

**MIRIAM APARECIDA IGNÁCIO DE ALMEIDA**

**MODELO ADITIVO GENERALIZADO (MAG) NO ESTUDO DA  
RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO DE ATENDIMENTOS  
HOSPITALARES POR CAUSAS RESPIRATÓRIAS E A QUALIDADE  
DO AR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental, na área de concentração em Poluição do Ar.

Orientador: Prof. Dr<sup>o</sup>. Valdério Anselmo Reisen

Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jane Meri Santos.

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

A447m Almeida, Miriam Aparecida Ignácio de, 1968-  
Modelo aditivo generalizado (MAG) no estudo da relação entre o número de atendimentos hospitalares por causas respiratórias e a qualidade do ar / Miriam Aparecida Ignácio de Almeida. – 2006.  
181 f. : il.

Orientador: Valdério Anselmo Reisen.

Co-Orientadora: Jane Meri Santos.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Ar - Poluição. 2. Spline, Teoria do. 3. Aparelho respiratório - Doenças. I. Reisen, Valdério Anselmo. II. Santos, Jane Meri. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV. Título.

CDU: 628

---

## AGRADECIMENTOS

Ao professor e orientador Dr<sup>o</sup>. Valdério Anselmo Reisen, pela motivação para o tema, por seu sólido conhecimento em Estatística e pelo direcionamento ao objetivo central do trabalho.

A professora Dr<sup>a</sup>. Jane Méri Santos, pela confiança e pelo aprendizado que me proporcionou durante o período do Mestrado.

A grande amiga e companheira de estudo Lúcia Helena Sagrillo Pimassoni por estar sempre disposta a ouvir minhas lamentações e apoio incondicional em todas as fases deste trabalho.

Ao Washington Leite Junger por auxiliar-me nos procedimentos de análises de séries temporais epidemiológicas realizadas nesse estudo.

Ao Geovane Barbosa pelo apoio em etapas importantes dessa pesquisa e por estar sempre me incentivando nos momentos difíceis desse trabalho.

Aos demais professores do PPGEA, pela minha formação acadêmica e oportunidade de aprendizado, em especial ao professor Dr<sup>o</sup>. Maxsuel Marcos Rocha Pereira e Dr<sup>o</sup>. Neyval Reis Júnior por estarem sempre dispostos a ajudar e estar me ouvindo.

A Luciana por auxiliar-me no início da pesquisa, com respeito em arrumar os bancos de dados utilizados desse estudo.

Aos meus irmãos Gladstone Ignácio de Almeida e Romildo Ignácio de Almeida por ajudar-me em vários momentos de minha vida.

Aos órgãos FACITEC, CNPq e CAPES pelo apoio à pesquisa.

Ao Hospital Infantil Nossa Senhora da Glória, por ter fornecido os dados de saúde.

Ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, pelo fornecimento dos dados de poluição do ar.

Muito obrigada !

## RESUMO

Diversos estudos têm fornecido evidências sobre efeitos adversos à saúde devido à poluição do ar. Os efeitos nocivos da poluição têm sido observados no aumento da mortalidade e da morbidade por doenças respiratórias e cardiovasculares. Modelos de séries temporais têm desempenhado um papel relevante para o desenvolvimento de estudos que consistem em relacionar flutuações de curto prazo nas séries de morbidade e mortalidade com flutuações na variável de exposição. Nesse trabalho foi investigada através do Modelo Aditivo Generalizado a associação existente entre os poluentes atmosféricos  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$  e  $NO_x$  e o número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças, na faixa etária de 0 a 6 anos, Região da Grande Vitória, Espírito Santo, Brasil, no período de Janeiro de 2001 a Dezembro de 2004. Os resultados evidenciaram o aumento percentual do risco relativo do número de atendimentos diários por causas respiratórias em consequência dos poluentes atmosféricos  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$  e  $NO_x$ . O principal poluente associado com a morbidade em crianças de 0 a 6 anos, por causas respiratórias, foi o  $PM_{10}$  seguido de  $NO_x$ ,  $SO_2$  e  $O_3$ .

Palavras chave: poluição do ar, modelo aditivo generalizado, *splines*, alisamento, morbidade, saúde.

## ABSTRACT

Several studies have indicated that air pollution can cause adverse health effects. The harmful effects of air pollution have been linked to the increase of mortality and morbidity rates due to respiratories and vasculares-cardiac diseases. Time series model is an important tool has largely used in studies to relate short term fluctuations in the serie of morbidity or mortality with the fluctuations variable of exposition. This work investigates the relation between atmospheric pollutants concentration ( $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$  and  $NO_x$ ) and the number of daily urgent appointments due to respiratory problems in children aged from 0 to 6 years old, in the Region of Grande Vitoria, Espírito Santo, Brazil, between January 2001 and December 2004. The results indicate that an increasing in the relative risk of the number urgent hospital appointments due to respiratory diseases can be associated to an increase of ambient concentration of  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$  e  $NO_x$ . It was also found that the most important pollutant associated to morbidity in children aged from 0 to 6 years old due to respiratory diseases was  $PM_{10}$  followed by  $NO_x$ ,  $SO_2$  and  $O_3$ .

Key-words: air pollution, additive generalized model, splines, loess, morbidity, health effects.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Região da Grande Vitória com indicações do posicionamento das estações de monitoramento.....	46
Figura 2 - <i>Boxplot</i> das medidas diárias de concentrações de Material Particulado – PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), para cada uma das estações de monitoramento.....	56
Figura 3 - <i>Boxplot</i> das medidas diárias de concentrações de Dióxido de Enxofre – SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), para cada uma das estações de monitoramento.....	57
Figura 4 - <i>Boxplot</i> das medidas diárias de concentrações de Óxido de Nitrogênio – NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), para cada uma das estações de monitoramento.....	58
Figura 5 - <i>Boxplot</i> das medidas diárias de concentrações de Ozônio – O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), para cada uma das estações de monitoramento.....	59
Figura 6 - Médias diárias de concentrações de Material Particulado (µg/m <sup>3</sup> ), para cada estação de monitoramento: (a) Laranjeiras , (b) Carapina, (c) Jardim Camburi, (d) Enseada do Suá, (d) Vila Velha (Ibes), (e) Vila Velha (Centro), (g) Cariacica.....	60
Figura 7 - Médias diárias de concentrações de Dióxido de Enxofre (µg/m <sup>3</sup> ), para cada estação de monitoramento: (a) Laranjeiras, (b) Jardim Camburi, (c) Enseada do Suá, (d) Vila Velha (Ibes), (e) Vila Velha (Centro), (f) Cariacica.....	62
Figura 8 - Médias diárias de concentrações de Óxido de Nitrogênio (µg/m <sup>3</sup> ), para cada estação de monitoramento: (a) Laranjeiras, (b) Jardim Camburi, (c) Enseada do Suá, (c) Vila Velha (Ibes), (d) Cariacica.....	64
Figura 9 - Médias diárias de concentrações de Ozônio (µg/m <sup>3</sup> ), para cada estação de monitoramento: (a) Laranjeiras, (b) Enseada do Suá, (c) Vila Velha (Ibes) , (d) Cariacica.....	66
Figura 10 - Correlação amostral entre as médias diárias das concentrações dos poluentes PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> e O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) da Estação de Laranjeiras.....	67
Figura 11 - Correlação amostral entre as médias diárias das concentrações dos poluentes PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) da Estação de Jardim Camburi.....	68

Figura 12 - Correlação amostral entre as médias das médias diárias das concentrações dos poluentes PM <sub>10</sub> , NO <sub>x</sub> e O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) da Estação da Enseada do Suá.....	69
Figura 13 - Correlação amostral entre as médias diárias das concentrações dos poluentes PM <sub>10</sub> e SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) da Estação Vila Velha (Centro).....	70
Figura 14 - Correlação amostral entre as médias diárias das concentrações dos poluentes PM <sub>10</sub> , NO <sub>x</sub> e O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) da Estação de Vila Velha (Ibes) .....	71
Figura 15 - Correlação amostral entre as médias diárias das concentrações dos poluentes PM <sub>10</sub> , NO <sub>x</sub> e O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) da estação Cariacica.....	72
Figura 16 - Médias diárias das variáveis meteorológicas, medidas nas estações de monitoramento de Carapina e Cariacica.....	73
Figura 17 - Série do número de atendimentos diários em criança de 0 a 6 anos da RGV.....	75
Figura 18 - Efeitos do acréscimo de 12,63 µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	77
Figura 19 - Efeitos do acréscimo de 8,49 µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	79
Figura 20 - Efeitos do acréscimo de 9,19 µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	81
Figura 21 - Efeitos do acréscimo de 9,33 µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	83
Figura 22 - Efeitos do acréscimo de 9,77 µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	85
Figura 23 - Efeitos do acréscimo de 19,24 µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	87
Figura 24 - Efeitos do acréscimo de 33,24 µg/m <sup>3</sup> de SO <sub>2</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	88

Figura 25 - Efeitos do acréscimo de $6,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{SO}_2$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	90
Figura 26 - Efeitos do acréscimo de $6,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{SO}_2$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	91
Figura 27 - Efeitos do acréscimo de $6,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{SO}_2$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	93
Figura 28 - Efeitos do acréscimo de $6,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{SO}_2$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	94
Figura 29 - Efeitos do acréscimo de $5,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{NO}_x$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	96
Figura 30 - Efeitos do acréscimo de $26,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{NO}_x$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	97
Figura 31 - Efeitos do acréscimo de $27,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{NO}_x$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	99
Figura 32 - Efeitos do acréscimo de $18,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{NO}_x$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	100
Figura 33 - Efeitos do acréscimo de $39,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{NO}_x$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	102
Figura 34 - Efeitos do acréscimo de $15,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{O}_3$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	103
Figura 35 - Efeitos do acréscimo de $14,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{O}_3$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	105
Figura 36 - Efeitos do acréscimo de $18,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{O}_3$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	106
Figura 37 - Efeitos do acréscimo de $12,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{O}_3$ no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.....	108
Figura B1 - <i>Plot</i> para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	125

- Figura B2 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....126
- Figura B3 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....127
- Figura B4 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....128
- Figura B5 - *Plot* para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....129
- Figura B6 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....130
- Figura B7 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....131
- Figura B8 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....132
- Figura B9 - *Plot* para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para

umidade. ....	133
Figura B10 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	134
Figura B11 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	135
Figura B12 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	136
Figura B13 - <i>Plot</i> para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	137
Figura B14 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	138
Figura B15 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	139
Figura B16 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	140
Figura B17 - <i>Plot</i> para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da	

semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	141
Figura B18 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	142
Figura B19 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	143
Figura B20 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	144
Figura B21 - <i>Plot</i> para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	145
Figura B22 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	146
Figura B23 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	147
Figura B24 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	148

Figura B25 - <i>Plot</i> para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	149
Figura B26 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	150
Figura B27 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	151
Figura B28 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	152
Figura B29 - <i>Plot</i> para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	153
Figura B30 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	154
Figura B31 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	155
Figura B32 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	156

Figura B33 - <i>Plot</i> para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	157
Figura B34 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	158
Figura B35 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	159
Figura B36 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	160
Figura B37 - <i>Plot</i> para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	161
Figura B38 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	162
Figura B39 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	163
Figura B40 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	164

Figura B41 - <i>Plot</i> para a série do número de atendimentos hospitalares. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	165
Figura B42 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	166
Figura B43 - Quartis dos resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade. ....	167
Figura B44 - Periodograma da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.....	168
Figura C1 - Mapa da RGV.....	181

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação das estações de monitoramento que compõem a RAMQAR, seus poluentes e condições meteorológicas monitorados e o período de coleta de dados utilizado neste trabalho.....	48
Tabela 2 - Estatísticas descritivas das médias diárias de concentrações de Material Particulado - PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	60
Tabela 3 - Estatísticas descritivas das médias diárias de concentrações de Dióxido de Enxofre - SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	62
Tabela 4 - Estatísticas descritivas das médias diárias de concentrações de Óxido de Nitrogênio - NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	64
Tabela 5 - Estatísticas descritivas das médias diárias de concentrações de Ozônio – O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	66
Tabela 6 - Correlações significativas entre os poluentes em cada uma das estações de monitoramento. ....	73
Tabela 7 - Estatísticas descritivas das variáveis meteorológicas medidas nas estações de monitoramento de Carapina e Cariacica.....	73
Tabela 8 - Distribuição de freqüências das causas respiratórias da RGV.....	74
Tabela 9 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM <sub>10</sub> da média móvel de seis dias da estação de Laranjeiras.....	76
Tabela 10 - Aumentos percentuais significativos para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Laranjeiras.....	77
Tabela 11 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM <sub>10</sub> de três dias anteriores da estação de anteriores Carapina.....	78

Tabela 12 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Carapina.....	79
Tabela 13 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM <sub>10</sub> do dia corrente da estação de Jardim Camburi.....	80
Tabela 14 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Jardim Camburi.....	81
Tabela 15 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM <sub>10</sub> de dois dias anteriores da estação de Enseada do Suá.....	82
Tabela 16 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Enseada do Suá.....	83
Tabela 17 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM <sub>10</sub> de dois dias anteriores da estação de Vila Velha (Ibes).....	84
Tabela 18 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos de Vila Velha (Ibes).....	85
Tabela 19 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM <sub>10</sub> de dois dias anteriores da estação de Cariacica.....	86
Tabela 20 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Cariacica.....	86
Tabela 21 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do SO <sub>2</sub> da média móvel de seta dias da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2001 a 31/12/2002.....	87
Tabela 22 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2001 a 31/12/2002.....	88
Tabela 23 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do SO <sub>2</sub> de dois dias anteriores da estação de Jardim Camburi.....	89

Tabela 24 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação Jardim Camburi.....	89
Tabela 25 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do SO <sub>2</sub> da média móvel de sete dias da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2003 a 31/12/2004.....	90
Tabela 26 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2003 a 31/12/2004.....	91
Tabela 27 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do SO <sub>2</sub> de dois dias anteriores de Vila Velha (Ibes) .....	92
Tabela 28 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Vila Velha (Ibes).....	92
Tabela 29 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do SO <sub>2</sub> da média móvel de cinco dias da estação de Cariacica.....	93
Tabela 30 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Cariacica.....	94
Tabela 31 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do NO <sub>x</sub> da média móvel de três dias da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2001 a 31/12/2002.....	95
Tabela 32 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2001 a 31/12/2002.....	95
Tabela 33 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do NO <sub>x</sub> da média móvel de cinco dias da estação de Jardim Camburi .....	96
Tabela 34 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Jardim Camburi.....	97

Tabela 35 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do NO <sub>x</sub> da média móvel de sete dias da estação de Enseada do Suá.....	98
Tabela 36 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Enseada do Suá.....	98
Tabela 37 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do NO <sub>x</sub> de três dias anteriores da estação de Vila Velha (Ibes).....	99
Tabela 38 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Vila Velha (Ibes).....	100
Tabela 39 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do NO <sub>x</sub> do dia corente da estação de Cariacica.....	101
Tabela 40 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Cariacica .....	101
Tabela 41 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do O <sub>3</sub> da média móvel de seis dias da estação de Laranjeiras.....	102
Tabela 42 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Laranjeiras.....	103
Tabela 43 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do O <sub>3</sub> de dois dias anteriores da estação de Enseada do Suá.....	104
Tabela 44 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Enseada do Suá.....	104
Tabela 45 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do O <sub>3</sub> da média móvel de sete dias da estação de Vila Velha (Ibes).....	105
Tabela 46 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Vila velha (Ibes).....	106

Tabela 47 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do O <sub>3</sub> da média móvel de três dias da estação de Cariacica.....	107
Tabela 48 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da estação de Cariacica.....	107
Tabela 49 - Aumentos percentuais significativos para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá e Cariacica.....	109
Tabela 50 - Aumentos percentuais significativos para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos para um acréscimo de 10 µg/m <sup>3</sup> nos níveis dos poluentes da Estação de Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá e Cariacica.....	110
Tabela 51 - Número de atendimentos diários esperados no ano por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos das estações de Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá e Cariacica .....	111
Tabela A1 - Distribuição de freqüências das medidas diárias de concentrações de Material Particulado - PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	121
Tabela A2 - Estatísticas descritivas das medidas diárias de concentrações de Material Particulado - PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	121
Tabela A3 - Distribuição de freqüências das medidas diárias de concentrações de Dióxido de Enxofre - SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	122
Tabela A4 - Estatísticas descritivas das medidas diárias de concentrações de Dióxido de Enxofre - SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	122
Tabela A5 - Distribuição de freqüências das medidas diárias de concentrações de Óxido de Nitrogênio - NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	122

Tabela A6 - Estatísticas descritivas das medidas diárias de concentrações de Óxido de Nitrogênio - NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	123
Tabela A7 - Distribuição de freqüências das medidas diárias de concentrações de Ozônio - O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	123
Tabela A8 - Estatísticas descritivas das medidas diárias de concentrações de Ozônio - O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ), medidas em cada uma das estações de monitoramento.....	123
Tabela A9 - Distribuição de freqüências das medidas diárias de temperatura (° C) e umidade relativa do ar (%) medidas nas estações de monitoramento de Carapina e Cariacica.....	124
Tabela A10 - Estatísticas descritivas das medidas diárias de temperatura (° C) e umidade relativa do ar (%) medidas nas estações de monitoramento de Carapina e Cariacica.....	124
ANEXO C - MUNICÍPIOS E BAIROS POR ÁREA DE INFLUÊNCIAS DAS ESTAÇÕES RAMQAr	

## LISTA DE SIGLAS

CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIVIT	Centro Industrial de Vitória
CST	Companhia Siderúrgica do Tubarão
DAR	Doenças do Aparelho Respiratório
DPOC	Doença Pulmonar Crônica Obstrutiva
E.S	Espírito Santo
EUA	Estados Unidos da América
Fer 1	Feriado 1
Fer 2	Feriado 2
Fer 3	Feriado 3
Fer 4	Feriado 4
IC <sub>RR</sub>	Intervalo de Confiança do Risco Relativo
IC <sub>%RR</sub>	Intervalo de Confiança do Aumento Percentual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IQR	Intervalo interquartil
lag 1	Defasagem de 1 dia
lag 2	Defasagem de 2 dias
lag 3	Defasagem de 3 dias
<i>lo</i>	Função suavizadora <i>loess</i>
MAG	Modelo Aditivo Generalizado
MLG	Modelo Linear Generalizado
mm 2	Média Móvel de 2 dias
mm 3	Média Móvel de 3 dias
mm 4	Média Móvel de 4 dias
mm 5	Média Móvel de 5 dias
mm 6	Média Móvel de 6 dias
mm 7	Média Móvel de 7 dias
NOX	Óxido de nitrogênio do dia corrente
NOXL3	Óxido de nitrogênio de três dias antes
NOXMM03	Média móvel do óxido de nitrogênio entre o valor corrente e três dias antes

NOXMM05	Média móvel do óxido de nitrogênio entre o valor corrente e cinco dias antes
NOXMM07	Média móvel do óxido de nitrogênio entre o valor corrente e sete dias antes
O3L2	Ozônio de dois dias antes
O3MM03	Média móvel do ozônio entre o valor corrente e três dias antes
O3MM06	Média móvel do óxido de ozônio entre o valor corrente e seis dias antes
O3MM07	Média móvel do ozônio entre o valor corrente e sete dias antes
PM	Material particulado do dia corrente
PML2	Material particulado de dois dias antes
PML3	Material particulado de três dias antes
PMM06	Média móvel do material particulado entre o valor corrente e o valor de seis dias antes
PRO-AIM	Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade
p-valor	Probabilidade de Significância
RAMQAr	Rede de Monitoramento Automática da Qualidade do Ar da Grande Vitória
RGV	Região da Grande Vitória
RR	Risco Relativo
s	Função suavizadora <i>splines</i>
SMAC	Secretaria Municipal do Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro
SO2L2	Dióxido de enxofre de dois dias antes
SO2MM05	Média móvel do dióxido de enxofre entre o valor corrente e cinco dias antes
SO2MM07	Média móvel do dióxido de enxofre entre o valor corrente e sete dias antes
span	Grau de suavização da função suavizadora <i>loess</i>
% RR	Aumentos Percentuais
tmpmaxl2	Temperatura máxima de dois dias antes
tmpmaxl1	Temperatura máxima do dia anterior
tmpmaxm01	Média móvel da temperatura máxima entre o valor corrente e valor de um dia anterior

tmpmaxm12	Média móvel da temperatura máxima de dois dias antes do valor corrente
TmpMedMin	Temperatura Média Mínima
TmpMed	Temperatura Média
TempMedMax	Temperatura Média Máxima
UmidMed	Umidade Média
wetl1	Umidade relativa do dia anterior
wetl2	Umidade relativa de dois dias antes
wetm02	Média móvel de umidade relativa entre o valor corrente e o valor de dois dias antes
wetm12	Média móvel da umidade relativa de dois dias antes do valor corrente

## LISTA DE SÍMBOLOS

### Símbolos Romanos

$Y_t$	Variável resposta
$X_t$	Variável explicativa
$X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{kt}$	Variáveis explicativas
$df_k$	Grau de suavização
$E(Y   X = x)$	Esperança Condicional de $Y$ , dado $X = x$
$\text{var}(Y_t   X_t = x_t)$	Variância Condicional de $Y_t$ , dado $X_t = x_t$

### Símbolos Gregos

$\mu_t$	Média populacional
$\beta'$	Vetor dos coeficientes de regressão
$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_j$	Coefficientes de regressão
$\eta_t$	Preditor linear
$\varphi$	Parâmetro de dispersão
$\alpha$	Nível de significância
$\chi^2$	Distribuição Qui-Quadrado

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>30</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>32</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2 DADOS UTILIZADOS.....</b>	<b>45</b>
4.2.1 Dados de Morbidade.....	45
4.2.2 Poluentes Atmosféricos e Condições Meteorológicas.....	45
4.2.3 Áreas de influência das Estações de Monitoramento (RAMQAr).....	48
<b>4.3 TÉCNICAS PARA CONTROLE DOS FATORES DE CONFUSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>4.4. MODELAGEM DE SÉRIES TEMPORAIS EPIDEMIOLÓGICAS.....</b>	<b>51</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>
<b>5.1 ANÁLISE DESCRITIVA DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....</b>	<b>55</b>
<b>5.2 ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.....</b>	<b>73</b>
<b>5.3 ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS DE SAÚDE.....</b>	<b>74</b>
<b>5.4 MODELOS AJUSTADOS .....</b>	<b>75</b>
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>113</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO A: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS .....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXO B - ANÁLISES DOS RESÍDUOS DO MODELO ADITIVO GENERALIZADO (MAG) PARA AS SÉRIES DO NÚMERO DE ATENDIMENTOS HOSPITALARES .....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO C - MUNICÍPIOS E BAIROS POR ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS ESTAÇÕES RAMQAR .....</b>	<b>169</b>

***CAPÍTULO 1***  
***INTRODUÇÃO***

## 1. INTRODUÇÃO

Muitos estudos epidemiológicos têm sido realizados utilizando diversas metodologias e têm fornecido evidências sobre efeitos adversos à saúde da exposição à poluição do ar (SALDIVA et al., 2001). Observou-se que os efeitos nocivos da poluição causam aumento da mortalidade e da morbidade<sup>1</sup>, principalmente, respiratórias e cardiovasculares (SCHWARTZ ; SPIX, 1992).

Os efeitos maléficos da poluição do ar receberam maior atenção a partir da primeira metade do século XX, quando episódios de poluição agudos causaram aumento do número de mortes em algumas cidades da Europa e Estados Unidos. Um dos primeiros, e mais importantes, episódio registrado ocorreu em 1930, no Vale do Meuse, Bélgica, entre as cidades de Huy e Liége, uma região com grande concentração de indústrias. Nos cinco primeiros dias do mês de dezembro, condições meteorológicas desfavoráveis, como a ausência de ventos, impediram a dispersão dos poluentes, que permaneceram estacionados sobre a região. Imediatamente foi registrado um aumento do número de doenças respiratórias e um excesso de mortes (60 mortes) até dois dias após o início do episódio (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 1998).

Após o episódio de Huy e Liége, foi registrado outro episódio semelhante durante os últimos cinco dias do mês de outubro de 1948, na cidade de Donora, Pensilvânia. Inversões térmicas, nesse pequeno período de tempo, impediram a dispersão dos produtos de combustão das indústrias locais e esses poluentes permaneceram pairando sobre a cidade. A inversão térmica é um fenômeno meteorológico no qual ocorre à presença de uma camada de ar frio alguns metros acima da superfície, que impede a dispersão e a movimentação vertical de massas de ar mais quentes localizadas próximas do solo. Durante este período foram observadas 20 mortes ao invés das duas mortes normalmente esperadas em uma comunidade de 14.000 pessoas (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 1998).

---

<sup>1</sup>Segundo Bueno (1976), morbidade é o índice de doença em uma região.

Londres, na Inglaterra, foi palco do mais grave episódio envolvendo efeitos deletérios dos poluentes do ar. Durante o inverno de 1952, um episódio de inversão térmica impediu a dispersão dos poluentes, gerados então pelas indústrias e pelos aquecedores domiciliares que utilizavam carvão como combustível, e uma pluma, composta principalmente por material particulado e enxofre (em concentração até nove vezes maiores do que a média de ambos), permaneceu estacionada sobre a cidade por aproximadamente três dias, levando a um aumento de 4.000 mortes em relação à média de óbitos em períodos semelhantes (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 1998).

Episódios agudos como esses não voltaram a ocorrer em países do primeiro mundo, pois foram adotadas medidas para controlar a emissão de poluentes atmosféricos. Contudo, o crescimento da frota de veículos automotores nas últimas décadas, levou a mudança na composição da poluição do ar, o que promoveu a demanda por novos estudos inter-relacionando as áreas de poluição e saúde (BRUNEKREEF; HOLGATE, 2002).

O avanço das técnicas estatísticas de análises de séries temporais epidemiológicas permitiu relacionar e melhor compreender os efeitos da poluição sobre a saúde, mesmo que os níveis de concentração de poluentes ambientais estejam muito menores àqueles considerados nocivos. Nas últimas décadas, um número significativo de pesquisas tem proposto e aplicado várias técnicas estatísticas para análise das séries temporais epidemiológicas com respeito aos efeitos da poluição atmosférica na saúde da população. Por exemplo, Saldiva e outros (2001), descrevem e comparam duas classes de modelos, o Modelo Linear Generalizado (MLG) e o Modelo Aditivo Generalizado (MAG). Ambos podem ser utilizados para avaliar a associação entre poluição atmosférica e marcadores de morbidade e mortalidade. Dentre as metodologias estatísticas adotadas na área de séries temporais epidemiológicas, destacam-se aqueles que utilizam modelos pertencentes às classes paramétricas e semi-paramétricas. O MLG pertence à classe paramétrica; o MAG pertence à classe semi-paramétrica. Segundo Junger (2004), a principal vantagem oferecida pelo MAG é a flexibilidade da modelagem, isto é, a simplicidade para ajustes de tendência, de sazonalidade e de efeito das variáveis de confusão.

Atualmente, o MAG constitui-se como o

***CAPÍTULO 2***  
***OBJETIVOS***

## 2. OBJETIVOS

O objetivo geral do estudo é verificar a relação existente entre os poluentes atmosféricos  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$  e  $NO_x$  e o número de atendimentos diários por causas respiratórias na população infantil na RGV, E.S.

Os objetivos específicos para esta pesquisa consistem em:

(1) Analisar graficamente as variáveis univariadas número de atendimentos diários por causas respiratórias (variável resposta) e os dados diários de concentração dos poluentes atmosféricos  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$  e  $NO_x$  pela técnica de séries temporais para descrever modelos e sazonalidade.

(2) Usar critérios de seleção, baseando-se em técnicas de correlação e regressão, para a escolha das variáveis explicativas dias da observação, feriados, temperatura, umidade relativa do ar e das variáveis relacionadas à qualidade do ar ( $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$  e  $NO_x$ ) da RGV que são usadas MAG.

(3) Utilizar as técnicas do MAG, para relacionar a variável discreta, número de atendimentos diários por causas respiratórias, com as variáveis relacionadas no item (2).

(4) Estudar as características (distribuição de probabilidade) dos erros associados ao modelo no item (3).

***CAPÍTULO 3***  
***REVISÃO BIBLIOGRÁFICA***

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nas últimas décadas foram realizados vários estudos, em diversos países, para estimar o efeito da poluição atmosférica na saúde, com o intuito de avaliar a associação entre os níveis de mortalidade ou morbidade e o nível de poluição do ar nas grandes metrópoles, em especial em curto prazo. A seguir são descrito de forma sucinta alguns desses trabalhos.

Em 1994, Burnett et al. apresentaram um estudo em Ontário (Canadá) realizado no período de 1° de Janeiro de 1983 a 31 de Dezembro de 1988, para investigar a relação existente entre o número de emergências ou admissões respiratórias urgentes diárias, em 168 hospitais para todas as idades, nas faixas etárias 0-1, 2-34, 35-64 e 65 ou mais, incluindo ambos os sexos, e os seguintes poluentes atmosféricos: ozônio ( $O_3$ ) e sulfato ( $SO_4^{2-}$ ). Níveis diários de concentração de ozônio foram obtidos de 22 estações de monitoramento mantidas pelo Ministério do Meio Ambiente de Ontário, e os níveis diários de sulfato foram registrados em nove estações de monitoramento, que representam três redes diferentes operadas pelos Ministérios do Meio Ambiente de Ontário e do Canadá. Os dados meteorológicos relativos à temperatura média diária e máxima, umidade relativa média diária e à pressão barométrica média diária foram obtidos de 10 estações meteorológicas selecionadas. Os grupos de doenças (codificados de acordo com a 9ª Classificação Internacional de Doenças) de interesse primário foram asma e doença pulmonar crônica obstrutiva (DPOC), definida como bronquites, enfisema, bronchiectasis, obstrução da via aérea crônica, infecção definida como bronquite/bronquiolitis aguda e pneumonia.

Flutuações diárias em taxas de admissões hospitalares correspondentes à poluição ambiental, tendências temporais lento-móveis na série de admissões, incluindo efeitos sazonais e anuais, eram removidas através do filtro linear. Foi usada a técnica de regressão linear múltipla para relacionar ozônio, sulfato e temperatura às taxas de admissão respiratória nas defasagens 0, 1, 2, e 3 dias, pois os atendimentos efetuados em um determinado dia provavelmente estão relacionados à poluição do referido dia, mas também com poluição existente em dias anteriores.

Os autores concluíram que o ozônio era o preditor mais passível de admissões que o sulfato. Valores de concentração de ozônio e de sulfato registrados no mesmo dia e até 3 dias antes da data de admissões foram positivamente associados com taxas de admissão hospitalar. Associações positivas e estatisticamente significantes foram observadas entre mistura de poluição ozônio-sulfato e admissões para asma, doença crônica obstrutiva e infecções. Uma associação positiva entre admissões respiratórias e sulfato foi notada em todos os 168 hospitais. Uma relação positiva e estatisticamente significativa entre o número de admissões respiratórias diárias com ozônio e sulfato foi verificada nos meses de Maio a Agosto, no período de 1983 a 1988. Aproximadamente 12% de admissões aconteceram em crianças (0-1 ano), 30% na faixa etária de 2-34 anos, 22% na faixa etária de 35-64 anos, e 36% nos idosos ( $\geq 65$  anos).

Norris et al. (1999) descreveram um estudo em Seattle, Washington, EUA, realizado no período de 1º de setembro de 1995 a 31 de dezembro de 1996, para avaliar se as entradas hospitalares, por razão asmática, no departamento de emergência de seis hospitais no centro e sudeste de Seattle, estavam associadas com os seguintes poluentes atmosféricos: ozônio ( $O_3$ ), material particulado ( $PM_{10}$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), dióxido de nitrogênio ( $NO_2$ ). A associação entre poluição do ar e aumento de registros hospitalares por asma foi avaliada em três regiões de estudo. Dados meteorológicos da temperatura de ponto de orvalho e temperatura média diária, foram obtidos do Aeroporto Internacional de Talcoma em Seattle.

Para relacionar a variável resposta (visitas diárias de asma no departamento de emergência) com os poluentes atmosféricos e as variáveis de controle (dias da semana, temperatura média diária e temperatura de ponto de orvalho), usou-se o MAG.

Alguns dos resultados obtidos pelos autores foram que ao comparar entradas hospitalares por razão asmática no departamento de emergência entre duas áreas de estudos, a área de utilização alta respondeu por 41% de todas as entradas hospitalares por razão asmática no departamento de emergência.  $PM_{10}$  e CO tiveram riscos relativos similares sobre a região de estudo e foram associados com entradas hospitalares por razão asmática na região baixa e no total da área de estudo. Esse

estudo não detectou uma associação significativa entre  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$  e o aumento de entradas hospitalares em virtude da asma.

Saldiva et al. (2001) descrevem e comparam duas classes de modelo: o MLG e o MAG, que podem ser utilizados para avaliar a associação entre poluição atmosférica e marcadores de morbidade e mortalidade. Como exemplo de aplicação, foi avaliada a associação entre mortalidade em idosos e poluição atmosférica na cidade de São Paulo no período de 1994 a 1997.

Os dados de mortalidade foram obtidos do Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade (PRO-AIM) e as concentrações diárias de poluentes ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{O}_3$ ) foram obtidas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Informações acerca da temperatura e umidade relativa do ar foram obtidas do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo. As duas classes de modelos produziram resultados coerentes, mas os modelos estatisticamente mais sofisticados (MAG) tiveram mais exatidão para detectar efeitos significantes. Sob os MLG, nenhum poluente explicou a mortalidade de forma significativa. Sob os MAG, houve efeitos significativos para o  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$  e  $\text{PM}_{10}$ .

Quando todos os poluentes foram incluídos simultaneamente no modelo, apenas o  $\text{SO}_2$  permaneceu significativo. O ozônio não se mostrou associado à mortalidade em nenhum dos modelos ajustados. Observou-se nesse estudo uma associação entre mortalidade em idosos por causas respiratórias e poluição atmosférica, representada pelos níveis de  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$  e em menor escala,  $\text{PM}_{10}$ , na cidade de São Paulo, para o período de 1994 a 1997.

Burnett e Smith-Doiron (2001) apresentaram um estudo realizado em Toronto, Canadá, no período de 1° de janeiro de 1980 a 31 de dezembro de 1994 para associar poluentes atmosféricos, ozônio ( $\text{O}_3$ ), dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e materiais particulados ( $\text{PM}_{2.5}$  e  $\text{PM}_{10-2.5}$ ), e os números diários de emergência ou urgentes admissões hospitalares para problemas respiratórios agudos (asma, bronquite aguda, croup, bronquiolitis e pneumonia) em crianças com menos 2 anos de idade. Concentrações médias horárias de  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  e  $\text{O}_3$  foram obtidos de quatro estações de monitoramento dentro da área metropolitana. Concentrações diárias de  $\text{PM}_{2.5}$  e  $\text{PM}_{10-2.5}$  estavam

disponíveis somente no período de Maio-Agosto de 1992, 1993 e 1994. A temperatura máxima diária, temperatura mínima diária e umidade relativa média foram obtidas do Aeroporto Internacional de Pearson.

Como a relação entre a variável resposta números diários de emergência ou urgentes admissões hospitalares para problemas respiratórios agudos e algumas variáveis de controle, como as meteorológicas, não são necessariamente lineares, adotou-se o MAG, e foram usadas funções não-paramétricas de alisamento (*loess*). Os efeitos do tempo foram modelados usando funções suavizadoras *loess* da temperatura máxima diária, temperatura mínima diária e umidade relativa média diária, que foram registradas na data de admissão 1 e 2 dias antes da admissão. Para identificar o número de variáveis temporais, exigidas para prever admissões, foram usados os procedimentos de regressão *forward* e *stepwise* para selecionar um conjunto mínimo suficiente de variáveis preditoras do tempo, em que o Critério de Informação de Akaike (CIA) foi usado como o critério de inclusão.

Alguns resultados obtidos pelos autores mostram que a associação entre ozônio e admissões no período de Setembro a Abril foi fraca. No período de Maio a Abril, a associação era muito mais forte para os níveis de ozônio registrados no mesmo dia da admissão e 1, 2, 3, e 4 dias antes da admissão. Assim, o ozônio foi associado positivamente com o aumento das admissões hospitalares por diversos dias após a data da exposição. Um aumento de 45,2 ppb de ozônio foi associado com 34,8% no aumento em número de admissões diários de hospitalização para problemas respiratórios baseados em média móvel de cinco dias. E também, num aumento de 45,2 ppb de ozônio foi associado com 19,0% no aumento em admissões. Um valor muito mais baixo foi observado para problemas respiratórios em crianças com menos de 2 anos de idade.

Martins e Latorre (2002) mostraram um estudo realizado no Município de São Paulo, no período de 1º de maio de 1996 a 30 de setembro de 1998 para investigar os efeitos causados pela poluição atmosférica na morbidade por pneumonia e por gripe em idosos (pessoas com mais de 65 anos). Os dados diários de atendimentos por pneumonia e gripe em idosos foram obtidos do pronto-socorro médico de um hospital escola de referência no Município de São Paulo. Os níveis diários de CO, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> foram obtidos na Companhia de Tecnologia de Saneamento

Ambiental (CETESB) e os dados diários de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (USP).

Os autores calcularam estatísticas descritivas para os poluentes atmosféricos, temperaturas mínimas, umidade relativa do ar e atendimentos por pneumonia e gripe. Calcularam também o coeficiente de correlação de Pearson entre os poluentes atmosféricos e, entre estes e os atendimentos. Como a relação entre a variável dependente (número de atendimentos diários por pneumonia e gripe em idosos) e algumas variáveis de controle, como as meteorológicas, necessariamente não são lineares, adotou-se o MAG, e foram usadas funções não-paramétricas de alisamento (*loess*). Os parâmetros de alisamento foram escolhidos de forma a minimizar o CIA. Foram utilizados os métodos de regressão *stepwise* e *forward* para a seleção das variáveis dependentes. Estimou-se o efeito “acréscimo no número de atendimentos hospitalares”, em dependência ao aumento nos níveis de poluição do ar, utilizando a diferença interquartil do poluente.

