

Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

Associação da função pulmonar em estudantes do
ensino fundamental com a qualidade do ar nas
cidades de Atibaia e Cubatão

Ana Paula de Siqueira Guanabara

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós Graduação em Saúde Pública da
Faculdade de Saúde Pública da
Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em Saúde
Pública

Área de Concentração: Saúde Ambiental

Orientadora: Prof^a. Dra. Helena Ribeiro

São Paulo
2011

Associação da função pulmonar em estudantes do ensino fundamental com a qualidade do ar nas cidades de Atibaia e Cubatão

Ana Paula de Siqueira Guanabara

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública

Área de Concentração: Saúde Ambiental

Orientadora: Prof^a. Dra. Helena Ribeiro

São Paulo
2011

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da tese/dissertação.

Guanabara, Ana Paula de Siqueira.
Associação da função pulmonar em estudantes do ensino
Fundamental com a qualidade do ar nas cidades de Atibaia e Cubatão
[manuscrito] Ana Paula de Siqueira Guanabara. – 2011.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Helena Ribeiro.

Área de concentração: Saúde Ambiental.

Linha de pesquisa: Qualidade Ambiental e Saúde

Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde
Pública.

DEDICATÓRIA

Dedico à minha amada filha Ana Júlia de Siqueira Guanabara que mesmo tão pequenina compreendeu as horas roubadas do meu papel de mãe para que eu concluísse esse tão sonhado objetivo.

Ao Michael Sabbag Júnior pelo amor, respeito e companheirismo, por acreditar em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Samira de Siqueira (em memória) por todo amor, dedicação, por sempre ter me apoiado, sei que ficaria muito orgulhosa.

Aos meus irmãos Marcelo José de Siqueira e Ylana de Siqueira pelo amor, carinho, por toda ajuda que sempre deram.

Ao Luiz Carlos Rodrigues Guanabara pelo incentivo, auxílio, contribuição, por ter compartilhado experiências, dificuldades sempre com muito carinho.

A minha orientadora Dr^a. Helena Ribeiro pelas suas palavras e sua prestigiosa orientação.

Ao Professor Dr. Aristides Almeida Rocha que sempre esteve à disposição e pela sua contribuição na execução desta pesquisa.

Ao professor Dr. João Vicente de Assunção por sua colaboração e contribuição para que este estudo pudesse ser realizado.

A Professora Dr^a. Silene Purificação pelo incentivo e auxílio durante todo o período desta pesquisa

À Dr^a Célia Pesquero pelo auxílio nos procedimentos realizados no Laboratório de Qualidade do Ar e Ventilação da FSP/USP.

À Ana Paula Francisco pelo auxílio nos procedimentos laboratoriais realizados no LAPAT (IAG/USP).

A Prefeitura do Município de Atibaia, especialmente ao diretor da Secretaria do Meio Ambiente, Fernando Prota pela ampla colaboração em todas as atividades efetuadas na cidade.

À CETESB por disponibilizar dados de qualidade do ar, seja nos relatórios anuais como no sistema QUALAR

A todas as crianças que participaram do estudo, e também aos pais que autorizaram a realização do teste espirométrico.

Aos amigos que me apoiaram durante todo o tempo que me dediquei aos estudos.

RESUMO

Guanabara, APS. Associação da função pulmonar em estudantes do ensino fundamental com a qualidade do ar nas cidades de Atibaia e Cubatão. [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2011.

Introdução: As disfunções respiratórias agudas por exposição à poluição atmosférica afetam a principalmente crianças e idosos. Estes grupos são mais vulneráveis, apresentando quadros de morbidade e mortalidade em função dos efeitos dos poluentes sobre a função respiratória. A qualidade do ar que respiramos tem sido de grande interesse científico, para que se possa minimizar os impactos da poluição sobre a saúde da população. Atualmente, sabe-se que os poluentes atmosféricos estão associados a uma grande variedade de sintomas, disfunções e doenças agudas e crônicas. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi verificar a associação entre poluição atmosférica e alterações da função pulmonar em crianças do ensino fundamental nas cidades Cubatão e Atibaia. **Método:** O método aplicado foi subdividido em fases. Inicialmente foi realizada mensuração de PTS, MP10 e O₃ na cidade de Atibaia, para caracterização da concentração destes poluentes na região central do município e comparação com as concentrações da estação da CETESB Cubatão/Centro. Na seqüência foram aplicados questionários de sintomas respiratórios em ambos os municípios, em estudantes do ensino fundamental. Por ultimo foram realizados os testes espirométricos para verificar a função respiratória dos participantes. **Resultados:** Os resultados das medidas de concentração de poluentes em Atibaia indicam uma boa qualidade do ar. A média mensurada respectivamente foram de 36,25 µg/m³ para PTS, 30,04 µg/m³ para MP10 e de O₃ 474 µg/m³ demonstrando que a qualidade do ar é Boa. As concentrações médias encontradas em Atibaia foram comparadas com àquelas observadas em Cubatão no mesmo período. As concentrações em Cubatão mostraram-se mais elevadas. Os resultados do questionário sócio clínico e de sintomas respiratórios mostraram após análise estatística, que ser portador de doença respiratória associada com causa pré-existente foi mais comum em Atibaia. Os sintomas respiratórios das vias aéreas se manifestaram de forma semelhante nas duas cidades. Na espirometria foi evidenciado o distúrbio ventilatório restritivo com significância em Cubatão (p<0,05). Este resultado teve significância ainda maior quanto ao decréscimo da função respiratória ao se constatar que a presença da alteração do teste de espirometria em crianças não portadoras de doenças respiratórias foi maior em Cubatão, na análise estatística obteve-se OR = 8,25 e p=0,007. **Conclusão:** Conclui-se que a exposição a poluentes atmosféricos, principalmente O₃ e PM₁₀ causa disfunção respiratória e pode ser responsável pela morbidade de crianças com idade de 6 a 12 anos na cidade de Cubatão, e que morar nesta cidade aumenta o risco de desenvolver doenças respiratórias.

Palavras chave: Espirometria, morbidade respiratória. decréscimo da função pulmonar, poluentes atmosféricos, concentração de poluentes.

ABSTRAT

Guanabara, APS. Association of lung function in elementary school students with air quality in the cities of Cubatão and Atibaia.[Master Dissertation]. São Paulo: School of Public Health of USP, 2011. .

Introduction: Acute respiratory disorders from exposure to air pollution mainly affects children and elderlies. These groups are most vulnerable, showing pictures of morbidity and mortality due to the effects of pollutants on respiratory function. The quality of air we breathe is of great scientific interest, so you can minimize the impacts of pollution on health. Currently, it is known that air pollutants are associated with a variety of symptoms, disorders and acute and chronic diseases. **Objective:** The objective of this study was to assess the association between air pollution and lung function changes in elementary school children in the cities and Atibaia Cubatão. **Method:** The method used was divided into phases. Measurements of PTS, PM10 and O3 in the city of Atibaia were performed, to characterize the concentration of pollutants in the central city and compared to the concentrations of CETESB Cubatão station / center. Questionnaires were administered in the sequence of respiratory symptoms in both towns, with all participants, elementary school students. Finally spirometric tests were performed to verify the participants' respiratory function. **Results:** The results of the measures of concentration of pollutants in Atibaia indicate good air quality, respectively the average measured was 36.25 mg/m³ for TSP, PM10 30.04 µg/m³ to 474 µg/m³ O3 showed that the air quality is good. The average concentrations found in Atibaia were compared with those observed in Cubatão the same period. Concentrations in Cubatão were more elevated. The results of clinical and social questionnaire of respiratory symptoms after statistical analysis showed that being a carrier of respiratory disease associated with pre-existing cause was more common in Atibaia. Symptoms of respiratory airways expressed similarly in both cities. Spirometry was evidenced in restrictive ventilatory disorder with significance in Cubatão (p <0.05), this result has even greater significance as the decrease in lung function in children not suffering from diseases breathing was higher in Cubatão in the statistical analysis we obtained OR = 8.25 and p = 0.007. **Conclusion:** Exposure to air pollutants, especially PM10 and O3 cause impairment of respiratory function and may be responsible for morbidity of children aged 6 to 12 years in the city of Cubatao, living in this city increases the risk of developing respiratory diseases.

Keywords: Spirometry, respiratory morbidity, decreased lung function, air pollutants, pollutant concentration.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Poluição Atmosférica	16
1.2	Saúde e poluição atmosférica	20
1.3	Material particulado e sua ação sobre o pulmão	25
1.4	Ozônio e sua ação sobre o pulmão	28
1.5	Função Pulmonar e espirometria	29
1.5.1	Espirometria	29
1.5.2	Função Pulmonar	30
2	OBJETIVOS	33
2.1	Geral	33
2.2	Específicos	33
3	MÉTODO	34
3.1	Tipo de estudo	34
3.2	Caracterização da área de estudo	34
3.3	Período de estudo	36
3.4	População do estudo	36
3.5	Caracterização da população e estudo	36
3.6	Coleta de dados	37
3.6.1	Coleta de PM10	40
3.6.2	Coleta de PTS	48
3.6.3	Coleta de O3	45
3.7	Questionário de sintomas respiratório e espirometria	48
3.7.1	Questionário de sintomas respiratórios	49
3.7	Espirometria	49
3.8	Método de análise dos dados	51
4	RESULTADOS e DISCUSSÃO	53
4.1	Resultados de MP10	53
4.2	Resultados de PTS	56
4.3	Resultados de Ozônio	58
4.4	Resultados dos Questionários e Testes Espirométricos	
5	CONCLUSÃO	76
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

7	ANEXOS	86
7.1	I – Termo de responsabilidade do pesquisador	86
7.2	II – Termo de consentimento livre e esclarecido	87
7.3	III – Questionário sócio clínico e de sintomas respiratórios	88
7.4	IV – Formulário para amostragem de PTS	90
7.5	V - Formulário para amostragem de PM ₁₀	92

Lista de Tabelas

Tabela 1	Concentração diária de MP10 no município de Atibaia e Cubatão período de 03 de novembro a 29 de dezembro de 2011	54
Tabela 2	Concentração diária de PTS no município de Atibaia no período de 04 de janeiro a 27 de janeiro de 2011	56
Tabela 3	Concentração de ozônio em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nas cidades de Atibaia e Cubatão	58
Tabela 4	Caracterização da Amostra	61
Tabela 5	Caracterização da Amostra quanto ao gênero, raça, faixa etária e percepção de saúde	62
Tabela 6	Relato dos pais das crianças quanto ao número de vezes por ano que seus filhos sofrem resfriados nas cidades de Cubatão e Atibaia	63
Tabela 7	Sintomas e distúrbios respiratórios relatados pelos pais das crianças que realizaram espirometria	64
Tabela 8	Presença de doenças respiratórias relatadas pelos pais das crianças que realizaram espirometria nas cidades de Cubatão e Atibaia	65
Tabela 9	Presença de umidade, carpete e animais na residência das crianças que realizaram a espirometria nas cidades de Atibaia e Cubatão.	67
Tabela 10	Relato de presença de umidade, carpete e animais na residência das crianças que realizaram a espirometria nas cidades de Atibaia e Cubatão.	67
Tabela 11	Relato de presença freqüente de sibilo e presença de sibilo nos últimos 12 meses nas crianças que realizaram a espirometria nas cidades de Atibaia e Cubatão	68
Tabela 12	Relato dos pais quanto a presença de asma nas crianças nas crianças que realizaram a espirometria nas cidades de Atibaia e Cubatão	69
Tabela 13	Proporção do número de crises asmáticas relatadas pelos pais dos participantes	69
Tabela 14	Relato do uso de medicamentos	70
Tabela 15	Relato dos pais quanto a necessidade de ir ao hospital por problemas respiratórios apresentados pelas	71
Tabela 16	Distribuição do relato da freqüência de consultas hospitalares	71
Tabela 17	Exposição ao fumo passivo	72
Tabela 18	Resultado dos testes espirométricos realizados em crianças do ensino fundamental de Atibaia e Cubatão	73
Tabela 19	Alterações nos testes espiroméricos com presença ou ausência de doenças respiratórias em crianças do ensino fundamental de Atibaia e Cubatão	74

Lista de Figuras

Figura 1	Curvas típicas da definição de frações de partículas respiráveis, torácicas e inaláveis	26
Figura 2	Volumes e Capacidades respiratórias	31
Figura 3	Localização geográfica de Cubatão	34
Figura 4	Localização geográfica de Atibaia	35
Figura 5	Mercado Municipal de Atibaia	38
Figura 6	Amostrador HighVol no Mercado Municipal de Atibaia	39
Figura 7	Calibração do AGV	41
Figura 8	AGV Parâmetros	41
Figura 9	Equipamento AGV (PTS) no Mercado Municipal de Atibaia	41
Figura 10	Ponto 1. Mercado municipal de Atibaia vista frontal e lateral esquerda	43
Figura 11	Coletor Shelter fixado no Mercado municipal	44
Figura 12	Ponto 2. Colégio Populus	44
Figura 13	Coletor fixado no Colégio Populus	46
Figura 14	Esquema do amostrador passivo Ogawar	
Figura 15	Kit de substituição e “ Branco” ,coletor Shelter e amostrador respectivamente	46
Figura 16	Critérios e resultados de inclusão e exclusão no teste espirométrico por idade	60

Lista de Quadros

Quadro 1	Padrões de qualidade do ar para os principais poluentes segundo a Environmental Protection Agency – (EPA), EUA. 1	17
Quadro 2	Índice de Qualidade do Ar e Saúde	18
Quadro 3	Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (Resolução CONAMA nº03 de 8/06/90)	21
Quadro 4	Risco relativo (RR) e intervalo de confiança de 95% (IC95%) de internações por doenças respiratórias em crianças para um incremento de 10 µg/m ³ dos níveis de PM ₁₀ , NO ₂ , SO ₂ e O ₃ e de 1 ppm para o CO. São Paulo, Brasil, 1996-2000	23
Quadro 5	Condições de análise para mensuração de ânions em Cromatografia a Líquido com detector por condutividade elétrica	47
Quadro 6	Períodos de coleta de O ₃ em Atibaia	48

Lista de Gráficos

Gráfico 1	Concentração de MP10 nos municípios de Atibaia e Cubatão no período 03 de novembro de 2010 a dezembro de 2011	55
Gráfico 2	Concentração de PTS mensurado na cidade de Atibaia, 2011	57
Gráfico 3	Número de resfriados por ano nas cidades de Cubatão e Atibaia	64
Gráfico 4	Proporção de doenças respiratórias pré-existentes nas crianças que realizaram a espirometria nas cidades de Atibaia e Cubatão	66

LISTA DE SIGLAS

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental

CI - Capacidade inspiratória

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

COVs - Compostos orgânicos voláteis e semivoláteis

CPT - Capacidade pulmonar total

CRF - Capacidade residual funcional

CV - Capacidade vital

CVF – Capacidade Vital Forçada

DPOC - Doença obstrutiva crônica

DVM – Distúrbio Ventilatório Misto

DVO – Distúrbio Ventilatório Obstrutivo

DVR – Distúrbio Ventilatório Restritivo

EPA - Environmental Protection Agency

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente

ÍNDICE DE TIFFENAU - Relação VEF_1 / CVF

NOX – Dióxido de nitrogênio

OMS - Organização Mundial de Saúde

PM 2,5 - Material particulado respirável com diâmetro aerodinâmico \leq a 2,5 μm

PM 10 - Material particulado inalável com diâmetro aerodinâmico \leq que 10 μm e $>$ que 2,5 μm

PRONAR - Programa Nacional de Controle do Ar

PTS - Particulado Total em Suspensão

VC - Volume corrente

VEF 25/75% - Fluxo expiratório forçado médio de um segmento obtido durante a manobra de CVF; entre 25 e 75% da curva de CVF.

VEF₁ - Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo

VEF₁ / CVF – Relação VEF_1 / CVF (Índice de Tiffenau)

VER - Volume expiratório de reserva

VIR - Volume inspiratório de reserva

VR - Volume residual

1. INTRODUÇÃO

1.1. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Os efeitos e conseqüências da exposição à poluição do ar em relação às disfunções e doenças do aparelho respiratório têm sido investigados com mais ênfase desde o começo da década de 1990 (VIANNA et al, 2008).

Historicamente, estas pesquisas se iniciaram com os casos de poluição intensa do ar que provocaram um grande aumento de morbimortalidade em Londres, na Pensilvânia, e no Vale do Meuse. Nestes locais inúmeras pessoas morreram, durante episódios críticos. Uma das medidas adotadas para o controle da poluição atmosférica foi o estabelecimento de padrões para a qualidade do ar (CANÇADO ET al, 2006; FREITAS et al, 2004).

No Brasil, o exemplo maior de poluição atmosférica ocorreu em Cubatão, na década de 1980, havendo naquela época uma grande repercussão negativa, em virtude do grande número de casos de adoecimento e mortes na região (FREITAS et al, 2004).

As conseqüências para a saúde humana eram evidentes. A grande concentração de poluentes no ar atmosférico provocava na saúde da população de Cubatão um grande aumento da incidência de doenças respiratórias e cardiovasculares (COUTO, 2003).

De acordo com o mesmo autor, medidas de controle foram tomadas visando melhoria da qualidade do ar. O governo do estado de São Paulo implantou um programa de controle em 1984, com o objetivo de reduzir e ou eliminar os poluentes.

É importante ressaltar que as primeiras iniciativas para monitorar a qualidade do ar ocorreram na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), no início dos anos 1960, por iniciativa dos municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Mauá, que já estavam preocupados com as emissões na região do ABC. No entanto, a

problemática ganhou relevância na cidade de Cubatão posteriormente (CETESB, 2005).

Segundo Couto (2003), o Governo do Estado de São Paulo criou a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB), que se responsabilizou desde a década de 80 pela vigilância e pelo controle da qualidade ambiental.

Freitas et al (2003) citam que, no Brasil, o Conselho Nacional de Meio Ambiente adotou os mesmos padrões da *Environmental Protection Agency* (EPA) dos Estados Unidos da América do Norte.

Quadro 1 – Padrões de qualidade do ar para os principais poluentes segundo a *Environmental Protection Agency* – (EPA), EUA.

Poluentes	Padrões Primários	Tempo Médio
Partículas inaláveis (PM ₁₀)	50 µg/m ³ 150 µg/m ³	média aritmética anual nível limite para 24 horas
Ozônio (O ₃)	0,12 ppm (235 µg/m ³)	média de 1 hora máxima diária
Dióxido de enxofre (SO ₂)	0,03 ppm (80 µg/m ³) 0,14 ppm (365 µg/m ³)	média aritmética anual nível máximo em 24 horas
Monóxido de carbono (CO)	9 ppm (10 µg/m ³) 35 ppm (40 µg/m ³)	média máxima de 8 horas nível máximo em 1 hora
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	0,053 ppm (100 µg/m ³)	média aritmética anual

FONTE: EPA, 1997

A legislação federal brasileira estabelece, em relação ao controle de poluentes, dois padrões de qualidade do ar, o padrão primário e o padrão secundário. O padrão primário está correlacionado com altas concentrações de poluentes que, quando ultrapassado, pode acarretar danos à saúde da população. O padrão secundário de qualidade do ar se refere àquelas concentrações de poluentes abaixo das quais se espera o mínimo efeito sobre a saúde da população, da fauna e da flora (CETESB, 2005). A definição destes padrões consta de Portaria normativa do IBAMA (Instituto Brasileiro de Apoio ao Meio Ambiente) de 14 de março de 1990, e que foi transformada em resolução pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) em 28 de junho de 1990. Define que a curto e médio prazo, os

padrões primários devem ser os desejados, e que, em longo prazo, os padrões secundários devam ser objetivados (BRASIL, 1990).

