

Rodrigo Romão

**Relação entre o baixo peso ao nascer e a poluição do ar no município
de Santo André,SP**

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

Área de Concentração: Fisiopatologia Experimental

Orientador: Prof. Dr. Luiz Alberto Amador Pereira

São Paulo

2010

Rodrigo Romão

**Relação entre o baixo peso ao nascer e a poluição do ar no município
de Santo André,SP**

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

Área de Concentração: Fisiopatologia Experimental

Orientador: Prof. Dr. Luiz Alberto Amador Pereira

São Paulo

2010

Dedicatória

À Deus, centro e razão da minha vida.

À minha querida mãe, Elza Teresa Pioto Romão, *in memoriam*.

Agradecimentos

Muito especialmente a Prof^a. Dra. Lourdes Conceição Martins pelo cuidado, carinho e especial atenção que emprestou durante todo o processo, sem a sua preciosa contribuição este trabalho não existiria.

À excelente e indispensável contribuição do orientador

Dr. Luiz Alberto Amador Pereira

Minha sincera gratidão também para:

Kerley Cristiane Victorino Romão

Dr. Paulo Hilário Nascimento Saldiva

Dr. Alfésio Luis Braga

Sonia Oliveira Barbosa

Ivani Aparecida Viotto Moreno Maretti

Nancy Yasuda

Vera Lucia da Silva Franco

Silvia Quaglino

Robson Oliveira Lopes

Sumário

Lista de Abreviaturas	
Lista de Símbolos	
Lista de Siglas	
Listas de Tabelas	
Listas de Figuras	
Resumo	
Summary	
1 Introdução.....	1
1.1 Poluição do ar.....	2
1.2 Efeitos adversos atribuídos à poluição do ar.....	14
1.3 Gestação.....	17
1.4 Baixo peso ao nascer.....	22
1.5 Gestação e fatores que interferem com o baixo peso ao nascer.....	23
1.6 Evidências atuais do efeito da poluição sobre o baixo peso.....	27
1.7 O município de Santo André e a região do Grande ABC.....	30
2 Objetivos.....	34
2.1 Objetivo Geral.....	34
2.2 Objetivos Específicos.....	34
3 Casuística e Métodos.....	35
3.1 Tipo de Estudo.....	35
3.2 Dados dos Recém-nascidos.....	35
3.3 Dados dos poluentes e variáveis climáticas.....	36
3.4 Análise Estatística.....	39
3.4.1 Variáveis do Estudo.....	39
3.4.1.1 Variáveis dependentes.....	39
3.4.1.2 Variáveis independentes e de controle.....	39
3.4.2 Análise Estatística.....	41
3.4.2.2 Análise Bidimensional.....	41
3.4.2.3 Análise de Regressão Logística.....	42
4 Resultados.....	43
4.1 Análise Descritiva.....	44
4.2 Análise Bidimensional.....	60
4.3 Análise de Regressão Logística.....	65
5 Discussão.....	73
6 Conclusão.....	80
7 Referências Bibliográficas.....	81

Listas

Lista de abreviaturas

ACTH	Adrenocorticotrofina
DN	Declaração de Nascidos Vivos
Dr	Doutor
Dra	Doutora
dp	desvio padrão
Et al	e outros
HC	Hidrocarbonetos
HLC	Hormônio liberador de corticotrofina
IC	Intervalo de confiança
MP	Material particulado
PAHs	Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos
PM ₁₀	material particulado até 10 micras
Ppb	parte por bilhão
SPSS	Statistical Package for Social Science
Tri	Trimestre

Lista de Símbolos

<	menor
≤	menor igual
>	maior
≥	maior igual
→	Seta da transformação
β	Beta
μg/m ³	micrograma por metro cúbico
°C	Graus Celsius
%	Porcentagem
CH ₄	metano
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
g	gramas
Km	Quilômetro
Km ²	Quilômetro quadrado
L	litro
m	Metros
O ₂	oxigênio molecular
O ₃	Ozônio molecular
N ₂	Nitrogênio molecular
NO ₂	Dióxido de Nitrogênio
N ₂ O	Óxido de dinitrogênio

NO_x	NO e NO_2
SF_6	Hexafluoreto de enxofre
SO_2	Dióxido de Enxofre
SO_x	SO_2 e SO_3

Lista de Siglas

AC	Estado do Acre
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
EUA	Estados Unidos da América
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
GO	Estado de Goiás
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MG	Estado de Minas Gerais
OMS	Organização Mundial de Saúde
RJ	Estado do Rio de Janeiro
SINASC	Sistema Nacional de Nascidos Vivos
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análises de Dados
SP	Estado de São Paulo
WHO	World Health Organization

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Análise Descritiva das variáveis do Estudo.....	45
Tabela 2 - Análise descritiva por trimestres para PM ₁₀ e O ₃	58
Tabela 3 - Análise descritiva por trimestres para temperatura mínima e umidade média.....	59
Tabela 4 - Análise Bidimensional de RN idade, escolaridade e estado civil materno estratificado por baixo peso.....	61
Tabela 5 - Análise Bidimensional de RN segundo tipo de gravidez, parto, Pré-natal, sexo e Apgar de 1º e 5º minuto estratificada por peso do RN.....	64
Tabela 6 - OR e intervalo de confiança de 95% para baixo peso ao nascer e PM ₁₀ por trimestre gestacional e quartis de exposição.....	67
Tabela 7 - OR e intervalo de confiança de 95% para baixo peso ao nascer e O ₃ por trimestre gestacional e quartis de exposição.....	72

Lista de Figuras

Figura 1 - Representação da atmosfera terrestre.....	4
Figura 2 - Ciclo global do carbono.....	8
Figura 3 - Ciclo global do nitrogênio.....	9
Figura 4 - Ciclo global do enxofre.....	10
Figura 5 - Padrões Nacionais de qualidade do ar.....	14
Figura 6 - Peso de nascimento em diferentes idades gestacionais.....	20
Figura 7 - Mapa de Santo André dividindo área urbana e de mananciais com marcação das divisas municipais.....	33
Figura 8 - Indicação da localização das estações de monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo.....	37
Figura 9 - Freqüência de nascidos vivos residentes.....	43
Figura 10 - Análise Descritiva para tipo de parto.....	47
Figura 11 - Percentual de RN segundo peso de nascimento.....	48
Figura 12 - Percentual de RN segundo APGAR do 1º minuto.....	49
Figura 13 - Percentual de RN segundo APGAR do 5º minuto.....	50
Figura 14 - Percentual de RN segundo tipo de gravidez.....	51
Figura 15 - Percentual de mães que realizaram número de consultas de pré-natal adequadas ou não.....	52
Figura 16 - Distribuição percentual de RN segundo faixa etária materna...53	
Figura 17 - Percentual de RN segundo escolaridade materna.....	54
Figura 18 - Distribuição percentual de RN segundo estado civil da mãe....55	
Figura 19 - Percentual de RN segundo sexo.....	56

Figura 20 - Risco de baixo peso ao nascer por exposição materna ao PM ₁₀ no 1º Trimestre de gestação.....	68
Figura 21 - Risco de baixo peso ao nascer por exposição materna ao PM ₁₀ no 2º Trimestre de gestação.....	69
Figura 22 - Risco de baixo peso ao nascer por exposição materna ao PM ₁₀ no 3º Trimestre de gestação.....	70

Resumo

Introdução: A poluição atmosférica é um problema de saúde pública em todo o mundo. Os efeitos adversos produzidos pelos poluentes do ar estão fortemente associados com as doenças respiratórias e cardiovasculares e, com magnitude inferior, aos desfechos da gestação. **Objetivo:** estimar a relação entre os poluentes PM_{10} e O_3 e o baixo peso ao nascer em crianças nascidas na cidade de Santo André. **Casuística e métodos:** este é um estudo de coorte histórica. Foram incluídos todos os bebês nascidos de mães que vivem no município de Santo André - São Paulo – Brasil, entre 2000 e 2006 com declarações de nascimento de vivos concluído. A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Cetesb forneceu dados diários do material particulado (PM_{10}), ozônio (O_3), temperatura e umidade. Foram realizadas análises descritivas e de regressão logística. **Resultados:** Dos 58.114 nascimentos ocorridos entre 2000 e 2006, 5,91 % dos bebês apresentaram baixo peso ao nascer. Houve uma relação dose-dependente entre as concentrações de PM_{10} e o baixo peso ao nascer. Concentrações de PM_{10} no quarto quartil no terceiro trimestre aumentaram o risco de baixo peso ao nascer em 32% (Razão de Chance: 1,32; IC95%: 1,15 – 1,50) quando comparado com os valores do primeiro quartil. Comportamentos semelhantes foram observados nos demais trimestres. Não foram observados riscos para o O_3 . **Conclusão:** o aumento na concentração de PM_{10} , na cidade de Santo André, no período estudado, produziu um aumento na chance de ocorrência de baixo peso ao nascer.

Este efeito foi observado mesmo não ocorrendo ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar.

Descritores: Recém-nascido de baixo peso, material particulado, Ozônio e Regressão logística.

Summary

Introduction: The atmospheric pollution is a public health problem worldwide. The adverse effects related to air pollutants are robustly associated with respiratory and cardiovascular diseases and, in a lesser extent, with pregnancy adverse outcomes. **Objective:** estimating the relationship between air pollutants PM_{10} and O_3 and low birth weight of children were borne in the city of Santo André, São Paulo. **Casuistic and methods:** This is a cross-sectional study. We included in the study all newborns of mothers that were inhabitants of Santo André, São Paulo, Brazil, and that were born from 2000 to 2006. The São Paulo State Environmental Agency (CETESB) provided daily records of particulate matter (PM_{10}), temperature, and humidity. We performed descriptive analysis and logistic regressions. **Results:** Among the 58,114 newborns it was observed a low birth weight rate of 5.9%. There was a dose-response relationship between PM_{10} concentrations and low birth weight. Particles concentrations in the highest quartile in the third trimester of pregnancy increased the risk of low birth weight in 32% ((Odds Ratio: 1,32; 95% CI: 1,15 – 1,50) when compared with the first quartile. The same pattern of effect was observed in the other trimesters. For the O_3 not were detected risks. **Conclusion:** The increase in PM_{10} concentrations, in Santo André, during the studied period, lead to an increase in the odds of low birth weight. This effect was observed even though there was no surpassing of air quality standards.

Keywords: Infant Low birth Weight, Particulate matter, ozone and Logistic models.

1 Introdução

Há mais de 200 anos o homem vem exercendo impacto sobre o meio em que vive de maneira contínua e crescente. Fruto de uma perspectiva separatista, homem-natureza, a ciência moderna e a denominada revolução industrial no ocidente surgem com o propósito de conhecer para dominar.

A natureza foi encarada como fonte inesgotável de bens que deveriam ser utilizados e apropriados pelo homem com a finalidade de realizar um progresso cada vez melhor. Os ambientes foram amplamente transformados tendo como perspectivas a produção e o bem estar das pessoas.

Grandes pólos industriais foram se formando em diferentes épocas por todo o mundo e os problemas da adaptação humana a estes ambientes também foram aparecendo. Inúmeros exemplos de problemas na saúde humana foram se delineando na história desde os adoecimentos e mortes nas minas de carvão inglesas até os mais modernos estudos epidemiológicos que continuam concluindo e sugerindo a intervenção do meio na saúde humana.

Todos os compartimentos ambientais (ar, água, crosta e biosfera) sofreram e sofrem impactos antrópicos. Através de diferentes mecanismos, hoje cada vez mais bem conhecidos, poluentes oriundos das mais diversas

fontes entram nos diversos mecanismos ecológicos e afetam seres humanos, animais, vegetais, corpos d'água, atmosfera, etc.

Neste trabalho, vamos avaliar um dos possíveis impactos da poluição do ar sobre a saúde humana: o baixo peso ao nascer. Tal efeito mostra que já há tempos, a convivência com a poluição ambiental vem nos afetando desde a nossa concepção e desenvolvimento fetal. A dicotomia inicial está desmascarada, nossa dependência de um ambiente com poluição mitigada e controlada é vital.

1.1 Poluição do ar

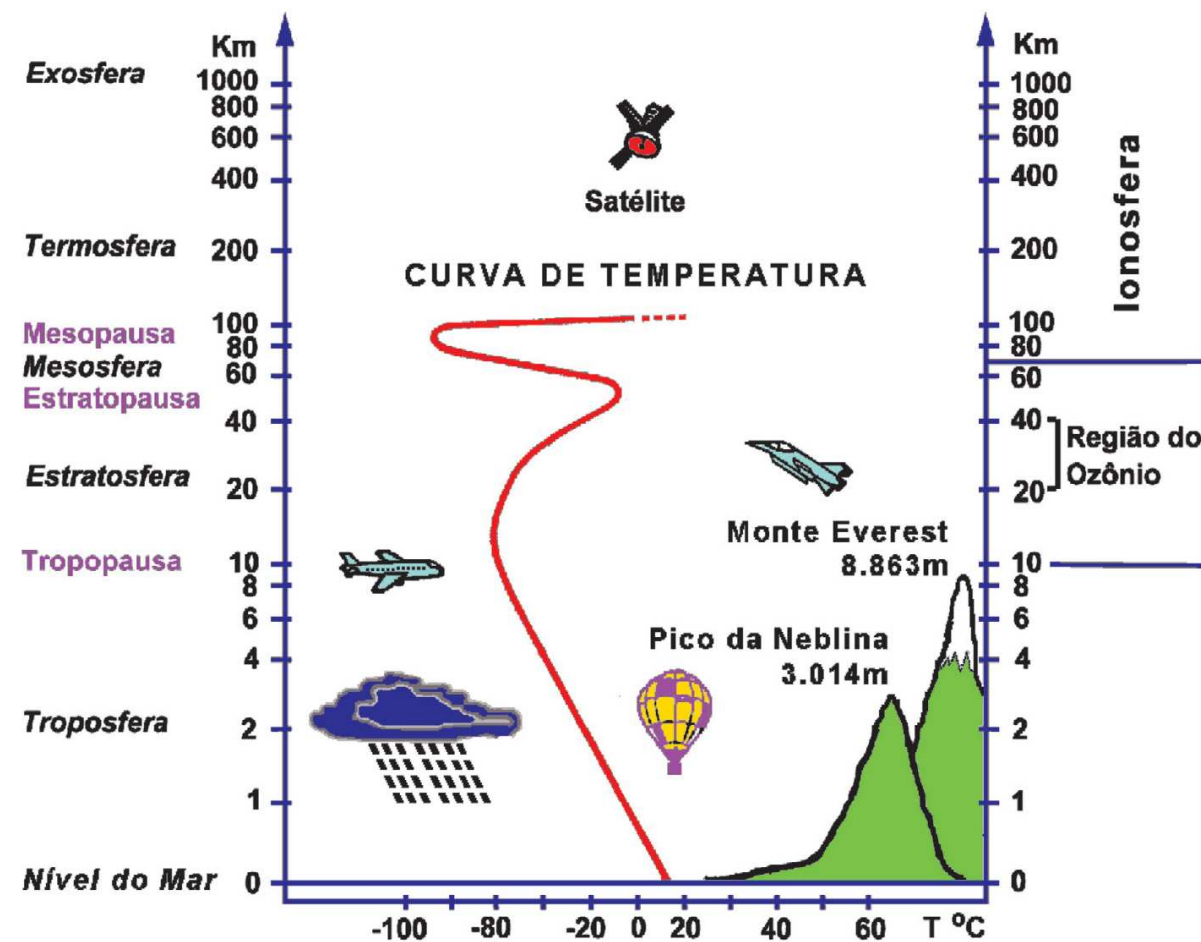
Segundo a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB): *“Poluente atmosférico é toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.”* (http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_historico.asp acessado em 06 de setembro de 2009).

Deve-se destacar que o impacto dos poluentes atmosféricos vai bem além da saúde pública e interfere diretamente na biogeoquímica do planeta.

Como exemplo disso está a questão do aquecimento global através do chamado efeito estufa que vem se agravando e é reputada a emissões dos gases CO_2 , CH_4 , O_3 , N_2O , SF_6 , clorofluorcarbonos e hidroclorofluorcarbonetos entre outros poluentes com potencial de cooperação neste fenômeno (TOLENTINO e ROCHA-FILHO 1998), todos gases minoritários na composição química da atmosfera (JARDIM, 2001).

A atmosfera pode ser dividida em camadas que estão relacionadas com propriedades químicas e físicas, mas que influem diretamente na tendência de mudança de temperatura da atmosfera de acordo com a altitude. A primeira camada, a troposfera, é a que mais nos interessa para este estudo, ela se estende do nível do mar até cerca de 16 Km de altitude. Nela a temperatura diminui com o aumento da altitude, resultado do calor emanado da superfície do solo dissipando-se na atmosfera. É interessante observar na Figura 1 que em outras camadas o comportamento da temperatura é diferente. Na estratosfera, região do gás ozônio, a temperatura se eleva com o aumento da altitude (ROCHA et al., 2009).

Figura 1. Representação da atmosfera terrestre.



Fonte: MARTINS et al., 2003.

A troposfera é a única camada que mantém contato direto com a crosta terrestre e com os seres vivos. Ela proporciona o ambiente básico para a sobrevivência de organismos aeróbicos, os quais utilizam oxigênio livre (O_2) em sua respiração. A maioria dos estudos sobre poluição do ar se refere à região da troposfera, pois é nela que ocorre a intensa movimentação e transformação dos componentes gasosos e das partículas emitidas pelos

oceanos e continentes, ou seja, pelos outros dois importantes compartimentos ambientais, hidrosfera e litosfera (ROCHA et al., 2009).

A atmosfera não é composta apenas por gases. Existe material sólido nela disperso como poeira em suspensão, pólen, micro-organismos e também material líquido como gotículas de vapor d'água na forma de nuvens, neblina e chuvas. De qualquer forma, a composição predominante é gasosa e composta aproximadamente de 78% de nitrogênio (N_2) e 21% de oxigênio (O_2), sendo que o 1% restante é formado por uma infinidade de gases minoritários como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), hidrogênio (H_2), dióxido de nitrogênio (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2), ozônio (O_3) e os gases nobres (ROCHA et al., 2009).

A composição dos principais gases N_2 e O_2 não tem mudado ao longo da história. As alterações ocorridas se deram principalmente nos componentes minoritários, como CO_2 , por exemplo. Ocorre que mesmo sendo minoritária, a função deles na atmosfera é tão relevante quanto à dos macroconstituintes, pois a poluição atmosférica é resultado da mudança de componentes minoritários alterando propriedades químicas e físicas (ROCHA et al., 2009).

