

Dione da Conceição Miranda

Prevalência da asma e sintomas respiratórios no município de Vitória (ES): comparação entre duas áreas com diferentes fontes de poluição atmosférica identificadas através do biomonitoramento

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Patologia
Orientador: Prof. Dr. Luiz Alberto Amador Pereira

São Paulo

2008

Dione da Conceição Miranda

Prevalência da asma e sintomas respiratórios no município de Vitória (ES): comparação entre duas áreas com diferentes fontes de poluição atmosférica identificadas através do biomonitoramento

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Patologia
Orientador: Prof. Dr. Luiz Alberto Amador Pereira

São Paulo

2008

Dione da Conceição Miranda

Prevalência da asma e sintomas respiratórios no município de Vitória (ES): comparação entre duas áreas com diferentes fontes de poluição atmosférica identificadas através do biomonitoramento

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências, na área de concentração Patologia.

Aprovada em de de 2008.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Alberto Amador Pereira
Universidade de São Paulo
Orientador

Prof. Dr.
Universidade
Membro

Prof. Dr.
Universidade
Membro

Dedico este trabalho à perseverança incansável que encontrei em meu íntimo.... e aqueles que acreditaram em mim!

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Poluição Experimental na pessoa do Professor Dr. Paulo Hilário Saldiva que me acolheu quando precisei.

Aos amigos do Rio Ignês e Fernando que me apoiaram nos piores momentos.

Ao Leonardo sempre meu companheiro.

Ao meu orientador e amigo Luiz Alberto que antes de qualquer outra pessoa me ofereceu ajuda em momentos difíceis.

À família que sempre me socorre quando não há outro socorro

Às pessoas que testaram minha determinação e ficaram pelo caminho.

À minha querida amiga Clarice que me hospedou em sua casa e em seu coração.

À Prefeitura de Vitória e às Secretarias de Saúde, Educação e Transportes por facilitarem e apoiarem a pesquisa além de cederem dados.

Ao Instituto de Meio Ambiente pela cessão de dados.

Aos vários outros amigos e colaboradores que me ajudaram nesta empreitada.

Não receie crescer devagar, só tenha medo de permanecer imóvel (Ditado chinês).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 POLUENTES.....	18
1.2 ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS.....	21
1.3 EUROPA.....	23
1.4 ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (USA)	26
1.5 AMÉRICA LATINA E MÉXICO.....	30
1.6 BRASIL.....	32
1.7 ESTUDOS COM ASMA COMO DESFECHO.....	38
1.8 ESTUDOS USANDO O QUESTIONÁRIO ISAAC.....	42
1.9 AVALIAÇÕES AMBIENTAIS.....	45
1.10 BIOINDICADORES.....	46
1.11 ESTUDO ATUAL.....	51
2 OBJETIVOS.....	55
2.1 Objetivo geral	55
2.2 Objetivos específicos.....	55
3 CASUÍSTICA E MÉTODOS.....	56
3.1 DESENHO DE ESTUDO.....	56
3.2 ESCOLHA DOS LOCAIS DE ESTUDO.....	56
3.3 AMOSTRA.....	57
3.3.1 Seleção da amostra	57
3.3.2 Cálculo da amostra	57
3.3.3 Estratégia de seleção das escolas e estudantes	58

3.4 COLETA DE DADOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS	59
3.4.1 ISAAC.....	59
3.4.2 Questionário complementar.....	60
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	60
3.6 BIOMONITORAMENTO.....	61
3.6.1 Escolha da espécie biomonitora.....	61
3.6.2 Locais.....	62
3.6.3 Técnica de análise.....	63
3.6.4 Montagem e análise dos dados.....	64
3.6.5 Análise fatorial.....	65
3.6.6 Aspectos éticos.....	65
4 RESULTADOS.....	66
4.1 ANÁLISE DESCRITIVA.....	66
4.2 ANÁLISE DE REGRESSÃO LOGÍSTICA.....	77
4.3 ANÁLISE DOS ELEMENTOS QUÍMICOS PRINCIPAIS NAS FOLHAS DO BIOMONITOR.....	84
5 DISCUSSÃO	89
6 CONCLUSÕES.....	105
7 REFERÊNCIAS.....	106
ANEXO A - Questionário ISSAC.....	117
ANEXO B - Questionário complementar.....	120
ANEXO C – Autorização da PMV	124
ANEXO D – Aprovação do Projeto de Pesquisa pela Comissão de ética da Faculdade de Medicina da USP.....	125
ANEXO E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista Aérea de Vitória	53
Figura 2 - <i>Tradescantia Pallida</i>	62
Figura 3 - Rede de Monitoramento Atmosférico Automática	63
Figura 4 - Percentual de sintomas respiratórios e asma dos estudantes de Jardim da Penha e Jardim Camburi	75
Figura 5 - Renda Familiar em salários mínimos dos estudantes segundo bairro de moradia	76
Figura 6 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios e asma entre os dois bairros pesquisados	77
Figura 7 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios com relação à auto referida proximidade de Indústria, nos bairros pesquisados	78
Figura 8 - Razões de chance de ocorrência de sintomas respiratórios com relação à proximidade de Tráfego, nos bairros pesquisados	79
Figura 9 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios com relação à existência de fumantes nas residências dos estudantes nos bairros pesquisados	80
Figura 10 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios com relação à presença de animais nas residências dos estudantes nos bairros pesquisados	81
Figura 11 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios com relação à presença de umidade nas paredes das residências dos estudantes nos bairros pesquisados	82
Figura 12 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios com relação à presença de carpete nas residências dos estudantes nos bairros pesquisados	83
Figura 13 - Média (± 2 erro padrão) dos principais elementos componentes da análise das folhas da espécie biomonitora por área de estudo	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição do sexo e média de idade dos estudantes segundo o bairro de moradia	66
Tabela 2 - Tipo de residência dos estudantes segundo bairro de moradia	67
Tabela 3 - Número de cômodos da residência dos estudantes segundo bairro de moradia	67
Tabela 4 - Número de moradores nos domicílios dos estudantes segundo bairro de moradia	68
Tabela 5 - Pessoas que dormem no mesmo cômodo dos estudantes segundo bairro de moradia	68
Tabela 6 - Presença de tapete na casa dos estudantes segundo bairro de moradia	69
Tabela 7 - Ocorrência de umidade nas paredes da casa dos estudantes segundo bairro de moradia	69
Tabela 8 - Ocorrência de mofo nas residências dos estudantes segundo bairro de moradia	70
Tabela 9 - Presença de animais nas residências dos estudantes segundo bairro de moradia	70
Tabela 10 - Tempo de moradia no bairro das famílias dos estudantes segundo bairro.....	71
Tabela 11 - Trabalhadores ativos na residência dos estudantes segundo bairro de moradia	71
Tabela 12 - Presença de construções próxima à residência dos estudantes segundo bairro de moradia	72
Tabela 13 - Presença de tráfego próximo às casas dos estudantes segundo bairro de moradia	72
Tabela 14 - Presença de indústria próxima à residência dos estudantes segundo bairro de moradia	73
Tabela 15 - Estratificação e percentuais de crises de chiado, nos últimos doze meses, dos estudantes segundo o bairro de moradia	73
Tabela 16 - Frequências e percentuais de distúrbios do sono por chiado nos estudantes segundo bairro de moradia	74
Tabela 17 - Valores médios de componentes detectados no biomonitoramento	84
Tabela 18 - Matrix de rotação ^(a) dos principais grupos de elementos segundo os traçadores predominantes	86
Tabela 19 - Valores médios de componentes detectados no monitoramento Automático	88

RESUMO

Prevalência da Asma e Sintomas Respiratórios no Município de Vitória-ES: Comparação Entre Duas Áreas Com Diferentes Fontes de Poluição Atmosférica Identificadas Através do Biomonitoramento. [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina Universidade de São Paulo; 2008. 137 p.

Introdução: Atribui-se à poluição atmosférica aproximadamente 800 mil mortes prematuras anualmente ao redor do mundo, sendo que diversos estudos têm mostrado que mesmo quando as emissões dos poluentes estiveram em conformidade com os padrões estabelecidos, mudanças dos níveis de poluição em curtos períodos, sazonalmente, ou em longo prazo produziram efeitos nocivos sobre a saúde das populações expostas. Dentre estas populações, idosos e crianças foram os mais sensíveis a esses efeitos. Vitória é uma cidade industrial que tem enfrentado um aumento da sua frota automotiva e, conseqüentemente, um aumento das concentrações dos poluentes atmosféricos. O presente trabalho comparou a prevalência de sintomas respiratórios em escolares expostos predominantemente aos poluentes atmosféricos emitidos por indústrias e por veículos automotores.

Casuística e Métodos: Estudo transversal, exploratório, em uma amostra de 350 crianças em duas escolas localizadas em áreas com diferentes fontes predominantes de poluição atmosférica (industrial e automotiva). As fontes predominantes de poluição atmosférica em cada área foram identificadas através da análise de componentes principais, tendo como base os componentes químicos identificados em folhas de *Tradescantia pallida* expostas através da técnica de fluorescência de Raio-X. Foi aplicado o questionário *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC) para investigar os sintomas respiratórios. Outros sintomas e condições de moradia foram avaliados através de um questionário complementar. A associação entre a freqüência dos sintomas entre as áreas foi investigada através do teste de Qui-quadrado. Modelos de regressão logística foram usados para os cálculos das razões de chances prevalentes (OR). **Resultados:** Não houve associação significativa nas prevalências dos sintomas pesquisados entre as áreas investigadas. Em relação às morbidades referidas, rinite mostrou uma associação significativa com local de moradia próxima à área industrial, OR= 2 (IC95%: 1,1; 3,7). Embora não tenham sido encontradas associações, asma, tosse e coriza também foram mais freqüentes nas crianças moradoras na área industrial. **Conclusão:** Os resultados encontrados na cidade de Vitória sugerem que o risco de exposição às emissões industriais pode ser maior que o da emissão por fontes automotivas.

Palavras-chave: Doenças respiratórias; Poluição atmosférica; Biomonitoramento.

SUMMARY

MIRANDA DC. Asthma and Respiratory Symptoms in Vitoria, Brazil: Comparing two areas with different air pollution sources profiles throughout biomonitoring. [Thesis]. São Paulo: Faculdade de Medicina Universidade de São Paulo; 2008. 137 p.

Introduction: Almost 800 thousand premature deaths have been attributed to the air pollution around the world, and several studies have showed that even when the established patterns for pollutants emissions were achieved, short and seasonal changes in the pollutant levels, or long term changes may lead to a different harmful health effects on the exposed population. The elderly and children have been identified the most susceptible groups in terms of air pollution health effects. Vitória is a seaboard Brazilian industrial city, which has faced an increase in the automotive fleet in the last decade, and, consequently, air pollution levels. **Casuistic and methods:** This study compared the prevalence of respiratory symptoms in school children exposed, mainly, to industrial or automotive sources. We carried out a cross sectional study with 350 children of two schools located in different areas. The main source of air pollution in each area was assessed by factor analysis based on components identified in *Tradescantia pallid* leaves through fluorescence x-ray technique. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) questionnaire was applied to investigate respiratory symptoms. Referred respiratory morbidity was also investigated. Associations between areas and frequency of symptoms were tested with the chi-square test. Logistic regression models were used to calculate the prevalent odds ratio (OR) of the main respiratory symptoms. **Results:** There was no significant association between area and prevalence of respiratory symptoms. In terms of referred disease, rhinitis was associated with living in the industrial area, OR= 2 (CI95%:1.1; 3.7). Although without significant statistical association, asthma, cough and flue were also more frequent among those living in the industrial area. **Conclusion:** Despite the increase of automotive contribution to the pool of air pollutants in the city of Vitória, our results suggest that, in this specific situation, being exposed to industrial emissions may be more hazardous than being exposed to automotive emissions.

Keywords: Respiratory diseases, Air pollution, Biomonitoring

1 INTRODUÇÃO

**Um otimista vê uma oportunidade em cada calamidade,
um pessimista vê uma calamidade em cada oportunidade.**

(Winston Churchill)

O ar é o recurso natural, sem fronteiras definidas, responsável pela sustentabilidade da vida em nosso planeta. Por isso, ao se classificar a atmosfera como uma parte do ambiente com a qual o organismo humano está permanentemente em contato, entende-se que muitas das reações ocorridas nesse mesmo organismo podem ser explicadas como um tipo de resposta às mudanças do estado físico e/ou químico da atmosfera (Brasil, 2008).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU), quase metade da humanidade vive nas cidades e a população urbana está crescendo duas vezes e meia mais rápido que a rural (Brasil, 2008). Deste modo, cada vez mais, temos a população sujeita aos efeitos das modificações da atmosfera produzidas pela ação antropogênica.

Apesar do progresso obtido com a formulação de programas visando à redução da poluição do ar em áreas urbanas, principalmente em países desenvolvidos, um número significativo de habitantes (cerca de 900 milhões de pessoas) está exposto nestas áreas a altas concentrações de dióxido de enxofre (SO₂) (OPAS. OMS, 2008a).

Atribui-se à poluição atmosférica 800 mil mortes prematuras ao redor do mundo anualmente representando 1,2 % do total de mortes, 5% das mortes por câncer pulmonar, 3% das doenças cardiovasculares e 1% das infecções respiratórias agudas (Cohen et al., 2005).

Nas grandes cidades do mundo ou em pólos industriais, diversos estudos realizados têm mostrado consistentemente que, apesar das emissões de poluentes em muitos casos estarem em conformidade com os padrões estabelecidos internacionalmente, as mudanças dos níveis de poluição em curtos períodos (entre as diferentes horas do dia e da noite), sazonalmente (nos períodos secos ou chuvosos, quentes e frios, com alta ou baixa insolação), ou em longo prazo, produzem diferentes efeitos nocivos sobre a saúde de populações expostas, tais como irritações e alergias, doenças respiratórias, cardíacas e cânceres (OPAS. OMS, 2008a).

Nos anos 90 o volume de publicações epidemiológicas com enfoque em impactos da poluição atmosférica na saúde cresceu drasticamente, neste tópico houve um incremento de 140% entre 1990 e 2000. Entre os estudos mais reproduzidos está o de séries temporais relacionando mortalidade e morbidade com a poluição do ar (Samet, 2002). Pode-se dizer que as relações entre poluição do ar e impactos à saúde estão bem documentadas.

Estes achados, contudo, continuam tendo um papel relevante para as secretarias de saúde e as instituições que formulam as políticas de saúde pública, que esperam um grau de certeza que a ciência muitas vezes não pode oferecer. A interface entre os formuladores das políticas públicas e os pesquisadores é de grande importância com o objetivo de incorporar as relações de custo-benefício entre a perspectiva humana ecológica e econômica, nas estratégias de controle ambiental e de saúde pública, com o apoio das comunidades (van Bree et al., 2007).

Na Europa, esforços vêm sendo realizados para integrar as políticas nas áreas de controle da poluição do ar através do *Air Net network* AIRNET rede europeia de financiamento para a área de Poluição atmosférica e Saúde, com o desenvolvimento do *CAFE-Clean Air for Europe* (van Bree et al., 2007).

Os estudos que avaliam curtos períodos de exposição, ou seja, efeitos agudos foram os primeiros a serem realizados no rastro de episódios de intensa poluição como o de Meuse Valley na Bélgica ou do emblemático episódio de Londres em 1952, que até hoje suscita debates (Firket, 1931, Logan, 1953, Bell 2004).

Os estudos de séries temporais têm sido os mais usados neste tipo de observação, usando-se normalmente tempos de defasagem entre exposição

e efeito ou desfecho que variam de no mesmo dia até dias ou semanas (Pope, 2007).

Outros estudos, entretanto, devem considerar potenciais fatores de confusão para os efeitos ou desfechos tais como: fumo, condições sócio-econômicas, clima, faixa etária estudada e a presença de doenças prévias.; estes buscariam investigar relações entre os tempos de exposição mais prolongados e os efeitos ou desfechos, normalmente classificados como estudos de intervenção ou experimentos naturais, como ocorrido em Dublin na Irlanda e em Hong Kong, nestes casos medidas de precaução seriam tomadas para minimizar os fatores de confusão (Pope, Dockery 2006).

A reprodutibilidade destes estudos tem importante papel na avaliação em diferentes condições e populações, dos prováveis impactos de fatores de confusão, e a remanescente relação entre desfecho e efeito e a poluição do ar. Epidemias de gripe, como avaliado em Londres (Bell et al., 2004), o clima e condições socioeconômicas devem sempre ser avaliados para evitar vieses e dar credibilidade aos estudos.

Há ainda nos desenhos de estudo e nas análises estatísticas utilizadas cuidados especiais a serem tomados: Desde uma clara definição dos efeitos ou desfechos estudados, a definição do espaço de tempo entre exposição e efeito ou desfecho, além da correta utilização dos fatores nas análises multivariadas (Kunzli et al., 2001). Nos estudos de séries temporais os

efeitos ou desfechos estudados são os agudos, enquanto que nas coortes além destes são avaliados os efeitos ou desfechos de longo prazo ou crônicos, de forma que no segundo caso as estimativas tendem a ser maiores. A grande vantagem do estudo de coorte, por ser um estudo de base individual, é a possibilidade de controlar a relação entre exposição e efeito para fatores de risco para cada integrante do estudo, tais como obesidade, tabagismo e doenças prévias, entre outros. Deve-se ainda observar que existem diferenças nas intensidades e na composição da poluição e em suscetibilidades dos expostos que modificam os efeitos e desfechos; como visto nas diferenças entre os impactos de material particulado e do dióxido de enxofre encontrados na mortalidade nos Estados Unidos (EUA), mas não nos estudos de coorte na Europa, em que o impacto do dióxido de enxofre não sofria um efeito modificador pelos níveis ambientais de material particulado (Kunzli et al., 2001). Os efeitos ou desfechos podem ser enormemente modificados em função da composição da poluição, e alguns poluentes que causam maior impacto já foram devidamente identificados; vêm sendo estudados e seus efeitos avaliados de forma isolada ou combinada com um ou mais componentes. Há ainda a questão dos diâmetros das partículas, no caso de material particulado que influi na capacidade de penetrar profundamente no sistema respiratório e causar maior ou menor dano à saúde (Curtis et al., 2006).

As fontes destes poluentes podem ser móveis, normalmente veículos automotores (carros, caminhões, ônibus, motocicletas, e ainda barcos e

aviões), e estacionárias tais como indústrias, obras, incineradores e fogo artificial ou de combustão espontânea, ressuspensão e aerossóis naturais.

Os **Critérios de Qualidade do Ar** enfocam principalmente os agentes considerados mais nocivos à saúde: dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃), material particulado (PM₁₀ ou PM_{2,5}) e chumbo, resultantes das atividades citadas (Molnár et al., 2006). Quase todos afetam os sistemas respiratório e cardiovascular, a exceção do chumbo, embora os efeitos variem de acordo com a dose e o tempo de exposição (Pope, Dockery, 2007, Koppe et al., 2006; Bell et al., 2002).

Outras preocupações dizem respeito aos possíveis riscos de agentes para os quais não existe uma avaliação satisfatória ou monitoramento permanente nos ambientes, tais como: compostos orgânicos voláteis, sulfatos, cloretos, metais e dioxinas.

Há evidências de incremento no adoecimento da população submetida às condições ambientais adversas, devido não somente às questões de ordem qualitativa ou quantitativa de emissões, mas também às condições desfavoráveis de dispersão dos poluentes, tais como baixas temperaturas, inversão térmica e baixa velocidade dos ventos, que são determinados pelas

condições climáticas e ainda pelas características topográficas das regiões em que se localizam os aglomerados urbanos (OPAS. OMS, 2008b).

1.1 POLUENTES

Material Particulado: (PM₁₀, PM_{2,5}, e PM_{0,1}).

Material particulado é uma designação genérica de partículas das mais diferentes composições químicas, mas com diâmetros que variam de grossos a finos e ultrafinos. Estas partículas podem ser divididas em grossas com diâmetro entre 10 µm a 2,5 µm, finas com diâmetro menor que 2,5 µm, e menores que 0,1 µm ou ultrafinas (Chen et al., 2007b). Os efeitos à saúde variam de aumento do risco de doenças cardiovasculares a inflamações crônicas pulmonares e redução das funções pulmonares (Pope, Dockery, 2006) ao aumento de crises de asma (Curtis et al., 2006).

Ozônio: (O₃)

O ozônio (O₃) como poluente, ou seja, nas camadas mais baixas da atmosfera, é criado a partir de uma série complexa de reações fotoquímicas, envolvendo compostos orgânicos voláteis (COV) e dióxido de nitrogênio (NO₂). Estes precursores migram por muitos quilômetros formando o ozônio desde as suas fontes originais até grandes distâncias, e por sua formação depender da insolação, os períodos de pico são nos meses de verão e em horas próximas ao meio dia. Este poluente está associado ao aumento de crises de asma, bronquite e doenças pulmonares obstrutivas crônicas

(DPOC), tosse crônica em crianças e idosos, e redução das funções pulmonares em crianças (Curtis et al., 2006).

Dióxido de Nitrogênio: (NO₂)

A principal fonte de monóxido e dióxido de nitrogênio é a queima de combustíveis fósseis. O monóxido, contudo, é convertido em dióxido de nitrogênio por oxidação. Este poluente além de ser um importante precursor do ozônio pode ser convertido em ácido nítrico, e está associado a efeitos e desfechos adversos à saúde em diversos estudos. O incremento de efeitos à saúde associados a este poluente são DPOC, pneumonia e bronquite em idosos e crianças entre outros (Curtis et al., 2006).

Dióxido de Enxofre: (SO₂)

O enxofre pode advir de diversas fontes como o petróleo, e metais em estado bruto. A formação do dióxido de enxofre se dá pela oxidação do elemento, e sua presença na atmosfera pode levar a formação de ácidos (H₂SO₃ e H₂SO₄) e provocar chuva ácida. Como poluente, está associado a efeitos e desfechos adversos à saúde também. Entre os efeitos deste poluente estão: Chiado, tosse, bronquite aguda e pneumonia (Curtis et al., 2006).

Monóxido de Carbono: (CO)

O monóxido de carbono é produzido pela queima incompleta de carbono em reações de combustão, em especial de veículos automotores. Como os

demais poluentes supracitados, possui impactos nos efeitos e desfechos de saúde mais estudados pelos epidemiologistas da área. Este poluente se associa a crises de asma e DPOC (Curtis et al., 2006)

Chumbo: (Pb)

O metal tem efeitos deletérios à saúde e normalmente tem como fonte combustíveis aditivados ou indústrias. Sua contribuição para a poluição foi reduzida com a proibição do uso do tetraetil de chumbo como aditivo na gasolina (Curtis et al., 2006). Este poluente está associado a efeitos neurológicos (Chen et al., 2007a).