Alguns resultados obtidos por Martins e Latorre mostram que todos os poluentes atmosféricos estão positivamente correlacionados entre si, exceto o CO com O<sub>3</sub>, sendo o PM<sub>10</sub> o que está mais fortemente correlacionado aos demais. O número de atendimentos por pneumonia e gripe teve correlação positiva com o CO, SO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>. Estimou-se que um aumento no nível de SO<sub>2</sub>, do primeiro para o terceiro quartil (15,05 µg/m<sup>3</sup>), provocaria um acréscimo de 14,51% nos atendimentos por pneumonia ou gripe em idosos; já para o O<sub>3</sub>, a diferença interquartil (38,80 µg/m<sup>3</sup>) provocaria um acréscimo de 8,07% nos atendimentos por pneumonia ou gripe em idosos. Desse modo, os resultados sugerem que a poluição atmosférica promove efeitos adversos para a saúde de idosos.

Simas (2003) realizou em sua dissertação um estudo no Rio de Janeiro, Brasil, para avaliar o desempenho de métodos paramétricos e não paramétricos no controle dos fatores de confusão (condições meteorológicas, dias da semana e feriados) na estimação do efeito da poluição do ar sobre saúde coletiva, por e meio de dois estudos comparativos. A comparação dos modelos foi realizada mediante a aplicação do MLG e do MAG aos dados da cidade do Rio de Janeiro. Inicialmente foi elaborada uma comparação via simulação para a contagem diária de internações

hospitalares. Este estudo investigou a associação entre o número de internações hospitalares diárias por problemas respiratórios em indivíduos com 65 anos de idade ou mais e os níveis de  $PM_{10}$  no período de 1º de agosto de 2000 a 31 de novembro de 2001. Em seguida, realizou-se uma aplicação ilustrativa dos modelos à série de mortalidade por doenças do aparelho respiratório entre idosos.

Com esse estudo comparativo, via simulação, Simas (2003) demonstrou que não existe diferença significativa para o valor médio do  $PM_{10}$  nas simulações. No estudo ilustrativo, o modelo central, cujos componentes referem-se aos fatores meteorológicos, efeitos de calendário, bem como tendência e sazonalidade da série do desfecho foram ajustadas utilizando-se as abordagens paramétricas (MLG) e não especificadas (MAG). Ele destacou ainda que os modelos forneceram resultados similares no que tange às estatísticas de qualidade do ajuste e ao diagnóstico dos resíduos. Esse autor demonstrou por meio desses dois estudos comparativos que não há evidências de desempenho diferenciado dos métodos paramétricos e não paramétricos para o controle dos fatores de confusão na análise de séries temporais epidemiológicas.

Saldiva et al. (2003) realizaram um estudo denominado “Análise Epidemiológica da Poluição do Ar na Saúde da População da Grande Vitória” para atendimento às exigências da Secretária de Estado para Assuntos do Meio Ambiente do Espírito Santo (SEAMA). Após a avaliação das fontes de informações de mortalidade e morbidade da população da Grande Vitória e, devido à inexistência de uma rede de monitoramento ambiental e atmosférica que fornecesse dados diários, optou-se pelo desenvolvimento desse estudo em duas etapas distintas: Estudo Retrospectivo (estudo preliminar) e o estudo Prospectivo.

O estudo Prospectivo compreende o período de 01/08/2000 a 31/08/2002 e buscou-se investigar uma possível associação entre os poluentes atmosféricos ( $SO_2$ ,  $PM_{10}$ ,  $NO_2$ ,  $CO$  e  $O_3$ ) e o número de atendimentos em pronto-socorro por ocorrências respiratórias na população infantil na RGV, E.S.

Alguns resultados obtidos por Saldiva et al., mostraram que  $PM_{10}$  é razoavelmente correlacionado com  $NO_2$  e  $O_3$  e  $NO_2$  e  $O_3$  são bem correlacionados, enquanto o  $SO_2$  tem correlação muito baixa com os demais poluentes. Foram construídos modelos

de regressão para cada poluente, e verificou que  $\text{SO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{O}_3$ , após os ajuste de todas as suas médias móveis (2 a 7 dias) não estavam relacionados com número de atendimentos em pronto-socorro por ocorrências respiratórias, enquanto o  $\text{NO}_2$  e  $\text{CO}$  estavam relacionados com número de atendimentos em pronto-socorro por ocorrências respiratórias.

Oliveira et al. (2004) narraram um estudo realizado em Curitiba, Paraná no período de 1° de Janeiro de 1999 a 31 de Dezembro de 2000, para verificar a relação existente entre os poluentes atmosféricos material particulado ( $\text{PM}_{10}$ ), fumaça, dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e o ozônio ( $\text{O}_3$ ) e as doenças respiratórias de crianças na faixa etária de 0 a 14 anos.

Foram obtidos os atendimentos diários por doenças respiratórias, em unidades de saúde no Sistema Único de Saúde (SUS) no município de Curitiba, Paraná. Os níveis diários de material particulado, fumaça, dióxido de nitrogênio e ozônio foram obtidos com o Instituto Ambiental do Paraná e Instituto de Tecnologia para Desenvolvimento. Os dados diários de temperatura e umidade relativa do ar foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia. As doenças respiratórias foram codificadas de acordo com a 9ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças. Foram calculadas estatísticas descritivas para todas as variáveis incluídas no estudo. O coeficiente de correlação de Pearson foi calculado entre os poluentes atmosféricos, o número de atendimentos diários nas unidades de saúde e ainda entre as variáveis meteorológicas, a fim de que se pudesse verificar se esses dados estavam linearmente associados. O número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças é um evento de contagem, e apresentando distribuição de Poisson. Como as relações entre a variável dependente e as variáveis de controle número de dias transcorridos, dias da semana, temperatura mínima diária e umidade relativa do ar não são necessariamente lineares, por esse motivo é importante a adoção de um modelo de regressão que permita estimar essas relações de forma mais adequada. O MAG foi o modelo adotado para satisfazer esses dois princípios com funções não paramétricas de alisamento (*loess*).

Assim, os autores optaram por considerar os valores diários e médias móveis de dois e três dias para os poluentes. Estimaram o aumento percentual no número de atendimentos por doenças respiratórias e seus respectivos intervalos de confiança

para a variação interquartil (a diferença entre o terceiro e o primeiro percentil) nas concentrações dos poluentes.

Os autores aferiram que para as doenças respiratórias verificou-se uma correlação positiva e estatisticamente significativa entre essas e  $PM_{10}$ ,  $NO_2$  e fumaça. A única correlação estatisticamente não significativa foi em relação ao ozônio. De acordo com os resultados do MAG, eles observaram que a associação entre a poluição do ar e os atendimentos por doenças respiratórias foi estatisticamente significativa para o  $PM_{10}$ ,  $NO_2$  e fumaça, tanto para concentrações diárias quanto para as médias móveis de dois e três dias. Para o  $O_3$ , apenas a média móvel de três dias apresentou efeito estatisticamente significativo e houve aumento percentual nas consultas por doenças respiratórias de crianças por causa do aumento de um interquartil nas médias móveis de três dias de  $NO_2$  ( $27,17 \mu g/m^3$ ),  $O_3$  ( $63,71 \mu g/m^3$ ),  $PM_{10}$  ( $90,39 \mu g/m^3$ ) e Fumaça ( $40,24 \mu g/m^3$ ). Os resultados sugerem que a poluição atmosférica promove efeitos adversos para a saúde das crianças, mesmo quando os níveis dos poluentes estão aquém do que determina a legislação.

Junger (2004) realizou em sua dissertação um estudo no Rio de Janeiro, Brasil, para investigar o efeito de curto prazo para a exposição de material particulado com diâmetro de  $10 \mu m$  ( $PM_{10}$ ) sobre o número diário de internações de crianças por doenças do aparelho respiratório (DAR). A população alvo é constituída de crianças residentes no município do Rio de Janeiro com até 5 anos de idade e a série temporal das internações cobre o período de setembro de 2000 a agosto de 2002, totalizando 730 observações. Para obter uma estimativa média da exposição da população residente no Rio de Janeiro à poluição, foi construída a série média diária do poluente ambiental  $PM_{10}$ , a partir das medidas de quatro estações de monitoramento: Copacabana, Centro, São Cristóvão e Tijuca. Os dados diários do poluente analisado foram fornecidos pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro (SMAC). A exposição média diária da população aos fatores meteorológicos foi obtida através das médias aritméticas das medidas de umidade e de temperaturas mínima, média e máxima referentes aos monitores localizados nos aeroportos de Santa Cruz, Campos dos Afonsos, Galeão e Santos Dumont e no bairro do Maracanã. Os dados de intensidade das chuvas foram

obtidos na página oficial da Internet da Fundação Instituto de Geotécnica do município do Rio de Janeiro.

Junger (2004) concluiu que de acordo com as séries de desfecho e exposição pode-se perceber que os dias com maior número de internações coincidem com os dias de maior concentração de material particulado. Em 193 dias compreendidos no período de estudo a concentração do poluente sofreu aumentos superiores ou iguais a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , enquanto que em 387 dias os aumentos ocorridos foram superiores a zero. A estimativa pontual do coeficiente da variável que representa as concentrações de  $\text{PM}_{10}$  é menor no modelo Poisson-Gama Semi-Paramétrico do que no modelo aditivo generalizado. O intervalo de confiança de 95% para o risco relativo é dado por  $[1,00978; 1,03410]$ , como o intervalo de confiança não inclui a unidade, o efeito que representa um aumento de 2,19% na média diária de internações para um aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{10}$  é estatisticamente significativo. No modelo Poisson-Gama Paramétrico, obtém-se um risco relativo igual a 1,01826, que equivale a um aumento de 1,83% de  $\text{PM}_{10}$ . O intervalo de confiança de 95% é igual a  $[1,00616; 1,03051]$  e, como não inclui a unidade, é um efeito estatisticamente significativo para  $\text{PM}_{10}$ .

***CAPÍTULO 4***  
***METODOLOGIA***

## 4. METODOLOGIA

Atualmente, um dos modelos utilizados para a análise estatística de séries temporais nos estudos sobre poluição do ar e efeitos na saúde é o MAG, proposto por HASTIE e TIBSHIRANI (1990). A variável resposta do estudo é o número de atendimentos diários por causas respiratórias e por ser tratar de dados de contagem utiliza-se, em geral, o modelo probabilístico de Poisson.

Esta pesquisa usa o estudo de regressão, através do MAG, com variáveis em função do tempo, medidas na RGV, estado do Espírito Santo, Brasil. Para a variável morbidade, considerou-se os atendimentos diários por causas respiratórias, obtidas no principal pronto socorro infantil da cidade de Vitória, Hospital Infantil da Nossa Senhora da Glória, e os dados obtidos referem-se aos atendimentos de crianças na faixa etária de 0 a 6 anos. O período analisado foi de 1º de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2004, totalizando 28642 observações. Os dados diários de concentração dos poluentes atmosféricos  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ ,  $NO_x$  e  $O_3$  e os dados meteorológicos, temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos na RAMQAr, atualmente operada pelo IEMA. As médias dos 24 valores horários de  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ ,  $NO_x$  e  $O_3$  foram consideradas como representativas da concentração diária dos poluentes.

A exposição média diária da população aos dados meteorológicos, foi obtida através das médias aritméticas das medidas de umidade e temperatura mínima, média e máxima referentes aos monitores Carapina e Cariacica, as únicas estações na região que monitoram essas variáveis.

As informações sobre as concentrações de poluentes atmosféricos apresentaram uma grande quantidade de dados faltantes e foi necessário empregar um método de imputação. Detalhes sobre o método de imputação empregado podem ser obtidos em Junger (2002).

As manifestações biológicas dos efeitos da poluição sobre a saúde, aparentemente, apresentam um comportamento que mostra uma defasagem em relação à exposição do indivíduo aos agentes poluidores, ou seja, os atendimentos efetuados em um determinado dia provavelmente estão relacionados à poluição do referido dia, mas também à poluição existente em dias anteriores (BAKONYI et al., 2004). Assim

neste estudo optou-se por utilizar defasagens de 0 a 3 dias e médias móveis de 2 a 7 dias.

Através do modelo de regressão final estimou-se o risco relativo e aumento percentual no número de atendimentos por causas respiratórias e seus respectivos intervalos de confiança para um intervalo interquartil (a diferença entre o terceiro e primeiro quartil - IQR) nas concentrações dos poluentes. No modelo de regressão final encontraram-se coeficientes das defasagens simples e acumuladas significativas dos poluentes e para essas defasagens foram calculados os riscos relativos, os aumentos percentuais para um aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nos níveis dos poluentes e o número de atendimentos diários esperados no ano. Adotou-se o nível de significância = 5% em todas as análises. Para análise descritiva dos dados foi usado o pacote estatístico SPSS for Windows, versão 8.0 e o MAG foi ajustado através da linguagem R, versão 2.2.1.

Para todas as variáveis investigadas foram calculadas estatísticas descritivas e correlações entre os poluentes atmosféricos com o objetivo de identificar uma possível colinearidade. Para verificar a significância estatística das correlações foi feito o teste de significância dos coeficientes de correlação linear.

Este capítulo está dividido da seguinte forma: a seção 4.1 descreve de forma breve a RGV composta pelos municípios de Vitória, Vila Velha, Serra e Cariacica, a seção 4.2 têm-se a descrição de forma sucinta as características dos dados que inclui as variáveis morbidade e poluição do ar, a seção 4.3 descreve as técnicas para o controle de fatores de confusão, seção 4.4 descreve de forma detalhada o Modelo Aditivo Generalizado.

#### 4.1 REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA

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.

O município de Vitória é formado por um arquipélago composto por 34 ilhas e por uma porção continental. Sua área total é de  $93,38 \text{ km}^2$ , aí considerada a ilha maior (denominada a ilha de Vitória), o território continental, todas as ilhas costeiras,

estuarinas e oceânicas de Trindade e Martim Vaz. Com uma população de 313.312 habitantes, segundo o Censo de 2005 do IBGE.

O relevo das ilhas é um prolongamento do continental, de constituição granítica, circundado pelo mar e áreas de mangue e restinga. O maciço central da ilha de Vitória, Morro da Fonte Grande, possui altitude de 308, 8m e os principais afloramentos graníticos são a Pedra dos (Dois) Olhos com 296m e o Morro de São Benedito com 194m de altitude. O clima é tropical úmido, com temperatura média mensal máxima de 30, 4°C e mínima de 24°C, com ocorrências de precipitações pluviométricas, principalmente nos meses outubro a janeiro (Nimer, 1989).

Vila Velha se limita ao norte com o município de Vitória, ao sul com o município de Guarapari, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com os municípios de Viana e Cariacica. Possui uma área de 209 km<sup>2</sup>. Sua população é estimada em 396.323 habitantes, segundo o Censo de 2005 do IBGE, sendo a maioria residente na área urbana.

O clima é quente com maior ocorrência de chuvas entre os meses de outubro a janeiro.

Serra é o maior município da Grande Vitória. Sua sede está a 27km ao norte da Capital, é cortada pela BR-101. Nos últimos trinta anos, conheceu transformação radical, deixando de ser tipicamente rural, provinciano e tradicionalista, passando a ser o principal pólo industrial do Espírito Santo e a segunda economia do Estado, sendo superada apenas por Vitória. Abriga o CIVIT (Centro Industrial de Vitória) e a CST (Companhia Siderúrgica Tubarão). A maior parte da mão-de-obra está empregada na indústria.

O município de Serra se limita ao norte com o município de Fundão, através dos rios Timbuí e Reis Magos; ao sul com os municípios de Vitória e Cariacica; a leste, com o Oceano Atlântico e a Oeste, com o município de Santa Leopoldina.

O relevo do município serrano é compreendido por três formações básicas: a região montanhosa, onde se destacam o Monte "Mestre Álvaro", com seus 833 metros de altitude, dominando toda a planície litorânea, assim com o Morro Vilante, com 427 metros de altura, situado nas proximidades da entrada de Muribeca. A segunda

formação, o tabuleiro ou baixo planalto, ao longo da BR 101. E por último, a baixada arenosa, formada por terrenos planos, ao longo do litoral e em alguns trechos alagadiços.

Cariacica limita-se ao norte com os municípios de Santa Leopoldina e Serra, ao sul com o de Viana, a leste, como os de Vitória e Vila Velha, a oeste, com de Domingos Martins e o de Viana. Possui uma área de 279,98 km<sup>2</sup>, correspondente a 0,60% do território estadual.

O relevo do município de Cariacica varia do nível do mar até mais de 700 metros de altura. O mar é sempre a base para medir a altitude do relevo. Perto da baía de Vitória, apresenta uma planície ou baixada chamada litorânea, nela situam-se os manguezais do município.

O clima do município é o tropical quente. A estação das chuvas inicia-se geralmente em outubro e termina em abril. De dezembro a abril, as temperaturas são mais elevadas (Nimer, 1989).

## 4.2 DADOS UTILIZADOS

### 4.2.1 Dados de Morbidade

A morbidade incluída neste estudo considerou os atendimentos diários por causas respiratórias na faixa etária de 0 a 6 anos no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2004, no principal pronto-socorro infantil da cidade de Vitória (E.S), pertencente ao Hospital Infantil Nossa Senhora da Glória, referência secundária e terciária para o atendimento pediátrico da RGV.

As informações desses atendimentos foram obtidas nas fichas de atendimentos dos pacientes que procuram o pronto-socorro. Essa ficha foi gerada pelo sistema eletrônico de registros de atendimento, supervisionado e organizado pela Secretaria Estadual de Saúde e pela área de Vigilância Epidemiológica do hospital.

### 4.2.2 Poluentes Atmosféricos e Condições Meteorológicas

As médias horárias de concentração dos poluentes atmosféricos PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e O<sub>3</sub> e os dados meteorológicos, temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos

da RAMQAr, atualmente operada pelo IEMA. A Figura 1 apresenta a localização de cada estação da RAMQAr. A Tabela 1 mostra as estações de compõem a RAMQAr e os poluentes e condições meteorológicas monitorados em cada uma das oito estações existentes. Todos os dados de concentrações e meteorológicos foram fornecidos pelas estações para tempos de média de 1 hora, com estas informações foram calculadas as concentrações médias diárias em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , as temperaturas mínimas, médias e máximas diárias em graus Celsius e a umidade relativa média diária (%) foram analisadas para o período de 01/01/2001 a 31/12/2004.

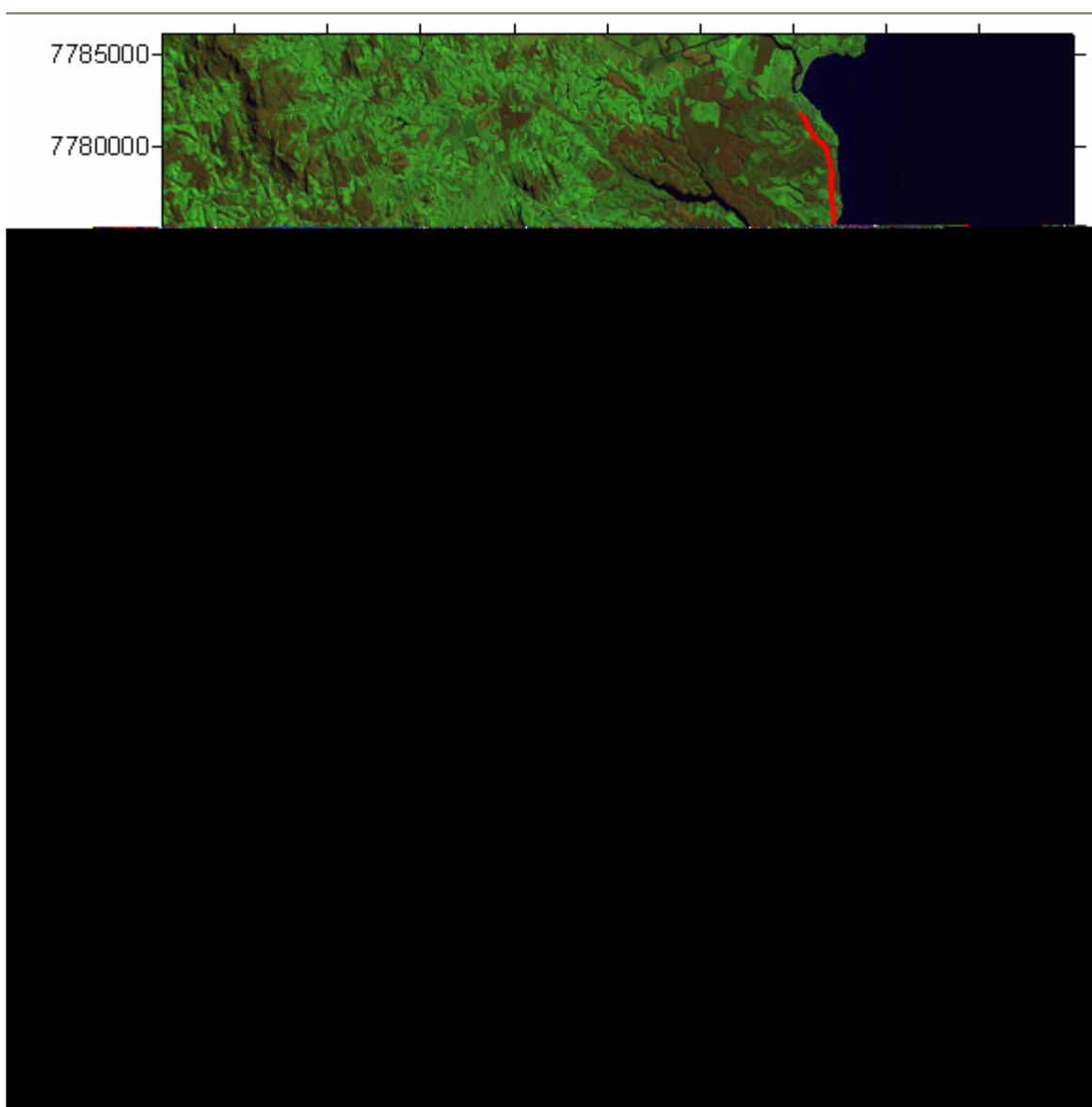


Figura 1 - Região da Grande Vitória com indicações do posicionamento das estações de monitoramento (+), fontes fixas e móveis (●)

Fonte: CDBRASIL, 2005; IEMA, 2005.

O IEMA em reuniões técnicas realizadas com a empresa Ecosoft, responsável pela operação e manutenção dos equipamentos da RAMQAr, confirmou que houve substituição de todo o sistema óptico dos equipamentos medidores de SO<sub>2</sub> das estações Ibes e Cariacica em 25 e 27 de setembro de 2001 e estação Enseada em 09 de setembro de 2002 (Relatório Anual de Monitoramento da Qualidade do Ar 2005, IEMA). De acordo com o Relatório Anual de Monitoramento da Qualidade do Ar (2005), os dados de concentração referentes a essas estações, anteriores às datas citadas não devem ser utilizados para nenhum tipo de avaliação ou análise. Devido a esse problema técnico não se utilizará os dados anteriores a essas datas. Portanto, o período incluído no estudo para as estações de Laranjeiras, Jardim Camburi, Vila Velha (Centro) foi de 01/01/2001 a 31/12/2004, para as estações de Ibes e Cariacica foi de 01/01/2002 a 31/12/2004 e para a Estação de Enseada do Suá foi de 01/01/2003 a 31/12/2004.

Os dados de referentes à estação de Laranjeiras, período de 2003, não foram incluídos na análise pelo fato de existir um número significativo de observações faltantes, 90%.

Tabela 1 - Relação das estações de monitoramento que compõem a RAMQAR, seus poluentes e condições meteorológicas monitorados e o período de coleta de dados utilizado neste trabalho

	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	Dados meteorológicos
<b>Período investigado</b>	01/01/2001 a 31/12/2004			01/01/2001 a 31/12/2004	Todos os períodos de estudo
Laranjeiras		01/01/2001 a 31/12/2004	01/01/2001 a 31/12/2002		
Carapina					Temperatura Umidade Relativa
Jardim Camburi		01/01/2001 a 31/12/2004	01/01/2001 a 31/12/2004		
Enseada do Suá		01/01/2003 a 31/12/2004	01/01/2001 a 31/12/2004		
Ibes		01/01/2002 a 31/12/2004	01/01/2001 a 31/12/2004		
Vila Velha – Centro		01/01/2001 a 31/12/2004			
Cariacica		01/01/2002 a 31/12/2004	01/01/2001 a 31/12/2004		Temperatura Umidade Relativa

#### 4.2.3 Áreas de influência das Estações de Monitoramento (RAMQAr)

Para o estudo envolvendo apenas os dados de atendimentos de pacientes residentes na área de influência de cada estação da RAMQAr foi incluída uma relação dos bairros que estão na área de influência de cada estação onde são monitorados a concentração do Material Particulado (PM<sub>10</sub>), Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>), Óxido de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e Ozônio (O<sub>3</sub>).

Esse levantamento partiu da relação de todos os bairros incluídos na base de dados do Sistema Eletrônico de Registro de Atendimentos do Hospital Nossa Senhora da Glória. Cada bairro foi localizado no mapa de áreas de influência de cada uma das estações da RAMQAr, apresentadas no Anexo C e obtidas a partir do estudo de dimensionamento da rede realizado pela Universidade Federal do Espírito Santo.

A partir dessa informação, foram agrupados os atendimentos por área de influência. No caso de bairros cobertos por mais de uma estação, a informação foi incorporada a cada estação.

#### 4.3 TÉCNICAS PARA CONTROLE DOS FATORES DE CONFUSÃO

Não foi realizada a análise de correlação entre a variável de desfecho (variável resposta) e exposição porque não é adequada para estimar a associação entre elas, já que podem existir estruturas inerentes à dinâmica das séries temporais, tais como tendência, sazonalidade, ciclos e autocorrelação, as quais enviesam a estimativa (JUNGER, 2004). Existem também outros efeitos concorrentes relacionados com a variável de desfecho e/ou com a variável de exposição que precisam ser removidos, e são chamados efeitos de confusão tais como, efeitos do calendário (dias da semana e feriados) e condições meteorológicas (SCHWARTZ et al., 1996).

As técnicas para o controle das variáveis de confusão sobre o impacto da poluição atmosférica correspondente a ajustes de modelos estatísticos paramétricos ou não paramétricos sobre as variáveis explicativas, como as características meteorológicas, os efeitos do calendário, a sazonalidade e outros padrões cíclicos. Esses modelos sumarizam a tendência dos valores da variável resposta ( $Y_t$ ) como uma função de uma ou mais variáveis explicativas ( $X_t$ ).

Na abordagem não paramétrica (funções não específicas), os modelos são compostos de suavizadores lineares cujas formas são definidas pelos dados. Entre as possíveis funções suavizadoras, as técnicas *spline* e *loess* são as mais utilizadas para o controle dos fatores de confusão em análise de séries temporais epidemiológicas. Para este estudo foram realizados ajustes através da função suavizadora *loess* (com diferentes graus de suavização) sobre a variável tempo que representa o número de dias transcorridos desde o início das observações, para o controle da tendência e a sazonalidade da série do evento de saúde. Ajusta-se em seguida *splines* para cada uma das variáveis meteorológicas.

Nos estudos sobre impacto da poluição atmosférica na saúde, o interesse principal é realizar a estimação do efeito do poluente atmosférico. Os efeitos dos fatores de confusão não são de interesse, porém sua descrição (controle) é necessária. (SIMAS, 2003). Como este estudo trata de dados de contagem (variável resposta), a

seção seguinte abordará o modelo probabilístico mais adequado para esse tipo de dado, que é o modelo de Poisson.

Com o objetivo de controlar os fatores de confusão, informações sobre efeitos do calendário e condições meteorológicas devem ser introduzidas no modelo. Os eventos de saúde e as concentrações de poluentes se comportam de forma diferenciada nos dias da semana. Logo é necessário introduzir no modelo variáveis indicadoras para dias da semana. Os feriados também modificam o padrão de emissão de poluentes e para estimar adequadamente o efeito da poluição sobre a saúde. Da mesma forma, a temperatura e umidade relativa do ar modificam o efeito da poluição sobre os eventos de saúde e precisam ser adequadamente controlados.

Inicialmente, um modelo que inclui somente os potenciais fatores de confusão (fatores meteorológicos, dias da semana e feriados) e tendência e sazonalidade da série de morbidade (desfecho), denominado “*core model*”, foi ajustado para “eliminar” qualquer padrão de longo prazo da série de desfecho e a curto prazo supostamente introduzidos pelos fatores de confusão.

Para a escolha dos modelos centrais em cada estação de monitoramento, após a inclusão de cada variável explicativa, foram realizados vários diagnósticos do ajuste do modelo, isto é, análise do periodograma (presença de efeitos sazonais remanescentes de longo prazo), da função de autocorrelação parcial dos resíduos (presença de autocorrelação residual) e do gráfico dos quantis (*qq-plot*) (normalidade assintóticas dos resíduos padronizados). As etapas descritas acima foram repetidas tantas vezes quanto fosse necessário para obter um modelo considerado satisfatório, essas repetições foram realizadas até que os resíduos não apresentassem mais associação com as variáveis meteorológicas e não apresentassem evidência de tendência, sazonalidade e autocorrelação.

Os feriados foram introduzidos no modelo central de modo que aqueles que tenham o efeito de mesma direção (positivo e negativo) e magnitudes semelhantes sejam agrupados na mesma variável indicadora (JUNGER et al., 2003).

Os dados meteorológicos incluídos no modelo central foram selecionados através da análise gráfica dos resíduos do modelo ajustado contra diferentes defasagens de temperatura (mínima, média e máxima) e umidade. Uma vez que o modelo ajuste

devidamente os efeitos da temperatura e da umidade, a curva suavizada da variável explicativa selecionada deve tender uma reta. O Critério de Informação de Akaike (CIA) foi utilizado também para a escolha da variável de temperatura a ser mantida no modelo.

#### 4.4. MODELAGEM DE SÉRIES TEMPORAIS EPIDEMIOLÓGICAS

A regressão é um modelo estatístico que utiliza a relação entre duas ou mais variáveis quantitativas ou qualitativas de tal forma que uma variável possa ser predita pelas outras.

No MAG a variável resposta provém de uma distribuição de probabilidade oriunda da família de distribuição exponencial, onde muitos modelos estatísticos utilizados pertencem a esta classe geral, incluindo o MAG para dados Gaussianos e os modelos *logístic nonparametric* para dados binários (SALDIVA et al., 2001).

Seja  $Y_i$  a variável resposta e  $X_1, \dots, X_p$  um conjunto de preditores lineares no modelo. O procedimento de regressão pode ser visto como sendo um método para estimar como o valor de  $Y$  depende dos valores de  $X_1, \dots, X_p$ , onde se assume que o valor esperado de  $Y$  seja da forma:

$$E(Y/X = x) = f(X_1, \dots, X_p) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p \quad (1)$$

Dado uma amostra de valores para  $Y$  e  $X$ , estimativas de  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ , são obtidas em geral pelo método dos mínimos quadrados. O MAG é uma generalização do modelo de regressão linear tal que o valor esperado ( $E(Y/X = x)$ ) pode ser escrito como

$$E(Y/X = x) = f(X_1, \dots, X_p) = s_0 + s_1(X_1) + \dots + s_p(X_p) \quad (2)$$

onde  $s_i(X_i)$ ,  $i=1, \dots, p$  são funções suavizadoras. Estas funções não possuem formas paramétricas e, portanto são estimadas através da metodologia não-paramétrica.

O MAG consiste de um componente aleatório, um componente aditivo e uma função de ligação que relaciona estes dois componentes. A variável resposta  $Y$  (componente aleatória) tem uma densidade na família exponencial,

$$f_Y(y; \theta; \phi) = \exp\left\{\frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi)\right\} \quad (3)$$

onde  $\theta$  é chamado de parâmetro natural e  $\phi$  o parâmetro de escala. A distribuição normal, binomial, e Poisson são todas desta família, como muitas outras (HASTIE e TIBSHIRANI, 1990). A quantidade

$$\eta = s_0 + \sum_{i=1}^p s_i(X_i) \quad (4)$$

onde  $s_i(X_i)$ ,  $i = 1, \dots, p$  são funções suavizadoras que definem o componente aditivo. Finalmente, a relação entre a média  $\mu$  da variável resposta ( $Y$ ) e  $\eta$  esta definido por uma função de ligação  $g(\mu) = \eta$ . A mais comumente função  $g(\cdot)$  usada é canônica, para a qual  $\eta = \theta$  (HASTIE e TIBSHIRANI, 1990).

Dados de atendimentos hospitalares por causas respiratórias constituem um evento de contagem. O modelo de Poisson é considerado o modelo probabilístico mais adequado para esse tipo de dado de contagem, que pode ser descrito no MAG como

$$Y_t \sim \text{Poisson}(\mu_t) \\ \text{var}(Y_t / X_t = x_t) = \phi \mu_t \quad (5)$$

$$\log(\mu_t) = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j X_{jt} + \sum_{l=1}^K f_l(u_{lk}, df_k) = \eta_t \quad (6)$$

O vetor  $\beta' = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m)$  são os coeficientes de regressão das variáveis explicativas e por meio deles pode-se calcular a variação percentual no logaritmo da média da variável que representa a contagem dos eventos de saúde para a variação em uma unidade na variável de exposição. Por exemplo, o aumento de  $\exp(\beta) * 100\%$  na média esperada de atendimentos hospitalares para um aumento

em  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{10}$ . Neste trabalho calculou-se o aumento percentual do risco relativo (%RR) da seguinte forma:

$$\%RR = (\exp(\hat{\beta}_j \cdot IQR) - 1) * 100 \quad (7)$$

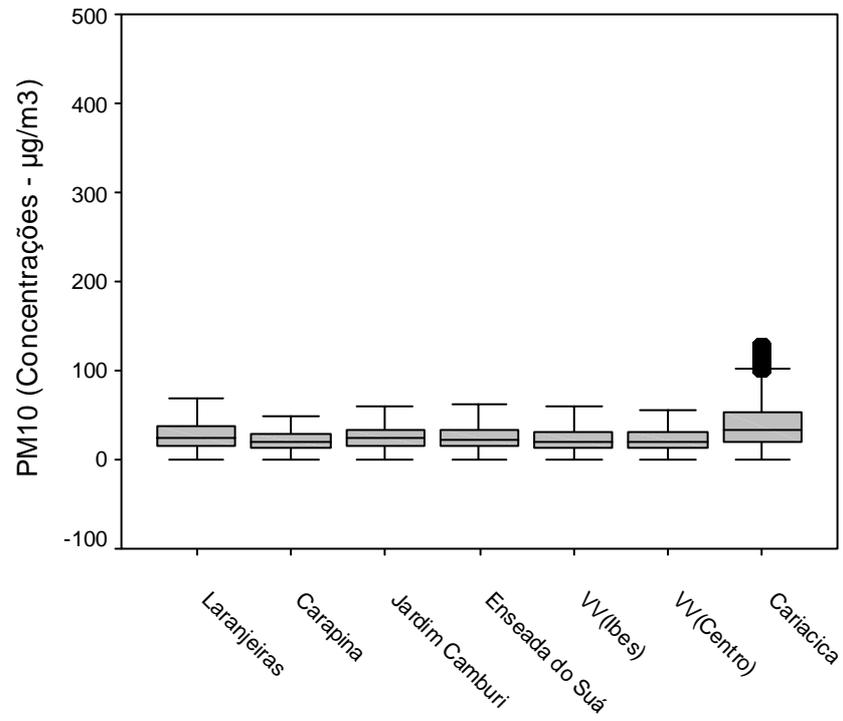
onde  $\hat{\beta}_j$   $j=1, \dots, m$  é o estimador  $\beta_j$  e  $IQR$  é o intervalo interquartil das correspondentes variáveis explicativas. Em (5)  $\varphi$  é o parâmetro de dispersão e no caso da distribuição de Poisson  $\varphi=1$ . As funções  $f_l(\cdot; df_k)$  ( $l=1, \dots, k$ ) denotam funções suavizadoras das variáveis explicativas  $X_t = (X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{kt})$  e o argumento  $df_k$  é o respectivo grau de suavização (HASTIE e TIBSHIRANI, 1990). Algumas séries podem apresentar variância maior ou menor que a variância de um processo de Poisson tal que  $\text{var}(Y_t) \neq \mu_t$  o que implica que  $\varphi \neq 1$ . Esse fenômeno é chamado de sobredispersão dos dados se  $\varphi > 1$  ou sobdispersão se  $\varphi < 1$  e procedimentos como de estimação via quasi-verossimilhança devem ser utilizados (MCCULLAGH e NELDER, 1989).