Visando controlar o atendimento dos padrões estabelecidos, criou-se o sistema de monitoramento do ar, permitindo então o desenvolvimento da atividade de vigilância na área de saúde ambiental por meio da mensuração das concentrações de poluentes na atmosfera e conseqüentemente uma análise dos riscos e efeitos sobre a saúde da população (FREITAS, PEREIRA, SALDIVA, 1996).

Os critérios definiram índices de qualidade do ar, classificados em 5 categorias, ou seja, Boa, Regular, Inadequada, Má e Péssima (QUADRO 2). Com exceção do índice de qualidade do ar “Boa”, todas as outras categorias podem exercer influência sobre os indivíduos expostos. Na condição “Regular” apenas acomete pessoas mais sensíveis e nas outras condições o agravamento e o número de indivíduos acometidos é cada vez maior até a condição “Péssima” (CETESB, 2008).

Quadro 2 – Índice de qualidade do ar e saúde

Qualidade	Índice	MP ₁₀	O ₃	CO	NO ₂	SO ₂
		(µg/m ³)	(µg/m ³)	(ppm)	(µg/m ³)	(µg/m ³)
Boa	0 - 50	0 - 50	0 - 80	0 - 4,5	0 - 100	0 - 80
Regular	51 - 100	50 - 150	80 - 160	4,5 - 9	100 - 320	80 - 365
Inadequada	101 - 199	150 - 250	160 - 200	set/15	320 - 1130	365 - 800
Má	200 - 299	250 - 420	200 - 800	15 - 30	1130 - 2260	800 - 1600
Péssima	>299	>420	>800	>30	>2260	>1600

FONTE: CETESB 2008

Segundo Freitas, Pereira e Saldiva (1996), estudos realizados em São Paulo, em um período de aproximadamente 20 anos, são coerentes em demonstrar que a exposição prolongada aos níveis atuais de poluição promove alterações inflamatórias das vias aéreas em animais de experimentação e em seres humanos, com prejuízo dos mecanismos de defesa dos pulmões contra microorganismos. Evidenciam também que a poluição do ar em São Paulo induz a danos do DNA (mutações) com favorecimento ao surgimento de tumores pulmonares em humanos e

animais, e que é possível caracterizar de forma sistemática aumentos de morbidade e mortalidade de caráter respiratório e cardiovascular com elevação das concentrações de poluentes na atmosfera.

As pesquisas realizadas em todo o mundo evidenciam que não existem níveis seguros de concentração de poluentes para a saúde humana, e que os padrões deveriam ser revisados e novas concentrações determinadas (SALDIVA et al; 2002).

A exposição a poluentes em determinadas concentrações e por período de tempo também determinado pode ocasionar malefício à saúde, atingindo níveis ambientais capazes de atingir grupos populacionais especiais e níveis ambientais nos quais o processo de exposição leva ao adoecimento, ao agravamento das doenças e até mesmo à morte (SCANLAN; WILKINS; STOLLER; 2000).

Os efeitos da poluição sobre a saúde humana podem variar de apenas sintomas mais leves até agravos maiores da saúde, levando a internações ou a morte (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002).

As crianças e os idosos são mais susceptíveis aos efeitos da poluição atmosférica. Pesquisas indicam uma associação positiva entre mortalidade e morbidade por problemas respiratórios em crianças (BRAGA, PEREIRA, SALDIVA, 2002).

Saldiva (1995) descreve as crianças como um grupo mais sensível e susceptível aos poluentes atmosféricos, apresentando com facilidade sintomas e alterações associadas às condições agudas de exposição.

Segundo Gouveia e Fletcher (2000), a mensuração de poluentes e a verificação da função respiratória, podem estabelecer um vínculo com a qualidade do ar e determinar as condições de vida de uma determinada população em relação às doenças respiratórias.

Inúmeros estudos analisaram a associação entre poluentes atmosféricos e as doenças respiratórias. Como resultado, nos últimos anos, houve adoções de novas políticas públicas envolvendo as questões ambientais e a qualidade de vida das pessoas (BAIRD, 2002).

1.2 Saúde e Poluição atmosférica

A qualidade do ar que respiramos pode ser afetada por um número expressivo de poluentes atmosféricos, que pode colocar em risco a saúde humana. Cada vez mais, o ar respirado influencia a saúde de indivíduos, e, no mundo todo, a quantidade de doenças respiratórias que acometem a população está aumentando. A estimativa é de que, a cada dez casos de doenças respiratórias, seis possivelmente estariam associados à poluição atmosférica (WHO, 2005).

Poluente atmosférico é toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos e que torne ou possa tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; e prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (BRASIL, 1990).

O CONAMA regulamenta alguns poluentes atmosféricos (QUADRO 3), exatamente pela preocupação com a saúde ambiental. Tal conduta se deve pela composição da atmosfera urbana que recebe emissões industriais e principalmente veiculares, possuindo uma complexa mistura com vários tipos de poluentes. Dentre os principais poluentes nocivos a saúde humana destacam-se o material particulado (PTS, PM₁₀ e PM_{2,5}), o Ozônio, o dióxido de enxofre, o monóxido de carbono e o dióxido de nitrogênio (CETESB, 2008).

Os principais poluentes associados às doenças cardiorespiratórias são o dióxido de enxofre (SO₂), o ozônio (O₃) e o material particulado com diâmetro aerodinâmico menor que 10 µm (PM₁₀) (BAIRD, 2002).

As doenças do aparelho respiratório e o decréscimo da função pulmonar estão associados a poluentes como material particulado, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, monóxido de carbono e ozônio, e são facilmente encontradas em pesquisas específicas (SALDIVA et al, 1995; BRAGA, ZABONETTI, SCHWARTZ, 2001; CORREIA, 2001).

Quadro 3 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90)

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário µg/m³	Padrão Secundário µg/m³
partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150
	MGA ²	80	60
partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150
	MAA ³	50	50
fumaça	24 horas ¹	150	100
	MAA ³	60	40
dióxido de enxofre	24 horas ¹	365	100
	MAA ³	80	40
dióxido de nitrogênio	1 hora ¹	320	190
	MAA ³	100	100
monóxido de carbono	1 hora ¹	40.000	40.000
		35 ppm	35 ppm
	8 horas ¹	10.000	10.000
		9 ppm	9 ppm
ozônio	1 hora ¹	160	160

FONTE:CETESB, 2008

De acordo com Castro, Gouveia e Escamilla-Cejudo (2003), uma forma de relacionar doenças respiratórias com a poluição do ar é a morbimortalidade, que auxilia nas análises de associação entre exposição e disfunções do aparelho respiratório.

Correia (2001) refere que os estudos epidemiológicos analisam estas condições de impactos à saúde e podem evidenciar situações que afetem o funcionamento fisiológico do aparelho respiratório.

Para Ribeiro; Assunção (2002), a gravidade e a sintomatologia clínica estão associadas e irão depender do tempo de exposição, da intensidade, da concentração e da proximidade com área de emissão do poluente. Os sintomas mais frequentes da exposição são: infecções do sistema respiratório superior e inferior, asma, conjuntivite, bronquite, irritação dos

olhos e garganta, tosse, dispnéia, congestão nasal, vermelhidão e alergia na pele e desordens cardiovasculares.

Segundo Freitas et al (2006), quando exposto a poluentes atmosféricos, o aparelho respiratório reage com uma resposta inflamatória induzida pela ação de substâncias oxidantes, que provocam um aumento da acidez, da viscosidade e da consistência do muco produzido pelas vias aéreas, ocasionando uma diminuição da resposta da função mucociliar.

Estudo realizado por Gouveia e Fletcher (2006) analisou o risco relativo (RR) e o intervalo de confiança de 95% (IC95%) de internações por doenças respiratórias em crianças (menores de 5 anos). Houve associação significativa com internações respiratórias e cardiovasculares em relação à exposição de todos os poluentes, com exceção do ozônio. Essas associações entre aumento no nível de poluentes na atmosfera e o aumento de hospitalizações mostraram-se em conformidade com a literatura nacional e internacional sobre o assunto e indicaram que os níveis atuais de contaminação do ar no Município de São Paulo têm impacto na saúde de sua população (Quadro 4). Por meio deste estudo, os autores confirmaram que crianças têm se mostrado mais susceptíveis aos efeitos da poluição atmosférica. Os resultados demonstraram uma associação positiva entre mortalidade e morbidade por problemas respiratórios em crianças.

Outros estudos também evidenciam que, além dos efeitos na morbidade, são observados aumentos de sintomas respiratórios em crianças, diminuição da função pulmonar, aumento dos episódios de doenças respiratórias e conseqüentemente um aumento das internações hospitalares como conseqüência dos efeitos da poluição na saúde da população (GOUVEIA et al; 2003).

Pesquisas efetuadas na cidade de São Paulo constataram associação entre a concentração de poluentes e internações por doenças respiratórias na infância (BRAGA, ZANOBETTI, SCHWARTZ, 2001; GOUVEIA, FLETCHER, 2000).

Quadro 4 – Risco relativo (RR) e intervalo de confiança de 95% (IC95%) de internações por doenças respiratórias em crianças para um incremento de 10 µg/m³ dos níveis de PM₁₀, NO₂, SO₂ e O₃ e de 1 ppm para o CO. São Paulo, Brasil, 1996-2000

Doenças	Níveis	RR	IC95%
Doenças respiratórias	PM ₁₀	1,024	1,017-1,031
	SO ₂	1,067	1,049-1,086
	CO	1,019	1,007-1,030
	NO ₂	1,009	1,005-1,013
	O ₃	1,008	1,003-1,012
Asma	PM ₁₀	1,046	1,033-1,060
	SO ₂	1,109	1,072-1,148
	CO	1,054	1,032-1,077
	NO ₂	1,023	1,015-1,030
	O ₃	1,016	1,007-1,025
Pneumonia	PM ₁₀	1,021	1,014-1,029
	SO ₂	1,053	1,033-1,074
	CO	1,018	1,006-1,030
	NO ₂	1,008	1,004-1,012
	O ₃	1,005	1,000-1,010

FONTE: GOUVEIA, FLETCHER, 2006

Para Freitas et al (2003), o monóxido de carbono (CO) aumenta o nível de carboxihemoglobina e está associado a intoxicações e à redução da capacidade respiratória, produzindo também efeitos sobre o coração. Já o dióxido de enxofre está mais associado a mortes totais e internações por doenças cardiovasculares. Os aerossóis ácidos causam irritação no trato respiratório.

Esteves et al. (2005) vinculam o ozônio à inflamação e à diminuição da função pulmonar, citando modificações enzimáticas que afetam o metabolismo local, causando lesões nos alvéolos e tendo como consequência decréscimo da capacidade ventilatória forçada.

O material particulado pode atingir os alvéolos, e está associado ao decréscimo da função respiratória, aumento de sintomas e de doenças respiratórias em crianças, aumento e piora de quadro de asma (Ribeiro,

Assunção, 2002). Também está associado ao baixo peso ao nascer e à mortalidade infantil (SALGADO, 2003; CANÇADO, 2006).

Cançado et al (2006), verificaram 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 e de 5,8% em doenças pulmonares obstrutiva crônica e isquêmica do coração em idosos. Conforme os mesmos autores, houve um incremento de 13% de mortes associadas com os níveis médios anuais de PM_{10} , analisando um ano de mortes por todas as causas, excluindo as causas externas.

Gouveia e Fletcher (2003) verificaram que, em um período de três anos, pode haver um crescimento de 3 a 4% na mortalidade associada a um aumento dos níveis de PM_{10} .

Estudo realizado em Cubatão por Arruda (2008) constatou que, em decorrência da poluição atmosférica, a elevação da concentração de PM_{10} , em sete dias, de $56,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ e de O_3 , em cinco dias, de $46,7\mu\text{g}/\text{m}^3$, pode haver um aumento de 9,6% nas internações.

Outro estudo efetuado em Cubatão verificou, por meio de medidas espirométricas, alterações na função pulmonar. Spektor et al (1991), após avaliar 456 crianças de 6 anos de idade, constataram associação do PM_{10} com a redução do pico de fluxo expiratório, do volume expiratório forçado no primeiro segundo, do fluxo expiratório forçado e da capacidade vital forçada.

Estas alterações e disfunções respiratórias frente à agressão pulmonar podem ser constatadas pela espirometria, um tipo de exame que determina os volumes e as capacidades pulmonares, permitindo analisar a condição ventilatória do pulmão. Em seus estudos, Correia (2001), em Cubatão, também constatou comprometimento da função pulmonar em crianças por meio da medida do fluxo expiratório forçado.

1.3 Material Particulado e sua ação sobre o pulmão

Material particulado constitui todas as partículas sólidas ou líquidas contidas no ar. Pode ser classificado em material particulado total em suspensão (PTS), material particulado MP_{10} e $MP_{2,5}$ (Baird, 2002).

De acordo com o mesmo autor, PTS são partículas com tamanho acima de 10 micrômetros e são conhecidas como "poeiras ou grãos sedimentáveis" e costumam ser depositadas próximas à sua fonte de emissão, normalmente indústrias. MP_{10} são partículas respiráveis, com tamanho entre 10 e 2,5 micrômetros. Por último, $MP_{2,5}$ possui estrutura menor que 2,5 micrometros, são partículas menores, também denominadas de "fumo" ou "fumaça", possuem velocidade desprezível e podem, portanto, ser inaladas, sendo assim mais relevantes na etiologia de problemas respiratórios. Dentre estas últimas, as menores, com diâmetro variando entre 0,1 microm e 2,3 microm, são as mais importantes, pois podem penetrar profundamente nos pulmões, com o risco de lá se acumularem.

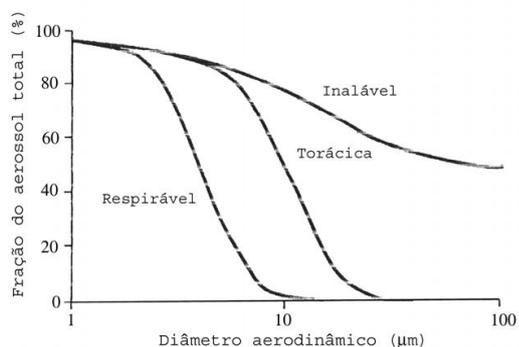
A determinação da EPA para controle de partículas menores ou iguais a 10 μ m (PM_{10}), também conhecidas como inaláveis, foi baseada no fato de que estas são as partículas que podem atingir as vias respiratórias inferiores. Este material particulado inalável apresenta uma característica importante que é a de transportar gases adsorvidos em sua superfície até as porções mais distais das vias aéreas, onde ocorrem as trocas de gases no pulmão (BRAGA, PEREIRA, SALDIVA; 2002).

A composição das partículas em suspensão é complexa e altamente variável, dependendo da natureza das fontes de emissão. Quanto ao seu tamanho, podem ser depositadas no aparelho respiratório com a seguinte variação: partículas de 5 a 30 μ m depositam-se no nariz, na boca, na faringe e na traquéia; as de 1 a 5 μ m depositam-se na traquéia, nos brônquios e nos bronquíolos e os particulados menores que 1 μ m depositam-se por difusão nos pequenos bronquíolos e alvéolos (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002).

Segundo Oga (1996), a deposição das partículas nas vias aéreas e nos pulmões se dá em função de suas dimensões (FIGURA 1). Quanto menor, mais profunda será a deposição. Assim, partículas maiores que 5 μ m

são geralmente retidas na região nasofaríngea e posteriormente removidas por processos mecânicos de limpeza do nariz ou espirro. As partículas inferiores a 2 μm depositam-se na região traqueobronquiolar, de onde são eliminadas juntamente com o muco que cobre os cílios e que acompanha seus movimentos ondulatórios e retrógrados. Na região superior do trato respiratório, as partículas são dirigidas às fossas nasais ou alcançam a glote e são deglutidas.

FIGURA 1 – Curvas típicas da definição de frações de partículas respiráveis, torácicas e inaláveis



FONTE – The U.K. Department of the Environment, 1993 (Apud SALGADO, 2003)

Para Salgado (2003), as alterações decorrentes do material particulado estão vinculadas diretamente ao tipo do material, sua composição química, concentração e tempo de exposição. Segundo o mesmo autor, após o depósito de partículas nas vias respiratórias, ocorre uma resposta local e uma provável indução da inflamação sistêmica e outras respostas cardiovasculares.

No local da injúria se estabelece um aumento do número de leucócitos, como também dos níveis de citocinas, associadas à resposta inflamatória. Respostas à inflamação alérgica incluem aumento da produção de imunoglobulina E (IgE), inflamação bronquial eosinófila,

hipersuscetibilidade das vias respiratórias e aumento de NO no ar exalado (USEPA, 2002).

Como todo processo inflamatório é mediado por mediadores químicos, ocorre, além da liberação de citocinas, um processo oxidativo na célula acometida. Estas mediações bioquímicas dão a gênese ao que é conhecido como espécies de oxigênio reativo, incluindo radicais livres, peróxido de hidrogênio e superóxido (DIOCIAUTI, 2001).

Uma das possíveis consequências dos danos causados pelos materiais particulados nas vias respiratórias é a diminuição da função respiratória, em pessoas que tenham sofrido danos nas vias respiratórias devido à asma ou à bronquite (GILMOUR et al.,2001).

Segundo Saldiva e colaboradores (2002), evidências epidemiológicas indicam que, atualmente, o material particulado está associado com efeitos adversos à saúde de crianças. A exposição a níveis inadequados desencadeia efeitos agudos e crônicos sobre o organismo. De acordo com Salgado (2003), dentre os efeitos agudos de exposição em curto prazo podem ser observados a redução da função pulmonar, o aumento dos sintomas respiratórios em crianças asmáticas e não asmáticas, o aumento do número de visitas médicas (pneumologistas), o aumento do número de visitas (emergências) e admissões hospitalares, aumento da mortalidade e aumento da morbidade. Conforme o mesmo autor, com relação aos efeitos em longo prazo, observa-se redução da função pulmonar, aumento dos sintomas respiratórios, aumento da mortalidade infantil, redução do crescimento intra-uterino e aumento do número de partos prematuros.

1.4 Ozônio e sua ação sobre o pulmão

O ozônio é um poluente secundário, resultante de reações fotoquímicas de poluentes com a radiação solar, quando próximo à superfície da Terra. Sua ação sobre o pulmão ocorre nas células das porções mais distais das vias aéreas (BAIRD, 2002).