O clima pode potencializar os impactos destes poluentes, uma vez que influi na sua dispersão na atmosfera em caso de inversões térmicas, ausência de ventos, ou ainda deixar a população exposta mais suscetível devido a alterações de temperatura (Chen et al., 2007b).

Uma revisão dos estudos realizados recentemente em poluição do ar e saúde avaliou o trabalho de mais de 35 pesquisadores em uma reunião do AIRNET em 2003, com cerca de 200 pesquisadores de todo o mundo, e demonstrou como já previsto que as crianças são particularmente suscetíveis à poluição do ar, tendo como resultados da exposição morbidade e decréscimo das funções pulmonares. Estudos com biomarcadores também começam a ser realizados, aqueles com avaliações espaciais de exposição e desfechos possuem destaque, e atenção redobrada está sendo dada a

evolução do tráfego como uma fonte em crescimento de emissões de poluentes ao nível global. Os poluentes, mesmo quando padrões de emissão foram respeitados, continuaram a produzir um impacto em efeitos e desfechos (Krewski et al., 2007).

1.2 ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS

Os estudos realizados sobre a relação entre poluição do ar e saúde podem ser divididos por tipos de desenho de estudo, sendo que os mais difundidos são os estudos de séries temporais de mortalidade, internação ou atendimentos emergenciais diários, e estudos de painel com grupos suscetíveis (Samet, 2002).

Podem organizar-se em torno de poluente, ou poluentes específicos, e os mais usados são: material particulado PM_{10} e $PM_{2,5}$, ozônio (O_3), dióxido de nitrogênio (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), e monóxido de carbono (CO). Podem ainda investigar efeitos ou desfechos específicos, tais como: excesso de mortes, hospitalizações por causas respiratórias ou cardiovasculares, visitas a unidades de saúde, absenteísmo na escola ou trabalho, uso de medicamentos, prevalência de sintomas respiratórios ou cardiovasculares. Para estes efeitos e desfechos podemos ainda verificar se os mesmos são agudos ou crônicos, e finalmente como se distribuem por faixa etária, sexo,

e condições socioeconômicas (Kunzli et al. 2001, Samet 2002, Curtis et al. 2006, Pope, Dockery 2006).

A complexidade de desenhos de estudos, tipos de efeitos e desfechos investigados, os possíveis fatores de confusão, e o arcabouço estatístico utilizado podem levar a diferentes magnitudes nas descobertas como será visto nos diversos exemplos a seguir em diversas partes do mundo, e em particular no Brasil. O consenso foi construído com a imensa gama de estudos realizados e vem sendo aprofundado com os novos estudos.

Os estudos usados na investigação da relação entre poluição do ar e saúde são os ecológicos exploratórios ou analíticos. Em todo o mundo estudos deste tipo vêm sendo realizados com resultados consistentes e permitindo inclusive estudos de meta-análise. Os principais são os de Séries Temporais, de Coorte e Transversal (Krewski, Rainham, 2007).

Na Europa vêm sendo realizados esforços para integrar as políticas nas áreas de controle da poluição do ar através do AIRNET, rede europeia de financiamento para a área de Poluição atmosférica e Saúde, com o desenvolvimento do *Clean Air for Europe* CAFE (van Bree et al., 2007).

Na Europa e Estados Unidos, por suas características de preocupação ambiental e compromisso com a pesquisa, há uma produção mais intensa, mas na Ásia, América Latina, Canadá e México muito se têm produzido em

termos de estudos, e no Brasil estes se iniciaram em São Paulo, chegando rapidamente a outras metrópoles e cidades.

1.3 EUROPA

Considerando-se os episódios de efeitos agudos da poluição na Bélgica, e em Londres nas décadas de trinta e cinquenta respectivamente, não é surpreendente a preocupação com a questão no continente.

Um estudo realizado na Áustria, França e Suíça por Kunzli et al. (2000) mostrou que 6 % das mortes totais poderiam ser atribuídas à poluição do ar, ou seja, mais de 40.000, cerca de metade delas estariam relacionadas com a exposição ao tráfego, mais de 25.000 casos novos de bronquite em adultos e de 290.000 em crianças, mais de 0,5 milhão de crises de asma e mais de 16 milhões de pessoas-dia de restrições às atividades. Foram encontrados, ainda, na Suíça impactos na saúde, as alergias ao pólen na proximidade de rodovias sugeriam interações deletérias com os poluentes atmosféricos (Wyler et al., 2000).

Outro estudo de séries temporais de 1990 a 2000, realizado nas maiores cidades da Inglaterra, buscou correlações entre mortalidade infantil e poluição do ar. Apenas o dióxido de enxofre apresentou significativo impacto na mortalidade, pois para um incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o risco relativo foi de 1,02 (1.01 – 1.04, IC - 95% de intervalo de confiança) (Hajat et al., 2007).

Na Suécia, avaliações qualitativas da poluição e da exposição *indoor*, ou interna, e *outdoor*, ou externa, também foram investigadas. A composição do PM_{2,5} em área externa, apesar da influência dos valores de base da concentração de elementos da atmosfera, apresentava forte correlação com elementos de processos de combustão como enxofre(S), vanádio (V) e chumbo (Pb) e poeira ressuspensa com titânio (Ti) ferro (Fe) e zinco (Zn), demonstrando que análises qualitativas devem ser consideradas nas investigações dos impactos da poluição atmosférica na saúde (Molnár et al., 2006).

Na Alemanha, uma investigação de dados entre 1995 e 2001 avaliou o impacto de material particulado ultrafino através de técnicas de espectrometria para caracterizar partículas de 0,01 a 0,5 µm e de 0,1 a 2,5 µm. Associações significativas foram encontradas entre concentrações elevadas de partículas ultrafinas e mortalidade total e cardio-respiratória com 4 dias de defasagem da exposição. Para a mortalidade total, um incremento de 0,0000009748 µm/m³ nas partículas ultrafinas resultou em um risco relativo RR de 1,029 (95% IC 1,003-1,055), e para mortalidade cardio-respiratória, um (RR) de 1,031 (95% IC 1,003-1,060), demonstrando que a combustão recente geradora de partículas ultrafinas tem potencial impacto à saúde (Stölzel et al., 2007).

O advento da União Européia e a possibilidade de ações conjuntas para adequação dos critérios ambientais influíram na difusão da pesquisa e ação integrada de órgãos fiscalizadores. O *Air Pollution and Health: A European Information System* Apheis criado em 1999, é um sistema europeu de vigilância em saúde pública voltado para a divulgação de informações em poluição do ar e saúde para profissionais de saúde ambiental, gestores e público em geral. Recentemente, dois grandes estudos foram realizados por pesquisadores ligados ao Apheis sobre os impactos de material particulado PM_{10} e $PM_{2,5}$ na saúde em 19 e 23 cidades respectivamente. Na pesquisa em 19 cidades, Medina et al. em 2007 analisaram efeitos agudos e crônicos de PM_{10} , os índices encontrados variaram de 14 -73 $\mu g/m^3$ nas cidades estudadas e a população exposta era de cerca de 32 milhões de habitantes. Os índices de mortalidade por 100.000 habitantes variavam em Paris de 470, Roma de 525 e 596 em Londres até 1127 em Bucareste. Neste estudo viu-se que após a homogeneização de critérios para a coleta de dados ambientais e de saúde que uma redução de 5 $\mu g /m^3$ (95% de intervalo de confiança) poderia prevenir anualmente de 3.300 a 7.700 mortes prematuras, das quais 500 a 1.000 por efeitos de exposição de curta duração. Ao tratar-se do estudo de 23 cidades e do impacto de $PM_{2,5}$ a investigação se detêm em efeitos de longas exposições, a metodologia da Organização Mundial de Saúde e o guia do Apheis para coleta de dados foi seguida e chegou-se a conclusão que 16.926 mortes prematuras poderiam ser evitadas com uma redução em cada cidade de 15 $\mu g/m^3$ de $PM_{2,5}$;

sendo 11.612 por causas cardiopulmonares e 1901 por câncer de pulmão (Boldo et al., 2006).

1.4 ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA)

Os Estados Unidos possui um grande número de pesquisas investigando a poluição do ar e saúde, destacam-se os estudos de séries temporais e os de coorte. Nestes estudos, resultados consistentes foram encontrados entre material particulado e mortalidade cardio-respiratória, não somente em estudos de uma única cidade, mas também em estudos envolvendo várias cidades simultaneamente. Associações de longos períodos de exposição e efeitos na saúde foram verificadas, por exemplo, nos estudos de coorte das seis cidades de Harvard e da *American Cancer Society* (ACS), e os desfechos normalmente avaliados são mortalidade por câncer de pulmão ou doenças cardiovasculares, biomarcadores sanguíneos de risco cardiovascular, marcadores histopatológicos de inflamações crônicas por danos ao pulmão, e arteriosclerose subclínica, e doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC) (Pope, Dockery, 2006; Krewski et al., 2007).

Para avaliar efeitos de curto prazo da poluição do ar na saúde são usados como indicadores: Mortalidade cardiovascular e internações hospitalares, mortalidade e internações hospitalares por derrame cerebral, infartos, inflamações pulmonares sistêmicas e estresse oxidativo, alteração das funções cardíacas, vaso-constricção arterial e outros (Pope, Dockery, 2006).

Segundo Curtis et al. (2006) seriam incluídos como efeitos da poluição além de efeitos cardiovasculares e respiratórios: Câncer, danos ao sistema reprodutivo e neurológico, e também a exacerbação da asma e seus sintomas.

Os impactos dos principais poluentes foram investigados em diversos estudos. Em Boston foi encontrada associação entre internações por infarto do miocárdio e pneumonia e o dióxido de nitrogênio NO₂, (variação de 12,7% (IC 95% 5,8 -18)), PM₁₀ (Incremento de 8,6 % (IC 95% 1,2 -15,4); e PM_{2,5} (Incremento de 6,5 % (IC 95% 1,1 -11,4) e monóxido de carbono CO (Incremento de 5,5% (95%IC 1,1- 9,5)), respectivamente (Zanobetti, Schwartz, 2006).

Um grande estudo realizado em 90 cidades norte-americanas patrocinado pelo *National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study* (NMMAPS), atualizou dados de estudos prévios sobre a mortalidade associada a PM₁₀ encontrando um aumento de 0,27 % com modelo aditivo generalizado ou 0,21 % quando usado um modelo linear generalizado na análise, para um incremento de 10 µg/m₃ no PM₁₀ (Dominici et al., 2005).

O estudo das seis cidades de Harvard levantou questionamentos à efetividade do padrão de qualidade do ar do *Environmental Protection Agency* (EPA) para PM_{2,5} na proteção à saúde, e deste modo a indústria ,

organizações não governamentais e a própria EPA solicitaram a validação do mesmo com uma re-análise independente. Os resultados foram mantidos, inclusive os 26% de aumento na mortalidade por todas as causas na cidade mais poluída, malgrado discrepâncias de pequena monta que foram encontradas, as quais foram: duas causas e datas de morte em 250 avaliadas e 14 e 15 discrepâncias na exposição à poeira e hábito de fumar em 249 dos questionários respectivamente (Krewsky et al., 2005).

No estudo de caso-controle de Tonne et al., 2007: O grupo residia próximo à rodovia de tráfego intenso e os controles não. Os resultados mostraram um aumento nas chances de infarto do miocárdio proporcional entre os casos, quanto mais próximos ao tráfego esses residiam, ou seja, 4% (IC95 % 2 - 7%) para proximidade de tráfego e 5% (95% 3 - 6%) para proximidade da principal rodovia.

Um outro estudo avaliando também a variação espacial dos impactos da poluição por veículos automotores encontrou as seguintes distâncias como zona de impacto da poluição: 100-400 m para material particulado ou carbono elementar, 200-500 m para dióxido de nitrogênio, e 100-200m para partículas ultrafinas, já que estas têm vida-média curta por agregarem-se formando partículas maiores (Zhou, Levy, 2007).

Ainda nesta linha, outra pesquisa avaliou comparativamente a poluição por gasolina e a mistura de etanol e gasolina versus a mortalidade e internações por câncer em Los Angeles (L.A.) e nos EUA. A mistura de etanol e gasolina (85 – 15%) mostrou um incremento na mortalidade, internações hospitalares e casos de asma relacionados ao ozônio de 9% em L.A. e 4 % nos EUA. Verificou-se ainda que um aumento na produção de acetil peróxido de nitrato e benzeno, fatores de risco para o câncer, embora de pequenas proporções. Esta investigação deixa entrever que é pouco provável que, mudanças nos combustíveis automotores poderão, em curto prazo, reduzir os riscos da poluição do ar à saúde da população (Jacobson, 2007). Uma meta-análise investigando os efeitos do ozônio, com 39 estudos de séries temporais acharam fortes evidências do efeito do ozônio na mortalidade, doenças cardiovasculares e respiratórias. Um incremento de 10 ppb de ozônio na atmosfera com um ou dois dias de defasagem induzia a um aumento de 0,87 % na mortalidade total (95% IC 0,55 – 1,18%), e quando não havia tempo de defasagem de 0,25% (0,12 – 0,39%), contudo um provável viés de publicação foi encontrado já que todos os achados eram superiores ao do NMMAPS (Bell et al., 2005).

A necessidade de combustíveis seguros persiste do ponto de vista da saúde pública e os estudos com eletricidade e hidrogênio poderiam ser as alternativas mais viáveis.

Esta seleção mostra uma grande variedade e atualidade nos estudos empreendidos nos EUA, muitos mais poderiam ser agregados, mas também

em outros países, estudos vêm sendo desenvolvidos com a replicação de alguns destes apresentados e novos desenhos.

1.5 AMÉRICA LATINA

Grandes cidades como Santiago, Cidade do México e São Paulo, entre outras, registram eventos de poluição que excedem os parâmetros determinados pela OMS, ou legislações locais (Cifuentes et al., 2001).

Em contrapartida desenvolveram extensa pesquisa sobre o adoecimento e a mortalidade dos diversos grupos populacionais expostos, e em especial os mais suscetíveis, ou seja: crianças, idosos e doentes com problemas respiratórios ou cardiopatias (Cifuentes et al., 2001).

Para avaliação dos impactos econômicos destes efeitos e desfechos em saúde evitáveis um estudo foi desenvolvido (Bell et al., 2005). Diferentes cenários foram estudados para 2020 nas três cidades: Santiago, Cidade do México e São Paulo, nestes cenários foram estimados os custos de efeitos e desfechos em saúde pública e de sua prevenção pela redução das emissões de poluentes. Na Cidade do México esta redução (10%) em 2020 preveniria 3.300 mortes, em Santiago 500 hospitalizações, e quase 800.000 crises de asma em São Paulo. Nas três cidades o número de mortes prematuras infantis (3.700) e adultas (153.000) poderia ser evitado com a intensificação

das políticas de controle da poluição. Poderiam ainda ser evitadas 60.000 internações por causas respiratórias, 300.000 consultas médicas infantis, e mais de 700.000 visitas à emergência por causas respiratórias. Outros efeitos preveníveis são: Acima de 4 milhões de crises de asma, quase 24 milhões de dias com restrições nas atividades e mais de 8 milhões de dias de trabalho perdidos. Em termos financeiros, em 2020 os valores economizados seriam de \$21 bilhões (custos médicos) até 165 bilhões (custos totais) (Bell et al., 2006).

Um estudo transversal realizado em Guadalajara no México investigou as correlações entre os principais poluentes, PM₁₀, SO₂, O₃, NO₂ e CO e infecções agudas em crianças menores de cinco anos. Foram encontrados efeitos do NO₂ (r=0,09) e CO (r=0,05) nas infecções agudas mesmo quando os padrões de emissão eram respeitados (Ramírez-Sánchez et al., 2006).

Em Santiago, um outro estudo avaliou os efeitos à saúde em um centro sentinela locado na área de monitoramento com o maior índice de dias que excedem a norma para emissões de material particulado (PM₁₀ =150µg/ m³ em 24 horas) em contraste com o restante da Região Metropolitana (RM) de Santiago. As prevalências foram de 26,45% (p< 0,01) no centro sentinela e 20,11% (p < 0,01) na RM para DPOC em crianças menores de 15 anos, e de 2,7 % (p< 0,01) e 1,3% (p< 0,01) para pneumonia no centro sentinela e RM para o mesmo grupo, respectivamente (Prieto et al., 2007).

1.6 BRASIL

Vários estudos foram realizados em São Paulo desde o final da década de 80, mais recentemente podemos citar em 2001 um estudo que investigou os efeitos na saúde de crianças e adolescentes com idades variando de 0 a 19 anos distribuídos em cinco categorias: 0-2; 3-5; 6-13 e 14-19 anos. Os dados de internações diárias por causas respiratórias de janeiro de 1993 a novembro de 1997 foram obtidos no sistema nacional de informações em saúde DATA-SUS. Os poluentes investigados para correlação com os dados de saúde foram os mais associados aos efeitos investigados e monitorados pelo Centro de Tecnologia em Saneamento Básico do estado de São Paulo (CETESB), PM_{10} , SO_2 , O_3 , NO_2 e CO, os resultados apresentados mostraram o maior efeito na faixa etária de 0 - 2 anos com um incremento de 9,4 % (95% IC 7,9 -10,9) nas internações a cada interquartil de aumento do PM_{10} , seguido do grupo de 14 -19 anos com um aumento de 5,1% (95% IC 0,3 - 9,8), por interquartil de aumento do PM_{10} . O aumento do CO apresentou um incremento de 11,3% (95% IC 5,9 – 16,8) por interquartil nas internações por causas respiratórias. O PM_{10} manteve seu comportamento mesmo quando foi utilizado um modelo com os vários poluentes, entretanto, os efeitos do SO_2 e demais poluentes foi consideravelmente reduzido (Braga et al., 2001).

Em outro estudo em São Paulo, Martins et al.(2002) investigaram os impactos da poluição do ar na saúde de idosos. Os desfechos investigados

foram pronto-atendimentos por pneumonia e gripe em maiores de 65 anos, os dados de saúde foram obtidos no hospital-escola de referência de São Paulo. Os poluentes relacionados aos despechos foram SO_2 e O_3 , mesmo quando controladas variáveis de confusão. Para aumentos nos interquartis 25 % - 75% no O_3 ($38,80 \mu\text{g}/\text{m}_3$) e SO_2 ($15,05 \mu\text{g}/\text{m}_3$), observou-se acréscimos de 8,07% e 14,5 %, nos pronto-atendimentos por pneumonia e gripe, respectivamente, no grupo estudado.

Em Curitiba, Bakonyi et al. (2004) investigaram a associação entre fumaça, material particulado, NO_2 e O_3 , e doenças respiratórias em crianças, encontrando como resultado que um aumento de $40,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na média móvel de três dias de fumaça, e $\alpha = 5\%$, esteve associado a 4,5% (95% IC 1,5 – 7,6) de incremento nas consultas por doenças respiratórias.

Nos estudos acima vemos claramente os efeitos em grupos suscetíveis da poluição atmosférica, isso levou há novas investigações nestes grupos com despechos e fontes de poluição variadas. Os despechos de origem cardiovascular despertaram especial interesse por serem, no Brasil, um problema de saúde pública.

Em São Paulo, Martins et al., Cendon et al. e Gouveia et al. (2006) realizaram estudos investigando estes tipos de despecho.

No primeiro estudo Martins et al. (2006) investigaram as estruturas de defasagem entre a exposição à poluição e os desfechos, ou seja, hospitalizações por causas cardiovasculares e por gênero. Estas investigações demonstraram um impacto acentuado nos desfechos, relacionado às variações de concentração dos poluentes quando não havia defasagem entre a exposição e os mesmos, e as mulheres como o grupo mais afetado, contrapondo-se, por exemplo, a estudo prévio realizado nos EUA em 2003. Os valores calculados para um aumento interquartil em PM_{10} ($26,21\mu g/m^3$) e SO_2 ($10,73\mu g/m^3$) estavam associados respectivamente a um aumento de 3,17% (95% IC 2,09 - 4,25) e 0,89% (95% IC 0,18 -1,61) nas doenças cardiovasculares sem defasagem.

Cendon et al. (2006) investigaram um desfecho específico o infarto do miocárdio, o estudo de séries temporais usou dados de 1998-99 do DATA-SUS da cidade de São Paulo, para idades superiores a 64 anos. Quase 70% dos casos de infarto investigados foram atendidos nas enfermarias, todavia os casos que necessitaram de tratamento intensivo foram mais associados à poluição. Todos os poluentes tiveram associação positiva com o desfecho, mas o SO_2 teve a associação mais significativa.

Um aumento na concentração do SO_2 de um interquartil induz um aumento de 13% (95% IC 9–19), nas internações em unidades de tratamento intensivo (UTI), e 8% (95% IC 2 -13) nas internações em enfermaria. Como

indicador de efeito da poluição os casos encaminhados a Unidade de Terapia Intensiva (UTI) foram mais representativos.

E no estudo de Gouveia et al. (2006) as investigações com crianças e idosos foram concomitantes para causas respiratórias e cardiovasculares. Os grupos suscetíveis foram: os idosos com a investigação de desfechos relacionados a doenças cardiovasculares, e as crianças com doenças respiratórias como desfecho, conforme largamente difundido na literatura sobre o assunto.

O estudo de série temporal verificou que o maior número de internações, entre as investigadas, foi de doenças circulatórias em idosos, seguida das respiratórias em crianças. Entre todas as internações na faixa etária estudada (<5 anos), cerca de 30 % correspondiam às causas respiratórias, e dentre estas, a maior incidência foi de pneumonia. No outro grupo (> 64anos), as internações por doença isquêmica do coração correspondiam a 14% das internações nesta faixa etária. Todos os poluentes, com exceção do ozônio estavam associados significativamente aos desfechos estudados. Por exemplo, no PM₁₀ um aumento de 10 µg/m³ conduziu a um incremento nas admissões em crianças de 4,6% para asma e 4,3% para DPOC. Para os idosos o mesmo aumento em PM₁₀ conduziu a 1,5% de incremento em admissões por doenças isquêmicas do coração.