A importância das transformações químicas na atmosfera está no fato delas contribuírem para manter a composição química em estado estacionário. Para tanto, existem três conceitos fundamentais para

compreender esta tendência e os desvios dela. O primeiro é o tempo de residência, definido como o tempo médio de permanência do composto na atmosfera. Neste caso como exemplo podemos citar o CO_2 , com tempo de residência de 4 anos e composição em volume de 360.000 ppb, o monóxido de carbono (CO) com tempo de residência de 0,1 anos e composição em volume de 100ppb, o NO_2 com tempo de residência de 1 dia e composição em volume de 0,3ppb e o SO_2 com tempo de residência de 1 a 4 dias e composição em volume variando de 0,01 a 0,1ppb (ROCHA et al., 2009). Todos estes exemplos, com exceção do CO_2 já foram citados como compostos altamente relacionados com doenças respiratórias, cardiovasculares e também com o objeto deste estudo: o baixo peso ao nascer. (ARBEX et al., 2004; BRAGA et al., 2007)

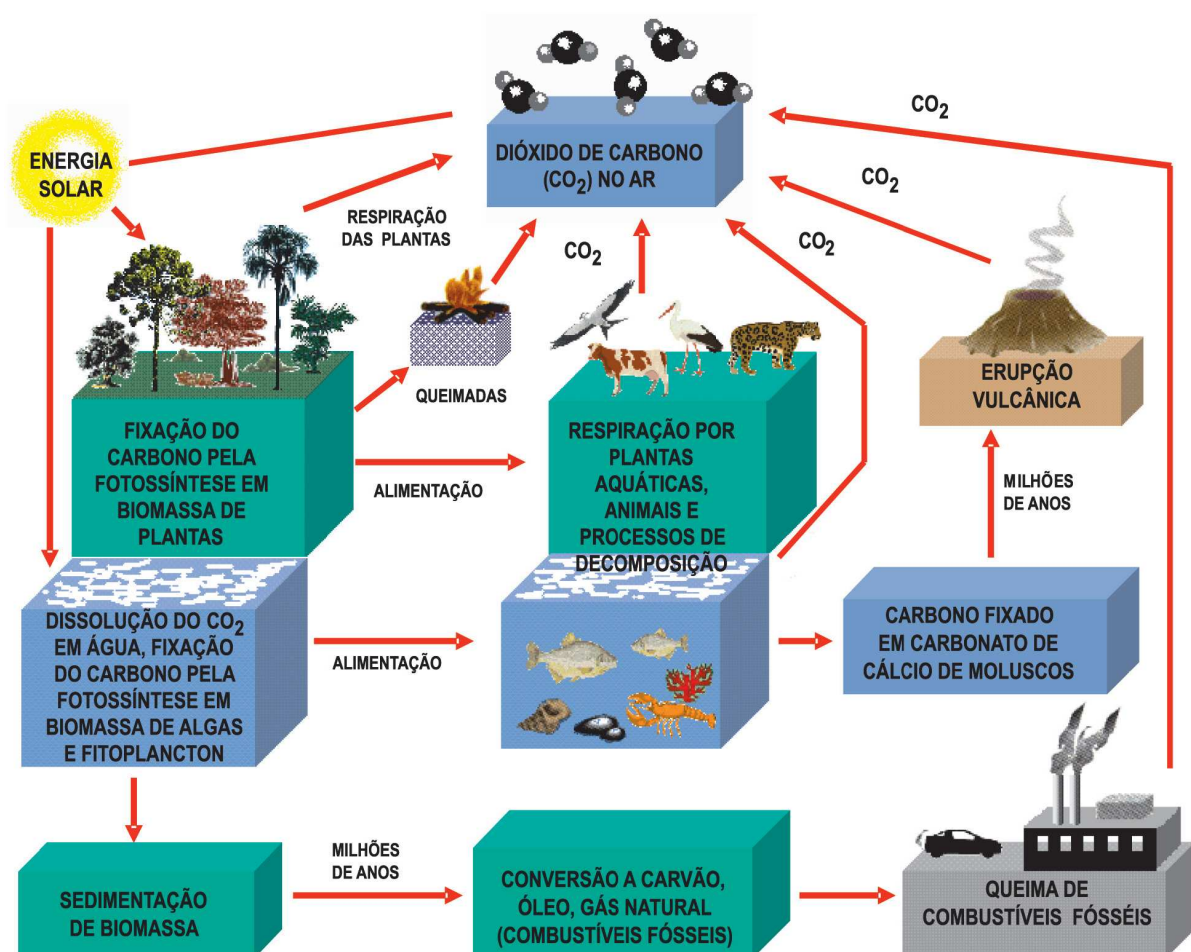
O segundo conceito importante é o de fonte. Estas podem ser naturais ou antrópicas, sendo as primeiras existentes desde que o mundo é formado e as segundas advindas principalmente desde o período da Revolução Industrial Européia, e no caso do Brasil, do fim da primeira metade do século XX até o presente. As fontes podem ser pontuais (uma fábrica, um vulcão em erupção) ou difusas (emissões de compostos químicos pelo mar) e ainda móveis (a chaminé de um navio, o escapamento de uma carro em movimento) ou estacionárias (chaminé de uma fábrica em atividade). Nesta mesma lógica, os poluentes são comumente classificados como primários (emissão direta da fonte) ou secundários (formado como

produtos da reação química entre compostos presentes na atmosfera) (ROCHA et al., 2009).

Como terceiro conceito importante, temos os sorvedouros, pois se existem fontes de emissão são necessários processos de consumos dos mesmos. Como exemplo, temos a chuva (deposição úmida), os ventos (deposição seca) ou ainda processos químicos que ocorrem nos compartimentos.

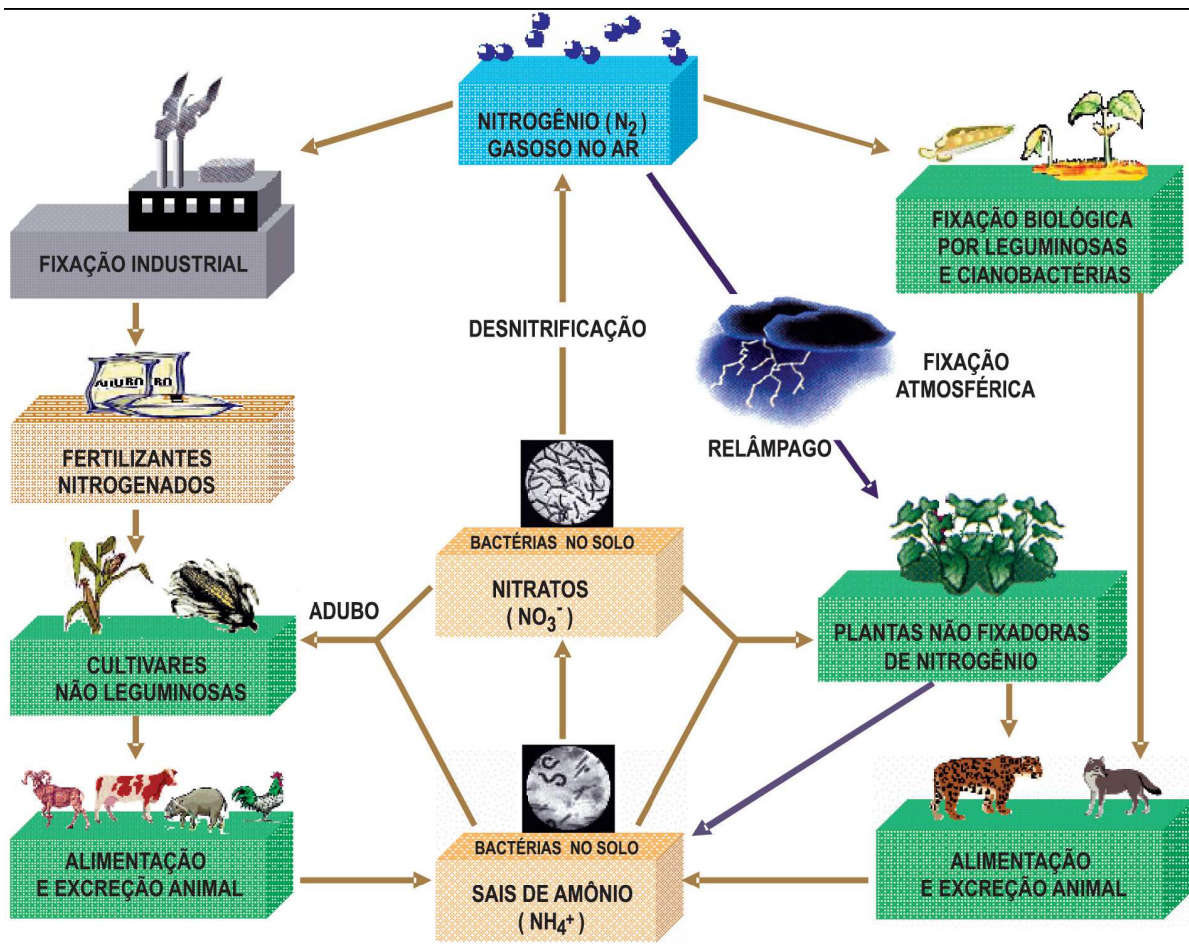
Na dinâmica destes três conceitos, ocorrem na natureza a partir de reações químicas, diversos mecanismos de transporte e mudanças de fase: os ciclos biogeoquímicos. Estes representam à circulação global dos elementos e servem de modelo para compreender os mecanismos de poluição e circulação geral de elementos e substâncias através dos compartimentos ambientais hidrosfera/atmosfera/litosfera/biosfera (ROCHA et al., 2009). As Figuras 2, 3 e 4 representam os importantes ciclos do carbono, nitrogênio e enxofre. É importante destacar que estes ciclos ocorrem com todos os elementos químicos naturais de modo geral e sofrem interferência cada vez maior de substâncias sintéticas nos níveis local, regional e global. (MARTINS et al., 2003).

Figura 2. Ciclo Global do Carbono.



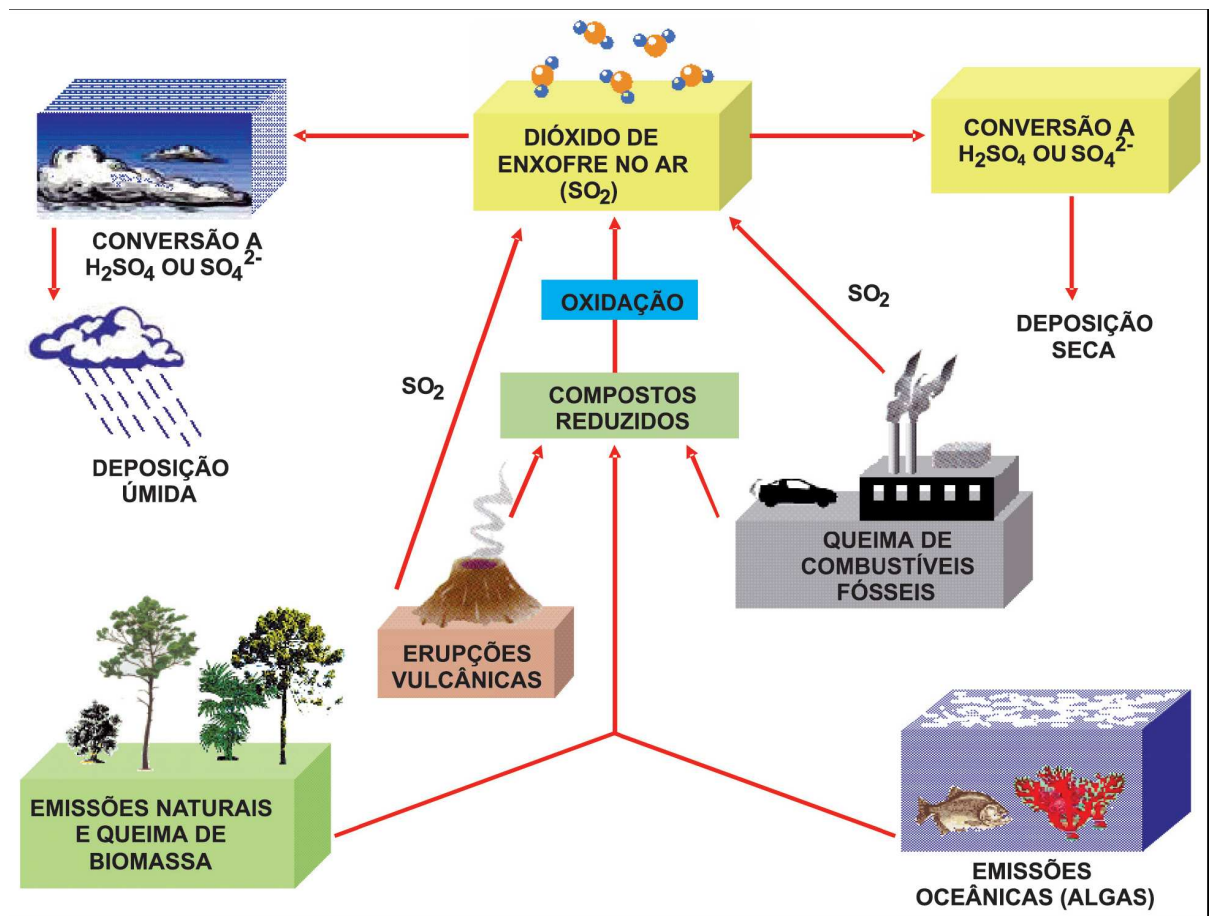
Fonte: MARTINS et al., 2003.

Figura 3. Ciclo Global do Nitrogênio.



Fonte: MARTINS et al., 2003.

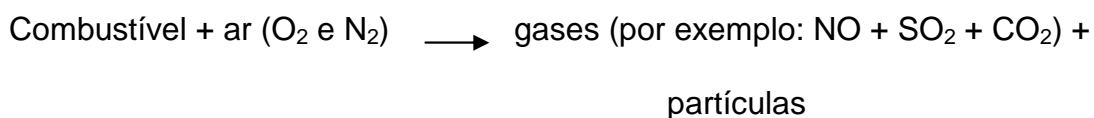
Figura 4. Ciclo Global do Enxofre.



Fonte: MARTINS et al., 2003.

Em geral combustíveis fósseis emitem poluentes que participam e interferem nestes ciclos. Pode-se dizer que os problemas de saúde humana relacionadas à qualidade do ar são conseqüências dos excessos de gases em relação à composição geral da atmosfera. (ROCHA et al., 2009).

Atualmente na maioria das grandes cidades, como a região metropolitana de São Paulo onde está localizada a cidade de Santo André, a maior parte dos poluentes emitidos são considerados oriundos dos veículos automotores. Neste caso, podemos dizer que a reação geral que representa tal fenômeno nesta cidade (ROCHA et al., 2009) é:



A partir desta reação, temos uma série de outras que ocorrem em sistema complexo e muito variável (ROCHA et al., 2009).

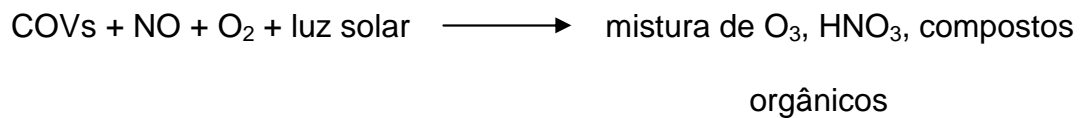
Neste estudo particularmente temos o material particulado com tamanho aerodinâmico de 10 micras (PM_{10}) como medida de poluente atmosférico representativo do município, por ser o único parâmetro medido em todas as estações de monitoramento da qualidade do ar em Santo André (02 estações). PM_{10} são partículas finas de sólidos ou líquidos que se encontram suspensas no ar, em geral invisíveis individualmente a olho nu. Sua composição química é muito diversa sendo compostos por minerais,

polens, microorganismos e poeira para as partículas mais grossas; e por produtos de reações químicas e coagulação de espécies químicas no estado de vapor para partículas mais finas. A principal fonte de particulados nas metrópoles é a exaustão proveniente de veículos, especialmente a diesel (BAIRD, 1995) como já descrito também na equação química acima.

Pelo fato das partículas suspensas na atmosfera serem de distintas origens e composições, e terem sido formadas durante um período de tempo em lugares ao caso, existe uma larga distribuição nos tamanhos de partícula presentes em qualquer massa de ar, bem como é bem variado o tempo de residência delas na atmosfera. Para a PM_{10} , o tempo de residência varia de 1 a 10 dias (BAIRD, 1995).

Foram utilizados também os níveis diários de ozônio, porém este foi medido em apenas 01 estação. O ozônio é um poluente comum em ambientes urbanos como Santo André. O ozônio troposférico é oriundo de um fenômeno denominado *smog* fotoquímico. A palavra *smog* é uma combinação das palavras inglesas *smoke* e *fog*. Para que ocorra este fenômeno são necessárias algumas condições específicas como: tráfego substancial de veículos para que haja emissões de NO, hidrocarbonetos e outros compostos orgânicos voláteis (COVs) no ar; temperaturas moderadamente elevadas; luminosidade solar abundante e pouco movimento relativo de massa de ar (BAIRD, 1995).

Atendidas estas condições o fenômeno pode ser representado genericamente (BAIRD, 2005) pela equação:



As situações químicas descritas acima se aplicam perfeitamente a realidade ecológica do município de Santo André e muitos outros da região metropolitana de São Paulo.

Os padrões de qualidade do ar estabelecidos para o Brasil estão na figura abaixo:

Figura 5. Padrões Nacionais de Qualidade do ar
(Resolução CONAMA n.3 de 28/06/90).

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO	PADRÃO SECUNDÁRIO	MÉTODO DE MEDIÇÃO
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150	amostrador de grandes volumes
	MGA ²	80	60	
partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	separação inercial/filtração
	MAA ³	50	50	
fumaça	24 horas ¹	150	100	refletância
	MAA ³	60	40	
dióxido de enxofre	24 horas ¹	365	100	pararosanilina
	MAA ³	80	40	
dióxido de nitrogênio	1 hora ¹	320	180	quimiluminescência
	MAA ³	100	100	
monóxido de carbono	1 hora ¹	40.000	40.000	infravermelho não dispersivo
		35ppm	35ppm	
	8 horas ¹	10.000	10.000	
		9ppm	9ppm	
ozônio	1 hora ¹	160	160	quimiluminescência

1 - Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.
2 - Média geométrica anual.
3 - Média aritmética anual.