***CAPÍTULO 5***  
***RESULTADOS***



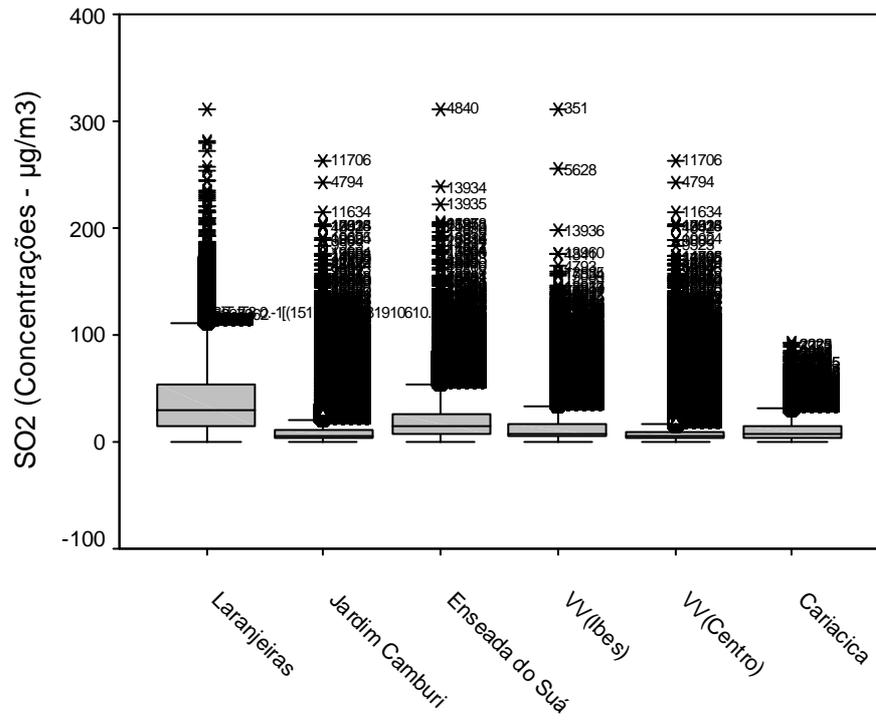
### ❖ Material Particulado – PM<sub>10</sub>

A Figura 2 apresenta o *Boxplot* das médias horárias de concentrações de PM<sub>10</sub>, para cada estação de monitoramento.



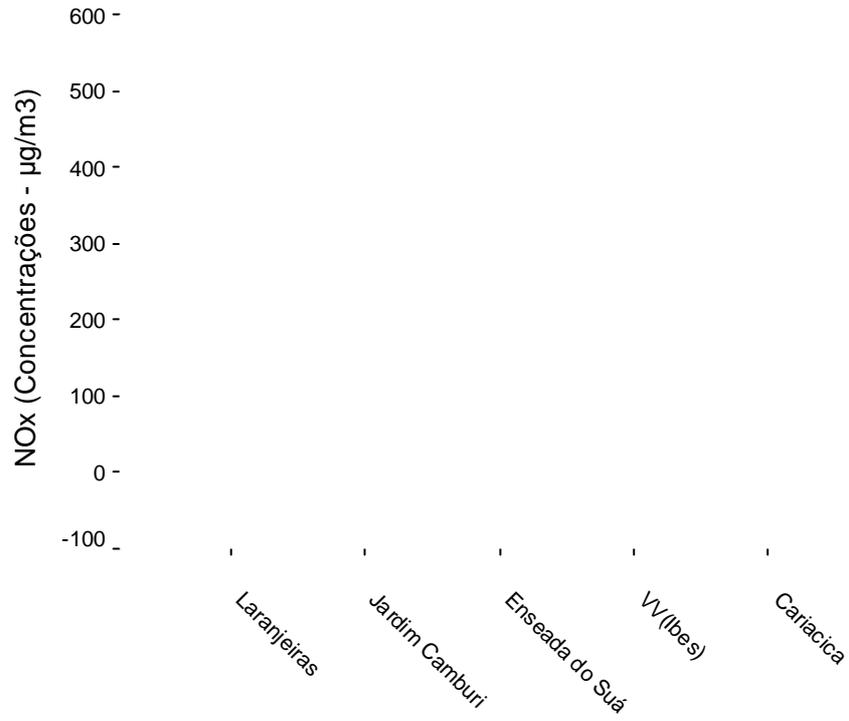
### ❖ Dióxido de Enxofre – SO<sub>2</sub>

Na Figura 3 tem-se o *Boxplot* das médias horárias de concentrações de SO<sub>2</sub>, para cada estação de monitoramento.



### ❖ Óxido de Nitrogênio - NO<sub>x</sub>

Na Figura 4 tem-se o *Boxplot* das médias horárias de concentrações de NO<sub>x</sub>, para cada estação de monitoramento



### ❖ Ozônio - O<sub>3</sub>

A Figura 5 apresenta o *Boxplot* das médias horárias de concentrações de O<sub>3</sub>, para cada estação de monitoramento.

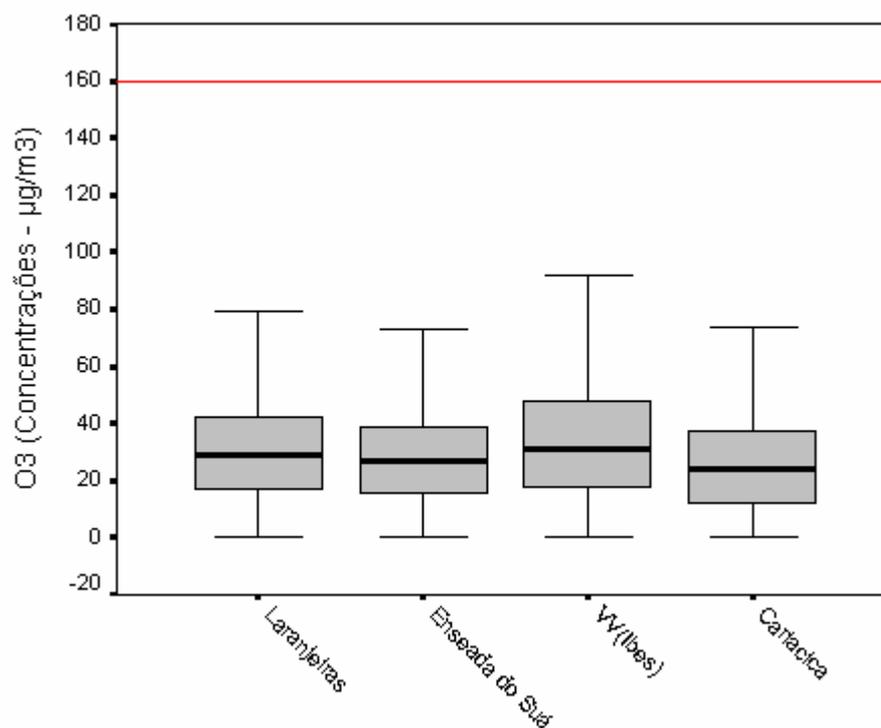


Figura 5 - *Boxplot* das médias horárias de concentrações de Ozônio – O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>), para cada uma das estações de monitoramento<sup>2</sup>.

Na presente Figura, as médias horárias de concentrações têm comportamento semelhante em todas as estações, exceto na estação VV (lbes) que há maior variabilidade, esse fato pode se confirmado também através do desvio padrão que se encontra na Tabela A8, Anexo A. Pode-se constatar ainda, que em nenhuma das estações de monitoramento a média horária do poluente ultrapassou o valor de 160 µg/m<sup>3</sup>, padrão secundário da qualidade da qualidade do ar estabelecido pela legislação (Resolução CONAMA, número 3, de 28 de junho de 1990).

As Tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentam as estatísticas descritivas das médias diárias de concentrações de PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, medidas em cada uma das estações de monitoramento, enquanto as Figuras 6, 7, 8 e 9 apresentam as séries temporais das

<sup>2</sup> A linha vermelha refere-se ao padrão secundário de qualidade do ar.

médias diárias de concentrações destes poluentes para cada estação de monitoramento ao longo do período em análise.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas das médias diárias de concentrações de Material Particulado - PM<sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Mínimo	Média	Máximo	Percentil 25	Mediana	Percentil 75	Desvio padrão
Laranjeiras	6,58	29,10	95,08	21,96	27,79	34,58	10,58
Carapina	4,25	22,61	78,64	17,79	21,50	26,28	7,36
Jardim Camburi	7,25	26,71	67,21	21,72	26,14	30,91	7,35
Enseada do Suá	5,75	27,39	77,25	22,42	26,58	31,75	7,76
Vila-Velha (Ibes)	5,13	25,39	67,88	19,80	24,63	29,57	8,45
Vila-Velha (Centro)	3,17	23,59	65,71	18,46	22,83	27,69	7,48
Cariacica	7,50	39,88	114,54	28,83	37,46	48,07	15,44

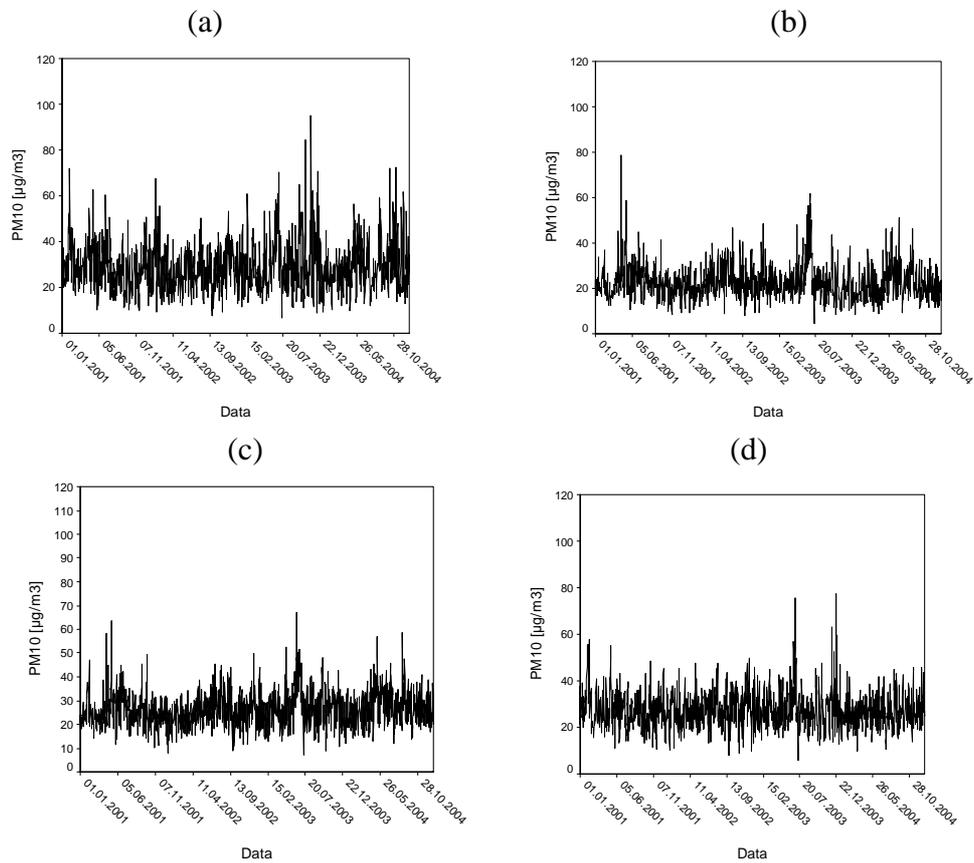
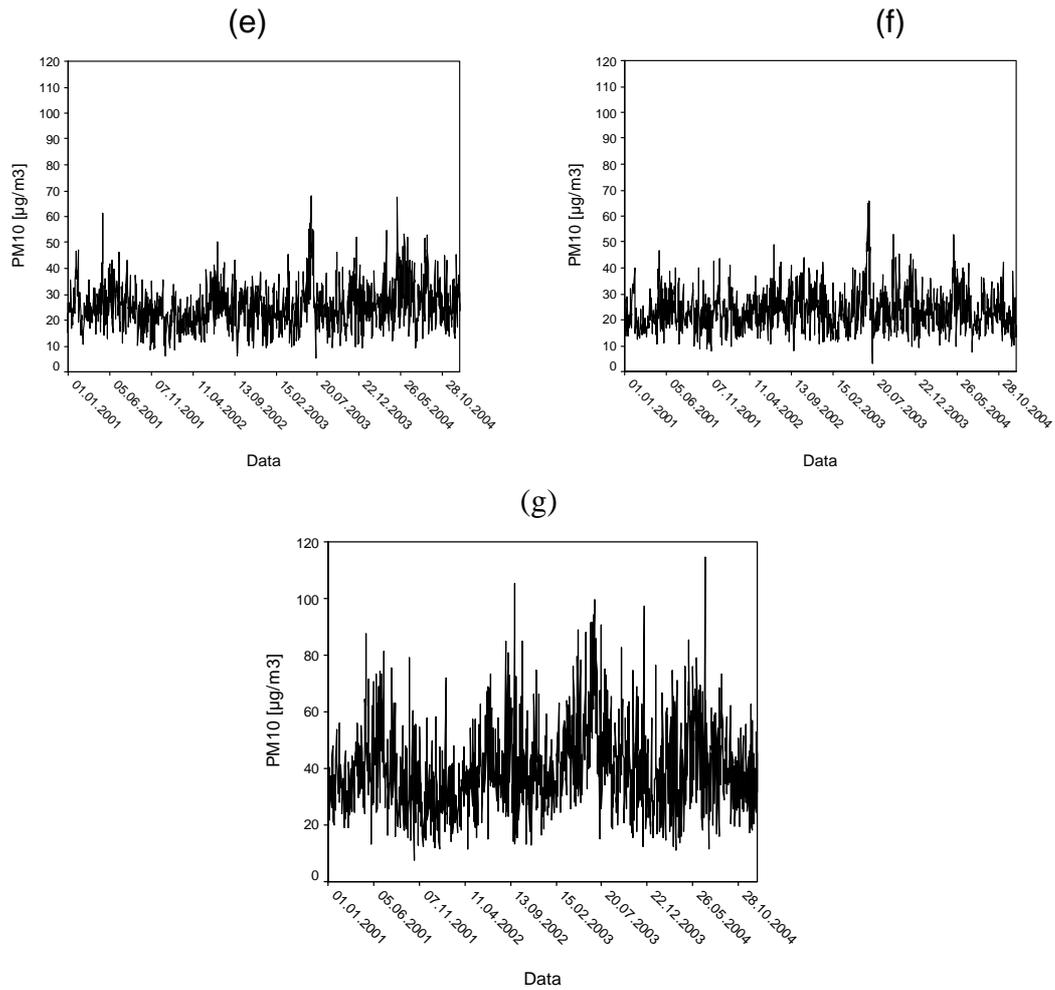


Figura 6: Médias diárias de concentrações de Material Particulado, para cada estação de monitoramento: (a) Laranjeiras, (b) Carapina, (c) Jardim Camburi, (d) Enseada do Suá



Continuação da Figura 6: Médias diárias de concentrações de Material Particulado, para cada estação de monitoramento: (e) Vila Velha (Ibes), (f) Vila Velha (Centro), (g) Cariacica

As séries acima apresentam um comportamento sazonal e observa-se que as médias de concentrações diárias das estações e os desvios-padrão são semelhantes (ver Tabela 2). Essas características podem ser verificadas entre as séries, pois elas apresentam comportamentos semelhantes, apesar das estações de Laranjeiras e Cariacica apresentarem maior variabilidade em relação às demais estações.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas das médias diárias de concentrações de Dióxido de Enxofre - SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Mínimo	Média	Máximo	Percentil 25	Mediana	Percentil 75	Desvio padrão
Laranjeiras *	1,33	37,67	107,04	19,20	36,13	52,44	21,68
Jardim Camburi *	,75	10,37	42,75	5,92	8,97	12,54	6,43
Enseada do Suá ^	3,04	14,32	38,25	10,53	13,97	16,55	5,55
Vila-Velha (Ibes) °	1,33	9,75	35,33	5,75	8,51	12,58	5,65
Vila-Velha (Centro) *	,75	10,12	42,75	6,00	8,54	12,03	6,41
Cariacica °	,46	7,17	26,17	3,71	6,50	10,00	4,18

<sup>3</sup>Legenda de locais e períodos de estudo.

De acordo com Tabela 3, na estação de Laranjeiras, a média diária apresentou uma variabilidade maior que nas demais estações, isso pode ser verificado através do desvio padrão.

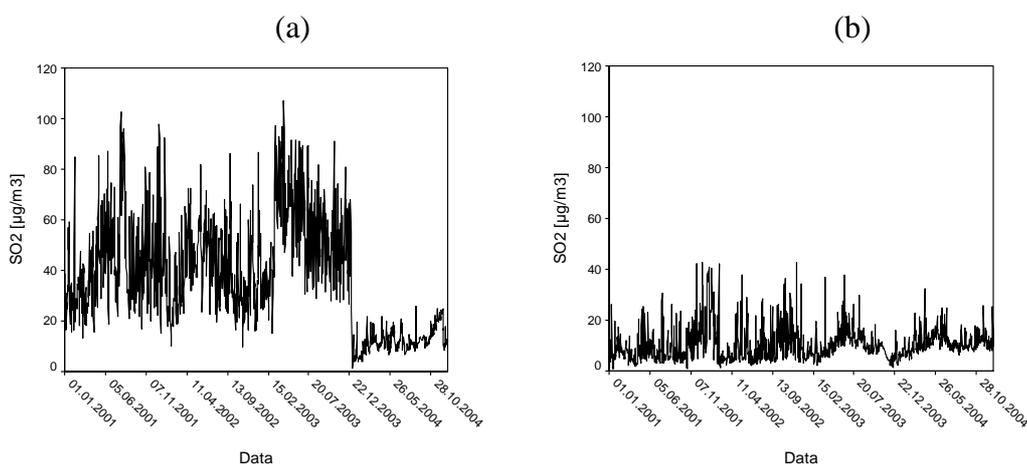
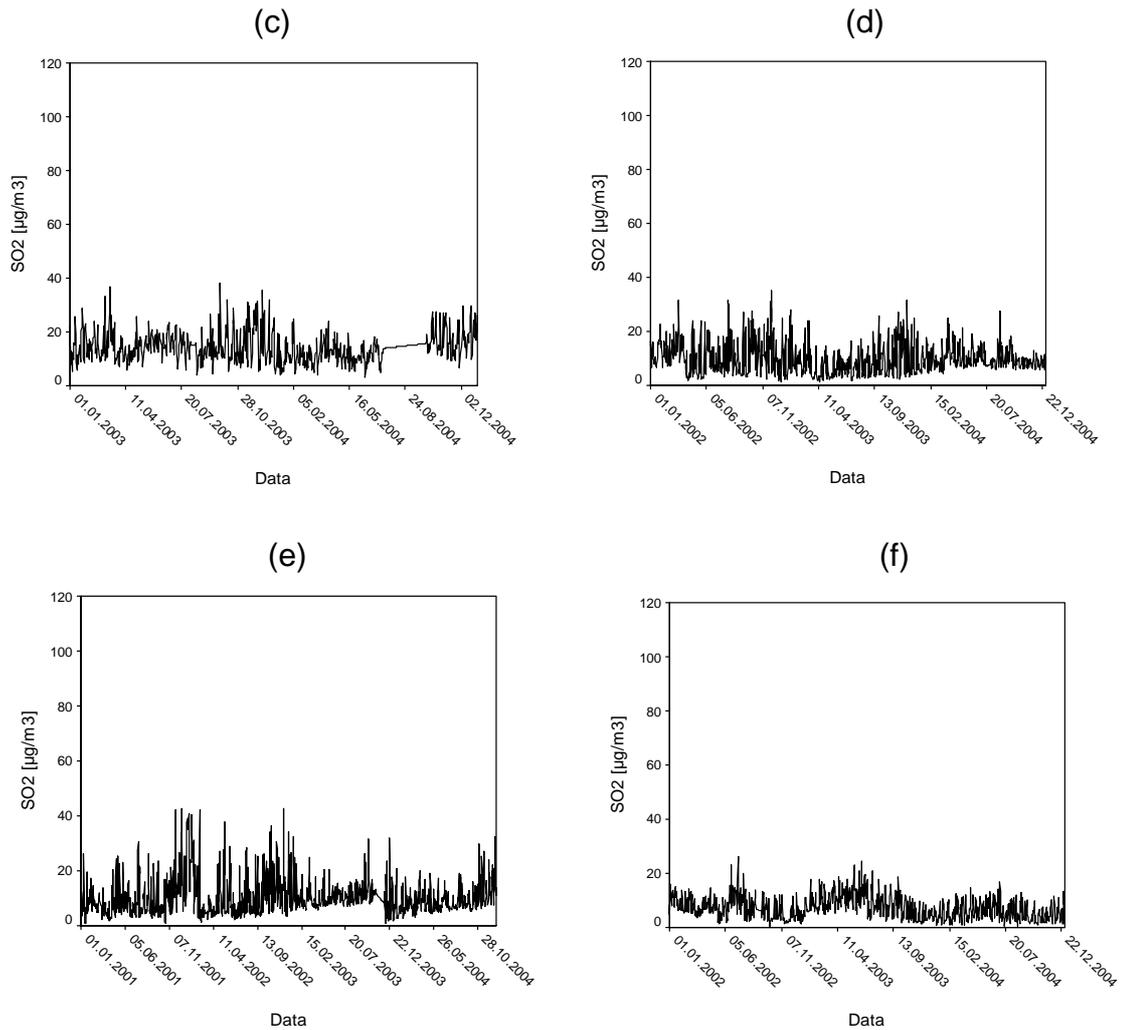


Figura 7: Médias diárias de concentrações de Dióxido de Enxofre, para cada estação de monitoramento: (a) Laranjeiras, (b) Jardim Camburi

<sup>3</sup> ° Período de Estudo: 01/01/2002 a 31/12/2004.

\* Período de Estudo: 01/01/2001 a 31/12/2004.

^ Período de estudo: 01/01/2003 a 31/12/2004.



Continuação da Figura 7: Médias diárias de concentrações de Dióxido de Enxofre, para cada estação de monitoramento: (c) Enseada do Suá, (d) Vila Velha (Ibes), (e) Vila Velha (Centro) e (f) Cariacica

A Figura 7 evidencia que há comportamento supostamente anômalo nas séries de  $\text{SO}_2$  medidas em todas as estações.

Comportamentos de rampas, seguidas de repentina queda de valores mensurados, podem ser vistos em Laranjeiras, Jardim Camburi e Vila Velha (Centro).

Comportamento de médias diárias muito elevadas até setembro de 2001 pode ser verificado nas estações Ibes e Cariacica, seguida de patamares muito inferiores.

Há comportamento semelhante na estação de Enseada do Suá, com dois patamares de concentrações. O primeiro e mais elevado estende-se até setembro de 2002, seguido de patamar com concentrações muito inferiores. Devido a todos os comportamentos anômalos citados para as séries de  $\text{SO}_2$ , usou-se para análise

somente os períodos citados abaixo da Tabela 3.

Tabela 4 - Estatísticas descritivas das médias diárias de concentrações Óxido de Nitrogênio - NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Mínimo	Média	Máximo	Percentil 25	Mediana	Percentil 75	Desvio padrão
Laranjeiras °	1,50	15,14	69,33	7,88	11,46	16,69	11,61
Jardim Camburi *	1,33	23,07	102,33	7,04	15,77	33,08	20,79
Enseada do Suá *	,46	22,68	135,67	6,29	12,46	33,32	23,54
Vila-Velha (Ibes) *	4,75	30,61	92,17	20,08	29,40	38,21	13,96
Cariacica *	3,56	47,82	143,25	25,85	42,64	65,06	26,74

<sup>4</sup>Legenda de locais e períodos de estudo.

Na tabela acima, observa-se que as estações de Enseada do Suá e de Cariacica apresentaram maior variabilidade em relação às demais estações, enquanto a estação de Laranjeiras apresentou menor variabilidade em relação às demais estações, esse fato pode ser verificado através do desvio padrão.

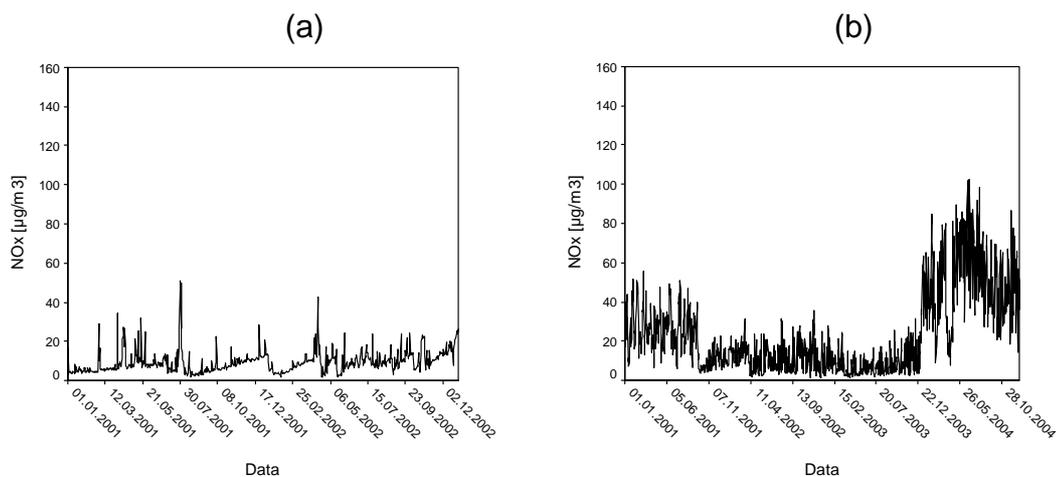
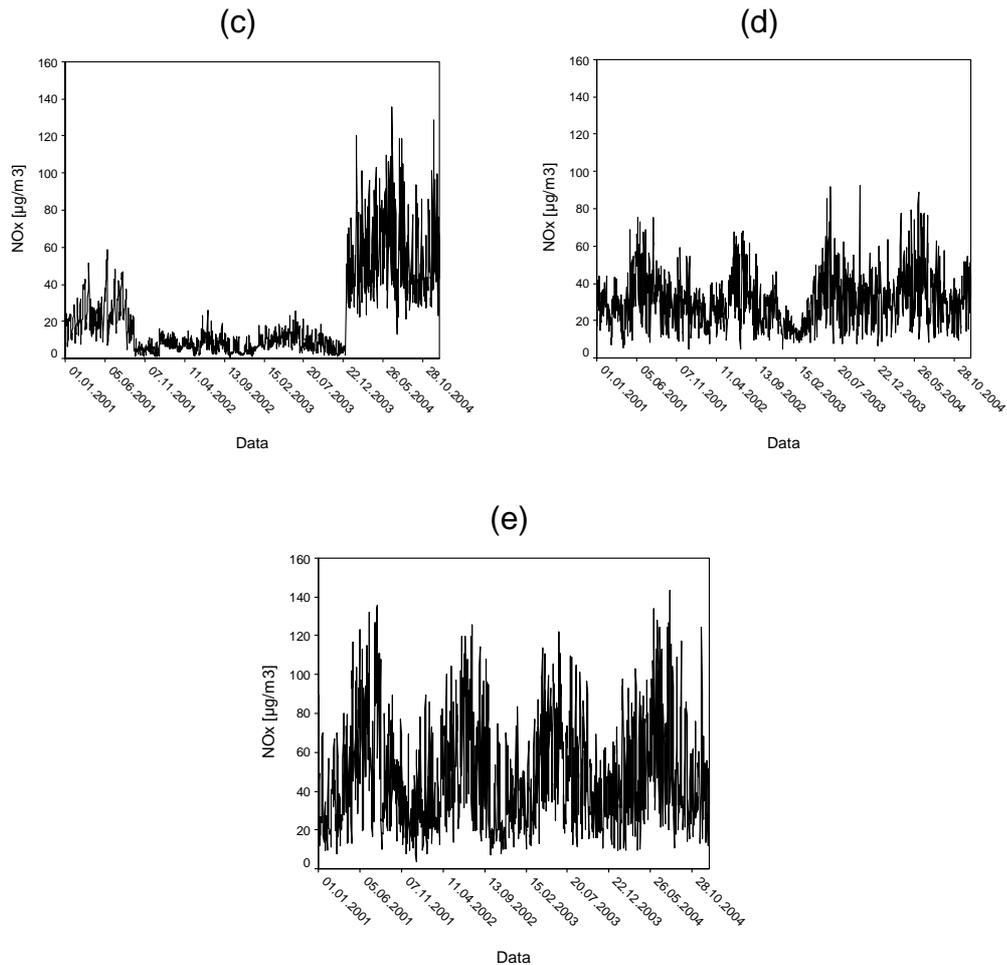


Figura 8: Médias diárias de concentrações de Óxido de Nitrogênio, para cada estação de monitoramento: (a) Laranjeiras, (b) Jardim Camburi

<sup>4</sup> ° Período de Estudo: 01/01/2001 a 31/12/2002.

\* Período de Estudo: 01/01/2001 a 31/12/2004.



Continuação da Figura 8: Médias diárias de concentrações de Óxido de Nitrogênio, para cada estação de monitoramento: (c) Enseada do Suá, (d) Vila Velha (Ibes), (e) Cariacica

Na Figura 8, podem ser vistos comportamentos tipo rampa seguidos de repentina queda de valores mensurados nas estações de Laranjeiras, Jardim Camburi e Enseada do Suá, esses comportamentos são oriundos dos próprios equipamentos de medição (Relatório Anual de Monitoramento da Qualidade

que0

Tabela 5 - Estatísticas descritivas das médias diárias de concentrações de Ozônio – O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>), medidas em cada uma das estações de monitoramento

	Mínimo	Média	Máximo	Percentil 25	Mediana	Percentil 75	Desvio padrão
Laranjeiras	9,68	31,03	95,43	22,49	29,15	37,95	11,20
Enseada do suá	5,32	28,57	69,08	20,70	27,06	35,25	10,53
Vila-Velha (Ibes)	10,46	34,41	86,38	24,58	31,33	42,58	13,13
Cariacica	6,58	26,04	88,33	19,01	24,63	31,47	9,73

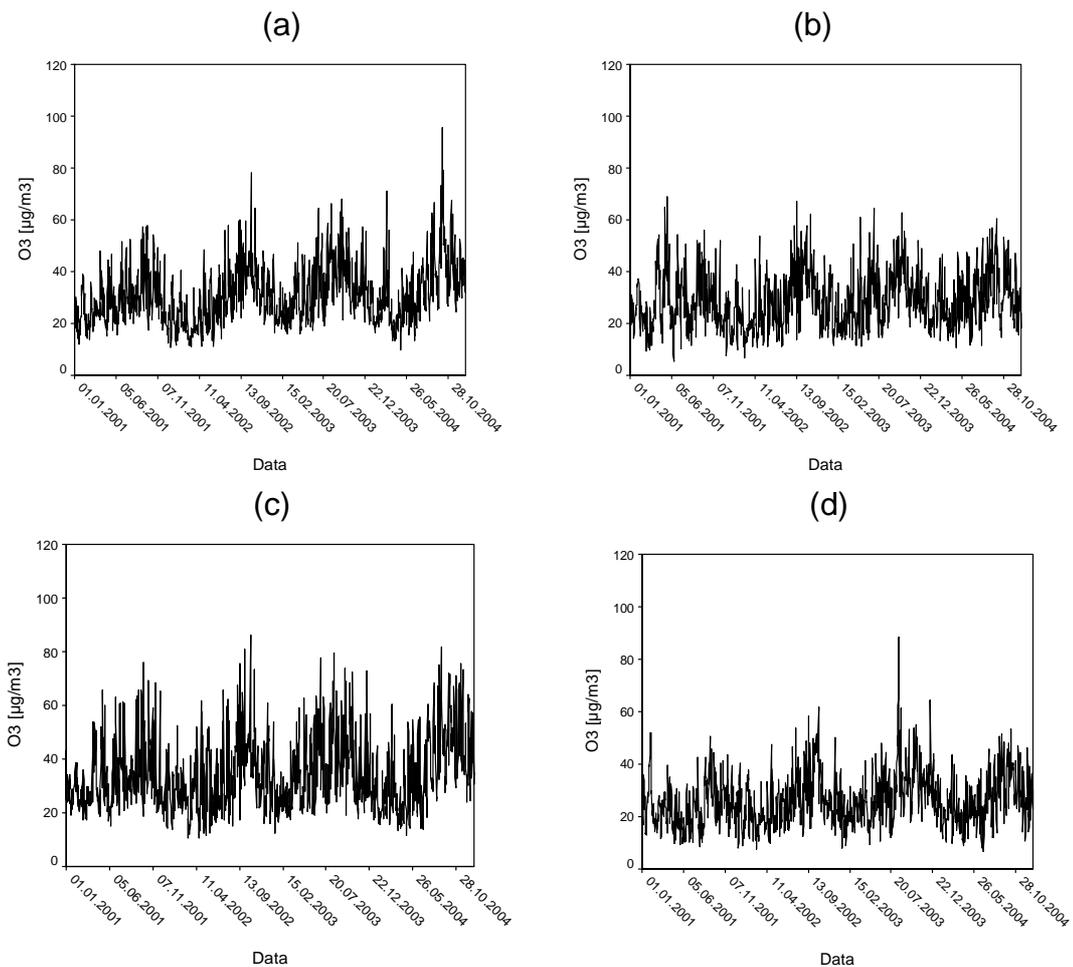
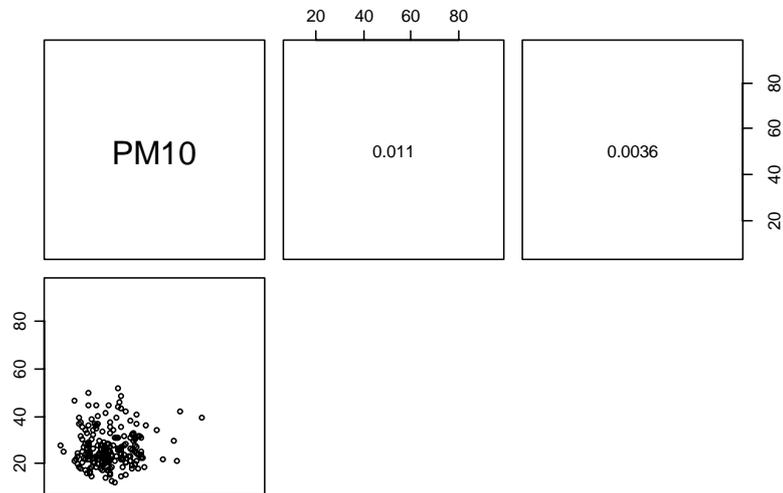


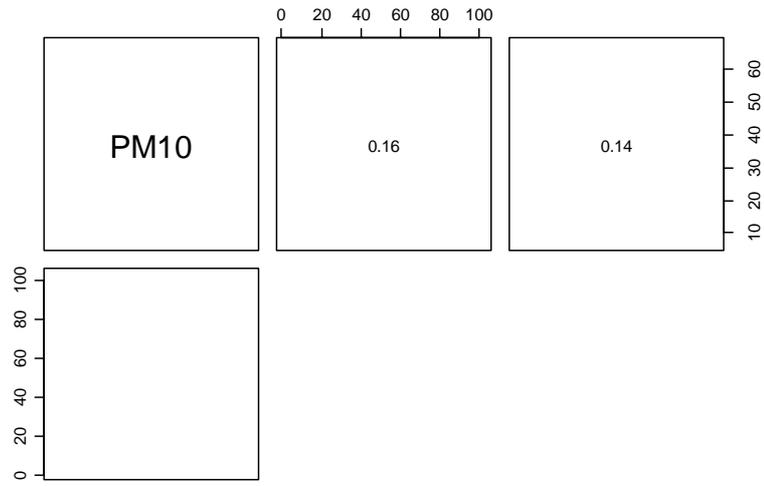
Figura 9: Médias diárias de concentrações de Ozônio, para cada estação de monitoramento: (a) Laranjeiras, (b) Enseada do Suá, (c) Vila Velha (Ibes), (d) Cariacica.

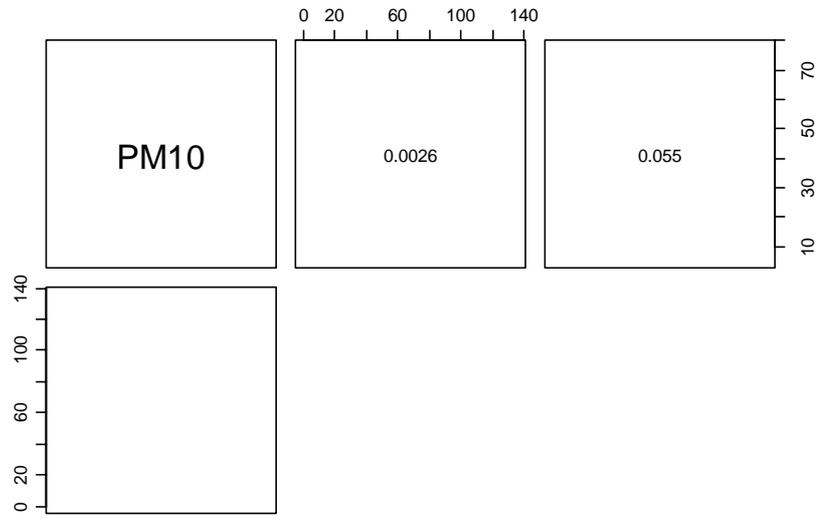
As séries acima apresentam um comportamento sazonal e verifica-se que as médias diárias de concentrações e os desvios-padrão das médias das estações são semelhantes (ver Tabela 5), devido a essas características as séries têm um comportamento bastante homogêneo.