Produz irritações das vias aéreas superiores (rinites, rinosinusites, tosse, coriza,) pode causar náusea, conjuntivite e sintomas de caráter geral, como dor de cabeça e mal estar. Também é capaz de promover debilidade da função pulmonar (PEREIRA et. al, 1998).

O ozônio é um potente oxidante, é citotóxico, e é capaz de atingir as porções mais distais das vias aéreas (BRAGA, PEREIRA, SALDIVA; 2002)

O estresse oxidativo é o principal mecanismo fisiopatológico, desencadeando um processo inflamatório responsável inicialmente por sintomas e desconforto e posteriormente fisiopatologias pulmonares (ESTEVES, 2005). O ozônio é o principal elemento responsável pela gênese fisiopatológica, provocando dano direto às estruturas pulmonares e amplificando outros mecanismos. As outras etiologias associadas a estas disfunções são a inflamação, o desequilíbrio do sistema protease-antiprotease e a apoptose (CAVALVANTE, BRUIN, 2009).

O ozônio, em contato com o aparelho respiratório, age principalmente sobre as mitocôndrias, os microssomos e os sistemas enzimáticos (PARK, KIM, LEE, 2009). No pulmão, esta ação primária desencadeia ação também de oxidação de forma secundária sobre os macrófagos alveolares, as células epiteliais, as células endoteliais e as células inflamatórias recrutadas, tais como neutrófilos, eosinófilos, monócitos e linfócitos (RAJENDRASOZHAN et.al, 2008).

O processo inflamatório decorrente da oxidação em conjunto com as reações metabólicas são responsáveis pela redução da função respiratória e conseqüentemente de disfunções pulmonares (BAIRD, 2002).

1.5 Função pulmonar e espirometria

1.5.1 Espirometria

A espirometria é utilizada para a obtenção de dados primários que são úteis para as pesquisas que relacionam níveis de poluentes e agravos pulmonares. Permite medir o volume de ar inspirado e expirado e, também, dos fluxos respiratórios. Os valores obtidos neste teste devem ser comparados a valores previstos para a população avaliada, com objetivo de estabelecer alterações do padrão ventilatório (PEREIRA, 1998).

É um teste que auxilia na prevenção e permite o diagnóstico e a quantificação dos distúrbios ventilatórios. (SCANLAN, WILKINS, STOLLER, 2000). Conforme os mesmos autores, as provas básicas da função pulmonar mensuram vários volumes e capacidades pulmonares, as taxas do fluxo dos gases através das vias aéreas e a capacidade dos pulmões em difundirem os gases, permitindo a identificação da presença e do grau de comprometimento pulmonar.

Os indicadores de efeitos utilizados nas investigações sobre os efeitos da poluição do ar na saúde, geralmente são obtidos de fontes de dados secundários, sendo os mais utilizados os dados de morbidade e de mortalidade por diversas causas. No entanto, em alguns estudos há necessidade de se levantar dados mais específicos, de uma população reduzida. Com esta finalidade, utiliza-se a aplicação de questionários de sintomas respiratórios (PEREIRA, 1996) que podem ser completados com uso de espirômetros, para se avaliar possíveis dados ao sistema respiratório.

Vários tipos de espirômetros podem ser utilizados para mensurar os volumes pulmonares (Scanlan; Wilkins; Stoller; 2000). De acordo com Pereira (1996), os tipos de espirômetros mais utilizados são a fluxo ou a volume, porém a escolha do aparelho adequado irá depender do objetivo do teste e das especificações técnicas dos equipamentos e de sua real

aplicabilidade. Os espirômetros modernos fornecem a curva fluxo-volume para a análise gráfica do fluxo gerado durante a manobra CVF (Capacidade Vital Forçada), registrando volume e fluxo.

Outra forma de avaliar a função respiratória é através da medida do pico de fluxo expiratório máximo (PEF), considerado um método simples, não invasivo e rápido que serve para avaliar a força e a velocidade de saída do ar de dentro dos pulmões em L/min (FRITSCHER, KAHAAN, ZETTER, 2007).

Os testes espirométricos são importantes na prevenção e no diagnóstico, avaliando de forma quantitativa os distúrbios ventilatórios e devem ser parte integrante da avaliação de indivíduos e pacientes com sintomas ou doenças respiratórias (SCANLAN, WILKINS, STOLLER, 2000).

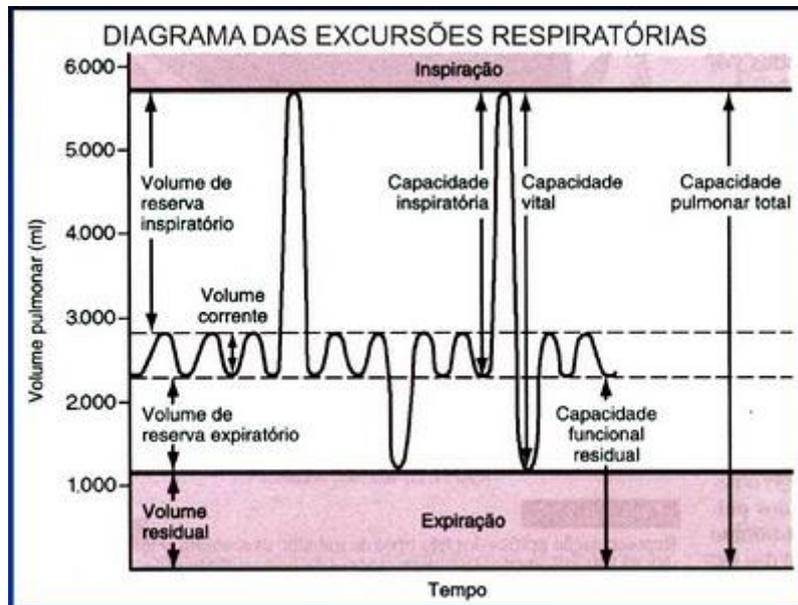
1.5.2 Função pulmonar

Segundo Aires (2008), quatro são os volumes pulmonares e as capacidades respiratórias: o volume corrente (VC), o volume inspiratório de reserva (VIR), o volume expiratório de reserva (VER) e o volume residual (VR), a capacidade pulmonar total (CPT), a capacidade inspiratória (CI), a capacidade residual funcional (CRF) e a capacidade vital (CV).

Os volumes e as capacidades pulmonares que podem ser diretamente mensurados por um teste espirométrico são o volume corrente, a capacidade inspiratória, o volume inspiratório de reserva, o volume expiratório de reserva e a capacidade vital (SCANLAN; WILKINS; STOLLER, 2000).

O volume pulmonar é modificado continuamente pela ativação e relaxamento da musculatura do tórax e diafragma. Na ausência de ativação muscular, o ponto de equilíbrio é determinado de acordo com duas forças que atuam em direções opostas: a caixa torácica mantém uma força de expansão, aumentando o volume pulmonar, enquanto que a retração elástica dos pulmões provoca diminuição do volume, favorecendo a retração do volume de ar intratorácico (CHERNIACK, 1995).

Figura 2 - Volumes e Capacidades respiratórias



FONTE: Google, 2011

Ao final de uma expiração normal, as duas forças que agem dentro da caixa torácica estão em equilíbrio; nesta situação, o volume de ar que permanece nos pulmões constitui a capacidade residual funcional (CRF). Apenas com a modificação da forma do tórax, através de esforço muscular, o volume pulmonar pode afastar-se da CRF. Após uma expiração máxima, a quantidade de ar que permanece nos pulmões é chamada de volume residual (VR). Após uma inspiração máxima, os pulmões acumulam uma quantidade de ar chamada de capacidade pulmonar total (CPT), que é a soma de todos os volumes pulmonares (PEREIRA, 1996).

Conforme o mesmo autor, a avaliação espirométrica mede o volume de ar inspirado e expirado e os fluxos respiratórios, a partir de uma manobra expiratória forçada. A CRF, a CPT e o VR não podem ser medidos pela espirometria, mas a maioria dos volumes e capacidades pulmonares podem ser avaliados por esta técnica, como, por exemplo, a capacidade vital

forçada (CVF), que é o volume eliminado em manobra expiratória forçada a partir da CPT até o VR.

As manobras de capacidade vital forçada podem informar a resistência ao fluxo. Esta medida do volume absoluto expirado representa uma forma de análise, pois indica um índice bruto das propriedades elásticas do sistema respiratório e um reflexo das propriedades fluxo-resistivas. Todavia, o processo mais simples de avaliação é o que utiliza um certo período para medir o volume de ar expirado. O volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), que é a quantidade de ar eliminada no primeiro segundo da manobra expiratória forçada, é a medida de função pulmonar mais útil clinicamente, ainda que se realizem registros no primeiro meio segundo e nos primeiros três quartos de segundo. Outra forma de análise utiliza o nível médio de fluxo de ar na metade da capacidade vital forçada, denominado de fluxo expiratório forçado entre 25% e 75% da CVF (FEF25-75). O valor é obtido a partir de um traçado espirométrico volume-tempo, onde a partir dos pontos 25% e 75% é feita uma linha reta, determinando o ritmo médio do fluxo de ar neste intervalo (CHERNIACK, 1995; PEREIRA, 1996).

Vários testes podem ser usados para avaliar aspectos relacionados à função pulmonar atualmente. Podem ser aplicados testes mais simples como a espirometria e o *Peak Flow Meter*. Para ou testes mais complexos e caros como diluição de gases inertes (BOAVENTURA et. al, 2007).

Pesquisas por meio de testes espirométricos têm associado à função pulmonar com a poluição atmosférica. Correia (2001) estudou crianças expostas à poluição atmosférica urbana em São Paulo, e constatou, por meio de medições espirométricas de fluxo respiratório de pico (peak flow), que houve decréscimo da função pulmonar no período observado. Hofmeister (1991) usou um espirômetro seco e mensurou e analisou a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório no primeiro segundo (VEF 1,0), o pico de fluxo expiratório (PFE) e o fluxo médio expiratório forçado (FMF 25-75%). O resultado constatou em seu estudo diminuição da função pulmonar em crianças residentes em Cubatão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo tem como objetivo verificar a associação da função pulmonar com a qualidade do ar em estudantes do ensino fundamental nas cidades de Atibaia e Cubatão.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 - Verificar a qualidade do ar e possíveis episódios de poluição na cidade de Cubatão, no período de outubro de 2010 a maio de 2011;

2.2.2 – Caracterizar a concentração de PTS, MP10 e ozônio no município de Atibaia, a partir de março de 2010, com coleta de amostras de outubro de 2010 a maio de 2011;

2.2.3 – Verificar a presença de disfunções respiratórias obstrutivas (DVO), restritivas (DVR) ou mistas (DVM) por meio do teste espirométrico, através da mensuração da Capacidade Vital Forçada (CVF), Volume Expiratório no 1º segundo (VEF 1,0) e a relação o VEF1/ CVF;

2.2.4 - Quantificar as alterações do trato respiratório;

2.2.5 - Verificar a prevalência de sintomas respiratórios;

2.2.6 - Verificar a associação entre a poluição atmosférica e a qualidade do ar com a função respiratória dos participantes.

3 MÉTODO

3.1 Tipo de estudo

Estudo do tipo analítico transversal.

3.2 Caracterização da área de estudo

Estudo realizado nos municípios de Cubatão e Atibaia.

Cubatão está localizada na Baixada Santista, na microregião de Santos. Possui a população de aproximadamente 116.010 habitantes conforme contagem de 2008 (IBGE, 2010). É uma área industrial com grande histórico de poluição atmosférica. Atualmente, as concentrações de poluentes nesta região geralmente ficam muito próximas aos níveis permitidos, sendo uma região apropriada para estudos comparativos relativos às disfunções respiratórias por exposição a poluentes atmosféricos, pois tem histórico de poluição.

Figura 3 - Localização geográfica de Cubatão



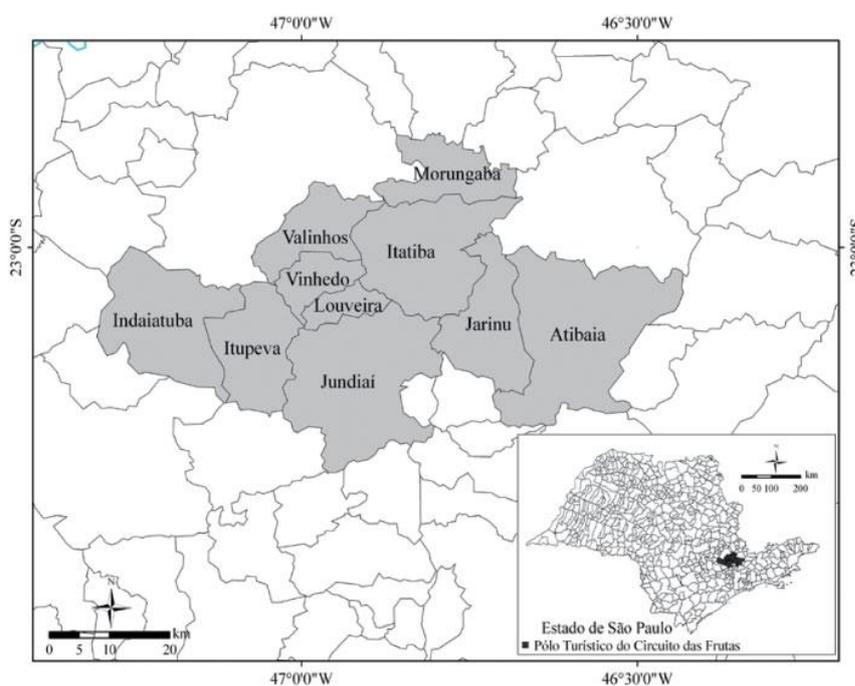
Fonte: Googlemaps, 2011

Os dados de concentração de poluentes atmosféricos são gerados diariamente por estações automáticas de monitoramento da CETESB.

Para este estudo os dados utilizados de PM₁₀, PTS e O₃ da CETESB estação centro foram os utilizados.

A cidade de Atibaia possui uma população de aproximadamente 126.602 habitantes (IBGE, 2010). Está localizada a aproximadamente 50 Km da cidade de São Paulo. Possui clima com características serranas, sendo popularmente considerada uma das cidades com melhor clima no Brasil. Basicamente possui atividade comercial e turística.

Figura 4 – Localização geográfica de Atibaia



Fonte: Googlemaps, 2011

O município não possui registros sistemáticos de dados relativos à concentração de poluentes, no entanto possui fama de ter excelente qualidade do ar. Foi utilizado para estudos de efeitos da poluição atmosférica da cidade de São Paulo, como região controle (SALDIVA et al, 2005)

3.3 Período de estudo

O estudo em campo foi realizado no período de novembro de 2010 a junho de 2011.

3.4 População do Estudo

A população escolhida foi uma amostra de alunos do ensino fundamental das cidades de Cubatão e Atibaia, de ambos os sexos, com idade entre 6 e 12 anos.

3.5 Caracterização da população estudada

- Critérios de Inclusão:

A população do estudo foi composta por crianças do ensino fundamental que concordaram em participar da pesquisa, com autorização prévia das escolas e dos pais, com as seguintes características:

- Possuir idade entre 6 e 12 anos;
- Não estar em crise aguda de enfermidade respiratória;
- Estar em condições físicas para realizar o teste espirométrico;

- **Critérios de Exclusão:**

As crianças cujos pais não concordaram em participar foram excluídas, juntamente com aquelas que não conseguiram realizar o teste depois de oito tentativas. Também foram excluídas aquelas que apresentaram algum desconforto na execução do teste espirométrico, em razão de tonturas e mal estar.

3.6 Coleta de dados

A pesquisa foi realizada inicialmente com a caracterização da concentração de poluentes em Atibaia. Primeiramente iniciou-se coleta e mensuração de PTS, PM₁₀ e O₃, no período de outubro de 2010 a maio de 2011.

Na sequência, foram enviados os questionários de sintomas respiratórios para os pais, para o seu preenchimento e a sua devolução com a devida autorização para a realização dos testes espirométricos. A entrega dos questionários e o seu recolhimento foram executados pelas professoras das crianças. Por último foi realizada a espirometria por esta pesquisadora, fisioterapeuta com experiência na utilização do equipamento.

A coleta de poluentes atmosféricos somente foi iniciada após autorização da Prefeitura Municipal de Atibaia, por meio da Secretaria de Meio Ambiente, posteriormente aos esclarecimentos de todos os procedimentos que seriam efetuados.

A pesquisa teve início em março 2010, por meio da observação e avaliação da região central de Atibaia, para a colocação dos Amostradores de Grande Volume (AGV) para medição de PTS e MP₁₀ e os coletores passivos de O₃.

Os equipamentos de AGV-MP₁₀ e AGV- PTS foram instalados no prédio do Mercado Municipal no centro de Atibaia, situado à Praça Aprígio de Toledo, 110. O local foi selecionado devido a sua localização, infraestrutura e segurança em relação aos equipamentos. Os coletores do tipo Shelter para O₃ foram fixados em dois pontos. O primeiro no próprio mercado municipal e o segundo no Colégio Populus, localizado a uma distância aproximada de 600 metros do mercado na Rua Sebastião de Moraes, 33.

As medições de Material Particulado Total em Suspensão (PTS) e do Material Particulado Inalável (MP₁₀) foram efetuadas utilizando-se equipamentos do Laboratório de Qualidade do Ar e Ventilação da FSP/ USP.

Para a coleta de amostras de material particulado (PTS e PM₁₀), foram utilizados filtros de fibra de vidro da marca Energética (203 x 254 mm),

que foram estabilizados por 24 horas em dessecador com sílica gel, para remoção da umidade antes de efetuar a pesagem inicial dos filtros, ou seja, na pré-amostragem. Com esta finalidade foi usada uma Balança analítica Mettler Toledo AG-204, com precisão de 0,1 mg. Para manusear os filtros foi adotado o uso de luva procedimento e de pinça para evitar danos aos mesmos.

Figura 5 - Mercado Municipal de Atibaia



Fonte: Imagem da autora

3.6.1 Coleta de PM₁₀

O estudo teve início com a coleta de amostras de PM₁₀ efetuada no período de novembro 2010 a janeiro de 2011.

Foi utilizado um amostrador AGV da Energética, de acordo com o método NBR 13412 (ABNT, 1995).

As amostras foram coletadas durante 24 horas com uma frequência de 3 vezes por semana (segunda, quarta e sexta feira) e com início e término de coleta em torno das 17:00 horas. Antes e após cada coleta, o amostrador foi calibrado usando um manômetro de coluna d'água em U, segundo recomendação do método.