Fonte: CETESB, 2006.

- 1- Não deve ser excedido mais de uma vez no ano;
- 2- Média geométrica anual;
- 3- Média aritmética anual.

O padrão primário deve ser entendido como as concentrações de poluentes que, se ultrapassadas, podem afetar a saúde da população. O padrão secundário é aquele a partir do qual o nível de poluição estando abaixo dele se prevê um mínimo de efeito adverso à saúde (CETESB, 2006).

1.2 Efeitos adversos atribuídos à poluição do ar

A poluição atmosférica é um problema de saúde pública em todo o mundo. Este fato fica patente ao depararmos com o grande número de

trabalhos científicos sobre o tema. Os principais desfechos de interesse na saúde humana são as doenças dos sistemas respiratórios e cardiovasculares (CANÇADO et al., 2006).

Um estudo realizado na cidade de São Paulo - SP, no período de 1993 a 1997, demonstrou que aumentos nas variações do 10º ao 90º percentil de PM₁₀, CO e O₃ estavam significativamente associados com aumento no número de admissões hospitalares por doenças respiratórias em menores de 15 anos. Para PM₁₀ o risco relativo (RR) foi RR=10,0% (IC95%:7,75-1,38), CO RR=6,1% (IC95%:3,64-8,71) e O₃ RR=2,5% (IC95%:0,26-4,79). O resultado foi similar para mortalidade em idosos (> 64 anos), neste caso apenas o PM₁₀ e CO apresentaram significância estatística. O risco para o PM₁₀ foi RR=8,1% (IC95%:6,42-9,79) e para o CO RR=7,9% (IC95%:6,28-9,59) (FREITAS et al., 2004).

Em outra região do país, Itabira – MG, no período de janeiro de 2003 a junho de 2004, observou-se a associação entre PM₁₀ (gerado por processos de mineração a céu aberto) e aumento nos atendimentos de pronto-socorro para doenças respiratórias de 4% (IC95%:2,2-5,8) no dia e no dia seguinte para crianças menores de 13 anos. Também foi observado aumento de 12% (IC95%:8,5-15,5) para o mesmo desfecho nos três dias subseqüentes para os adolescentes de 13 a 19 anos. No mesmo estudo, considerando as doenças cardiovasculares, foi detectado efeito agudo (4% ; IC95%:0,8-8,5) para indivíduos entre 45 a 64 anos de idade (BRAGA et al., 2007).

Nos anos de 2000 e 2001, na cidade de São José dos Campos – SP, em um estudo ecológico de série temporal, mostrou uma associação entre os poluentes SO₂, O₃ e PM₁₀ e internações por pneumonia em crianças, com padrão de efeitos defasados de três a quatro dias após a exposição e decaindo rapidamente. Para aumentos de 24,7µg/m³ na concentração média de PM₁₀ houve acréscimo de 9,8% nas internações (NASCIMENTO et al., 2006).

Na cidade de São Paulo –SP, em 1998 e 1999, um estudo de série temporal com idosos (pessoas com mais de 64 anos) mostrou que o aumento no intervalo interquartil para as concentrações observadas de SO₂ foi associada ao aumento em 13% (IC95%: 6-19) e 8% (IC95%:2-13) para internações por infarto no miocárdio em unidade de terapia intensiva e enfermarias, respectivamente (CENDON et al., 2006).

No Rio de Janeiro – RJ, um estudo de painel com 118 escolares (6 a 15 anos) no ano de 2004 encontrou associação entre PM₁₀ e NO₂ (mesmo em níveis aceitáveis), e a diminuição da função respiratória. Para aumento de 10µg/m³ na concentração de PM₁₀ houve diminuição de 0,34 L/min na média do pico de fluxo respiratório no terceiro dia após a exposição e para aumento de 10µg/m³ de NO₂ houve diminuição entre 0,23 L/min a 0,28 L/min na média do pico do fluxo respiratório após exposição (CASTRO et al., 2009).

Em Rio Branco – AC, em setembro de 2005, período em que houve grande concentração de fumaça na cidade devido as queimadas, a avaliação entre concentrações de $PM_{2,5}$ no período e o número de atendimentos diários de emergência por doença respiratória detectou maior incidência de doenças respiratórias em menores de 10 anos e correlação positiva entre a concentração de $PM_{2,5}$ e atendimentos por asma (MASCARENHAS et al., 2008).

MEDEIROS et al. (2009) relata a associação importante entre mortes perinatais e exposição materna a poluição do ar por veículos automotores em estudo de caso-controle conduzido em na cidade de São Paulo.

Importante destacar que além da poluição do ar gerada nos grandes centros urbanos e fortemente associada aos veículos automotores como fonte, a queima de biomassa vem se destacando em outros locais do mundo como importante fonte de poluição desencadeadora de efeitos nocivos à saúde (ARBEX et al., 2004).

1.3 Gestação

Para uma melhor compreensão do objetivo e dos resultados deste estudo, algumas definições quanto à gestação são fundamentais.

“A gravidez é todo o período no qual a mulher porta um feto no corpo, desde a concepção até o parto.” (MANUAL MERCK, 2009)

Entre as etapas importantes do processo de gestação temos: a concepção (fertilização) que é o início da gravidez; a fixação e o desenvolvimento da placenta; o desenvolvimento do embrião da primeira até sétima semana de gestação; o desenvolvimento do feto (denominação do concepto a partir da oitava semana) e nascimento (parto) (MERCK, 2009).

Em relação à definição de idade gestacional, temos:

“Por convenção, as gestações são datadas em semanas, iniciando a partir do primeiro dia da última menstruação. Como a ovulação geralmente ocorre aproximadamente 2 semanas após o início do ciclo menstrual e como a fertilização normalmente ocorre logo após a ovulação, o embrião é aproximadamente 2 semanas mais jovem que o número de semanas tradicionalmente consignadas à gravidez. Em outras palavras, a mulher que está “grávida de 4 semanas” está carregando um embrião com 2 semanas de vida.

Quando a menstruação da mulher é irregular, a diferença real pode ser superior ou inferior a 2 semanas. Do ponto de vista prático, quando uma mulher apresenta um atraso menstrual de 2 semanas, ela é considerada grávida de 6 semanas. Em média a gestação dura 266 dias (38 semanas) a partir da data da concepção ou 280 dias (40 semanas) a partir do primeiro dia da última menstruação.

A data aproximada do parto pode ser calculada contando-se retroativamente 3 meses do calendário, a partir do primeiro dia da última menstruação, e adicionando-se 1 ano e 7 dias. Apenas 10% ou menos das mulheres grávidas dão à luz na data calculada, mas 50% dão à luz no período de 1 semana e quase 90% no período de 2 semanas (antes ou depois da data prevista). Por essa razão, o parto que ocorre 2 semanas antes ou após a data calculada é considerado normal. A gravidez é dividida em três períodos de três meses, denominados primeiro trimestre (da 1ª à 12ª semana), segundo trimestre (da 13ª à 24ª semanas) e terceiro trimestre (da 25ª semana até o parto).” (MERCK, 2009).

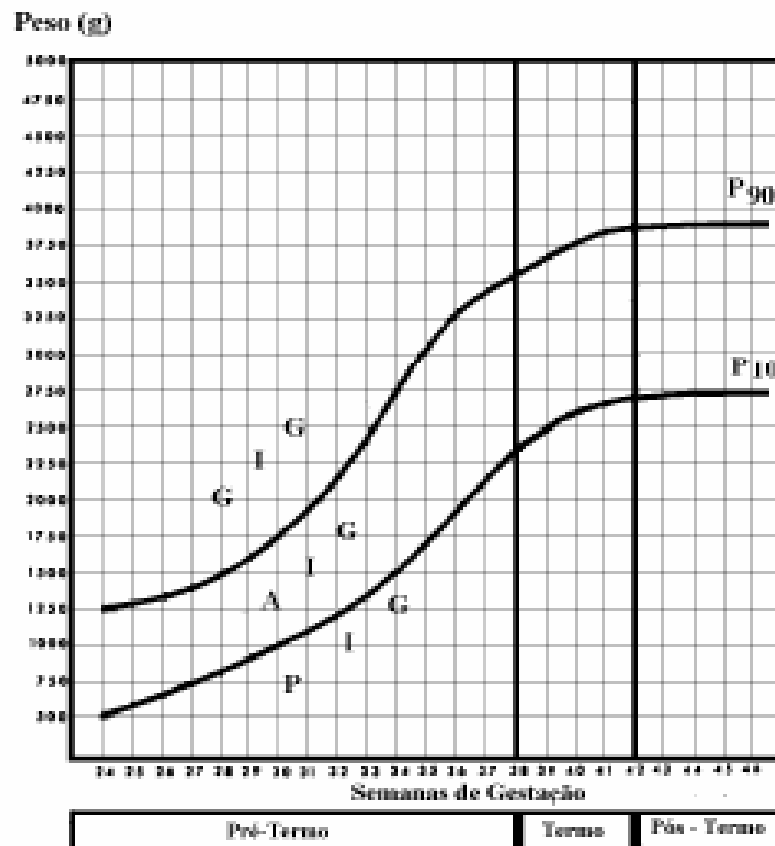
Além disso, um crescimento fetal normal se dá em três fases:

1. - Fase de hiperplasia celular: há aumento rápido no número de células durante as *primeiras 16 semanas gestacionais*;
2. - Fase de hiperplasia e de hipertrofia concomitantes: *de 16 a 32 semanas gestacionais*, ocorre progressivo decréscimo na taxa de divisão celular com progressivo aumento no tamanho celular;
3. - Fase de hipertrofia celular: *de 32 semanas até o final da gestação*, ocorre rápido acréscimo no tamanho celular (acúmulo dos tecidos adiposo, muscular e conjuntivo).

A adequação do crescimento com relação à idade gestacional passou a ser avaliada com a introdução da curva de crescimento intra-útero, em 1963, por BATTAGLIA e LUBCHENCO, que relaciona peso de nascimento,

comprimento e circunferência craniana à idade gestacional. A partir de então, pode-se identificar ao nascer 9 diferentes categorias de crescimento fetal: recém-nascidos a termo, pré-termo e pós-termo pequenos, adequados e grandes para a respectiva idade gestacional (FIGURA 6).

FIGURA 6. Peso de nascimento em diferentes idades gestacionais.



Fonte: Battaglia F, Lubchenco L: J. Pediatr 71:159, 1967.

GIG = grande para a idade gestacional; AIG = Adequado para a idade gestacional; PIG = Pequeno para a idade gestacional.

Ainda nesta linha é importante definirmos prematuridade e malformação e em seguida separadamente o baixo peso.

BITTAR e ZUGAIB (2009) definem o parto prematuro como sendo aquele que ocorre antes de 37 semanas completas de gestação. A prematuridade pode ser eletiva, o caso da gestação ser interrompida por complicações maternas (doença hipertensiva, deslocamento prematuro de placenta, placenta prévia, etc) ou fetais (sofrimento fetal, restrição do crescimento fetal); ou pode ser espontânea, decorrente do trabalho de parto prematuro com etiologia complexa e multifatorial. Estes nascimentos são denominados pré-termo.

HOROVITZ et al. (2005) define malformação congênita como a anomalia estrutural presente ao nascimento. Esta definição pode ser entendida como toda anomalia funcional ou estrutural do desenvolvimento do feto decorrente de fator originado antes do nascimento, seja genético, ambiental ou desconhecido, mesmo quando o efeito não manifestar-se no recém-nascido e só manifestar-se mais tarde.

1.4 Baixo peso ao nascer

O baixo peso ao nascer vem sendo considerado já há algumas décadas como um dos principais indicadores da morbi-mortalidade em recém nascidos e crianças em todo o mundo. Atualmente todo recém nascido que nasce com peso menor ou igual a 2.500g é considerado de baixo peso, isso por que a Organização Mundial da Saúde (OMS) elegeu o baixo peso ao nascer como o indicador individual mais importante para a morbimortalidade infantil (WHO, 1980). Em 1998 a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) divulgou que a distribuição do baixo peso ao nascer no mundo varia de 3% a 43% (OPAS, 1998), tal distribuição ilustra a importância mundial do fato e apóia a multifatorialidade dele enquanto efeito.

1.5 Gestação e fatores que interferem com o baixo peso ao nascer

Os fatores que contribuem na ocorrência do baixo peso ao nascer são diversos.

A ansiedade materna durante a gestação está associada em muitos estudos com a prematuridade e o baixo peso ao nascer (ARAÚJO et al., 2007); a exposição ao tráfego está altamente associada com a redução do peso ao nascer, prematuridade e desigualdade social em estudo realizado em Massachussets (EUA) entre 1996 e 2002 (ZEKA et al., 2008).

O baixo peso ao nascer também está associado à gravidez na adolescência (AQUINO-CUNHA et al., 2002) e desigualdade sócio-econômica conforme estudo na cidade do Rio de Janeiro - RJ (ANDRADE et al., 2004). Vale destacar que em estudos de análises espaciais ecológicas o baixo peso ao nascer não vem se mostrando como bom indicador coletivo segundo D'ORSI et al. (2005) observou na cidade do Rio de Janeiro - RJ e GURGEL et al. (2005) em Sergipe - SE.

GIGLIO et al. (2005) associa prematuridade, presença de malformações congênitas, mães com idades em extremos reprodutivos e baixo número de consultas no pré-natal também com o baixo peso em estudo realizado em Goiânia-GO.

ANDRADE et al. (2008) destaca a relevância do pré-natal em nível nacional em estudo baseado no Sistema Nacional de Nascidos Vivos no ano de 2005 e MINUCI et al. (2009) coloca a importância do pré-natal enquanto risco para o baixo peso ao nascer em gestantes residentes em áreas vulneráveis na cidade de São Paulo. Neste mesmo estudo foi observado a redução do risco com o aumento do número de consultas. Enquanto 84,7% das mães do grupo 1 (área menos vulnerável) haviam realizado 7 ou mais consultas, apenas metade das mães do grupo 5 (área mais vulnerável) tinham pré-natal adequado. A inadequação do pré-natal foi cerca de 3,2 vezes mais freqüente no grupo mais vulnerável.

FRANCESCHINI et al. (2003) mostrou que em relação ao pré-natal, o cuidado com a gestante parece ter impacto importante. Um grupo de gestantes altamente expostas a fatores de risco (mães residentes em região de favela no município de São Paulo, idades em extremos reprodutivos, tabagismo materno e paridade maior ou igual a 5) teriam apresentado baixa prevalência de baixo peso tendo como diferencial a orientação domiciliar e o cuidado individual proporcionado por projeto social.

KILSZTAJN et al. (2003) observa a tendência histórica no Estado de São Paulo de diminuição da prevalência de retardo do crescimento intra-uterino, prematuridade, baixo peso ao nascer e óbitos por afecções

perinatais a partir do aumento do número de consultas de pré-natal e elevação da acessibilidade.

Interessante acrescentar que o pré-natal, de acordo com recente revisão sistemática de SILVEIRA e SANTOS (2004), apresenta diferenças na relação com o baixo peso considerando-se diferentes desenhos de estudo.

GUERRA et al. (2007) observou a influência do estado nutricional em gestantes adolescentes com o baixo peso dos recém-nascidos. HELENA et al. (2008) mostrou a associação entre baixo peso ao nascer com gravidez na adolescência e fatores de risco como pré-natal prejudicado e baixa escolaridade.

O tabagismo materno foi o fator de risco mais importante para explicar as diferenças de baixo peso ao nascer em duas coortes das cidades de Ribeirão Preto - SP) e São Luís no Maranhão - MA (SILVA et al., 2006).

NASCIMENTO (2003) em estudo transversal realizado em sala de vacinação em Guaratinguetá, sudeste do Brasil, com 598 gestantes observou como fatores de risco significativos para o baixo peso ao nascer: idade materna inferior a 20 anos (OR 2,08 e IC95%:1,06-4,00), outros filhos com baixo peso (OR 3,94 e IC95%:1,83-8,45), ganho de peso igual ou

menor que 10Kg (OR = 1,69 e IC95%:1,18-2,44), hipertensão arterial (OR = 2,16 e IC95%:1,07-4,35) e tabagismo materno (OR = 2,43 e IC95%:1,22-4,84).

O trabalho de CARNIEL et al. (2008) realizado em Campinas - SP no ano de 2001 associa o baixo peso ao nascer de prematuros com cesariana (OR = 1,52 e IC95%:1,10-2,10), gemelaridade (OR= 14,84 e IC95%:5,32-41,27), recém-nascidos femininos (OR =1,99 e IC95%:1,47-2,70) e mulheres com menos de 7 consultas de pré-natal (OR= 3,59 e IC95%:2,61-4,92). Para nascidos a termo as variáveis determinantes foram: gestação dupla (OR= 19,87 e IC95%:13,57-29,09), tripla ou mais (OR= 21,40 e IC95%:5,68-80,65), filhos de mulheres com mais de 35 anos (OR= 1,41 e IC95%:1,05-1,88), mães com até 7 anos de estudo (OR= 1,74 e IC95%:1,23-2,48), com oito a onze anos de estudo (OR=1,63 e IC95%:1,18-2,27), mulheres com menos de 7 consultas de pré-natal (OR= 1,88 e IC95%:1,56-2,28) e recém-nascidos femininos (OR = 1,53 e IC95%:1,28-1,83).

As variáveis antropométricas (peso pré-gestacional, estatura, índice de massa corporal pré-gestacional e ganho de peso total) foram associadas significativamente com o peso ao nascer em coorte de 168 gestantes com baixo nível sócio-econômico e baixa escolaridade em Viçosa - MG (ROCHA et al., 2005).

MINAGAWA et al. (2006) observou também em São Paulo - SP, estudo realizado na área de abrangência do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo, em uma amostra 101 crianças, associação significativa do baixo peso com ganho de peso na gestação inferior a 7Kg, idade menor que 20 anos e não ter companheiro.

1.6 Evidências atuais do efeito da poluição do ar sobre o baixo peso ao nascer.

No Rio de Janeiro, no ano de 2002, o SO₂ no quarto intervalo interquartil foi associado significativamente com o baixo peso ao nascer para exposições no terceiro trimestre de gestação RR=1,149 (%IC95:1,016;1,301) (JUNGER e PONCE DE LEON, 2007).