Dois outros estudos realizados em cidades de porte médio do estado de São Paulo, Piracicaba e Araraquara, investigaram os impactos da poluição atmosférica oriunda da queima da cana em idosos e crianças, e nas internações por asma, respectivamente.

No primeiro caso os grupos estudados foram crianças menores de 13 e idosos maiores que 64 anos, e os desfechos investigados foram as internações por causas respiratórias. Neste estudo as emissões foram medidas de forma convencional, mas uma pesquisa qualitativa foi adicionada para a avaliação das especificidades deste tipo de poluição. A análise elementar de PM_{10} e $PM_{2,5}$ encontrou os metais: Alumínio (Al), Potássio (K), Manganês (Mn), e ainda Silício (Si) e Enxofre (S). O incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nas concentrações de $PM_{2,5}$ e de $42,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em PM_{10} corresponderam a um aumento de 21,4 % (95% IC 4,3 – 38,5) e 31,03 % (95% IC 1,25 – 60,21) nas internações de crianças e idosos respectivamente. As diferenças na poluição e desfechos, entre os períodos de queima de cana em relação aqueles sem queima, entre os meses de abril de 1997 a março de 1998, demonstraram que esta atividade exercia forte influência na poluição e os elementos encontrados na análise estavam associados aos desfechos para ambos os grupos estudados (Cançado et al., 2006).

O segundo estudo avaliando a poluição de queima de cana foi em Araraquara, e investigou como desfecho as internações por crises de asma. O período de estudo foi de março de 2003 a julho de 2004, o parâmetro de poluição estudado foi o PTS (partículas totais em suspensão), a amostragem foi realizada no centro da cidade em amostrador tipo “Hi-vol” que recolhe as partículas por deposição em filtros. Um efeito agudo foi encontrado com um dia de defasagem para o aumento da poluição e permaneceu inalterado por mais quatro dias, ou seja, um aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos dias 1 a 5 após o aumento da poluição influenciou o número de admissões por asma. O incremento encontrado foi de 11,6% (95% IC 5,4 – 17,7) (Arbex et al., 2007).

Como observado nestes estudos, outra realidade a ser enfrentada é a de que menores aglomerados populacionais, tais como cidades de médio porte, podem apresentar contaminação preocupante, e em muitos casos o desenvolvimento econômico com a instalação de complexos industriais, ou o fluxo intenso de tráfego associado às condições de dispersão de poluentes desfavoráveis induzem a sujeição destas populações a riscos elevados, sobretudo nos grupos mais suscetíveis.

Muitos desfechos foram utilizados para avaliação dos impactos da poluição do ar na saúde, e um dos mais estudados é a asma, devido à sua prevalência em todo o mundo e das suscetibilidades dos portadores desta doença aos efeitos da poluição. Além disso, as crianças, como grupo

suscetível, são de extremo interesse para a saúde pública por suas implicações atuais como custos de medicamentos e consultas, absentismo escolar e do trabalho para os pais, e também pela possibilidade de um enorme contingente de crianças e adolescentes terem seu desenvolvimento comprometido pelos efeitos da poluição atmosférica.

1.7 ESTUDOS COM ASMA COMO DESFECHO

A asma, como desfecho de saúde associado à poluição, vem sendo estudada há bastante tempo e por todo o mundo. Em 1999 em Taiwan, um estudo investigou a prevalência da asma em crianças e adolescentes de 13 a 15 anos, associando-a ao clima e poluentes. Os resultados mostraram que a asma e seus sintomas estavam associados às temperaturas amenas, à umidade do inverno e à poluição por tráfego, em especial os poluentes CO e NO₂ para ambos os sexos, (Guo et al., 1999). É de grande interesse para os pneumologistas e epidemiologistas a investigação da asma e seus sintomas, por esta razão uma metodologia de avaliação foi desenvolvida e validada em diversos países do mundo. A metodologia consta de questionário com dezoito perguntas, seis para asma e seus sintomas, seis para rinite e seus sintomas, e por fim mais seis para eczema e outras reações alérgicas, o *International Study of Asthma and Allergies in Childhood*, ISAAC. Este questionário, dividido em três módulos, produz

indicadores de prevalência e se associados à poluição atmosférica, de suscetibilidade a esta poluição.

Na América Latina nove países com dezessete locais de pesquisa participaram deste estudo internacional. Como vantagens desta metodologia têm-se o custo baixo e o fato de serem auto-aplicáveis. Os resultados de prevalência variaram de 5,5 -28 %, na faixa etária de 13-14 anos e de 4,1 – 26,9 % na faixa de 6 -7 anos, para chiado no peito ou simplesmente chiado nos últimos doze meses, as variações foram de 6,6 -27% e 8,6 – 32,1% para crianças 13 a 14 e 6 -7 anos, respectivamente (Mallol et al., 2000).

Como indicadores de asma podem-se utilizar outras metodologias como o aumento da utilização de medicamentos broncodilatadores. Em um estudo de painel realizado na Alemanha von Klot et al. (2002) investigaram este parâmetro associando-o à exposição à partículas finas e ultrafinas, encontrando um incremento no uso destes medicamentos. Nos EUA, oito áreas urbanas foram investigadas em um estudo de coorte com 846 crianças asmáticas. O desfecho estudado foi o *peak expiratory flow* ou pico de capacidade expiratória na manhã ou fim de tarde. Nenhum dos poluentes esteve associado a variações vespertinas no modelo multi-poluentes, contudo o ozônio apresentou uma associação pela manhã diminuindo a cada interquartil de 0,59 % (95% IC 0,13 – 1,05%), para defasagem de 5 dias. Nos modelos com um único poluente todos estiveram associados a um

aumento na razão de chances *Odds Ratio* (OR) de sintomas matinais, quando a defasagem era de 2 dias para PM_{10} , o OR =1,26 (95% IC 1,0 – 1,59) e para SO_2 , o OR =1,32 (95% IC 1,03 – 1,70); para NO_2 com 6 dias de defasagem, OR =1,48 (95% IC 1,02 – 2,16), e para o O_3 OR =1,16 (95% IC 1,02 – 1,30) com 4 dias de defasagem.

Vários outros estudos investigaram a relação entre asma em crianças e poluição atmosférica, na Coreia, Kim et al. 2005 investigaram sua relação com a exposição a compostos voláteis e hidrocarbonetos aromáticos. Na Austrália e Nova Zelândia, Barnett et al. (2005) avaliaram as associações com PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 e SO_2 . Em Hong Kong, Lee SL et al. (2006) conduziram um estudo em que as investigações que incluíam todos os poluentes já citados, acrescido do O_3 . Associações foram encontradas em todos estes estudos. Enquanto no primeiro biomarcadores de exposição foram usados, nos dois outros as admissões hospitalares foram os desfechos utilizados.

Em 2006 e 2007 outros estudos realizados avaliavam impactos à saúde, na Grécia compararam-se as condições respiratórias de escolares da área urbana e rural (Priftis et al., 2007), na Coreia estratificaram-se os resultados por nível socioeconômico e área de residência (Lee J-T et al., 2006; Kim et al., 2007) e nos EUA avaliaram-se fatores de risco na família em cidades de pequeno porte. (Warman et al., 2006). Os resultados, como esperado,

mostraram que a longa exposição à poluição em áreas urbanas impactava a saúde dos grupos estudados, tanto nas prevalências de sintomas de asma como na redução de fluxo respiratório no estudo grego. Em Seul, na Coréia, os resultados apontavam para a importância do controle do status socioeconômico como fator de confusão. No estudo de Warman et al. (2006) vários possíveis fatores de confusão tiveram seu impacto avaliado no desfecho, entre eles a baixa adesão aos medicamentos, fumo no ambiente doméstico, deficiências no sistema de saúde e até mesmo crenças pessimistas com relação ao desfecho. Ainda nesta linha, outro estudo de Clougherty et al., 2007 achou associações entre a exposição ao tráfego e em especial ao poluente NO₂ e o desfecho asma. Como agravante, a exposição concomitante à violência potencializava este impacto, mesmo quando os fatores de confusão foram controlados.

A proximidade das fontes de poluição também pode influir na associação entre poluentes e desfecho. Assim, morar próximo a grandes fontes de emissão (>100 ton./ano) aumenta o risco de ataque de asma em 108% ($p < 0,05$) (Loyo-Berríos et al., 2007).

Os efeitos e desfecho em si podem ser modificados por fatores outros além da poluição ambiental, e esses merecem atenção, para que vieses sejam evitados.

1.8 ESTUDOS USANDO O QUESTIONÁRIO DO *INTERNATIONAL STUDY OF ASTHMA AND ALLERGIES IN CHILDHOOD* (ISAAC)

Vários estudos utilizam como metodologia de avaliação de indicadores de saúde o questionário ISAAC, validado em diversos países inclusive o Brasil. Esta metodologia consta de questionário com três módulos, cada um deles com seis perguntas que são indicadoras da presença de asma no módulo I, alergias respiratórias no módulo II, ou infecções cutâneas no módulo III.

Na Costa Rica, um estudo dividido em três fases foi realizado com dados de 1989 a 1998. Na primeira fase deste estudo foram distribuídos questionários a 3.000 pais, deste total, 2.682 questionários foram respondidos, totalizando 89,4%. As idades das crianças e adolescentes pesquisados variou entre 5 e 17 anos, as questões se referiam a sintomas respiratórios, hábito de fumo, presença de infecções e diagnóstico de asma. Nas duas outras fases o questionário ISAAC foi utilizado. Na fase dois, 7.000 questionários foram distribuídos e 6.144 respondidos (87,8%), nesta amostra 2.944 crianças estavam na faixa etária de 6 -7 anos e 3.200 na faixa de 13 - 14 anos. Na fase três 1.500 questionários foram enviados e 1.150 respondidos (74%), crianças de dez anos foram pesquisadas. O resultado para a prevalência de asma e sintomas correlatos na primeira fase foi de 23,4%, nas fases subseqüentes com o ISAAC para a pergunta referente a chiado nos últimos doze meses as prevalências foram de 27,7(p< 0,001), e 27,1% (p=0,01)

respectivamente. Mesmo sem avaliar as correlações com a poluição, este estudo dá uma idéia das prevalências esperadas para a doença e seus sintomas (Soto-Quiros et al., 2002).

No Brasil, o questionário ISAAC foi validado em português e diferentes estudos foram realizados. Solé et al. (2006) realizaram em diversas cidades brasileiras um estudo que encontrou prevalências para asma que variavam de 19 - 24,3%, neste estudo 23.422 pais responderam questionários de crianças de 6 a 7 anos, e 58.144 adolescentes de 13 a 14 anos também os responderam. Em São Paulo, outro estudo encontrou uma prevalência de asma de 24,4% usando o ISAAC em uma amostra, na qual dos 5040 questionários enviados aos pais de crianças de 6 - 7 anos, 3.312 foram respondidos (Lima et al., 2007). No Rio de Janeiro, Kuschnir et al. (2007) encontraram prevalências de chiado, sintoma preditor de asma em qualquer ocasião, e chiado nos últimos doze meses nos valores de 11, 7 e 26 % respectivamente.

Entre os estudos mais recentes, usando o questionário relacionado aos efeitos da poluição atmosférica, pode-se citar em Taiwan um estudo com dados de outubro de 1995 a março de 1996 investigando fatores de risco relacionados à asma, poluição do ar e clima. O estudo foi conduzido com estudantes com idades de 12 a 15 anos, do total de 1.139.452 alunos, 89% preencheram o questionário ISAAC, e ainda 64.660 estudantes tiveram suas

funções pulmonares avaliadas em exames auxiliares do diagnóstico de asma. Os resultados mostraram que mesmo quando os padrões de qualidade do ar eram obedecidos, efeitos eram encontrados no grupo mais suscetível, ou seja, os asmáticos.

Os fatores de confusão controlados foram: Idade, fumo, fumante na residência, hábito de beber, educação dos pais, prática de exercícios, rinite, eczema, e clima. Após estes controles, os poluentes NO_x , PM_{10} e O_3 apresentaram associação com as crises de asma em estudantes asmáticos, uma associação entre clima e poluentes também foi encontrada em relação às crises de asma, (Ho et al., 2007).

Em Hong Kong um estudo investigou as internações de crianças por asma relacionada aos poluentes SO_2 , NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ e O_3 . Como resultados deste estudo realizado com dados das hospitalizações de menores de 18 anos entre os anos 1997 e 2002 encontrou-se: Os incrementos de hospitalizações foram para o NO_2 com defasagem de exposição de 3 dias 5,64% (IC 3,21 – 8,14), com defasagem de 4 dias 3,67% (IC 1,52 – 5,86) para PM_{10} e 3,24% (IC 0,93 – 5,60) para $\text{PM}_{2,5}$, e com defasagem de 2 dias para O_3 de 2,63% (IC 0,64 -4,67). O efeito do SO_2 foi perdido após os ajustes para temperatura, umidade, dias úteis, feriados, internações por gripe e total de hospitalizações (Lee LS et al., 2006). No Rio de Janeiro, entre os anos 1998 e 2000, 4.040 estudantes de 13 a 14 anos, em duas diferentes cidades do estado, Duque de Caxias (DC) e Seropédica (SR) responderam ao questionário ISAAC. Estas informações de saúde foram

comparadas aos dados de PM_{10} . Nas cidades de Duque de Caxias e Seropédica as médias anuais de PM_{10} foram de $124 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente (o valor aceitável é $< 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nos resultados do estudo viu-se que a prevalência de chiado alguma vez foi 35,5% em DC e 29,9 % em SR ($P=0,001$), e a prevalência de chiado nos últimos doze meses, sintoma preditor de asma atual, foi de 19% em DC e 15% em SR ($P=0,002$) e, por fim, o percentual de adolescentes que teve de 1 a 3 crises de chiado no último ano foi de 14,5% em DC e 11% em SR ($P=0,003$). Estes resultados demonstram o impacto da poluição à saúde ao compararmos as diferentes cidades com relação à poluição por PM_{10} .

1.9 AVALIAÇÕES AMBIENTAIS

O desenvolvimento dos métodos científicos de análises de riscos tecnológicos ambientais foi norteado pela idéia de que as decisões regulamentadoras sobre estes riscos poderiam ser menos controversas, se pudessem ser tecnicamente mais rigorosas; construída a partir de dados reais, no nível local, a um custo adequado, como o obtido pelo biomonitoramento.

Dados da qualidade do ar, gerados através de medidas físico-químicas dos níveis de poluição, apesar de importantes, não podem ser usados diretamente para prever os riscos aos quais a população está sujeita, uma

vez que os organismos vivos reagem aos poluentes atmosféricos e a outros fatores ambientais de maneira integrada. Quando se lida com seres humanos outros fatores individuais podem interferir nos possíveis efeitos; tais fatores, usualmente, são: A suscetibilidade pregressa, o estado nutricional, a escolaridade e a situação socioeconômica. De toda forma, o biomonitoramento, em que reações biológicas ou bioquímicas são usadas para identificar e/ou caracterizar mudanças antropogenicamente induzidas na qualidade do ar, é mais eficaz para esse fim (Sumita, 2003).

1.10 BIOINDICADORES

Bioindicadores podem ser definidos como organismos, ou conjunto de organismos, que reagem a perturbações ambientais por meio de alterações nas suas funções vitais ou composição química. Podendo ser, assim, usados para avaliação da extensão das mudanças em seu ambiente (Arndt, Schweizer, 1991).

De uma maneira geral, as plantas são mais sensíveis à poluição do que os animais, incluindo o homem e, portanto, estudos sobre os efeitos dos poluentes na vegetação fornecem subsídios importantes sobre os riscos de exposição da população.

Várias espécies vegetais têm sido utilizadas como bioindicadores em programas de biomonitoramento da qualidade do ar. Centenas de espécies já foram testadas incluindo líquens, fungos, briófitas, gimnospermas e angiospermas (Bennet, Buchen, 1995). As plantas superiores são muito úteis para tal finalidade, por serem organismos eucarióticos com complexidade genética similar a do homem, e por serem facilmente cultivadas, mantidas e utilizadas nos estudos, em relação a espécies indicadoras animais. Além disso, muitas plantas possuem ciclos de vida curtos, o que permite uma avaliação dos efeitos causados por perturbações ambientais em curto prazo (Arndt, Schweiger, 1991, Ellenberg, 1991).

As respostas das plantas bioindicadoras aos poluentes podem ser observadas tanto em nível macroscópico, através do aparecimento de cloroses, necroses, queda de folhas ou diminuição no seu crescimento, como pode ocorrer em nível genético, estrutural, fisiológico ou bioquímico, não sendo visualmente observadas (Ellenberg, 1991). Além dessas respostas, podem ser detectados, também, efeitos clastogênicos da poluição.

Duas espécies, a *Tillandsia caput-medusae* e a *Tillandsia bullosa*, foram testadas na análise dos impactos de hidrocarbonetos aromáticos com resultados promissores. Esse tipo de poluente, por seu efeito carcinogênico,

é perigoso, e a espécie que existe em toda a América Latina e sul dos EUA mostrou-se eficaz para este tipo de monitoramento (Brighigna et al., 2002).

O clone híbrido 4430 de *Tradescantia* (*T. subcaulis* Bush x *T. hirsutiflora* Bush), por exemplo, tem sido muito utilizado no exterior para avaliar o efeito genotóxico de poluentes, pesticidas e herbicidas (Alves et al., 2001), por meio de bioensaios em que se observam mutações em pêlos estaminais (bioensaio Trad-SH) e em células-mãe dos grãos de pólen na fase de tétrades (bioensaio Trad-MCN) (Alves et al., 2001).

Um estudo realizado na Áustria permitiu a avaliação dos impactos de um incinerador e de um pólo petroquímico com Trad-MCN, utilizando as análises de micronúcleos em dois diferentes períodos 1997-2000 e 2003-2005 (Misik et al., 2007).

Estudos epidemiológicos, cada vez mais, utilizam os bioindicadores de poluição atmosférica, isso porque além dos poluentes convencionais PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂ e O₃, os elementos bioacumulados tais como: metais pesados, hidrocarbonetos aromáticos, e compostos halogenados podem ser avaliados e seu impacto à saúde estimado.

No Brasil, a Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo vem utilizando uma variação de *Tradescantia* a *Tradescantia Pallida* mais resistente e de fácil cultivo com resultados satisfatórios (Guimarães et al.,

2000). Entre os estudos realizados pode-se citar a análise do potencial mutagênico da poluição no Parque do Ibirapuera com o clone de *Tradescantia*, como resultado verificou-se que um aumento nas concentrações de NO e NO₂ se convertia em mutações no pêlo estaminal do biomonitor em um claro sinal do impacto da poluição veicular na região (Ferreira et al., 2007). A capacidade da *Tradescantia Pallida* de bioacumular poluentes e, por conseguinte, de servir à análise elementar desta poluição, foi testada em um trabalho realizado em dois dos pontos mais poluídos de São Paulo (Cerqueira César e Congonhas), e em um branco em área não poluída (Caucaia do Alto); após a exposição à poluição, as folhas dos espécimes adultos expostos foram coletadas, e tratadas para análise com ativação de nêutrons. Os seguintes elementos foram identificados: Arsênio (As), Bário (Ba), Bromo (Br), Cálcio (Ca), Cério (Ce), Cloro (Cl), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Ferro (Fe), Potássio (K), Lantânio (La), Manganês (Mn), Sódio (Na), Rubídio (Rb), Antimônio (Sb), Escândio (Sc), Estrôncio (Sr), Tório (Th), e Zinco (Zn). Sendo que nas áreas mais poluídas as concentrações de Ba, Ce, Cr, Co, Fe, La, Sb, e Sc eram mais elevadas ($p < 0,05$). E foi possível distinguir as duas áreas poluídas com 97,5% de precisão, o que comprovou que a espécie apresentava condições de agir como bioacumulador da poluição, (Sumita et al., 2003).

Uma outra técnica relevante de biomonitoramento é a análise elementar da poluição por fluorescência de raios-x (FRX). Nesta técnica é realizada a análise foliar, que gera dados quali-quantitativos da composição química de

vários tipos de amostras oriundas de sistemas biológicos, e tem grande importância em sua análise multi-elementar.

Outras características de importância relevante desta técnica são: detectabilidade adequada a amostras biológicas, adaptabilidade à automação, preparação rápida e simplificada das amostras, e o fato de ser não destrutiva permitindo assim a re-análise se necessário.

O biomonitoramento oferece uma avaliação de efeitos reais em organismos vivos, tornando interessante o uso deste tipo de monitoramento para os estudos epidemiológicos de impactos à saúde, relacionados aos poluentes atmosféricos.

Os poluentes geralmente são medidos em nível coletivo, mas podem ser medidos em nível local com bioindicadores (Arndt, Schweiger, 1991, Ellenberg, 1991) ou em nível individual com monitores pessoais de exposição à poluição (Desqueyroux, Momas, 1999).

1.11 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO EM VITÓRIA

Dentre os estudos epidemiológicos para a avaliação da relação entre poluição e saúde, destaca-se o estudo exploratório transversal com uma relação custo-benefício muito interessante. Este tipo de estudo é um dos mais baratos, e quando bem realizado pode ser a base para o aprofundamento das questões estudadas sem desperdício de recursos (Medronho et al., 2004).

Um estudo transversal concede informações atuais e confiáveis sobre os impactos à saúde nas populações mais vulneráveis, resultados estes que poderão ser correlacionados à exposição dos grupos em estudo.

Uma forma rápida e barata para levantamento de dados sobre os impactos à saúde são os questionários, muito utilizados em nível internacional e também no Brasil.

A sociedade brasileira de pneumologia recomenda para a investigação de sintomas de doenças respiratórias alérgicas o *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* ISAAC, já validado em português, em que se pode avaliar a prevalência de rinite alérgica e asma (Caussade et al., 2006)

No Brasil, como em grande parte dos países em desenvolvimento, os índices de urbanização cresceram de 50% nos anos 70 a mais de 80% no ano 2000. Em Vitória, no Espírito Santo, esta realidade não é diferente, e a Grande Vitória composta de municípios com elevado grau de industrialização concentra 50% da população do estado, e uma frota de veículos em ritmo acelerado de crescimento. Está localizada na região sudeste, a mais desenvolvida do País. Situada à latitude sul 20° 19' 09' e longitude oeste de Greenwich 40° 20' 50', Vitória limita-se a norte com o município da Serra, ao sul com Vila Velha, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Cariacica.

Com uma população de 317.085 habitantes, segundo a projeção de 2006 do IBGE, a capital integra uma área geográfica de elevado nível de urbanização, denominada Região Metropolitana da Grande Vitória. Compreendida pelos municípios de Vitória, Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana e Vila Velha.

