados, e uma sugestão positiva para a realização de futuros estudos.

## 8. Referências Bibliográficas.

1. McNeill JR., 2001. Something new under the sun: an environmental history of the twentieth-century world. Estados Unidos da América: W.W. Norton e Company; 405p.
2. Cançado JED, Braga A, Pereira LAA, Arbex MA, Saldiva PH, Santos UPS. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. J Bras Pneumol. 2006;32(Supl 2):S23-S29
3. Gouveia N, Fletcher T. Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status. J Epidemiol Community Health 2000; 54(10):750-755.
4. Environmental Protection Agency [Internet]. New York (EUA): Environmental Protection Agency; [Updated 2007 July 24] Information update 2007, What is particulate matter [cited 2008 Feb 25]; Available from: [http://www.epa.gov/wtc/pm10/pm\\_fact\\_sheet.html](http://www.epa.gov/wtc/pm10/pm_fact_sheet.html), English.
5. Logan WPD. Fog and mortality. Lancet 1949; 256:78.
6. Logan WPD. Mortality in the London fog incident, 1952. Lancet 1953; 1:336-8
7. Bascon R, Bromberg PA, Costa DA, Devlin R, Dockery DW, Frampton MW et al. Health effects of outdoor air pollution. Am J Respir Crit Care Med 1996;153:3-50.
8. Freitas C, Bremner SA, Gouveia N, Pereira LA, Saldiva, PH. Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. Rev. Saúde Pública 2004; 38 (6): 751-7
9. Conceicao GM, Miraglia SG, Kishi HS, Saldiva PH, Singer JM. Air pollution

and child mortality: a time-series study in São Paulo, Brazil. *Environ Health Perspect* 2001; 109 Suppl 3:347-350.

10. Braga AL, Saldiva PH, Pereira LA, Menezes JJ, Conceicao GM, Lin CA et al. Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. *Pediatr Pulmonol* 2001; 31(2):106-113
11. Gouveia N, Freitas CU, Martins LC, Marcilio IO. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. *Cad. Saúde Pública* 2006; 22(12):2669-2677
12. Daumas, RP. Poluição do ar e mortalidade em idosos no município do Rio de Janeiro: Análise de série temporal. *Cad. Saúde Pública* 2004; 20(1): 311-319.
13. Prefeitura de Nova Iguaçu [Internet]. Nova Iguaçu (RJ): Prefeitura de Nova Iguaçu; [Atualizado 2008 abril 28]. Breve Histórico de Nova Iguaçu [citado 2009 mar 23]; Encontrado em: <http://www.novaiguacu.rj.gov.br/cgi/cgilua.exe/sys>, Português.
14. PCNI – Prefeitura da Cidade de Nova Iguaçu. Atlas Escolar da Cidade de Nova Iguaçu. 2ª edição, 2004.
15. Câmara, VM. Textos de Epidemiologia para Vigilância Ambiental em Saúde. 1ed. Brasília, D.F.:FUNASA/Ministério da Saúde, 2002.v1. 132p
16. Fundação Estadual do Meio Ambiente FEAM [Internet]. Minas Gerais (BR): FEAM [Atualizado 2007 Jan 28]. Ar, Partículas Inaláveis [citado 2008 Dez 2]; Encontrado em: <http://www.semاد.mg.gov.br/indicadores-ambientais/ar>, Português.
17. Ministério do Meio Ambiente [Internet]. Brasília (BR): DO União [atualizado em 1990 Agosto 20] Resolução Conama nº 03/90 [citado em 2009 janeiro]; Encontrado em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>, Português

18. World Health Organization [Internet]. Geneva (STZ): WHO; [Updated 2005] Information update 2005, Air quality and health [cited 2008 april 25]; Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html>, English
19. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo [Internet]. São Paulo (BR): Secretaria do Estado de Meio Ambiente; [Atualizado 2006] Informação atualizada em 2006, Padrões e índices [citado em 2008 agosto 21]; Encontrado em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar\\_indice\\_padroes.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_indice_padroes.asp), Português.
20. Environmental Protection Agency [Internet]. New York (EUA): Environmental Protection Agency; [Updated 2007 July 24] Information update 2007, What is particulate matter [cited 2008 jun 24]; Available from: [http://www.epa.gov/wtc/pm10/pm\\_fact\\_sheet.html](http://www.epa.gov/wtc/pm10/pm_fact_sheet.html), English
21. Graedel T E, Crutzen P J, 1997. Atmospherere Climate and Change. Scientific American Library, New York.
22. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology* 2001; 12: 521–531.
23. Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J, et al. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 1860–66
24. Samet JM, Dominici F, Curriero FC, Coursac I, Zeger SL. Fine particulate air pollution and mortality in 20 US cities, 1987-1994. *N Engl J Med* 2000; 343: 1742–49.
25. Zanobetti A, Schwartz J, Dockery DW. Airborne particles are a risk factor for hospital admissions for heart and lung disease. *Environ Health Perspect* 2000; 108: 1071–77.
26. Spengler JD, Koutrakis P, Dockery DW, Raizenne M, Speizer FE. Health effects of acid aerosols on North American children: air pollution exposures. *Environ Health*