ROGERS e DUNLOP (2009) em estudo de caso controle realizado em Atlanta, no estado da Geórgia (EUA), observaram aumento de risco para baixo peso ao nascer extremo para gestantes pré-termo expostas ao PM₁₀ comparado com gestantes que tiveram filhos com baixo peso nascidos a termo, os dois grupos com tamanho gestacional adequado para o período (último quartil OR=3,68 e %IC95:1,44-9,44).

DUGANDIZIC et al. (2006), na Nova Escócia (Canadá), a partir de estudo de coorte de 1988 a 2000 em 74284 mulheres avaliou a exposição destas ao PM₁₀ e o SO₂ para baixos níveis de concentração e encontrou

associação significativa entre o baixo peso ao nascer e PM_{10} (RR=1,33 e IC95%:1,02-1,74) e SO_2 (RR=1,36 e IC95%:1,04-1,78).

Na Califórnia (EUA), na cidade de Los Angeles, um estudo no período de 1994 a 2000, observou aumento do risco de nascimento pré-termo em 27% para exposição ao CO no primeiro trimestre e 36% no terceiro trimestre para casos de baixo peso ao nascer em gestantes residindo a mais de uma milha de distância das estações de monitoramento da qualidade do ar. Os resultados para particulados foram similares e encontrados em todos os trimestres de exposição para os mesmos desfechos (WILHELM e RITZ, 2005).

Também na Califórnia (EUA), um estudo realizado nos anos de 1975 a 1987 observou que exposições ao O_3 no segundo e terceiro trimestres de gestação e ao CO no primeiro trimestre estão associados com redução do peso ao nascer (SALAM et al., 2005).

Em Vancouver (Canadá), um estudo de coorte com 70249 nascidos no período de 1999 a 2002, associou baixa idade gestacional (incremento de 26% e IC95%:1,07-1,49) e baixo peso ao nascer (aumento de 11% e IC95%:1,01-1,23) com exposição à poluição do tráfego em grandes vias (mães residindo a 50m) mesmo com os níveis de exposição baixo (BRAUER et al., 2008).

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs) também foram associados com problemas no crescimento fetal na Cracóvia (Polônia) e na cidade de Nova Iorque (EUA), sendo predominantemente prejudiciais em afro-americanos (CHOI et al., 2006).

Na Austrália, Sidney, para os anos de 1998, 1999 e 2000, a exposição de gestantes aos poluentes CO, NO₂ (segundo e terceiro trimestres) e PM₁₀(segundo trimestre) foram associados com a redução do peso ao nascer. Para cada 1ppm a mais na concentração de CO foi estimada redução de 7g (IC95%:5-19) a 29g (IC95%:7-51) no peso da criança, para cada 1ppb nos níveis de NO₂ foi estimado redução de 1g (IC95%:0-2) a 34g (IC95%:24-43) no peso da criança. Em relação ao PM₁₀ foi observada redução de 4g (IC95%:3-6) no peso ao nascer para cada 1µg/m³ (MANNES et al., 2005).

Há ainda o estudo realizado em Massachussets e Connecticut (EUA) de 1999 a 2002 que relacionou o baixo peso ao nascer com o PM₁₀ (3º trimestre), CO (1º e 3º trimestres), NO₂ e SO₂ (1º trimestre) e PM_{2,5} (2º e 3º trimestres), sendo que para exposições ao PM_{2,5} houve maior risco entre as crianças nascidas de mães negras. Aumentos no intervalo interquartil geraram reduções no peso ao nascer de 8,9g (IC95%:7,0-10,8) para o NO₂, 16,2g (IC95%:12,6-19,7) para o CO, 8,2g (IC95%:5,3-11,1) para o PM₁₀ e 14,7g (IC95%:12,3-17,1) para exposição ao PM_{2,5} (BELL et al., 2007).

PARKER et al. (2005), na Califórnia (EUA), encontra aumento do risco para crianças nascidas a termo pequenas para a idade gestacional nas cidades de mães expostas ao $PM_{2,5}$ e CO residindo até 5 milhas das estações de monitoramento. Neste estudo não foi observado risco para o peso ao nascer, mas uma diminuição no peso ao nascer de 36,1g nos filhos de mães expostas a níveis elevados e baixos de poluição por CO e $PM_{2,5}$.

1.7 O município de Santo André e a região do Grande ABC.

Santo André possui grande frota de veículos automotores, uma malha viária muito complexa, um importante parque industrial (por exemplo, um Pólo Petroquímico), um quadro de desigualdade social típico da região onde está inserida, uma grande rede de hospitais e pronto-socorros públicos e privados e duas estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB. Em 2006, segundo estimativa do IBGE a população de Santo André era de 673234 habitantes, possui um território de 175Km² e está a 755m de altitude (PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ, 2007).

A cidade possui uma tendência linear de queda nos nascimentos de acordo com os dados da SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados do Estado de São Paulo) e média de 9117 nascimentos por ano no período deste estudo (2000 a 2006). É importante destacar que a cidade faz divisa com outros municípios (Figura 7) compondo a região denominada de Grande ABC. Toda esta região é historicamente famosa pelas indústrias

automobilísticas, químicas e petroquímicas instaladas há décadas na região e também em relação a poluição atmosférica conforme o texto extraído do site da CETESB em http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_historico.asp acessado em 06 de setembro de 2009 (grifo nosso):

*“A relação entre efeitos à saúde e poluição atmosférica foi estabelecida a partir de episódios agudos de contaminação do ar e estudos sobre a ocorrência do excesso de milhares de mortes registradas em Londres, em 1948 e 1952. No caso da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, o crescimento desordenado verificado na Capital e nos municípios vizinhos, **especialmente da região do ABC**, a partir da 2ª Guerra Mundial, levou à instalação de indústrias de grande porte, sem a preocupação com o controle das emissões de poluentes atmosféricos, sendo possível a visualização de chaminés emitindo enormes quantidades de fumaça.*

Há registros em jornais da década de 60 e especialmente de 70, de episódios agudos de poluição do ar que levaram a população ao pânico devido aos fortes odores, decorrentes do excesso de poluentes lançados pelas indústrias na atmosfera, causando mal-estar e lotando os serviços médicos de emergência. Esse crescimento rápido e desordenado levou, no início dos anos 60, à criação da Comissão Intermunicipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar - CICPAA, envolvendo os municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Mauá. As medições de poluentes na atmosfera restringiam-se às taxas mensais de sulfatação, poeira sedimentável e corrosividade. As atividades da CICPAA, no início da

década de 70, foram incorporadas pela Superintendência de Saneamento Ambiental – SUSAM, vinculada à Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo e, em 1975, transferidas à CETESB.”

No período deste estudo, o número de indústrias em Santo André subiu 62% (de 1015 para 1631) para diversos ramos de atividades. O mesmo ocorreu para os estabelecimentos comerciais que variou de 9525 no ano de 2000 para 11424 em 2006 (PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ, 2007).

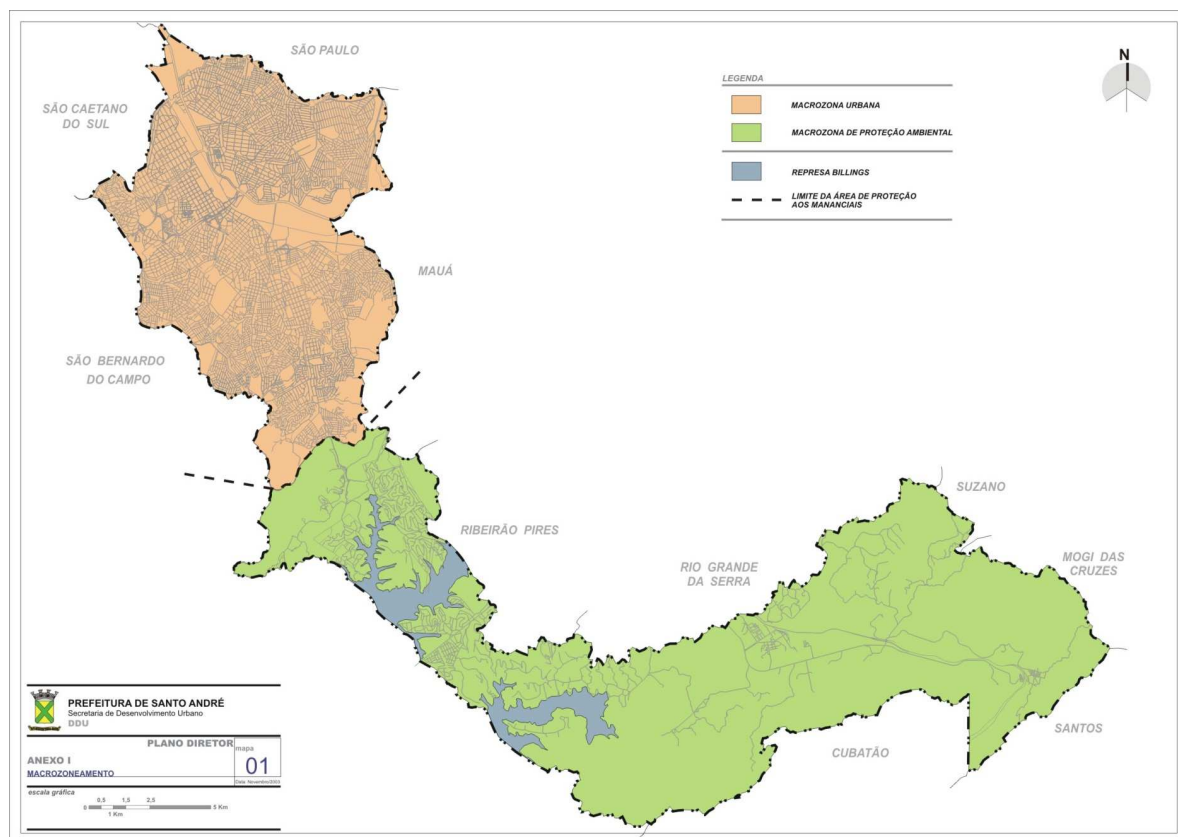
No quesito frota, a região se destaca de acordo com o Relatório de Qualidade do Ar da CETESB de 2006: *“A região conta com uma frota registrada de aproximadamente 7,3 milhões de veículos, sendo 6,0 milhões de veículos do ciclo Otto (gasolina e álcool), 430 mil veículos a diesel e 870 mil motos, frota esta que representa cerca de 1/5 do total nacional. Esta frota de veículos é responsável por cerca de 97% das emissões de CO, 97% de HC, 96% NO_x, 40% de MP e 35% de SO_x”.*

O total de vias variou de 1225 km no ano de 2002 para 1230 km em 2006. Esta pequena variação acompanha de longe a evolução da frota que partiu de 337830 veículos (todos os tipos) em 2002 e chegou a 365109 em 2006 (PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ, 2007).

Não existe em Santo André, nem na região do Grande ABC, nenhum trabalho relacionando o baixo peso ao nascer e a poluição do ar. No entanto

a cidade oferece condições e motivos para tanto. Este estudo apresenta uma grande relevância social e científica.

Figura 7. Mapa de Santo André dividindo área urbana e de mananciais com marcação das divisas municipais.



Fonte : www.santoandre.sp.gov.br acessada em 09/07/09

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Analisar a relação entre a poluição do ar e o baixo peso ao nascer em crianças nascidas no município de Santo André – SP, no período de 2000 a 2006.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a relação entre baixo peso ao nascer e exposição ao PM_{10} no município de Santo André entre 2000 a 2006.
- Avaliar a relação entre baixo peso ao nascer e exposição ao O_3 no município de Santo André entre 2000 a 2006.
- Avaliar a associação entre fatores de risco gestacionais e o baixo peso ao nascer.

3 Casuística e Métodos

3.1 Tipo de estudo

Este é um estudo de coorte retrospectivo, através de informações sobre recém-nascidos no período de 2000 a 2006 na cidade de Santo André (MEDRONHO, 2006).

3.2 Dados dos Recém-nascidos

A população do estudo são as crianças nascidas no período de 2000 a 2006 cujas mães residem no município de Santo André. O banco de dados utilizado é o banco de dados de nascidos vivos, do Sistema Nacional de Nascidos Vivos (SINASC) gerados pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) no Estado de São Paulo. Todos os nascimentos ocorridos dentro e fora do município estão contados, além dos nascimentos ocorridos em estabelecimentos de saúde públicos e privados.

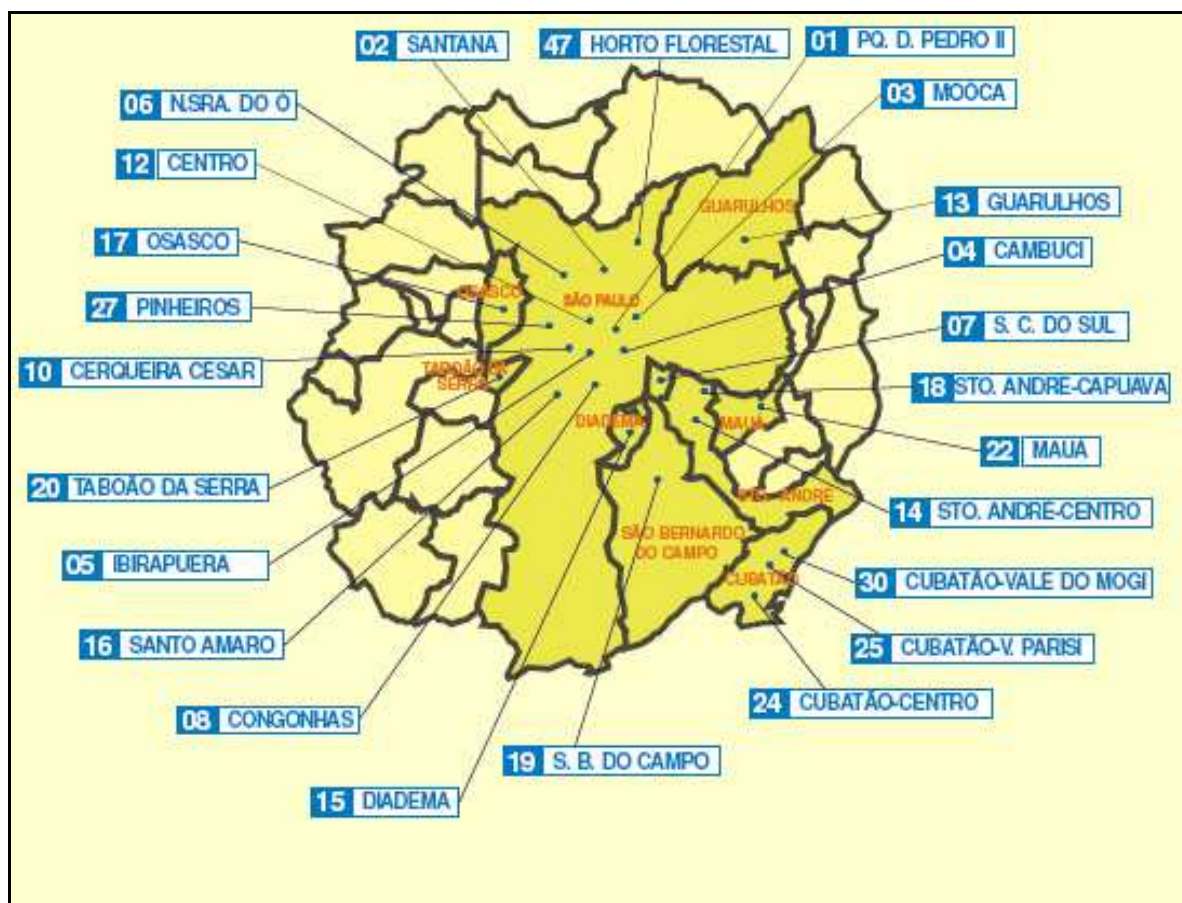
O SINASC tem por objetivo coletar dados sobre os nascimentos informados em todo o território nacional e o fornecimento de dados sobre natalidade para todas as instâncias do sistema de saúde. O documento de entrada do sistema é a Declaração de Nascido Vivo (DN), padronizada em todo o país (Ministério da Saúde, 2001).

Os campos selecionados para a análise foram: município de residência da mãe, data de nascimento, estado civil da mãe, escolaridade da mãe, quantidade de filhos vivos, quantidade de filhos mortos, gestação (termo e pré-termo), tipo de gravidez, tipo de parto, consultas de pré-natal, sexo da criança, apgar 1, apgar 5, raça/cor da mãe, peso ao nascer, idade da mãe.

3.3 Dados de Poluentes do ar e variáveis climáticas

Informações sobre níveis diários de PM_{10} (média de 24hs), O_3 (Maior valor diário), temperatura mínima e umidade média foram obtidos junto a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O PM_{10} foi medido em duas estações, e o O_3 em apenas uma estação. O município de Santo André possui duas estações da CETESB (CENTRO e CAPUAVA) (Figura 8).

Figura 8. Indicação da localização das estações de monitoramento da qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo.



Fonte : CETESB, 2006. Relatório de qualidade do ar.

Para o PM_{10} foi utilizada a média de 24 horas das informações obtidas em 2 estações. O método utilizado para medir os níveis deste poluente é o monitor de radiação β , que avalia a diminuição da intensidade de radiação β que passa através de material sólido retido em um filtro. São

realizadas medições seriadas, calculando-se a média do período de 24 horas (CETESB, 2006).

O O_3 foi obtido registrando-se o maior valor horário diário medido em uma estação, apenas a estação localizada no bairro de Capuava. O método utilizado para medir o O_3 é a quimiluminescência, que é a medida da energia liberada em forma de luz em uma reação química exotérmica. No caso, a reação de óxido de nitrogênio com ozônio libera NO_2 e oxigênio. O NO_2 produzido libera energia na forma de luz através de colisão com outras moléculas presentes. Fixando-se qualquer um dos reagentes, a energia luminosa liberada é proporcional à quantidade de O_3 (CETESB, 2006).

O procedimento para o PM_{10} foi utilizar a média entre as 02 estações medidoras, por essas medidas estarem altamente correlacionadas ($r=0,94$, $p<0,001$). Já para o O_3 foram utilizadas as informações obtidas apenas na estação Capuava. Em seguida foram calculadas as médias trimestrais para o período de gestação regredido a partir da data de nascimento da criança para ambos os poluentes.