FIGURA 6 – Amostrador AGV-PM10 no Mercado Municipal de Atibaia



FONTE: Imagem da autora

Os filtros e o procedimento utilizado para estabilização e pesagem pré e pós amostragem foram os mesmos, conforme especificado anteriormente. As trocas dos filtros foram realizadas por meio do uso de luvas procedimento, sendo os filtros dobrados e acondicionados para posterior procedimento laboratorial. A cada amostragem a pressão inicial e final era obtida, bem como os valores do horâmetro (inicial e final). Os dados referentes à pressão atmosférica, umidade do ar, temperatura foram mensurados por meio de uma estação meteorológica portátil. As observações das condições climáticas foram anotadas e passadas posteriormente junto com todos os outros dados necessários para o formulário de campo do PM₁₀ (ANEXO 3). Ao término das observações e das anotações dos valores mensurados, um novo filtro e disco eram colocados no amostrador, a pressão inicial era mensurada e o timer regulado para uma nova amostragem. Por fim, os filtros foram mais uma vez estabilizados por 24 horas, pesados em uma balança analítica Mettler Toledo AG-204 e então após identificar todas as variáveis foi determinada a concentração de material particulado por meio de método gravimétrico.

3.6.2 – Coleta de PTS

O material particulado total em suspensão foi coletado no período de fevereiro a março de 2011, com uma frequência de duas vezes por semana (terça e quinta). Foi usado um amostrador de grande volume da marca Energética, de acordo com o método NBR 9547 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993).

As amostras foram coletadas em filtro de fibra de vidro (203 x 254 mm), durante 24 horas, com início e término de coleta em torno das 17:00 horas. Antes da primeira coleta o amostrador foi calibrado através de orifício e manômetro de coluna d'água em U (Figura 7), segundo a recomendação do método. A calibração do aparelho ocorreu em um período de cada 15 dias.

A cada coleta um novo filtro era colocado no equipamento, utilizando-se luvas procedimento e o filtro pós amostragem era retirado, dobrado e acondicionado para pesagem. Em seguida mensurava-se, com uma estação meteorológica portátil, a temperatura, a pressão atmosférica e a umidade, sendo também anotados dados das condições climáticas conforme formulário específico para amostragem de partículas totais em suspensão (PTS) utilizado pelo Laboratório de Qualidade do Ar e Ventilação da FSP/USP.

Após obtenção dos dados da estação meteorológica, verificavam-se os valores do horâmetro (inicial e final), regulava-se o *timer* do aparelho para uma nova amostragem de 24 horas e o disco DIM era fixado para o registro de vazão, sempre posicionando o marcador (pena) em zero.

A massa de material particulado foi determinada gravimetricamente, por meio da pesagem dos filtros antes e após a amostragem, pós estabilização dos filtros por um período de 24 horas para eliminação da umidade em dessecador com sílica gel. Por ultimo, todos os dados foram adicionados ao formulário específico para obtenção da concentração do PTS.

As figuras 7 e 6 mostram na sequência a calibração do AGV-PTS e os parâmetros deste equipamento.

Figura 7 - Calibração do AGV-PTS



Fonte: Imagem da autora

FIGURA 8 – AGV-PTS – Parâmetros



Fonte: Imagem da autora

Abaixo, a Figura 9 mostra o AGV-PTS nas dependências do Mercado Municipal de Atibaia.

FIGURA 9 – Equipamento AGV (PTS) no Mercado Municipal de Atibaia



Fonte: Imagem da autora

Em seguida, os resultados das concentrações obtidas das amostras foram colocados em tabelas.

Os dados de concentração diária dos mesmos poluentes de Cubatão foram obtidos das informações da QUALAR (Sistema de Informações da Qualidade do Ar) da CETESB (Estação automática Cubatão-Centro), tendo como referencia o mesmo período da amostragem realizada em Atibaia. Na sequência, foram calculadas as médias mensais de modo a permitir comparação com Atibaia.

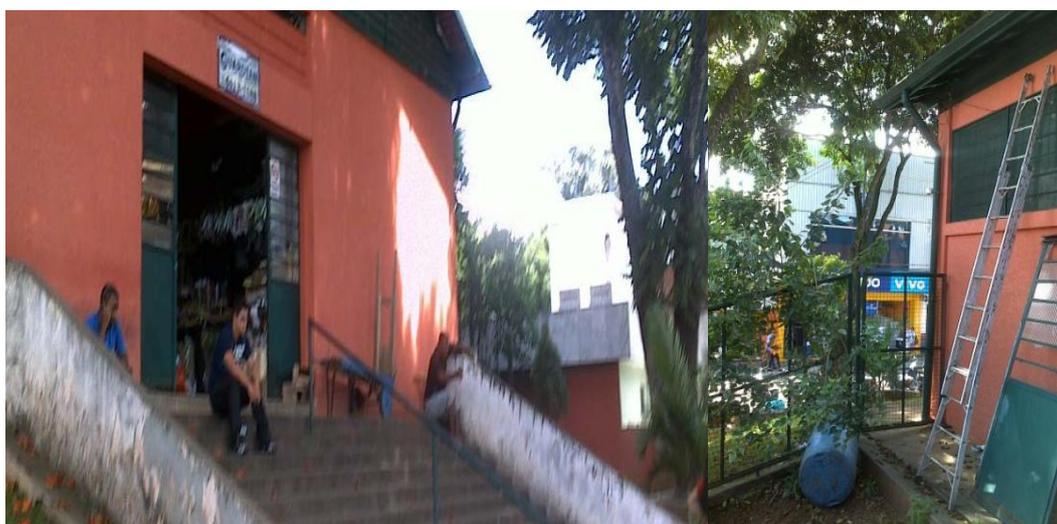
3.6.3 Coleta de O₃

A coleta de O₃ foi realizada no período de fevereiro a maio de 2011 e ocorreu paralelamente à coleta de PM₁₀. O período de exposição para a

amostragem foi de 7 dias. De acordo com o mapeamento inicial, os coletores foram fixados em dois pontos. O ponto denominado “1” foi o Mercado Municipal, e ponto “2” o Colégio Populus.

O ponto “1” ficava na região central de Atibaia, região comercial durante a semana e turística nos finais de semana e feriados. O ponto “2” estava situado a uma distância de aproximadamente 600 metros do mercado municipal (Figura 10).

Figura 10 – Ponto 1, Mercado Municipal vista frontal e lateral esquerda



FONTE: Imagem da autora

A imagem acima mostra o mercado municipal, no centro da cidade de Atibaia onde existe o maior trânsito de pedestres e veículos. É considerada uma região de intenso movimento, é o centro comercial da cidade. Durante a semana, os moradores locais frequentam constantemente este centro comercial e, nos finais de semana os turistas mantêm a região com constante movimentação.

O ponto “2” foi o Colégio Populus. Está localizado em uma área central, com tráfego de veículos considerado mediano para os padrões do município, porém próximo a avenidas com um movimento mais acentuado. Fica na região baixa do município.

Figura 11 – Coletor Shelter fixado no Mercado Municipal



FONTE: Imagem da autora

FIGURA 12 – Ponto “2”, Colégio Populus.



FONTE: Imagem da autora

Os coletores de suporte para acoplamento do amostrador passivo foram colocados em postes de ferro e amarrados com arame para fixação. A altura que o coletor foi instalado foi de aproximadamente 2,30 metros para evitar possível remoção ou danos ao amostrador.

FIGURA 13 - Coletor fixado no Colégio Populus



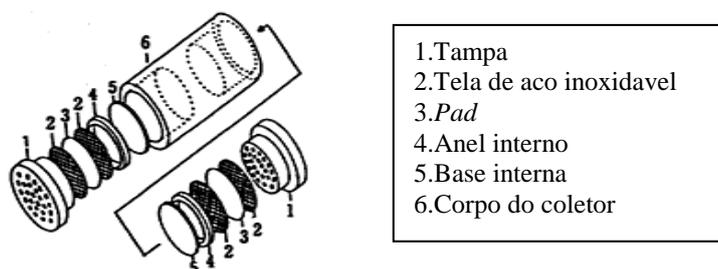
Fonte: Imagem da autora

A coleta de O₃ respeitou o método: “*Protocol for Ozone*” (HARVARD, 2001). Foi dividido em quatro etapas que foram a preparação do material de coleta; o trabalho em campo; a análise laboratorial e análise estatística.

O método utilizado, para o processo de coleta e análise do O₃, seguiu o mesmo desenvolvido por KOUTRAKIS et al, (1993), com algumas modificações de acordo com os recursos disponíveis.

O material preparado para a coleta de O₃ foi do tipo amostragem passiva. Basicamente a técnica empregada utilizou como fundamento o princípio da difusão, que consiste no movimento de moléculas através de um gradiente de concentração entre o coletor e o ar exterior (CAMPOS et.al, 2002). O coletor utilizado foi do tipo absorvente químico que foi desenvolvido por pesquisadores da Escola de Saúde Pública de Harvard, USA, e é comercializado pela Ogawa & Co.USA. Consiste em tubos cilíndricos de plástico contendo, em cada extremidade, pequeno filtro de microfibras de vidro, denominado *pad*, impregnado com solução de nitrito (NO₂-). O O₃ em contato com essa substância oxida nitrito a nitrato (NO₃-). O amostrador foi montado previamente no laboratório, unindo-se as partes e colocando-se o filtro, conforme a Figura 14.

Figura 14 - Esquema do amostrador passivo Ogawa.



Fonte: <http://www.ogawausa.com>

Na sequência, foram acondicionados em material plástico para que não houvesse contato com o ar atmosférico e, em seguida, colocados em frasco âmbar. Então foram levados até o local de coleta.

Para cada coleta foram providenciados três Kits montados. Dois deles foram acoplados aos coletores Shelter em cada ponto especificado e um era aberto e exposto ao ar ambiente (“branco”). O “branco” foi utilizado para analisar possível interferência no processo de difusão no momento da troca dos amostradores. Periodicamente, o procedimento era repetido, ou seja, a cada sete dias o amostrador era trocado.

Figura 15 – Kit de substituição e “Branco”, coletor Shelter e amostrador respectivamente



FONTE: Imagens da autora

Após a amostragem, os coletores de O₃ foram novamente acondicionados em material plástico e armazenados em frasco âmbar para

proteção contra os raios solares, e o transporte entre a área de estudo (Atibaia) e o laboratório do IAG (São Paulo) foi efetuado sem refrigeração, seguindo o “*Protocol for Ozone*” (HARVARD, 2001).

O laboratório de Poluentes Atmosféricos – LAPAT, localizado no IAG/USP, realizou as análises das amostras de ozônio por cromatografia iônica.

Depois da exposição dos coletores, os filtros absorventes (*pads*), em pares, foram realocados em frascos contendo 5 mL de água ultra-pura e submetidos a agitação mecânica por 15 minutos. Em seguida, a solução foi filtrada em membrana 32 de 0,22 μm e, na sequência, analisada por Cromatografia a Líquido. As condições empregadas estão apresentadas no quadro 5.

Quadro 5: Condições de análise para mensuração de ânions em Cromatografia a Líquido com detector por condutividade elétrica.

Marca/Modelo do Cromatografo	Metrohn Compact IC/ 761
Coluna	Metrosept ASUPP5
Fluxo do eluente	0,7 mL/min
Concentração de espécies do eluente	Na ₂ CO ₃ = 3,2mM NaHCO ₃ = 1,0 mM
Curva analítica	0,5; 2,0; 3,0; 4,0 e 8,0 ppm de solução padrão de nitrato

Os resultados de O₃ foram obtidos indiretamente pela concentração de ânions de nitrato. Os *pads* utilizados na amostragem continham, majoritariamente, solução de nitrito (NO₂⁻) que em contato com o O₃ sofreu oxidação, produzindo nitrato (NO₃⁻).

Ao término do procedimento adotado para a coleta de O₃, foi realizada a limpeza do material para sua reutilização. As tampas e telas de aço inoxidável foram cobertas com água ultra-pura em frasco apropriado e submetidas à agitação mecânica por 15 minutos. Utilizou-se toalha de papel para retirar o excesso de água do material e o mesmo secou em temperatura ambiente, recoberto com papel.

O quadro 6 mostra os períodos de amostragem.

Quadro 6. Períodos de coleta de O₃ em Atibaia

Coleta 1	17/03/11 a 24/03/11
Coleta 2	24/03/11 a 31/03/11
Coleta 3	31/03/11 a 07/04/11
Coleta 4	07/04/11 a 14/04/11
Coleta 5	14/04/11 a 25/04/11

Após obter os dados de concentração de O₃ em Cubatão, foram obtidos os valores diários de O₃ da estação automática Cubatão–Centro.

Por meio do sistema QUALAR (CETESB), foram levantados os dados do mesmo período da amostragem de Atibaia. Na sequência foram calculadas as médias por período de Cubatão de forma respectiva aos períodos de amostragem passiva de Atibaia para a posterior comparação das concentrações mensuradas nas duas cidades.

3.7 Questionário de sintomas respiratórios e espirometria

A aplicação do questionário e a execução do exame espirométrico foram aprovados pelo Comitê de Ética da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

A aplicação do questionário de sintomas respiratórios e do teste espirométrico teve início em março de 2011. Após autorização das escolas, foi encaminhado aos pais por meio das professoras de cada sala, uma carta explicando os objetivos e a importância do estudo em relação à prevenção e ao tratamento de disfunções respiratórias. Em conjunto, foram enviados também um termo de consentimento e um questionário ISSAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood) que foi adaptado para esta pesquisa.

Os questionários foram distribuídos e aplicados em duas escolas. Em Atibaia a escola participante do estudo foi o Colégio Populus, situado na Rua

Sebastião de Moraes, 33. Em Cubatão foi a Unidade de Primeiro Grau Bernardo José Maria de Lorena, localizada na Av. Nossa Senhora da Lapa, 785.

Após assinatura do termo de consentimento pelos pais e o preenchimento do questionário de sintomas respiratórios, prosseguiu-se o estudo, verificando-se os critérios de inclusão e exclusão, e foi realizado o agendamento dos testes.

3.7.1 - Questionário de sintomas respiratórios

Foi utilizado neste estudo o questionário validado de ISSAC para crianças adaptado.

O questionário é constituído de duas partes. A primeira abrange informações sócio-clínicas com 10 questões, sendo 7 fechadas e 3 abertas. A segunda parte é referente aos sintomas respiratórios, contendo 12 questões fechadas.

3.7.2 – Espirometria

Antes de cada teste, os participantes foram pesados e a altura foi verificada por meio de balança antropométrica. Na sequência, os testes foram iniciados.

A espirometria foi realizada através do espirometro portátil Pony FX da marca Cosmed em todos os alunos selecionados, de acordo com as Diretrizes para Testes de Função Pulmonar.

O espirometro modelo Pony FX é de fácil manuseio, portátil, utiliza um método não invasivo, possui um teclado alfa numérico para inserir informações completas sobre o paciente. Não havia risco de contaminação para os indivíduos submetidos ao teste de espirometria, pois o bocal utilizado era descartável e trocado a cada teste. O filtro do aparelho era trocado a cada dez testes realizados, de acordo com o próprio fabricante do aparelho.

O aparelho foi calibrado diariamente, para melhor desempenho.

Na realização dos testes espirométricos, primeiramente era explicada e demonstrada a execução dos testes aos participantes, dando ênfase na necessidade de evitar vazamentos em torno do bocal.

Durante cada teste, o participante permanecia sentado, com a cabeça mantida em posição neutra. O bocal era colocado na boca, sobre a língua entre os dentes e lábios serrados, evitando o vazamento. Foi usado clip nasal, isto é um dispositivo colocado no nariz com o intuito de evitar compensações nasais.

Para a realização da espirometria, o participante permanecia sentado, o teste era explicado novamente pelo pesquisador caso o indivíduo apresentasse alguma dúvida em relação à sua realização. Em seguida, o participante era orientado a manter o bocal próximo à boca e a introduzi-lo somente ao comando verbal do pesquisador. O participante realizava três expirações lentas, após o comando verbal “Puxa o ar fundo, e solta com toda força e rápido, como se fosse uma tosse ou um espirro”. O participante realizava a manobra conforme orientado e permanecia em expiração até atingir no mínimo seis segundos, quando o teste era considerado realizado.

Alguns testes foram interrompidos no caso do participante apresentar tosse persistente, relato de algum tipo de desconforto, mal estar, tontura ou vertigem. Os participantes que apresentaram algum tipo de desconforto foram considerados excluídos do estudo.

O número de tentativas dos testes levou em conta três curvas consideradas aceitáveis e duas curvas consideradas reprodutíveis, sendo um efeito de aprendizado com a repetição das manobras, porém o teste poderia ser repetido qualquer número de vezes.

Se a curva do fluxo da capacidade vital forçada não fosse obtida após cinco tentativas, o teste era suspenso e o participante considerado excluído do estudo. O distúrbio ventilatório apresentado pelo participante, após a finalização dos testes, era demonstrado na tela do próprio aparelho.

As curvas consideradas aceitáveis eram escolhidas pelo próprio aparelho, sendo a curva que apresentava melhor desempenho do indivíduo e aquela segundo o I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. Elas apresentavam estes critérios:

- Inspiração máxima antes do início do teste
- Início satisfatório da expiração
Obs: Nestes critérios verificou-se a evidência de esforço máximo, volume retro extrapolado menor que 5% da CVF ou 0,10L (o que for maior), diferença entre os três maiores valores do PFE < de 0,5L/s e expiração sem hesitação.
- Duração satisfatória do teste (igual ou maior que 6 segundos e pelo menos 10s na presença de obstrução).
- Término (platô no ultimo segundo, desconforto acentuado ou risco de síncope).
- Artefatos ausentes (tosse no primeiro segundo, vazamento, obstrução da peça bucal, Manobra de Valsalva e ruído Glótico).

Os valores de referencia utilizados em espirometria variam de acordo com sexo, idade, altura, etc. Para a população brasileira, foram usados os valores de referencia já calculados por Pereira, 1996, apresentados no espirometro modelo Pony FX da marca Cosmed.

As variáveis estudadas através da espirometria foram: Capacidade vital forçada (CVF), Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e Índice de Tiffenau (VEF₁/CVF).

Os distúrbios ventilatórios obtidos através da espirometria, e demonstrados pelo equipamento foram: restritivo , obstrutivo ou misto. Caso não houvesse nenhum distúrbio ventilatório, a espirometria era considerada normal.

As alterações da função respiratória podem ser classificadas em DVR(Distúrbio Ventilatório Restritivo), DVO (Distúrbio Respiratório Obstrutivo) e DVM (Distúrbio Ventilatório Misto). (PEREIRA, 2002; BOEIRA, GUIVANT, 2003, NERY, FERNANDES, PERFEITO, 2006), como descrito abaixo:

- Distúrbio Ventilatório Restritivo (DVR): Disfunção que caracteriza uma alteração sobre a complacência pulmonar, restringindo a expansão do

pulmão. As alterações fisiopatológicas podem ocorrer no parênquima pulmonar, na pleura, na parede torácica ou no aparelho neuromuscular.

- Distúrbio Ventilatório Obstrutivo (DVO): Obstrução é qualquer processo que interfere com o fluxo aéreo para dentro ou para fora dos pulmões. O local da obstrução pode estar nas grandes ou nas pequenas vias aéreas (BOEIRA, GUIVANT, 2003).

- Distúrbio Ventilatório Misto (DVM): Quando as duas condições anteriores simultaneamente estão presentes.

3.8 – Método de análise dos dados

Com base nos dados do questionário e da espirometria foi elaborada uma planilha e uma ficha de pré-codificação para análise estatística.