Além da ilha principal, Vitória, fazem parte do município outras 34 ilhas e uma porção continental, perfazendo um total aproximado de 93,38 km². Originalmente eram 50 ilhas, muitas das quais foram agregadas por meio de aterro à ilha maior.

Possui um complexo portuário significativo, além de duas das maiores empresas potencialmente poluidoras, que são a Vale e a Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), praticamente dentro de sua malha urbana.

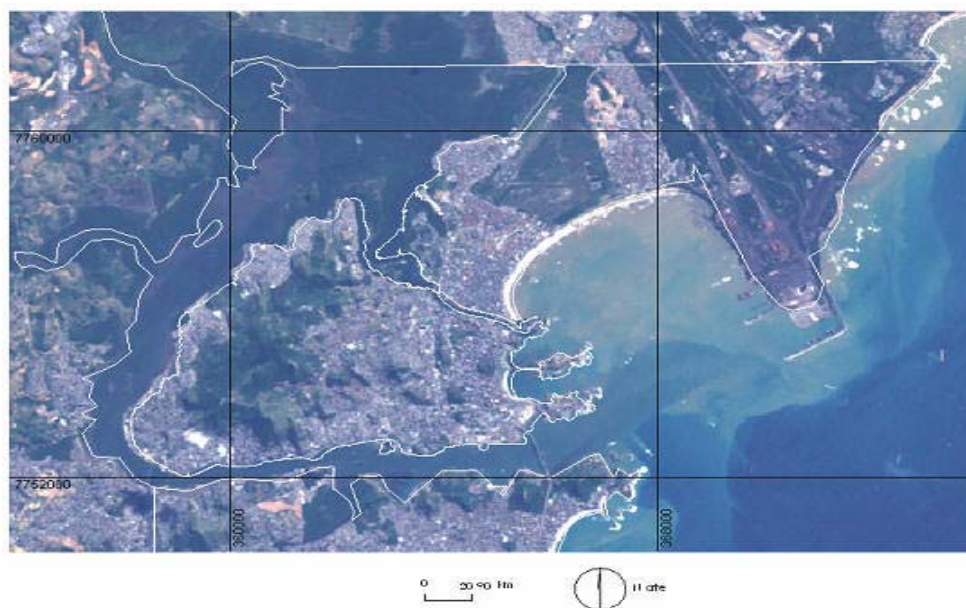


Figura 1 - Vista Aérea da cidade de Vitória (ES)
Fonte: Site da Prefeitura Municipal de Vitória (ES)¹

Apesar de existir uma rede automatizada e confiável de monitoramento da poluição atmosférica que atende ao município de Vitória, estamos propondo neste estudo o uso de um bioindicador de poluição (*Tradescantia Pallida*) para a investigação dos efeitos da exposição, no nível local, e de sua origem, através da técnica de FRX. Esta proposta se deve ao fato de haver diferenças entre as características de contaminação do ar entre Jardim Camburi e outras regiões da cidade (Queiroz, 2000). As fontes industriais, por exemplo, não atingem regiões ao norte e ao sul simultaneamente,

¹ VITÓRIA (ES). Prefeitura Municipal. [Vista Aérea da cidade de Vitória (ES)]. Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br>>. Acesso em: 18 out. 2007a.

devido aos regimes de vento. Esta investigação permitiria inferir o grau de exposição dos grupos em estudo a um baixo custo.

Este estudo almeja avaliar se as diferentes contribuições qualitativas da poluição induzem efeitos diferenciados nos bairros estudados, em especial se a contribuição industrial e automotiva levam a diferentes impactos à saúde.

2 OBJETIVOS

**Um homem pode ocasionalmente tropeçar na verdade,
mas na maior parte das vezes ele se recupera e vai em frente.
(Winston Churchill)**

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar a prevalência de sintomas respiratórios em escolares expostos a diferentes fontes de poluição atmosférica na cidade de Vitória.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a prevalência de sintomas respiratórios em estudantes de escolas localizadas na área de influência industrial.

Avaliar a prevalência de sintomas respiratórios em estudantes das escolas localizadas fora da área de influência industrial.

Avaliar as razões de chance prevalentes entre as duas áreas para cada sintoma respiratório investigado.

Identificar as fontes predominantes de poluição atmosférica por meio do biomonitoramento.

Correlacionar as fontes predominantes identificadas pelo biomonitoramento com as prevalências de sintomas avaliados em cada uma das áreas.

3 CASUÍSTICA E MÉTODOS

**O sucesso, na maioria das vezes, torna as pessoas humildes, tolerantes e gentis. O fracasso é que as faz amargas e cruéis.
(William Somerset Maughan)**

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Este é um estudo transversal exploratório. Os estudos transversais têm como principal característica a medida simultânea da exposição e do desfecho investigados. É um desenho de estudo epidemiológico observacional muito utilizado para explorar hipóteses, não sendo possível avaliar uma relação de causalidade entre exposição e efeito (Medronho et al., 2004).

3.2 ESCOLHA DOS LOCAIS DE ESTUDO

Os bairros escolhidos, Jardim da Penha e Jardim Camburi, foram selecionados para o presente estudo por apresentarem perfis diferenciados de poluição atmosférica com relação à contribuição de fontes fixas e móveis, como observado em estudo ambiental realizado (Queiroz, 2000); e em dados sócio-demográficos assemelhados, conforme o Censo 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002).

Em cada um dos bairros, segundo dados obtidos na Secretaria Municipal de Educação de Vitória (SEME), foram identificadas duas escolas públicas de ensino fundamental. No bairro de Jardim da Penha, tendo em vista o número insuficiente de estudantes que preenchiam os critérios de seleção para o estudo, uma terceira escola foi selecionada entre as escolas particulares localizadas no referido bairro para atingir o número de participantes pretendidos. O critério de escolha desta escola foi o perfil socioeconômico semelhante dos alunos quando comparados aos das escolas públicas selecionadas para o estudo.

3.3 AMOSTRA

3.3.1 Seleção da amostra

A faixa etária escolhida para o estudo foi de 7-12 anos, moradores dos bairros já mencionados e regularmente matriculados nas escolas selecionadas.

3.3.2 Cálculo da amostra

A amostra foi calculada tendo como base a população de 7-12 anos, segundo o Censo do IBGE para o ano 2000 nos dois bairros, e a prevalência de sintomas respiratórios referidos no questionário ISAAC em estudos anteriores para faixa etária similar que variava de 6 a 26 % (Droma et al., 2007; Del-Río-Navarro et al., 2007; Rios et al., 2004; Soto-Quiros et al., 2002; Mallol et al., 2000). Para a amostra estimada houve um acréscimo de

30 % no número de participantes com o objetivo de cobrir eventuais perdas ao longo do estudo. Foi estimado um poder de estudo de 80% e um nível de significância de 5% (α).

A amostra calculada a partir destes critérios foi de 350 estudantes, em ambos os bairros.

3.3.3 Estratégia de seleção das escolas e dos estudantes

Foi solicitada junto à Secretaria Municipal de Educação de Vitória (ES) a permissão (Anexo C) para a realização do estudo nas escolas públicas de ensino fundamental, com a participação dos estudantes da primeira a quarta série, em que se encontra a faixa etária alvo do estudo. Após a permissão formal da Secretaria, as diretoras de cada escola foram contatadas e informadas sobre o projeto. As pedagogas de cada escola foram, então, inteiradas sobre os critérios de inclusão no estudo, e em cada turno escolar uma ficou responsável por intermediar o contato com os estudantes. Foram disponibilizados 100 questionários completos (ISAAC e complementar) por turno de ensino, ou seja, manhã e tarde em cada escola e solicitada a distribuição dos mesmos.

Em Jardim da Penha, o número de estudantes, das escolas escolhidas, moradores do bairro não foi suficiente para atingir o número calculado para a amostra. Desta forma, uma escola privada foi selecionada. Para a sua

escolha foram avaliados a mensalidade acessível e perfil socioeconômico assemelhado ao da escola pública.

Os questionários foram então distribuídos e encaminhados aos pais pelos estudantes participantes do estudo, preenchidos pelos mesmos e posteriormente recolhidos pelas pedagogas nas séries elencadas.

3.4 COLETA DE DADOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram os questionários ISAAC (Anexo A) e complementar (Anexo B), sendo que o primeiro já foi validado no mundo e em português no Brasil (Solé, 1998), e o segundo visava à avaliação de eventuais fatores de confusão.

3.4.1 ISAAC

O questionário ISAAC é subdividido em três módulos: O primeiro investiga a asma e sintomas que podem ser evidência da existência da doença; o segundo investiga a rinite, e sintomas alérgicos passíveis de identificação da presença da doença; e por fim um módulo de eczema para avaliação de lesões da pele (Cassol et al., 2005).

3.4.2 Questionário complementar

O questionário complementar foi elaborado com a finalidade de investigar possíveis fatores de confusão para sintomas respiratórios, asma e lesões de pele a partir de questionário validado em um trabalho similar em São Paulo, (Correia, 2001) e adaptado para as condições de Vitória.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise exploratória das variáveis qualitativas em estudo foi avaliada em termos de frequência e percentuais, utilizando o teste de Qui-quadrado para investigar as diferenças entre os bairros.

A regressão logística foi a ferramenta utilizada para cálculo das razões de chance prevalentes na ocorrência de sintomas respiratórios, asma e lesões de pele entre os bairros de Jardim Camburi e Jardim da Penha.

O pacote estatístico utilizado foi o SPSS – 14.0

3.6 BIOMONITORAMENTO

Várias espécies vegetais têm sido utilizadas como bioindicadoras em programas de biomonitoramento da qualidade do ar (Bennett, Buchen, 1995). Centenas de espécies já foram testadas incluindo líquens, fungos, briófitas, gimnospermas e angiospermas.

3.6.1 Escolha da espécie biomonitora

A espécie utilizada para o biomonitoramento deve possuir como característica folhas com tamanho adequado à análise no espectrômetro (12 mm de diâmetro, para o EDX-700HS, Shimadzu), e superfície foliar com maior regularidade possível. A escolhida foi a *Tradescantia Pallida*, já utilizada em trabalhos pelo Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental (LAPAE), da Faculdade de Medicina da USP (Sumita et al., 2003; Ferreira et al., 2007). A análise da poluição do ar se fez expondo espécimes de *Tradescantia Pallida* às emissões atmosféricas conforme estudos anteriores do laboratório de poluição da faculdade de medicina da USP (Guimarães et al., 2000).



Figura 2 - *Tradescantia Pallida*

As floreiras de plantas expostas foram plantadas em uma mistura padrão de terra vegetal, húmus e vermiculita, desenvolvidas em local afastado de fontes poluidoras e posteriormente encaminhadas aos pontos de exposição.

3.6.2 Locais

A rede automática de monitoramento da poluição atmosférica da Grande Vitória possui estações em alguns bairros de Vitória. Contudo, para os objetivos deste trabalho, em que a exposição diferenciada de dois bairros próximos seria investigada, optou-se por uma medição no nível local, além de mais dois bairros dentro do município e um branco. Esta escolha nos permitiu avaliar o efeito das prováveis contribuições antropogênica e natural através de seus elementos componentes, e validar os achados com os de outros estudos exclusivamente ambientais (Queiroz, 2000).



Figura 3 - Mapa da Rede Automática de Monitoramento Atmosférico - Grande Vitória
Fonte: Site da Prefeitura de Vitória (ES)²

²VITÓRIA (ES). Prefeitura Municipal. [Mapa da Rede Automática de Monitoramento Atmosférico - Grande Vitória]. Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br>>. Acesso em: 18 out. 2007.

3.6.3 Técnica de análise

A análise foliar por fluorescência de raios-X (FRX) permite a análise qualitativa da composição química de vários tipos de amostras, já que tem grande importância na análise multi-elementar de amostras oriundas de sistemas biológicos. Neste caso, as folhas foram coletadas a 100 ou 200 cm do solo para evitar contaminação com o mesmo, e lavadas com água destilada e deionizada para evitar a presença de insetos e outros detritos.

A amostra então foi levada à estufa para desidratação à temperatura de 50° C. Após a desidratação, o material foi triturado em almofariz de ágata, homogeneizada e seca por mais 24 horas. Foi formada então uma pastilha através da prensagem de 0,5 ou 0,6 g do material produzido com 1 g de ácido bórico durante 60 segundos a pressão de 20 mpA (milipascal) ou 1 tonelada. A pastilha produzida tinha cerca de 20 mm de diâmetro com uma dupla camada de amostra e ácido bórico. Esta pastilha foi analisada pelo FRX.

A determinação da composição elementar é realizada através do método de raios-x por dispersão de energia. Para aumentar a sensibilidade de detecção das energias dispersas dos raios-x, as análises foram feitas a vácuo, com o condicionamento prévio das amostras para que estivessem livres de umidade. O EDX-700HS possui um colimador que permite a análise da área de superfície nos diâmetros de 10 mm, 5 mm, 3 mm ou 1 mm. A escolha da

área analisada é padronizada para todas as amostras de cada estudo experimental. Inicialmente foi feita uma análise qualitativa, semi-quantitativa (quali-quantitativa) para os elementos de Sódio (Na) a Urânio (U), para todas as amostras. Os elementos foram avaliados em forma de metais por serem oriundos de amostras de bioacumulação. Várias análises foram feitas e os resultados tratados estatisticamente.

3.6.4 Montagem e análise dos dados

Os valores obtidos, para os elementos químicos nas análises das pastilhas produzidas com o material de cada ponto amostrado, foram tratados estatisticamente.

3.6.5 Análise fatorial

A estrutura de correlação entre os elementos químicos foi estudada por meio da técnica de análise fatorial, adotando-se o método de componentes principais (Johnson, 1992). Essa técnica constrói novas variáveis, denominadas fatores, a partir das variáveis originais. Variáveis muito correlacionadas apareceram agrupadas em um mesmo fator.

3.6.6 Aspectos éticos

O projeto de pesquisa foi apresentado e aprovado pela Comissão de ética da Faculdade de Medicina da USP, conforme Anexo D.

A Secretaria Municipal de Educação de Vitória (ES) e as escolas elencadas receberam esclarecimentos sobre o trabalho e sua confidencialidade, assim como os participantes. Estes ainda foram cientificados da possibilidade de não responder a quaisquer das perguntas no próprio questionário (Anexo E), sendo a resposta a concordância tácita com a utilização dos dados.

4 RESULTADOS

**As pessoas que vencem neste mundo
são as que procuram as circunstâncias de que
precisam, e quando não as encontram, as criam.
(Bernard Shaw)**

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Ao analisar a distribuição da amostra por sexo e idade, Tabela 1, não foi encontrada associação significativa entre os bairros estudados. Há uma predominância quanto ao sexo feminino em ambos os bairros, e a idade média em ambos girava em torno de 8,5 anos.

Tabela 1 - Distribuição do sexo e média de idade dos estudantes segundo o bairro de moradia.

Bairro	Sexo (%)		Total (%)	Média de idade em anos
	Feminino	Masculino		
Jardim da Penha	64 (55,2)	52 (44,8)	116 (100)	8,6
Jardim Camburi	75 (57,3)	56 (42,7)	131 (100)	8,4
Total	139 (56,3)	108 (43,7)	247 (100)	8,5

A Tabela 2 mostra que a maioria dos estudantes, em ambos os bairros, reside em apartamentos, e apenas uma pequena parcela em casas. Houve homogeneidade entre os bairros.

Tabela 2 - Tipo de residência dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Tipo de Residência		Total (%)
	Casa (%)	Apartamento (%)	
Jardim da Penha	13 (11,4)	101 (87,6)	114(100)
Jardim Camburi	20 (16,7)	100 (83,3)	120(100)

A expressiva maioria dos estudantes possui residências com cinco ou mais cômodos em ambos os bairros, como visto na Tabela 3. Com homogeneidade entre os bairros.

Tabela 3 - Número de cômodos da residência dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Número de cômodos (%)					Total (%)
	Um	Dois	Três	Quatro	Cinco ou mais	
Jardim da Penha	0 (-)	2 (1,7)	7(6,2)	5 (4,3)	101(87,8)	115 (100)
Jardim Camburi	1 (0,8)	4 (3,4)	5 (4,2)	14(11,8)	95 (79,8)	119(100)

Na Tabela 4 observa-se que não houve diferença significativa entre os bairros com respeito ao número de moradores por residência. Predominância de quatro ou mais moradores.

Tabela 4 - Número de moradores nos domicílios dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Número de moradores (%)				Total
	Dois	Três	Quatro	Mais de quatro moradores	
Jardim da Penha	7 (6,1)	24 (20,9)	46 (40)	38 (33)	115 (100)
Jardim Camburi	6 (5)	21(17,6)	44 (37)	48 (40,3)	119 (100)

A maioria dos estudantes dorme em um cômodo com mais uma pessoa, conforme mostra a Tabela 5, mais uma vez não houve diferença significativa entre os bairros.

Tabela 5 - Pessoas que dormem no mesmo cômodo dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Pessoas que dormem no mesmo cômodo (%)				Total
	Dois	Três	Quatro	Mais de Quatro	
Jardim da Penha	70 (85)	10(12,2)	2 (2,4)	-	82(100)
Jardim Camburi	69(73)	18(19,1)	5 (5,3)	2 (2,1)	94 (100)

Na Tabela 6 vê-se que houve um equilíbrio entre residências com ou sem tapetes, com uma leve predominância de ausência de tapete. Houve homogeneidade entre os bairros.

Tabela 6 - Presença de tapete na casa dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Tapete na casa		Total (%)
	Sim (%)	Não (%)	
Jardim da Penha	47 (41,6)	66 (58,4)	113 (100)
Jardim Camburi	52 (44,4)	65 (55,6)	117(100)

A expressiva maioria das residências, Tabela 7, não apresentava umidade nas paredes em ambos os bairros.

Tabela 7 - Ocorrência de umidade nas paredes da casa dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Umidade nas paredes		Total (%)
	Sim (%)	Não (%)	
Jardim da Penha	15 (13,2)	99 (86,8)	114 (100)
Jardim Camburi	20 (16,9)	98 (83,1)	118(100)

O mofo, como visto na Tabela 8, não estava presente na residência dos estudantes, quase em sua totalidade, em ambos os bairros.

Tabela 8 - Ocorrência de mofo nas residências dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Mofo		Total (%)
	Sim (%)	Não (%)	
Jardim da Penha	4 (3,5)	111 (96,5)	115 (100)
Jardim Camburi	9 (7,5)	111 (92,5)	120 (100)
Total	13(5,5)	222 (94,5)	235 (100)

A Tabela 9 apresenta a presença de animais de estimação nas residências. Houve diferença significativa entre os bairros, com uma quantidade superior de animais nas residências localizadas no bairro de Jardim da Penha.

Tabela 9 - Presença de animais nas residências dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Animais*		Total (%)
	Sim (%)	Não (%)	
Jardim da Penha	46 (40)	69 (60)	115 (100)
Jardim Camburi	28 (23,3)	92 (76,7)	120 (100)
Total	74 (31,5)	161 (68,5)	235 (100)

*Teste de Qui-quadrado <0,05

O tempo de moradia, apresentado na tabela 10, não mostrou diferença significativa entre os bairros.

Tabela 10 - Tempo de moradia no bairro das famílias dos estudantes segundo bairro.

Bairro	Tempo de moradia (%)					Total (%)
	Um ano ou menos	Dois anos	Três anos	Quatro anos	Mais de Quatro anos	
Jardim da Penha	27(23,5)	19 (16,5)	7 (6,1)	1 (9,6)	51 (44,3)	115 (100)
Jardim Camburi	20(16,8)	21 (17,6)	12(10,1)	4 (3,4)	62 (52,1)	119 (100)
Total	47(20,1)	40(17,1)	19 (8,1)	15 (6,4)	113 (48,3)	234 (100)

Na maioria das residências os trabalhadores ativos, era o pai e depois a mãe sem diferenças significativas entre os bairros, como visto na tabela 11.

Tabela 11 - Trabalhadores ativos na residência dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Número (%)					Total (%)
	Pai	Mãe	Irmãos	Avós	Tios	
Jardim da Penha	83(76,1)	20(18,3)	-	4 (3,7)	2 (1,8)	109 (100)
Jardim Camburi	97(79,5)	24(19,7)	-	1 (0,8)	-	122(100)

Em ambos os bairros como mostra a Tabela 12, há um número maior de residências com construções nas suas proximidades, embora não haja diferença significativa entre os mesmos.

Tabela 12 - Presença de construções próxima à residência dos estudantes segundo bairro de moradia

Bairro	Construções		Total (%)
	Sim (%)	Não (%)	
Jardim da Penha	67(59,8)	45 (40,2)	112(100)
Jardim Camburi	64(53,8)	55 (43,2)	119(100)

Os resultados da Tabela 13 mostram que há tráfego nas imediações das residências com homogeneidade entre ambos.

Tabela 13 - Presença de tráfego próximo às casas dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Tráfego		Total (%)
	Sim (%)	Não (%)	
Jardim da Penha	103 (91,2)	10 (8,8)	113 (100)
Jardim Camburi	106 (89,1)	13 (10,9)	119 (100)
Total	209 (90,1)	23 (9,9)	232 (100)

Em relação à auto referida proximidade entre residência e indústria, houve uma diferença significativa entre os bairros de Jardim Camburi e Jardim da Penha como visto na Tabela 14.

Tabela 14 - Presença de indústria próxima à residência dos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Indústria*		Total (%)
	Sim (%)	Não (%)	
Jardim da Penha	10 (9,4)	96 (90,6)	106 (100)
Jardim Camburi	58 (48,7)	61 (51,3)	119 (100)
Total	68 (30,2)	157 (69,8)	225 (100)

*Teste de Qui-quadrado <0,05

Para 46% e 58 % dos pesquisados, não houve ocorrência de crises de chiado em Jardim da Penha e Jardim Camburi respectivamente. Para 39% e 32 % dos pesquisados, identificou-se uma ocorrência de 1 a 3 episódios por mês, nos últimos doze meses, nos bairros de Jardim da Penha e Jardim Camburi respectivamente como apresentado na Tabela 15. Em ambas houve homogeneidade entre os bairros.

Tabela 15 - Estratificação e percentuais de crises de chiado, nos últimos doze meses, dos estudantes segundo o bairro de moradia.