Os valores de temperatura e umidade foram coletados da estação de monitoramento da CETESB situada no município de São Caetano da Sul-SP, que faz divisa com o município de Santo André. No município de estudo esses parâmetros não são monitorados. O procedimento para cálculo das médias trimestrais foi idêntico aos dos poluentes.

3.4 Análise estatística

3.4.1 Variáveis do estudo

3.4.1.1 Variável Dependente

A variável dependente é também conhecida como variável resposta, ou seja, é a variável do desfecho de interesse. Neste estudo, temos como variável dependente o peso do RN, assim classificado:

- Baixo peso: 1 = peso menor ou igual a 2500 g;
- Peso Normal: 0=peso maior que 2500 g.

3.4.1.2 Variáveis Independentes e de controle

Foram consideradas como variáveis independentes de interesse os níveis médios diários de cada poluente atmosférico, conforme descritos anteriormente. Para o cálculo do risco de baixo peso através da regressão logística os valores dos poluentes foram estratificados em quartis.

Temos também como variáveis independentes, e suas codificações:

- Gravidez: 1=única; 2= dupla; 3= tripla
- Parto: 1= vaginal; 2=cesáreo

- Idade materna: 1= idade materna entre 20 e 35 anos; 2= idade materna menor ou igual a 20 anos; 3 = idade materna maior ou igual a 35 anos.
- Escolaridade materna: 1= menos de 7 anos de estudo; 0= 7 ou mais anos de estudo.
- Estado civil: 1 = solteira; 2 = casada ou união consensual; 3 = separada ou viúva.
- Número de consultas de pré-natal: 0= 7 ou mais consultas; 1= menos de 7 consultas
- Apgar de 1º minuto: 0= 8 ou mais; 1= menos de 8
- Apgar de 5º minuto: 0= 8 ou mais; 1= menos de 8
- Sexo do RN: 2= masculino; 1= feminino

A Escala ou Índice de Apgar consiste na avaliação de 5 sinais objetivos do recém-nascido no primeiro, no quinto e no décimo minuto após o nascimento, atribuindo-se a cada um dos sinais uma pontuação de 0 a 2. Os sinais avaliados são: frequência cardíaca, respiração, tônus muscular, irritabilidade reflexa e cor da pele. O somatório da pontuação (no mínimo zero e no máximo dez) resultará no Índice de Apgar e o recém-nascido será classificado como sem asfixia (Apgar 8 a 10), com asfixia leve (Apgar 5 a 7), com asfixia moderada (Apgar 3 a 4) e com asfixia grave: Apgar 0 a 2. No banco de dados do SINASC temos a informação do índice de Apgar (Apgar)

do 1º e 5º minutos. (pt.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Apgar – acessado em 01/01/2010)

A variável de exposição materna ao fumo não pôde ser considerada por não estar inclusa no formulário de Declaração de Nascido Vivo.

Como variáveis de controle temos a temperatura mínima e a umidade média, estratificadas em quartis.

3.4.2 Análise Estatística

3.4.2.1 Análise Descritiva

Foi realizada a análise descritiva de todas as variáveis do estudo. As variáveis qualitativas foram apresentadas em termos de seus valores absolutos e relativos, e as variáveis quantitativas foram apresentadas em termos de seus valores de tendência central e de dispersão; além de seus valores de percentis. (CALLEGARIS-JAQUES, 2003).

3.4.2.2 Análise Bidimensional

Para se comparar duas porcentagens foi utilizado o teste de comparação entre 2 porcentagens. (SIEGEL, 1981).

Para se verificar a associação entre o peso do RN (baixo peso ou normal) e a idade materna (faixa etária), escolaridade, estado civil, tipo de parto, tipo de gravidez, número de consultas de pré-natal, sexo do RN, Apgar de 1º e Apgar de 5º minutos foi utilizado o teste de Qui-quadrado. (SIEGEL, 1981).

3.4.2.3 Análise de Regressão Logística

Foi realizada a análise de regressão logística para cada um dos poluentes (PM_{10} e O_3) separadamente. Nos modelos as variáveis temperatura mínima e umidade média (quartis) estavam presentes. A seguir foi testada cada uma das demais variáveis independentes como descritas anteriormente.

As variáveis estatisticamente significativas nesse modelo foram computadas para o ajuste do modelo final.

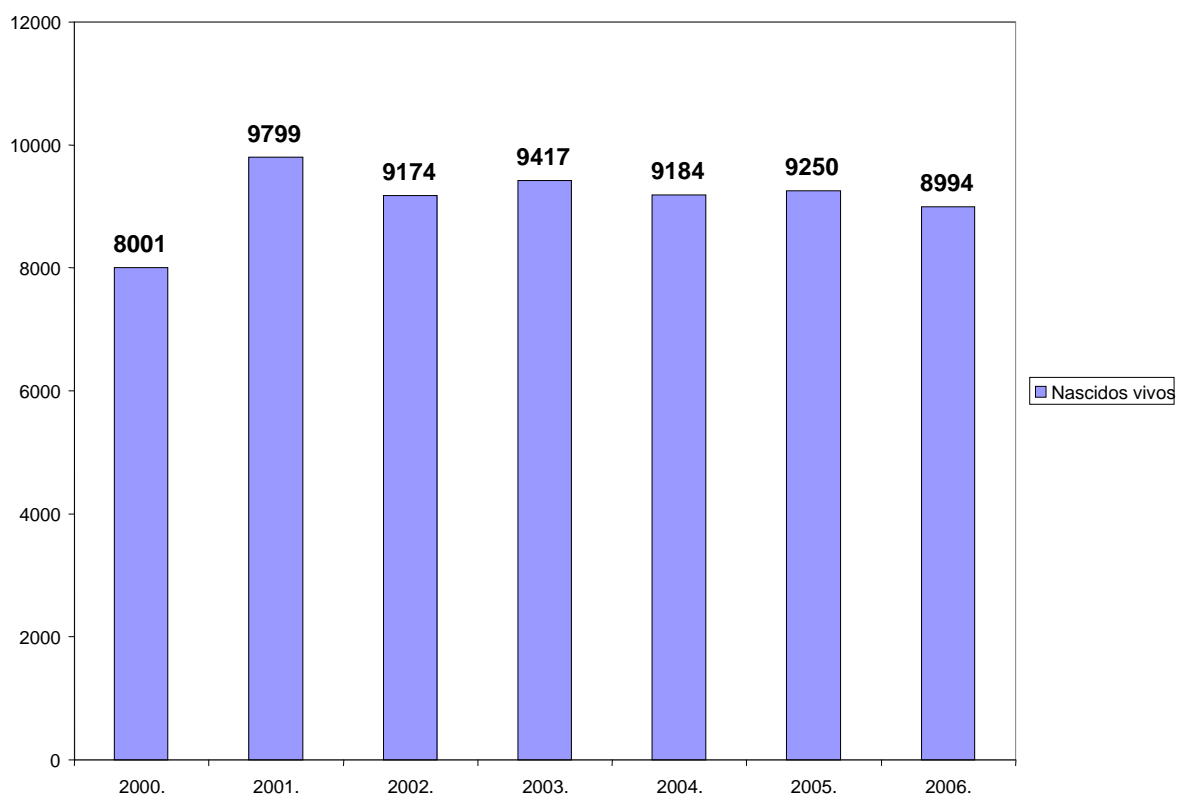
Para se verificar a relação existente entre poluição do ar e baixo peso ao nascer foi utilizado o modelo de regressão logístico múltiplo final, ajustado por temperatura mínima, umidade média, idade da mãe, consultas de pré-natal, escolaridade da mãe e tipo de gravidez. (KLEINBAUN et al., 1998).

O nível de significância foi de 5%. Pacote estatístico utilizado SPSS 17.0 for windows.

4 Resultados

A amostra inicial foi de 63818 nascimentos, excluindo-se os recém-nascidos (RN) com a variável peso ao nascer não informada e os recém-nascidos prematuros, perfazendo um total de 58114 nascidos vivos entre 2000 e 2006. A figura 9 apresenta o número de nascimentos ano a ano. Observa-se que, exceto para o ano de 2000, tem-se em média 9000 nascidos vivos por ano.

Figura 9. Frequência de nascidos vivos residentes, Santo André, 2000 a 2006.



Fonte: Bando de Dados do SEADE, arquivos do Sistema Nacional de Nascidos Vivos disponibilizados pela Secretaria de Saúde do Município de Santo André

4.1 Análise Descritiva

A tabela 1 apresenta a análise descritiva das variáveis sexo do RN, tipo de parto, peso ao nascer, Apgar de 1º e 5º minuto, gravidez, consulta de pré-natal, idade materna, escolaridade materna e estado civil.

Observa-se uma prevalência de recém-nascidos do sexo masculino ($p=0,05$). Com relação ao tipo de parto tem-se uma prevalência de parto cesáreo (61,4%) do que parto vaginal ($p<0,001$) (figura 10).

Dos recém-nascidos 5,1% apresentaram peso menor ou igual a 2500grs, e portanto baixo peso ao nascer ($p<0,001$) (figura 11).

Observa-se uma maior prevalência de recém-nascidos com Apgar de 1º e 5º minutos adequado (normal) ($p<0,001$)(figuras 12 e 13).

Em 98,7% dos recém-nascidos a gravidez foi única ($p<0,001$) (figura 14).

A maior parte das mães realizaram 7 ou mais consultas de pré-natal ($p<0,001$) (figura 15) e tinham idade entre 20 a 34 anos ($p<0,001$)(figura 16).

Há uma prevalência de mães com mais de 7 anos de escolaridade ($p<0,001$) (figura 17), e casadas/união consensual ($p<0,001$) (figura 18).

Tabela 1 – Análise descritiva das variáveis do estudo (n=58114).

Variável	N	%	p*
Sexo			
• Masculino	29558	50,9	p=0,05
• Feminino	28526	49,1	
Tipo de Parto			
• Vaginal	22357	38,5	p<0,001
• Cesáreo	35677	61,4	
Peso ao nascer			
Baixo peso	2950	5,1	p<0,001
Normal	54652	94,9	
Apgar 1º minuto			
Alterado (< 8)	9502	16,5	p<0,001
Normal (≥ 8)	48099	83,5	
Apgar 5º minuto			
Alterado (< 8)	906	1,6	p<0,001
Normal (≥ 8)	56812	98,4	
Gravidez			Única vs
• Única	57359	98,7	outras
• Dupla	656	1,2	p<0,001
• Tripla	10	0,0	
• Não informado	89	0,1	

Continuação tabela 1

Variável	N	%	p*
Consultas de Pré-natal (CPN)			
• CPN < 7	17568	30,8	p<0,001
• CPN ≥ 7	39432	69,2	
Idade da mãe (anos)			Faixa etária
• 20 a 34 anos	42681	73,4	de 20 a 34
• < 20 anos	8108	13,9	anos vs
• ≥ 35 anos	7325	12,6	outras
			p<0,001
Escolaridade da mãe (anos)			
• Menos de 7 anos	17795	31,5	p<0,001
• 7 ou mais anos	38683	68,5	
Estado Civil da mãe			Casada/
• Solteira	18985	32,7	união
• Casada	28525	49,1	consensual
• Viúva	164	0,3	vs outras
• Separada/divorciada	718	1,2	
• União Consensual	8693	14,9	p<0,001
• Não informado	1029	1,8	

*: Teste de comparação entre 2 porcentagens.

Figura 10. Análise descritiva para tipo de parto em gestantes residentes em Santo André, 2000 a 2006.

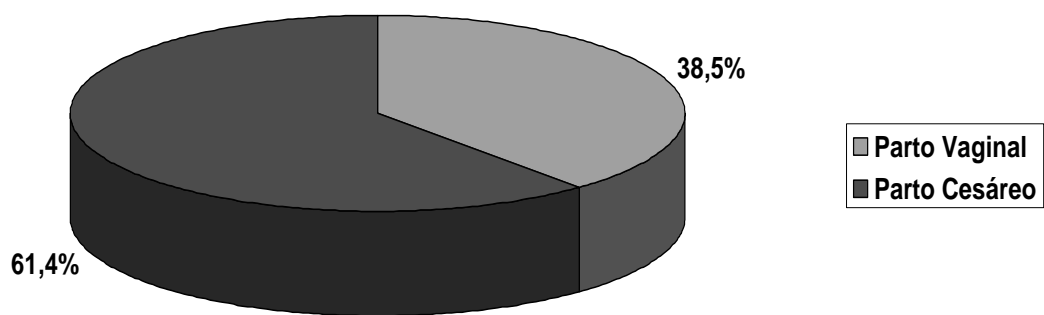


Figura 11. Percentual de RN segundo o peso de nascimento em Santo André, 2000 a 2006.

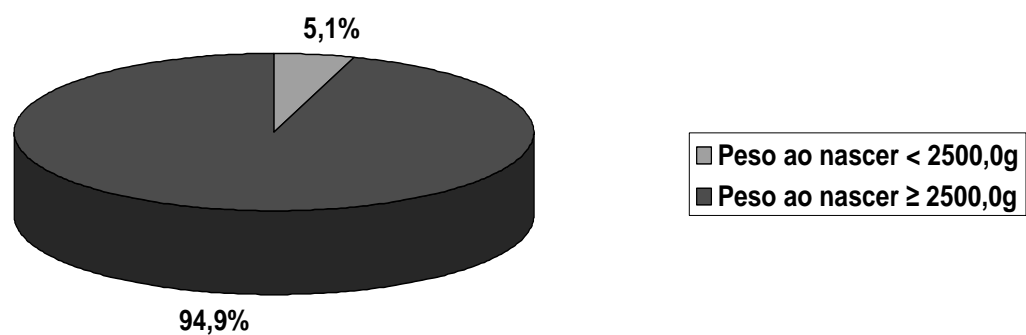


Figura 12. Percentual de RN segundo Apgar 1º minuto em Santo André, 2000 a 2006.

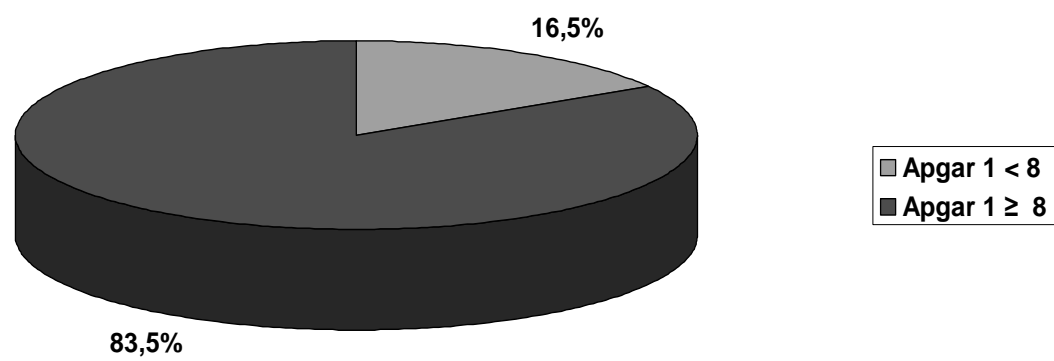


Figura 13. Percentual de RN segundo Apgar 5º minuto em Santo André, 2000 a 2006.

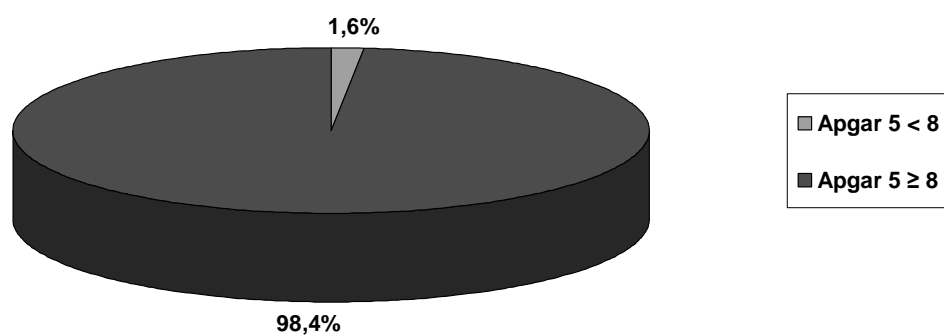


Figura 14. Percentual de RN segundo tipo de gravidez,Santo André, 2000 a 2006.

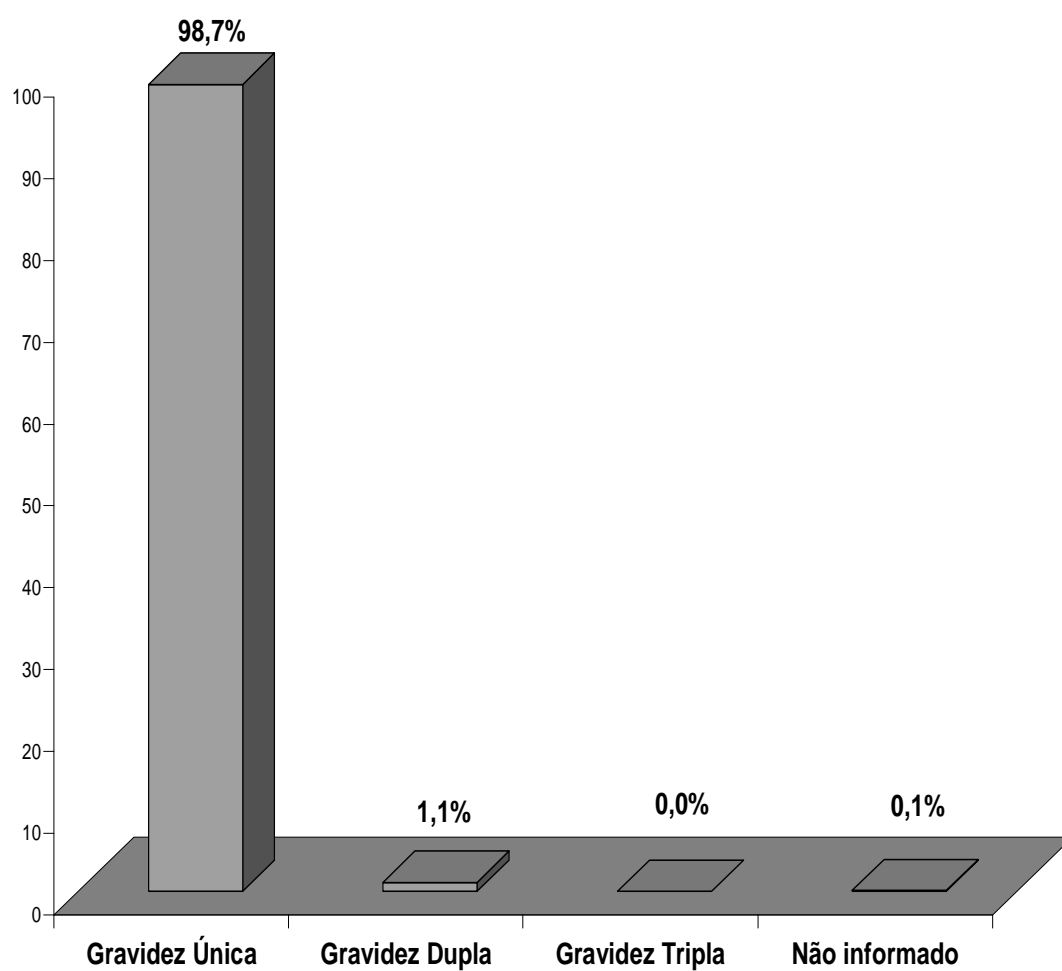


Figura 15. Percentual de mães que realizaram consultas de pré-natal adequadas ou não em Santo André, 2000 a 2006.