Os dados foram processados qualitativamente e quantitativamente por meio de frequência e porcentagem. Foi aplicado o teste de D'Agostinho para verificar a normalidade dos dados.

Os dados se mostraram de forma não paramétrica, sendo assim utilizou-se na comparação de amostras independentes o teste de t Student, Qui Quadrado e também o teste exato de Fischer.

O *Odds Ratio* foi utilizado para se verificar as proporções de duas amostras dicotomizadas, mensuradas a nível nominal. Também se utilizou a Distribuição de Poisson, quando se tratava de dois valores amostrais oriundos do mesmo universo.

O nível de significância ou margem de erro foi estipulado em 95% ($p < 0,05$), aceito na área da saúde.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados de MP10

A concentração de MP10 foi mensurada no período de 03/11/2010 a 29/12/2010. A Tabela 1 mostra as concentrações diárias obtidas na cidade de Atibaia e as concentrações diárias da estação automática da CETESB Cubatão-Centro.

De acordo com a Tabela 1, foi observado que em Cubatão-Centro a média foi de 30,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, com desvio padrão de 12,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na cidade de Atibaia em todo o período de estudo obteve-se uma média de MP10 de 22,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ com desvio-padrão de 4,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

De acordo com as médias obtidas nas duas cidades, no período de estudo a diferença de concentração de PM10 foi de 7,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo menor em Atibaia.

Em novembro, no período de medição, a concentração máxima foi de 36,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na cidade de Atibaia, sendo que em Cubatão a máxima foi de 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Da mesma forma, no mês de dezembro, em Atibaia a máxima foi de 28,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e na cidade de Cubatão a máxima foi de 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nos dois meses de medição a concentração em Atibaia foi menor.

Observou-se que o padrão secundário de qualidade do ar foi ultrapassado na cidade de Cubatão nos dias 05 de novembro e 08 de dezembro. Em outros quatro dias as concentrações em Cubatão estiveram próximas do limite estabelecido para o padrão secundário, fato este não observado em nenhum momento no município de Atibaia.

Em Atibaia as concentrações foram baixas, não houve ultrapassagem diária dos limites estabelecidos, e, conseqüentemente, as médias mensais também foram inferiores àquelas observadas em Cubatão. Apenas no dia 07 de novembro houve uma elevação fora do padrão das concentrações medidas, no qual observou-se 36,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para esta data.

Tabela 1. Concentração diária de MP10 nos municípios de Atibaia e Cubatão no período de 03 de novembro a 29 de dezembro de 2011.

DIA	ATIBAIA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CUBATÃO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
03/nov	29,3	36
05/nov	36,7	55
08/nov	20,5	35
10/nov	23,8	20
12/nov	16,9	16
17/nov	21	25
19/nov	24,3	39
22/nov	16,7	46
24/nov	19,2	18
26/nov	22,4	26
29/nov	23,3	43
01/dez	22	31
03/dez	27,6	37
06/dez	17,4	18
08/dez	19,7	56
10/dez	25	33
13/dez	24,5	28
15/dez	28,3	9
17/dez	28,5	29
22/dez	26,5	30
24/dez	20,2	25
27/dez	19,9	15
29/dez	19,7	21
Média	22,73	30,04
Desvio Padrão	4,79	12,3

O Gráfico 1 compara as concentrações mensuradas em Atibaia com as observadas em Cubatão. Verificou-se quase em todo o período a concentração de MP₁₀ foi maior no município de Cubatão, exceto no dia 15 de dezembro onde em Atibaia a concentração foi maior do que em Cubatão, indicando concentrações maiores de material particulado respirável, porém não houve ultrapassagens significativas dos padrões de qualidade do ar nesta cidade.

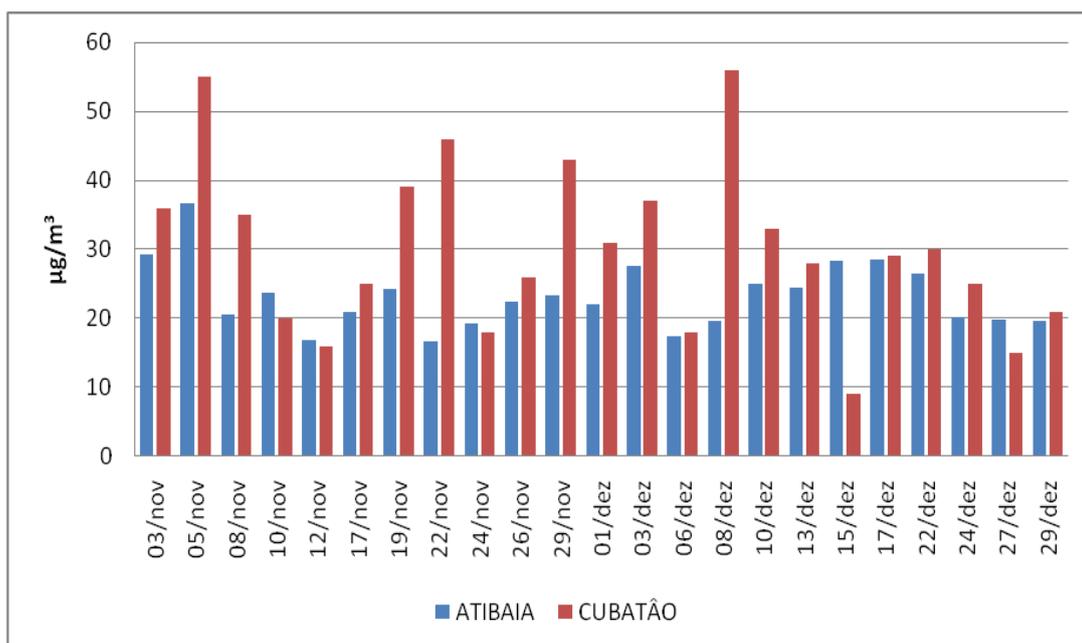
De acordo com a resolução CONAMA, verificou-se que no município de Atibaia as concentrações existentes estão em conformidade com índice estabelecido.

Observou-se que em Cubatão as concentrações estão mais próximas dos limites toleráveis (padrão secundário), enquanto que em Atibaia as concentrações estão abaixo do padrão secundário de qualidade do ar.

Com relação às partículas respiráveis, o período monitorado apresentou-se com qualidade do ar boa em Atibaia.

O gráfico 1, mostra a distribuição comparativa de PM₁₀ em Atibaia e Cubatão no período de medição, justificando o comportamento destas partículas nas duas cidades.

Gráfico 1 – Concentração de MP10 nos municípios de Atibaia e Cubatão no período 03 de novembro de 2010 a 29 de dezembro de 2011.



4.2 Resultados de PTS

Estão apresentados na Tabela 2 os resultados das medições de PTS realizadas do período de 04/01/2011 a 27/01/2011.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que as concentrações de PTS na cidade de Atibaia, no período mensurado, atendem aos Padrões de Qualidade do Ar secundários da Resolução CONAMA 03/90 (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para valores diários e 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para a média anual). Segundo o índice de qualidade do ar, utilizado pela CETESB (2011), estes resultados correspondem a qualidade do ar classificada como “Boa”.

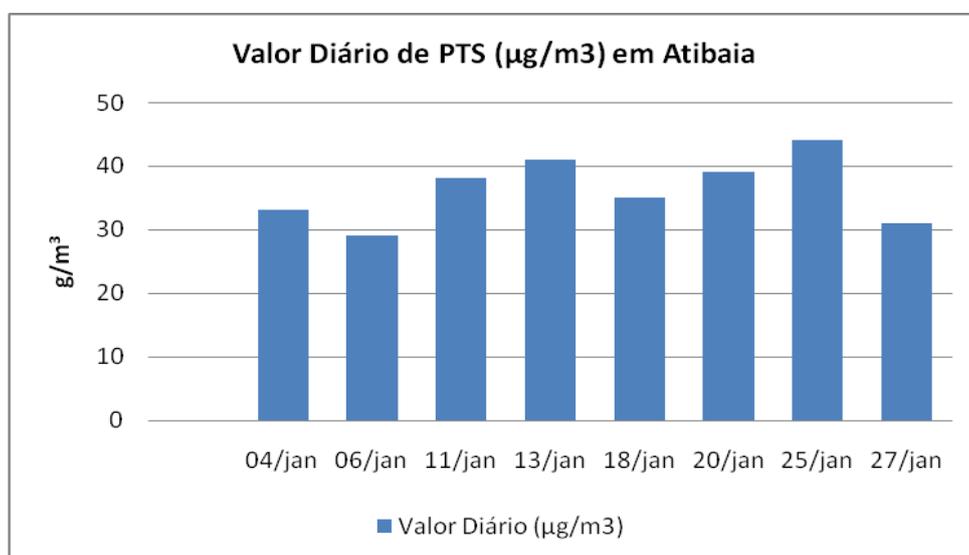
Tabela 2. Concentração diária de PTS no município de Atibaia no período de 04 de janeiro a 27 de janeiro de 2011.

Dia/mês	Valor Diário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
04/01	33
06/01	29
11/01	38
13/01	41
18/01	35
20/01	39
25/01	44
27/01	31
Média	36,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Desvio Padrão	5,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A média de PTS em todo o período de estudo, foi de 36,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, com desvio padrão de 5,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A mínima concentração foi de 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 06/01/2011 e a máxima concentração foi de 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no dia 25/01/2011.

A variação da concentração foi grande dentro do período de estudo conforme mostrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Concentração de PTS mensurado na cidade de Atibaia, 2011.



Não é possível comparar esses resultados com a região central de Cubatão por ausência de dados de PTS para essa região, sendo que os dados de PTS disponíveis são coletados pela CETESB na área industrial de Vila Parisi.

Não houve no período de estudo nenhuma ultrapassagem de concentração de PTS acima do padrão secundário de qualidade de ar, estando dentro dos padrões de qualidade de ar indicados pela CETESB.

Os resultados evidenciaram que, no período mensurado, a qualidade do ar na região central de Atibaia pode ser considerada “Boa” em relação concentração de partículas totais em suspensão PTS.

4.3 Resultados de Ozônio

O período em que a concentração de O₃ foi medida em Atibaia, foi correspondente a seis semanas. A amostragem foi realizada do dia 17/03/2011 ao dia 25/04/2011.

Os valores mensurados em Atibaia estão apresentados na Tabela 3, em comparação com os valores apresentados em Cubatão (média do período), cujas concentrações foram obtidas da estação automática Cubatão-Centro (CETESB/Qualar).

Tabela 3 Concentração de ozônio em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nas cidades de Atibaia e Cubatão

Coleta	Atibaia I	Atibaia II	Cubatão
Coleta 1	31,44	28,84	40,85
Coleta 2	47,28	30,23	47
Coleta 3	31,49	44,22	40,42
Coleta 4	33,09	27,00	47,75
Coleta 5	52,75	53,63	70,75
Média	38,8	36,4	48,8
Mediana	33	28	47

Observa-se, pelos resultados, que as concentrações de O₃ em Atibaia, tanto as médias como as medianas, foram menores em relação àquelas observadas em Cubatão. Ao comparar as duas cidades, as concentrações foram sempre mais altas em Cubatão. Os períodos de coleta 2 e 5 apresentaram os valores mais elevados de concentração de ozônio nas duas cidades.

Em Cubatão, os resultados diários da estação automática de Cubatão-Centro mostraram ultrapassagens dos padrões nos dias 24/03 (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 15/04 (87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 16/04 (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 21/04 (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 22/04 (118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 23/04 (157 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e 01/05 (91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). A qualidade do ar variou entre “regular” e “inadequada” neste município, devido às ultrapassagens diárias do nível de qualidade do ar (0 a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ou seja, esteve acima de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Não foi possível comparar os valores obtidos em Atibaia com os Padrões de Qualidade do Ar tendo em vista que o período de coleta é diferente daquele do Padrão. Mesmo assim, foi observado que, em Cubatão os níveis de concentração estão constantemente próximos ao índice regular de qualidade do ar, passando, em algumas ocasiões, para a condição

inadequada, enquanto que em Atibaia a qualidade do ar se apresentou melhor.

Para Cavalcante e Bruin (2009), o nível elevado de ozônio pode produzir disfunções no aparelho respiratório, levando a diminuição da função pulmonar e outras doenças. No entanto de acordo com a pesquisa de Castro (2009), o aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 , produziu um efeito protetor com um aumento médio de $0,2 \text{ l}/\text{min}$ na média da função respiratória. Porém a maioria dos estudos indica que o aumento da concentração de O_3 é prejudicial a saúde. Segundo Saldiva (2002), não existem níveis seguros de concentrações de poluentes para a saúde humana, estas variações podem afetar a saúde conforme a idade, o estado de saúde, a sensibilidade do indivíduo.

Desta forma os níveis mais elevados de concentração de O_3 em Cubatão, podem estar associados a alterações da função respiratória.

4.4 Resultados dos Questionários e Testes Espirométricos

Os questionários foram entregues nas escolas em cada área de estudo. Os mesmos foram distribuídos aleatoriamente, sendo que em cada escola foram entregues 140 questionários para a população da amostra.

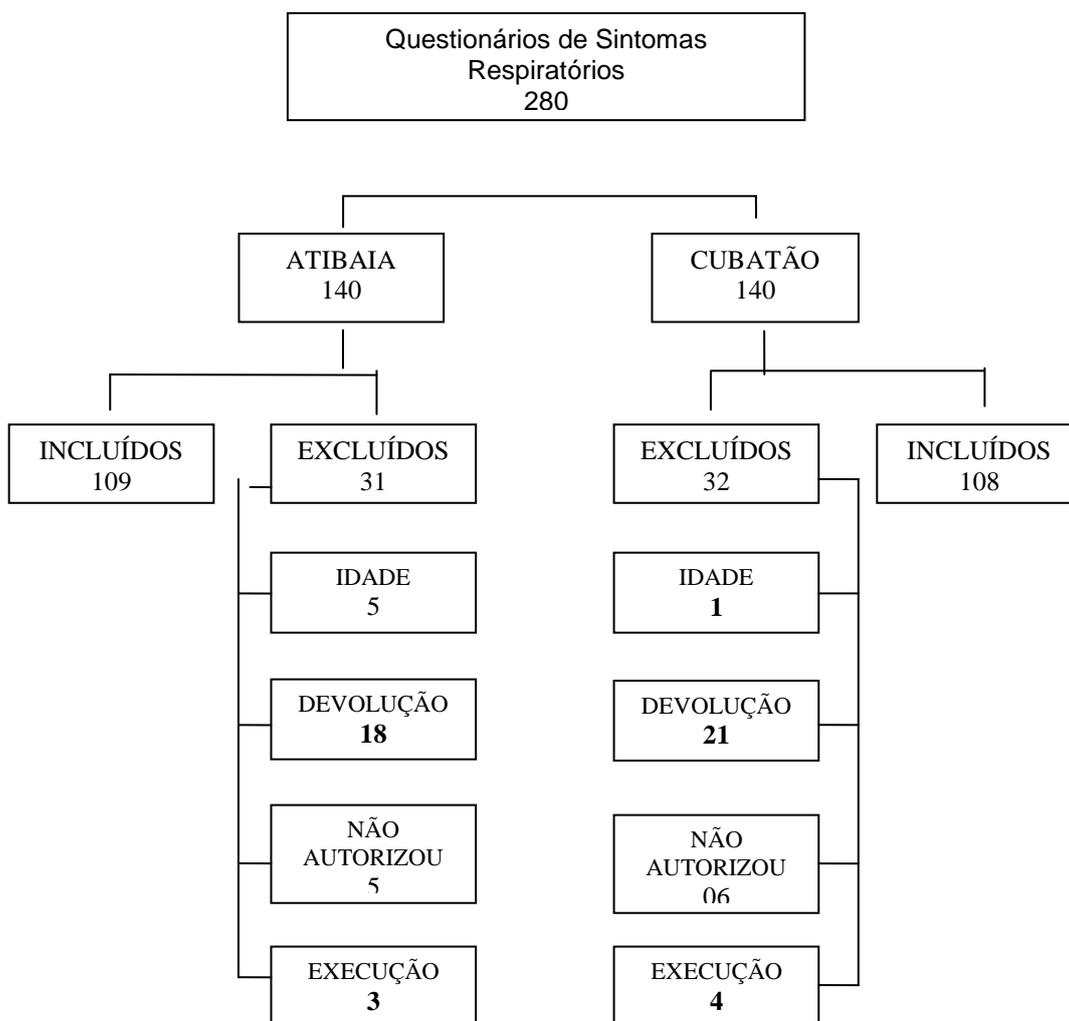
Em Cubatão, 108 crianças foram incluídas. Dos 32 excluídos da amostra 01 foi devido a idade, 21 não devolveram o questionário com o termo de consentimento assinado, 6 não foram autorizados pelos pais a realizarem o teste e 4 não conseguiram realizar a espirometria. Das crianças que não conseguiram efetuar o teste, 2 estavam fortemente gripadas as outras duas com idade de 6 anos não compreenderam a forma de realizar o exame.

Na cidade de Atibaia, 109 crianças foram incluídas no estudo e 31 excluídas. Com relação às exclusões, 5 foram devido à idade, 18 não devolveram o questionário com o termo de consentimento assinado, 5 não foram autorizados pelos pais a realizarem o teste e 3 não conseguiram realizar o teste espirométrico satisfatoriamente. Neste caso as crianças que

não conseguiram realizar o exame estavam gripadas e com tosse produtiva, sendo que a tosse era evocada durante a manobra de inspiração forçada e expiração forçada, interferindo diretamente com o resultado espirométrico.

A Figura 16 apresenta os critérios e resultados de inclusão e exclusão no estudo.

Figura 16. Critérios e resultados de inclusão e exclusão no teste espirométrico por cidade.



A amostra foi composta por 217 participantes de ambos os sexos, com média de idade de 7,62 anos, média de altura respectiva a 130,8 centímetros e peso corporal médio igual a 31,8 quilos. A Tabela 4 mostra

uma análise descritiva da população estudada, de forma generalizada, e também específica de cada cidade.

Tabela 4 – Caracterização da Amostra

	Media	Mediana	Desv. Padrão	Mínimo	Máximo	1° Quartil	3° Quartil
Idade amostral	7,62	7	1,71	6	12	6	8
Idade Cubatão	7,01	7	1,19	6	12	6	7
Idade Atibaia	8,22	8	1,92	6	12	6	10
<hr/>							
Peso amostral	31,8	29	10,17	18	71	24	35
Peso Cubatão	29,47	26,5	9,47	19	71	23	33
Peso Atibaia	33,28	31	10,52	18	68	26	38
<hr/>							
Altura amostral	130,8	130	11,82	109	167	121	136
Altura Cubatão	126,87	125	9,43	110	162	120	132,25
Altura Atibaia	134,72	134	12,66	109	167	129	141

Quanto ao gênero (Tabela 5), na cidade de Atibaia foram 61 meninos (56,0%) e 48 meninas (44,0%), com média de idade de 8,22 anos e desvio padrão de 1,92 anos. A idade mínima foi de 6 anos e a máxima de 12 anos. A média de altura foi de 134,72 centímetros, com desvio padrão de 12,66 centímetros. A altura mínima foi de 1,09 cm e a máxima de 1,67 cm. Com relação ao peso corporal, observou-se nesta amostra uma média de 33,28 quilos, com desvio padrão de 10,52. O peso mínimo foi igual a 18 Kg e o máximo de 68 kg.