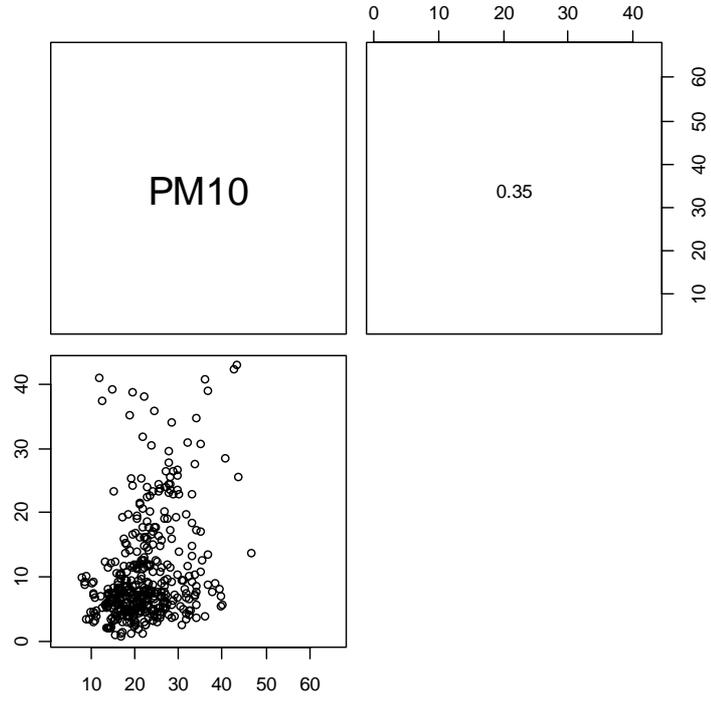
Para verificar a relação entre as concentrações médias diárias entre os poluentes de cada estação, foram calculados os coeficientes de correlação linear e as suas

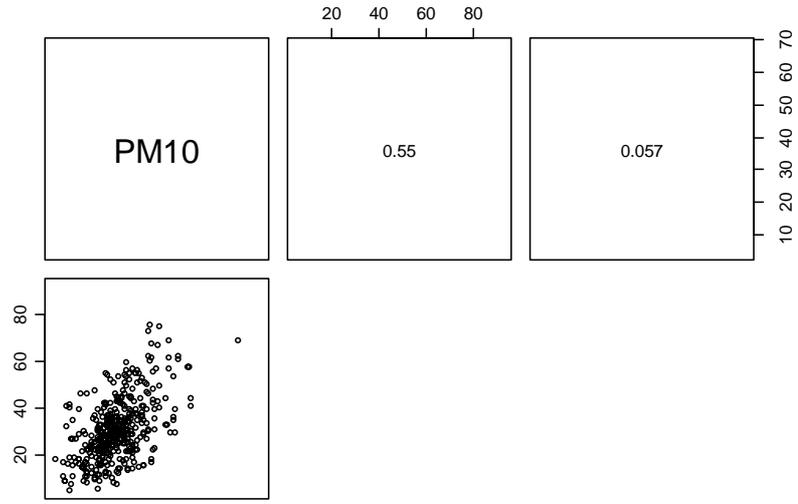
respectivas probabilidades de significância ( $p$ ) ao testar  $H_0: \rho = 0$  e  $H_1: \rho \neq 0$ , onde  $\rho$  significa a correlação linear entre as variáveis.











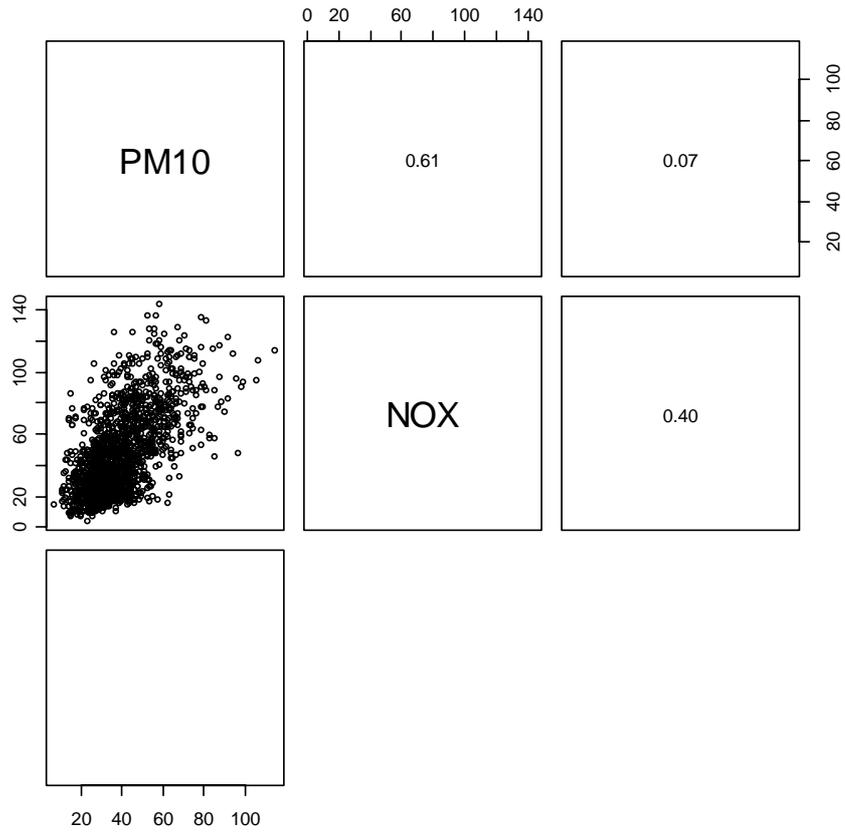


Tabela 6 - Correlações significativas entre os poluentes de cada estação de monitoramento

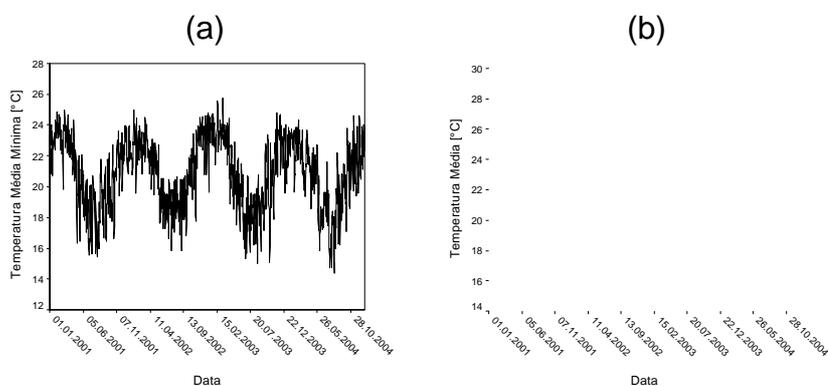
	PM <sub>10</sub> VV(Centro)	PM <sub>10</sub> VV(Ibes)	PM <sub>10</sub> Cariacica	O <sub>3</sub> VV(Ibes)	O <sub>3</sub> Cariacica
SO <sub>2</sub> VV(Centro)	0,35	-	-	-	-
NO <sub>x</sub> VV(Ibes)	-	0,55	-	0,44	-
NO <sub>x</sub> Cariacica	-	-	0,61	-	0,40

## 5.2 ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

Nesta seção serão apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis meteorológicas medidas nas estações de monitoramento de Carapina e Cariacica e as séries temporais destas variáveis ao longo do período em análise.

Tabela 7 - Estatísticas descritivas das variáveis meteorológicas medidas nas estações de monitoramento de Carapina e Cariacica

	Mínima	Média	Máxima	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Desvio padrão
TempMedMin	14,35	20,80	25,75	19,00	21,00	22,70	2,29
TempMed	16,60	24,00	28,84	22,18	24,13	25,90	2,30
TempMedMax	19,00	28,20	35,60	25,90	28,35	30,50	3,07
UmidMed	57,98	77,82	95,63	72,96	77,37	82,00	6,52



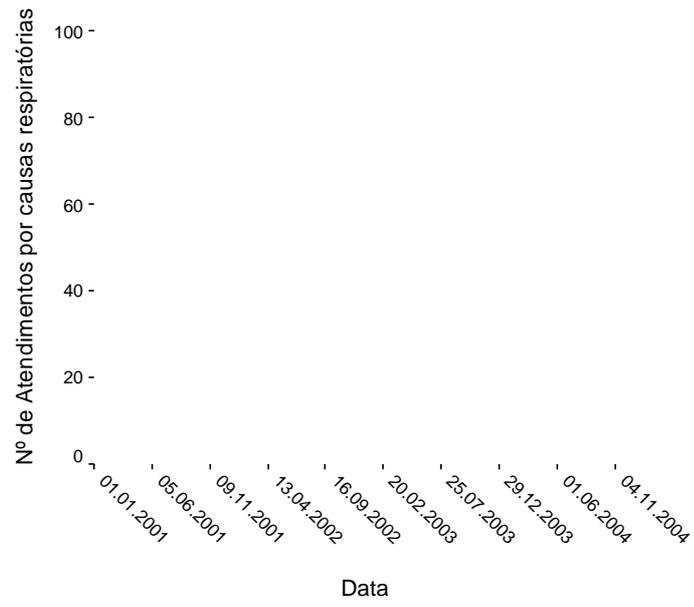
As séries acima das temperaturas apresentam um comportamento aparentemente estacionário com componente sazonal, no entanto a temperatura média máxima apresentou maior variabilidade que em relação às demais temperaturas (ver Tabela 7).

Na seção 6.3 serão apresentadas a distribuição de frequências e a série temporal dos dados de morbidade do Hospital Infantil Nossa Senhora da Glória.

### 5.3 ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS DE SAÚDE

Tabela 8 - Distribuição de frequências das causas respiratórias da RGV

		Município					Total
		Cariacica	Serra	Vitória	Vila Velha	Viana	
Quadro Respiratório	Frequência	2170	3359	2903	556	136	9124
	%	29,4	28,4	29,7	27,3	27,0	28,9
Broncopneumonia	Frequência	161	255	232	67	6	721
	%	2,2	2,2	2,4	3,3	1,2	2,3
Pneumonia	Frequência	1021	1612	1350	290	70	4343
	%	13,8	13,6	13,8	14,2	13,9	13,8
Gripe	Frequência	1046	1592	1388	353	62	4441
	%	14,2	13,5	14,2	17,3	12,3	14,1
Sinusite	Frequência	289	404	346	105	21	1165
	%	3,9	3,4	3,5	5,2	4,2	3,7
Amigdalite	Frequência	300	560	491	121	26	1498
	%	4,1	4,7	5,0	5,9	5,2	4,8
Bronquiolite	Frequência	690	1013	755	155	54	2667
	%	9,3	8,6	7,7	7,6	10,7	8,5
Laringite	Frequência	89	165	113	24	8	399
	%	1,2	1,4	1,2	1,2	1,6	1,3
Bronquite-Traqueobron cat	Frequência	200	303	287	57	13	860
	%	2,7	2,6	2,9	2,8	2,6	2,7
Asma Atópica	Frequência	1425	2554	1915	310	108	6312
	%	19,3	21,6	19,6	15,2	21,4	20,0
Total		7391	11817	9780	2038	504	31530



significativas em relação à modelagem com as séries originais, isto é, sem serem transformadas. Diante desta investigação empírica, consideraram-se no MAG as séries originais, isto é sem fazer qualquer tratamento para tornar as séries não estacionárias das variáveis dos poluentes em processos estacionários.

#### ❖ Modelos ajustados, desagregados por região para o PM<sub>10</sub>

Os detalhes de cada ajuste do modelo são apresentados a seguir.

Na Tabela 9 encontra-se o modelo estimado para o caso de média móvel de seis dias para a estação de Laranjeiras, mostrando as estimativas, desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância (p-valores).

Tabela 9 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM<sub>10</sub> da média móvel de seis dias da estação de Laranjeiras

Variável Parte Paramétrica	Coefficientes Estimados	Erro Padrão	p-valor
Intercepto	1,5070	0,2965	4,25.10 <sup>-7</sup> ***
Terça	0,0106	0,0528	0,8411
Quarta	-0,0635	0,0537	0,2374
Quinta	0,0216	0,0525	0,6808
Sexta	0,0287	0,0524	0,5840
Sábado	0,0700	0,0517	0,1757
Domingo	-0,0551	0,0538	0,3065
* Fer1	-1,3260	0,7007	0,0587 .
* Fer2	-0,2538	0,1343	0,0590 .
* Fer3	-0,0928	0,1628	0,5687
* Fer4	0,1927	0,0977	0,0486 *
PMM06	0,0011	0,0022	0,6188
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,06)		0,0000	
s(tmpmaxl2, 12)		0,0798	
s(wetl2, 12)		0,0784	

. p < 0,1, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

<sup>5</sup> Legenda de feriados nacionais e regionais.

<sup>5</sup> \* Fer1: Ano Novo.

\* Fer2: Páscoa, Tiradentes, Paixão e Cinzas.

\* Fer3: Criança, Natal e Penha.

\* Fer4: Trabalho, Corpus Christi, Carnaval, Finados, República e Independência.

De acordo com a Tabela 10 e a Figura 18, transcritas a seguir, observa-se que os efeitos estimados de  $PM_{10}$  foram de baixa magnitude e não foram significativos estatisticamente, ou seja, o aumento neste indicador de poluição do ar não se mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Os efeitos estimados de  $PM_{10}$  não são estatisticamente significativos, pois os intervalos de confiança de 95% para o RR incluem a unidade.

Tabela 10 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Laranjeiras

Exposição a $PM_{10}$	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	1,07	-2,389; 4,650	1,011	0,976; 1,047	0,549
defasagem de 1 dia	-1,33	-4,869; 2,335	0,987	0,951; 1,023	0,471
defasagem de 2 dias	-2,81	-6,585; 1,122	0,972	0,934; 1,011	0,159
defasagem de 3 dias	0,91	-2,611; 4,557	1,009	0,974; 1,046	0,617
média móvel de 2 dias	-1,40	-5,874; 3,278	0,986	0,941; 1,033	0,550
média móvel de 3 dias	-0,76	-5,607; 4,333	0,992	0,944; 1,043	0,765
média móvel de 4 dias	0,31	-4,949; 5,864	1,003	0,951; 1,059	0,907
média móvel de 5 dias	0,96	-4,375; 6,593	1,001	0,956; 1,066	0,730
média móvel de 6 dias	1,43	-4,093; 7,278	1,014	0,959; 1,073	0,619
média móvel de 7 dias	0,86	-4,793; 6,854	1,009	0,952; 1,069	0,771

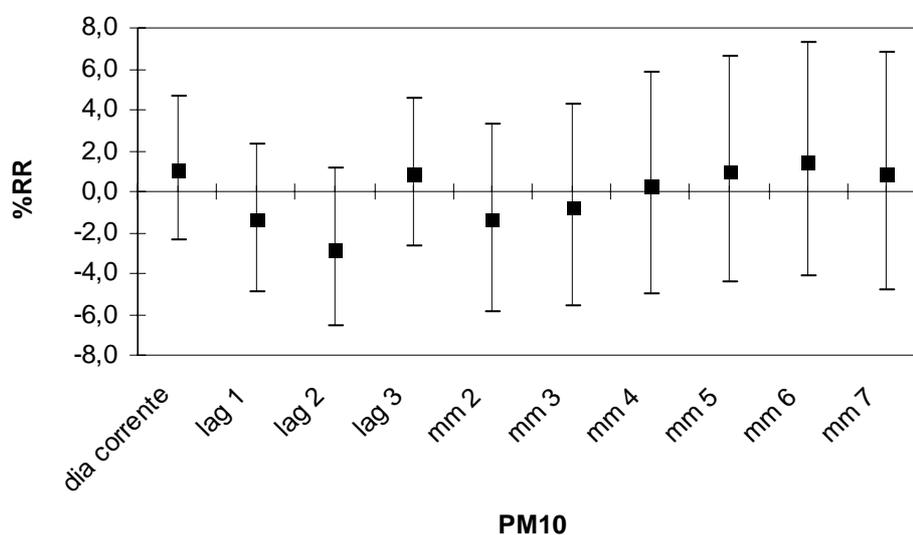


Figura 18 - Efeitos do acréscimo de  $12,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $PM_{10}$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 11 nota-se o modelo estimado para o caso de defasagem de três dias para a estação de Carapina, mostrando as estimativas, desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 11 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM<sub>10</sub> de três dias anteriores da estação de Carapina

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	0,5138	0,3062	0,0933
Terça	0,1630	0,0737	0,0270 *
Quarta	0,0122	0,0987	0,9017
Quinta	-0,0135	0,1110	0,9030
Sexta	-0,1036	0,1094	0,3436
Sábado	0,0145	0,0935	0,8769
Domingo	0,1689	0,0714	0,0180 *
* Fer1	-0,2885	0,1280	0,0243 *
* Fer2	0,2869	0,1481	0,0528 .
* Fer3	0,6241	0,1620	0,0001 ***
PML3	0,0059	0,0021	0,0044 **
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,05)		0,00	
s(tmpmax1, 12)		0,02	
s(wet12, 10)		0,09	

. p < 0,1, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

<sup>6</sup> Legenda de feriados nacionais e regionais.

Na Tabela 12 e na Figura 19, verifica-se a seguir, que para um aumento de 8,49 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> (Intervalo Interquartil), com 3 dias de defasagem, está associado a um aumento de 5,13% no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. A exposição acumulada de 3 a 4 dias também está associada a um aumento de 5,27% e 5,56%, respectivamente, no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Os efeitos estimados de PM<sub>10</sub>, com 3 dias de defasagem e exposição acumulada de 3 e 4 dias, são estatisticamente significativos, pois os intervalos de confiança de 95% do RR não incluem a unidade.

<sup>6</sup> \* Fer1: Cinza, Natal, Páscoa, Paixão, Criança e Penha.

\* Fer2: Trabalho, Finados, Tiradentes, Independência e Carnaval.

\* Fer3: Corpus Christi, Novo e República.

Tabela 12 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Carapina.

Exposição a PM <sub>10</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	0,17	-3,353; 3,829	1,002	0,966; 1,038	0,924
defasagem de 1 dia	3,27	0,350; 7,027	1,033	0,996; 1,070	0,077
defasagem de 2 dias	0,38	-3,187; 4,088	1,004	0,968; 1,041	0,835
defasagem de 3 dias	5,13	1,569; 8,810	1,051	1,016; 1,088	<b>0,004</b>
média móvel de 2 dias	2,37	-2,145; 7,094	1,024	0,979; 1,071	0,309
média móvel de 3 dias	5,27	0,410; 10,358	1,053	1,004; 1,104	<b>0,033</b>
média móvel de 4 dias	5,56	0,501; 10,869	1,056	1,005; 1,109	<b>0,031</b>
média móvel de 5 dias	5,07	-0,136; 10,548	1,051	0,999; 1,105	0,056
média móvel de 6 dias	4,66	-0,685; 10,295	1,047	0,993; 1,103	0,089
média móvel de 7 dias	5,17	-0,350; 10,997	1,052	0,997; 1,110	0,067

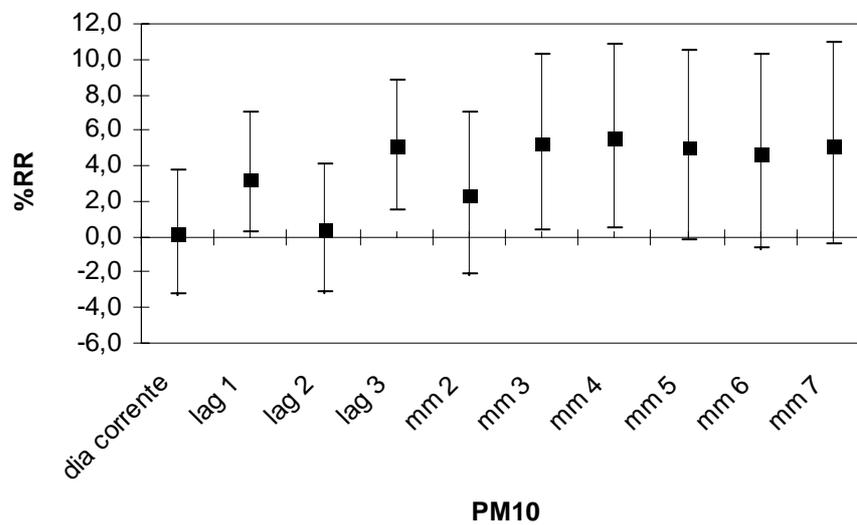


Figura 19 - Efeitos do acréscimo de 8,49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM<sub>10</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 13 observa-se o modelo estimado para o caso do dia corrente para a estação de Jardim Camburi, mostrando as estimativas, desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 13 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM<sub>10</sub> do dia corrente da estação de Jardim Camburi

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	0,9425	0,3431	0,0061**
Terça	0,0451	0,0593	0,4476
Quarta	-0,1037	0,0611	0,0900 .
Quinta	-0,0352	0,0605	0,5608
Sexta	-0,1381	0,0623	0,0268 *
Sábado	-0,0428	0,0599	0,4751
Domingo	-0,0763	0,0629	0,2256
* Fer1	-0,3727	0,1564	0,0173 *
* Fer2	0,1106	0,1211	0,3611
* Fer3	0,4671	0,1257	0,0002 ***
PM	0,0052	0,0024	0,0288 *
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,053)		0,0000	
s(tmpmax1, 12)		0,0129	
s(wet1, 10)		0,0279	

. p < 0,1, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

<sup>7</sup> Legenda de feriados nacionais e regionais.

Na Tabela 14 e na Figura 20 verifica-se que para um aumento de 9,19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM<sub>10</sub> (Intervalo interquartil), para a exposição no mesmo dia, está associado a um aumento de 4,92% no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos, ao nível de significância de 5%. O intervalo de confiança de 95% é igual a [1,005; 1,095], e como não inclui a unidade, é estatisticamente significativo o efeito estimado de PM<sub>10</sub>. Porém, foi estimado um aumento marginal (nível de significância de 10%) para a exposição acumulada de 5 e 7 dias de 6,32% e 6,14%, respectivamente, referente a um aumento de 9,19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM<sub>10</sub>.

<sup>7</sup> \* Fer1: Cinza, Páscoa, Natal, Paixão e Criança.

\* Fer2: Trabalho, Corpus Christi, Penha, Finados e Tiradentes.

\* Fer3: Carnaval, Independência, Novo e República.

Tabela 14 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Jardim Camburi

Exposição a PM <sub>10</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	4,92	0,503; 9,533	1,049	1,005; 1,095	<b>0,029</b>
defasagem de 1 dia	0,61	-3,614; 5,022	1,006	0,958; 1,050	0,780
defasagem de 2 dias	0,18	-4,000; 4,547	1,002	0,960; 1,045	0,933
defasagem de 3 dias	2,27	-1,912; 6,639	1,023	0,981; 1,066	0,292
média móvel de 2 dias	3,76	-1,731; 9,559	1,038	0,983; 1,096	0,184
média móvel de 3 dias	4,88	-1,004; 11,104	1,049	0,990; 1,111	0,106
média móvel de 4 dias	4,32	-1,806; 10,817	1,043	0,982; 1,108	0,171
média móvel de 5 dias	6,32	-0,167; 13,22	1,063	0,998; 1,132	0,057
média móvel de 6 dias	5,48	-1,176; 12,59	1,055	0,988; 1,126	0,109
média móvel de 7 dias	6,14	-0,743; 13,508	1,061	0,993; 1,135	0,082

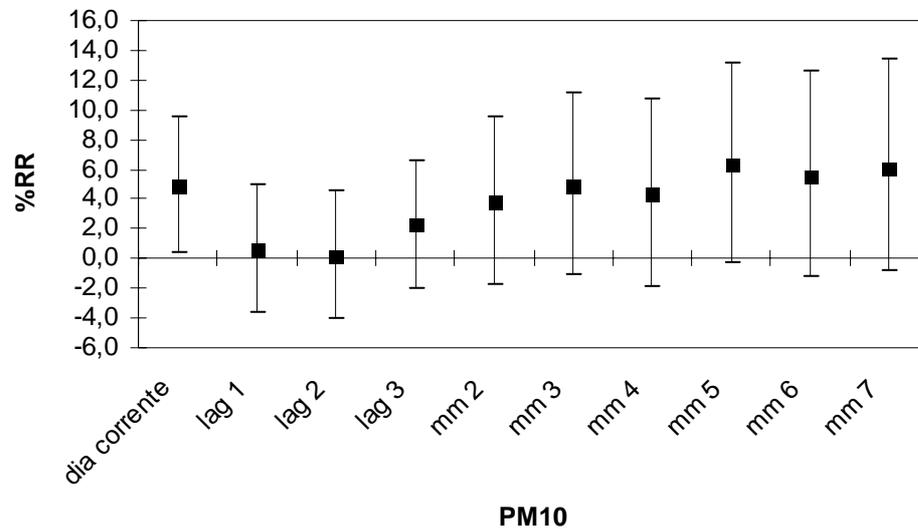


Figura 20 - Efeitos do acréscimo de  $9,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM<sub>10</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.

Na Tabela 15 verifica-se o modelo estimado para o caso de defasagem de dois dias para a estação de Enseada do Suá, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 15 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM<sub>10</sub> de dois dias anteriores da estação de Enseada do Suá

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	2,1560	0,3118	7,23. 10 <sup>-12</sup> ***
Terça	0,0666	0,0536	0,2149
Quarta	0,0057	0,0542	0,9163
Quinta	0,1039	0,0530	0,0503 .
Sexta	0,0051	0,0544	0,9259
Sábado	0,1192	0,0528	0,0240 *
Domingo	-0,0366	0,0556	0,5102
* Fer1	-0,2742	0,1401	0,0505 .
* Fer2	0,1493	0,1110	0,1788
* Fer3	0,4626	0,1002	4,29.10 <sup>-6</sup> ***
PML2	-0,0059	0,0020	0,0037 **
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,05)		0,0000	
s(tmpmaxm12, 12)		0,0274	
s(wetm12, 10)		0,5935	

. p < 0,1, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

<sup>8</sup> Legenda de Feriados nacionais e regionais.

De acordo com a Tabela 16 e a Figura 21, observa-se que para o PM<sub>10</sub> da Estação de Enseada do Suá não foram encontrados efeitos deletérios sobre o número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos, ou seja, o aumento neste indicador de poluição do ar não se mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Como os intervalos de confiança do RR de 95% incluem a unidade, não é estatisticamente significativo o efeito estimado do PM<sub>10</sub>. O efeito “benéfico” (2 dias de defasagem). Esse efeito benéfico deve ao controle inadequado dos fatores de confusão e também ao fato que existem outros fatores de confusão que não foram incluídos no estudo como direção do vento e precipitação pluviométrica.

<sup>8</sup> \* Fer1: Finados, Páscoa, Tiradentes e Paixão.

\* Fer2: Independência, Corpus Christi, República, Penha e Trabalho.

\* Fer3: Novo, Criança, Natal, Carnaval e Cinzas.

Tabela 16 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Enseada do Suá

Exposição a PM <sub>10</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	2,02	-1,591; 5,765	1,020	0,984; 1,058	0,277
defasagem de 1 dia	-1,46	-5,050; 2,271	0,985	0,950; 1,023	0,438
defasagem de 2 dias	-5,39	-8,851; -1,804	0,946	0,911; 0,982	<b>0,004</b>
defasagem de 3 dias	-1,51	-4,973; 2,082	0,985	0,950; 1,021	0,406
média móvel de 2 dias	-3,25	-7,965; 1,710	0,968	0,920; 1,017	0,196
média móvel de 3 dias	-3,88	-8,916; 1,443	0,961	0,911; 1,014	0,150
média móvel de 4 dias	-2,96	-8,342; 2,748	0,970	0,917; 1,027	0,303
média móvel de 5 dias	-2,60	-8,266; 3,422	0,974	0,917; 1,034	0,390
média móvel de 6 dias	-2,17	-8,123; 4,168	0,978	0,919; 1,042	0,493
média móvel de 7 dias	-4,26	-10,353; 2,255	0,957	0,896; 1,023	0,195

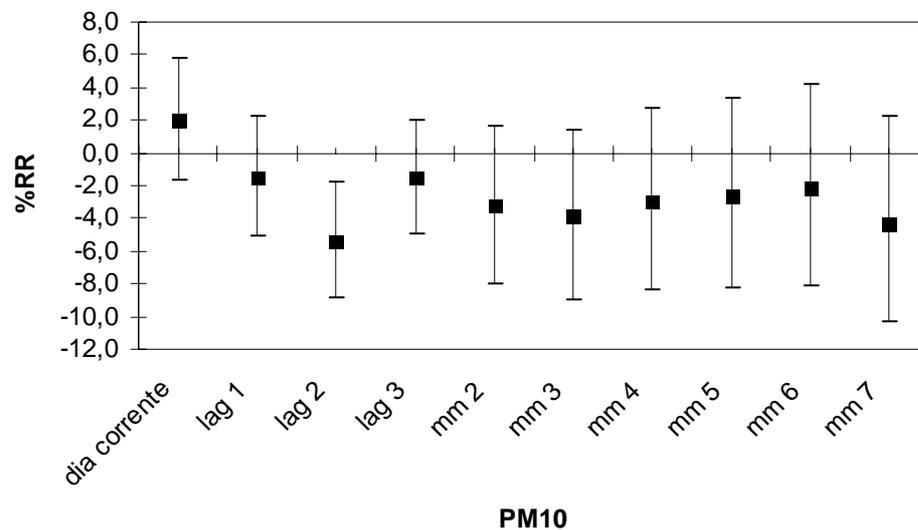


Figura 21 - Efeitos do acréscimo de 9,33 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 17 constata-se o modelo estimado para o caso de defasagem de dois dias para a estação de Vila Velha (Ibes), mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 17 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM<sub>10</sub> de dois dias anteriores da estação de Vila Velha (Ibes)

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	1,6000	0,4794	0,0008 ***
Terça	0,0695	0,0776	0,3700
Quarta	-0,1641	0,0816	0,0443 *
Quinta	0,0411	0,0776	0,5964
Sexta	-0,1163	0,0801	0,1508
Sábado	0,0072	0,0782	0,9264
Domingo	-0,1348	0,0817	0,0990 .
* Fer1	-1,7300	1,0000	0,0855 .
* Fer2	-0,1675	0,1765	0,3428
* Fer3	0,1500	0,1545	0,3315
* Fer4	0,5967	0,1860	0,0013 **
PML2	-0,0047	0,0026	0,0729 .
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,08)		0,00	
s(tmpmax1, 12)		4,04.10 <sup>-5</sup>	
s(wetm02, 10)		2,10. 10 <sup>-4</sup>	

. p < 0,1, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

<sup>9</sup> Legenda de Feriados nacionais e regionais.

Na Tabela 18 e na Figura 22, observa-se que não foram encontrados efeitos estatisticamente significativos de PM<sub>10</sub> da Estação de Vila Velha (Ibes) sobre o número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos, ou seja, o aumento neste indicador de poluição do ar não se mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Como os intervalos de confiança do RR de 95% não incluem a unidade e não é estatisticamente significativo o efeito estimado do PM<sub>10</sub>.

<sup>9</sup> \* Fer1: Natal.

\* Fer2: Novo, Paixão, Criança, Trabalho, Finados e Páscoa.

\* Fer3: Corpus Christi, Penha, Carnaval e Tiradentes.

\* Fer4: República, Cinzas e Independência.

Tabela 18 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Vila Velha (Ibes)

Exposição a PM <sub>10</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	2,16	-2,816; 7,388	1,022	0,972; 1,074	0,402
defasagem de 1 dia	-4,03	-8,712; 0,882	0,960	0,913; 1,009	0,106
defasagem de 2 dias	-4,46	-9,113; 0,427	0,955	0,909; 1,004	0,073
defasagem de 3 dias	2,53	-2,244; 7,500	1,025	0,978; 1,075	0,305
média móvel de 2 dias	-3,77	-9,549; 2,369	0,962	0,905; 1,024	0,223
média móvel de 3 dias	-1,76	-7,901; 4,787	0,982	0,921; 1,048	0,589
média móvel de 4 dias	-0,67	-7,124; 6,222	0,993	0,929; 1,062	0,843
média móvel de 5 dias	0,70	-6,023; 7,915	1,007	0,940; 1,079	0,842
média móvel de 6 dias	0,38	-6,516; 7,781	1,004	0,935; 1,078	0,917
média móvel de 7 dias	1,80	-5,331; 9,479	1,018	0,947; 1,095	0,630

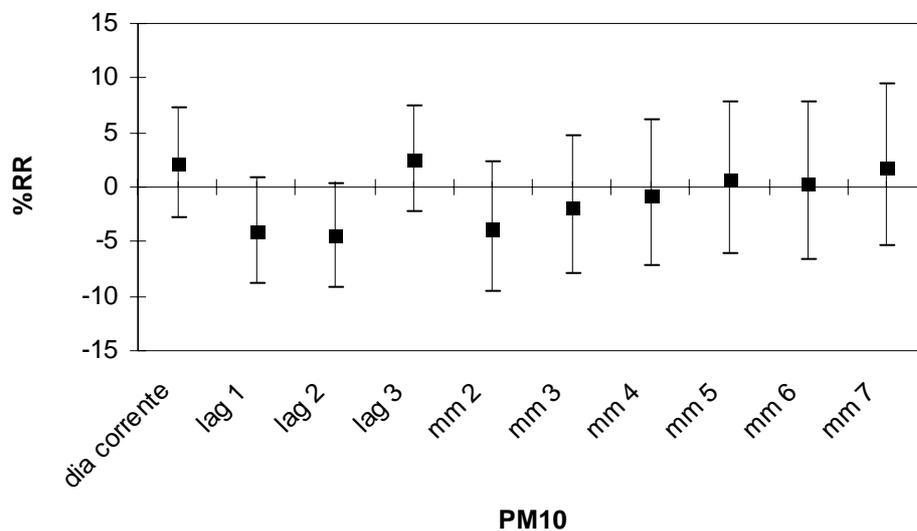


Figura 22 - Efeitos do acréscimo de  $9,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM<sub>10</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 19 encontra-se o modelo estimado para o caso de defasagem de dois dias para a estação de Cariacica, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 19 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do PM<sub>10</sub> de dois dias anteriores da estação de Cariacica

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	0,4149	0,2928	0,1567
Terça	0,1215	0,0530	0,0220 *
Quarta	0,0036	0,0545	0,9468
Quinta	0,0078	0,0546	0,8860
Sexta	0,0194	0,0546	0,7219
Sábado	0,0245	0,0522	2,93.10 <sup>-6</sup> ***
Domingo	-0,0105	0,0553	0,8489
* Fer1	-0,3157	0,1914	0,0993 .
* Fer2	0,1000	0,1055	0,3434
* Fer3	0,3829	0,0932	4,24.10 <sup>-5</sup> ***
PML2	0,0023	0,0009	0,0102 *
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,045)		0,0000	
s(tmpmaxm01, 12)		0,0047	
s(wetl1, 10)		0,2076	

. p < 0,1, \*p < 0,05 e \*\*\*p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

<sup>10</sup> Legenda de feriados nacionais e regionais.

De acordo com a Tabela 20 e a Figura 23, observa-se que para um aumento de 19,24 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> (Intervalo Interquartil), com 2 dias de defasagem, está associado a um aumento de 4,62% no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. O intervalo de confiança de 95% é igual a [1,001; 1,083] e, como não inclui a unidade, é estatisticamente significativo o efeito estimado do PM<sub>10</sub>.

Tabela 20 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Cariacica

Exposição a PM <sub>10</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	-2,67	-6,138; 0,927	0,973	0,939; 1,009	0,145
defasagem de 1 dia	-0,22	-3,771; 3,455	0,998	0,962; 1,035	0,904
defasagem de 2 dias	4,62	1,081; 8,273	1,046	1,011; 1,083	<b>0,010</b>
defasagem de 3 dias	0,47	-2,940; 4,005	1,005	0,971; 1,040	0,789
média móvel de 2 dias	1,40	-3,049; 6,047	1,014	0,970; 1,060	0,544
média móvel de 3 dias	1,64	-3,067; 6,562	1,016	0,969; 1,066	0,502
média móvel de 4 dias	1,53	-3,384; 6,698	1,015	0,966; 1,067	0,548
média móvel de 5 dias	1,83	-3,277; 7,203	1,018	0,967; 1,072	0,490
média móvel de 6 dias	-0,67	-5,808; 4,757	0,993	0,942; 1,048	0,805
média móvel de 7 dias	-2,11	-7,302; 3,379	0,979	0,927; 1,034	0,444

<sup>10</sup> \* Fer1: Paixão, Natal e Novo.

\* Fer2: Tiradentes, Páscoa, Independência, Criança, Trabalho, Cinzas.

\* Fer3: República, Corpus Christi, Carnaval, Finados e Penha.

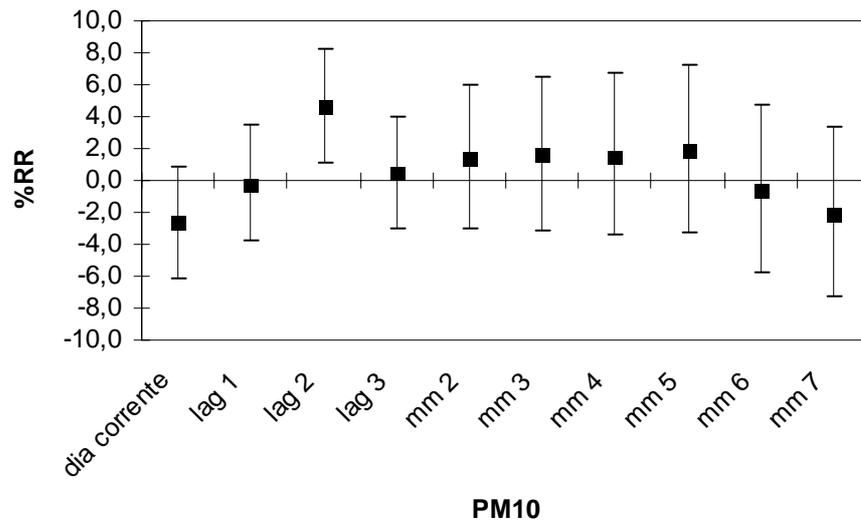


Figura 23 - E Efeitos do acréscimo de 19,24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{10}$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.

#### ❖ Modelos ajustados, desagregados por região para o $\text{SO}_2$

Os detalhes de cada ajuste do modelo são apresentados a seguir.