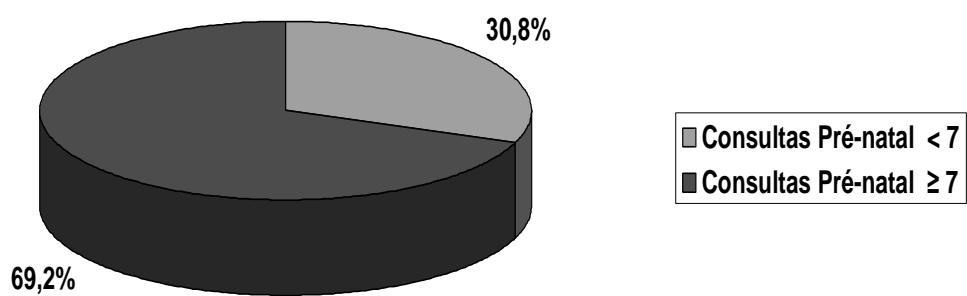


Figura 16. Distribuição percentual de RN segundo faixa etária materna em Santo André, 2000 a 2006.

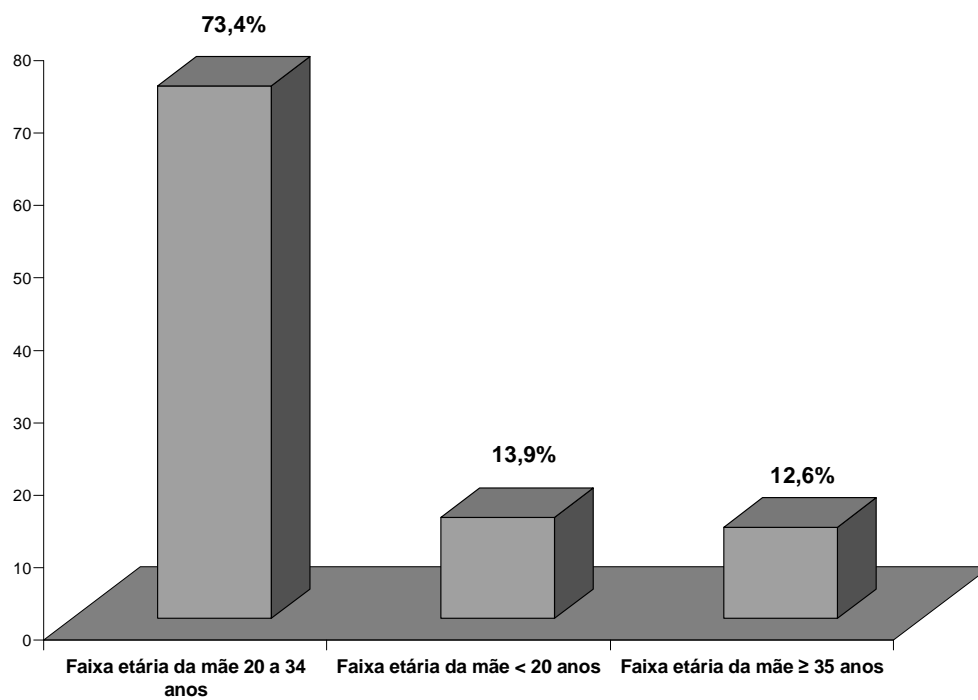


Figura 17. Percentual de RN segundo a escolaridade materna em Santo André, 2000 a 2006.

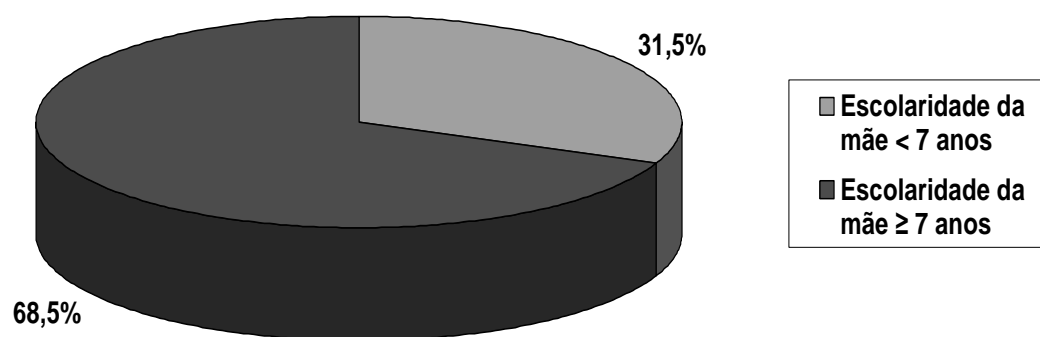


Figura 18. Distribuição percentual dos RN segundo estado civil da mãe Santo André, 2000 a 2006.

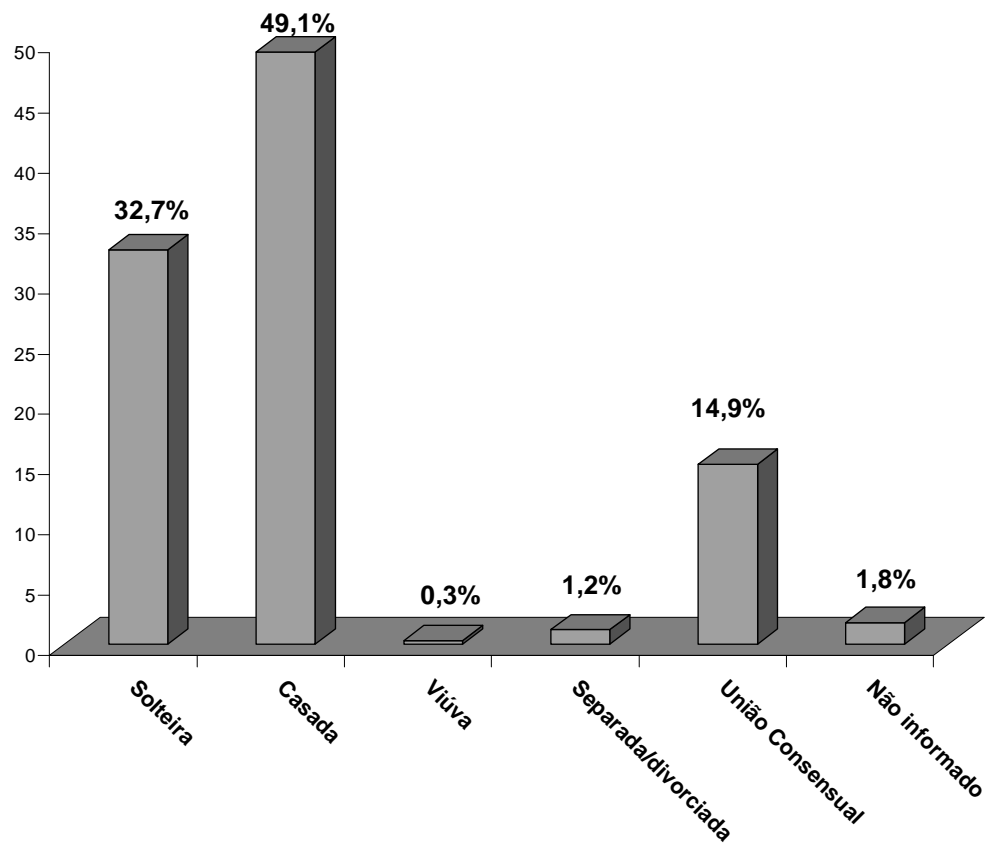
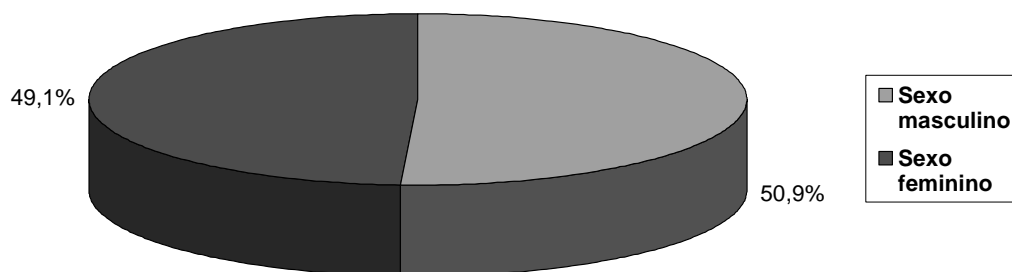


Figura 19. Percentual de RN segundo sexo em Santo André, 2000 a 2006.



A tabela 2 apresenta a média, desvio padrão, valor mínimo, valor máximo e percentil (25%, 50%, 75%) das variáveis PM_{10} e O_3 por trimestre. Observa-se que a média para o PM_{10} se manteve muito próxima em todos os trimestres, já para o O_3 a média foi a mesma em todos os trimestres, demonstrando que não houve alteração desses poluentes no decorrer do período de estudo.

Para o PM_{10} observa-se que o padrão anual (média de $150\mu g/m^3$) jamais foi ultrapassado e está inclusive bem abaixo (valores máximos por trimestres). Estes sugerem que em alguns dias do período (7 anos) os limites médios diários ($50\mu g/m^3$), que indicam qualidade do ar boa, foram ultrapassados em valores não tão expressivos.

Com relação ao O_3 este nunca ultrapassou seu limite aceitável de qualidade do ar. Os padrões de qualidade do ar primário e secundário ($160\mu g/m^3$), recomendados para não serem excedidos mais de uma vez por um dia no ano, nas médias trimestrais, não foram ultrapassados.

A tabela 3 apresenta a média, desvio padrão, valor mínimo, valor máximo e percentil (25%, 50%, 75%) das variáveis temperatura mínima e umidade média por trimestre. A média para a temperatura mínima e umidade média se manteve constante no decorrer de todos os trimestres, durante o período de estudo.

Tabela 2 - Análise descritiva por trimestre para o PM₁₀ e O₃ em Santo André, 2000 a 2006.

	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre
PM ₁₀			
$\mu^1 \pm dp^2$	36,82 ± 9,13	36,54 ± 9,04	35,70 ± 8,06
Mínimo – Máximo	22,74 – 65,55	22,74 – 65,55	22,74 – 55,95
Percentil:			
25%	29,13	28,92	28,57
50%	34,91	34,69	34,39
75%	43,61	43,28	42,15
O ₃			
$\mu^1 \pm dp^2$	83,65 ± 15,43	83,65 ± 15,43	83,65 ± 15,43
Mínimo – Máximo	48,45 – 121,02	48,45 – 121,02	48,45 – 121,02
Percentil:			
25%	73,67	73,67	73,67
50%	82,10	82,10	82,10
75%	93,88	93,88	93,88

Onde: ¹: Média, ²: Desvio padrão

Tabela 3 - Análise descritiva por trimestre para a temperatura mínima e umidade média. Santo André, 2000 a 2006.

	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre
Temperatura Mínima			
$\mu^1 \pm dp^2$	15,82 \pm 3,73	15,25 \pm 4,69	14,83 \pm 5,43
Mínimo – Máximo	0,00 – 20,16	0,00 – 20,16	0,00 – 20,16
Percentil:			
25%	13,95	13,81	13,78
50%	16,43	16,23	16,23
75%	18,43	18,38	18,38
Umidade média			
$\mu^1 \pm dp^2$	78,90 \pm 14,84	76,07 \pm 20,53	73,37 \pm 24,77
Mínimo – Máximo	0,00 – 89,56	0,00 – 89,56	0,00 – 89,56
Percentil:			
25%	79,38	78,91	78,78
50%	81,78	81,58	81,58
75%	83,65	83,49	83,49

Onde: ¹: Média, ²: Desvio padrão

4.2 Análise Bidimensional

A tabela 4 avalia a análise bidimensional dos RN estratificada entre baixo peso e peso normal, para as variáveis idade, escolaridade e estado civil da mãe.

Pelo teste de Qui-quadrado, observa-se uma associação entre faixa etária e peso ($p < 0,001$), sendo que a maior parte das mães da faixa etária de 20 a 34 anos os RN nasceram com peso normal. Ao observarem-se as demais faixas etárias temos uma maior porcentagem de RN abaixo do peso.

Com relação ao estado civil, observa-se uma associação significativa (teste de Qui-quadrado, $p < 0,001$) entre esta e o peso do RN, onde a maior parte das mulheres casadas/união consensual tiveram filhos com peso normal.

Já quando se analisa a escolaridade materna, pelo teste de Qui-quadrado, observa-se uma associação significativa entre escolaridade materna (anos de estudo) e o peso do RN. Sendo que para a maior parte dos RN com peso normal as mães tinham mais de 7 anos de estudo ($p < 0,001$).

TABELA 4 – Análise bidimensional de RN segundo idade, escolaridade e estado civil materno estratificada por peso do RN.

	Peso do Recém Nascido		Teste de Qui- quadrado
	Normal	Baixo Peso	
Faixa Etária Materna (anos)			
20-34	40273 (73,7)	2042 (69,2)	
≤ 20	7559 (13,8)	473 (16,0)	p<0,001
≥35	6820 (12,5)	435 (14,7)	
Estado Civil			
Solteira	17748 (32,5)	982 (33,3)	
Casada	26990 (49,4)	1301 (44,1)	p<0,001
Viúva	150 (0,3)	12 (0,4)	
Separada/divorciada	668 (1,2)	44 (1,5)	
União consensual	8120 (14,9)	560 (19,0)	
Não informado	976 (1,8)	51 (1,8)	
Escolaridade Materna (anos)			
Mais de 7 anos	36486 (68,7)	1825 (63,5)	
Menos de 7 anos	16614 (31,3)	1051 (36,5)	p<0,001

A tabela 5 apresenta a análise bidimensional dos RN estratificada entre baixo peso e peso normal, para as variáveis tipo de parto, gravidez, sexo do RN, Apgar de 1º e 5º minuto, consultas de pré-natal.

Pelo teste de Qui-quadrado, observa-se uma associação entre tipo de gravidez e peso do RN ($p < 0,001$), sendo que para a maior parte das mães que tiveram uma única gestação seus RN nasceram com peso normal.

Com relação ao tipo de parto, observa-se uma associação significativa (teste de Qui-quadrado, $p < 0,001$) entre esta e o peso do RN, onde a maior parte das mulheres que realizaram parto cesáreo tiveram filhos com peso normal.

Observa-se, pelo teste de Qui-quadrado, uma associação significativa entre consultas de pré-natal e peso do RN ($p < 0,001$), onde há uma prevalência de 7 ou mais consultas entre os RN de peso normal. Considerando apenas os de baixo peso há uma porcentagem maior de mães que realizaram menos de 7 consultas.

Há uma prevalência do sexo feminino entre os RN de peso normal e do sexo masculino entre os RN de baixo peso (teste de Qui-quadrado, $p < 0,001$).

Pelo teste de Qui-quadrado, com relação as variáveis Apgar de 1º e 5º minutos, observa-se uma associação significativa ($p < 0,001$), sendo que os RN de peso normal apresentaram Apgar adequado.

TABELA 5 – Análise bidimensional de RN segundo tipo de gravidez, Parto, pré-natal, sexo e Apgar de 1º e 5º minuto estratificada por peso do RN.

	Peso do Recém Nascido		Teste de Qui- quadrado
	Normal	Baixo Peso	
Tipo de Gravidez			
Única	54127 (99,2)	2729 (92,7)	
Dupla	435 (0,7)	212 (7,2)	p<0,001
Tripla	6 (0,1)	4 (0,1)	
Parto			
Vaginal	20942 (38,4)	1207 (41,0)	
Cesáreo	33638 (61,6)	1736 (59,0)	p<0,001
Consultas durante a Gestação			
7 ou mais	37199 (69,4)	1873 (65,1)	
Menos de 7	16425 (30,6)	1004 (34,9)	p<0,001
Sexo do RN			
Masculino	26594 (48,7)	1689 (57,3)	
Feminino	28058 (51,3)	1261 (42,7)	p<0,001
APGAR 1º minuto			
8 ou mais	45434 (83,8)	2224 (76,8)	
Menos de 8	8766 (16,2)	673 (23,2)	p<0,001
APGAR de 5º minuto			
8 ou mais	53499 (98,5)	2819 (96,7)	
Menos de 8	799 (1,5)	97 (3,3)	p<0,001

4.3 Análise de Regressão Logística

A tabela 6 apresenta os resultados da análise de regressão logística em termos de odds ratios (OR) e intervalo de confiança de 95% (IC95%), para o baixo peso ao nascer e exposição ao PM_{10} por trimestre gestacional e quartis de exposição. Este modelo final foi ajustado por temperatura mínima, umidade média, consultas de pré-natal, idade materna, escolaridade da mãe e tipo de gravidez.

No primeiro trimestre, observa-se um risco significativo para o 3º e 4º quartis de exposição, este mesmo padrão se repete para o segundo trimestre gestacional. Já no terceiro trimestre gestacional observa-se um efeito significativo no 4º quartil de exposição.

A figura 20 apresenta a razão de chance com respectivo intervalo de confiança de 95% para o baixo peso ao nascer relacionado com a exposição ao PM_{10} no primeiro trimestre gestacional, como também o efeito da temperatura mínima e umidade média. Observa-se que tanto o PM_{10} quanto a temperatura apresentam um efeito dose-dependente, o que não pode ser observado para a umidade.