Na Tabela 5, observa-se que, em Cubatão, dos 108 participantes 56 eram meninos (51,8%) e 52 eram meninas (48,2). Conforme a Tabela 4, a média de idade foi de 7,01 anos, com desvio padrão de 1,19 anos. A idade mínima foi de 6 anos e a máxima de 12 anos. A média de altura foi de 126,87 cm, com desvio padrão de 9,43 cm. A altura mínima foi de 1,10 cm e a máxima de 1,62 cm. Com relação ao peso corporal, observou-se que a média foi de 29,47 quilos, apresentando desvio padrão de 9,47. A mínima foi igual a 19 Kg e a máxima de 71 kg.

Tabela 5 - Caracterização da amostra quanto ao gênero, raça, faixa etária e percepção de saúde

Gênero	Cubatão	%	Atibaia	%
Masculino	56	51,8	61	56,0
Feminino	52	48,2	48	44,0
Total	108	100	109	100
Raça				
Branca	64	59,3	99	90,8
Negra	17	15,7	4	3,8
Amarela	8	7,4	3	2,7
Outras	19	17,6	3	2,7
Total	108	100	109	100
Idade				
6 a 7 anos	92	85,2	47	43,1
8 a 9 anos	10	9,2	33	30,3
10 a 11 anos	5	4,7	24	22,0
12 anos	1	0,9	5	4,7
Total	108	100	109	100
Saúde				
Excelente	40	37,0	25	23,0
Muito boa	18	16,7	35	32,1
Boa	38	35,2	42	38,5
Regular	11	10,1	7	6,4
Ruim	1	0,926	0	0
Total	108	100	109	100

A Tabela 5 mostra que a proporção de meninos e meninas nas duas cidades foi semelhante. Com relação à cor, nas duas cidades houve predomínio da branca. No entanto em Atibaia 90,83% da amostra se referiu como branca.

A faixa etária com maior número de participantes nos dois grupos de estudo foi a de 6 a 7 anos, com 85,2% de participantes em Cubatão e 43,1% em Atibaia. A faixa etária de 7 a 8 anos teve representatividade em Atibaia, com 30,3% de crianças.

Quanto à percepção do nível de saúde relatado pelos pais, nas duas cidades, constatou-se que as crianças possuem um bom nível de saúde, sendo observado que prevaleceram os níveis excelente, muito boa e boa condição de saúde, na interpretação dos pais. Em Cubatão, o nível de saúde excelente se destacou com 37,0% das respostas e, em Atibaia, o nível de

saúde boa foi mais citado com 38,5%. A percepção dos pais dos participantes com relação ao nível de saúde dos filhos foi boa em ambos os municípios, não havendo significância com relação a uma predominância de percepção para uma cidade específica.

Tabela 6 – Relato dos pais das crianças quanto ao número de vezes por ano que seus filhos sofrem de resfriados nas cidades de Atibaia e Cubatão

Sofre de muitos Resfriados	Cubatão	%	Atibaia	%
Sim	38	35,2	38	34,9
Não	70	64,8	71	65,1
Total	108	100	109	100

A Tabela 6 mostra uma semelhança entre as duas populações, a maior parte dos pais referiu que seus filhos não costumam ter resfriados. Em Cubatão 35,2% dos pais e em Atibaia 34,9% confirmaram a presença. Com relação ao número de vezes que as crianças apresentam resfriados.

O gráfico 3 mostra que a maior ocorrência de resfriados é de 1 a 2 vezes por anos em Cubatão e 3 a 4 vezes por ano em Atibaia. Os casos de estado gripal em ambos os municípios tiveram distribuição semelhante, não havendo predominância em nenhuma das populações. No entanto um número maior de resfriados foi verificado com mais frequência em Atibaia.

Provavelmente esta ocorrência se deve ao clima local, de montanha, mais frio, com ventos fortes, cuja condições climáticas que favorecem as gripes. Em Cubatão, o clima é bem diferente, quente, litorâneo e com tendência menor a este evento.

Gráfico 3 – Número de resfriados por ano nas cidades de Atibaia e Cubatão

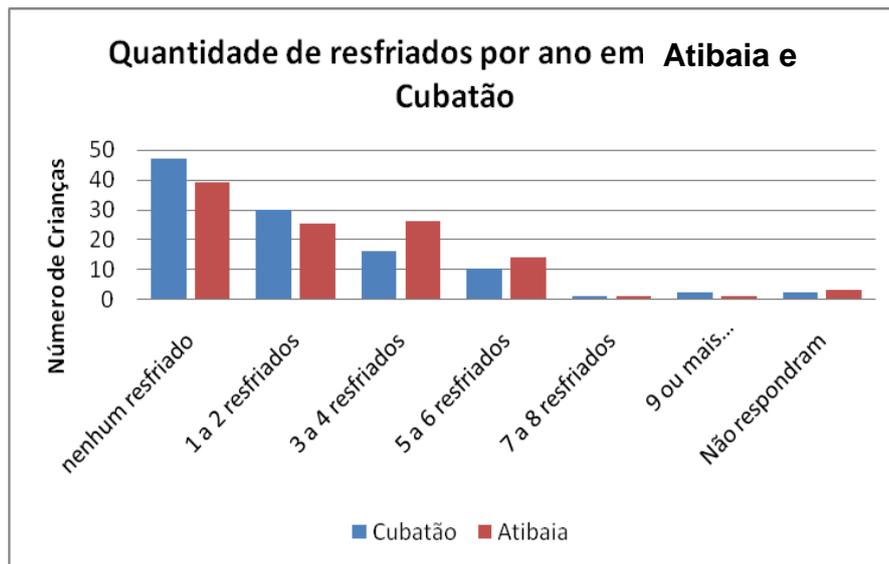


Tabela 7 – Sintomas e distúrbios respiratórios relatado pelos pais das crianças que realizaram espirometria

Distúrbios respiratórios	Cubatão					Atibaia				
	sim	%	não	%	Total %	sim	%	não	%	Total %
Chiado após exercício	11	10,2	97	89,1	100	12	11,0	97	89,0	100
Tosse seca sem gripe	50	46,3	58	53,7	100	48	44,0	61	56,0	100
Coceira no nariz	68	63,0	40	37,0	100	68	62,3	41	37,7	100
Lacrimejamento	40	37,0	68	63,0	100	34	31,2	75	68,8	100
Sinusite	33	30,6	76	70,3	100	41	37,6	67	61,4	100
Total de distúrbios	202	37,34	339	62,66	100	203	37,31	341	62,68	100

$p > 0,85$ (Qui-Quadrado)

Conforme a Tabela 7, em relação aos sintomas respiratórios constatou-se que a distribuição foi novamente semelhante nos dois municípios, a proporção de chiado após exercício e tosse seca sem gripe, praticamente foram semelhantes nas duas cidades. A presença de coceira no nariz foi igual entre as populações. Houve uma pequena discrepância

entre as populações do estudo, quanto a presença de lacrimejamento e de sinusite, no entanto os dados mostraram-se sem significância, $p > 0,05$ ao utilizar o teste de Qui-quadrado para duas amostras independentes.

Embora não tenha ocorrido associação dos distúrbios e sintomas entre as duas populações estudadas, inúmeros são os relatos alterações deste cunho por exposição aguda a poluentes.

Para Ribeiro e Assunção (2002), pessoas constantemente expostas a poluição apresentam alergias, coceira no nariz, tosse, lacrimejamento, irritação nos olhos e garganta, dentre outra. Neste estudo não houve evidência quanto a associação entre as populações e a poluição.

De acordo com a Tabela 8 observou-se que o relato de doença respiratória foi de 36,7% em Atibaia e de 10,2% em Cubatão.

Tabela 8 – Presença de doença respiratória relatada pelos pais das crianças que realizaram espirometria nas cidades de Cubatão e Atibaia

Doença respiratória	Cubatão	%	Atibaia	%
Sim	11	10,2	40	36,7
Não	97	89,8	69	63,3
Total	108	100	109	100

]

$p < 0,001$ (Qui-Quadrado)

Os dados mostraram significativos ao se aplicar o teste de Qui-Quadrado para duas amostras independentes ($p < 0,01$) para a presença de doença respiratória na cidade de Atibaia. Ser portador de disfunção respiratória segundo o relato dos pais dos participantes de Atibaia foi mais expressivo que em Cubatão, no entanto os dados obtidos não condizem com a exposição a poluentes atmosféricos, tendo em vista que na cidade de Atibaia a presença de doença pré-existente foi maior. Assim neste estudo embora o maior número de distúrbios tenha sido encontrado em Atibaia, sugere-se que este fato possa estar relacionado com o clima local, ou

mesmo que em virtude do problema respiratório, muitas pessoas mudam-se para este município para melhorar o seu estado de saúde em decorrência da qualidade do ar.

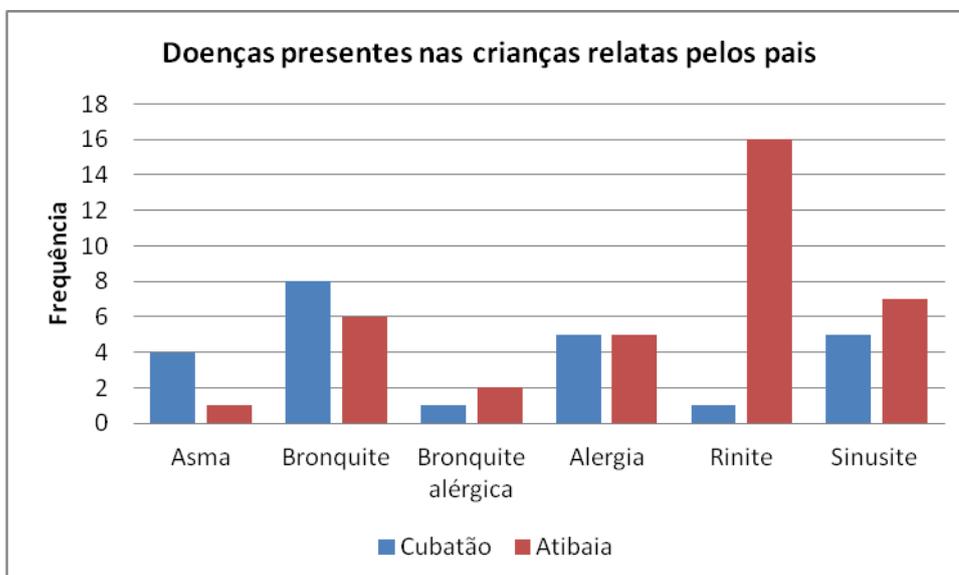
Em relação aos participantes de Cubatão que relataram a presença de doenças respiratórias, estas disfunções podem ter sua gênese devido a um processo irritativo das vias aéreas que pode desencadear uma doença, como asma, bronquite, bronquiolite e outras disfunções, inclusive a diminuição da função pulmonar (PEREIRA, 1998; CORREIA,2001).

Durante o estudo não houve controle de variáveis de confusão, como o clima e fumo dos residentes.

Conforme o Gráfico 4, observa-se neste estudo que a presença de bronquite foi maior nos participantes de Cubatão. A alergia e a sinusite foram encontradas nas mesmas proporções em ambas populações. A rinite e a bronquite alérgica prevaleceram em Atibaia.

Em Cubatão prevaleceu apenas a presença de bronquite, uma doença que pode ser desencadeada por poluentes, principalmente O₃ e MP₁₀.

Gráfico 4 – Proporção de doenças respiratórias pré-existentes nas crianças que realizaram a espirometria nas cidades de Atibaia e Cubatão.



As tabelas 09 e 10, mostram que com relação a presença de umidade nas residências dos participantes, em Cubatão foi relatado que 52,8% das residências possuíam umidade, enquanto que em Atibaia esta proporção foi menor, de 21,0%. O uso de carpete nas casas em Cubatão foi proporcional a 8,3% e em Atibaia de 1%. Em relação a ter animais domésticos nas residências, em Cubatão encontrou-se 27,8% de presença de animais e em Atibaia, a proporção foi de 57,8%.

Tabela 9 – Presença de umidade, carpete e animais na residência das crianças que realizaram a espirometria nas cidades de Atibaia e Cubatão.

Atibaia						
	Umidade	%	Carpete	%	Animais	%
Sim	23	21,1	1	1	63	57,8
Não	86	78,9	108	99	46	42,2
Total	109	100	109	100	109	100

Tabela 10 – Relato de presença de umidade, carpete e animais na residência das crianças que realizaram a espirometria nas cidades de Atibaia e Cubatão.

Cubatão						
	Umidade	%	Carpete	%	Animais	%
Sim	57	52,8	9	8,3	30	27,8
Não	51	47,2	99	91,7	78	72,2
Total	108	100	108	100	108	100

Em relação ao uso de carpete, praticamente o seu emprego foi muito pequeno nas casas, o que não evidenciou nenhuma associação. Ter animais em casa, também não possibilitou associações.

Tabela 11 – Relato de presença freqüente de sibilo e presença de sibilo nos últimos 12 meses nas crianças que realizaram a espirometria nas cidades de Atibaia e Cubatão.

Sibilo	Atibaia				Cubatão			
	Presença de sibilo	%	Sibilo nos últimos 12 meses	%	Presença de sibilo	%	Sibilo nos últimos 12 meses	%
Sim	44	40,3	21	19,2	64	59,2	40	37,0
Não	65	59,7	88	80,8	44	40,8	68	63,0
Total	109	100	109	100	108	100	108	100

Em relação à presença de sibilos, verificou-se que em Atibaia a proporção foi de 40,3% e em Cubatão de 59,2%. Estatisticamente houve significância (OR=2,14 IC – 1,24- 3,69 e valor de $p= 0,008$), constatando-se que em Cubatão o número de crianças com sibilos pode ser maior em até duas vezes mais que em Atibaia.

Quanto a ter sibilo nos últimos 12 meses, em Atibaia constatou-se 19,2% de participantes com este sintoma e em Cubatão esta ocorrência foi de 37,0%. A presença de sibilo nos últimos 12 meses foi também significativo (OR=0,40 IC – 0,21-0,75 e valor de $p= 0,005$), ou seja, morar em Cubatão aumenta o risco de ter sibilo respiratório em um período de 12 meses em aproximadamente 40%.

O sibilo respiratório é decorrente da uma irritabilidade que produz uma broncoconstrição, com conseqüente diminuição da luz do brônquio, levando a uma redução da ventilação alveolar. Esta inflamação pode ser provocada pela presença de O₃ e PM₁₀. Roseiro (2001) e Arruda (2008) citam o mecanismo de hiperreatividade desta condição que pode produzir asma e ou bronquite asmática quando as exposições são constantes.

A Tabela 12 mostra a proporção de presença de asma nas duas cidades. Observa-se que em Cubatão 3,7 % das crianças eram portadoras de asma e que em Atibaia 1 % relataram a disfunção. As distribuição de relato de asma nas duas cidades não teve significância estatística, $p>0,05$.

Tabela 12 – Relato dos pais quanto a crises asmáticas nas crianças que realizaram a espirometria nas cidades de Atibaia e Cubatão.

Relato de asma	Cubatão	%	Atibaia	%
Sim	4	3,7	1	0,9
Não	104	96,3	108	99,1
Total	108	100	109	100

p = 0,18 (Qui-Quadrado)

Na Tabela 13, quanto número de crises asmáticas relatadas, constatou-se que nenhuma crise obteve 81,7% em Atibaia e 67,6% em Cubatão. De 1 a 3 eventos de crise a proporção foi de 17,4% em Atibaia e de 29,6 % em Cubatão, mais de 4 eventos de crise foi de 0,9% em Atibaia e de 2,8% em Cubatão. A distribuição de crises foi diferente nas duas amostras, após aplicar o teste de Qui-Quadrado para duas amostras independentes, houve significância, sendo $p < 0,05$. Observou-se desta forma que a proporção de crises asmáticas nas crianças segundo informação dos pais foi maior em Cubatão, podendo haver associação com a concentração de poluentes na atmosfera.

Tabela 13 – Proporção do número de crises asmáticas relatadas pelos pais dos participantes.

Crises	Atibaia	%	Cubatão	%
Nenhuma	89	81,7	73	67,6
1 a 3	19	17,4	32	29,6
Mais de 4	1	0,9	3	2,8
Total	109	100	108	100

p=0,03 (Qui-quadrado)

Tabela 14 – Relato do uso de medicamentos para problemas respiratórios

Uso de medicamentos	Cubatão	%	Atibaia	%
Sim	45	41,7	50	45,9
Não	63	58,3	59	54,1
Total	108	100	109	100

Quanto ao uso de medicamentos, não houve significância, uma vez que as proporções são muito semelhantes, em Atibaia 45,9% das crianças utilizaram medicamentos e em Cubatão 41,7% fizeram uso de fármacos para problemas respiratórios

Tabela 15 – Relato dos pais quanto a necessidade de ir ao hospital por problemas respiratórios apresentados pelas crianças

Hospital	Cubatão	%	Atibaia	%
Sim	28	25,9	27	24,8
Não	80	74,1	82	75,2
Total	108	100	109	100

$p > 0,05$ (Qui-Quadrado)

Em relação a necessidade de procurar auxílio médico hospitalar em decorrência da presença de distúrbios respiratórios, também não houve diferença entre as cidades, em Atibaia 24,8% foram ao hospital no ultimo ano, enquanto que em Cubatão a necessidade de ir a um hospital foi de 25,9% dos participantes. Ao aplicar o teste de Qui- quadrado para amostras independentes não houve relevância estatística, onde $p > 0,05$.

Tabela 16 – Distribuição do relato da frequência de consultas hospitalares

Frequência	Cubatão	%	Atibaia	%
1	9	33,3	12	44,4
2	4	14,9	8	29,7
3	6	22,2	3	11,1
4	3	11,1	1	3,7
5	1	3,7	1	3,7
6	3	11,1	1	3,7
Mais de 7	1	3,7	1	3,7
Total	27	100	27	100

De acordo com a Tabela 16, as proporções maiores de consulta médico-hospitalar ao ano, foram: uma vez com 33,4% em Cubatão e com 44,4% em Atibaia. O serviço hospitalar foi usado duas vezes por 14,8% em Cubatão e em 29,7% em Atibaia. Três vezes ao ano, 22,2 % procuraram auxílio em Cubatão e 11,1% em Atibaia. Nas demais frequências a procura foi de 3,7%.