Bairro	Crises de chiado				Total
	Nenhum (%)	Um a Três/ mês (%)	Quatro a doze /mês (%)	Mais de doze/mês (%)	
Jardim da Penha	22 (45,8)	19(39,6)	7 (14,6)	0 (,0)	48 (100)
Jardim Camburi	29 (58)	16 (32)	4 (0,08)	1 (0,02)	50 (100)
Total	51 (52)	35 (35,7)	11 (11,2)	1 (0,1)	98 (100)

A Tabela 16 apresenta os resultados dos distúrbios do sono por chiado, em que a maioria não apresentou episódios, ou no máximo uma noite de distúrbio por semana, sem diferença significativa entre os bairros.

Tabela 16 - Freqüências e percentuais de distúrbios do sono por chiado nos estudantes segundo bairro de moradia.

Bairro	Distúrbios do sono por chiado			Total (%)
	Nenhum (%)	Menos de uma noite/semana (%)	Mais de uma noite/semana (%)	
Jardim da Penha	34 (70,8)	10(20,8)	4 (8,3)	48(100)
Jardim Camburi	32 (71,1)	10 (22,2)	3 (6,7)	45 (100)

A Figura 4 apresenta os sintomas respiratórios e asma comparando os bairros estudados. Em nenhum dos eventos mostrados encontrou-se diferenças significativas entre os bairros. No entanto, merece destaque a alta prevalência encontrada em ambos os bairros para os sintomas relacionados com chiado, crises de chiado, tosse noturna na ausência de resfriado ou gripe, coriza e rinite.

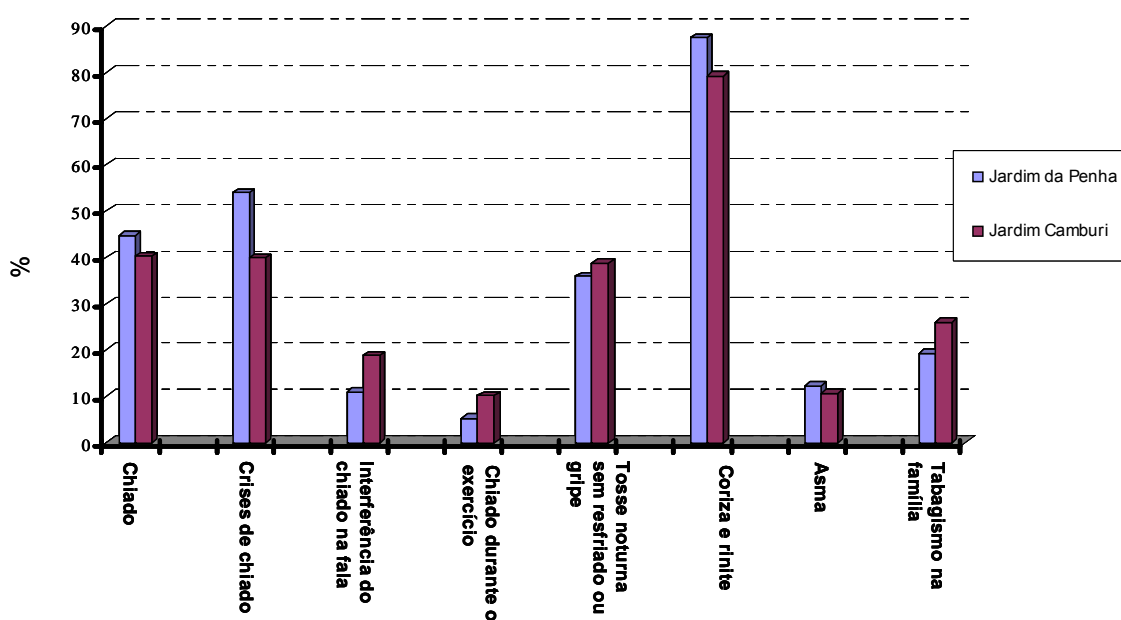
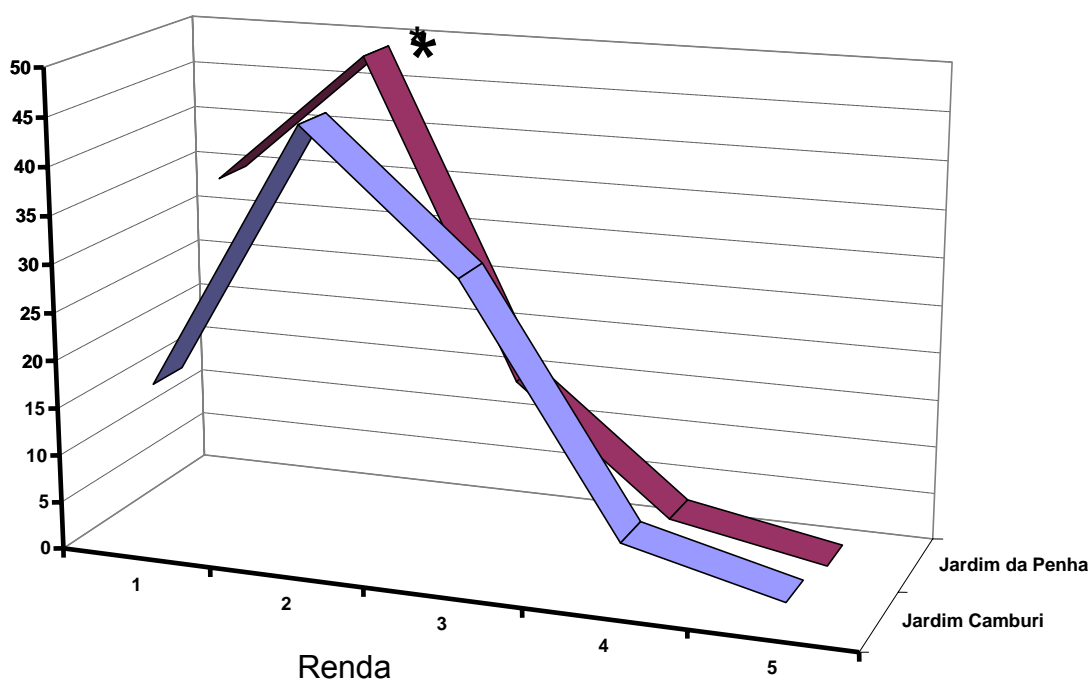


Figura 4 - Percentual de sintomas respiratórios e asma dos estudantes de Jardim da Penha e Jardim Camburi

No que diz respeito à renda familiar, houve uma associação significativa entre os bairros. Sendo que a renda era superior em Jardim da Penha em relação a Jardim Camburi, embora os perfis fossem assemelhados, como visto na figura 5.

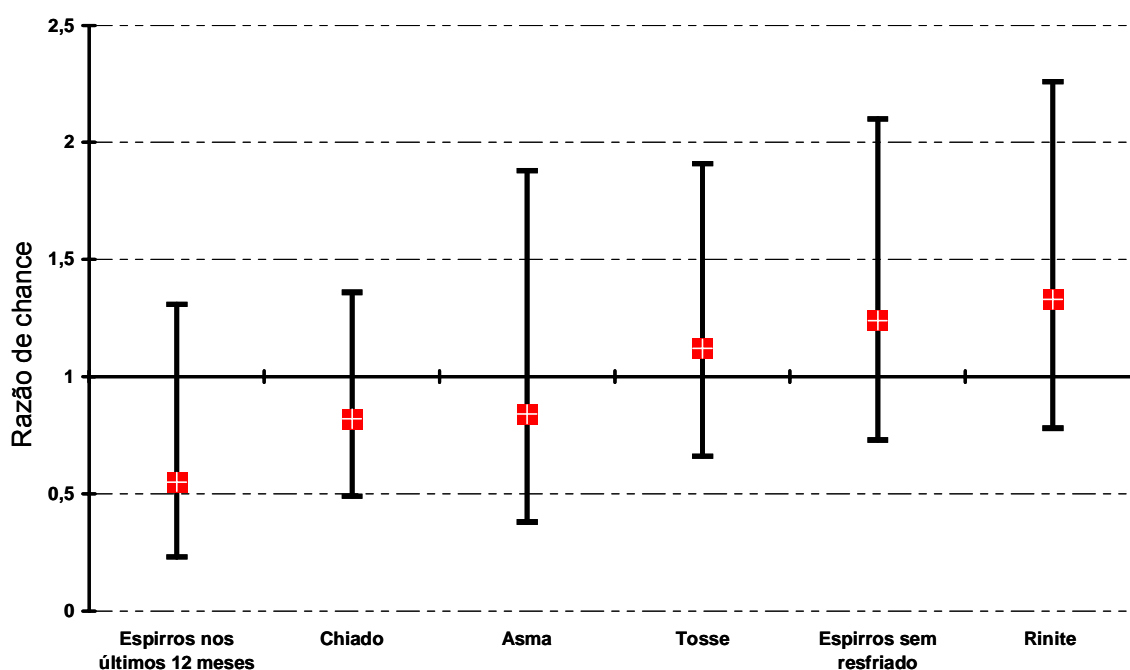


* Teste de Qui-quadrado < 0,05

Figura 5 - Renda Familiar em salários mínimos dos estudantes segundo bairro de moradia.

4.2 ANÁLISE DE REGRESSÃO LOGÍSTICA

A Figura 6 apresenta as razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios, e asma entre os bairros de Jardim Camburi e Jardim da Penha. Observou-se que não havia diferença estatisticamente significativa nas chances de ocorrência dos eventos pesquisados entre os bairros, embora para os três primeiros houvesse uma chance menor de ocorrência em Jardim Camburi e nos três últimos ocorresse o inverso.



*Jardim da Penha como base

Figura 6 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios e asma entre os dois bairros pesquisados*.

A Figura 7 apresenta a chance de ocorrência de eventos respiratórios e lesões de pele em relação à auto referida proximidade da indústria. A chance de ocorrência de rinite se mostrou significativa em relação à proximidade da residência auto-referida pelos pesquisados. E asma, coriza e tosse ficaram no limite da significância.

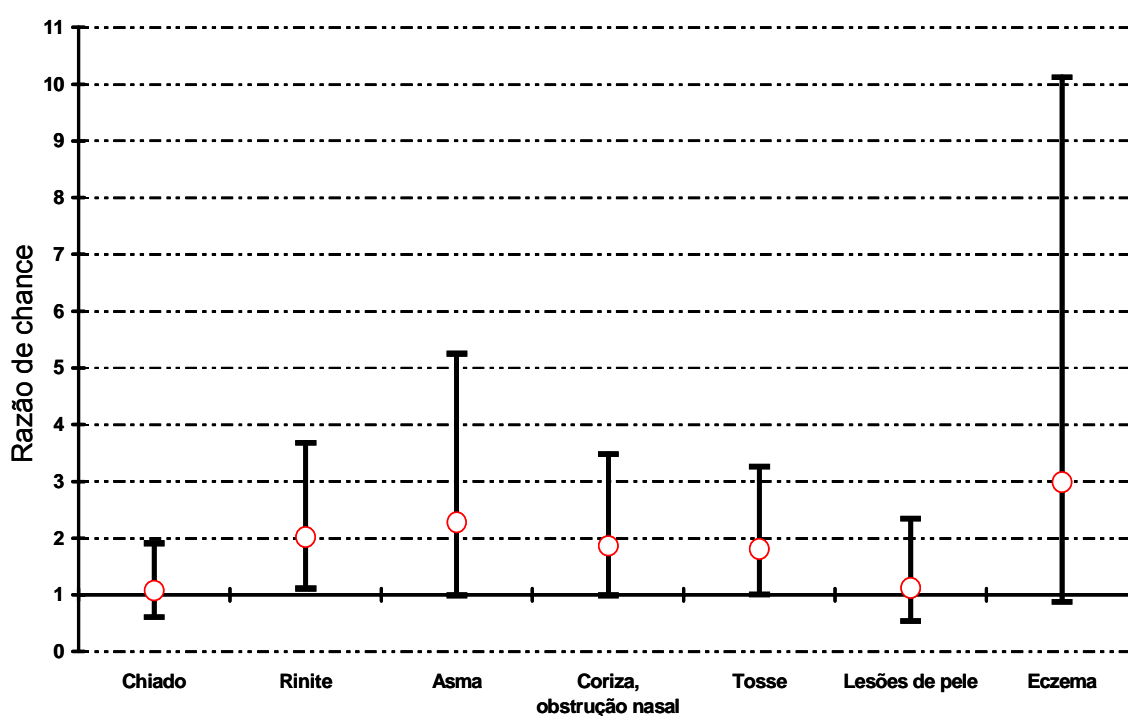
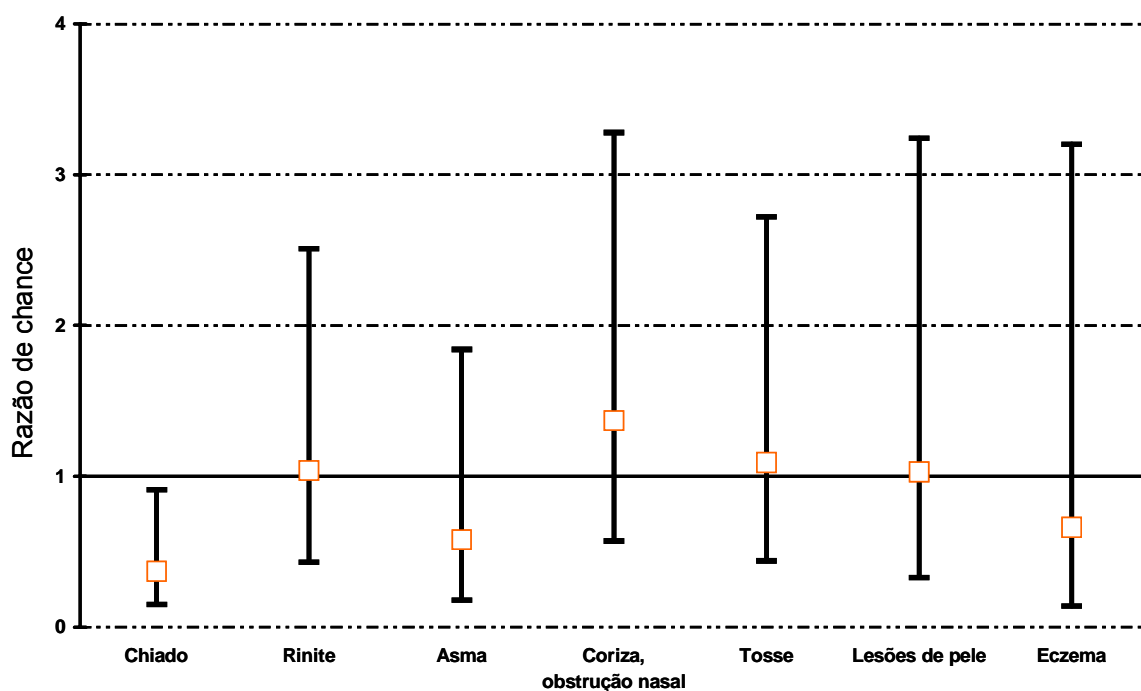


Figura 7 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios com relação à auto referida proximidade de Indústria, nos bairros pesquisados.*

A Figura 8 apresenta a chance de ocorrência de asma, sintomas respiratórios e lesões de pele quando da auto referida proximidade do tráfego, e das residências. Um efeito protetor foi encontrado em Jardim da Penha em relação a chiado nesta circunstância.



*Jardim da Penha como base

Figura 8 - Razões de chance de ocorrência de sintomas respiratórios com relação à proximidade de Tráfego, nos bairros pesquisados.*

A Figura 9 mostra que não houve diferença significativa na chance de ocorrência de sintomas respiratórios quando existiam fumantes nas residências dos pesquisados,

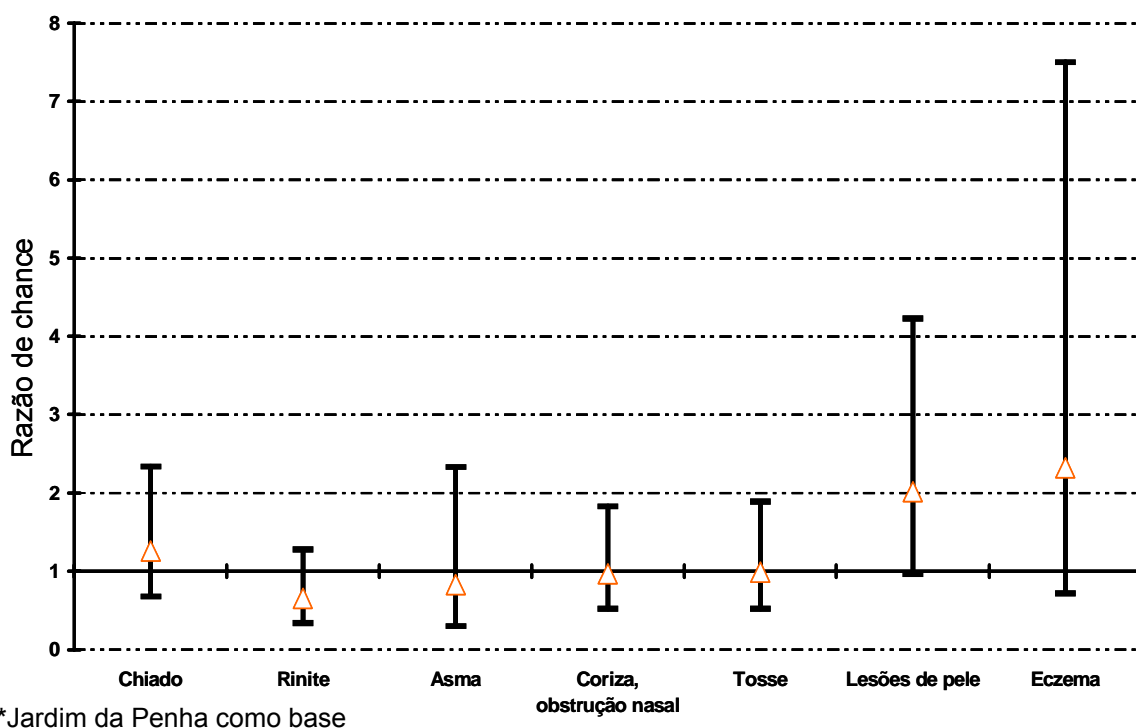
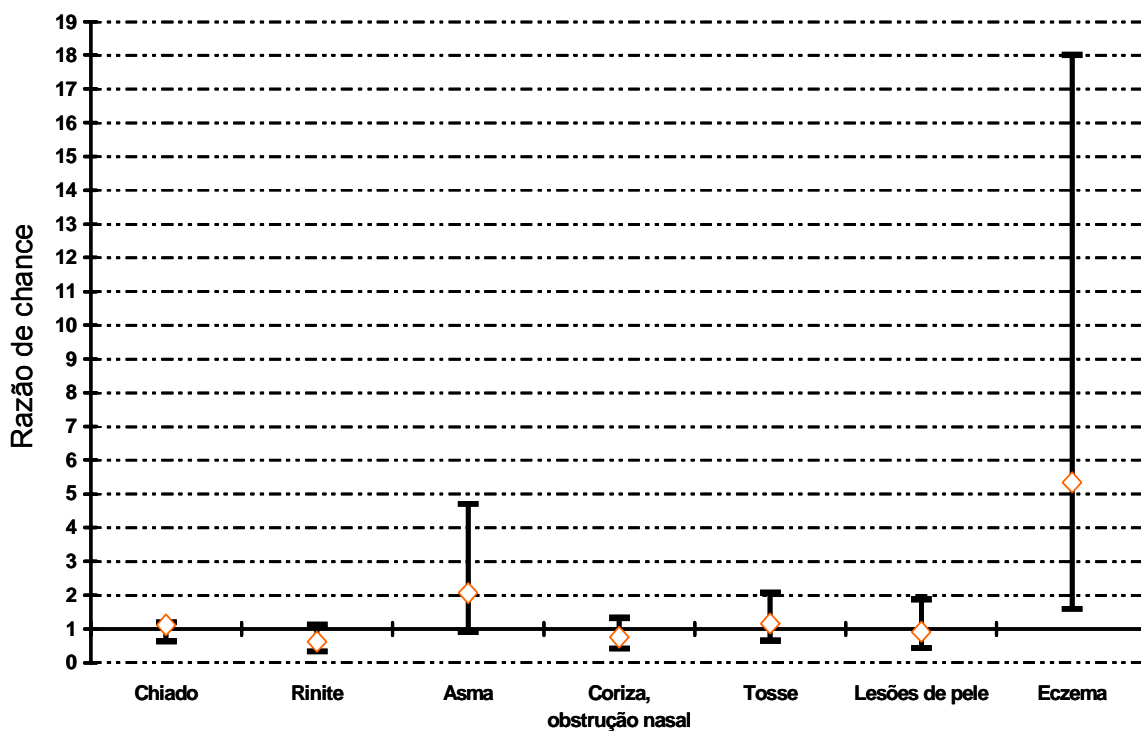


Figura 9 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios com relação à existência

de fumantes nas residências dos estudantes nos bairros pesquisados.*

A Figura 10 apresenta o eczema como desfecho com chances significativas de ocorrência na presença de animais na residência dos pesquisados, e a asma no limiar da significância para uma maior chance de ocorrência na presença de animais nas residências.