A figura 21 apresenta a razão de chance com respectivo intervalo de confiança de 95% para o baixo peso ao nascer relacionado com a exposição ao PM_{10} no segundo trimestre gestacional, como também o efeito

da temperatura mínima e umidade média. Observa-se que tanto o PM_{10} quanto a temperatura apresentam um efeito dose-dependente, o que não pode ser observado para a umidade.

A figura 22 apresenta a razão de chance com respectivo intervalo de confiança de 95% para o baixo peso ao nascer relacionado com a exposição ao PM_{10} no terceiro trimestre gestacional, como também o efeito da temperatura mínima e umidade média. Observa-se que tanto o PM_{10} quanto a temperatura apresentam um efeito dose-dependente, o que não pode ser observado para a umidade.

Em todos os trimestres observa-se um efeito dose-resposta tanto para a exposição ao PM_{10} como para temperatura. Já esse efeito não pode ser observado para a umidade.

Tabela 6 - OR e Intervalo de Confiança de 95% para baixo peso ao nascer e PM₁₀ por trimestre gestacional e quartis de exposição, Santo André, no período de 2000 a 2006.

Trimestre	Quartis	OR	IC95%
1º	1º	1,00	-
	2º	1,09	0,97-1,23
	3º	1,24	1,09-1,42
	4º	1,50	1,30-1,74
2º	1º	1,00	-
	2º	1,04	0,93-1,17
	3º	1,17	1,03-1,33
	4º	1,44	1,25-1,66
3º	1º	1,00	-
	2º	1,04	0,93-1,17
	3º	1,10	0,97-1,25
	4º	1,32	1,15-1,50

Modelo ajustado para temperatura mínima, umidade média, idade da mãe, consultas de pré-natal, escolaridade da mãe e tipo de gravidez.

Figura 20. Risco de baixo peso ao nascer para exposição materna ao PM₁₀ no 1º Trimestre de Gestação em Santo André, 2000 a 2006.

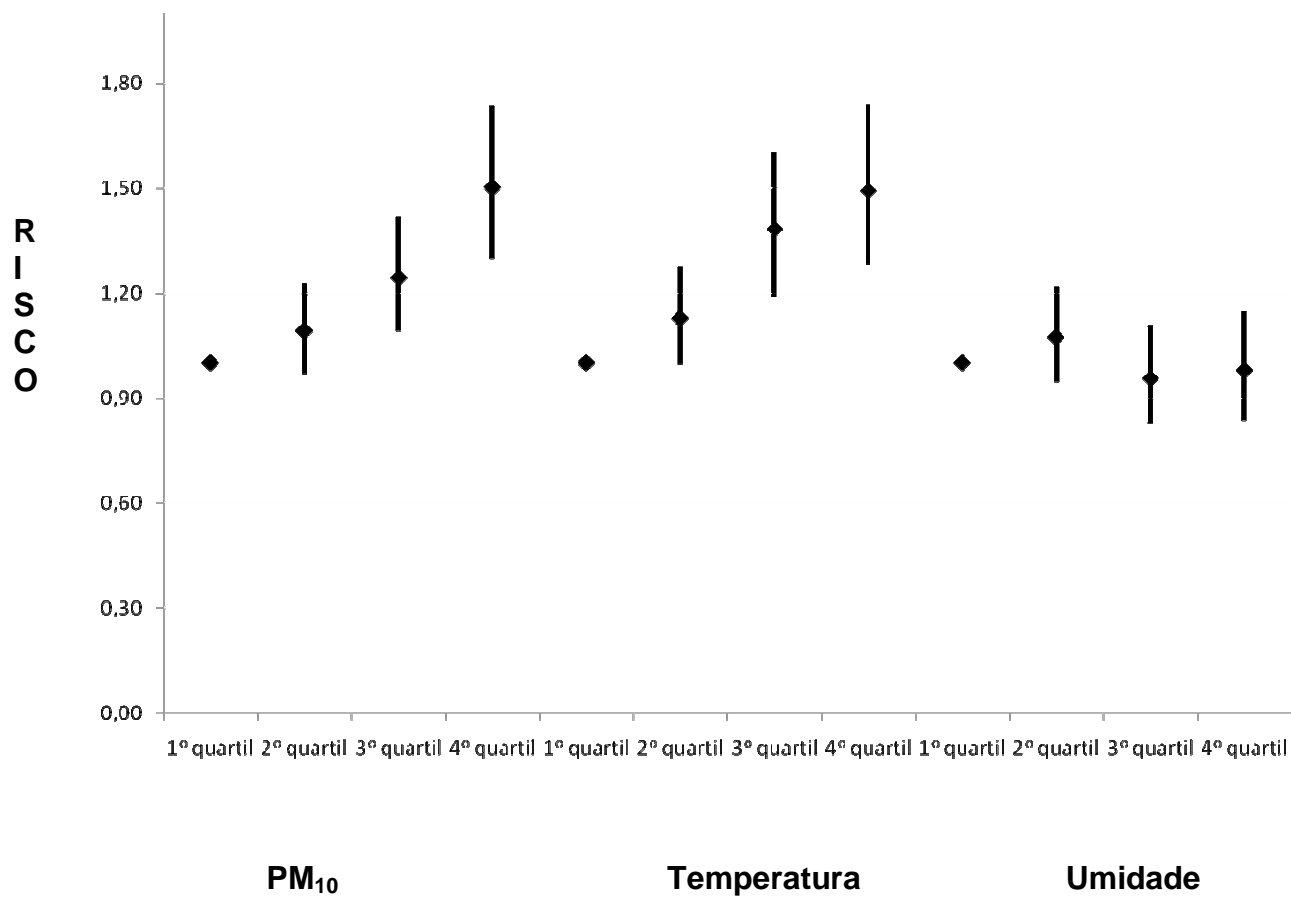


Figura 21. Risco de baixo peso ao nascer para exposição materna ao PM₁₀ no 2º Trimestre de Gestação em Santo André, 2000 a 2006.

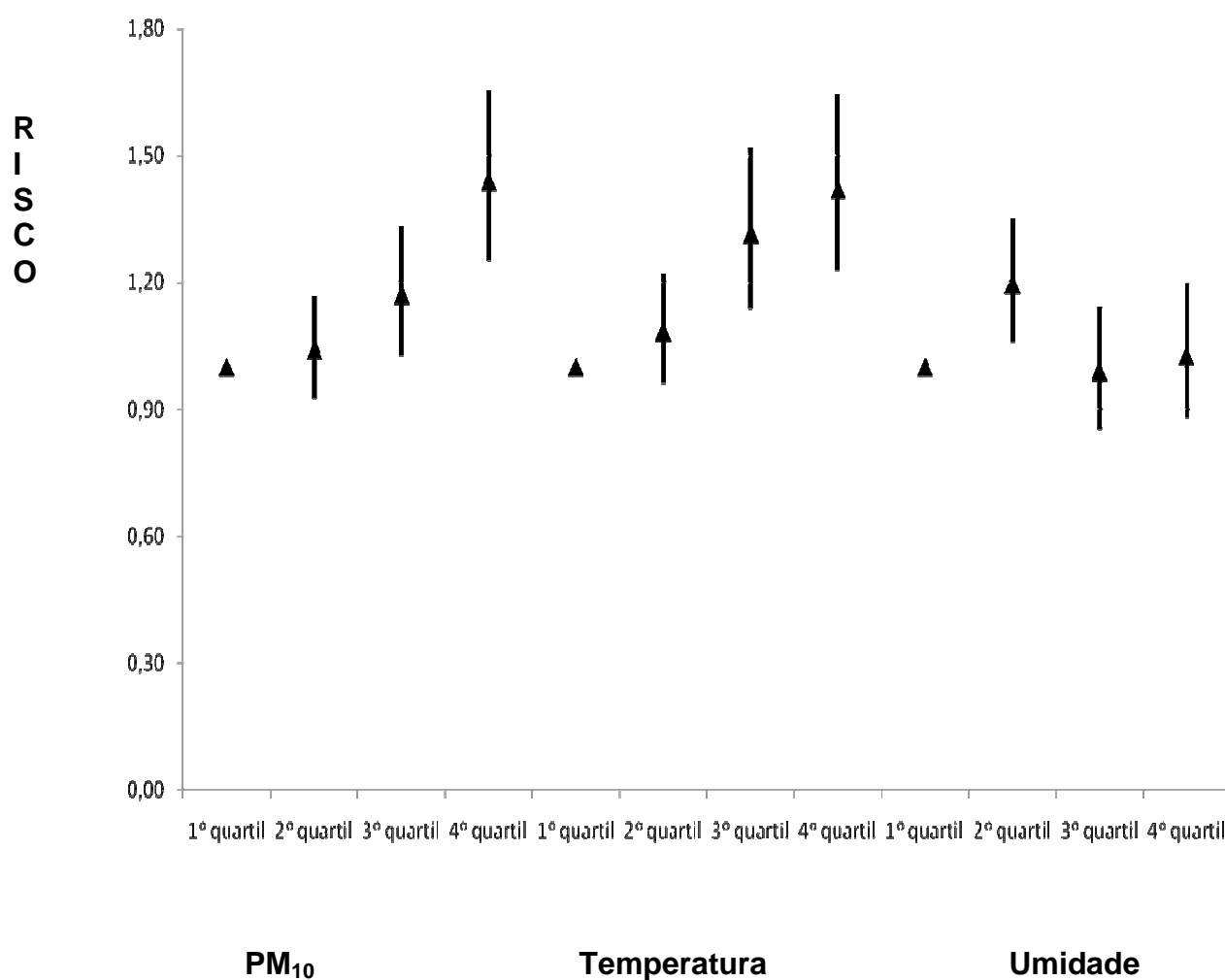
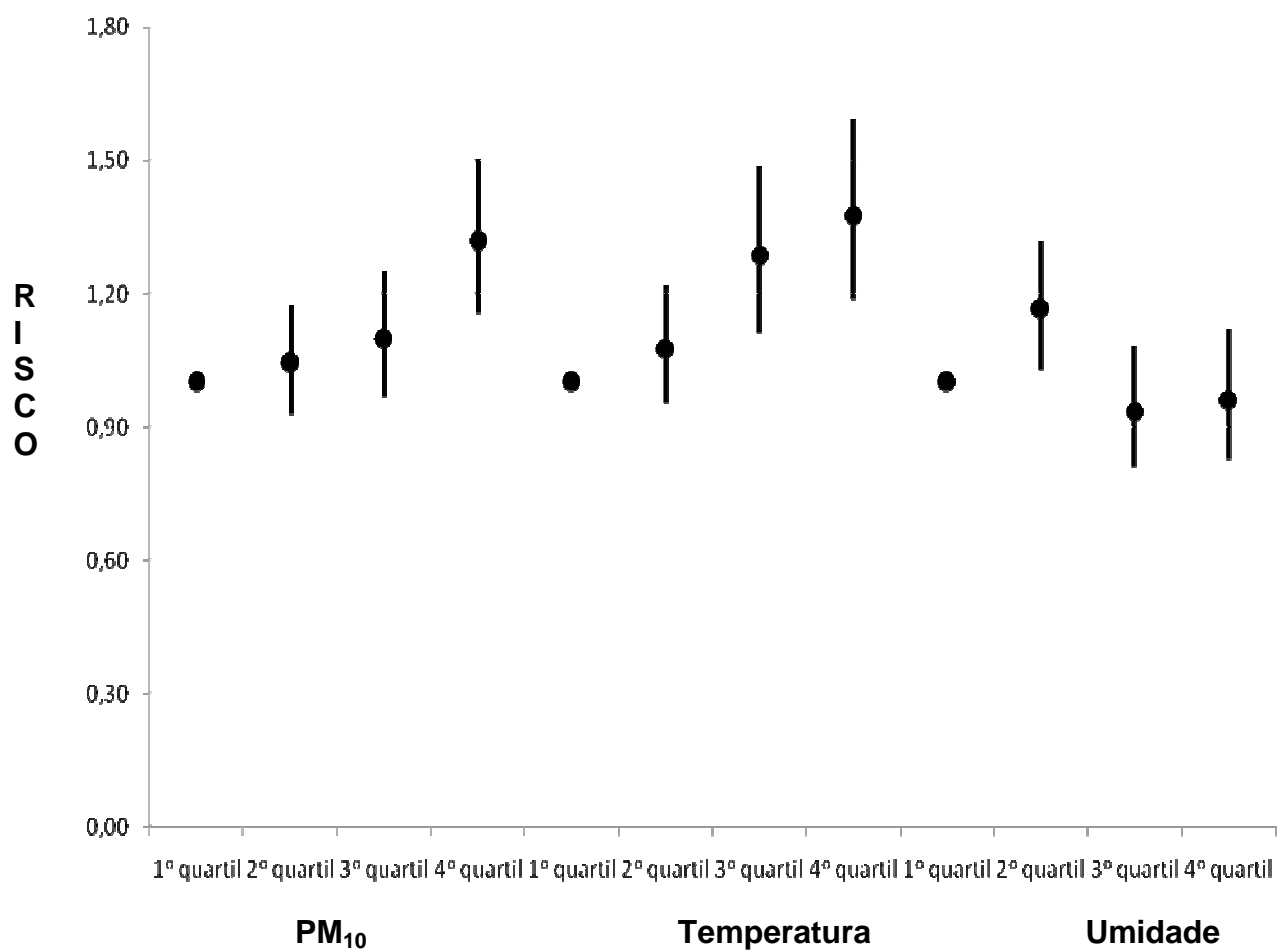


Figura 22. Risco de baixo peso ao nascer para exposição materna ao PM₁₀ no 3º Trimestre de Gestação em Santo André, 2000 a 2006.



A tabela 7 apresenta os resultados da análise de regressão logística em termos de odds ratios (OR) e intervalo de confiança de 95% (IC95%), para o baixo peso ao nascer e exposição ao O₃ por trimestre gestacional e quartis de exposição. Este modelo final foi ajustado por temperatura mínima, umidade média, consultas de pré-natal, idade materna, escolaridade da mãe e tipo de gravidez.

Não foram observados relação de risco em nenhum trimestre gestacional.

Tabela 7 - OR e Intervalo de Confiança de 95% para baixo peso ao nascer e O₃ por trimestre gestacional e quartis de exposição, Santo André, no período de 2000 a 2006.

Trimestre	Quartis	OR	IC95%
1º	1º	1,00	-
	2º	0,92	0,83-1,03
	3º	0,83	0,75-1,00
	4º	0,96	0,85-1,08
2º	1º	1,00	-
	2º	0,92	0,82-1,02
	3º	0,84	0,75-1,00
	4º	0,97	0,86-1,09
3º	1º	1,00	-
	2º	0,91	0,81-1,02
	3º	0,83	0,74-1,00
	4º	0,95	0,85-1,07

Modelo ajustado para temperatura mínima, umidade média, idade da mãe, consultas de pré-natal, escolaridade da mãe e tipo de gravidez.

5 Discussão

O presente estudo demonstrou a relação existente entre PM_{10} e baixo peso ao nascer em RN do município de Santo André entre os anos de 2000 a 2006. Não houve uma relação significativa de baixo peso com O_3 .

Foram utilizados modelos de regressão logística múltipla onde houve a possibilidade de ajustamento para as variáveis que poderiam ser consideradas de controle como a temperatura mínima e a umidade média, além de fatores de risco muito conhecidos na literatura como idade materna, consultas de pré-natal, escolaridade e tipo de gravidez.

Outra variável que poderia interferir na relação entre poluição do ar e baixo peso seria a prematuridade, e por isso neste estudo considerou-se apenas os RN a termo.

Um fator que poderia subestimar os resultados deste estudo seria conhecer se a mãe fumou durante a gravidez, mas não temos essa informação na DNV. Por outro lado, estudos mostram que na gravidez a mãe para com seu hábito de fumo preocupada com a possível aquisição de doenças de seu RN.

Observou-se também uma associação significativa entre peso do RN e escolaridade materna, idade da mãe, consultas de pré-natal, sexo do RN, estado civil, apgar de 1º e 5º minuto, tipo de parto e de gravidez.

A temperatura mínima e umidade média foram obtidas em São Caetano do Sul cidade muito próxima a Santo André.

Em relação ao PM_{10} as medidas das 02 estações estavam altamente correlacionadas, por isso pode-se calcular um valor médio entre as duas estações. Já para o O_3 considerou-se apenas o valor de 01 única estação.

O PM_{10} e o O_3 funcionaram como poluentes referência para a poluição do ar em Santo André. Vimos que existem outros estudos que apontam diferentes poluentes para o mesmo desfecho, tal fato pode ser explicado pela alta correlação que os poluentes apresentam entre eles. Poluentes monitorados e poluentes presentes são conceitos bem diferentes. Ainda que dados de outros poluentes estivessem disponíveis para esta análise, não poderíamos garantir a ação isolada de nenhum deles.

O PM_{10} está presente em muitos resultados associado a diferentes trimestres em diferentes locais, apenas WILHELM e RITZ (2005) encontraram risco em todos os trimestres gestacionais, tal como o resultado deste estudo, porém com desenho epidemiológico diferente.

O ozônio foi associado com o baixo peso ao nascer por SALAM et al. (2005), resultado este que não corroboramos na presente análise.

É muito importante considerar o controle dos confundimentos realizado através dos ajustes para temperatura mínima, umidade, idade da mãe, número de consultas de pré-natal, tempo de gestação, escolaridade da mãe e tipo de gravidez. Com exceção da temperatura e umidade, os demais fatores têm já a devida relação com o baixo peso ao nascer. A relação com a poluição só pode ser estudada levando os mesmos em consideração no modelo.

Os níveis médios dos poluentes do ar se mantiveram estáveis em todo o período de estudo para os quesitos considerados no modelo, o que nos leva a concluir que provavelmente o resultado não foi afetado por algum tipo de variação brusca que agravasse a situação atmosférica e interferisse com alguma força no resultado final.

Um outro ponto importante a ser comentado é que os dados de poluição utilizados na análise são as médias diárias de PM_{10} das duas estações de monitoramento da CETESB, e a depois a média trimestral. Com isso sabemos que em alguns casos a exposição pode estar superestimada e subestimada em outros. Certamente mais estações de monitoramento poderiam diminuir em pouco este problema.

A mesma reflexão se aplica ao ozônio, que por ser monitorado em apenas uma estação não tem condição de representar o município de Santo André tanto pelo quesito número de estações quanto pelo fato de ser um

poluente que tem tempo de residência de apenas algumas horas na troposfera. Com isso, os resultados obtidos para ozônio quanto ao risco apresentam resultado esperado e caso fossem significantes estatisticamente, também teríamos motivos para prudência na interpretação.