O serviço hospitalar foi mais usado em Atibaia, esta situação está associada ao número maior de participantes neste município com doenças respiratórias. No entanto observa-se que em Cubatão o serviço hospitalar foi procurado com uma grande frequência de uma a duas vezes, fato este que pode ser indicador dos efeitos agudos da poluição atmosférica, ou seja, enquanto o perfil de Atibaia é de participantes com doenças crônicas, em Cubatão as procuras emergenciais podem ser decorrentes do efeito agudo dos poluentes sobre o aparelho respiratório. O estudo de Gouveia e Fletcher (2000), corrobora com esta pesquisa, pois nele também foi observado o aumento da procura do serviço hospitalar em razão da exposição ambiental aos poluentes. Gouveia, Correia e Junger (2006), associaram o aumento de hospitalização em São Paulo aos níveis elevados de poluentes.

Tabela 17 - Exposição ao fumo passivo

Fumo passivo	Cubatão	%	Atibaia	%
Sim	19	17,6	17	15,6
Não	89	82,4	92	84,4
Total	108	100	109	100

OR= 1,15; IC = 0,56-2,36 e p=0,83

Conforme a tabela 17, constatou-se que a exposição ao fumo passivo não foi relevante, isto é, a maior proporção dos participantes não era exposta a fumaça do cigarro. Assim, não houve influência do fumo passivo na maioria das duas populações.

Tabela 18 – Resultado dos testes espirométricos realizados em crianças do ensino fundamental de Atibaia e Cubatão

	CUBATÃO	%	ATIBAIA	%	p
NORMAL	71	65,7	94	86,2	0,070
DVR	20	18,6	6	5,5	0,004
DVO	13	12,0	5	4,6	0,050
DVM	4	3,7	4	3,7	1
TOTAL	108	100	109	100	

Em relação a presença de distúrbios da função pulmonar entre as cidades, a distribuição de Poisson para duas amostras independentes, evidenciou significância estatística para a presença DVR e DVO na população de Cubatão, mostrando que em Cubatão a proporção de decréscimo da função respiratória foi maior do que em Atibaia.

A tabela 18 mostra a comparação de cada distúrbio específico entre as cidades. Verifica-se que distúrbios respiratórios mais presentes em Cubatão foram os distúrbios ventilatórios restritivos (DVR). Segundo a análise estatística por meio de Distribuição de Poisson ($p < 0,05$) houve importante significância na presença da DVR, podendo haver associação desta alteração com a exposição à poluição atmosférica. A DVO também apresentou o número de casos bem maior em Cubatão, havendo significância ($p = 0,05$). Considerando que o número de doenças pré-existentes é maior em Atibaia, deve-se levar em consideração que provavelmente estas DVO's de Cubatão também podem ter associação com a poluição do ar, uma vez que o relato de doença pré-existente em Cubatão foi menor. Estas informações estão de acordo com estudos de Freitas et al (2004) que apontam o aumento de morbidade para exposição de PM10, principalmente em crianças menores de 15 anos.

Estudo realizado por Correia (2001) mostrou que crianças expostas a poluição atmosférica apresentavam redução do pico expiratório forçado, identificando um decréscimo da função expiratória das crianças, fato este, constatado também neste estudo. No entanto, Correia utilizou um "peak flow" que mostra o pico expiratório forçado, enquanto que neste estudo o espirômetro digital PONY FX identificou e quantificou os tipos de alterações presentes.

Estudo semelhante a este foi realizado por Hofmaister (1991), também em Cubatão, verificando que crianças expostas a poluição atmosférica podem ter um decréscimo de 5 a 8% por ano na capacidade respiratória.

Tabela 19 – Alterações nos testes espirométricos com presença ou ausência de doenças respiratórias em crianças do ensino fundamental de Atibaia e Cubatão.

Teste	Atibaia	%	Cubatão	%
Alteração na espirometria e presença de doença	7	50,0	4	10.8
Alteração na espirometria e ausência de doença	7	50,0	33	89.2
Total	14	100	37	100

Teste exato de Fischer ($p=0,005$)

A tabela 19 demonstra que, em Atibaia, os participantes que apresentaram alterações nos testes eram portadores de doenças respiratórias, segundo relato dos pais, foi igual àqueles que também apresentaram disfunção no exame mas não eram portadores de doenças. Em Cubatão a proporção de participantes com alteração do teste e presença de doença foi de 10,8%, enquanto as alterações nos testes de espirometria com ausência de doença foi de 89,2 % dos participantes.

Houve significância estatística, com $p<0,05$ ao aplicar o Teste Exato de Fischer para duas amostras independentes. Constatou-se que entre os participantes que realizaram espirometria, e apresentaram decréscimo da função pulmonar sem a presença de doença respiratória, a maioria era da cidade de Cubatão. De acordo com os dados estatísticos a condição de ausência de doenças respiratórias com a presença de alteração no teste espirométrico foi encontrada em maior proporção na cidade de Cubatão. De acordo com a hipótese alternativa estas alterações podem estar associadas à influência da presença de poluentes na atmosférica, cujo efeito no organismo pode produzir redução da função pulmonar.

Essa evidência de disfunção respiratória sem causa específica está associada à presença de poluentes atmosféricos, uma vez que o local de maior ocorrência é a cidade de Cubatão. Saldiva et. al (1992), associou em seus estudos com crianças em São Paulo, a presença de enfermidades respiratórias e alterações da função pulmonar em decorrência desta exposição.

Esteves et. al (2007) também associa o MP10 e o O3, com lesões inflamatórias dos tecidos e estruturas pulmonares que levam a disfunções das vias aéreas inferiores e superiores, fato este comprovado por este estudo, conforme os resultados obtidos nas espirometrias.

CONCLUSÃO

Através desta pesquisa pode-se concluir que a qualidade do ar na cidade de Atibaia no período de estudo, foi considerada boa, uma vez que não houve ultrapassagens das concentrações de PTS, PM10 e O3, conforme com as medições efetuadas. Os níveis encontrados estão abaixo e de acordo com a determinação do CONAMA (1990), atendendo também os níveis recomendados pela OMS (WHO, 2006). Em Cubatão no mesmo período de estudo a média de concentração observada para MP10 e O3, também não ultrapassou os níveis recomendados, mas fora maiores que em Atibaia, podendo associar-se a decréscimo da função respiratória e disfunções pulmonares.

Foi constatada a presença de doenças respiratórias nas duas populações estudadas, em Atibaia estas disfunções foram associadas com doenças preexistentes e em Cubatão indicaram efeitos agudos da exposição à poluição atmosférica. A presença de sibilo respiratório foi observada com significância na cidade de Cubatão, sinal de sensibilização brônquica decorrente da presença de poluentes. As disfunções respiratórias mais constatadas na cidade de Atibaia foram a sinusite e da rinite. Em Cubatão a doença mais freqüente foi a bronquite. Os relatos de presença de asma nas crianças não foram conclusivos, estatisticamente houve leve predominância na cidade de Cubatão.

Sugere-se que novos estudos sejam realizados havendo controle de variáveis de confusão como o clima e fumo dos residentes, pois nesta pesquisa não foi realizado este controle. Essas variáveis podem ter sido a causa das doenças respiratória presentes nas crianças desse estudo.

Além disso, foi observado durante o estudo que muitos dos pais não têm conhecimento dos sinais de alterações respiratórias que seus filhos apresentam e também os problemas que tanto a poluição como o tabaco

podem causar à saúde de seus filhos e a deles, sendo a escola um instrumento interessante para que futuras pesquisas sejam realizadas.

Portanto, o que pode ser sugerido é que em Cubatão as crianças têm mais risco de desenvolver alterações respiratórias em relação às de Atibaia, porém deve-se dar continuidade à esta pesquisa para que algumas variáveis não estudadas possam ser melhor analisadas e assim poder verificar a influência para esses estudantes ou mesmo em estudantes de outras regiões.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13412 (1995) ***Material Particulado em Suspensão na Atmosfera - Determinação da concentração de Partículas inaláveis pelo Amostrador de Grande Volume acoplado a um Separador Inercial de Partículas.*** Jun 1995.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9547 (1993) ***Material particulado em suspensão no ar ambiente - Determinação da concentração total pelo método do Amostrador de Grande Volume.*** Fev 1993.

AIRES, M. M. ***Fisiologia Humana.*** 3ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 2008.

ARRUDA, R J. ***Análise da associação entre poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças, adolescentes e idosos na cidade de Cubatão entre 1997 e 2004.*** Dissertação de Mestrado da Universidade Católica de Santos. Departamento de Meio Ambiente e Saúde, Santos, 2008.

BAIRD, C. ***Química Ambiental.*** 2ª ed. Porto Alegre, Bookman, 2002.

BOAVENTURA, C.M; AMUY, F.F; FRANCO, J.H; SGARBI, M.E; MATOS, Lúcio. B; MATOS, Lucas.B. ***Valores de referencia de medidas de pico de fluxo expiratório máximo em escolares.*** Arq. Med ABC 32(Supl.2): S30-4, Santo André, 2007.

BOEIRA, S L; GUIVANT, J S. ***Indústria de tabaco, tabagismo e meio ambiente: as redes ante os riscos.*** Cadernos de Ciência e tecnologia, Brasília, v.20, n 1, p.45-78, jan/abr.2003.

BRAGA, A L; ZANOBETTI, A, SCHWARTZ, J. ***The Lag Structure Between Particulate Air Pollution and Respiratory and Cardiovascular Deaths in 10 US Cities.*** J Occup Environ Med. 43(11): 927-33, 2001.

BRAGA, A.; PEREIRA, L.A; A., SALDIVA, P. H. N., ***Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana.*** In: Sustentabilidade na Geração e Uso de Energia no Brasil: os próximos 20 anos, Campinas, 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 003/1990. ***Estabelece Padrões de Qualidade do Ar e Amplia o Número de Poluentes Atmosféricos Passíveis de Monitoramento e Controle.*** Coletânea de Legislação Ambiental. 1990.

CAMPOS, V.; CRUZ, L.P. S.; ALVES, E.M.; SANTOS, T.S.; SILVA, A. D.; SANTOS, A. C. C.; LIMA, A. M. V; PAIXÃO, C.S.; SANTOS,D.C.M.B.; BRANDÃO, D.S.; ANDRADE, E.J. S.; MOREIRA, J. I; CONCEIÇÃO, K.A.C. S.; RAMOS, M.S.; PONTES, M.C. G.; AMARAL, M. F.; MATTOS, R. R ***Monitoramento atmosférico passivo de SO₂, NO₂ e O₃ em áreas urbanas e de influência industrial como prática de química ambiental para alunos de graduação.*** Quím. Nova vol.29 no.4 São Paulo July/Aug. 2006

CANÇADO, J E, DELFINI; A, PEREIRA,L A A; ADALA, M; SALDIVA ,P H N; SANTOS, U P S. ***Repercussões Clínicas da Exposição à Poluição Atmosférica.*** Jornal brasileiro de pneumologia. Vol32, suppl 2, São Paulo, maio, 2006.

CASTRO, H A; GOUVEIA, N; ESCAMILLA-CEJUDO, JA. ***Questões metodológicas para investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde.*** Revista Brasileira de Epidemiologia, 6: 135-149, 2003.

CASTRO, H A; CUNHA, M F; MENDIONÇA, G A; JUNGER, W L; ***Efeitos da poluição do ar na função escolares, Rio de Janeiro, RJ.*** Ver. Saúde Pública vol.43 no. 1 São Paulo Feb.2009.

CAVALCANTE, A G M; BRUIN P F C. **O papel do estresse oxidativo na DPOC: conceitos atuais e perspectivas.** J. bras. pneumol vol35(12): 1227-1237, 2009

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório da Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2005.** São Paulo: CETESB, 2005.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental **Qualidade do ar – Histórico.** São Paulo: CETESB, 2008. Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_historico.asp

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental **Qualidade do ar.** São Paulo: São Paulo: CETESB, 2011. Disponível em http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/ar/ar_indice_padroes.asp

CHERNIACK, R. **Interpretação dos testes de função respiratória.** In: Revinter, ed. Testes de Função Pulmonar. Rio de Janeiro 1995:209-30ChE.

CORREIA, J E M. **Poluição atmosférica urbana e fluxo expiratório de pico (peak flow) em crianças de 7 a 9 anos na cidade de São Paulo.** Tese da Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Epidemiologia para obtenção do grau de Mestrado, São Paulo, 2001.

COUTO, J. M. **Entre Estatais e transnacionais: o Polo Industrial de Cubatão.** Campinas. Unicamp. Tese de Dissertação de Doutorado, 2003.

DIOCIAIUTI, M. **The two PM2.5 (fine) and PM2.5-10 (coarse) fractions: evidence of different biological activity.** Environ. Res., v. 86, Sec. A, p. 254-262, 2001.

EPA. **Continuous air pollution source monitoring systems** – Handbook. EPA625/6798.005. Cincinnati, 1979.

ESTEVEZ, G R T; BARBOSA, S R; SILVA, E P; ARAUJO, P D. **Estimativa dos efeitos da poluição sobre a saúde humana: algumas possibilidades metodológicas e teórica para a cidade de São Paulo**. IN: INTERFACES. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalhador e Meio Ambiente. V 1, n 3, art. 4, 2007. Disponível em <http://www.interfaces.sp.senac.br/images/artigos/48pdf.pdf>. Acesso em 25 de novembro de 2008.

FREITAS, C U; BREMNER, S A; GOUVEIA, N; PEREIRA, LAA; SALDIVA, PHN. **Internações e Óbitos e sua Relação com a Poluição Atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997 - ¹Centro de Vigilância Epidemiológica**. São Paulo, SP, FMUSP. São Paulo, 2004.

FREITAS, C U, PEREIRA, L A A., SALDIVA, P H N. **Vigilância dos Efeitos na Saúde Decorrentes da Poluição Atmosférica: Estudo de Factibilidade**. 1996. Disponível em: <www.cve.saude.sp.gov.br/htm/doma_vig.htm>, acesso em 03 de 2009.

FREITAS, C U.; MARTINS, LC; MARCILIO, I O; GOUVEIA, N. **Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras**. Epidemiol. e Serv de Saúde, v12, n.1, São Paulo, 2003.

FRISTCHER, CC; KAHAAN, F.; ZETTER, E. Um guia para orientação de pacientes asmáticos. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, 2007. Disponível em : [http:// www.sbpt.org.br/~rsp](http://www.sbpt.org.br/~rsp). Acesso em 12 de julho de 2008.

GOOGLEMAPS, 2011. Disponível em: <http://WWW.google.com>.

GILMOUR, M I. et al. ***Air pollutant-enhanced respiratory disease in experimental animals***. Environ Health Perspect., v. 109, p. 619-622, 2001.

GOUVEIA, N; CORREIA JE, JUNGER WL. ***Respiratory and cardiovascular hospitalizations associated with air pollution in the city of São Paulo***. Brazil. Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro. v. 22. n. 12. 2006

GOUVEIA, N; FLETCHER, T. ***Time Series Analysis of air Pollution and Mortality: Effects by Cause, Age and Socioeconomic Status***. J Epidemiol Comm Health; 54:750-5, 2000.

GOUVEIA, N; FLETCHER, T. ***Respiratory Diseases in Children and Outdoor Air Pollution in São Paulo, Brazil: a time series analysis***. Occup Environ Med 57:477-83,2000.

GOUVEIA N, MENDOÇA GA, LEON AP, CORREIA JE, JUNGER WL, FREITAS CU. ***Poluição do ar e Efeitos na Saúde nas Populações de Duas Grandes Metrôpoles Brasileiras***. Epidemiol Serv Saúde;12:29-40, 2003.

HARVARD SCHOOL OF PUBLIC HEALTH. ***Protocol for ozone measurement using the ozone passive sampler badge***. Revision 3, Modified by Ogawa & Co., USA, Inc. 16 pp, 2001

HOFMEISTER, A.V. ***Efeitos da poluição do ar sobre a função pulmonar: um estudo de coorte em crianças de Cubatão / The effects of the air pollution on lung function of children: a cohort study of children living in the city of Cubatão***. Tese da Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Prática de Saúde Pública para obtenção do grau de Doutor.1991.

IBGE. Censo 2010. Cidades@. www.ibge.gov.br . Acesso em 11 julho de 2011.

KOUTRAKIS, P; WOLFSON, J M; BUNYAVIROCH, A; FRIEHLICH, S E; HIRANO, K; MULIK, J D. ***Measurement of ambient ozone using a nitrite-coated filter. Department of Environmental Health.*** Havard Scholl of Public Health, Boston. *anal.Chem*, 65,209-214,1993.

NERY, L E; FERNADES, N A G; PERFEITO, J A J. *Pneumologia – guias de medicina ambulatorial e hospitalar – Unifesp.* São Paulo: Manole; 2006.

OGA S. ***Fundamentos de Toxicologia.*** São Paulo (SP):Atheneu, 1996.

PALOMBINI, B C; PORTO, NS; ARAÚJO, EG, VANONI, D. ***Doenças das Vias Respiratórias – Uma Visão Clínica Integradora(viaerologia)***, Editora Revinter, Rio de janeiro, 2001.

PARK, H S; KIM, S R; LEE Y C. ***Impact of oxidative stress on lung diseases.*** *Respirology*. 14(1):27-38, 2009.

PEREIRA L A A, LOOMINS D, CONCEIÇÃO G M S, BRAGA A L F, ARCAS R M, KISHI, H. ***Association Between Air Pollution and Intrauterine Mortality in São Paulo, Brazil.*** *Environ Health Perspect*;106:325-9, 1998.

PEREIRA, C A C. ***I Consenso Brasileiro sobre Espirometria.*** *J Pneumol.*; 22:105-58, 1996.

PEREIRA, C A C. Diretrizes para teste de função pulmonar, *J Pneumol.*22(3), 2002

RAJENDRASOZHAN, S; YANG, S R; EDIRISINGHE, I; YAO, H; ADENUGA, D. RAHMAN I. ***Deacetylases and NF-kappaB in redox regulation of cigarette smoke-induced lung inflammation: epigenetics in***

pathogenesis of COPD. Antioxid Redox Signal;10(4):799-811, 2008. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18220485>> . Acesso em 21 abr 2011.

RIBEIRO, H; ASSUNÇÃO, J.V. **Efeitos das queimadas na saúde humana.** Estud. av. vol.16 no.44 São Paulo Jan./Apr. 2002.

ROSEIRO, M. N.V. **Morbidade por problemas respiratórios em Ribeirão Preto-SP, de 1995 a 2001, segundo indicadores ambientais, sociais e econômicos.** Tese da Universidade de São Paulo. Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo . Dissertação para obtenção do grau de Mestrado, São Paulo,2001.

SALDIVA P.H., POPE C.A. 3rd, SCHWARTZ J, DOCKERY D.W., LICHTENFELS A.J., SALGE J.M. **Air Pollution and Mortality in Elderly People: a Time-Series Study in Sao Paulo, Brazil.** Arch Environ Health.;50(2):159-63, 1995.

SALDIVA PHN, KING M, DELMONT VLC, MACCHIONE M, PARADA MAC, DALIBERTO ML et al. **Respiratory Alterations Due to Urban Air Pollution: an Experimental Study in Rats.** Environ Res; 57:19-33 1992.

SALDIVA PHD, PEREIRA LAA, BRAGA A. **Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana.** Trabalho apresentado no evento Sustentabilidade na Geração e uso de Energia, UNICAMP, 18 a 20 de fevereiro de 2002. [acesso em 08 out 2008]. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?view=1039>.