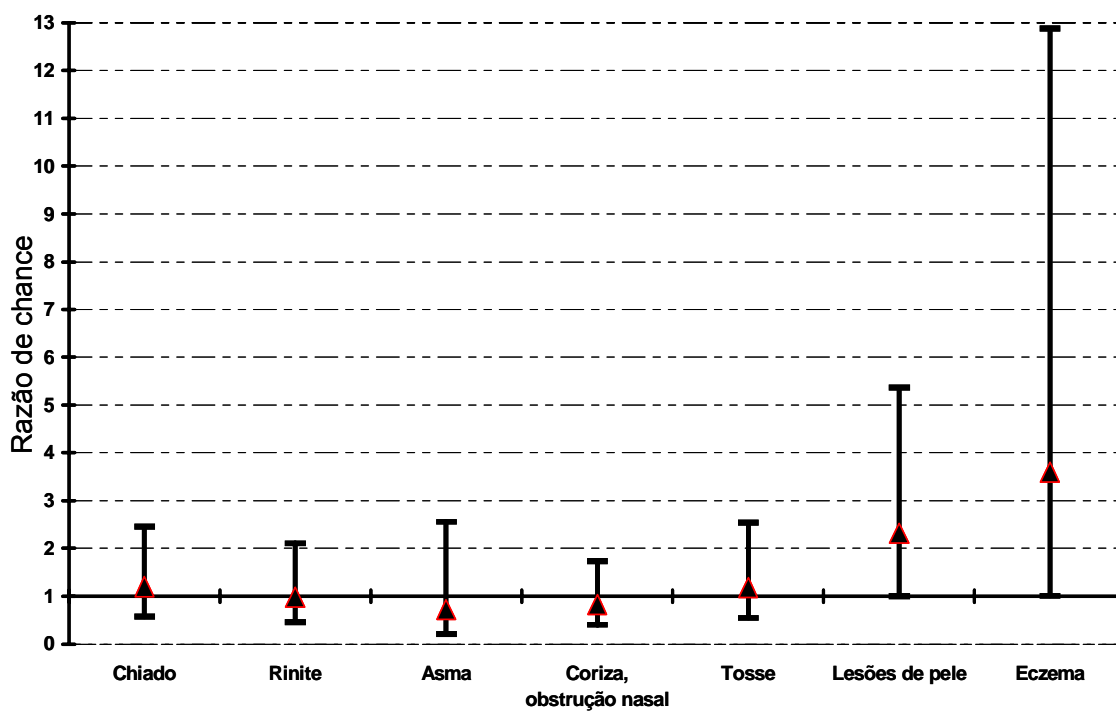


*Jardim da Penha como base

Figura 10 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios com relação à presença

de animais nas residências dos estudantes nos bairros pesquisados.*

Na Figura 11 nenhum acréscimo significativo na chance de sintomas respiratórios foi encontrado, quando da existência de umidade na residência dos pesquisados.



*Jardim da Penha como base

Figura 11 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios com relação à presença de umidade nas paredes das residências dos estudantes nos bairros pesquisados. *

A Figura 12 mostra que as chances de ocorrência dos sintomas respiratórios e lesões de pele não foram significativas, quando da existência de carpete nas residências dos pesquisados.

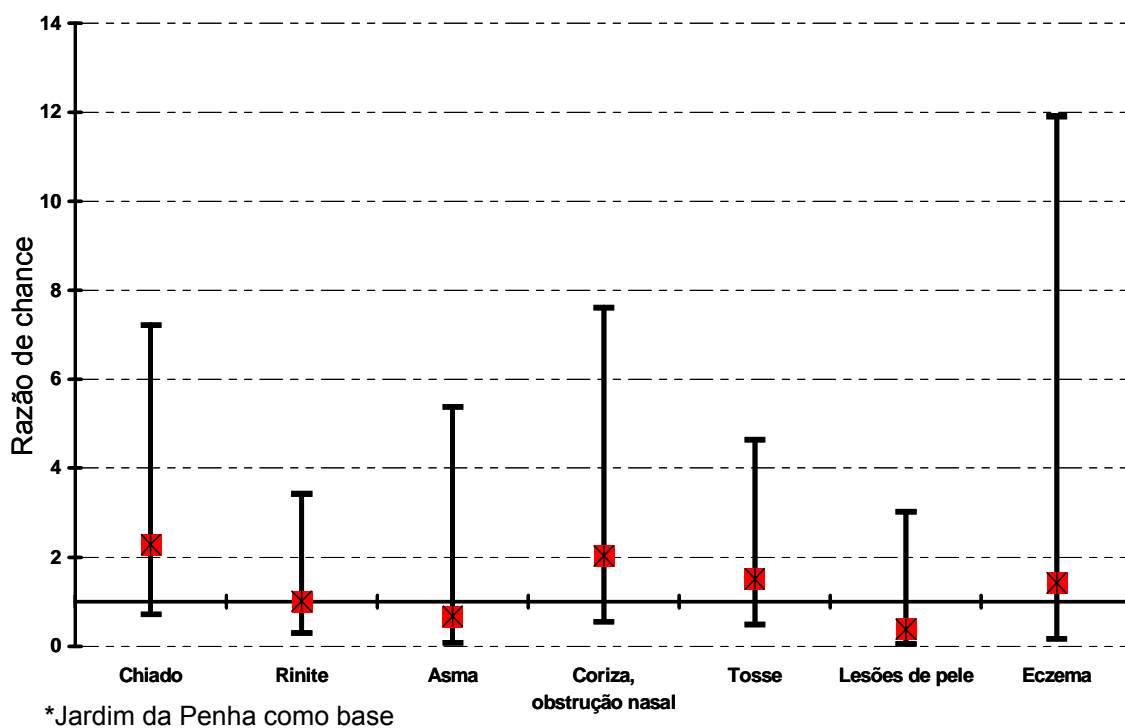


Figura 12 - Razões de chance da ocorrência de sintomas respiratórios com relação à presença de carpete nas residências dos estudantes nos bairros pesquisados.*

4.3 ANÁLISE DOS ELEMENTOS QUÍMICOS PRINCIPAIS NAS FOLHAS DO BIOMONITOR

A Tabela 17 apresenta as concentrações de substâncias e elementos encontrados nas análises das folhas do biomonitor.

Os fatores associados foram agrupados por cor, sendo **salmão** para fator relacionado à fonte de poluição industrial, **cinza** para ressuspensão e aerossol marinho, e **azul** para fonte automotiva.

Tabela 17 - Valores médios de componentes detectados no biomonitoramento

Amostra	Locais de amostragem				
	Controle	Jardim Camburi	Corpo de Bombeiros	Jardim da Penha	Policlínica
Al%					0,10
Al ₂ O ₃ %					0,19
Al ppm	218,48	288,88	313,97	379,16	
Al ₂ O ₃ ppm	412,80	545,82	593,22	716,40	
SrO ppm	204,12	206,17	253,62	212,92	226,69
Sr ppm	172,60	174,34	214,46	180,05	191,69
Fe ₂ O ₃ ppm	165,14	316,19	222,26	141,76	221,93
Fé ppm	115,50	221,15	155,45	99,15	155,23
Br ppm	95,12	185,04	182,27	152,57	152,99
Rb ₂ O ppm	86,98	41,06	38,87	26,33	30,98
Rb ₂ O ppm	57,06	44,90	42,51	28,79	33,88
TiO ₂ ppm	54,33	5,79	114,75	2,20	0,00
Ti ppm	32,56	3,47	68,77	1,32	0,00
MnO ppm	50,57	17,05	35,74	70,79	37,09
Mn ppm	39,16	13,20	27,68	54,82	28,73
CuO ppm	49,87	48,26	57,36	55,10	46,34
Cu ppm	39,84	38,56	45,82	44,01	37,02
ZnO ppm	39,40	35,80	40,30	3,63	19,42
Zn ppm	31,66	28,77	32,38	2,92	15,60
CrO ₃ ppm	25,57	5,25	40,09	15,55	0,00
Cr ppm	17,49	3,59	27,43	10,64	0,00
NiO ppm	7,48	18,40	23,70	2,97	9,58
Ni ppm	5,87	14,46	18,62	2,33	7,52
K ₂ O%	6,01	8,89	6,68	7,72	7,93
K%	4,99	7,38	5,55	6,41	6,58

Tabela 17 - Valores médios de componentes detectados no biomonitoramento (continuação).

Amostra	Locais de Amostragem				
	Controle	Jardim Camburi	Corpo de Bombeiros	Jardim da Penha	Policlínica
CaO%	5,22	4,39	6,41	5,07	5,41
Ca%	3,73	3,14	4,58	3,62	3,86
Co ₂ O ₃ ppm	4,73	14,76	15,59	0,00	9,37
Co ppm	3,36	10,49	11,08	0,00	6,66
PbO ppm	2,20	7,34	10,26	5,01	27,62
Pb ppm	2,05	6,81	9,53	4,65	25,64
MgO%	2,14	1,71	2,15	1,92	2,03
Mg%	1,29	1,03	1,30	1,16	1,23
Cl%	1,66	3,92	5,17	3,63	4,87
P ₂ O ₅ %	0,71	0,67	0,65	0,90	0,78
P%	0,31	0,29	0,28	0,39	0,34
SO ₃ %	0,69	0,54	1,11	0,57	0,86
S%	0,28	0,22	0,44	0,23	0,35
SiO ₂ %	0,48	0,50	0,82	0,68	0,56
Si%	0,23	0,24	0,38	0,32	0,26
V ₂ O ₅ ppm	0,00	25,71	0,00	23,90	0,00
V ppm	0,00	14,40	0,00	13,39	0,00
C ₆ H ₁₀ O ₅	82,97	79,23	76,85	79,37	77,29

A Tabela 18 apresenta os resultados de análise dos principais elementos encontrados nas folhas da espécie biomonitora utilizada, bem como identifica a origem provável da fonte poluidora antropogênica ou natural destes elementos.

Tabela 18 - Matrix de rotação ^(a) dos principais grupos de elementos segundo os traçadores predominantes.

Elementos	Principais Fontes		
	Aerossol Marinho	Industrial	Automotivo
Si	0.890	-0.192	-0.045
K	-0.119	0.881	0.134
Cl	0.722	0.256	-0.087
V	-0.018	-0.081	0.928
Fe	0.160	0.816	-0.007
Ni	0.091	0.513	-0.051
Zn	-0.765	-0.120	-0.276
Pb	0.436	0.372	0.475

Análise de componentes principais.

Método: Varimax.

^a Rotação de convergência com 5 interações.

A Figura 13 apresenta os valores médios dos elementos por meio da análise dos componentes principais e erros padrão de cada área de estudo, e identifica suas prováveis origens. Pode-se verificar que os locais pesquisados apresentam contribuições bem distintas. Destaca-se na área de Jardim Camburi a contribuição predominantemente industrial.

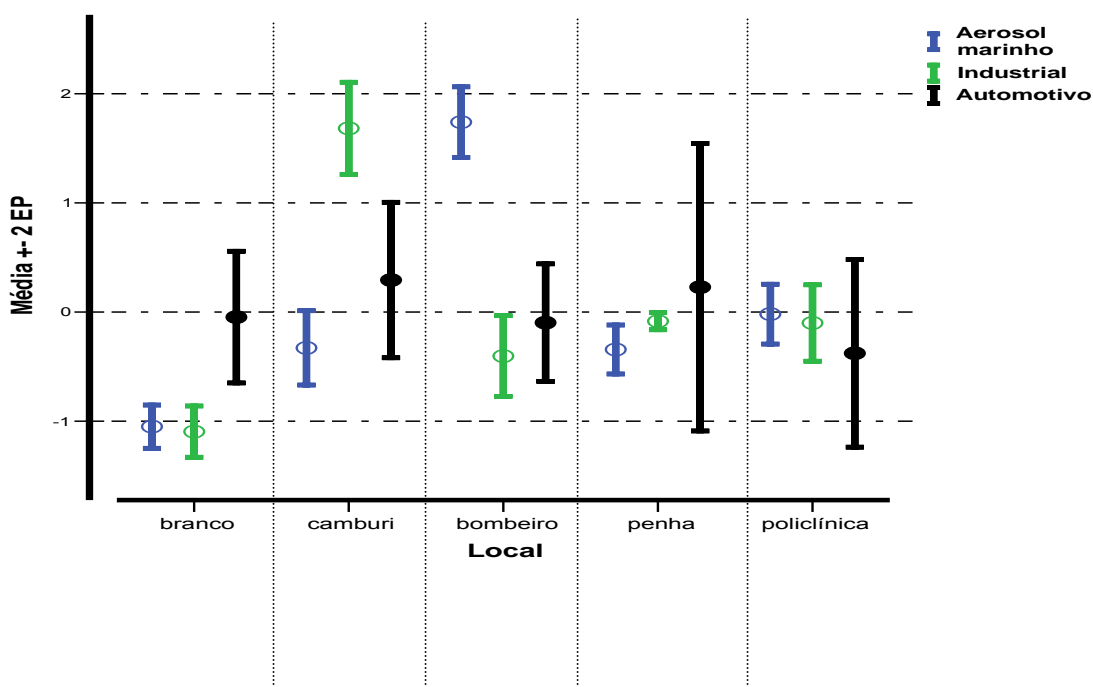


Figura 13 - Média (± 2 erro padrão) dos principais elementos componentes da análise das folhas da espécie biomonitora por área de estudo.

A Tabela 19 apresenta os valores médios dos principais poluentes analisados na rede automática de monitoramento, por local da estação monitora, no período da pesquisa.

Tabela 19 - Valores médios de componentes detectados no monitoramento automático

Estações Automáticas de Monitoramento Atmosférico	Parâmetros				
	NO ₂	PM ₁₀	O ₃	CO	SO ₂
*Laranjeiras	17,80	31,8	-----	664	-----
Jd. Camburi	23,2	26,2	-----	-----	-----
Suá (Corpo de Bombeiros)	21,3	26,0	54,33	814	-----
Centro	29,00	22,5	-----	-----	11,5
*Carapina	-----	18,0	-----	-----	-----

Fonte: Dados da Rede Automática de Monitoramento do IEMA-ES
* Município da Serra

5 DISCUSSÃO

**A nossa vida é geralmente abreviada pela nossa ignorância.
(Herbert Spencer)**

A poluição do ar interage com os efeitos à saúde, e um importante fator potencializador desta interação é o clima. Uma vez que este é preponderante para a dispersão ou não da mesma.

As condições de dispersão dos poluentes, e conseqüentemente seus impactos têm uma relação sinérgica com o clima, sendo que este ainda influencia a distribuição espacial da poluição (Ho et al., 2007, Zhou, Levy, 2007, Guo et al., 1999). Muitas mudanças têm ocorrido em função do acúmulo de gases oriundos da queima de combustíveis fósseis, conduzindo a efeitos na saúde das populações (Haines et al., 2006). Como neste trabalho houve um corte transversal pode-se desconsiderar estes efeitos, uma vez que não seria possível avaliar a relação de causa e efeito neste tipo de desenho.

Os bairros em estudo, após as avaliações para comparação das amostras, mostraram que as populações guardam semelhanças não só quanto à estrutura demográfica, com idade e sexo equivalentes em ambos os bairros, (Tabela 1), mas também com relação à maioria dos possíveis fatores de confusão investigados.

Com relação à distribuição dos agravos, esta semelhança era desejável; já que alguns estudos evidenciaram que a distribuição dos agravos respiratórios segue um critério diferenciado segundo idade e sexo (Prieto et al., 2007, Kuschnir et al., 2007).

A renda mensal dos grupos em análise apresentou associação significativa entre os bairros, apesar dos esforços para homogeneizar a amostra escolhendo os estudantes nas escolas públicas (Figura 5). Contudo, em função do reduzido número de estudantes na rede municipal de ensino, moradores em Jardim da Penha, uma complementação da amostra naquele bairro foi realizada com estudantes de um colégio privado. Este colégio apresentava as mensalidades mais acessíveis, por conseguinte uma clientela mais próxima aos usuários do ensino público, apesar disso, esta situação parece ter se refletido na renda mensal dos pesquisados.

Conforme estudos de Sobral (1989), Forastiere et al. 2007, Lee J-T et al. (2006) e Castro et al. (2007) o status socioeconômico influi na prevalência dos agravos. Porém, não houve diferenças significativas na distribuição dos mesmos entre os bairros. O que demonstra que, apesar da renda ser superior em Jardim da Penha, esta não foi suficiente para determinar uma suscetibilidade diferenciada nas populações estudadas.

Além da renda familiar, a única associação significativa encontrada se circunscreveu à maior presença de animais nas residências em Jardim da

Penha. Entretanto esta associação não apresentou impacto nos agravos respiratórios.

Em que pesem estas associações significativas do ponto de vista estatístico, não houve a invalidação da assunção de que as populações eram assemelhadas, tendo em vista que todos os demais indicadores não apresentaram diferença entre os bairros. Os efeitos e desfechos refletiram essa condição, mesmo com a diferença de exposição, e não apresentaram associação estatisticamente significativa entre elas, apesar de um sintoma apresentar associação com a proximidade da indústria.

Devido ao nivelamento do status socioeconômico, que modifica os efeitos (Lee J-T et al., 2006, Forastiere et al., 2007, Kim et al., 2007), os parâmetros moradia, número de cômodos, de moradores por residência e estado de conservação dos imóveis, após as comparações, revelaram-se sem diferenças estatísticas significativas. A maioria reside em apartamentos em ambos os bairros, e no que diz respeito aos outros indicadores socioeconômicos citados não houve diferenças entre os bairros, incluindo-se ainda o tempo de moradia no local.

Outros parâmetros analisados também não apresentavam associações, por exemplo, o fumo na residência, que deve ser controlado segundo estudo de Ho et al., 2007, e a proximidade de tráfego, pois segundo Guo et al., 1999 e Clougherty et al., 2007 o tráfego pode influir nos índices de asma e outros sintomas respiratórios; ou ainda a presença de construções, que por serem

geradoras de material particulado também podem agravar a asma e seus sintomas (Lee SL et al., 2006).

A constatação de que não houve associações significativas entre os bairros no que se refere aos fatores de confusão citados, torna os demais resultados mais confiáveis; uma vez que, as relações entre poluição do ar e saúde podem sofrer influências não só socioeconômicas (Sobral, 1989, Forastiere et al., 2007), mas também demográficas e ecológicas (Pope, Burnett, 2007), além de climáticas (Ho et al., 2007).

Os resultados apresentados por este trabalho corroboram muitos achados progressos da bibliografia, analisados em separado ou em conjunto.

Trabalhos desenvolvidos ao redor do mundo demonstraram que os grupos mais vulneráveis à poluição do ar são idosos e crianças (Kunzli et al., 2000, Krewski et al., 2005, Luginaah et al., 2005, Gouveia et al., 2006, Braga et al., 2001). Quando estudamos o desfecho da asma e dos seus sintomas, a bibliografia descreve as crianças e adolescentes como os grupos mais afetados, inclusive com o comprometimento do desenvolvimento pulmonar das crianças (Curtis et al., 2006, Prifitis et al., 2006). A amostra deste estudo foi composta de crianças de 7 a 12 anos, e a prevalência de sintomas respiratórios encontrada em ambos os bairros pode ser considerada muito elevada (figura 4).

O *International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)*, em sua primeira fase, usando um questionário simples, padronizado e validado, com poucas perguntas e auto-aplicável, avaliou 304.796 crianças de 42 países, entre 6–7 anos de idade, e 463.801 adolescentes entre 13–14 anos de 155 centros em 56 países. A enquete permitiu distinguir três grupos de países segundo as taxas de prevalência da asma: fraca (inferior a 5%), média (5–6%), e forte (superior a 10%). As maiores prevalências foram registradas nos países anglo-saxões: Inglaterra, Nova Zelândia, Austrália, Irlanda, Canadá, Estados Unidos onde a prevalência é de $\geq 20\%$, enquanto que as mais baixas ocorreram nos países do leste europeu, Indonésia, Grécia, Taiwan, Índia e Etiópia. Neste estudo multicêntrico o Brasil ficou classificado em 8º lugar, com uma prevalência média de 20% (Telles Filho, 2005).

Embora não existam associações significativas nas prevalências de sintomas respiratórios em ambos os bairros, estas são mais elevadas que as encontradas em estudos semelhantes usando o mesmo instrumento ISAAC (Droma et al., 2007, Del-Río-Navarro et al., 2007, Rios et al., 2004, Soto-Quiros et al., 2002, Mallol et al., 2000) em crianças com faixas etárias semelhantes (Loyo-Berríos et al., 2007, Soto-Quiros et al., 2002). Isso pode ser explicado pelas contribuições de origem industrial e automotiva para a poluição do ar em ambas as áreas, e seus possíveis efeitos sinérgicos com o clima (Guo et al., 1999, Kunzli et al., 2000, Wyler et al., 2000, Curtis et al., 2006, Clougherty et al., 2007). Pois, segundo diversos autores, mesmo com

o cumprimento dos padrões de qualidade do ar estabelecidos por normas internacionais ou nacionais Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), pode-se observar efeitos à saúde, em especial entre os grupos mais suscetíveis (Kunzli et al., 2000, Braga et al., 2001, Bakonyi et al., 2004, Luginaah et al., 2005, Pope, Dockery, 2006, Prieto et al., 2007).

Em 2002, Ronchi mostrou que a poluição atmosférica na cidade de Vitória decresceu na década de 90 do século passado, paralelamente ao crescimento da frota automotiva. O autor citou dados do movimento da terceira ponte, que liga Vitória a Vila Velha e que comprovavam essa hipótese. O mesmo autor mostrou que os efeitos da poluição atmosférica sobre as doenças respiratórias nas crianças caíram no mesmo período.

No entanto, é fato que do início desta década até hoje, o incremento médio anual da frota de veículos automotores de Vitória foi de 5 % e da Grande Vitória de 8,3 % em contraste com a década passada em que foi de menos de 2%, e 6,5 % respectivamente, segundo dados estatísticos da Secretaria de Transportes de Vitória da Prefeitura de Vitória (SETRAN), 2008³.

Em 2007, Castro et al., em estudo ecológico de série temporal mostraram em Vitória, o aumento de asma em crianças abaixo de seis anos e a

³ Amorim BG. Dados estatísticos – tráfego. bel.amorim@yahoo.com.br [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: Dione Conceição Miranda <dionemiranda@uol.com.br>. Em: 9 Jan 2008.

associação com PM_{10} . Estes dados ainda demonstravam que as condições socioeconômicas e climáticas influíam diretamente na exacerbação das crises de asma. A época com os maiores índices encontrados foi o outono, nos meses mais secos e menos quentes que o verão. Os bairros com maior prevalência entre 2001 e 2003, anos da pesquisa, foram bairros pobres: Morro do Quadro, São José e Jabour. Assim, ratificando que as condições socioeconômicas (Sobral, 1989, Lee J-T et al., 2006, Forastiere et al., 2006) expõem a população a maiores riscos de agravamento da asma. Estes bairros são afastados dos pontos de medição da rede automática de monitoramento e sem índices de poluição medidos diretamente, reforçando a necessidade de medição dos parâmetros ambientais em nível local.

Considerando esta necessidade de avaliar o tipo de poluição encontrada separadamente em cada bairro, e os respectivos níveis de exposição, utilizou-se o biomonitoramento como ferramenta. A rede de monitoramento possui um ponto em Jardim Camburi, mas não em Jardim da Penha, cujos índices de poluição são considerados, por este sistema, os mesmos do primeiro bairro.

Tendo como base os resultados de estudos prévios (Queiroz, 2000, Ronchi, 2002, Castro et al., 2007) para este trabalho considerou-se diferenciadas as exposições dos moradores de cada um dos bairros, principalmente em relação à contribuição industrial para a poluição atmosférica.