Na Tabela 21 nota-se o modelo estimado para o caso de média móvel de sete dias para a estação de Laranjeiras, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 21 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do  $\text{SO}_2$  da média móvel de sete dias da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2001 a 31/12/2002

Variável Parte Paramétrica	Coefficientes Estimados	Erro Padrão	p-valor
Intercepto	1,4700	0,2938	$1,59 \cdot 10^{-6}$ ***
Terça	0,0111	0,0529	0,8340
Quarta	-0,0631	0,0538	0,2049
Quinta	0,0221	0,0526	0,6750
Sexta	0,0293	0,0525	0,5773
Sábado	0,0708	0,0517	0,1711
Domingo	-0,0537	0,0539	0,3200
Fer1	-1,3400	0,7014	0,0564 .
Fer2	-0,2533	0,1341	0,0590 .
Fer3	-0,0887	0,1630	0,5865
Fer4	0,1954	0,0978	0,0459 *
SO2MM07	0,0016	0,0008	0,0405 *
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,06)		0,0000	
s(tmpmaxl2, 12)		0,0851	
s(wetl2, 12)		0,0778	

. p < 0,1, \* p < 0,05 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

Na Tabela 22 e na Figura 24, constata-se que para um aumento de  $33,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{SO}_2$  (Intervalo Interquartil), com exposição acumulada de 7 dias, está associado a um aumento de 5,37% no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. O intervalo de confiança de 95% é igual a [1,002; 1,108] e, como não inclui a unidade, é estatisticamente significativo o efeito estimado do  $\text{SO}_2$ .

Tabela 22 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Laranjeiras no período de 01/01/2001 a 31/12/2002

Exposição a $\text{SO}_2$	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	0,74	-3,707; 5,387	1,007	0,963; 1,054	0,750
defasagem de 1 dia	1,26	-3,188; 5,921	1,013	0,968; 1,059	0,584
defasagem de 2 dias	-3,11	-7,385; 1,363	0,969	0,926; 1,014	0,170
defasagem de 3 dias	1,81	-2,635; 6,464	1,018	0,974; 1,065	0,431
média móvel de 2 dias	-0,50	-5,141; 4,363	0,995	0,949; 1,044	0,836
média móvel de 3 dias	0,39	-4,360; 5,379	1,004	0,956; 1,054	0,875
média móvel de 4 dias	-0,38	-5,157; 4,630	0,996	0,948; 1,046	0,878
média móvel de 5 dias	0,15	-4,691; 5,242	1,002	0,953; 1,052	0,952
média móvel de 6 dias	1,58	-3,360; 6,771	1,016	0,966; 1,068	0,538
média móvel de 7 dias	5,37	0,229; 10,784	1,054	1,002; 1,108	<b>0,041</b>

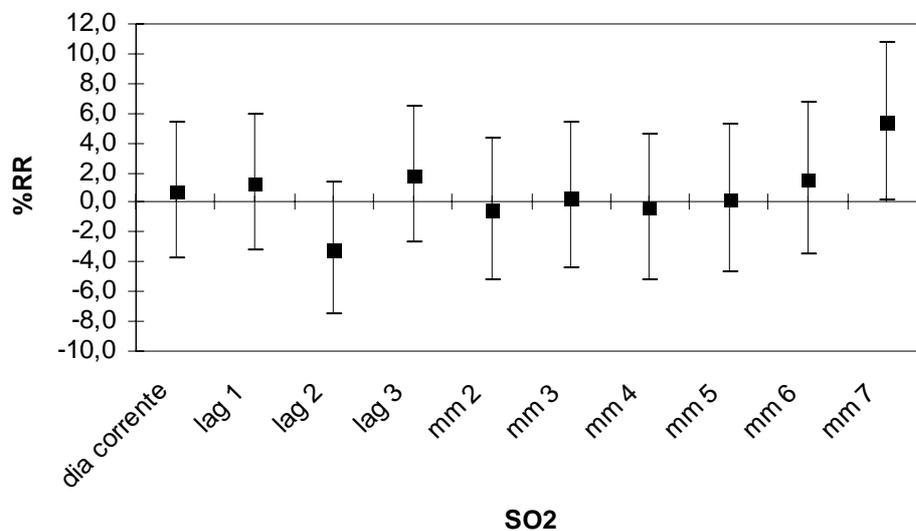


Figura 24 - Efeitos do acréscimo de  $33,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{SO}_2$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 23 verifica-se o modelo estimado para o caso de defasagem de dois dias para a estação de Jardim Camburi, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 23 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do SO<sub>2</sub> de dois dias anteriores da estação de Jardim Camburi

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	1,0890	0,3238	0,0008 ***
Terça	0,0587	0,0593	0,3231
Quarta	-0,0908	0,0608	0,1354
Quinta	-0,0168	0,0598	0,7729
Sexta	-0,1131	0,0612	0,0647 .
Sábado	-0,0394	0,0599	0,5106
Domingo	-0,1093	0,0616	0,0761 .
Fer1	-0,4008	0,1556	0,0101 *
Fer2	0,1026	0,1211	0,3970
Fer3	0,4507	0,1249	0,0003 ***
SO <sub>2</sub> L2	0,0033	0,0026	0,2133
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,053)		0,0000	
s(tmpmaxl1, 12)		0,0157	
s(wetl1, 10)		0,0332	

. p < 0,1, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

Na Tabela 24 e na Figura 25, comprova-se que para SO<sub>2</sub> da Estação de Jardim Camburi não foram encontrados efeitos deletérios sobre o número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. O aumento nesse indicador de poluição do ar não se mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Como os intervalos de confiança do RR de 95% não incluem a unidade, não é estatisticamente significativo o efeito estimado do SO<sub>2</sub>.

Tabela 24 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Jardim Camburi

Exposição a SO <sub>2</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	-0,32	-3,682; 3,150	0,997	0,963; 1,032	0,853
defasagem de 1 dia	0,32	-3,057; 3,804	1,003	0,969; 1,038	0,857
defasagem de 2 dias	2,19	-1,235; 5,727	1,022	0,988; 1,057	0,213
defasagem de 3 dias	0,17	-3,210; 3,675	1,002	0,968; 1,037	0,921
média móvel de 2 dias	1,35	-2,765; 5,641	1,014	0,972; 1,056	0,526
média móvel de 3 dias	1,30	-3,050; 5,848	1,013	0,969; 1,058	0,564
média móvel de 4 dias	-0,81	-5,292; 3,880	0,992	0,947; 1,039	0,730
média móvel de 5 dias	0,24	-4,430; 5,141	1,002	0,956; 1,051	0,921
média móvel de 6 dias	-0,67	-5,450; 4,343	0,993	0,946; 1,043	0,788
média móvel de 7 dias	0,43	-4,498; 5,613	1,004	0,955; 1,056	0,867

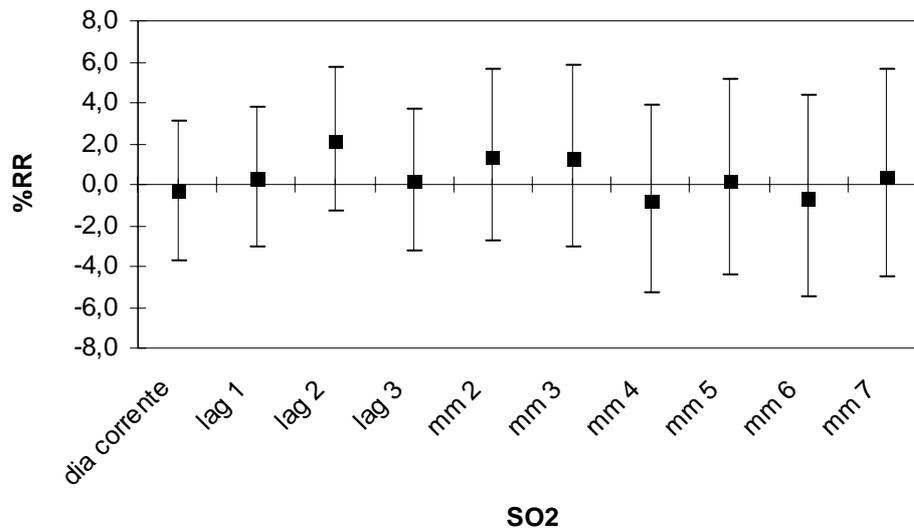


Figura 25 - Efeitos do acréscimo de  $6,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{SO}_2$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 25 observa-se o modelo estimado para o caso de média móvel de sete dias para a estação de Enseada do Suá, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 25 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do  $\text{SO}_2$  da média móvel de sete dias da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2003 a 31/12/2004

Variável Parte Paramétrica	Coefficientes Estimados	Erro Padrão	p-valor
Intercepto	2,3410	0,3580	$1,24 \cdot 10^{-10}$
Terça	0,0148	0,0691	0,8306
Quarta	-0,0414	0,0691	0,5492
Quinta	0,0119	0,0687	0,8625
Sexta	-0,0477	0,0692	0,4905
Sábado	0,0794	0,0668	0,2349
Domingo	-0,0516	0,0699	0,4611
Fer1	-0,5193	0,2201	0,0186 *
Fer2	0,2140	0,1006	0,0337 *
Fer3	0,8957	0,4110	0,0297 *
SO2MM07	-0,0212	0,0061	0,0005 ***
<b>Parte Não Paramétrica</b>	<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>		
lo(Tempo, 20)	0,000		
s(tmpmax1, 12)	$7,233 \cdot 10^{-5}$		
s(wet1, 10)	0,040		

.  $p < 0,1$ , \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  e \*\*\*  $p < 0,001$  (Segunda-feira foi a linha base).

De acordo com Tabela 26 e Figura 26, nota-se que para o  $\text{SO}_2$  da Estação de Enseada do Suá não foram encontrados efeitos deletérios sobre o número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos.

Assim, o aumento neste indicador de poluição do ar não se mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Como os intervalos de confiança do RR de 95% incluem a unidade, não é estatisticamente significativo o efeito estimado do PM<sub>10</sub>. Os efeitos “benéficos” (2 dias de defasagem e exposição acumulada de 5 a 7 dias). Esses efeitos benéficos devem ao controle inadequado dos fatores de confusão e também ao fato que existem outros fatores de confusão que não foram incluídos no estudo como direção do vento e precipitação pluviométrica.

Tabela 26 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2003 a 31/12/2004

Exposição a SO <sub>2</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	1,00	-3,065; 5,242	1,010	0,969; 1,052	0,6344
defasagem de 1 dia	-0,50	-4,859; 4,058	0,995	0,951; 1,041	0,8262
defasagem de 2 dias	-6,22	-10,214; -2,056	0,938	0,898; 0,979	<b>0,0039</b>
defasagem de 3 dias	-0,41	-4,479; 3,841	0,996	0,955; 1,038	0,8487
média móvel de 2 dias	-4,50	-9,888; 1,201	0,955	0,901; 1,012	0,1200
média móvel de 3 dias	-4,55	-10,245; 1,509	0,955	0,898; 1,015	0,1386
média móvel de 4 dias	-5,28	-11,201; 1,034	0,947	0,888; 1,010	0,0999
média móvel de 5 dias	-7,88	-13,870; -1,481	0,921	0,861; 0,985	<b>0,0169</b>
média móvel de 6 dias	-8,02	-14,186; -1,403	0,920	0,858; 0,986	<b>0,0186</b>
média móvel de 7 dias	-12,00	-18,101; -5,450	0,880	0,819; 0,946	<b>0,0005</b>

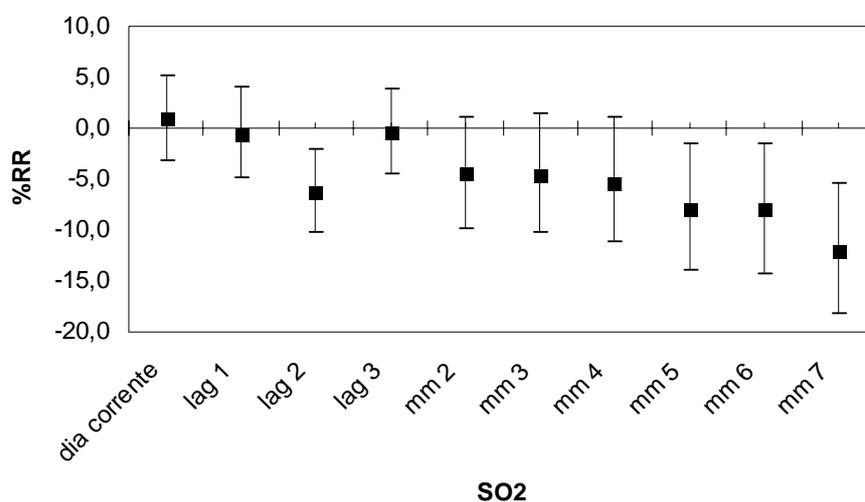


Figura 26 - Efeitos do acréscimo de 6,02 µg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 27 nota-se o modelo estimado para o caso de defasagem de dois dias, para a estação de Vila Velha (Ibes) mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 27 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do SO<sub>2</sub> de dois dias anteriores da estação de Vila Velha (Ibes)

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	1,8400	0,5241	0,0386
Terça	0,0051	0,0869	0,9529
Quarta	-0,1929	0,0921	0,0362 *
Quinta	-0,0477	0,0877	0,5860
Sexta	-0,0650	0,0877	0,4585
Sábado	-0,0486	0,0874	0,5780
Domingo	-0,1968	0,0922	0,0327 *
Fer1	-1,05.10 <sup>1</sup>	5,99.10 <sup>1</sup>	0,8615
Fer2	-0,2132	0,1857	0,2509
Fer3	0,3915	0,1439	0,0065 **
SO <sub>2</sub> L2	-0,0116	0,0051	0,0234 *
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,09)		0,000	
s(tmpmaxl2, 12)		0,664	
s(wetm02, 10)		0,004	

\*p < 0,05 e \*\* p < 0,01 (Segunda-feira foi a linha base).

De acordo com a Tabela 28 e a Figura 27 observa-se que para o SO<sub>2</sub> da Estação de Vila Velha (Ibes) não foram encontrados efeitos deletérios sobre o número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. O que comprova que o aumento nesse indicador de poluição do ar não se mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Como os intervalos de confiança do RR de 95% incluem a unidade, não é estatisticamente significativo o efeito estimado do SO<sub>2</sub>. O efeito “benéfico” (2 dias de defasagem).

Tabela 28 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Vila Velha (Ibes)

Exposição a SO <sub>2</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	1,13	-4,737; 7,349	1,011	0,953; 1,073	0,713
defasagem de 1 dia	-0,08	-6,003; 6,208	0,999	0,940; 1,062	0,979
defasagem de 2 dias	-7,59	-13,681; -1,060	0,924	0,863; 0,989	<b>0,023</b>
defasagem de 3 dias	3,00	-3,369; 9,792	1,030	0,966; 1,098	0,364
média móvel de 2 dias	-2,90	-10,392; 5,221	0,971	0,896; 1,052	0,473
média móvel de 3 dias	-1,29	-9,693; 7,889	0,987	0,903; 1,079	0,774
média móvel de 4 dias	-2,46	-11,208; 7,146	0,975	0,888; 1,071	0,604
média móvel de 5 dias	-3,52	-12,470; 6,344	0,965	0,875; 1,063	0,471
média móvel de 6 dias	-6,64	-12,641; -0,227	0,934	0,874; 0,998	0,179
média móvel de 7 dias	-7,98	-16,987; 2,013	0,920	0,830; 1,020	0,114

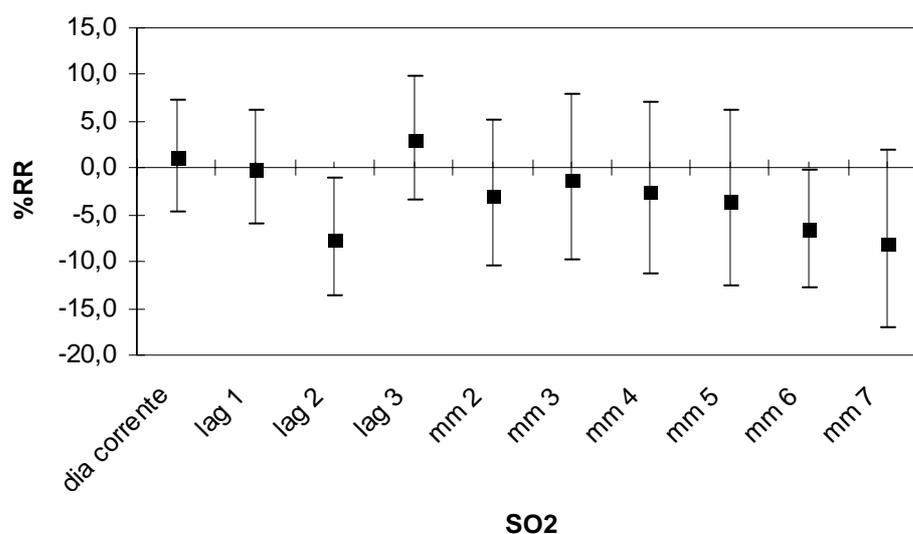


Figura 27 - Efeitos do acréscimo de  $6,83\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{SO}_2$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 29 encontra-se o modelo estimado para o caso de média móvel de cinco dias para a estação de Cariacica, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 29 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do  $\text{SO}_2$  da média móvel de cinco dias da estação de Cariacica

Variável Parte Paramétrica	Coefficientes Estimados	Erro Padrão	p-valor
Intercepto	0,7803	0,3273	0,0173
Terça	0,0992	0,0573	0,0841
Quarta	0,0164	0,0580	0,7777
Quinta	0,0171	0,0582	0,7696
Sexta	0,0568	0,0573	0,3218
Sábado	0,2677	0,0547	$1,14 \cdot 10^6$ ***
Domingo	0,0318	0,0584	0,5857
Fer1	-0,2116	0,1860	0,2556
Fer2	0,1026	0,1172	0,3814
Fer3	0,3699	0,1010	0,0003 ***
$\text{SO}_2\text{MM05}$	0,0145	0,0526	0,006 ***
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,063)		0,0000	
s(tmpmax11, 12)		0,1634	
s(wet1, 10)		0,1954	

\*\*\*  $p < 0,001$  (Segunda-feira foi a linha base).

Na Tabela 30 e na Figura 28, verifica-se que para um aumento de  $6,29\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{SO}_2$  (Intervalo Interquartil), com exposição acumulada de 4 a 7 dias, está associado a um aumento de 8,39%, 9,58%, 7,94% e 9,43%, respectivamente, no

número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Os efeitos estimados de  $\text{SO}_2$ , com exposição acumulada de 4 e 7 dias, são estatisticamente significativos, pois os intervalos de confiança de 95% do RR não incluem a unidade.

Tabela 30 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Cariacica

Exposição a $\text{SO}_2$	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	-1,67	-6,338; 3,238	0,983	0,937; 1,032	0,499
defasagem de 1 dia	0,58	-4,212; 5,608	1,006	0,958; 1,056	0,817
defasagem de 2 dias	3,65	-1,091; 8,608	1,037	0,989; 1,086	0,134
defasagem de 3 dias	2,16	-2,461; 7,001	1,022	0,975; 1,070	0,366
média móvel de 2 dias	1,79	-3,982; 7,916	1,018	0,960; 1,079	0,551
média móvel de 3 dias	3,20	-2,900; 9,680	1,032	0,971; 1,097	0,311
média móvel de 4 dias	8,39	1,778; 15,433	1,084	1,018; 1,154	<b>0,012</b>
média móvel de 5 dias	9,58	2,698; 16,917	1,096	1,027; 1,169	<b>0,006</b>
média móvel de 6 dias	7,94	0,960; 15,407	1,079	1,010; 1,154	<b>0,025</b>
média móvel de 7 dias	9,43	2,191; 17,186	1,094	1,022; 1,172	<b>0,010</b>

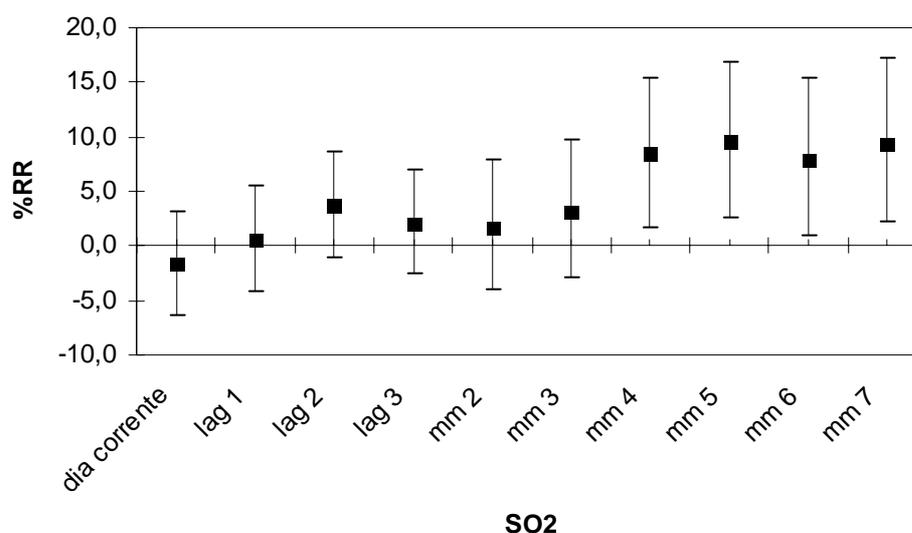


Figura 28 - Efeitos do acréscimo de  $6,29\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{SO}_2$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

#### ❖ Modelos Ajustados, desagregados por região para o $\text{NO}_x$

Os detalhes de cada ajuste do modelo são apresentados a seguir.

Na Tabela 31 observa-se o modelo estimado para o caso de média móvel de três dias para a estação de Laranjeiras, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 31 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do NO<sub>x</sub> da média móvel de três dias da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2001 a 31/12/2002

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	1,8300	0,5043	0,0003 ***
Terça	0,0333	0,0836	0,6904
Quarta	-0,1617	0,0883	0,0674 .
Quinta	0,0495	0,0831	0,5515
Sexta	-0,0834	0,0868	0,3371
Sábado	-0,0030	0,0836	0,9712
Domingo	-0,1423	0,0873	0,1035
Fer1	0,0693	0,1542	0,6534
Fer2	0,4034	0,1973	0,0413 *
Fer3	-0,1240	0,2171	0,5681
Fer4	-1,2000	0,8593	0,1617
NOXMM03	0,0115	0,0049	0,0186 *
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
s(Tempo, 12)		0,0000	
s(tmpmaxm12, 12)		0,0192	
s(wetl2, 10)		0,0473	

. p < 0,1, \* p < 0,05, \*\* p < 0,01 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

Na Tabela 32 e na Figura 29, observa-se que para um aumento de 5,94 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>x</sub> (Intervalo Interquartil), com 1 dia de defasagem, está associado a um aumento de 4,77% no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. A exposição acumulada de 2 a 4 dias também está associada a um aumento de 6,32%, 7,06% e 7,01%, respectivamente, no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Os efeitos estimados de NO<sub>x</sub>, com 1 dia de defasagem, e exposição acumulada de 2 e 4 dias, são estatisticamente significativos, pois os intervalos de confiança de 95% do RR não incluem a unidade.

Tabela 32 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Laranjeiras no período de 01/01/2001 a 31/12/2002

Exposição a NO <sub>x</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	2,99	-1,622; 7,823	1,030	0,984; 1,078	0,208
defasagem de 1 dia	4,77	0,187; 9,565	1,048	1,002; 1,096	<b>0,042</b>
defasagem de 2 dias	4,36	-0,332; 9,280	1,044	0,997; 1,093	0,069
defasagem de 3 dias	4,02	-0,538; 8,788	1,040	0,995; 1,088	0,085
média móvel de 2 dias	6,32	0,694; 12,264	1,063	1,007; 1,123	<b>0,028</b>
média móvel de 3 dias	7,06	1,164; 13,306	1,071	1,012; 1,133	<b>0,019</b>
média móvel de 4 dias	7,01	0,860; 13,527	1,070	1,009; 1,135	<b>0,025</b>
média móvel de 5 dias	5,94	-0,403; 12,684	1,059	0,996; 1,127	0,067
média móvel de 6 dias	6,28	-0,275; 13,274	1,063	0,997; 1,133	0,061
média móvel de 7 dias	6,21	-0,571; 13,449	1,062	0,994; 1,134	0,074

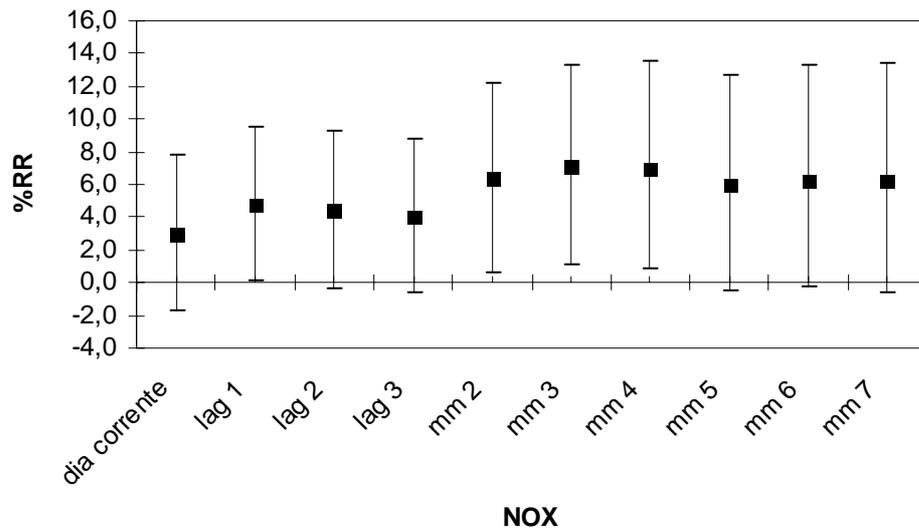


Figura 29 - Efeitos do acréscimo de  $5,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_x$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 33 encontra-se o modelo estimado para o caso de média móvel de cinco dias para a estação de Jardim Camburi, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 33 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do  $\text{NO}_x$  da média móvel de cinco dias da estação de Jardim Camburi

Variável Parte Paramétrica	Coefficientes Estimados	Erro Padrão	p-valor
Intercepto	1,0870	0,3233	0,0008 ***
Terça	0,0541	0,0592	0,3612
Quarta	-0,0914	0,0609	0,1334
Quinta	-0,0133	0,0598	0,8241
Sexta	-0,1149	0,0613	0,0610 .
Sábado	-0,0385	0,0599	0,5203
Domingo	-0,1067	0,0616	0,0833 .
Fer1	-0,3977	0,1558	0,0108 *
Fer2	0,1017	0,1212	0,4014
Fer3	0,4450	0,1248	0,0004 ***
NOXMM05	$7,26 \cdot 10^{-4}$	$9,22 \cdot 10^{-4}$	0,4309
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,053)		0,0000	
s(tmpmaxl1, 12)		0,0132	
s(wetl1, 10)		0,0322	

. p < 0,1, \* p < 0,05 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

De acordo com Tabela 34 e Figura 30, verifica-se que para o  $\text{NO}_x$  da Estação de Jardim Camburi não foram encontrados efeitos deletérios sobre o número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Isso significa que, o aumento nesse indicador de poluição do ar não se

mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Como os intervalos de confiança do RR de 95% incluem a unidade, não é estatisticamente significativo o efeito estimado do  $\text{NO}_x$ .

Tabela 34 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Jardim Camburi

Exposição a $\text{NO}_x$	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	-2,85	-6,496; 0,940	0,972	0,935; 1,009	0,139
defasagem de 1 dia	1,74	-2,520; 6,181	1,017	0,975; 1,062	0,430
defasagem de 2 dias	-0,75	-4,907; 3,599	0,993	0,951; 1,036	0,732
defasagem de 3 dias	0,2	-3,985; 4,563	1,002	0,960; 1,046	0,928
média móvel de 2 dias	-0,96	-5,352; 3,634	0,990	0,946; 1,036	0,676
média móvel de 3 dias	-0,69	-5,159; 3,999	0,993	0,948; 1,040	0,770
média móvel de 4 dias	-0,77	-5,294; 3,963	0,992	0,947; 1,040	0,744
média móvel de 5 dias	1,91	-2,774; 6,817	1,019	0,972; 1,068	0,431
média móvel de 6 dias	1,67	-3,040; 6,603	1,017	0,970; 1,066	0,494
média móvel de 7 dias	1,57	-3,158; 6,521	1,016	0,968; 1,065	0,523

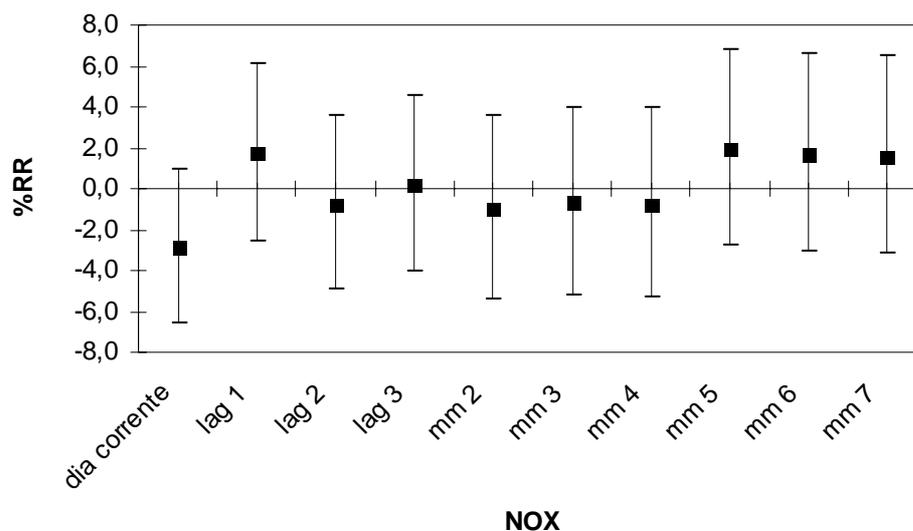


Figura 30 - Efeitos do acréscimo de  $26,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_x$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 35 observa-se o modelo estimado para o caso de média móvel de sete dias para a estação de Enseada do Suá, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 35 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do NO<sub>x</sub> da média móvel de sete dias da estação de Enseada do Suá

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	2,0540	0,3114	6,04.10 <sup>-11</sup> ***
Terça	0,0807	0,0551	0,9479
Quarta	0,0036	0,0551	0,9479
Quinta	0,0964	0,0539	0,0741 .
Sexta	-0,0012	0,0552	0,9833
Sábado	0,1077	0,0536	0,0445 *
Domingo	-0,0492	0,0563	0,3825
Fer1	-0,2463	0,1419	0,0829 .
Fer2	0,1237	0,1146	0,2807
Fer3	0,5206	0,1011	2,98.10 <sup>-7</sup> ***
NOXMM07	0,0035	8,16.10 <sup>-4</sup>	1,92.10 <sup>-5</sup> ***
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,052)		0,0000	
s(tmpmaxm12, 12)		0,0182	
s(wetm12, 10)		0,5118	

. p < 0,1, \* p < 0,05 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

De acordo com Tabela 36 e Figura 31, constata-se que para um aumento de 27,03 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>x</sub> (Intervalo Interquartil), com 3 dias de defasagem, está associado a um aumento de 8,75% no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. A exposição acumulada de 4 a 7 dias também está associada a um aumento de 4,34%, 7,44%, 9,04% e 9,92%, respectivamente, no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. As estimativas para as exposições acumuladas variam de 4,3% a 9,9%.

Tabela 36 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Enseada do Suá

Exposição a NO <sub>x</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	-6,69	-10,155; -3,082	0,933	0,898; 0,969	0,000
defasagem de 1 dia	-2,32	-5,955; 1,460	0,977	0,940; 1,015	0,226
defasagem de 2 dias	0,85	-2,888; 4,738	1,009	0,971; 1,047	0,660
defasagem de 3 dias	8,75	4,830; 12,815	1,088	1,048; 1,128	<b>0,000</b>
média móvel de 2 dias	-5,21	-9,029; -1,228	0,948	0,910; 0,988	0,011
média móvel de 3 dias	0,21	-3,904; 4,497	1,002	0,961; 1,045	0,922
média móvel de 4 dias	4,34	0,009; 8,854	1,043	1,000; 1,089	<b>0,049</b>
média móvel de 5 dias	7,44	2,943; 12,128	1,074	1,029; 1,121	<b>0,001</b>
média móvel de 6 dias	9,04	4,451; 13,832	1,090	1,045; 1,138	<b>0,000</b>
média móvel de 7 dias	9,92	5,268; 14,770	1,099	1,053; 1,148	<b>0,000</b>

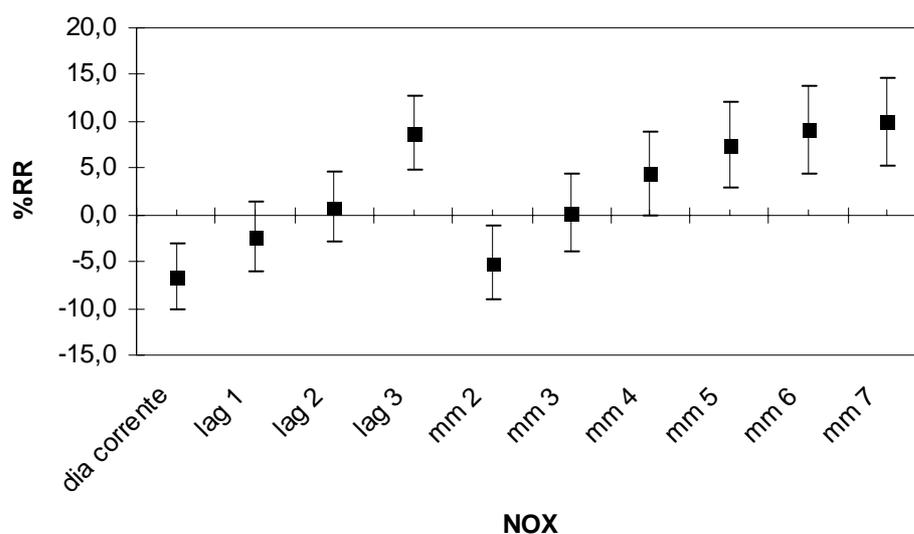


Figura 31 - Efeitos do acréscimo de  $27,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_x$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 37 constata-se o modelo estimado para o caso de defasagem de três dias para a estação de Vila Velha (Ibes), mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 37 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do  $\text{NO}_x$  de três dias anteriores da estação de Vila Velha (Ibes)

Variável Parte Paramétrica	Coefficientes Estimados	Erro Padrão	p-valor
Intercepto	1,4700	0,4604	0,0014 **
Terça	0,0950	0,0772	0,2184
Quarta	-0,1498	0,0829	0,0709
Quinta	0,0455	0,0777	0,5583
Sexta	-0,1231	0,0807	0,1272
Sábado	-0,0072	0,0779	0,9263
Domingo	-0,1490	0,0813	0,0667 .
Fer1	-1,7000	1,0000	0,0892 .
Fer2	-0,1668	0,1765	0,3448
Fer3	0,1637	0,1546	0,2897
Fer4	0,5935	0,1860	0,0014 **
NOXL3	0,0020	0,0015	0,1911
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,08)		0,000	
s(tmpmax1, 12)		$9,57 \cdot 10^{-5}$	
s(wetm02, 10)		$1,87 \cdot 10^{-4}$	

.  $p < 0,1e$  \*\*  $p < 0,01$  (Segunda-feira foi a linha base).

Na Tabela 38 e na Figura 32, nota-se que para o  $\text{NO}_x$  da Estação de Vila Velha (Ibes) não foram encontrados efeitos deletérios sobre o número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Na

verdade o aumento nesse indicador de poluição do ar não se mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Como os intervalos de confiança do RR de 95% incluem a unidade, não é estatisticamente significativo o efeito estimado do NO<sub>x</sub>.

Tabela 38 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Vila Velha (Ibes)

<b>Exposição a NO<sub>x</sub></b>	<b>%RR</b>	<b>IC<sub>%RR</sub></b>	<b>RR</b>	<b>IC<sub>RR</sub></b>	<b>p-valor</b>
dia corrente	2,38	-3,253; 8,336	1,024	0,967; 1,083	0,416
defasagem de 1 dia	-2,95	-8,147; 2,536	0,971	0,919; 1,025	0,286
defasagem de 2 dias	-2,89	-8,132; 2,646	0,971	0,919; 1,026	0,300
defasagem de 3 dias	3,69	-1,791; 9,474	1,037	0,982; 1,095	0,191
média móvel de 2 dias	-1,96	-8,436; 4,973	0,980	0,916; 1,050	0,570
média móvel de 3 dias	0,47	-6,597; 8,076	1,005	0,934; 1,081	0,899
média móvel de 4 dias	0,90	-6,587; 8,997	1,009	0,934; 1,090	0,819
média móvel de 5 dias	-0,52	-8,228; 7,838	0,995	0,918; 1,078	0,899
média móvel de 6 dias	-2,14	-9,957; 6,364	0,979	0,900; 1,064	0,611
média móvel de 7 dias	-0,08	-8,228; 8,801	0,999	0,918; 1,088	0,986

Tabela 39 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do NO<sub>x</sub> do dia corrente da estação de Cariacica

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	0,8649	0,3020	0,0043 **
Terça	0,1191	0,5300	0,0247
Quarta	0,0307	0,0538	0,4391
Quinta	0,0417	0,0538	0,4391
Sexta	0,0529	0,0534	0,3214
Sábado	0,2612	0,0513	4,03.10 <sup>-7</sup> ***
Domingo	-0,0053	0,0555	0,9332
Fer1	-0,3201	0,1918	0,0953 .
Fer2	0,0975	0,1055	0,3556
Fer3	0,3760	0,0935	6,06.10 <sup>-5</sup> ***
NOX	-1,15.10 <sup>-3</sup>	6,29.10 <sup>-4</sup>	0,0670 .
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, sapn = 0,045)		<2.2.10 <sup>-16</sup>	
s(tmpmaxm01, 12)		0,0037	
s(wetl1, 10)		0,1748	

. p < 0,1, \*\* p < 0,01 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

Na Tabela 40 e na Figura 33, verifica-se que para o NO<sub>x</sub> da Estação de Cariacica não foram encontrados efeitos deletérios sobre o número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Com base nisso, pode-se afirmar que o aumento nesse indicador de poluição do ar não se mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Como os intervalos de confiança do RR de 95% incluem a unidade, não é estatisticamente significativo o efeito estimado do NO<sub>x</sub>. O efeito “benéfico” (exposição no mesmo dia).