SALGADO, Paulo Eduardo de Toledo. **Informações Gerais e Ecotoxicológicas de Material Particulado.** Série Cadernos de Referência Ambiental, v. 14. Salvador,2003.

SCANLAN, L.C; WILKINS, R.L; STOLLER, JK. **Fundamentos da terapia respiratória de Egan**. 7ª edição. Ed. Manole: São Paulo, 2000.

SPEKTOR, D M; HOFMEISTER, V A; ARTAXO, P; BRAGUE, J A; ECHELAR, F; NOGUEIRA, D.P. Effects of heavy industrial pollution on respiratory function in the children og Cubatão, Brazil: A preliminary report. Environ Health Perspect, 1991.

WHO. **Air Quality Guidelines**. 2nd Edition. Regional Office for Europe. 2000. Disponível em:<http://www.euro.who.int/air/Activities> acessado em 03 maio de 2008.

WHO. **Air Quality Guidelines**. Europe global update, 2005.

WHO. **Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogendioxide and sulfur dioxide**. 2006 Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

USEPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **The EPA'S particulate matter (PM) health effects research centersprogram**. Washington, 2002. Disponível em: <http://www.usepa.gov/airs/criteria>. Acesso em: 3 março de 2007.

VIANNA, N. A, ANDRADE, L.R., SOUZA-MACHADO, ADELMIR; SALDIVA, P. H. N. **Poluição Atmosférica e Alergias Respiratórias**. Gaz. méd.;78 (Suplemento 2):86-92 87; Bahia 2008. WWW.gmbahia.ufa.br.

ANEXO I

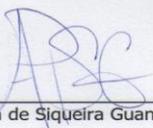
TERMO DE RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR

TERMO DE RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR

Eu, Ana Paula de Siqueira Guanabara, pesquisadora responsável pelo projeto de pesquisa intitulado "Associação da função pulmonar com a qualidade do ar em estudantes do ensino fundamental nas cidades de Cubatão e Atibaia", assumo a responsabilidade de comunicar imediatamente a Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo toda e qualquer complicação ocorrida durante a realização do referido projeto que coloque em risco o voluntário ou bens incluídos neste trabalho de pesquisa.

Responsabilizo-me, igualmente, a acompanhar as diligências necessárias à imediata e integral assistência aos voluntários participantes ou à reposição ou restauração de bens eventualmente danificados durante a pesquisa.

São Paulo, 08 de abril de 2010.



Ana Paula de Siqueira Guanabara

ANEXO II
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Associação da função pulmonar com a qualidade do ar em estudantes do ensino fundamental nas cidades de Cubatão e Atibaia

Pesquisador Responsável: Ana Paula de Siqueira Guanabara

Este projeto tem o objetivo de avaliar a função respiratória por meio do teste de espirometria, que avalia a quantidade de ar que entra e sai dos pulmões, com a finalidade de verificar ou evidenciar possíveis alterações pulmonares.

Para tanto será necessário realizar os seguintes procedimentos: inicialmente você irá se sentar, e após estar relaxado irá realizar uma expiração forte no bocal plástico (descartável) do aparelho. Na sequência novamente por mais duas vezes você deverá assoprar o bocal do espirometro.

Durante a execução do projeto não deverá ocorrer nenhum problema com referencia ao teste aplicado, uma vez que ele não é invasivo e não oferece riscos na sua execução. No entanto caso haja alguma intercorrência você deverá entrar em contato pelo telefone 3398-1211, para comunicar o fato ocorrido e receber as orientações necessárias.

Após ler e receber explicações sobre a pesquisa, e ter meus direitos de:

1. receber resposta a qualquer pergunta e esclarecimento sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados à pesquisa;
2. retirar o consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo;
3. não ser identificado e ser mantido o caráter confidencial das informações relacionadas à privacidade.
4. procurar esclarecimentos com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, no telefone 11 3061-7779 ou Av. Dr. Arnaldo, 715 - Cerqueira César, São Paulo - SP, em caso de dúvidas ou notificação de acontecimentos não previstos.

Declaro estar ciente do exposto e desejo participar da pesquisa.

Cubatão, ____ de ____ de ____ .

Nome do sujeito/ ou do responsável: _____

Assinatura: _____

Eu, Ana Paula de Siqueira Guanabara, declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto ao participante e/ou responsável.

Data: __/__/__.

ANEXO III

QUESTIONÁRIO SÓCIO CLÍNICO E DE SINTOMAS RESPIRATÓRIOS

I - QUESTIONÁRIO DE SÓCIO- CLÍNICO

DADOS PESSOAIS

1 - Nome: _____

2 - Data de nascimento: _____ 3 - Idade: _____

4 - Sexo: Masculino Feminino

5 – Raça

Branca Negra Amarela Outras

6 - Em geral, você diria que a saúde do seu filho (a) é:

excelente muito boa boa regular ruim

7 – Seu filho (a) costuma ter muitos resfriados?

Sim Não Cerca de _____ por ano

8 – Seu filho possui alguma doença ou disfunção respiratória?

Sim Não Qual: _____

9 – Seu filho (a) já tomou medicamentos devido a problemas respiratórios?

Sim Não

10 – Seu filho (a) foi ao hospital em decorrência de algum problema respiratório nos últimos 12 meses?

Sim Não Quantas _____ Qual problema? _____

11 - Na sua residência existe a presença de umidade e ou de mofo?

Sim Não

12 – Na sua residência o revestimento do piso é de carpete ?

Sim Não

13 – Você possui animais em casa? (gato, cachorro, pássaros)

Sim Não

ANEXO III
CONTINUAÇÃO DO QUESTIONARIO

QUESTIONÁRIO DE SINTOMAS RESPIRATÓRIOS

1. Alguma vez, no passado, seu filho(a) teve sibilos (chiado no peito)?

- Sim Não

Se você respondeu não, passe para a questão número 6.

2. Nos últimos 12 meses, seu filho(a) teve sibilos (chiado no peito)?

- Sim Não

3. Nos últimos 12 meses, quantas crises de sibilos seu filho(a) teve?

- Nenhuma 1 a 3 crises Mais de 4 crises

4. Nos últimos 12 meses, com que frequência seu filho(a) teve o sono prejudicado por chiado no peito?

- Nunca acordou por chiado
 Menos de uma noite por semana
 Uma ou mais noites por semana

5. Nos últimos 12 meses, o chiado no peito de seu filho(a) foi tão forte a ponto de impedir que conseguisse dizer mais de duas palavras entre cada respiração?

- Sim Não

6. Alguma vez seu filho(a) teve asma?

- Sim Não

7. Nos últimos 12 meses, seu filho(a) teve chiado no peito após exercícios físicos?

- Sim Não

8. Nos últimos 12 meses, seu filho(a) teve tosse seca à noite sem estar gripado ou com infecção respiratória?

- Sim Não

9. Nos últimos 12 meses seu filho(a) sente ou já sentiu coceira no nariz, teve o nariz escorrendo ou teve espirros fora os períodos de resfriado?

- Sim Não

10. Nos últimos 12 meses seu filho(a) sente ou já sentiu lacrimejamento e coceira nos olhos sem estar resfriado nos últimos 12 meses?

- Sim Não

11. Nos últimos 12 meses seu filho(a) teve sintomas de sinusite (dor de cabeça e catarro escuro) ?

- Sim Não

12 – Seu filho é exposto à fumaça de cigarro dentro de sua casa?

- Sim Não

ANEXO IV - Formulário para amostragem de PTS

AMOSTRAGEM DE PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO (PTS)					
CALIBRAÇÃO DO AMOSTRADOR DE GRANDE VOLUME (Hi-Vol ou AGV)					
PLACA	dH (cm H2O)	$\sqrt{dH \left(\frac{P_2}{P_p}\right)\left(\frac{T_p}{T_2}\right)}$	Q_g (m ³ - Padrão/min)	D (deflexão)	$\sqrt{D \left(\frac{P_2}{P_p}\right)\left(\frac{T_p}{T_2}\right)}$
18	22.2	4.664	1.622	7.4	2.693
13	19.0	4.315	1.502	6.1	2.445
10	15.5	3.897	1.358	4.8	2.169
7	11.0	3.283	1.147	3.1	1.743
5	7.0	2.619	0.919	1.8	1.328

DADOS DA CALIBRAÇÃO					
HI-VOL No. <i>HVP-</i>		Registrador No.			
Kit de calibração No.					
P ₂ (mmHg):	759.8	P _p (mmHg):	760	Inclin. Padrão (a ₁):	2.906
tt ₂ (°C):	31	T _p (°C):	25	Interc. Padrão (b ₁):	-0.05
T ₂ (K):	304	T _p (K):	298		
Realizada por (nome e assin.):		Ana Paula de Siqueira			
Supervisionada por (nome e assin.):					
DATA	15/12/2010	LOCAL: Atibaia		$Q_p = \frac{1}{a_1} \left(\sqrt{dH \cdot \left(\frac{P_2}{P_p}\right) \cdot \left(\frac{T_p}{T_2}\right)} - b_1 \right)$	

REGRESSÃO LINEAR DA CALIBRAÇÃO	
inclinação (a ₂)	1.9429
intercepção (b ₂)	-0.4689
correlação	0.9998
Equação da calibração para uso na amostragem	
$Q_p = \frac{1}{a_2} \left(\sqrt{D \cdot \left(\frac{P_3}{P_p}\right) \cdot \left(\frac{T_p}{T_3}\right)} - b_2 \right)$	

CONTINUA NA PRÓXIMA PAGINA

CÁLCULO DA CONCENTRAÇÃO

		Tempo de Am.	D	Q _p (m ³ /min)
Data da Amostragem :	15/12/2010	00-02 horas	6.6	1.5589
Código do Filtro:	B-32	02-04 horas	6.6	1.5589
Temperatura média T ₃ (K)	300.5	04-06 horas	6.6	1.5589
Pressão média P ₃ (mmHg)	760.9	06-08 horas	6.6	1.5589
Massa inicial do filtro (g)	2.8997	08-10 horas	6.7	1.5689
Massa final do filtro (g)	2.9815	10-12 horas	6.7	1.5689
Massa MP coletado (mg)	81.80	12-14 horas	6.7	1.5689
Leitura do Horômetro no início	403338	14-16 horas	6.7	1.5689
Leitura do Horômetro no final	405738	16-18 horas	6.8	1.5787
Tempo de amostragem (h)	2400.0	18-20 horas	6.8	1.5787
Volume amostrado (m ³)	225554.80	20-22 horas	6.7	1.5689
Concentração de PTS (µg/m ³)	0.36	22-24 horas	6.6	1.5589
		Valor Médio		1.5664

Condições climáticas (vento e chuva): chuva

ANEXO V – Formulário para amostragem de PM₁₀

FORMULÁRIO DE CAMPO DO PM 10

Local: ATIBAIA Data: 22/12/2010
 Amostrador No. PM10 Wedding
 Realizada por (nome e assin.): ANA PAULA

ANOTAÇÕES DE CAMPO

Temperatura ambiente inicial (T _i):	<u>31.4</u> °C	Chuvas :	<u>0.0</u> mm
Temperatura ambiente final (T _f):	<u>29.8</u> °C	Temper. padrão (T _p):	<u>298</u> K
Pressão Atmosférica inicial (P _i):	<u>761.2</u> mmHg	Pressão padrão (P _p):	<u>760</u> mmHg
Pressão Atmosférica final (P _f):	<u>760.9</u> mmHg	Horâmetro inicial :	<u>1973.62</u> h
Diferencial inicial filtro (dH _{fi}):	<u>23.0</u> cmH ₂ O	Horâmetro final:	<u>1997.62</u> h
Diferencial final filtro (dH _{ff}):	<u>18.0</u> cmH ₂ O	Filtro :	<u>59</u>

CALCULOS DE LABORATÓRIO

Diferencial médio filtro (dH_f) : 20.50 cmH₂O
 Diferencial médio filtro (dH_f) : 15.07 mm Hg
 Temperatura média (T_m): 30.60 C
 Temperatura média (T_m): 303.60 K

$$dH_f (mmHg) = \frac{10 \cdot dH_f (cmH_2O)}{13,6}$$

Pressão Atm. Média (P_m): 761.05 mm Hg
 Pressão de estagnação (P₁): 746.0 mm Hg
 Taxa de Pressão (P₁/P_m): 0.980

$$P_1 = P_m - dH_f$$

Vazão Média (Q_a): 1.197 m³/min (tabela de vazão - Look-up-table)

Vazão Média (Q_p): 1.177 m³/min
 Tempo de amostragem: 24.00 h
 Volume de Amostragem (V): 1694 m³

$$Q_p = Q_a \times \left(\frac{P_m}{P_p} \right) \times \left(\frac{T_p}{T_m} \right)$$

$$V = Q_p \times t$$

Peso inicial do Filtro (M_i): 2.9039 g
 Peso final do Filtro (M_f): 2.9488 g
 Massa Amostrada : 44.9 mg
 Concentração : 26.5 µg/m³

$$PM_{10} = \frac{(M_f - M_i) \times 10^6}{V}$$

CONTINUA

CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DURANTE A AMOSTRAGEM

sol

CONDIÇÕES DO AMOSTRADOR

Q_s entre 1,05 e 1,20
 m^3/min :

sim

não

Amostrador recalibrado conforme
programação:

sim

não

Traçado da pena do registrador indicando
anormalidade:

sim

não

**OUTROS
COMENTÁRIOS:**

LABORATÓRIO DE QUALIDADE DO AR E VENTILAÇÃO-FSP-USP



Helena Ribeiro

Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1B

bachelor's at Geography from Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1972), master's at Geography from University of California Berkeley (1981) and doctorate at Physical Geography from Universidade de São Paulo (1988). Has experience in Geosciences, focusing on Geographical Climatology, acting on the following subjects: environmental health, urban health, medical geography, air pollution, climate changes and environmental education.
(Texto informado pelo autor)

Última atualização do currículo em 11/10/2011
Endereço para acessar este CV:
<http://lattes.cnpq.br/8725809744497200>



[Rede de Colaboração](#)



[Diretório de grupos de pesquisa](#)



[SciELO - artigos em texto completo](#)

Dados pessoais

Nome	Helena Ribeiro
Nome em citações bibliográficas	RIBEIRO, H.;Ribeiro, Helena
Sexo	Feminino
Endereço profissional	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Saúde Ambiental. Av. Dr. Arnaldo, 715 Cerqueira César 01246-904 - Sao Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30667712 Ramal: 218 Fax: (11) 30667732 URL da Homepage: www.fsp.usp.br

Formação acadêmica/Titulação

- 1996** Livre-docência.
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Ilha de calor na cidade de São Paulo: sua dinâmica e efeitos na saúde da população, *Ano de obtenção:* 1996.
Palavras-chave: poluição térmica saúde são paulo calor.
Grande área: Ciências Humanas / *Área:* Geografia / *Subárea:* Geografia Humana / *Especialidade:* Geografia da População.
- 1994 - 1994** Pós-Doutorado .
Académie Internationale de l'Environnement.
Bolsista do(a): Agencia de cooperação Suíça .
- 1984 - 1988** Doutorado em Geografia (Geografia Física) (Conceito CAPES 5) .
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Poluição do ar e doenças respiratórias em criança da Grande São Paulo: um estudo de geografia médica, *Ano de Obtenção:* 1988.
Orientador: José Roberto Tarifa.
Bolsista do(a): Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior ,CAPES ,Brasil .
- 1977 - 1981** Mestrado em Geografia .
University of California Berkeley.
Título: Sequent land use and environmental issues in a subtropical milieu: the case of São Simão, in the State of São paulo, Brazil, *Ano de Obtenção:* 1981.
Orientador: Hilgard O'Reilly Sternberg.
Palavras-chave: agricultura sustentável; Cobertura Vegetal; Degradação Ambiental.
Grande área: Ciências Humanas / *Área:* Geografia / *Subárea:* Geografia Humana.
- 1969 - 1972** Graduação em Geografia .
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC/SP, Brasil.

Formação complementar

- 1965 - 1972** língua, civilização e literatura francesas. (Carga horária: 700h).
Universite de Nancy I.

Atuação profissional

Instituto de Estudos Avançados, IEAv, Brasil.

Vínculo institucional

2008 - Atual Vínculo: Colaborador, Enquadramento Funcional: pesquisador, Carga horária: 1

Outras informações Grupo de Estudos de Ciências Ambientais

Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Vínculo institucional



Ana Paula de Siqueira Guanabara

É especialista em terapia manual pela Universidade de Mogi das Cruzes, possui graduação em Fisioterapia pela Faculdade do Clube Nautico Mogiano (2004). Atualmente é supervisora de estágio em prática Supervisionada em ortopedia e reumatologia na Universidade de Ribeirão Preto.
(Texto informado pelo autor)

Última atualização do currículo em 31/10/2011
Endereço para acessar este CV:
<http://lattes.cnpq.br/9832416352391330>



**Certificado
pelo autor em
31/10/11**

Dados pessoais

Nome Ana Paula de Siqueira Guanabara

Nome em citações bibliográficas GUANABARA, A. P. S.

Sexo Feminino

Endereço profissional Universidade de Ribeirão Preto, departamento de Fisioterapia.
Rua Major Arouche de Toledo 471
Centro
08715-010 - Mogi das Cruzes, SP - Brasil
Telefone: (11) 98235560

Formação acadêmica/Titulação

- 2009** Mestrado em andamento em Saúde Pública (Conceito CAPES 5) .
Universidade de São Paulo, USP, Brasil.
Título: Associação da função pulmonar em estudantes do ensino fundamental com a qualidade do ar nas cidades de Atibaia e Cubatão, *Orientador:* 😊 Prof. Dr Helena Ribeiro.
- 2004 - 2005** Especialização em terapia manual . (Carga Horária: 400h).
Universidade de Mogi das Cruzes, UMC, Brasil.
Título: Estudo comparativo de eletrocinésia analgésica e técnicas de mobilização do Método Maitland em indivíduos portadores de osteoartrose de joelho.
Orientador: Dr Marcelo de Almeida Buriti.
- 2001 - 2004** Graduação em Fisioterapia .
Faculdade do Clube Nautico Mogiano.
Título: Hidrocollator Vs Infra-vermelho: estudo comparativo em músculos acessórios de pneumopatas obstrutivos.
Orientador: Prof. Ms. Maria Helena Duarte Carvalho Gordonii.

Formação complementar

- 2005 - 2005** Extensão universitária em MOBILIZAÇÃO NEURAL. (Carga horária: 20h).
VALÉRIA FIGUEIREDO.
- 2002 - 2002** TENS, INTERFERENCIAIS, CORRENTES DIADINÂMICAS. (Carga horária: 16h).
CARCI INDUSTRIA E COMERCIO DE APARELHOS CIRURGICOS ORTOPEDICOS LTDA.

Atuação profissional

Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP, Brasil.

Vínculo institucional

2004 - Atual Vínculo: Celetista, Enquadramento Funcional: PROFESSORA, Carga horária: 25

Áreas de atuação

Produção em C, T & A

Bancas

Participação em bancas examinadoras