A opção pelo biomonitoramento possibilitou uma investigação confiável da exposição da população em estudo, a um custo baixo quando comparado ao monitoramento convencional. Como os bairros apresentaram contribuições predominantes de fontes de poluição distintas, em concordância com estudo prévio (Queiroz, 2000), pôde-se observar que a proximidade auto referenciada das indústrias, estatisticamente significativa no bairro de Jardim Camburi, refletia-se em uma contribuição industrial efetivamente predominante, detectada através do biomonitoramento.

Estudos avaliando a composição elementar do material particulado têm sido utilizados para diferenciar o material particulado de diversas localidades (Oliveira, 2006). Outra estratégia utilizada é usar plantas como receptores para o acúmulo dos poluentes em suas folhas (Pignata et al., 2002, Moraes et al., 2002).

No biomonitoramento observou-se que os elementos associados, em Jardim Camburi, à contribuição industrial foram: Ferro (Fe), potássio (K) e níquel (Ni). O mesmo não ocorreu em Jardim da Penha.

Com relação às contribuições veiculares, o bairro de Jardim da Penha apresentou uma média superior a Jardim Camburi, embora não tenha havido associação com significância estatística entre os bairros.

A possível explicação para estas associações é a proximidade física das grandes indústrias com o bairro Jardim Camburi, e sua contribuição para a poluição do mesmo; e a dispersão dessa poluição, ocorrida em função da predominância dos ventos norte-nordeste, ao afastar-se destes empreendimentos em direção a Jardim da Penha (Queiroz, 2000).

Ao analisar isoladamente as prevalências dos sintomas associados à asma, chiado, chiado nos últimos doze meses, tosse noturna sem gripe ou resfriado, vê-se que em ambos os bairros essas foram muito elevadas, em torno dos 40%, o que dista bastante de outros estudos (Droma et al., 2007, Rios et al., 2004, Mallof et al., 2000). A coriza e rinite também, como sintomas de alergias, tiveram uma prevalência muito elevada, se aproximando de 80 e 90%, em Jardim Camburi e Jardim da Penha, respectivamente.

Analisando-se, via regressão logística, as razões de chances entre os bairros Jardim Camburi e Jardim da Penha, para os diversos sintomas pesquisados, constatou-se não haver associações significativas entre os bairros. Embora em Jardim Camburi os sintomas de asma fossem mais elevados que em Jardim da Penha, onde prevaleceram sintomas alérgicos (Figura 6). Viu-se também que na amostra avaliada: Rinite, coriza, asma, e tosse são efeitos que têm mais chances de acontecer em Jardim Camburi do

que em Jardim da Penha, quando associados à proximidade da indústria auto referida pelos participantes (Figura 7), e referendada pelo biomonitoramento (Figura 13). Estes resultados, todavia apresentaram-se no limite da significância estatística. O tamanho da amostra pode ter sido preponderante para esta avaliação estatística, já que devido às perdas, pode não ter sido suficiente para captar de forma cabal estas associações.

As razões de chances entre os bairros, quando os sintomas foram relacionados à proximidade de tráfego (Figura 8), não apresentou associações significativas, mais uma vez referendadas pelos achados do biomonitoramento (Figura 13).

Os desfechos eczema e asma apresentaram uma maior chance de ocorrência em Jardim Camburi; resultados inesperados, já que foi encontrada uma maior ocorrência de animais nas residências dos pesquisados em Jardim da Penha (Tabela 9). Demonstrando, provavelmente, pouca influência da poluição *indoor* na saúde, tais como alérgenos de origem animal e poluentes de origem doméstica (Warman et al., 2006, Molnár et al., 2006), e maior influência dos poluentes *outdoor* ou ambientais.

Para a Figura 8, vê-se que em alguns casos a poluição *indoor* pode confundir as avaliações de impacto à saúde (Haverinen-Shaughnessy et al., 2006). A presença de umidade nas residências apresentou associação

significativa com o eczema e lesões de pele, este resultado esteve no limiar da significância.

A amostra originalmente prevista teve perdas em torno de 30%, e por este motivo, supõe-se que alguns destes resultados em regiões limítrofes para a significância estatística poderiam ser avaliados de forma mais completa em uma amostra maior.

Apesar disso, alguns resultados foram significativos mesmo diante dessas condições; demonstrando que certos fatores, como por exemplo, a proximidade da indústria e a contribuição preponderantemente industrial à poluição do ar, podem ser consideradas claramente associadas às razões de chances prevalentes dos efeitos e desfechos.

O biomonitoramento apresentou resultados relevantemente compatíveis com as expectativas oriundas da revisão, ou seja, contribuições para a poluição do ar, qualitativamente diferentes nos dois bairros com relação à indústria. Com relação às fontes automotivas, houve homogeneidade entre os bairros, embora a média em Jardim da Penha tenha sido superior a de Jardim Camburi (Figura 13).

As análises elementares mostraram a composição predominante dos poluentes incorporados ao biomonitor em cada bairro, e a distinção entre as fontes antropogênicas ou naturais envolvidas na poluição atmosférica.

Em trabalho realizado por Queiroz (2000), a análise qualitativa dos filtros de amostradores passivos demonstrou que as localizações geográficas, além da contribuição qualitativa da poluição, produziam diferentes perfis de poluição e conseqüentemente de exposição.

E ainda um estudo epidemiológico do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental (LPAE) da Universidade de São Paulo, comparando dados do hospital infantil de Vitória de 1993-1997 e 1998-1999, realizado para atendimento à condicionante da licença ambiental da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), demonstrou que o risco de efeitos à saúde em Jardim Camburi diferia dos demais bairros da cidade, já que somente naquele bairro foram encontrados efeitos à saúde associados ao poluente SO₂ (Pereira et al., 2003).

Tendo em vista estas constatações, algumas considerações podem ser realizadas:

- As semelhanças entre as populações amostradas permitiram uma comparação adequada, já que os perfis socioeconômicos, os dados de saúde e os fatores de confusão investigados praticamente não apresentaram associações significativas do ponto de vista estatístico.
- O biomonitoramento foi eficaz como instrumento de qualificação do material particulado encontrado nas localidades onde as plantas foram expostas, aprimorando a avaliação ambiental convencional dos poluentes.

- A presença da indústria nas proximidades das residências associava-se a um aumento no risco de sintomas respiratórios e asma.
- Os pesquisados conseguiram qualificar os riscos ambientais a que se expõem, ou seja, onde a proximidade com a indústria ocasiona um risco adicional, este foi claramente identificado.
- O perfil da contribuição automotiva para a poluição do ar nos dois bairros avaliados foi semelhante estatisticamente, embora um pouco maior em Jardim da Penha, já que a mesma é mais dispersa e uniforme em ambos.

O tráfego, como fator associado à poluição e seus impactos à saúde, também foi alvo de vários estudos (Guo et al., 1999, Curtis et al., 2006, Jacobson, 2007). Embora neste trabalho os principais efeitos e desfechos encontrados mostrassem associação com a presença de indústria, vale ressaltar que em Jardim da Penha, os efeitos e desfechos foram quase tão elevados quanto em Jardim Camburi, não obstante a maior distância das indústrias potencialmente poluidoras.

Os dados do biomonitoramento demonstraram que as contribuições predominantes em Jardim da Penha foram as automotivas. Contudo, valores elevados foram encontrados para os efeitos e desfechos estudados.

A questão do tráfego deve ser avaliada cuidadosamente, para que se evite o menosprezo de seus possíveis impactos. Considerando-se que a região estudada está na área com os maiores corredores de tráfego da cidade, e que a frota se encontra em franca expansão (Amorim, 2008)⁴.

O questionário ISAAC demonstrou ser, conforme já constatado em outras pesquisas ao redor do mundo (Lee SL et al., 2006, Lima et al., 2006, Ho et al., 2007, Kuschnir et al., 2007, Loyo-Berrios et al., 2007, Droma et al., 2007), um instrumento eficaz de levantamento de dados de saúde. Considerando esta eficácia, é relevante a diferença entre as prevalências de sintomas como chiado e crises de chiado na literatura e os valores encontrados, que são superiores aos encontrados em estudos nacionais e internacionais em torno de 50 % (Figura 4).

As políticas públicas empreendidas para redução da poluição e manutenção dos padrões de qualidade do ar, embora tenham reduzido as emissões significativamente ao longo da última década (Ronchi, 2002), não foram suficientes para impedir os efeitos e desfechos encontrados, a exemplo de outros estudos (Castro et al., 2007). Isso implica que grupos suscetíveis, crianças e idosos, bem como portadores de doenças respiratórias prévias,

⁴ Amorim BG. Dados estatísticos – tráfego. bel_amorim@yahoo.com.br [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: Dione Conceição Miranda <dionemiranda@uol.com.br>. Em: 9 jan 2008.

estariam expostos a riscos que poderiam levar a doenças ou agravar as já instaladas.

Estes impactos têm como agravantes fatores sociais e econômicos, contudo os grupos apresentaram-se homogêneos com relação a estes aspectos. Medidas mitigadoras, de todo modo, poderiam ser sugeridas a fim de amenizar o impacto da poluição nestes grupos mais vulneráveis. Entre elas o acompanhamento do estado nutricional, prática de exercícios e outras medidas que impliquem aumento da qualidade de vida (Santos, Martins, 2002, Minayo et al., 2000).

Os custos envolvidos no tratamento de agravos relacionados à poluição, bem como das perdas econômicas com mortes evitáveis e absenteísmo profissional e estudantil por si só já justificariam ações preventivas nos campos ambiental e de saúde pública. Sabe-se também que estudos realizados simultaneamente no Chile, México e Brasil concluíram que no período de 20 anos, de 2000 a 2020 haverá um impacto econômico extremamente elevado, variando de 21 a 165 bilhões de dólares com estes tipos de ocorrências, caso não sejam tomadas medidas para reduzir a poluição do ar e a exposição da população (Bell et al., 2005).

Os resultados encontrados na cidade de Vitória demonstram a necessidade de um aprofundamento desse estudo, e da realização de outros que possam avaliar relações de causalidade no impacto da poluição atmosférica à saúde,

e também à economia. São ainda necessárias políticas públicas que dêem continuidade à redução das emissões atmosféricas, e conseqüentemente à exposição da população; possivelmente estipulando padrões mais restritivos às emissões, encontrando soluções para as questões de tráfego, bem como aperfeiçoando os programas de saúde pública com medidas mitigadoras aos efeitos da poluição atmosférica.

6 CONCLUSÕES

**Prefiro uma gota de sabedoria a toneladas de riquezas.
(Anaxágoras)**

- As prevalências de sintomas respiratórios encontradas foram elevadas em Jardim Camburi e Jardim da Penha, quando comparadas a estudos nacionais e internacionais.
- Não houve diferenças significativas nos sintomas pesquisados entre os bairros, exceto pela rinite.
- Foi encontrada uma associação entre proximidade da indústria, contribuição industrial à poluição, e sintoma respiratório no bairro de Jardim Camburi.
- As análises do biomonitoramento identificaram diferenças qualitativas na poluição atmosférica dos bairros em estudo, com a predominância da contribuição industrial em Jardim Camburi.
- Os programas de avaliação do impacto da poluição do ar à saúde devem levar em consideração a vulnerabilidade dos grupos mais suscetíveis na implantação das políticas públicas.

7 REFERÊNCIAS

**A exatidão em citar é um talento muito
mais raro do que se imagina.
(Pierre Bayle)**

Alves ES, Giusti PM, Domingos M, Saldiva PHN, Guimarães ET, Lobo DJA. Estudo anatômico foliar do clone híbrido 4430 de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição aérea urbana. *Revista Brasileira de Botânica*. 2001; dez.:24(4):567-576.

Arbex MA, Martins LC, Oliveira RC, Pereira LAA, Arbex FF, Cançado JED, Saldiva PHN, Braga ALF. Air Pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *Journal Epidemiological Community Health*. 2007;60:395-400.

Arndt U, Schweiger B. The use of bioindicators for environmental monitoring in tropical and subtropical countries. In: *Biological monitoring signals from the environment* (h. Ellenberg,ed.). Vieweg, Braunschweig, 1991;p.199-298.

Bakonyi SMC, Danni-Oliveira IM, Martins LC, Braga ALF. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. *Revista de Saúde Pública*. 2004;38:695-700.

Barnet AG, Williams GM, Schwartz J, Neller AH, Best TL, Petroeschovsky AL, Simpson RW. Air Pollution and Child Respiratory Health. *Am. Journal Respiratory Critical Care Medicine*. 2005;171:1272-1278.

Bell M L, Dominici F and Samet J. A Meta-Analysis of Time-Series Studies of Ozone and Mortality with Comparison to the National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. *Epidemiology*. 2005;16(4):436-445.

Bell M, Devra L, Fletcher T. A Retrospective Assessment of Mortality from the London Smog Episode of 1952: The role of influenza and pollution. *Environmental Health Perspectives*. 2004;jan.:112 (1):6-8.

Bell ML, Devra LD, Gouveia N, Borja-Aburto VH, Cifuentes LA. The avoidable effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, São Paulo and México City. *Environmental Research*. 2006;100:431-440.

Bell, ML, Devra LD, Cifuentes L, Cohen A, Gouveia, N, Lester G, Green C, Todd J, Rogat J, Spengler J, Thurston G. International Expert Workshop on the Analysis of the Economic and Public Health Impacts of Air Pollution: Workshop Summary. *Environmental Health Perspectives*. 2002;nov.:110(11): 1163-1168.

Bennet JP, Buchen MJ. Bioleff: three databases on air pollution effects on vegetation. *Environmental Pollution*. 1995;88:262-265.

Boldo E, Medina S, LeTertre A, Hurley F, Mücke HG, Ballester F, Aguilera I, Eilstein D. Apehis: Health impact assessment of long-term exposure to PM_{2,5} in 23 European cities. *Environmental Epidemiology*. 2006; 21:449-458.

Braga ALF, Conceição GMS, Pereira LAA, Kihl HS, Pereira JCR, Andrade MF. Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in São Paulo, Brazil. *Journal Environmental Medicine*. 1999;2(1):95-102.

Braga AL, Saldiva PH, Pereira LA, Menezes JJ, Conceição GM, Lin CA, Zanobetti A, Schwartz J, Dockery DW. Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. *Pediatr Pulmonol*. 2001 Feb;31(2):106-13.

Brasil. Ministério da Saúde. Programa Vigilância em Saúde relacionada à Qualidade do Ar da Secretaria de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/vigiar.pdf>>. Acesso em: 23 nov 2007.

Brighingna L, Papini A, Mosti S, Cornia A, Bocchini P, Galletti G. The use of tropical bromeliads (*Tillandsia* spp) for monitoring atmospheric pollution in the town of Florence, Italy. *Revista de Biologia Tropical*. 2002; 50(2):577-584.

Cançado JE, Saldiva PH, Pereira LA, Lara LB, Artaxo P, Martinelli LA, Arbex MA, Zanobetti A, Braga ALF. The impact of sugar cane-burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. *Environmental Health Perspectives*. 2006;may:114 (5):725-9.

Cassol VE, Solé D, Manna-Barreto SS, Teche SP, Rizzato TM, Maldonado M, Centenario DF, Moraes EZC. Projeto ISAAC - International Study of Asthma and Allergies in Childhood. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2005; 31(3):191-196.

Castro HA, Hacon S, Argento R, Junger WL, Mello CF de, Castiglioni Junior N, Costa JG. Air Pollution and respiratory diseases in the Municipality of Vitória, Espírito Santo State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2007;4:5630-5642.

Caussade LS, Valdivia CG, Navarro MH, Perez BE, Aquevedo SA, Sanchez DI. Risk factors and prevalence of allergic rhinitis among Chilean children. Seccion Respiratorio Pediatrico, Pontificia Universidad Catolica de Chile. *Revista Medica de Chile* 2006 Apr;134(4):456-64. Epub 2006 May 25.

Cendon S, Pereira LAA, Braga ALF, Conceição GMS, Cury Jr. A, Romaldini H, Lopes AC, Saldiva PHN. Air pollution effects on myocardial infarction. *Revista de Saúde Pública*. 2006;40(3):414-419.

Chen T-M, Gokhale J, Shofer S, Kuschner WG. Outdoor Air Pollution: Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide, and Carbon Monoxide Health Effects. *American Journal of Medicine Science*. 2007a;333 (4):249–256.

Chen T-M, Shofer S, Gokhale J, Kuschner WG. Outdoor Air Pollution: Overview and Historical Perspective. *The American Journal of the Medical Sciences*. 2007b;apr:333(4):230-234.

Cifuentes, L, Borja-Aburto, VH, Gouveia, N, Thurston, G, Lee DD. Assessing the Health Benefits of Urban Air Pollution Reductions Associated with Climate Change Mitigation (2000–2020): Santiago, São Paulo, México City, and New York City. *Environ Health Perspect*, 2001;109(suppl 3):419-425. Disponível em: <<http://ehpnet1.niehs.nih.gov/docs/2001/suppl-3/419-425cifuentes/abstract.html>>. Acesso em: 7 jan. 2008.

Clougherty JE, Levy JI, Kubzansky LD, Ryan PB, Shakira FS, Canner MJ, Wright RJ. Synergistic Effects of Traffic-Related Air Pollution and Exposure to Violence on Urban Asthma Etiology. *Environmental Health Perspectives*. 2007; 115(2):1140-1146.

Cohen AJ, Anderson HR, Ostro B, Pandey KD, Krzyzanowsky M, Künzli N, Gutschmidt K, Pope A, Romieu I, Samet JM, Smith K. The global burden of disease due to outdoor air pollution. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. Part A. 2005; 68(13):1301-1307.

Correia, JEM. *Poluição atmosférica urbana e fluxo expiratório de pico (peak flow) em crianças de 7 a 9 anos na cidade de São Paulo, SP* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo; 2001.

Curtis L, Willian R, Smith-Willis P, Fenyves E, Pan Y. Adverse health effects of outdoor pollutants. *Environment International*. 2006;32: 815-830.

Del-Río-Navarro BE, Luna-Pech JÁ, Berber A, Zepeda-Ortega B, Ávila-Castañón L, Del-Río-Chivardi JM, Baeza-Bacab M, Sienna-Monbge JLL. Factors Associated with Allergic Rhinitis in Children from Northern México City. *Journal Investigation Allergology Clinical Immunology*. 2007;17 (2):77-84.

Desqueyroux H.; Momas I. (1999) - [Air pollution and health: a synthesis of longitudinal panel studies published from 1987 to 1998]. *Rev.Epidemiol.Sante Publique* 47, 361-375.

Dominici F, McDermott A, Daniels M, Zeger SL, Samet JM. Revised Analyses of the National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study: Mortality among Residents of 90 Cities. *Journal of toxicology and Environmental Health*. 2005;part A:68:1071-1092.

Dominici F, Peng RD, Bell ML, Phan L, McDermott A, Zeger SL, Samet JM. Fine Particulate Air Pollution and Hospital Admission for cardiovascular and Respiratory Diseases. *Journal of American Medical association*. 2006; 295(10):1127-1134.

Droma Y, Kunii O, Yangzom, Shan M, Pingzo L, Song P. Prevalence and Severity of Asthma and Allergies in schoolchildren in Lhasa, Tibet. *Clinical and Experimental Allergy*. 2007;37:1326-1333.

Ellenberg H. 1991. Bioindicators and biological monitoring. In: *Biological monitoring. signals from the environment* (H. Ellenberg, ed.). Vieweg, Braunschweig, p.13-127.

Ferreira M I, Domingos M, Gomes HA, Saldiva PHN, Assunção JV. Evaluation of mutagenic potential of contaminated atmosphere at Ibirapuera Park , São Paulo-Sp Brazil using the *Tradescantia* stamen-hair assay. *Environmental Pollution*. 2007;145:219-224.

Firket J. Sur les causes des accidents survenus dans la vallée de la Muese, lors des brouillards de décembre 1930. *Bull Academy Royal Medicine Belg*.1931;11:683-741.

Forastiere F, Stafoggia M, Tasco C, Picciotto S, Agabiti N, Cesaroni G, Perucci CA. Socioeconomic Status, Particulate Air Pollution and Daily Mortality: Differential Exposure or Differential Susceptibility. *American Journal of Industrial Medicine*. 2007;50:208-216.

Gouveia N, Freitas CU, Martins LC, Marcilio IO. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2006;22(12):2669-2677.

Guimarães ET; Domingos M.; Alves ES; Caldini Jr N, Lobo DJA, Lichtenfels AJFC, Saldiva PHN. Detection of the genotoxicity potential of air pollution in the city of São Paulo(Brazil) with *Tradescantia pallida* using *Tradescantia* micronucleus assay (Trad-MCN). *Environ. Exp. Bot.*, v.44, p.1-8, 2000.

Guo YL, Lin Y-C, Sung F-C, Huang S-L, Ko Y-C, Lai J-S, Su H-J, Shaw C-K, Lin R-S, Dockery DW. Climate, Traffic-Related air Pollutants, and Asthma Prevalence in Middle-School Children in Taiwan. *Environmental Health Perspectives*. 1999;dec:107 (12):1001-1006.

Haines A, Kovats RS, Campbell-Lendrum D, Corvalan C. Climate change and human health: Impacts, vulnerability and public health. *Journal of the Royal Institute of Public Health*. 2006;120:585-596.

Hajat S, Armstrong B, Wilkinson P, Busby A, Dolk H. Outdoor air pollution and infant mortality: analysis of daily time-series data in 10 English Cities. *Journal of Epidemiological Community Health*. 2007;aug:61(8):719-22.

Haverinen-Shaughnessy U, Pekkanen J, Hyvärinen A, Nevalainen A, Putus T, Korppi M, Moschandreas D. Children's homes – determinants of moisture damage and asthma in Finishing residences. *Indoor Air*. 2006;jan:16:248-255.

Ho WC, Hartley WR, Myers L, Lin MH, Lin YS, Lien CH, Lin RS. Air pollution, weather, and associated risk factors related to asthma prevalence and attack rate. *Environmental Research*. 2007;feb:104:402-409.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2000. Rio de Janeiro, 2002. 1 CD-ROM.

Jacobson M Z. Effects of Ethanol (E85) versus Gasoline Vehicles on Cancer and Mortality in the United States. *Environmental Science Technology*. 2007;41:4150-4157.

Johnson RA, Wichern DW. Applied multivariate statistical analysis. Prentice-Hall International Editions, 3^a Edition, New Jersey USA; 1992.