Perspect 1996; 104: 492–99

27. Gauderman WJ, McConnell R, Gilliland F, et al. Association between air pollution and lung function growth in southern California children. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162: 1383–90.
28. Avol EL, Gauderman WJ, Tan SM, London SJ, Peters JM. Respiratory effects of relocating to areas of differing air pollution levels. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 2067–72.
29. Prieto MJ, Mancilla P, Astudillo P, Reyes A, Román O. Exceso de morbilidad respiratoria en niños y adultos mayores en una comuna de Santiago con alta contaminación atmosférica por partículas. *Rev Méd Chile* 2007; 135: 221-228.
30. Sanhuez P, Vargas C, Mellado P. Impacto de la contaminación del aire por PM<sub>10</sub> sobre la mortalidad diaria en Temuco. *Rev Méd Chile* 2006; 134: 754-761.
31. Martins LC, Latorre MR, Saldiva PH, Braga ALF. Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos. *Rev. Bras. Epidemiol* 2001; 4(3)
32. Junger WL, Mendonça GA, Leon AP, Correia JEM, Freitas CU, Daumas RP et al. Air pollution and health effects in two brazilian metropolis. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 2003; 12(1): 29-40
33. Nascimento LFC, Pereira LAA, Braga ALF, Módolo MCC, Carvalho JA Effects of air pollution on children's health in a city in Southeastern Brazil. *Rev. Saúde Pública* 2006, 40 (1)
34. Cadena LH, Villarreal AB, Aguilar MR, Macías HM, Miller P, Arroyo LAC et al. Morbilidad infantil por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Salud pública de México* 2007; 49 (1): 27-36.
35. Placeres MR, Bermejo PM, Navarro ML, Solís MTR, Valdés JA, Romieu I.

- Contaminación atmosférica, asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en menores de edad, de La Habana. *Salud pública de México* 2004; 46 (3): 222-233.
36. Braga ALF, Pereira LAA, Procópio M, André PA, Saldiva PHN. Association between air pollution and respiratory and cardiovascular diseases in Itabira, Minas Gerais State, Brazil. *Cad. Saúde Pública* 2007; 23(4): 570-578.
37. Junger WL, Leon AP. Air pollution and low birth weight in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2002. *Cad. Saúde Pública* 2007; 23(4): 588-598.
38. Castro HA, Hacon S, Argento R, Junger WL, Mello CF, Júnior NC et al. Air pollution and respiratory diseases in the municipality of Vitória, Espírito Santo state, Brazil. *Cad. Saúde Pública* 2007; 23 (4): 630-642.
39. Fundação CIDE. Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro - 2005. Rio de Janeiro, 2005a.
40. Fundação CIDE. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) 2000. Anuário Estatístico, 2001.
41. Fundação CIDE. Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro - 2005. Rio de Janeiro, 2005b.
42. INEA: rede de monitoramento da qualidade do ar [Internet]. Rio de Janeiro. INEA. [citado em 2008 julho 20]. Encontrado em: <http://www.inea.rj.gov.br/fma/estacoes-ar.asp?cat=65>.
43. Castro HA, Gouveia N. Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde. *Rev. bras. epidemiol.* 2003; 6(2):135-149.
44. DATASUS: Informações de Saúde [internet]. Brasília: Ministério da Saúde. 2008. DATASUS: demográficas e econômicas [citado em 2007 Março 21]. Encontrado em: <http://w3.datasus.gov.br/datasus/index.php?area=0206>.

45. Junger, W L. Análise de imputação de dados e interfaces computacionais em estudos de séries temporais epidemiológicas / Analisis, data input and computer interfaces in epidemiological series studies. 2008. Rio de Janeiro, 178.
46. Mascarenhas MDM, et al. Poluição atmosférica devida à queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil - Setembro, 2005. J. bras. pneumol. 2008; 34(1):42-46
47. Halonen JI, et al. Air pollution, and asthma and COPD hospital emergency room visits. Thorax. 2008; 63(7): 635-41.
48. Lindgren A, et al. Traffic-related air pollution associated with prevalence of asthma and COPD/chronic bronchitis. A cross-sectional study in Southern Sweden. International Journal of Health Geographics. 2009; 8(2): 1-15.
49. O'Connor G, et al. Acute respiratory health effects of air pollution on children with asthma in US inner cities. Journal of Allergy and Clinical Immunology. 2008; 121(5): 1133-1139.
50. Castro HA, Cruz, JC, Cunha MF, Junger WL, Leon AP, Mendonça GAS. Effect of air pollution on lung function in schoolchildren in Rio de Janeiro, Brazil. Rev Saúde Pública 2009;43(1) 1-8.
51. Villeneuve PJ, et al. Outdoor air pollution and emergency department visits for asthma among children and adults: A case-crossover study in northern Alberta, Canada. Environmental Health 2007; 6(40): 1-15.
52. Roger DP, et al. Coarse Particulate Matter Air Pollution and Hospital Admissions for Cardiovascular and Respiratory Diseases Among Medicare Patients. Jama 2008; 299(18): 2172-2179.
53. Jerrett M. Does traffic-related air pollution contribute to respiratory disease formation in children? European Respiratory Journal 2007; 29(5): 825-826.
54. Moreira DM, Tirabassi T, Moraes MR. Meteorologia e poluição atmosférica.

Ambiente & Sociedade 2008; 11(1):1-13.