Tabela 40 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Cariacica

Exposição a NO <sub>x</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	-4,42	-8,919; 0,311	0,956	0,911; 1,003	0,067
defasagem de 1 dia	-1,54	-6,143; 3,286	0,985	0,939; 1,033	0,525
defasagem de 2 dias	1,79	-2,562; 6,333	1,018	0,974; 1,063	0,427
defasagem de 3 dias	-0,39	-4,475; 3,878	0,996	0,955; 1,039	0,856
média móvel de 2 dias	-2,25	-7,814; 3,651	0,978	0,922; 1,037	0,447
média móvel de 3 dias	-2,12	-7,882; 3,995	0,979	0,921; 1,040	0,488
média móvel de 4 dias	1,29	-4,854; 7,827	1,013	0,951; 1,078	0,688
média móvel de 5 dias	4,25	-2,256; 11,193	1,043	0,977; 1,112	0,206
média móvel de 6 dias	3,29	-3,369; 10,416	1,033	0,966; 1,104	0,341
média móvel de 7 dias	3,42	-3,441; 10,758	1,034	0,966; 1,108	0,338

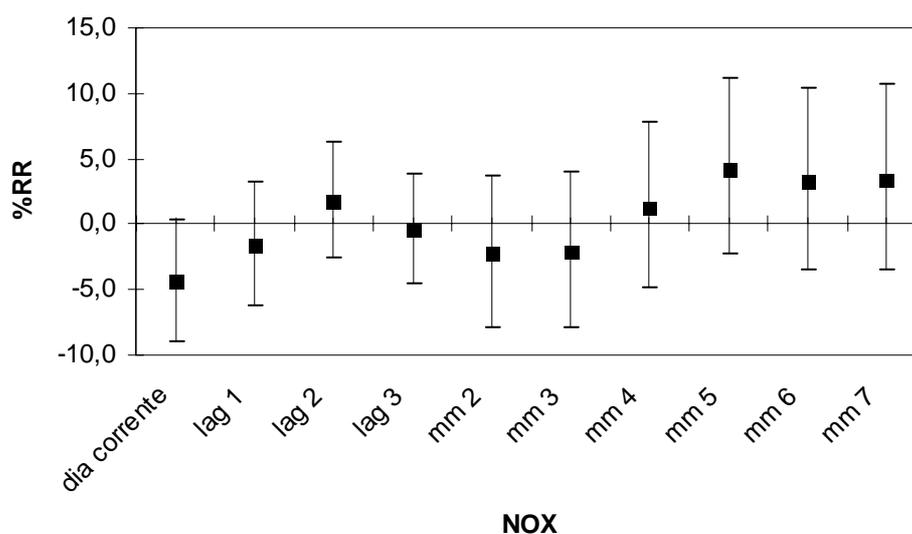


Figura 33 - Efeitos do acréscimo de  $39,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_x$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

#### ❖ Modelos Ajustados, desagregados por região para o $\text{O}_3$

Os detalhes de cada ajuste do modelo são apresentados a seguir.

Na Tabela 41 observa-se o modelo estimado para o caso de média móvel de seis dias para a estação de Laranjeiras, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 41 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do  $\text{O}_3$  da média móvel de seis dias da estação de Laranjeiras

Variável Parte Paramétrica	Coefficientes Estimados	Erro Padrão	p-valor
Intercepto	1,3890	0,3328	$3,17 \cdot 10^{-5}$ ***
Terça	0,0113	0,0528	0,8131
Quarta	-0,0623	0,0537	0,2464
Quinta	0,0224	0,0525	0,6705
Sexta	0,0290	0,0524	0,5805
Sábado	0,0701	0,0517	0,1750
Domingo	-0,0545	0,0538	0,3116
Fer1	-1,3300	0,7006	0,0575 .
Fer2	-0,2539	0,1342	0,0587 .
Fer3	-0,0942	0,1629	0,5630
Fer4	0,1980	0,0978	0,0432 *
O3MM06	0,0022	0,0018	0,2228
Parte Não Paramétrica	Nível descritivo (p) associado ao $\chi^2$		
lo(Tempo, span = 0,06)	0,0000		
s(tmpmaxl1, 12)	0,0743		
s(wetl1, 10)	0,0827		

.  $p < 0,1$ , \*  $p < 0,05$  e \*\*\*  $p < 0,001$  (Segunda-feira foi a linha base).

Na Tabela 42 e na Figura 34, observa-se que para a maioria dos efeitos de O<sub>3</sub> da Estação de Laranjeiras no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos foram de magnitudes razoáveis, embora nenhum deles tenha sido significativo. Não foram encontrados efeitos deletérios sobre o número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Nota-se que o aumento nesse indicador de poluição do ar não se mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Como os intervalos de confiança do RR de 95% incluem a unidade, não é estatisticamente significativo o efeito estimado do O<sub>3</sub>.

Tabela 42 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Laranjeiras

Exposição a O <sub>3</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	-1,74	-5,600; 2,281	0,983	0,944; 1,023	0,392
defasagem de 1 dia	2,15	-1,919; 6,398	1,022	0,981; 1,064	0,305
defasagem de 2 dias	0,58	-3,661; 5,015	1,006	0,963; 1,050	0,792
defasagem de 3 dias	-0,17	-4,411; 4,249	0,998	0,956; 1,042	0,937
média móvel de 2 dias	0,47	-4,203; 5,372	1,005	0,958; 1,054	0,847
média móvel de 3 dias	0,32	-4,623; 5,522	1,003	0,954; 1,055	0,901
média móvel de 4 dias	2,47	-2,777; 7,995	1,025	0,972; 1,080	0,363
média móvel de 5 dias	3,30	-2,108; 9,009	1,033	0,979; 1,090	0,237
média móvel de 6 dias	3,45	-2,038; 9,251	1,035	0,980; 1,093	0,223
média móvel de 7 dias	3,12	-2,424; 8,973	1,031	0,976; 1,090	0,276

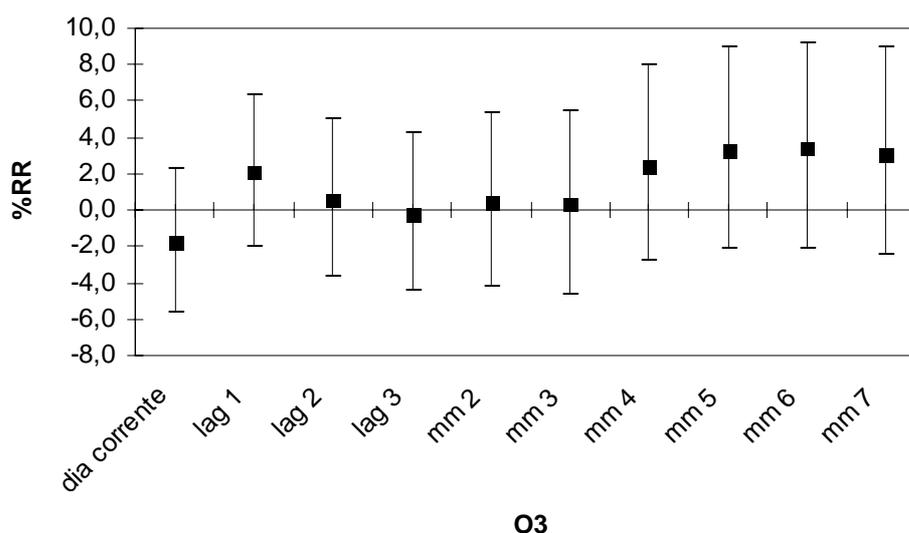


Figura 34 - Efeitos do acréscimo de 15,45 µg/m<sup>3</sup> de O<sub>3</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 43 nota-se o modelo estimado para o caso de defasagem de dois dias par a estação de Enseada do Suá, mostrando as estimativas, os desvios dos

parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 43 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do O<sub>3</sub> de dois dias anteriores da estação de Enseada do Suá

<b>Variável</b> <b>Parte Paramétrica</b>	<b>Coefficientes</b> <b>Estimados</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>p-valor</b>
Intercepto	1,9180	0,5150	2,99.10 <sup>-7</sup>
Terça	0,0822	0,0543	0,1306
Quarta	0,0033	0,0549	0,9515
Quinta	0,0964	0,0538	0,0733 .
Sexta	-0,0014	0,0553	0,9797
Sábado	0,1207	0,0533	0,0238 *
Domingo	-0,0446	0,0561	0,4272
Fer1	-0,2792	0,1424	0,0501 .
Fer2	0,1471	0,1137	0,1959
Fer3	0,4847	0,1011	1,80.10 <sup>-6</sup> ***
O3L2	8,972.10 <sup>-4</sup>	1,605.10 <sup>-3</sup>	0,5764
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,052)		0,0000	
s(tmpmax12, 12)		0,0153	
s(wetm12, 10)		0,4651	

. p < 0,1, \* p < 0,05 e \*\*\* p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

De acordo com Tabela 44 e a Figura 35, comprova-se que para o O<sub>3</sub> da Estação de Enseada do Suá 37 4 0 oow[(d8l24 9Tw o e88 0 10.02 159 54 e xta -0w(rparade

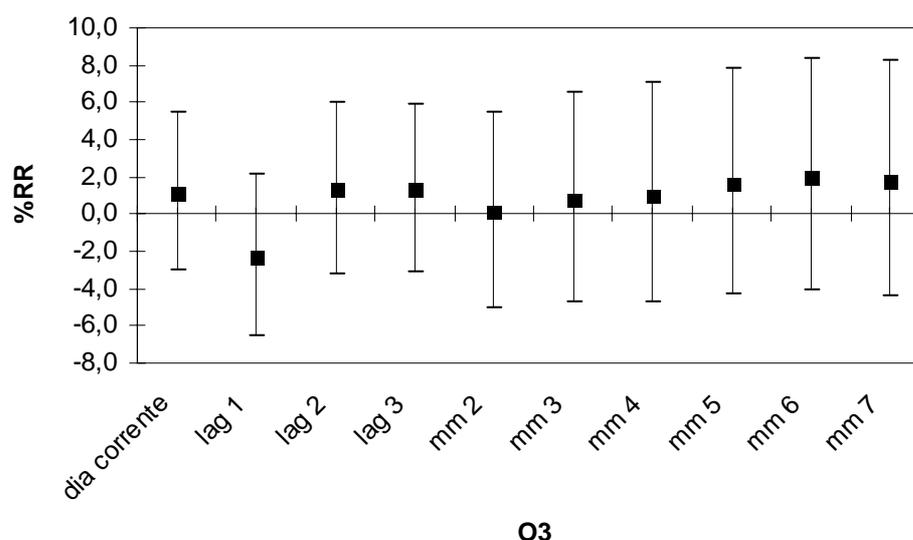


Figura 35 - Efeitos do acréscimo de  $14,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{O}_3$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 45 encontra-se o modelo estimado para o caso de média móvel de sete para a estação de Vila Velha (Ibes), mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 45 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do  $\text{O}_3$  da média móvel de sete dias da estação de Vila Velha (Ibes)

Variável Parte Paramétrica	Coefficientes Estimados	Erro Padrão	p-valor
Intercepto	1,0300	0,5827	0,0766 .
Terça	0,0881	0,0769	0,2521
Quarta	-0,1683	0,0817	0,0393 *
Quinta	0,0393	0,0775	0,6121
Sexta	-0,1291	0,0808	0,1100
Sábado	-0,0066	0,0779	0,9325
Domingo	-0,1538	0,0814	0,0588 .
Fer1	-1,7300	1,0000	0,0851 .
Fer2	-0,1726	0,1766	0,3283
Fer3	0,1587	0,1547	0,3050
Fer4	0,6010	0,1860	0,0012 **
O3MM07	0,0040	0,0028	0,1498
<b>Parte Não Paramétrica</b>	<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>		
lo(Tempo, span = 0,08)	0,000		
s(tmpmax1, 12)	$8,44 \cdot 10^{-5}$		
s(wetm02, 10)	$1,89 \cdot 10^{-4}$		

. p < 0,1, \* p < 0,05 e \*\* p < 0,01 (Segunda-feira foi a linha base).

De acordo com Tabela 46 e a Figura 36, constata-se que para a maioria dos efeitos de  $\text{O}_3$  da Estação de Vila velha (Ibes), no número médio de atendimentos diários por

causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos, foram de magnitudes razoáveis, embora nenhum deles tenha sido significativo. Não foram encontrados efeitos deletérios sobre o número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Nessa estação, o aumento neste indicador de poluição do ar não se mostrou associado com aumentos no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. Como os intervalos de confiança do RR de 95% incluem a unidade, não é estatisticamente significativo o efeito estimado do O<sub>3</sub>.

Tabela 46 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Vila Velha (Ibes)

Exposição a O <sub>3</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	-1,48	-7,366; 4,779	0,985	0,926; 1,048	0,635
defasagem de 1 dia	2,20	-4,477; 9,351	1,022	0,955; 1,094	0,527
defasagem de 2 dias	3,60	-3,291; 10,982	1,036	0,967; 1,110	0,314
defasagem de 3 dias	-2,92	-8,930; 3,484	0,971	0,911; 1,035	0,363
média móvel de 2 dias	2,26	-5,925; 11,159	1,023	0,941; 1,112	0,600
média móvel de 3 dias	0,22	-8,421; 9,670	1,002	0,916; 1,097	0,962
média móvel de 4 dias	1,01	-7,995; 10,906	1,010	0,920; 1,109	0,832
média móvel de 5 dias	4,96	-4,598; 15,473	1,050	0,954; 1,155	0,320
média móvel de 6 dias	6,90	-2,936; 17,733	1,069	0,971; 1,177	0,175
média móvel de 7 dias	7,44	-2,559; 18,475	1,074	0,974; 1,185	0,150

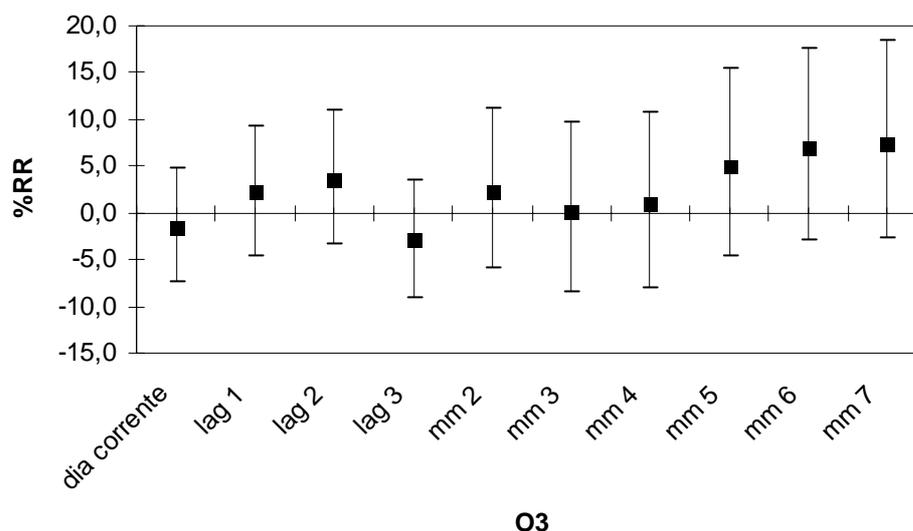


Figura 36 - Efeitos do acréscimo de 18,00 µg/m<sup>3</sup> de O<sub>3</sub> no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

Na Tabela 47 observa-se o modelo estimado para o caso de média móvel de três dias para a estação de Cariacica, mostrando as estimativas, os desvios dos parâmetros

estimados e as probabilidades de significância.

Tabela 47 - Resultado da Regressão de Poisson para estimação do efeito do O<sub>3</sub> da média móvel de três dias da estação de Cariacica

Variável	Coefficientes	Erro Padrão	p-valor
<b>Parte Paramétrica</b>			
Intercepto	0,3333	0,3229	0,3021
Terça	0,1160	0,0529	0,0285 *
Quarta	0,0321	0,0539	0,5510
Quinta	0,0489	0,0540	0,3657
Sexta	0,0671	0,0538	0,2129
Sábado	0,2888	0,0508	1,60.10 <sup>-8</sup> ***
Domingo	0,0193	0,0542	0,7218
Fer1	-0,2986	0,1912	0,1186
Fer2	0,1146	0,1054	0,2697
Fer3	0,4037	0,0932	1,59. 10 <sup>-5</sup> ***
O3MM03	0,0049	0,0020	0,0146 *
<b>Parte Não Paramétrica</b>		<b>Nível descritivo (p) associado ao <math>\chi^2</math></b>	
lo(Tempo, span = 0,045)		0,0000	
s(tmpmaxm01, 12)		0,0050	
s(wetl1, 10)		0,1635	

\* p < 0,05 e \*\*\*p < 0,001 (Segunda-feira foi a linha base).

Na Tabela 48 e na Figura 37, verifica-se que para um aumento de 12,47 µg/m<sup>3</sup> de O<sub>3</sub> (Intervalo Interquartil), com 2 dias de defasagem, está associado um aumento de 4,71% no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. A exposição acumulada de 2 a 4 dias também está associada a um aumento de 5,14%, 6,26% e 5,84%, respectivamente, no número médio de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos. As estimativas para as exposições acumuladas variam de 5,1% a 6,3%.

Tabela 48 - Aumento percentual e risco relativo para atendimentos por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos da Estação de Cariacica

Exposição a O <sub>3</sub>	%RR	IC <sub>%RR</sub>	RR	IC <sub>RR</sub>	p-valor
dia corrente	2,31	-1,584; 6,360	1,023	0,984; 1,064	0,244
defasagem de 1 dia	1,93	-2,252; 6,296	1,019	0,977; 1,063	0,371
defasagem de 2 dias	4,71	0,640; 8,945	1,047	1,006; 1,089	<b>0,023</b>
defasagem de 3 dias	3,45	-0,494; 7,548	1,034	0,995; 1,075	0,088
média móvel de 2 dias	5,14	0,323; 10,179	1,051	1,003; 1,102	<b>0,036</b>
média móvel de 3 dias	6,26	1,212; 11,568	1,063	1,012; 1,116	<b>0,015</b>
média móvel de 4 dias	5,84	0,666; 11,276	1,058	1,007; 1,113	<b>0,027</b>
média móvel de 5 dias	3,76	-1,425; 9,226	1,038	0,986; 1,092	0,158
média móvel de 6 dias	4,13	-1,161; 9,695	1,041	0,988; 1,097	0,129
média móvel de 7 dias	2,13	-3,129; 7,680	1,021	0,969; 1,077	0,434

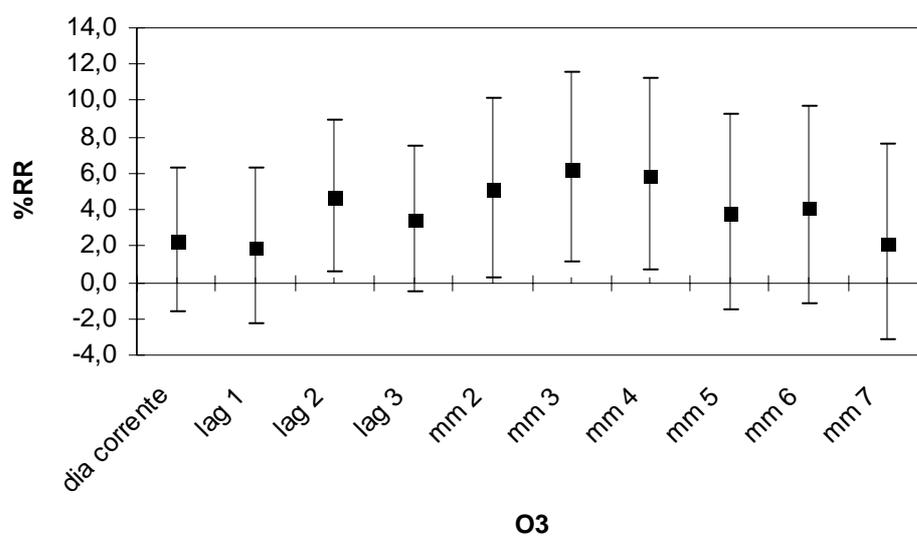


Figura 37 - Efeitos do acréscimo de  $12,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{O}_3$  no número de atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos

A Tabela 49 sumariza os aumentos percentuais (%RR) e a probabilidade de significância (p-valor) dos coeficientes das defasagens simples e acumuladas significativas para os atendimentos diários por causas respiratórias das estações de monitoramento.

Tabela 49 - Aumentos percentuais significativos para atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos das estações de Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá e Cariacica

<b>Estações</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>%RR</b>	<b>p-valor</b>
Carapina	Defasagem de 3 dias	5,13	0,004
	Média Móvel de 3 dias	5,27	0,033
	Média Móvel de 4 dias	5,56	0,031
Jardim Camburi	Dia Corrente	4,92	0,029
Cariacica	Defasagem de 2 dias	4,62	0,010
<b>SO<sub>2</sub></b>			
Laranjeiras	Média Móvel de 7 dias	5,37	0,041
Cariacica	Média Móvel de 4 dias	8,39	0,012
	Média Móvel de 5 dias	9,58	0,006
	Média Móvel de 6 dias	7,94	0,025
	Média Móvel de 7 dias	9,43	0,010
<b>NO<sub>x</sub></b>			
Laranjeiras	Defasagem de 1 dias	4,77	0,042
	Média Móvel de 2 dias	6,32	0,028
	Média Móvel de 3 dias	7,06	0,019
	Média Móvel de 4 dias	7,01	0,025
Enseada do Suá	Defasagem de 3 dias	8,75	0,000
	Média Móvel de 4 dias	4,34	0,049
	Média Móvel de 5 dias	7,44	0,001
	Média Móvel de 6 dias	9,04	0,000
	Média Móvel de 7 dias	9,92	0,000
<b>O<sub>3</sub></b>			
Cariacica	Defasagem de 2 dias	4,71	0,023
	Média Móvel de 2 dias	5,14	0,036
	Média Móvel de 3 dias	6,26	0,015
	Média Móvel de 4 dias	5,84	0,027

A Tabela 50 sumariza os aumentos percentuais (%RR) e a probabilidade de significância (p-valor) dos coeficientes das defasagens simples e acumuladas significativas para os atendimentos diários por causas respiratórias das estações de monitoramento.

Tabela 50 - Aumentos percentuais significativos para atendimentos diários por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos para um acréscimo de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nos níveis dos poluentes das estações de Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá e Cariacica

<b>Estações</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>%RR</b>	<b>p-valor</b>
Carapina	Defasagem de 3 dias	6,07	0,004
	Média Móvel de 3 dias	6,23	0,033
	Média Móvel de 4 dias	6,58	0,031
Jardim Camburi	Dia Corrente	5,37	0,029
Cariacica	Defasagem de 2 dias	2,37	0,010
<b>SO<sub>2</sub></b>			
Laranjeiras	Média Móvel de 7 dias	1,59	0,041
Cariacica	Média Móvel de 4 dias	13,67	0,012
	Média Móvel de 5 dias	15,65	0,006
	Média Móvel de 6 dias	12,92	0,025
	Média Móvel de 7 dias	15,41	0,010
<b>NO<sub>x</sub></b>			
Laranjeiras	Defasagem de 1 dia	8,16	0,042
	Média Móvel de 2 dias	10,87	0,028
	Média Móvel de 3 dias	12,18	0,019
	Média Móvel de 4 dias	12,08	0,025
Enseada do Suá	Defasagem de 3 dias	3,15	0,000
	Média Móvel de 4 dias	1,58	0,049
	Média Móvel de 5 dias	2,69	0,001
	Média Móvel de 6 dias	3,25	0,000
	Média Móvel de 7 dias	3,56	0,000
<b>O<sub>3</sub></b>			
Cariacica	Defasagem de 2 dias	3,76	0,023
	Média Móvel de 2 dias	4,10	0,036
	Média Móvel de 3 dias	4,99	0,015
	Média Móvel de 4 dias	4,66	0,027

A Tabela 51 sumariza o risco relativo (RR), a probabilidade de significância (p-valor) dos coeficientes das defasagens simples e acumuladas significativas do número total de atendimentos e o número de atendimentos diários esperados no ano por causas respiratórias das estações de monitoramento.

Tabela 51 - Número de atendimentos diários esperados no ano por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos das estações de Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá e Cariacica

<b>Estações</b>	<b>Nº. total de atendimentos</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>p-valor</b>	<b>RR</b>	<b>Nº. de atendimentos esperados no ano</b>
Carapina	4165	Defasagem de 3 dias	0,004	1,061	63
		Média Móvel de 3 dias	0,033	1,062	65
		Média Móvel de 4 dias	0,031	1,066	69
Jardim Camburi	5031	Dia corrente	0,029	1,054	68
Cariacica	7865	Defasagem de 2 dias	0,010	1,024	47
<b>SO<sub>2</sub></b>					
Laranjeiras	7718	Média Móvel de 7 dias	0,041	1,016	31
Cariacica	6712	Média Móvel de 4 dias	0,012	1,137	307
		Média Móvel de 5 dias	0,006	1,157	351
		Média Móvel de 6 dias	0,025	1,129	290
		Média Móvel de 7 dias	0,010	1,154	346
<b>NO<sub>x</sub></b>					
Laranjeiras	2929	Defasagem de 1 dia	0,042	1,082	70
		Média Móvel de 2 dias	0,028	1,109	93
		Média Móvel de 3 dias	0,019	1,122	104
		Média Móvel de 4 dias	0,025	1,121	103
Enseada do Suá	7222	Defasagem de 3 dias	0,000	1,032	57
		Média Móvel de 4 dias	0,049	1,016	29
		Média Móvel de 5 dias	0,001	1,027	49
		Média Móvel de 6 dias	0,000	1,033	59
		Média Móvel de 7 dias	0,000	1,036	64
<b>O<sub>3</sub></b>					
Cariacica	7865	Defasagem de 2 dias	0,023	1,038	74
		Média Móvel de 2 dias	0,036	1,041	81
		Média Móvel de 3 dias	0,015	1,050	98
		Média Móvel de 4 dias	0,027	1,047	92

***CAPÍTULO 6***  
***CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES***

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho indicou-se no estudo para verificar, através do MAG, a relação existente entre os poluentes atmosféricos  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$  e  $NO_x$  e o número de atendimentos diários por causas respiratórias, na faixa etária de 0 a 6 anos, na RGV.

Metodologias de estatística descritiva foram utilizadas para a análise dos dados, através de gráficos e cálculos de medidas de tendência central e variabilidade. O MAG foi utilizado para modelar a variável resposta número de atendimentos diários por causas respiratórias em função de variáveis explicativas  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $SO_2$  e  $NO_x$ .

Diversos efeitos deletérios da poluição atmosférica na saúde da população da Região da Grande Vitória foram obtidos neste estudo. O principal poluente associado com a morbidade em crianças de 0 a 6 anos, por causas respiratórias, foi o  $PM_{10}$  seguido de  $NO_x$ ,  $SO_2$  e  $O_3$ .

Os efeitos estimados de  $PM_{10}$  estavam significativamente associados com atendimentos hospitalares por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos com defasagens simples de 3 dias (5,13%) e média móvel de 3 e 4 dias na estação de Carapina (5,27% e 5,56%), no mesmo dia na estação de Jardim Camburi (4,92%) e com defasagens simples de 2 dias na estação de Cariacica (4,62%). Nas estações Laranjeiras e Vila - Velha (Ibes) nenhum efeito significativo foi encontrado. Na estação de Enseada do Suá o  $PM_{10}$  apresentou efeito protetor.

Os níveis de  $SO_2$  mostraram-se significativamente associados com atendimentos hospitalares por causas respiratórias em crianças de 0 a 6 anos com média móvel de 7 dias na estação de Laranjeiras (5,37%) e média móvel de 4 a 7 dias na estação de Cariacica (8,39%, 9,58%, 7,94% e 9,43%). Nas estações de Enseada do Suá e Vila Velha (Ibes) o  $SO_2$  apresentou efeitos protetores. Resta investigar o motivo desses resultados inesperados. Na estação de Jardim Camburi nenhum efeito significativo foi encontrado.

Os efeitos de  $NO_x$  foram estatisticamente significativos na estação de Laranjeiras, para defasagem simples de 1 dia (4,77%) e média móvel de 2 a 4 dias (6,32%),

7,06% e 7,01%), e na estação de Enseada do Suá, para defasagem simples de 3 dias ( 8,75%) e média móvel de 4 a 7 dias (4,34%, 7,44%, 9,04% e 9,92%). Nas estações de Jardim Camburi e de Vila Velha (Ibes) nenhum efeito significativo foi encontrado.

Em relação ao O<sub>3</sub> apenas na Estação de Cariacica houve efeitos estimados significativos para defasagem de 2 dias (4,71%) e média móvel de 2 a 4 dias (5,14%, 6,26% e 5,84%).

De forma geral, podemos concluir que para o grupo investigado neste estudo e no período de tempo analisado, os efeitos agudos da poluição atmosférica são significativos, com destaque para os danos causados por PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub>.

Os resultados encontrados são úteis, pois permitem mensurar os riscos a que a população está exposta e fornecem subsídios para a elaboração de medidas que visem a minimizar os riscos, contribuindo ainda com o planejamento de saúde ambiental ou urbana e no aperfeiçoamento de políticas públicas.

Para trabalhos futuros, estudos similares devem ser realizados na RGV, bem como em outros grupos suscetíveis na mesma região para que seja possível elaborar um quadro completo dos efeitos agudos da poluição atmosférica na saúde pública da população da RGV, para períodos mais recentes.

Estudos futuros podem ser desenvolvidos também visando empregar outras técnicas de diagnósticos para o ajuste e os resíduos na avaliação dos resultados segundo o modelo utilizado, como gráfico de envelope, validação cruzada, entre outras técnicas (JUNGER, 2004)

Como extensão do trabalho, empregar o desenho de painel onde considera uma amostra de crianças numa escola, por exemplo, e avalia o pico de fluxo destas crianças por um tempo e faz uma análise longitudinal das várias crianças ao mesmo tempo (PONCE DE LEON; JUNGER; VEGGI, 2005).

Aplicar modelos alternativos para estimar a associação entre poluição atmosférica e um determinado agravo à saúde, como modelos estruturais (modelo de espaço de estados): Poisson - Gama e Binomial negativa – Beta (JUNGER, 2004).

Realizar comparações entre o Modelo Linear Generalizado e o MAG para avaliar a associação entre poluição atmosférica e marcadores de morbidade e mortalidade.

Empregar modelos de análise espacial (modelo espaço-temporal), a fim de verificar se existe correlação espacial entre as concentrações de poluentes atmosféricos e a ocorrência de doenças respiratórias (SZWARCWALD et al., 2001).

Esse estudo pioneiro pretende abrir espaço para novas investigações. Espera-se que a RGV continue sendo investigada, abordando-se outros grupos de poluentes suscetíveis, por exemplo,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{O}_3$ , para a elaboração próxima dos efeitos agudos da poluição atmosférica na saúde da população. Isso auxiliará em medidas para a contenção dessa poluição.

***CAPÍTULO 7***  
***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAKONYI, S.M.C; DANNI-OLIVEIRA, I.M. et al. **Air pollution and respiratory disease among children in the city of Curitiba, Brazil**. Revista de Saúde Pública, ano 5, v. 38, p. 695-700, 2004.
2. BRAGA, A.L.F, et al. **Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo**. J Environ Med, ano 1, v.31, p. 95 -102, 2001.
3. BRAGA, A.; PEREIRA, L.A.A.; SALDIVA, P.H.N. **Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde**. São Paulo : Faculdade de Medicina da USP, 1998 .
4. BRUNEKREEF, B.; HOLGATE, S.T. **Air Pollution and Health**. Lancet 360, 1233 – 1242, 2002.
5. BURNETT, R.T.; DALES, R.E et al. **Effects of low ambient of ozone e sulfates on the frequency of respiratory admission to Ontario Hospital**. Environmental Research, v.65, p.172-194, 1994.
6. BURNETT, R.T.; SMITH-DOIRON, M. **Association between ozone and hospitalization for acute respiratory diseases in children less than 2 years of age**. American Journal of Epidemiology, v. 153, n° 5, 2001.
7. CDBRASIL. <http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 4 de nov. 2006.
8. HASTIE, T.J.; TIBSHIRANI, R.J. **Generalized Additive Models**. London, Chapman and Hall, 1990.
9. IBGE. <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 4 de nov.2006
10. IEMA. <http://www.iema.es.gov.br>. Acesso em: 5 de nov. 2006.
11. INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Relatório Anual de Monitoramento da Qualidade do Ar**. Publicação do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2005.
12. IPES. <http://www.ipes.es.gov.br>. Acesso em: 8 de nov. 2006.
13. JUNGER, W.L. **Imputação de dados faltantes em séries temporais multivariadas via algoritmo em**, 2002.

14. JUNGER, W.L; CUNHA-CRUZ, J.; et al. **Poluição do Ar e Efeitos na Saúde: Uma Abordagem de Séries Temporais**. Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2003.
15. JUNGER, W.L. **Modelo de Poisson-Gama Semi-Paramétrico: Uma Abordagem de Penalização por Rugosidade**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
16. PONCE DE LEON, A. et al. **Qualidade do Ar e Efeitos na Saúde da População do Município do Rio de Janeiro**, 2005.
17. KOTTEGODA, N.T; RONO, R. **Statistic, Probability and Reliability for Civil and Environmental Engineers**. MCGraw-Hill, 1998.
18. MCCULLAGH, P.; NELDER, J.A. **Generalized Linear Models**. Chapman and Hall, 2ª Edition, 1989.
19. MARTINS, L.C; LATORRE, M.R.D et al. **Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil**. Revista Saúde Pública, ano 36, v. 1, p. 88-94, 2002.
20. NIMER, E. Climatologia da Região Sudeste. In: Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 1989.
21. NORRIS, G.; YOUNG POUNG, S.N; KOENIG, J.G. et al. **An association between fine particles and asthma emergency department visits for children in Seattle**. Environmental Health Perspectives, v. 107, n. 6, 1999.
22. SALDIVA, P.H.N ; SINGER, JM ; et al. **GLM and GAM model for analyzing the association between atmospheric pollution and morbidity-mortality markes: an introduction based on data from the city of São Paulo**. Revista Brasileira de Epidemiologia, vol. 4, nº 3, 2001.
23. SALDIVA, P.H.N, et al. **Análise Epidemiológica do Impacto da Poluição do ar na saúde da população da população da Grande Vitória : Estudo Prospectivo**. Relatório de Estudo Prospectivo, São Paulo: Faculdade de Medicina da

Universidade de São Paulo, 2003.

24. SCHWARTZ, J.; DOCKEY, D.W. **Particulate air pollution and daily mortality in Steubenville, Ohio.** Am J Epidemiol, nº135, p.9 -12, 1992.

25. SCHWARTZ, J.; SPIX, C., et al. **Methodological issues in studies of air pollution and daily counts of deaths or hospital admissions.** Journal of Epidemiology and Community Health, 50 (suppl1): S3-S11, 1996.

26. SIMAS, H.S. **Aspectos Metodológicos em Análise de Séries Temporais Epidemiológicas do Efeito da Poluição Atmosférica na Saúde Pública: Uma Revisão Bibliográfica e um Estudo Comparativo via Simulação,** 2003. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

27. SZWARCOWALD, C.L, et al. **Dinâmica da epidemia de AIDS no Município do Rio de Janeiro, no período de 1988-1996: uma aplicação de análise estatística espaço-temporal.** Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro, nº 5, v. 17, p. 2001.