Kim J-H, Kim J-K, Son B-K, Oh J-E, Lim D-H, Lee K-H, Hong Y-C, Cho S-I. Effects of Air Pollutants on Childhood Asthma. *Yonsei Medical Journal*. 2005; 46(2):239-244.

Kim S-Y, O'Neil M, Lee J-T, Cho Y, Kim J, Kim H. Air Pollution, socioeconomic position, and emergency hospital visits for asthma in Seoul, Korea. *Occupational Environmental Health*. 2007;80:701-710.

Koppe JG, Bartonova A, Bolte G, Bistrup ML, Busby C, Butter M, Dorfman P, Fucic A, Gee D, Van Den Hazel P, Howard V, Kohlhuber M, Leijs M, Lundqvist C, Moshammer H, Naginiene R, Nicolopoulou-Stamati P, Ronchetti R, Salines G, Schoeters G, Ten Tusscher G, Wallis MK, Zuurbier M. Exposure to multiple environmental agents and their effect. *Acta Paediatr Suppl*. 2006; 95(453):106-13.

Krewski D, Burnett RT, Goldberg M, Hoover K, Siemiatycki J, Abrahamowicz M, White W. Reanalysis of the Harvard Six Cities Study, part I: Validation and Replication. *Inhalation Toxicology*. 2005;17:335-342.

Krewski D, Rainham D. Ambient Air Pollution and Population Health: Overview. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part. A*. 2007;70:275-283.

Kunzli N, Medina S, Kaiser R, Quénel P, Horak Jr. F, Studnika M. Assessment of Deaths Attributable to Air Pollution: Should We Use Risk Estimates based on Time Series or on Cohort Studies. *American Journal of Epidemiology*. 2001;153(11):1050-1055.

Kunzli N, Medina S, Studnika M, Chanel O, Filliger P, Herry M, Horak Jr. F, Puybonnieux-Texier V, Quénel P, Schneider J, Seethaler R, Vergnaud J-C, Sommer H. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet*. 2000;sep:356:795-801.

Kuschnir FC, Cunha AJ, Braga D de A, Silveira HH, Barroso MH, Aires ST. Asthma in 13-14-year-old schoolchildren in the city of Nova Iguaçu, Rio de

Janeiro State, Brazil: prevalence, severity, and gender differences. *Cad Saúde Pública*.2007;apr: 23(4): 919-26.

Lee J-T, Son J-Y, Kim H, Kim S-Y. Effect of Air Pollution on Asthma-Related Hospital Admissions for Children by Socioeconomic status Associated with Area of Residence. *Archives of Environmental & Occupational Health*. 2006; 61 (3):123-130.

Lee SL, Wong HS, Lau YL. Association between air pollution and asthma admission among children in Hong Kong. *Clinical and Experimental Allergy*. 2006;36:1138-1146.

Luginaah IN, Fung KY, Gorey KM, Webster G, Wills C. Association of Ambient Air Pollution with Respiratory Hospitalization in a Government-Designated “ Area of Concern”: The Case of Windsor, Ontario. *Environmental Health Perspectives*. 2005;113(3):290-296.

Lima RG, Pastorino AC, Casagrande RRD, Solé D, Leone CL, Jacob CMA. Prevalence of Asthma , Rhinitis and Eczema in 6-7 years old students from the western districts of São Paulo city, using the standardized questionnaire of the “International Study of Asthma and Allergies in Childhood” ISAAC-phase III. *Clinical Sciences*. 2007;62(3):225-234.

Logan WPD. Mortality in London fog incident. *Lancet*. 1953;1:336-338.

Loyo-Berríos, NI.; Irizarry, R, Hennessey, JG; Tao, XG, Matanoski, G. Air Pollution Sources and Childhood Asthma Attacks in Cataño, Puerto Rico. *American Journal of Epidemiology*. 2007;165 (8):927-935.

Mallol J, Solé D, Asher I, Clayton T, Stein R, Soto-Quiros M. Prevalence of Asthma Symptoms in Latin America: The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Pediatric Pulmonology*. 2000;30:439-444.

Martins LC, Latorre MRO, Cardoso MRA, Gonçalves FLT, Saldiva PHN, Braga ALF. Air Pollution and emergency room visits due to pneumonia and influenza in São Paulo Brazil. *Revista de Saúde Pública*. 2002;36(1):88-94.

Medronho RA, Carvalho DM, Bloch KV, Luiz RR, Werneck GL. *Epidemiologia*. São Paulo: Atheneu, 2004.

Minayo MCS, Hartz ZMA, Buss PM. Qualidade de vida e saúde: um debate necessário. *Ciência e Saúde Coletiva*. 2000;5(1):7-18.

Misik M, Micieta K, Solenska M, Misiková K, Pisarciková H, Knasmüller S. In situ biomonitoring of the genotoxic effects of mixed industrial emissions using the *Tradescantia* micronucleous and pollen abortion tests with life plants: Demonstration of the efficacy of emission controls in an area an eastern European city. *Environmental Pollution*. 2007;145:459-466.

Molnár P, Johannesson S, Boman J, Barregard L, Sällsten. Personal exposure and indoor, residential outdoor and urban background levels of fine particle trace elements in the general population. *Journal of Environmental Monitoring*. 2006;8:543-551.

Moraes RM, Klumppb A, Furlan CM, Klumppb G, Domingos M, Rinaldi MCS, Modestoa IF. Tropical fruit trees as bioindicators of industrial air pollution in southeast Brazil. *Environment International*. 2002;28:367-374.

Oliveira, R O. Efeito da composição do material particulado fino, PM_{2,5} e *residual oil fly ash* (ROFA), como determinante do potencial mutagênico e tóxico celular: um estudo em bioensaios vegetais e animais [tese online]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2007 [citado em 15 jan 2008]. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5160/tde-29012007-145939>.

Organização Pan Americana da Saúde. Organização Mundial da Saúde. Informativo OPAS/OMS. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/ambiente/13> nov 2000>. Acesso em: 7 jan. 2008a.

Organização Pan Americana da Saúde. Organização Mundial da Saúde. Proposta de modelo de triagem em licenciamento ambiental para [...] Disponível em: <<http://www.opas.org.br/ambiente/temas.cfm?id=41&area=Conceito>>. Acesso em: 7 jan. 2008b.

Pereira, LAA, Conceição GMS, Braga ALF, André PA, Saldiva PHN. Air Pollution and Children Morbidity in a Brazilian Steel Mill City: a time -series study conducting the decision-makers policies. *Epidemiology*. 2003;14 58-58.

Pignata ML, Gudiño GL, Wannaz ED, Pla' RR, González CM, Carrerasa HÁ, Orellanac L. Atmospheric quality and distribution of heavy metals in Argentina employing *Tillandsia capillaris* as a biomonitor. *Environmental Pollution*. 2002;120:59–68.

Pope CA, Burnett RT. Confounding in Air Pollution Epidemiology. The broader context. *Epidemiology*. 2007;jul:18(4):424-426.

Pope CA, Dockery DW. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *Journal Air & Waste Management Association*. 2006;56:709-742.

Prieto MJ, Mancilla P, Astudillo P, Reyes A, Román O. Excesso de morbidade respiratória em niños y adultos maiores em uma comuna de Santiago com alta contaminação atmosférica por partículas. *Revista Medica Chile*. 2007;135:221-228.

Priftis KN, Anthracopoulos MB, Paliatsos AG, Tzavelas G, Nikoalau-Papanagiotou, Douridas P, Nicolaidou P, Mantzouranis E. Different effects of urban and rural environments in the respiratory status of Greek schoolchildren. *Respiratory Medicine*. 2006;101:98-106.

Queiroz RS. Air Pollution Investigation in Vitoria, Metropolitan Region, ES. Brazil. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2000;jan:246:85-90.

Ramírez-Sánchez HU, Andrade-Garcia MD, González-Castañeda ME, Cellis-de la Rosa AJ. Contaminantes atmosféricos y su correlación com infecciones agudas de las vias respiratorias em niños de Guadalajara, Jalisco México. *Salud Publica del México*. 2006;48(5):385-394.

Rios JL, Boechat JL, Sant'Anna CC, Franca AT. Atmospheric pollution and the prevalence of asthma: study among schoolchildren of 2 areas in Rio de Janeiro, Brazil. *Ann Allergy Asthma Immunology*. 2004;jun:92(6):629-34.

Ronchi F. *Poluição atmosférica e saúde humana na cidade de Vitória (ES)* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2002.114 f.

Samet LM, Air Pollution and Epidemiology: "Déjà Vu All Over again?" *Epidemiology*. 2002;mar:13(2):118-119.

Santos LD, Martins I. Qualidade de Vida Urbana, o caso da cidade do Porto. *Working Papers da Faculdade de Economia do Porto FEP*. 2002;maio:16:1-25.

Sobral HR. Air pollution and respiratory diseases in children in Sao Paulo, Brazil. *Society Science Medicine*. 1989;29(8):959-64.

Solé D, Vanna AT, Yamada E, Rizzo MC, Naspitz CK. Internacional study of asthma and allergies in childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the asthma component among Brazilian children. *Journal Investigation Allergology Clinical Immunology*. 1998;8:376-82.

Solé D, Wandalsen GF, Camelo-Nunes IC, Naspitz CK. Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis, and atopic eczema among Brazilian children and adolescents identified by the Internacional study of asthma and allergies in childhood (ISAAC) – Phase 3. *Jornal de Pediatria*. 2006;82(5)341-346.

Soto-Quiros ME, Soto-Martinez M, Hanson LA. Epidemiological studies of the very high prevalence of asthma and related symptoms among school children in Costa Rica from 1989 to 1998. *Pediatric Allergy and Immunology*. 2002;13:342-349.

Stölzel M, Breitner S, Cyrus J, Pitz M, Wölke G, Kreyling W, Heinrich J, Wichmann H, Peters A. Daily mortality and particulate matter in different size classes in Erfurt, Germany. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2007;17:458-467.

Sumita NM, Mendes ME, Macchione M, Guimarães ET, Lichtenfels AJFC, Lobo DA, Saldiva PHN. *Tradescantia Pallida* cv. *purpurea* Boom in the Characterization of Air Pollution by Accumulation of Trace Elements. *Air & Waste Management Association*. 2003;53:574-579.

Telles Filho P A. Asma Brônquica, asma na infância. *Informações Médicas*. Disponível em: <http://www.asma-bronquica.com.br/PDF/asma_infancia.pdf>. Acesso em: 20 dez 2007.

Tonne C, Melly S, Mittleman M, Coull B, Goldberg R, Schwartz J. A Case-control Analysis of Exposure to Traffic and Acute Myocardial Infarction. *Environmental Health Perspectives*. 2007;115:53-57.

Van Bree L, Fiske N, Tuomisto JT, Brunekreef B. Closing gap between Science and Policy on Air Pollution and Health. *Journal of Toxicology and Environmental Health, part A*. 2007; 70:377-381.

VITÓRIA (ES). Prefeitura Municipal. [Mapa da Rede Automática de Monitoramento Atmosférico - Grande Vitória]. Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br>>. Acesso em: 18 out. 2007b.

VITÓRIA (ES). Prefeitura Municipal. [Vista Aérea da cidade de Vitória (ES)]. Disponível em: <<http://www.vitoria.es.gov.br>>. Acesso em: 18 out. 2007a.

von Klot S, Wolke G, Tuch T, Heinrich J, Dockery DW, Schwartz J, Kreyling WG, Wichmann HE, Peters A. Increased asthma medication use in association with ambient fine and ultrafine particles. *European Respiratory Journal*. 2002;sep:20(3):691-702.

Warman K, Silver EJ, Wood PR. Asthma risk factor assessment: what are the needs of inner-city families? *Annals Allergy Asthma Immunology*. 2006;jul:97(Suppl. 1):11-15.

Wyler C, Braun-Fahrländer C, Kunzli N, Schindler C, Ackermann-Lieblich U, Perrucoud A, Leuenberger P, Wüthrich B. Study on Air Pollution and Lung Diseases in adults(SPALDIA) team. Exposure to Motor Vehicle Traffic and Allergic Sensitization. *Epidemiology*. 2000;jul:11(4):450-456.

Zanobetti A, Schwartz J. Air pollution and emergency admissions in Boston, MA. *Journal Epidemiologic Community Health*. 2006;60:890-895.

Zechmeister HG, Hohenwalliner D. A Comparison of biomonitoring methods for the estimation of the atmospheric pollutants in an industrial town in Austria. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2006;117:245-259.

Zhou Y, Levy JI. Factors influencing the spatial extent of mobile source air pollution impacts: a meta-analysis BMC Public Health May 2007. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/7/89>>. Acesso em: 19 dez 2007.

ANEXO A - Questionário ISAAC

1- Seu filho(a) alguma vez no passado teve chiado ou assobio no peito ?

(0) não (1) sim

Se você respondeu que não pule para a questão 6.

2-Seu filho(a) teve chiado ou assobio no peito nos últimos 12 meses?

(0) não (1) sim

Se você respondeu que não pule para a questão 6.

3-Quantas crises de chiado seu filho(a) teve nos últimos 12 meses?

(0) nenhuma (1) 1 a 3 (2) 4 a 12 (3) mais que 12

4- Nos últimos 12 meses, com que frequência, em média, o sono do seu filho(a) foi interrompido devido a falta de ar?

(0) Nunca acordou com falta de ar (1) Menos que uma noite por semana

(2) Mais que uma noite por semana

5- Nos últimos 12 meses, o chiado do seu filho(a) foi suficientemente grave limitando sua fala a uma ou duas palavras entre uma respiração e outra?

(0) não (1) sim

6- Seu filho(a) tem asma?

(0) não (1) sim

7- Nos últimos 12 meses, o peito do seu filho(a) chiou durante ou após o exercício físico?

(0) não (1) sim

8- Nos últimos 12 meses seu filho(a) teve tosse seca sem estar relacionada com gripe ou infecção nos pulmões?

(0) não (1) sim

As questões que se seguem estão relacionadas a problemas que ocorreram quando seu filho(a) não estava gripado ou resfriado

1- Seu filho(a) já teve crises de espirros, coriza ou nariz entupido quando não estava gripado ou resfriado?

(0) não (1) sim

Se você respondeu que não, pule para a questão 6

2- Nos últimos 12 meses seu filho(a) teve crises de espirros, coriza ou nariz entupido quando não estava gripado ou resfriado?

(0) não (1) sim

3- Nos últimos 12 meses, estes problemas no nariz foram acompanhados de olhos lacrimejando e coçando?

(0) não (1) sim

4- Em que período dos 12 meses estes problemas ocorreram? (Por favor assinale o mês)

(1) Janeiro

(5) Maio

(9) Setembro

(2) Fevereiro

(6) junho

(10) Outubro

(3) Março

(7) Julho

(11) Novembro

(4) Abril

(8) Agosto

(12) Dezembro

5- Nos últimos 12 meses, com que intensidade estes problemas interferiram nas atividades diárias do seu filho(a) ?

(0) Nenhuma (1) Um pouco (2) Moderadamente (3) Muito

6- Seu filho(a) já teve rinite?

(0) não (1) sim

Eczema.

1- Seu filho(a) já teve lesões de pele tipo brotoeja com coceira que aparecem e desaparecem por pelo menos 6 meses?

(0) não (1) sim

Se você respondeu que não, pule para a questão 6

2- Seu filho(a) já teve estas lesões com coceira nos últimos 12 meses?

(0) não (1) sim

Se você respondeu que não, pule para a questão 6

3- Alguma vez estas lesões de pele tipo brotoeja com coceira afetaram algum destes lugares: As dobras do cotovelo, atrás dos joelhos, nos tornozelos, nas dobras das nádegas ou em volta do pescoço, orelhas ou olhos?

(0) não (1) sim

4- Esta irritação desapareceu completamente nos últimos 12 meses?

(0) não (1) sim

5- Nos últimos 12 meses, com que freqüência, em média, seu filho(a) ficou acordado durante a noite por causa desta irritação ?

(0) nunca

(1) menos que uma noite por semana

(2) 1 ou mais noites por semana

6- Seu filho(a) já teve eczema?

(0) não (1) sim

ANEXO B - Questionário Complementar

Apresentação

Para que o estudo fique bom, as respostas devem ser verdadeiras e sinceras. Se você não entender o significado de alguma questão, é só perguntar. Você pode se recusar a responder alguma pergunta.

1. Você mora em:

(1) Casa (2) Apartamento (3) Outro _____

2. Há quanto tempo você mora neste local?

(1) 1 ano ou menos (2) 2 anos (3) 3 anos (4) 4 anos (5) mais de 4 anos

3. Quantos cômodos têm na sua casa?

(1) 1 cômodo (2) 2 cômodos (3) 3 cômodos (4) 4 cômodos (5) 5 ou mais cômodos

4. Quantas pessoas moram na sua casa?

(1) 2 pessoas (2) 3 pessoas (3) 4 pessoas (4) mais de 4 pessoas

5. Quantas pessoas dormem no mesmo cômodo que você?

(1) 2 pessoas (2) 3 pessoas (3) 4 pessoas (4) mais de 4 pessoas

6. Há carpete na sua casa?

(1) sim (2) não

Se sim onde:

(1) sala (2) quarto (3) outro _____

7. Há tapete na sua casa?

(1) sim (2) não

Se sim onde:

(1) sala (2) quarto (3) outro _____

8. Há cortina na sua casa?

(1) sim (2) não

Se sim onde:

(1) sala (2) quarto (3) cozinha (4) outro _____

9. Existe umidade nas paredes da casa?

(1) sim (2) não

Se sim onde:

(1) sala (2) quarto (3) cozinha (4) banheiro (5)
outro _____

De que tipo:

(1) escura com mofo (2) clara

10. Você tem algum animal de estimação?

(1) sim (2) não

Se sim qual:

(1) gato (2) cachorro (3) hamster (4) camundongo (5) coelho (6)
tartaruga

(7) passarinho(8) outro _____

10.1 Onde o animal dorme?

(1) na cama com você (2) no mesmo quarto (3) na sala (4) no banheiro

(5) na cozinha (6) fora da casa

11. Alguém fuma na sua casa?

(1) sim (2) não

Se sim quem fuma:(1) pai (2) mãe (3) irmãos (4) tios (5) avós (6) primos (7) outro_____

12. Passa algum tipo de veículo passa na frente da sua casa?

(1) sim (2) não

Se sim qual?

(1) carro (2) ônibus (3) moto (4) outro_____

13. Há fábrica ou indústria perto da sua casa?

(1) sim (2) não **Se sim, qual?** _____

14. Está sendo feita alguma construção perto da sua casa?

(1) sim (2) não

15. Quem são as pessoas, na sua casa, que trabalham?

(1) Pai (2) Mãe (3) Irmãos (4)Avós (5)Tios

16. Quanto ganham juntas, as pessoas da sua casa que trabalham?

- (1) menos de R\$ 1.000,00
- (2) de R\$ 1.000,00 a R\$ 2.500,00
- (3) de R\$ 2.500,00 a 5.000,00
- (4) de R\$ 5.000,00 a 7.500,00
- (5) acima de R\$ 7.500,00

17. Você frequenta outra escola ?

- (1) sim
- (2) não

18. Se resposta sim, ela fica perto da sua casa?

- (1) sim
- (2) não

19. Quando não está na escola, você passa o maior tempo dentro ou fora de casa?

- (1) dentro de casa (sua ou de colegas)
- (2) fora de casa, na rua

ANEXO C – Autorização da PMV



AUTORIZAÇÃO

Autorizamos **DIONE DA CONCEIÇÃO MIRANDA**, aluna do Curso de Pós-Graduação - Doutorado na área de Saúde, promovido pela Universidade de São Paulo - USP, a realizar pesquisa com alunos regularmente matriculados nas Escolas Municipais de Ensino Fundamental de Vitória, a fim de desenvolver projeto acadêmico intitulado **"Prevalência da Asma e Sintomas Respiratórios no Município de Vitória-ES: Comparação entre duas áreas com diferentes fontes de poluição atmosférica identificadas através do biomonitoramento"**, sob a orientação do Prof. Dr. Luiz Amador Pereira.

A aluna supracitada disponibilizará à Gerência de Ensino Fundamental da Secretaria de Educação cópia do relatório contendo o diagnóstico da pesquisa realizada.

Vitória-ES, 10 de janeiro de 2006.


Marlene de Fátima Cararo Pires

Secretária Municipal de Educação



**ANEXO D – Aprovação do Projeto de Pesquisa pela Comissão de
ética da Faculdade de Medicina da USP**



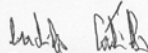
Ao
Departamento de Patologia

O Presidente da Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em 29.12.05 tomou conhecimento da execução do Protocolo de Pesquisa nº **863/05**, intitulado: "Validação e uso do Biomonitoramento na Avaliação dos Impactos à Saúde pela Poluição do Ar no Município de **Vitória-ES**".

No que tange a sua parte empírica, será desenvolvido no "Núcleo de Educação em Saúde" da Prefeitura de Vitória com anuência do responsável.

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. **Alfésio Luís Ferreira Braga**
Pesquisador Executante: Sra. **Dione da Conceição Miranda**

CAPPesq, 29 de Dezembro de 2005.


PROF. DR. EUCLIDES AYRES DE CASTILHO
Presidente da Comissão Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

ANEXO E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Este documento autoriza a participação do estudante nas quatro etapas do estudo de painel da pesquisa de doutorado “Validação e Uso do Biomonitoramento na Avaliação dos Impactos à Saúde pela Poluição do Ar no Município de Vitória ES”, em que serão realizados quatro testes de função pulmonar (espirometria) durante o ano de 2006 na rede básica municipal de ensino. Os resultados dos testes serão confidenciais e encaminhados aos pais ou responsáveis, em caso da detecção de distúrbios. Nestes casos os participantes serão encaminhados e acolhidos na rede básica de assistência à saúde para acompanhamento.

I - IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA E DO RESPONSÁVEL LEGAL

1.1 NOME COMPLETO DO ESTUDANTE e NÚMERO DE MATRÍCULA

.....

NOME DA ESCOLA:

SEXO : .M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO

Nº APTO:

BAIRRO:

CEP:.....

TELEFONE: DDD (.....)

I.2.NOME DO RESPONSÁVEL LEGAL

.....

NATUREZA (grau de parentesco(pai,mãe, tio(a), vó, tutor, curador etc.)

.....

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :..... SEXO: M F

DATA NASCIMENTO.:/...../.....

ENDEREÇO:

Nº APTO:

BAIRRO:

CEP:

TELEFONE: DDD (.....).....

De Acordo,

.....

Data/...../.....