O fato de sabermos que as gestantes se deslocam pela cidade mais frequentemente durante os primeiros e segundo trimestre pode também ajudar a minimizar a problema da exposição.

Outros pontos críticos são a questão do tabagismo materno, estado nutricional e exposição ocupacional, porém também podemos considerar que tal fato pode ser controlado pela abrangência da amostra que incluem todos estes fatores. É relevante também considerar que estes fatores variam de forma independente da poluição (JUNGER e PONCE DE LEON, 2007).

O baixo peso ao nascer é gerado a partir da combinação de determinantes físico-químicos, biológicos e sociais, trazendo em si o moderno problema da complexidade e seu desafio metodológico. RITZ et al. (2008) pondera que os diferentes critérios utilizados nos desenhos de estudo relacionando a poluição do ar com efeitos adversos nos nascimentos dificultam a diferenciação de atuação dos fatores de risco conhecidos e reforçam a necessidade de melhores conhecimentos sobre os mecanismos biológicos de atuação dos poluentes.

Anteriormente GLINIANAIA et al (2004) destacou que o único mecanismo bem compreendido é a toxicidade do CO para o feto. Ela comenta três possíveis mecanismos de atuação do PM₁₀ na saúde fetal: uma resposta inflamatória interferindo na capacidade de coagulação sanguínea, uma resposta imuno-alérgica e uma alteração na função autônoma cardíaca resultando na redução da variação do padrão cardíaco. A redução da eficiência da função transplacentária a partir da exposição ao material particulado também teria efeitos negativos sobre o feto.

A não especificidade química do poluente também dificulta muito o conhecimento de mecanismos biológicos, uma vez que o material particulado se refere à composição bastante diversa (GLINIANAIA et al., 2004) oriunda de diversas fontes e variando conforme o local.

Srám et al. (2005) em revisão bibliográfica, considera a associação entre a poluição do ar com retardo de crescimento intrauterino, baixo peso ao nascer, efeitos reprodutivos, nascimentos prematuros (em todos os casos a força da associação varia muito) e destaca a relação causal entre a exposição ao material particulado e mortes por doenças respiratórias no período pós-neonatal como a única bem estabelecida.

Para MEDEIROS e GOUVEIA (2005), os mecanismos fisiológicos plausíveis passam pelo fato de durante a gravidez, a velocidade do ganho de peso fetal apresentar um período de crescimento máximo que ocorre

entre a 28^a e 37^a semana de gestação (resposta hormonal). O hormônio liberador de corticotrofina (HLC) placentário participa no pico dos glicocorticóides fetais associados à maturação fetal no final do terceiro trimestre. O HCL placentário estimula a liberação de adrenocorticotrofina (ACTH) *in vitro* em uma relação dose-dependente. A secreção de HLC e ACTH aumenta quando o fluxo sanguíneo é restrito e o HLC é um potente vasodilatador uteroplacentário. Esse hormônio é liberado para a circulação fetal em resposta ao stress fetal e em condições que levam à restrição do crescimento. O HLC frequentemente está elevado na pré-eclâmpsia, asfixia fetal e trabalho de parto prematuro, e em várias condições que causam restrição do crescimento. Assim, enquanto que a exposição materna no primeiro trimestre aos poluentes do ar pode contribuir na restrição do crescimento fetal, a exposição crônica á poluição atmosférica no decorrer da gestação pode ser responsável pelo stress fetal que aumentará a liberação do hormônio liberador de corticotrofina (HLC) no final da gestação. O HLC liberado vai aumentar os glicocorticóides fetais, levando a maturação do feto no final do terceiro trimestre e favorecendo o ganho do peso nesse período.

KANNAN et al. (2007) destaca a interação entre nutrição materna e exposição ao material particulado atmosférico através do estresse oxidativo cardiovascular, da coagulação, da inflamação pulmonar e placentária, da função endotelial e das respostas hemodinâmicas enquanto mecanismos biológicos plausíveis. Este estudo nos remete a outro já citado que destaca

a desigualdade sócio-econômica (provavelmente interferindo na condição nutricional da pessoa) enquanto fator de risco (ANDRADE et al., 2004).

É possível também que a poluição do ar esteja interferindo nas diferenças anatomopatológicas e morfométricas da placenta, bem como no infarto placentário e na ocorrência de vilosite. Os poluentes podem afetar o transporte de oxigênio e também aumentar a viscosidade sanguínea devido a uma resposta inflamatória. Acredita-se que haja um efeito tóxico sobre o feto, por meio da diminuição do suprimento fetal de oxigênio, devido à redução da capacidade do transporte de oxigênio ou pela alteração da viscosidade sanguínea (MEDEIROS E GOUVEA, 2005).

Recentemente, incrementando a carências de evidências experimentais, um estudo experimental em placentas de ratos demonstrou que a poluição do ar oriunda do tráfego urbano afeta a morfologia funcional da placenta (dificultando o transporte difuso do lado materno) e reduz o ganho de peso do feto (VERAS et al., 2008).

Os resultados deste estudo confirmam que os efeitos adversos atribuídos à poluição do ar ultrapassam as já bem estabelecidas relações com doenças cardiorespiratórias e interferem, de modo significativo, nos desfechos da gestação, aumentando a chance de baixo peso ao nascer.

Partindo das considerações de FORATTINI (2004) sobre a qualidade de vida, se incluirmos todos os fatores de risco ligados ao desfecho baixo peso ao nascer, fica evidente o quanto este trabalho está intimamente ligado as questões ambientais, habitacionais, urbanas, sanitárias e sociais. Controlar e mitigar fatores como poluição do ar, qualidade da educação da população e acesso ao pré-natal causaria, muito provavelmente, impacto positivo na saúde e qualidade de vida da população de crianças da cidade de Santo André.

6 CONCLUSÃO

A exposição de gestantes a poluição do ar acarreta um risco de RN com baixo peso, esses efeitos ainda são observados com níveis mais baixos de poluição e indicam a necessidade de novas políticas voltadas a uma maior redução nos níveis de poluição da cidade de Santo André – SP.

7 Referências Bibliográficas

Andrade CLT, Szwarcwald CL, Gama SGN, Leal MC. *Socioeconomic inequalities and low birth weight and perinatal mortality in Rio de Janeiro, Brazil*. Cad. Saude Publica. 2004; 20:S44-S51.

Andrade CLT, Szwarcwald CL, Castilho EA. *Baixo peso ao nascer no Brasil de acordo com as informações sobre Nascidos Vivos do Ministério da Saúde, 2005*. Cad. Saude Publica. 2008; 24(11):2564-572.

Aquino-Cunha M, Queiroz-Andrade M, Tavares-Neto J, Andrade T. *Pregnancy in adolescence: relation to low birth weight*. Rev Bras Ginecol Obstet. 2002; 24:513-19.

Arbex MA, Cançado JED, Pereira LAA, Braga ALF, Saldiva PHN. *Biomass burning and health effects*. J Bras Pneumol. 2004; 30:158-175.

Baird, C. *Química Ambiental*. Tradução de Maria Angela Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera. Porto alegre: Bookman; 2002.

Battaglia FC, Lubchenco LO. *A practical classification of newborn infants by weight and gestational age*. J Pediatr. 1967; 71:159-61.

Bell M, Ebisu K, Belanger K. *Ambient air pollution and low birth weight in Connecticut and Massachussets*. Environ Health Perspect. 2007; 115(7):1118-124.

Bittar RE, Zugaib M. *Indicadores de risco para o parto prematuro*. Rev Bras Ginecol Obstet. 2009; 31(4):203-9.

Braga ALF, Pereira LAA, Procópio M, André PA, Saldiva PHN. *Associação between air pollution and respiratory and cardiovascular diseases in Itabira, Minas Gerais State, Brazil*. Cad Saude Publica. 2007; 23:5570-5578.

Brauer M, Lencar C, Tamburic L, Koehoom M, Demers P, Karr C. *A cohort study of traffic-related air pollution impacts of birth outcomes*. Environ Health Perspect. 2008; 116:680-86.

Callegari-Jacques, SM. *Bioestatística: Princípios e Aplicações*. Porto Alegre: Ed. ARTMED; 2003.

Castro HA, Cunha MF, Mendonça GAS, Junger WL, Cunha-Cruz J, Ponce de Leon A. *Effect of air pollution of lung fuction in scholchildren in Rio de Janeiro, Brazil*. Rev Saude Publica. 2009; 43:26-34.

Cançado JED, Braga A, Pereira LAA, Arbex MA, Saldiva PHN, Santos UP. *Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica*. J Bras Pneumol. 2006; 32(1):5-11.

Carniel EF, Zanolli ML, Antonio MARGM, Morcillo AM. *Determinantes do baixo peso ao nascer a partir das Declarações de Nascidos Vivos*. Rev. Bras Epidemiol. 2008; 11(1):169-179.

Cendon S, Pereira LAA, Braga ALF, Conceição GMS, Junior AC, Romaldini H et al. *Air pollution effects on myocardial infarction*. Rev Saude Publica. 2006; 40:414-419.

(CETESB) Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. *Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo, 2006*. São Paulo; 2007.

(CETESB) Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. *Histórico*. [Acessado em 06.09.09]. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar>.

Choi H, Jedrychowski W, Spengler J, Camann DE, Whyatt RM, Rauh V et al. *International studies of prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and fetal growth*. Environ Health Perspect. 2006; 114:1744-1750.

D'Orsi E, Carvalho MS, Cruz OG. *Similaridade entre perfil de nascimentos e condições sócio-econômicas: uma análise espacial*. Cad. Saude Publica. 2005; 21(3):786-94.

Dugandzic R, Dodds L, Stieb D, Smith-Doiron M. *The association between low level exposure to ambient air pollution and term low birth weight: a retrospective cohort study*. Environ Health [Internet]. 2006; [cited 17 feb 2006]; 5:3. Available from <http://www.ehjournal.net/content/5/1/3>.

Forattini, OP. *Ecologia, Epidemiologia e Sociedade*. São Paulo: Artes Médicas; 2004.

Franceschini SCC, Priore SE, Pequeno NPF, Silva DG, Sigulem DM. *Fatores de risco para o baixo peso ao nascer em gestantes de baixa renda*. Rev. Nutr. 2003; 16(2):171-79.

Freitas C, Bremner SA, Gouveia N, Pereira LAA, Saldiva PHN. *Hospital admissions and mortality : associacion with air pollution in São Paulo, Brazil, 1993 to 1997*. Rev Saude Publica. 2004; 38:751-57.

Giglio MRP, Lamounier JA, Neta OLM, César CC. *Low birth weight in a cohort of newborns in Goiânia-Brazil in 2000*. Rev Bras Ginecol Obstet. 2005; 27:130-36.

Glinianaia SV, Rankin J, Bell R, Pless-Mullooli T, Howel D. *Particulate air pollution and fetal heath: a systematic review of de epidemiologic evidence*. Epidemiology. 2004; 15:36-45.

Guerra AFFS, Heyde MED, Mulinari RA. *Impacto do estado nutricional no peso ao nascer em recém-nascidos de gestantes adolescentes*. Rev. Bras. Ginecol. Obstet. 2007; 29(3):126-33.

Gurgel RQ, Dias IMO, França VLA, Castañeda DFN. *Distribuição espacial do baixo peso ao nascer em Sergipe, Brasil, 1995/1998*. Cad. Saude Publica. 2005; 21(5):1329-337.

Helena G, Santos N, Martins MG, Sousa MS. *Gravidez na adolescência e fatores associados com o baixo peso ao nascer*. Rev. Bras. Ginecol. Obstet. 2008; 30(5):224-31.

Horovitz DDG, Llerena Jr JC, Mattos RA. *Atenção aos defeitos congênitos no Brasil: panorama atual*. Cad. Saude Publica. 2005; 21(4):1055-64.

Jardim WF. *A evolução da atmosfera terrestre*. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola; 2001.

Junger WL, Ponce de Leon A. *Air pollution and low birth weight in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2002*. Cad. Saude Publica. 2007; 23:5588-98.

Kilsztajn S, Rossbach A, Carmo MSN, Sugahara GTL. *Assistência Pré-natal, baixo peso e prematuridade no Estado de São Paulo, 2000*. Rev. Saude Publica. 2003; 37(3):303-10.

Kleinbaum DG, Kupper LL, Muller KE, Nizam A. *Applied regression analysis and other multivariable methods*. Belmont: Duxbury Press; 1998.

Martins CR, Pereira PAP, Lopes WA, Andrade JB. *Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre: a importância na química da atmosfera*. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola n.5; 2003.

Mascarenhas MDM, Vieira LC, Lanzieri TM, Leal APPR, Duarte AF, Hatch DL. *Anthropogenic air pollution and respiratory disease-related emergency room visits in Rio Branco, Brazil – September 2005*. J Bras Pneumol. 2008; 34:42-46.

Mannes T, Jalaludin B, Morgan G, Lincoln D, Sheppard V, Corbett S. *Impact of ambient air pollution on birth weight in Sidney, Australia*. Occup Environ Med [Internet]. 2005; [cited 24 feb 2005]; 62:524-30. Available from <http://www.occenvmed.com>.

Ministério da Saúde. *Manual de procedimentos do sistema de informações sobre nascidos vivos*. Brasília: Fundação Nacional de Saúde; 2001.

Manual Merck Saúde para Família [on line]. Merck e Sharp Dhome Brasil; 2007 [acessado em 07.12.09].Disponível em: <http://www.msd-brazil.com>.

Medeiros A, Gouveia N. *Relação entre baixo peso ao nascer e a poluição do ar no município de São Paulo*. Rev Saude Publica. 2005; 39:965-72.

Medeiros APP, Gouveia N, Machado RPP, Souza MR, Alencar GP, Novaes HMD et al. *Traffic-related air pollution and perinatal mortality: a case control study*. Environ Health Perspect. 2009; 117:127-32.

Medronho, RA. Organizador. *Epidemiologia*. Atheneu: São Paulo; 2006.

Minuci EG, Almeida MF. *Diferenciais intra-urbanos de peso ao nascer no município de São Paulo*. Rev Saude Publica. 2009; 43(2):256-66.

Minagawa AT, Blagoline REM, Fujimori E, Oliveira IMV, Moreira APCA, Ortega LDS. *Baixo peso ao nascer e condições maternas no pré-natal*. Rev. Esc. Enferm USP. 2006; 40(4):548-54.

Nascimento LFC. *Estudo transversal sobre fatores associados ao baixo peso ao nascer a partir de informações obtidas em sala de vacinação*. Rev. Bras. Saude Matern. Infant. 2003; 3(1):37-42.

Nascimento LFC, Pereira LAA, Braga ALF, Módolo MCC, Carvalho Jr JA. *Effects of air pollution on childrens' health in a city in Southeastern Brazil*. Rev. Saude Publica. 2006; 40:77-82.

Organización Panamericana de la Salud. *La salud en las Américas (OPAS)*. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud; 1998.

Parker JD, Woodruff TJ, Basu R, Schoendorf KC. *Air pollution and birth weight among term infants in California*. Pediatrics. 2005; 115:121-128.

Prefeitura de Santo André. *Sumário de Dados 2007: Santo André ano base 2006*. Prefeitura de Santo André; 2007.

Prefeitura de Santo André. *Mapa de Santo André dividindo área urbana e de mananciais com marcação das divisas municipais*. [Acessado em 09.07.09]. Disponível em: <http://www.santoandre.sp.gov.br>.

Ritz B, Wilhelm M. *Ambient air pollution and adverse birth outcomes: methodologic issues in an emerging field*. Basic Clin Pharmacol Toxicol. 2008; 102:182-90.

Rocha JC, Rosa AH, Cardoso AA. *Introdução à química ambiental*. Porto Alegre: Bookman; 2009.

Rocha DS, Netto MP, Priore SE, Lima NMM, Rosado LEFPL, Franceschini SCC. *Estado nutricional e anemia ferropriva em gestantes: relação com o peso da criança ao nascer*. Rev. Nutr. 2005; 18(4):481-89.

Rogers JF, Dunlop AL. *Air pollution and very low birth weight infants: a target population ?* Pediatrics. 2006; 118:156-64.

Salam MT, Millstein J, Li Y, Lurmann FW, Margolis HG, Gilliland FD. *Birth outcomes and prenatal exposure to ozone, carbon monoxide, and particulate matter: results from the children's health study*. Environ Health Perspect. 2005; 113:1638-44.

Siegel S. Estatística não paramétrica. São Paulo: ED. McGraw-Hill do Brasil; 1981.

Silva AAM, Bettiol H, Barbieri MA, Brito LGO, Pereira MM, Aragão VMF et al. 2006. Quais fatores podem explicar o paradoxo do baixo peso ao nascer? Rev. Saude Publica 40(4):648-655.

Silveira DS, Santos IS. *Adequação do pré-natal e peso ao nascer: uma revisão sistemática*. Cad. Saude Publica. 2004; 20(5):1160-68.

Srám RJ, Binková B, Dejmek J, Bobak M. *Ambiental air pollution and pregnancy outcomes: a review of the literature*. Environ Health Perspect. 2005; 113:375-82.

Tolentino M, Rocha-Filho RC. *A química no efeito estufa*. Química Nova na Escola. 1998; 8:10-14.

Veras MM, Damaceno-Rodrigues NR, Caldini EG, Ribeiro AACM, Mayhew TM, Saldiva PHN, et al. *Particulate urban air pollution affects the functional morphology of mouse placenta*. Biology of Reproduction. 2008; 79:578-84.

WALLIS SM, HARVEY D. Fetal growth, intrauterine growth retardation and small for gestacional babies. In Robertson NRC. *Textbook of Neonatology*, Churchill Livingstone Inc; London, 1992 : 317-24.

Wilhelm M, Ritz B. *Local variations in CO and particulate air pollution and adverse birth outcomes in Los Angeles County, California, USA*. Environ Health Perspect. 2005; 113:1212-1221

World Health Organization. *The incidence of low birth weight: a critical review of available information*. World Health Stat Quarterly 1980; 33:197-224.

Zeka A, Melly SJ, Schwartz J. *The effects of socioeconomic status and indices of physical environment on reduced birth wheight and preterms births in Easterns Massachussetts*. Environ Health [Internet]. 2008; [cited 25 nov 2008]; 7:60. Available from <http://www.ehjournal.net/content/7/1/60>.