## ANEXO A: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS

### ❖ Material Particulado – PM<sub>10</sub>

Tabela A1 - Distribuição de frequências das medidas diárias de concentrações de Material Particulado - PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Válidas		Faltantes	
	Nº de observações	%	Nº de observações	%
Laranjeiras	33552	95,8	1488	4,2
Carapina	33319	95,1	1721	4,9
Jardim Camburi	34661	98,9	379	1,1
Enseada do Suá	32687	93,3	2353	6,7
Vila-Velha (Ibes)	34654	98,9	386	1,1
Vila-Velha (Centro)	32915	93,9	2125	6,1
Cariacica	32986	94,1	2054	5,9

Tabela A2 - Estatísticas descritivas das medidas diárias de concentrações de Material Particulado - PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Mínimo	Média	Máximo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Desvio padrão
Laranjeiras	,00	29,04	402,00	16,00	25,00	37,00	19,57
Carapina	,00	22,73	396,00	14,00	20,00	28,00	14,07
Jardim Camburi	,00	26,73	356,00	16,00	24,00	34,00	15,66
Enseada do Suá	,00	27,47	296,00	15,00	23,00	34,00	20,17
Vila-Velha (Ibes)	,00	25,35	289,00	13,00	21,00	32,00	18,11
Vila-Velha (Centro)	,00	23,62	200,00	13,00	20,00	30,00	15,91
Cariacica	,00	39,98	361,00	20,00	34,00	53,00	27,63

### ❖ Dióxido de Enxofre – SO<sub>2</sub>

Tabela A3 - Distribuição de frequências das medidas diárias de concentrações de Dióxido de Enxofre - SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Válidas		Faltantes	
	Nº de observações	%	Nº de observações	%
Laranjeiras	33026	94,3	2014	5,7
Jardim Camburi	31729	90,6	3311	9,4
Enseada do Suá	32309	92,2	2731	7,8
Vila-Velha(Ibes)	32442	92,6	2598	7,4
Vila-Velha(Centro)	33717	96,2	1323	3,8
Cariacica	34221	97,7	819	2,3

Tabela A4 - Estatísticas descritivas das medidas diárias de concentrações de Dióxido de Enxofre - SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Mínimo	Média	Máximo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Desvio padrão
Laranjeiras	,00	36,97	311,00	13,00	28,00	51,00	31,02
Jardim Camburi	,00	10,51	263,00	4,00	7,00	11,00	14,50
Enseada do Suá	,00	19,90	312,00	7,00	14,00	26,00	20,13
Vila-Velha (Ibes)	,00	13,21	312,00	4,00	7,00	15,00	16,25
Vila-Velha (Centro)	,00	10,17	263,00	4,00	7,00	10,00	15,05
Cariacica	,00	10,07	94,00	3,00	6,00	13,00	10,36

### ❖ Óxido de Nitrogênio - NO<sub>x</sub>

Tabela A5 - Distribuição de frequências das medidas diárias de concentrações de Óxido de Nitrogênio - NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Válidas		Faltantes	
	Nº de observações	%	Nº de observações	%
Laranjeiras	25242	72,0	9798	28,0
Jardim Camburi	33824	96,5	1216	3,5
Enseada do Suá	34015	97,1	1025	2,9
Vila-Velha(Ibes)	34016	97,1	1024	2,9
Cariacica	33804	96,5	1236	3,5

Tabela A6 - Estatísticas descritivas das medidas diárias de concentrações de Óxido de Nitrogênio  $\text{NO}_x$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Mínimo	Média	Máximo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Desvio padrão
Laranjeiras	,00	16,31	218,00	6,00	10,00	20,00	18,62
Jardim Camburi	,00	23,24	251,00	5,00	11,00	31,00	28,41
Enseada do Suá	,00	22,73	312,00	5,00	11,00	27,00	29,63
Vila-Velha (Ibes)	,00	30,80	331,00	13,00	23,00	40,00	26,24
Cariacica	,00	47,75	495,10	18,20	33,90	66,20	42,58

### ❖ Ozônio - $\text{O}_3$

Tabela A7 - Distribuição de freqüências das medidas diárias de concentrações de Ozônio -  $\text{O}_3$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Válidas		Faltantes	
	Nº de observações	%	Nº de observações	%
Laranjeiras	34789	99,3	251	,7
Enseada do Suá	33641	96,0	1399	4,0
Vila-Velha (Ibes)	34784	99,3	256	,7
Cariacica	32849	93,7	2191	6,3

Tabela A8 - Estatísticas descritivas das medidas diárias de concentrações de Ozônio -  $\text{O}_3$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), medidas em cada uma das estações de monitoramento

Estações	Mínimo	Média	Máximo	Percentil 25	Percentil 50	Desvio padrão
Laranjeiras	,10	31,07	147,70	17,10	28,80	18,20
Enseada do Suá	,00	28,62	119,00	16,00	27,00	16,66
Vila-Velha (Ibes)	,00	34,41	141,00	18,00	31,00	20,89
Cariacica	,00	26,13	121,00	12,00	24,00	17,20

Tabela A9 - Distribuição de freqüências das medidas diárias de temperatura (° C) e umidade relativa do ar (%) medidas nas estações de monitoramento de Carapina e Cariacica

	Válidas		Faltantes	
	Nº de observações	%	Nº de observações	%
TemperaturaCarapina	34310	97,9	730	2,1
UmidadeCarapina	34696	99,0	344	1,0
TemperaturaCariacica	34318	97,9	722	2,1
UmidadeCariacica	34550	98,6	490	1,4

Tabela A10 - Estatísticas descritivas das medidas diárias de temperatura (° C) e umidade relativa do ar (%) medidas nas estações de monitoramento de Carapina e Cariacica.

	Mínimo	Média	Máximo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Desvio padrão
TempCarap	,00	23,87	34,90	21,40	23,70	26,10	3,51
UmidCarap	,00	77,06	98,00	69,00	79,00	86,30	11,69
TempCar	,00	24,14	37,00	22,00	24,00	26,00	3,44
UmidCar	30,00	78,56	99,80	69,90	80,00	88,00	12,98

\*TempCarap = Temperatura de Carapina, UmidCarap = Umidade Carapina, TempCar = Temperatura de Cariacica, UmidCar = Umidade de Cariacica.

## **ANEXO B - ANÁLISES DOS RESÍDUOS DO MODELO ADITIVO GENERALIZADO (MAG) PARA AS SÉRIES DO NÚMERO DE ATENDIMENTOS HOSPITALARES**

### **❖ Modelo Central da Estação de Laranjeiras**

(a)

(b)

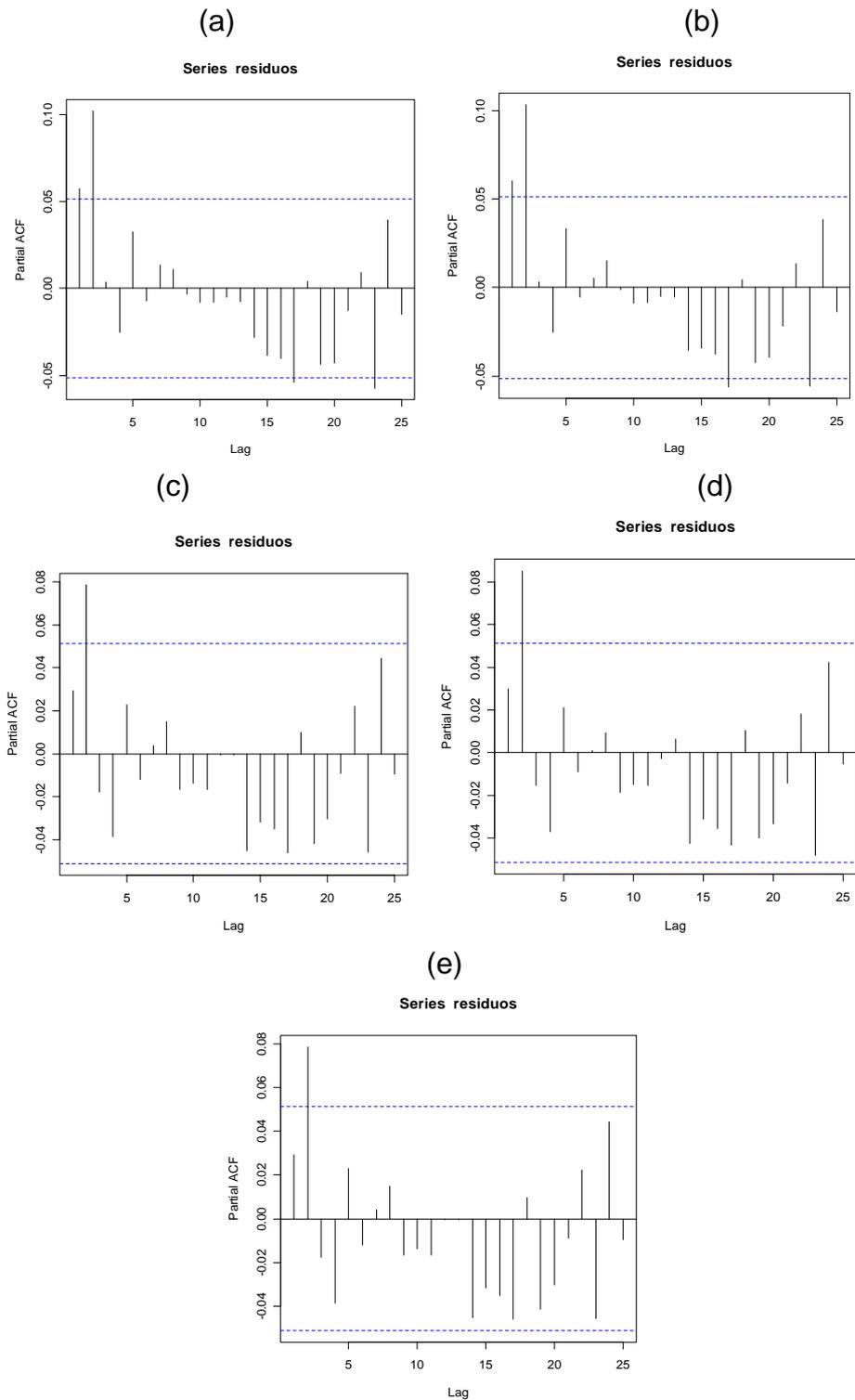
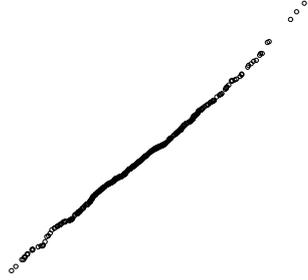


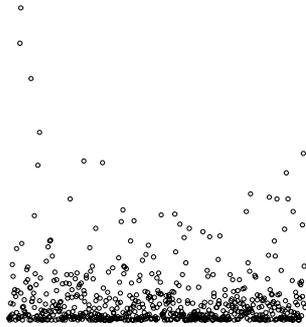
Figura B2 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.

(a)

(b)



(a)



(b)

❖ **Modelo Central da Estação de Carapina**

(a)

(b)



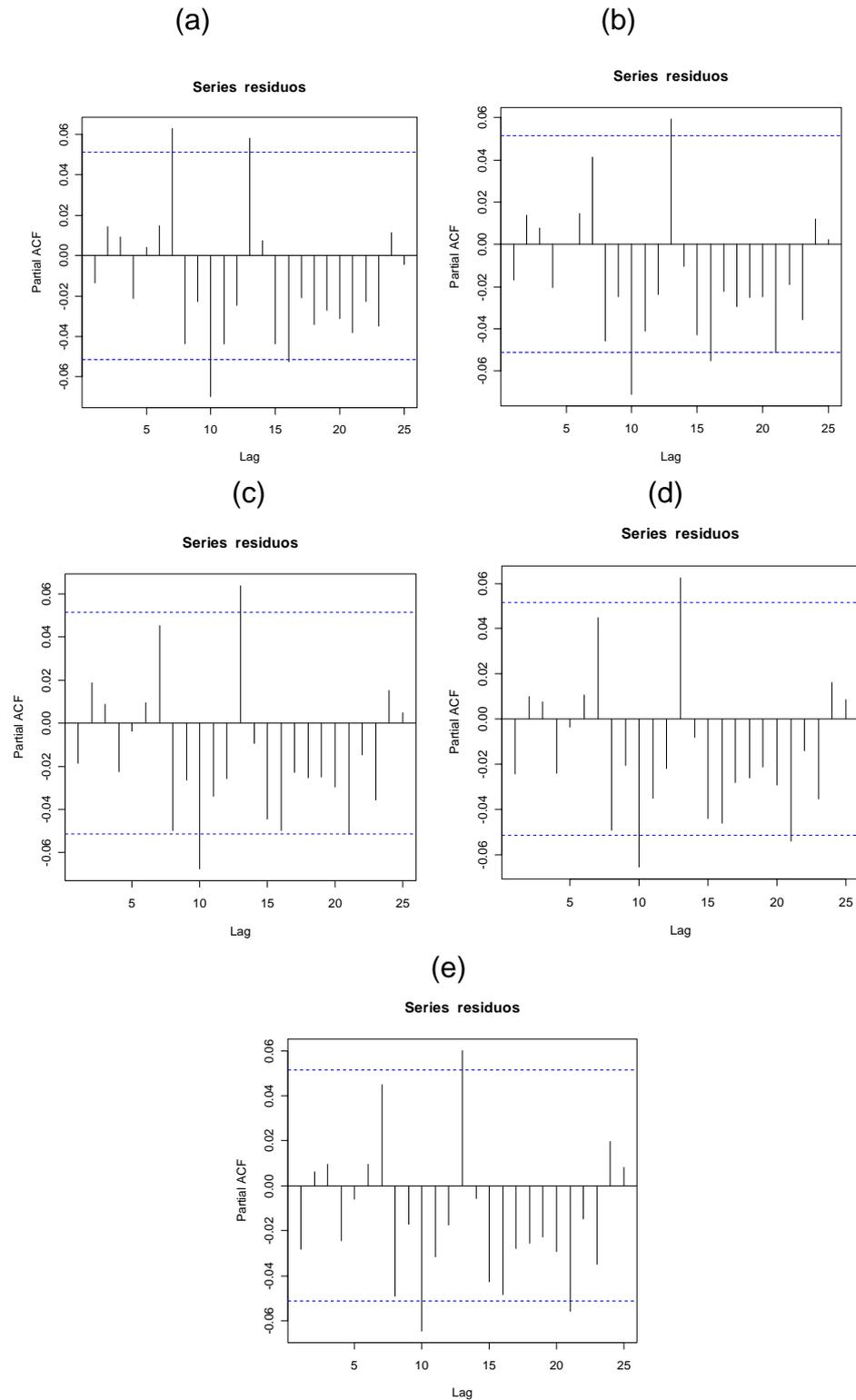
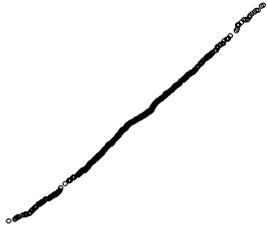


Figura B6 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.

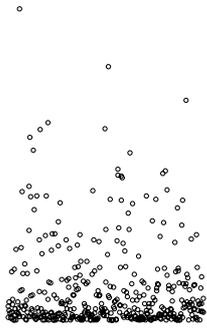
(a)

(b)



(a)

(b)



❖ **Modelo Central da Estação de Jardim Camburi**

(a)

(b)



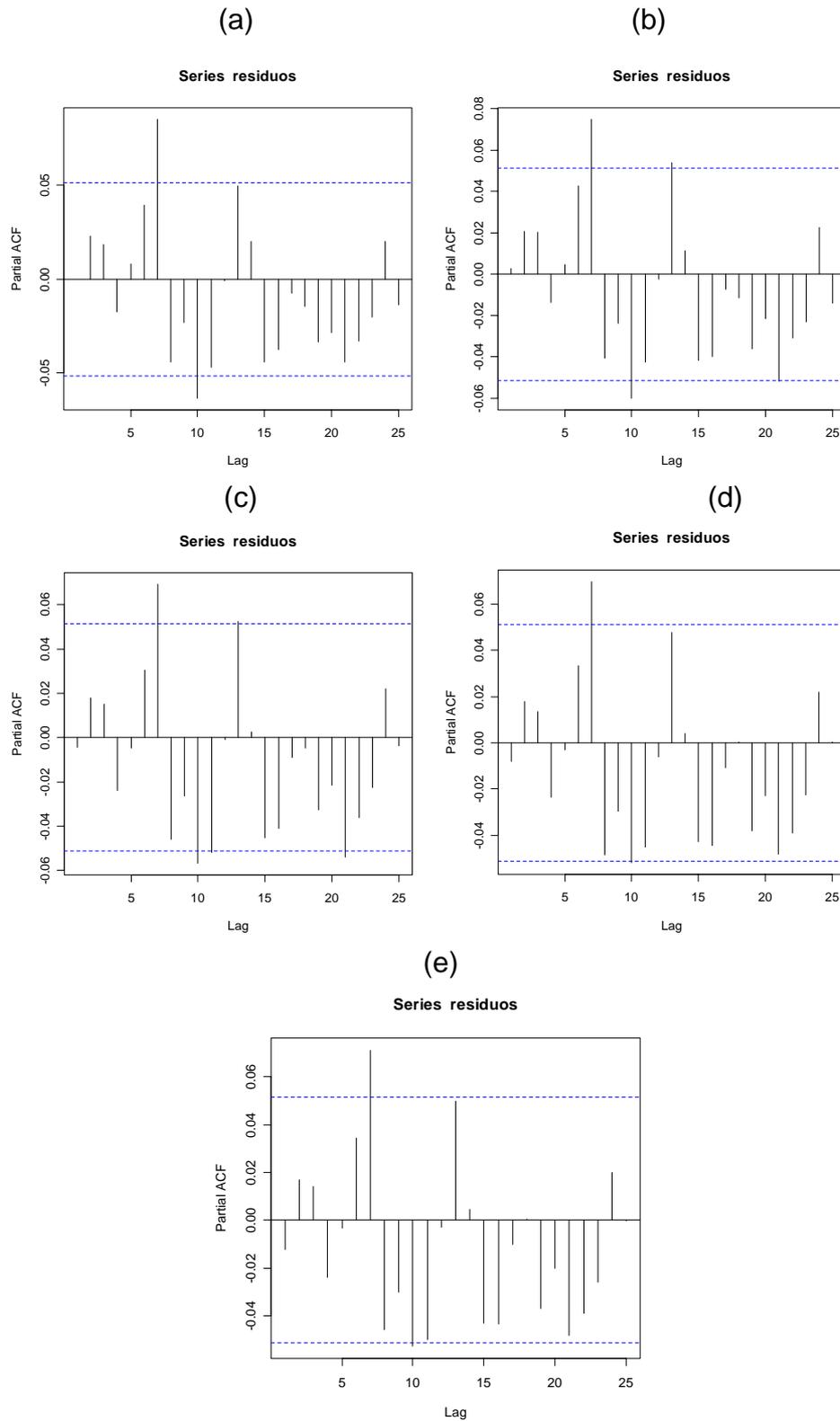
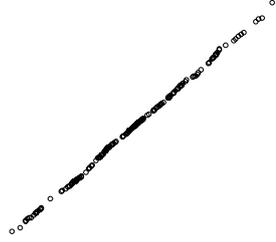


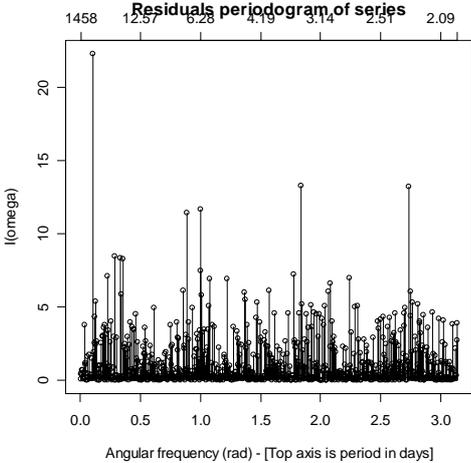
Figura B10 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.

(a)

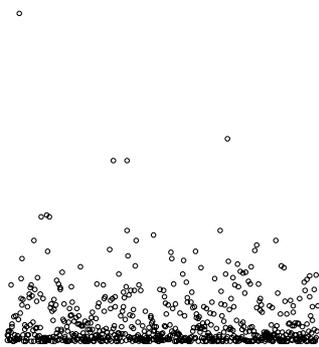
(b)



(a)



(b)



❖ **Modelo Central da Estação de Enseada do Suá**

(a)

(b)



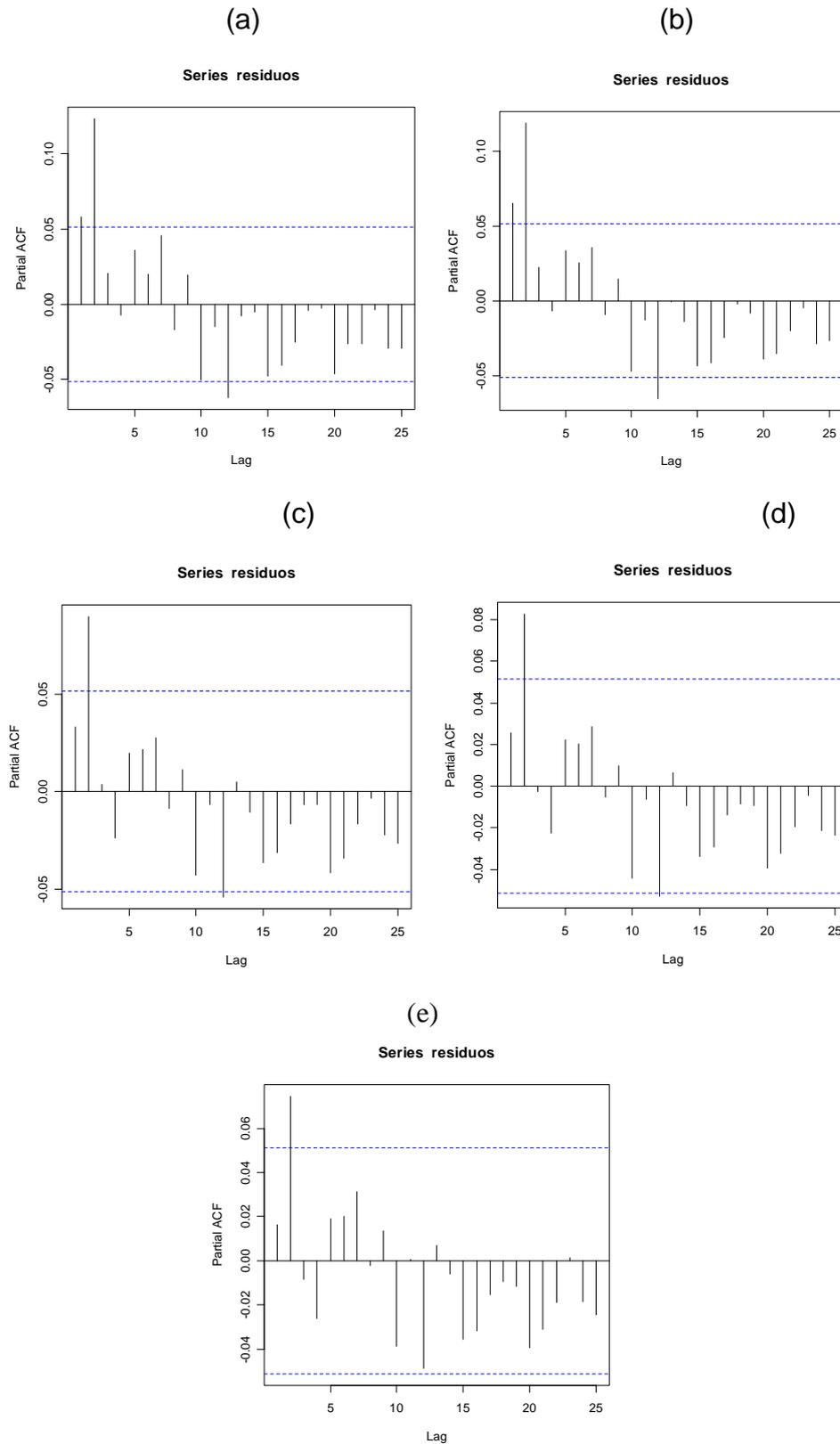
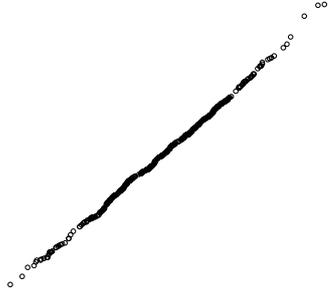


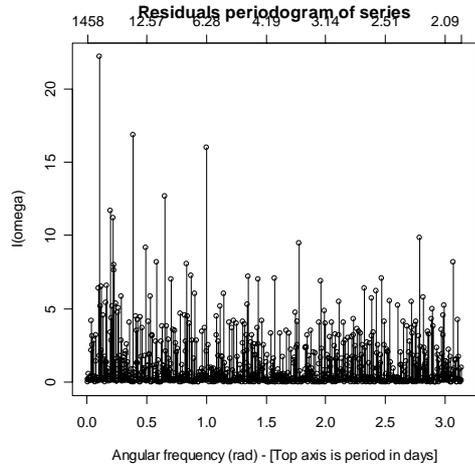
Figura B14 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.

(a)

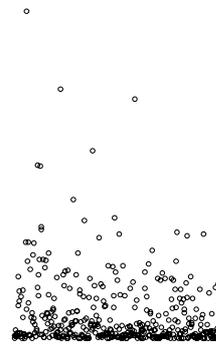
(b)



(a)



(b)



❖ **Modelo Central da Estação de Vila – Velha (Ibes)**

(a)

(b)



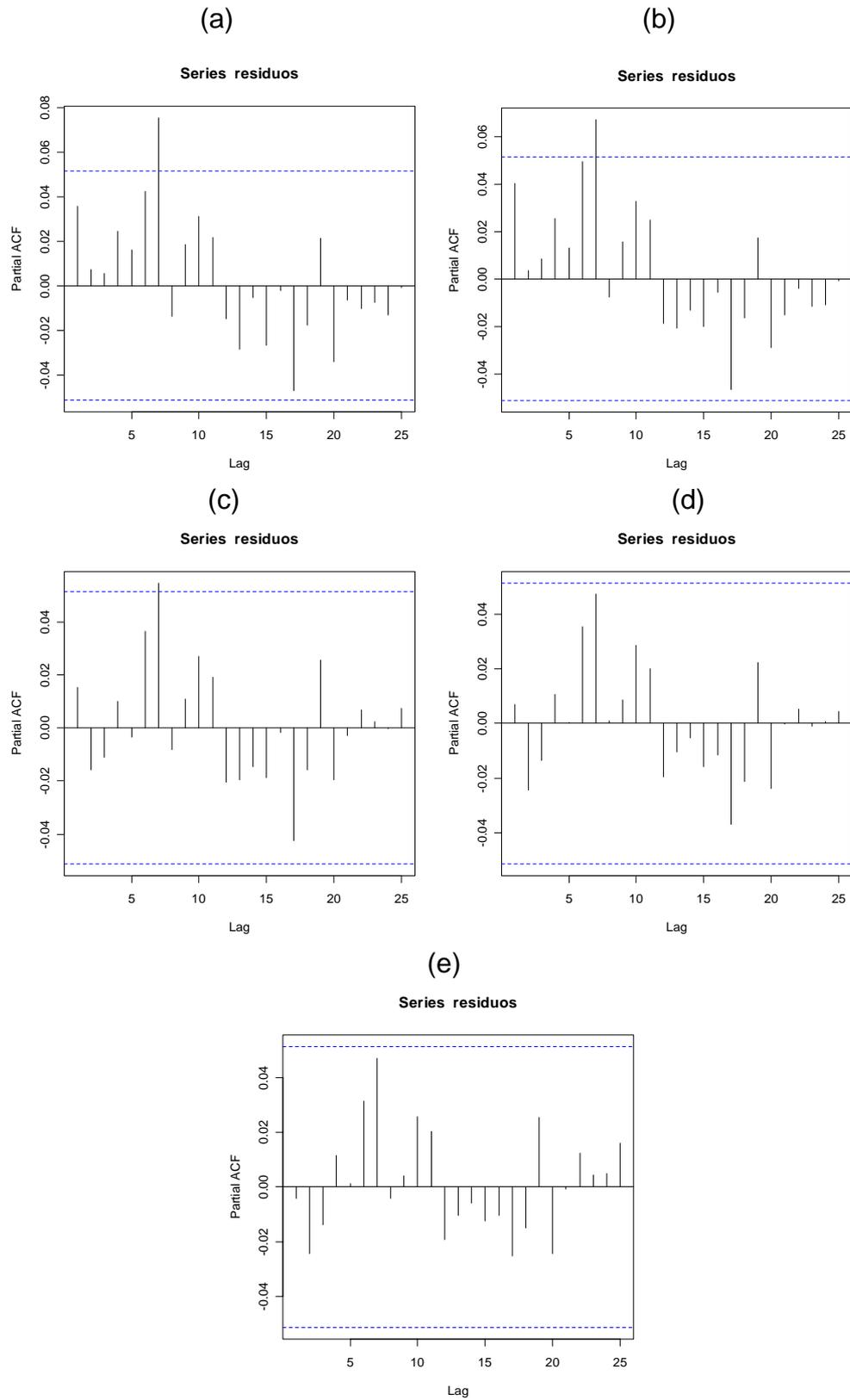
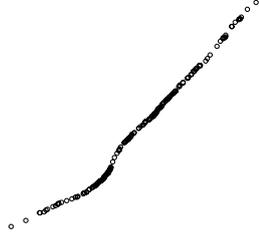


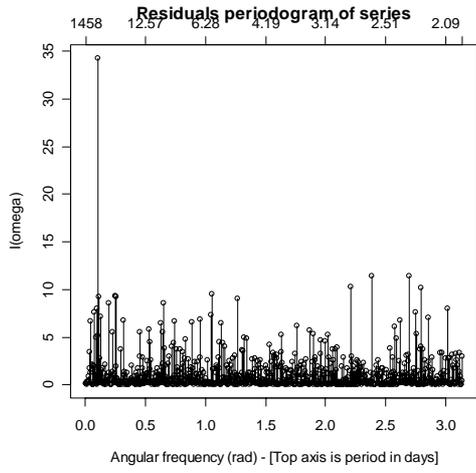
Figura B18 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.

(a)

(b)



(a)



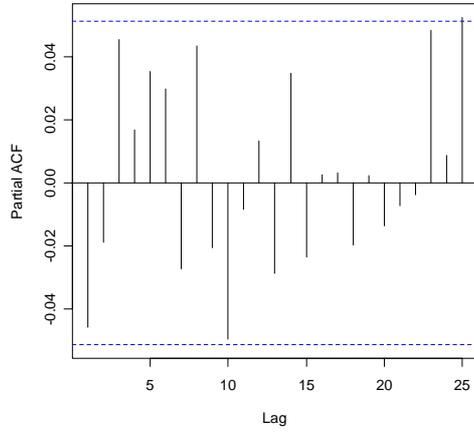
(b)



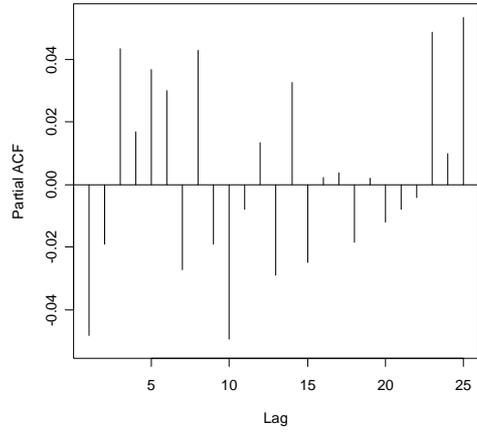


(a)

Series residuos



(b)



(a)

(b)



(a)

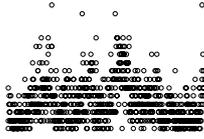
(b)



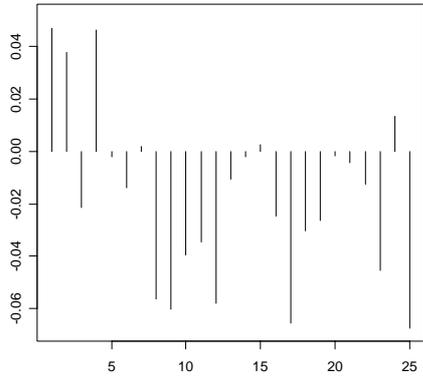
❖ **Modelo Central da Estação de Cariacica**

(a)

(b)



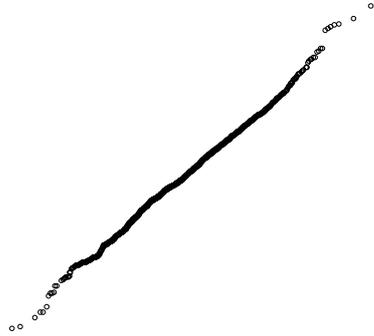
(a)



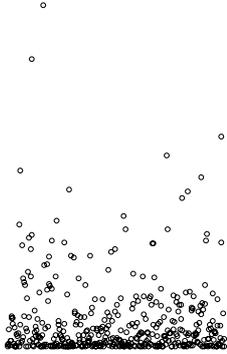
(b)

(a)

(b)



(a)



(b)

❖ **Modelo Central da Estação de Laranjeiras**

- Período de estudo: 01/01/ 2001 a 31/12/ 2002 (para o NO<sub>x</sub>)

(a)

(b)

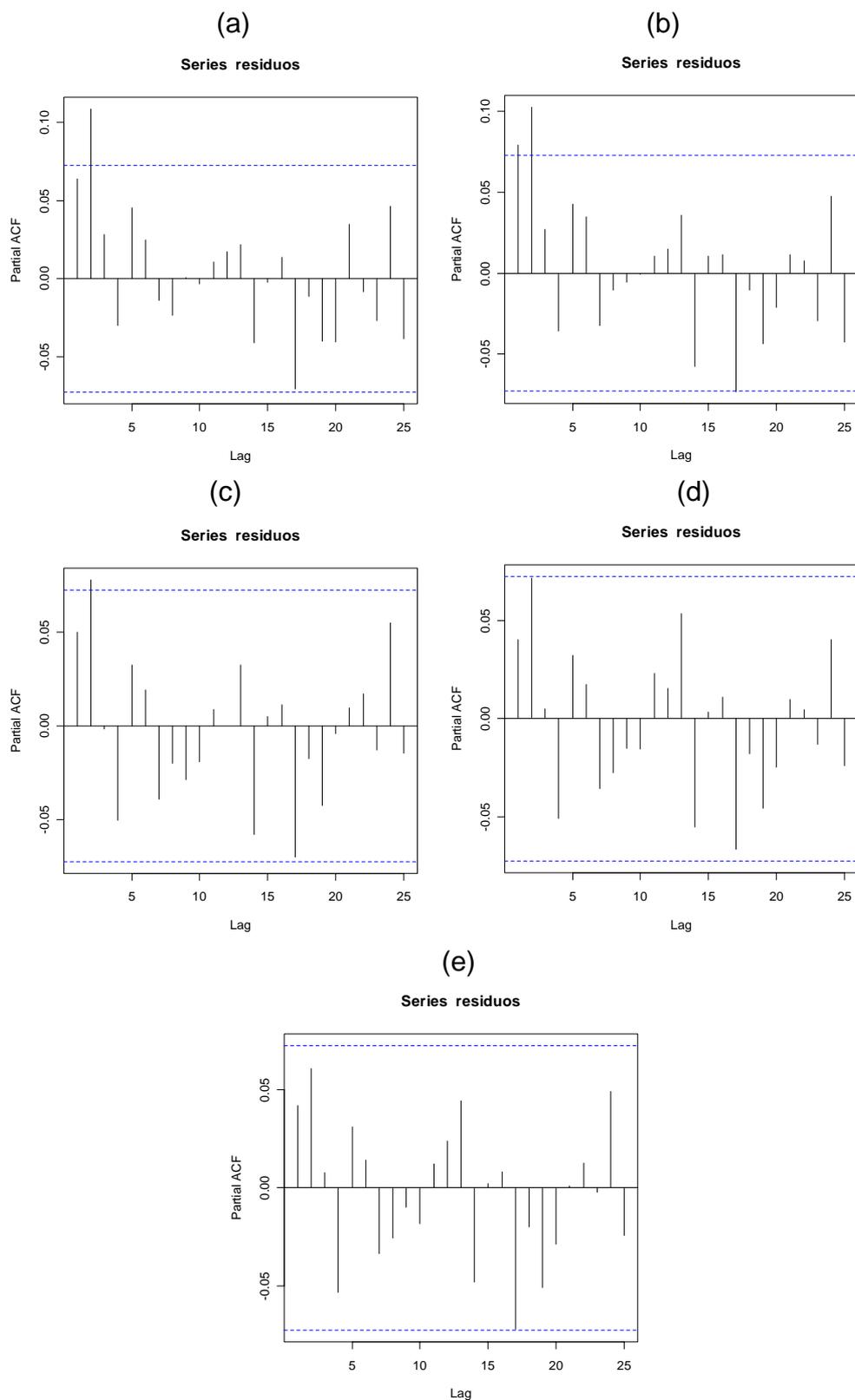
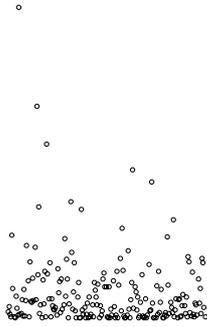


Figura B30 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.

(a)

(b)

(a)



(b)

**❖ Modelo Central da Estação de Enseada do Suá**

- Período de estudo: 01/01/2003 a 31/12/2004 (para o SO<sub>2</sub>)

(a)

(b)

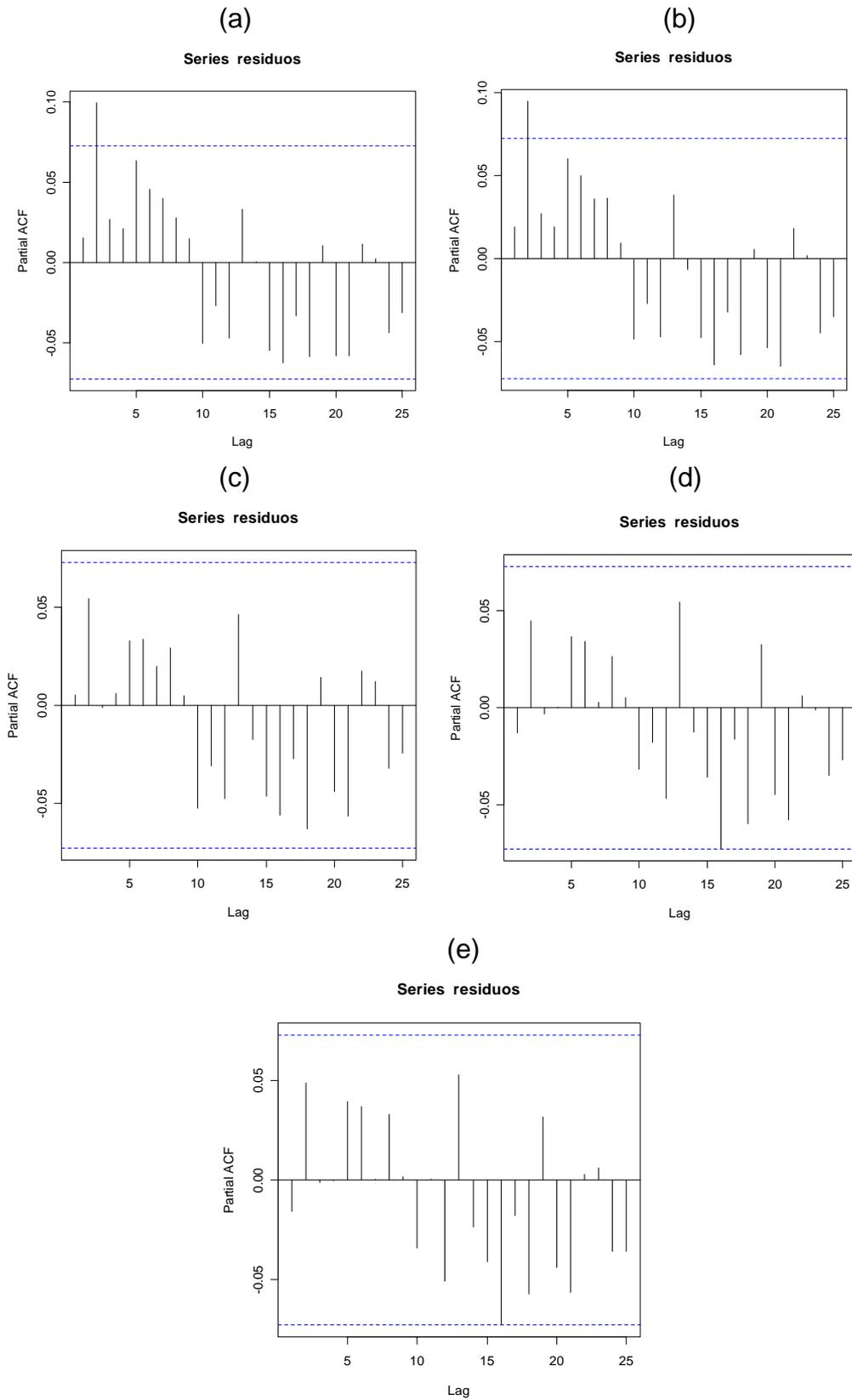
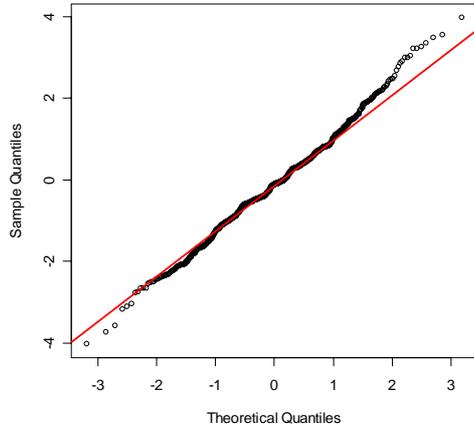


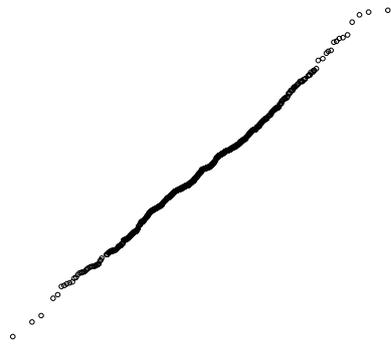
Figura B34 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.

(a)

Normal Q-Q Plot



(b)



(a)

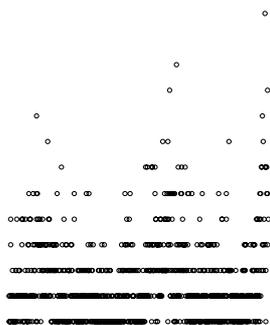
(b)

❖ **Modelo Central da Estação de Vila – Velha (Ibes)**

- Período de estudo: 01/01/2002 a 31/12/2004 (para o SO<sub>2</sub>)

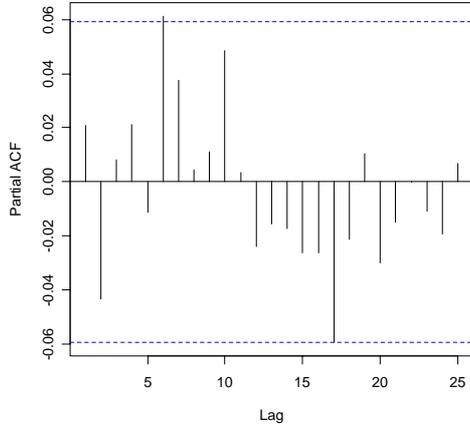
(a)

(b)

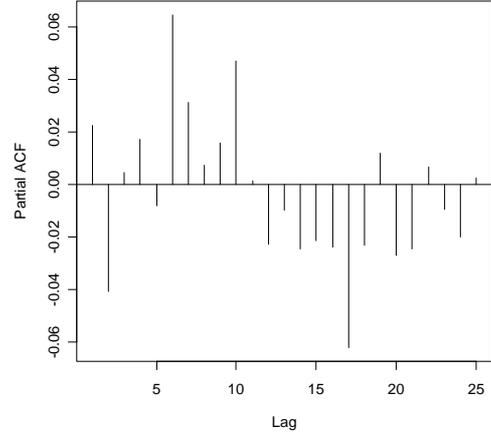


(a)

Series residuos

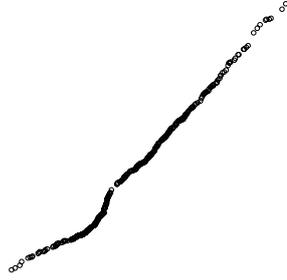


(b)

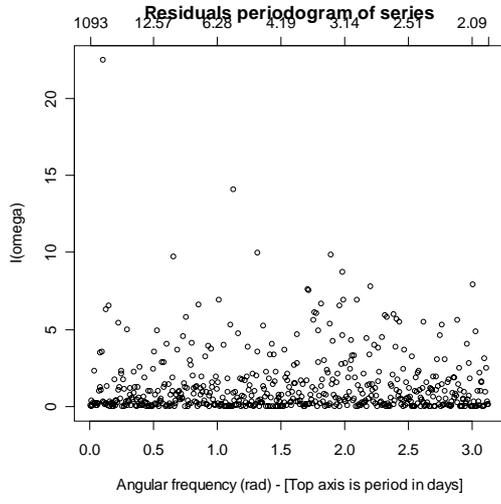


(a)

(b)



(a)

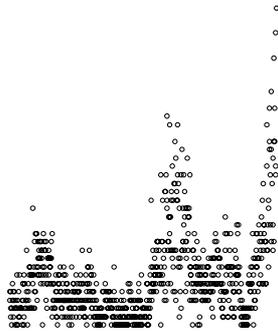


(b)

### ❖ Modelo Central da Estação de Cariacica

- Período de estudo: 01/01/2002 a 31/12/2004 (para o SO<sub>2</sub>)

(a)



(b)

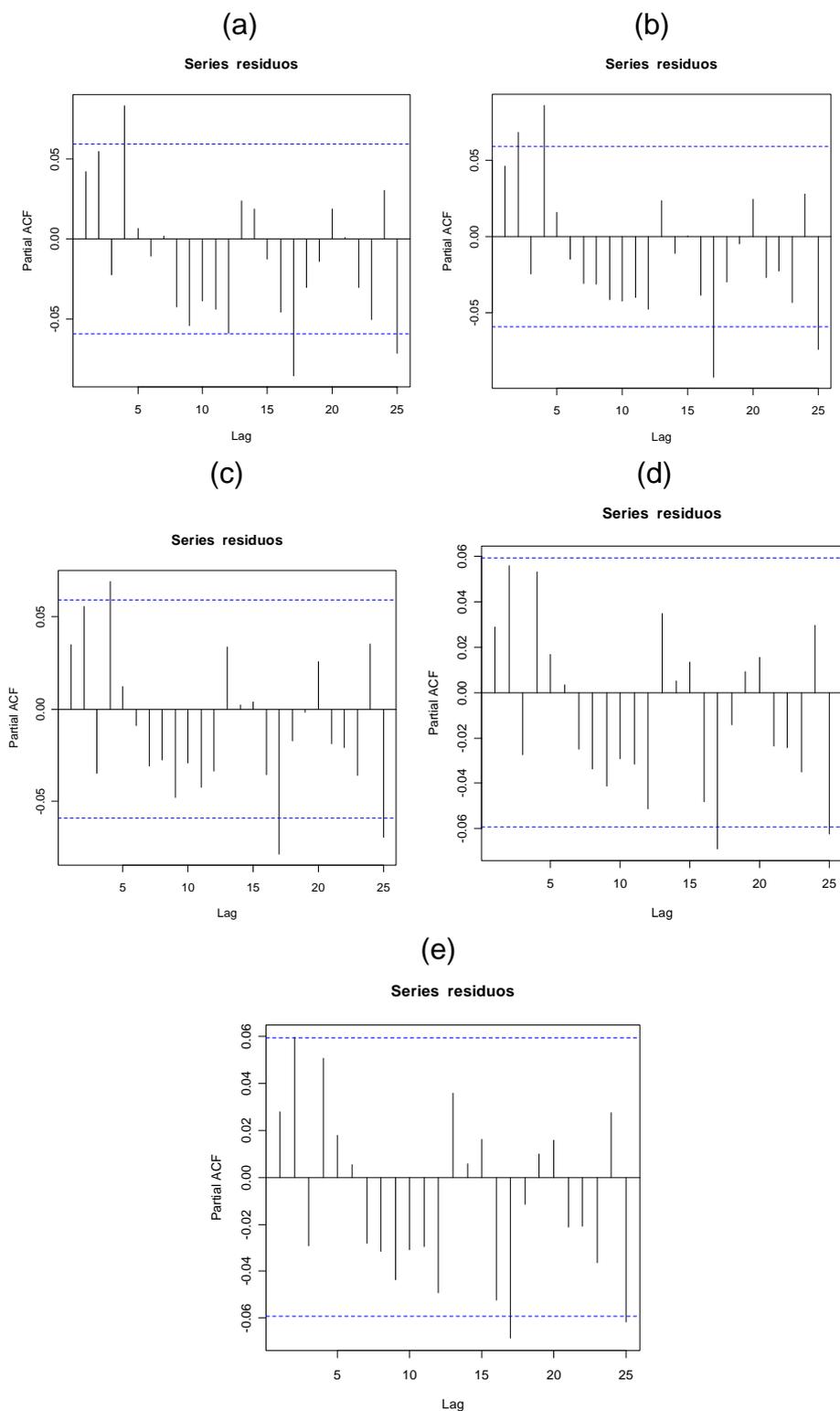
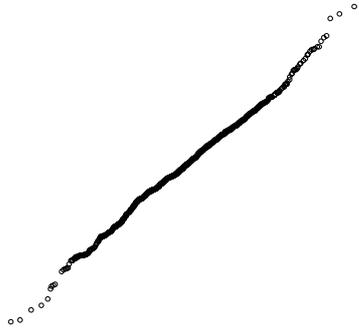


Figura B42 - Função de autocorrelação parcial da série de resíduos do modelo central. (a) ajuste para o efeito da tendência em longo prazo e sazonalidade. (b) ajuste para os dias da semana. (c) ajuste para os feriados. (d) ajuste para temperatura. (e) ajuste para umidade.

(a)

(b)



(a)

(b)

## ANEXO C - MUNICÍPIOS E BAIRROS POR ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS ESTAÇÕES RAMQAR

Bairro	Município	Código Município	Código Bairro	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>
Andorinhas	Vitória	3	399	E04	E04
Bairro da Penha	Vitória	3	421	E04	E04
Bairro de Lurdes	Vitória	3	413	E04	E04
Bairro Engenharia	Vitória	3	414	E04	E04
Bairro República	Vitória	3	453	E03, E04	E03, E04
Barro Vermelho	Vitória	3	401	E04	E04
Bento Ferreira	Vitória	3	403	E04	E04
Bonfim	Vitória	3	404	E04	E04
Caratoira	Vitória	3	407	E04, E06	E04, E06
Consolação	Vitória	3	410	E04	E04
Centro	Vitória	3	408	E04, E06	E04, E06
Estrelinha	Vitória	3	416	-	-
Forte São João	Vitória	3	418	E04, E06	E04, E06
Fradinhos	Vitória	3	419	E04	E04
Goiabeiras	Vitória	3	420	E03, E04	E03, E04
Gurigica	Vitória	3	422	E04	E04
Horto	Vitória	3	423	E04	E04
Ilha de Monte Belo	Vitória	3	426	E04	E04
Ilha de Santa Maria	Vitória	3	427	E04	E04
Ilha do Boi	Vitória	3	428	E04	E04
Ilha do Frade	Vitória	3	429	E04	E04
Ilha do Príncipe	Vitória	3	430	E04, E06	E04, E06
Inhangueta	Vitória	3	431	-	-
Itararé	Vitória	3	432	E04	E04
Jabour	Vitória	3	433	E03, E04	E03, E04
Jardim Camburi	Vitória	3	435	E02, E03	E02, E03
Jardim da Penha	Vitória	3	436	E04	E04
Jesus de Nazareth	Vitória	3	437	E04	E04
Joana D'Arc	Vitória	3	438	E04	E04
Jucutuquara	Vitória	3	439	E04	E04
Maria Ortiz	Vitória	3	440	E03, E04	E03, E04
Maruípe	Vitória	3	441	E04	E04
Mata da Praia	Vitória	3	442	E04	E04
Morada de Camburi	Vitória	3	443	E04	E04
Morro da Fonte Grande	Vitória	3	417	E03, E04	E03, E04
Morro da Piedade	Vitória	3	449	E04	E04
Morro do Alagoano	Vitória	3	398	-	-
Morro do Cruzamento	Vitória	3	411	E04	E04
Morro do Jaburu	Vitória	3	434	E04	E04
Morro do Moscoso	Vitória	3	444	E04, E06	E04, E06
Morro do Quadro	Vitória	3	451	-	-
Morro do Romão	Vitória	3	455	E04	E04
Parque Moscoso	Vitória	3	448	E04, E06	E04, E06
Praia do Canto	Vitória	3	406	E04	E04

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>
Praia do Suá	Vitória	3	472	E04	E04
Presidente Kennedy	Vitória	3	450	-	-
Resistência	Vitória	3	454	-	-
Santa Cecília	Vitória	3	463	E04	E04
Santa Lúcia	Vitória	3	464	E04	E04
Santa Luzia	Vitória	3	465	-	-
Santa Marta	Vitória	3	466	E04	E04
Santa Tereza	Vitória	3	467	-	-
Santo André	Vitória	3	456	-	-
Santo Antônio	Vitória	3	468	-	-
Santos Dumont	Vitória	3	469	E04	E04
São Cristovão	Vitória	3	458	E04	E04
São José	Vitória	3	459	-	-
São Pedro	Vitória	3	460	-	-
Sólon Borges	Vitória	3	462	E03, E04	E03, E04
Tabuazeiro	Vitória	3	473	E04	E04
Vila Rubim	Vitória	3	475	E04, E06	E04, E06
1º de Maio	Vila Velha	4	325	E06	E06
Alecrim	Vila Velha	4	327	E06	E06
Alvorada	Vila Velha	4	328	E06	E06
Araças	Vila Velha	4	329	E05	E05
Argolas	Vila Velha	4	330	E06	E06
Aribiri	Vila Velha	4	331	E06	E06
Ataíde	Vila Velha	4	332	E06	E06
Barra do Jucu	Vila Velha	4	335	-	-
Boa Vista	Vila Velha	4	336	E06	E06
Centro	Vila Velha	4	340	E05	E05
Cobi de Baixo	Vila Velha	4	342	E06	E06
Cobi de Cima	Vila Velha	4	343	E06	E06
Cobilândia	Vila Velha	4	344	E06	E06
Cocal	Vila Velha	4	345	E06	E06
Coqueiral de Itaparica	Vila Velha	4	349	E05	E05
Cristóvão Colombo	Vila Velha	4	350	E06	E06
Divino Espírito Santo	Vila Velha	4	351	E05	E05
Glória	Vila Velha	4	353	E06	E06
Guadalajara	Vila Velha	4	355	E06	E06
Garanhuns	Vila Velha	4	356	E05	E05
Ibes	Vila Velha	4	357	E06	E06
Ilha da Conceição	Vila Velha	4	359	E06	E06
Ilha das Flores	Vila Velha	4	360	E06	E06
Ilha dos Aires	Vila Velha	4	361	E05	E05
Ilha dos Bentos	Vila Velha	4	362	E05	E05
Interlagos	Vila Velha	4	363	-	-

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>
Itaparica	Vila Velha	4	364	E05	E05
Itapoã	Vila Velha	4	365	E05	E05
Jabaeté	Vila Velha	4	367	-	-
Jaburuna	Vila Velha	4	368	E06	E06
Jardim Asteca	Vila Velha	4	369	E06	E06
Jardim Colorado	Vila Velha	4	346	E06	E06
Jardim Marilândia	Vila Velha	4	371	E06	E06
Nova Itaparica	Vila Velha	4	373	E06	E06
Novo México	Vila Velha	4	374	E06	E06
Nossa Senhora da Penha	Vila Velha	4	375	E06	E06
Paul	Vila Velha	4	376	E06	E06
Planalto	Vila Velha	4	378	E06	E06
Ponta da Fruta	Vila Velha	4	379	-	-
Praia da Costa	Vila Velha	4	381	E05	E05
Rio Marinho	Vila Velha	4	383	E06	E06
Santa Inês	Vila Velha	4	387	E06	E06
Santa Mônica	Vila Velha	4	388	E06	E06
Santa Rita	Vila Velha	4	389	E06	E06
Santos Dumont	Vila Velha	4	390	E06	E06
São Torquato	Vila Velha	4	384	E06	E06
Soteco	Vila Velha	4	385	E06	E06
Terra Vermelha	Vila Velha	4	391	-	-
Vale Encantado	Vila Velha	4	392	E06	E06
Vale Encantado II	Vila Velha	4	393	E06	E06
Vila Batista	Vila Velha	4	394	E06	E06
Vila Garrido	Vila Velha	4	352	E06	E06
Vila Nova	Vila Velha	4	395	E06	E06
Areinha	Viana	5	250	E07	E07
Bairro Industrial	Viana	5	274	E07	E07
Bairro Universal	Viana	5	311	E07	E07
Canaã	Viana	5	259	E07	E07
Vila Bethânia	Viana	5	321	E07	E07
Nova Vila Bethânia	Viana	5	291	E07	E07
André Carloni	Serra	2	169	E02, E03	E03
Bairro de Fátima	Serra	2	193	E01	E01
Barcelona	Serra	2	170	E01	E01
Barro Branco	Serra	2	171	E01	E01
Bicanga	Serra	2	173	E01	E01
Boa Vista	Serra	2	174	E02, E03	E03
Caçaroca	Serra	2	175	-	-
Campinho da Serra	Serra	2	176	E01	E01
Cantinho do Céu	Serra	2	177	E02, E03	E03
Carapebus	Serra	2	179	E01	E01
Carapina I	Serra	2	180	E02, E03	E03
Cascata	Serra	2	181	E01	E01
Castelândia	Serra	2	182	E01	E01

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>
---------------	------------------	-----------------------------	--------------------------	------------------------	-----------------------

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>
Alto Boa Vista	Cariacica	1	021	E07	E07
Alto Lage	Cariacica	1	022	E07	E07
Aparecida/Santana	Cariacica	1	023	E07	E07
Bandeirante	Cariacica	1	024	E07	E07
Bela Aurora	Cariacica	1	025	E07	E07
Boa Sorte	Cariacica	1	028	E07	E07
Boa Vista	Cariacica	1	029	E07	E07
Bubu	Cariacica	1	031	E07	E07
Caçaroca	Cariacica	1	032	E07	E07
Campo Belo	Cariacica	1	034	E07	E07
Campo Grande	Cariacica	1	035	E07	E07
Campo Novo	Cariacica	1	036	E07	E07
Campo Verde	Cariacica	1	037	E07	E07
Castelo Branco	Cariacica	1	039	E07	E07
Centro	Cariacica	1	041	E07	E07
Cruzeiro do Sul	Cariacica	1	046	E07	E07
Dom Bosco	Cariacica	1	048	E07	E07
Expedito	Cariacica	1	050	E07	E07
Flexal I	Cariacica	1	051	E07	E07
Flexal II	Cariacica	1	052	E07	E07
Grauna	Cariacica	1	053	E07	E07
Itaciba	Cariacica	1	055	E07	E07
Itaguari	Cariacica	1	058	E07	E07
Itangua	Cariacica	1	056	E07	E07
Itapemirim	Cariacica	1	057	E07	E07
Jardim América	Cariacica	1	059	E07	E07
Jardim Botânico	Cariacica	1	060	E07	E07
Jardim de Ala	Cariacica	1	062	E07	E07
Loteamento Santa Bárbara	Cariacica	1	064	E07	E07
Loteamento Vila Rica	Cariacica	1	065	E07	E07
Maricara	Cariacica	1	066	E07	E07
Mochoara	Cariacica	1	068	E07	E07
Mucuri	Cariacica	1	069	E07	E07
Nova Brasília	Cariacica	1	071	E07	E07
Nova Canaã	Cariacica	1	073	E07	E07
Nova Rosa da Penha	Cariacica	1	074	E07	E07
Nova Valverde	Cariacica	1	075	E07	E07
Novo Brasil	Cariacica	1	076	E07	E07
Operário Beira Rio-B	Cariacica	1	077	E07	E07
Oriente	Cariacica	1	078	E07	E07
Padre Gabriel	Cariacica	1	079	E07	E07
Piranema	Cariacica	1	082	E07	E07
Porto Belo	Cariacica	1	083	E07	E07
Porto de Santana	Cariacica	1	085	E07	E07
Prolar	Cariacica	1	086	E07	E07
Rio Marinho	Cariacica	1	089	E07	E07

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>
Roda D'água	Cariacica	1	090	E07	E07
Rosa da Penha	Cariacica	1	091	E07	E07
Santa Bárbara	Cariacica	1	099	E07	E07
Santa Cecília	Cariacica	1	100	E07	E07
Santa Luzia	Cariacica	1	102	E07	E07
Santa Paula	Cariacica	1	103	E07	E07
Santana	Cariacica	1	092	E07	E07
São Benedito	Cariacica	1	093	E07	E07
São Francisco	Cariacica	1	094	E07	E07
São Geraldo	Cariacica	1	095	E07	E07
Sotelândia	Cariacica	1	098	E07	E07
Tabajara	Cariacica	1	105	E07	E07
Tucum	Cariacica	1	106	E07	E07
Vale dos Reis	Cariacica	1	108	E07	E07
Vale Esperança	Cariacica	1	109	E07	E07
Vasco da Gama	Cariacica	1	110	E07	E07
Vera Cruz	Cariacica	1	111	E07	E07
Vila Capixaba	Cariacica	1	112	E07	E07
Vila Independência	Cariacica	1	113	E07	E07
Vila Isabel	Cariacica	1	114	E07	E07
Vila Merlo	Cariacica	1	115	E07	E07
Vila Nova	Cariacica	1	116	E07	E07
Vila Palestina	Cariacica	1	117	E07	E07
Vila Prudêncio	Cariacica	1	118	E07	E07
Vista Dourada	Cariacica	1	120	E07	E07
Vista Mar	Cariacica	1	119	E07	E07

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>
Andorinhas	Vitória	3	399	E04	E04
Bairro da Penha	Vitória	3	421	E04	E04
Bairro de Lurdes	Vitória	3	413	E04	E04
Bairro Engenharia	Vitória	3	414	E04	E04
Bairro República	Vitória	3	453	E03, E04	E04
Barro Vermelho	Vitória	3	401	E04	E04
Bento Ferreira	Vitória	3	403	E04	E04
Bonfim	Vitória	3	404	E04	E04
Caratoira	Vitória	3	407	E04, E06	E04, E06
Consolação	Vitória	3	410	E04	E04
Centro	Vitória	3	408	E04, E06	E04, E06
Estrelinha	Vitória	3	416	-	-
Forte São João	Vitória	3	418	E04, E06	E04, E06
Fradinhos	Vitória	3	419	E04	E04
Goiabeiras	Vitória	3	420	E03, E04	E04
Gurigica	Vitória	3	422	E04	E04
Horto	Vitória	3	423	E04	E04
Ilha de Monte Belo	Vitória	3	426	E04	E04
Ilha de Santa Maria	Vitória	3	427	E04	E04
Ilha do Boi	Vitória	3	428	E04	E04
Ilha do Frade	Vitória	3	429	E04	E04
Ilha do Príncipe	Vitória	3	430	E04, E06	E04, E06
Inhangueta	Vitória	3	431	-	-
Itararé	Vitória	3	432	E04	E04
Jabour	Vitória	3	433	E03, E04	E04
Jardim Camburi	Vitória	3	435	E02, E03	-
Jardim da Penha	Vitória	3	436	E04	E04
Jesus de Nazareth	Vitória	3	437	E04	E04
Joana D'Arc	Vitória	3	438	E04	E04
Jucutuquara	Vitória	3	439	E04	E04
Maria Ortiz	Vitória	3	440	E03, E04	E04
Maruípe	Vitória	3	441	E04	E04
Mata da Praia	Vitória	3	442	E04	E04
Morada de Camburi	Vitória	3	443	E04	E04
Morro da Fonte Grande	Vitória	3	417	E03, E04	E04
Morro da Piedade	Vitória	3	449	E04	E04
Morro do Alagoano	Vitória	3	398	-	-
Morro do Cruzamento	Vitória	3	411	E04	E04
Morro do Jaburu	Vitória	3	434	E04	E04
Morro do Moscoso	Vitória	3	444	E04, E06	E04, E06
Morro do Quadro	Vitória	3	451	-	-
Morro do Romão	Vitória	3	455	E04	E04
Parque Moscoso	Vitória	3	448	E04, E06	E04, E06
Praia do Canto	Vitória	3	406	E04	E04

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>
Praia do Suá	Vitória	3	472	E04	E04
Presidente Kennedy	Vitória	3	450	-	-
Resistência	Vitória	3	454	-	E04
Santa Cecília	Vitória	3	463	E04	E04
Santa Lúcia	Vitória	3	464	E04	E04
Santa Luzia	Vitória	3	465	-	-
Santa Marta	Vitória	3	466	E04	E04
Santa Tereza	Vitória	3	467	-	-
Santo André	Vitória	3	456	-	-
Santo Antônio	Vitória	3	468	-	-
Santos Dumont	Vitória	3	469	E04	E04
São Cristovão	Vitória	3	458	E04	E04
São José	Vitória	3	459	-	-
São Pedro	Vitória	3	460	-	-
Sólton Borges	Vitória	3	462	E03, E04	E04
Tabuazeiro	Vitória	3	473	E04	E04
Vila Rubim	Vitória	3	475	E04, E06	E04, E06
1º de Maio	Vila Velha	4	325	E06	E06
Alecrim	Vila Velha	4	327	E06	E06
Alvorada	Vila Velha	4	328	E06	E06
Araças	Vila Velha	4	329	E05	-
Argolas	Vila Velha	4	330	E06	E06
Aribiri	Vila Velha	4	331	E06	E06
Ataíde	Vila Velha	4	332	E06	E06
Barra do Jucu	Vila Velha	4	335	-	-
Boa Vista	Vila Velha	4	336	E06	E06
Centro	Vila Velha	4	340	E05	-
Cobi de Baixo	Vila Velha	4	342	E06	E06
Cobi de Cima	Vila Velha	4	343	E06	E06
Cobilândia	Vila Velha	4	344	E06	E06
Cocal	Vila Velha	4	345	E06	E06
Coqueiral de Itaparica	Vila Velha	4	349	E05	-
Cristóvão Colombo	Vila Velha	4	350	E06	E06
Divino Espírito Santo	Vila Velha	4	351	E05	-
Glória	Vila Velha	4	353	E06	E06
Guadalajara	Vila Velha	4	355	E06	E06
Garanhuns	Vila Velha	4	356	E05	-
Ibes	Vila Velha	4	357	E06	E06
Ilha da Conceição	Vila Velha	4	359	E06	E06
Ilha das Flores	Vila Velha	4	360	E06	E06
Ilha dos Aires	Vila Velha	4	361	E05	-
Ilha dos Bentos	Vila Velha	4	362	E05	-
Interlagos	Vila Velha	4	363	-	-

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>
Itaparica	Vila Velha	4	364	E05	-
Itapoã	Vila Velha	4	365	E05	-
Jabaeté	Vila Velha	4	367	-	-
Jaburuna	Vila Velha	4	368	E06	E06
Jardim Asteca	Vila Velha	4	369	E06	E06
Jardim Colorado	Vila Velha	4	346	E06	E06
Jardim Marilândia	Vila Velha	4	371	E06	E06
Nova Itaparica	Vila Velha	4	373	E06	E06
Novo México	Vila Velha	4	374	E06	E06
Nossa Senhora da Penha	Vila Velha	4	375	E06	E06
Paul	Vila Velha	4	376	E06	E06
Planalto	Vila Velha	4	378	E06	E06
Ponta da Fruta	Vila Velha	4	379	-	-
Praia da Costa	Vila Velha	4	381	E05	-
Rio Marinho	Vila Velha	4	383	E06	E06
Santa Inês	Vila Velha	4	387	E06	E06
Santa Mônica	Vila Velha	4	388	E06	E06
Santa Rita	Vila Velha	4	389	E06	E06
Santos Dumont	Vila Velha	4	390	E06	E06
São Torquato	Vila Velha	4	384	E06	E06
Soteco	Vila Velha	4	385	E06	E06
Terra Vermelha	Vila Velha	4	391	-	-
Vale Encantado	Vila Velha	4	392	E06	E06
Vale Encantado II	Vila Velha	4	393	E06	E06
Vila Batista	Vila Velha	4	394	E06	E06
Vila Garrido	Vila Velha	4	352	E06	E06
Vila Nova	Vila Velha	4	395	E06	E06
Areinha	Viana	5	250	E07	E07
Bairro Industrial	Viana	5	274	E07	E07
Bairro Universal	Viana	5	311	E07	E07
Canaã	Viana	5	259	E07	E07
Vila Bethânia	Viana	5	321	E07	E07
Nova Vila Bethânia	Viana	5	291	E07	E07
André Carloni	Serra	2	169	E03	-
Bairro de Fátima	Serra	2	193	E01	E01
Barcelona	Serra	2	170	E01	E01
Barro Branco	Serra	2	171	E01	E01
Bicanga	Serra	2	173	E01	E01
Boa Vista	Serra	2	174	E03	-
Caçaroca	Serra	2	175	-	-
Campinho da Serra	Serra	2	176	E01	E01
Cantinho do Céu	Serra	2	177	E03	-
Carapebus	Serra	2	179	E01	E01
Carapina I	Serra	2	180	E03	-
Cascata	Serra	2	181	E01	E01
Castelândia	Serra	2	182	E01	E01

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>
Centro	Serra	2	183	E01	E01
Chácara Parreiral	Serra	2	184	E01	E01
Chicopolis	Serra	2	186	E01	E01
Civit	Serra	2	188	E01	E01
Diamantina	Serra	2	189	E02, E03	E03
Divinópolis	Serra	2	190	E01	E01
Eldorado	Serra	2	191	E01	E01
Eurico Salles	Serra	2	192	E02, E03	E03
Feu Rosa	Serra	2	194	E01	E01
Hélio Ferraz	Serra	2	197	E02, E03	E03
Jacaraípe	Serra	2	200	E01	E01
Jardim Carapina	Serra	2	201	E02, E03	E03
Jardim Limoeiro	Serra	2	202	E02, E03	E03
José de Anchieta I	Serra	2	204	E02, E03	E03
Laranjeiras	Serra	2	207	E01	E01
Laranjeiras Velha	Serra	2	208	E01	E01
Manguinhos	Serra	2	209	E01	E01
Marcílio de Noronha	Serra	2	211	-	-
Maringá	Serra	2	212	E01	E01
Mata da Serra	Serra	2	213	E01	E01
Nova Almeida	Serra	2	214	E01	E01
Nova Brasília	Serra	2	215	-	-
Nova Carapina	Serra	2	216	E01	E01
Nova Carapina II	Serra	2	217	E01	E01
Novo Horizonte	Serra	2	218	E02, E03	E03
Novo Porto Canoa	Serra	2	219	E01	E01
Pitanga	Serra	2	222	E01	E01
Planalto Serrano	Serra	2	223	E01	E01
Porto Canoa	Serra	2	224	E01	E01
São Diogo	Serra	2	225	E02, E03	E03
São Diogo II	Serra	2	226	E02, E03	E03
São Domingos	Serra	2	227	E01	E01
São Geraldo	Serra	2	228	E02, E03	E03
São Marcos I	Serra	2	229	E01	E01
São Marcos II	Serra	2	230	E01	E01
Serra Dourada I	Serra	2	232	E01	E01
Serra Dourada II	Serra	2	233	E01	E01
Serra Dourada III	Serra	2	234	E01	E01
Sossego	Serra	2	235	E01	E01
Taguara I	Serra	2	236	E01	E01
Taguara II	Serra	2	237	E01	E01
Taguara III	Serra	2	238	E01	E01
Tubarão	Serra	2	239	-	-
ValParaíso	Serra	2	240	E01	E01
Vila Nova dos Colares	Serra	2	241	E01	E01
Vista da Serra	Serra	2	242	E01	E01

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>
Alto Boa Vista	Cariacica	1	021	E07	E07
Alto Lage	Cariacica	1	022	E07	E07
Aparecida/Santana	Cariacica	1	023	E07	E07
Bandeirante	Cariacica	1	024	E07	E07
Bela Aurora	Cariacica	1	025	E07	E07
Boa Sorte	Cariacica	1	028	E07	E07
Boa Vista	Cariacica	1	029	E07	E07
Bubu	Cariacica	1	031	E07	E07
Caçaroca	Cariacica	1	032	E07	E07
Campo Belo	Cariacica	1	034	E07	E07
Campo Grande	Cariacica	1	035	E07	E07
Campo Novo	Cariacica	1	036	E07	E07
Campo Verde	Cariacica	1	037	E07	E07
Castelo Branco	Cariacica	1	039	E07	E07
Centro	Cariacica	1	041	E07	E07
Cruzeiro do Sul	Cariacica	1	046	E07	E07
Dom Bosco	Cariacica	1	048	E07	E07
Expedito	Cariacica	1	050	E07	E07
Flexal I	Cariacica	1	051	E07	E07
Flexal II	Cariacica	1	052	E07	E07
Grauna	Cariacica	1	053	E07	E07
Itaciba	Cariacica	1	055	E07	E07
Itaguari	Cariacica	1	058	E07	E07
Itangua	Cariacica	1	056	E07	E07
Itapemirim	Cariacica	1	057	E07	E07
Jardim América	Cariacica	1	059	E07	E07
Jardim Botânico	Cariacica	1	060	E07	E07
Jardim de Ala	Cariacica	1	062	E07	E07
Loteamento Santa Bárbara	Cariacica	1	064	E07	E07
Loteamento Vila Rica	Cariacica	1	065	E07	E07
Maricara	Cariacica	1	066	E07	E07
Mochoara	Cariacica	1	068	E07	E07
Mucuri	Cariacica	1	069	E07	E07
Nova Brasília	Cariacica	1	071	E07	E07
Nova Canaã	Cariacica	1	073	E07	E07
Nova Rosa da Penha	Cariacica	1	074	E07	E07
Nova Valverde	Cariacica	1	075	E07	E07
Novo Brasil	Cariacica	1	076	E07	E07
Operário Beira Rio-B	Cariacica	1	077	E07	E07
Oriente	Cariacica	1	078	E07	E07
Padre Gabriel	Cariacica	1	079	E07	E07
Piranema	Cariacica	1	082	E07	E07
Porto Belo	Cariacica	1	083	E07	E07
Porto de Santana	Cariacica	1	085	E07	E07
Prolar	Cariacica	1	086	E07	E07

<b>Bairro</b>	<b>Município</b>	<b>Código Município</b>	<b>Código Bairro</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>
Roda D'água	Cariacica	1	090	E07	E07
Rosa da Penha	Cariacica	1	091	E07	E07
Santa Bárbara	Cariacica	1	099	E07	E07
Santa Cecília	Cariacica	1	100	E07	E07
Santa Luzia	Cariacica	1	102	E07	E07
Santa Paula	Cariacica	1	103	E07	E07
Santana	Cariacica	1	092	E07	E07
São Benedito	Cariacica	1	093	E07	E07
São Francisco	Cariacica	1	094	E07	E07
São Geraldo	Cariacica	1	095	E07	E07
Sotelândia	Cariacica	1	098	E07	E07
Tabajara	Cariacica	1	105	E07	E07
Tucum	Cariacica	1	106	E07	E07
Vale dos Reis	Cariacica	1	108	E07	E07
Vale Esperança	Cariacica	1	109	E07	E07
Vasco da Gama	Cariacica	1	110	E07	E07
Vera Cruz	Cariacica	1	111	E07	E07
Vila Capixaba	Cariacica	1	112	E07	E07
Vila Independência	Cariacica	1	113	E07	E07
Vila Isabel	Cariacica	1	114	E07	E07
Vila Merlo	Cariacica	1	115	E07	E07
Vila Nova	Cariacica	1	116	E07	E07
Vila Palestina	Cariacica	1	117	E07	E07
Vila Prudêncio	Cariacica	1	118	E07	E07
Vista Dourada	Cariacica	1	120	E07	E07

Fonte: Saldiva et al., 2003

### **Legenda:**

E1: Estação de Laranjeiras

E2: Estação de Carapina

E3: Estação de Jardim Camburi

E4: Estação de Enseada do Suá

E5: Estação de Vila Velha (Centro)

E6: Estação de Vila Velha (Ibes)

E7: Estação de Cariacica

Continuação do **ANEXO C**



Figura C1. Mapa da RGV.

Fonte: IPES, 2006.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)