



Relatório da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória

Ano de 2004

Cariacica – 2005

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Governador

PAULO CÉSAR GOMES HARTUNG

Vice-Governador

WELLINGTON COIMBRA

SECRETARIA DE ESTADO PARA ASSUNTOS DE MEIO AMBIENTE

Secretária

MARIA DA GLORIA BRITO ABAURRE

GERÊNCIA DE CONTROLE AMBIENTAL

Gerente

JOÃO LAGES NETO

DIRETORIA TÉCNICA

Diretora

SUELI PASSONI TONINI

CENTRO SUPERVISÓRIO DA REDE AUTOMÁTICA

Coordenador da Rede

JOSÉ GUSTAVO DA COSTA

Estagiária

CAMILA CARNIELLI TRINDADE

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	10
2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA	11
2.1. RELEVO.....	11
2.2. CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	11
3. FONTES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....	12
3.1. PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO DA GRANDE VITÓRIA	13
4. POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	14
4.1. OS PRINCIPAIS POLUENTES E SEUS EFEITOS SOBRE A SAÚDE HUMANA....	15
4.2. PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR.....	17
4.3. ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR (IQA).....	17
5. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	18
5.1. OBJETIVOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	18
5.2. REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	18
5.3. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES NA GRANDE VITÓRIA	18
6. METEOROLOGIA – RESULTADOS	21
6.1 DIREÇÃO E VELOCIDADE DOS VENTOS	21
6.2 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	24
6.3. UMIDADE RELATIVA DO AR.....	25
6.4 TEMPERATURA DO AR.....	26
6.5 PRESSÃO ATMOSFÉRICA	27
6.6 RADIAÇÃO SOLAR.....	27
7. RESULTADOS DA REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA EM 2004	29
7.1.1. PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO – PTS	30
7.1.2. PARTÍCULAS INALÁVEIS – PM ₁₀	33
7.1.3. DIÓXIDO DE ENXOFRE – SO ₂	37
7.1.4. MONÓXIDO DE CARBONO – CO.....	40
7.1.5. DIÓXIDO DE NITROGÊNIO – NO ₂	43
7.1.6. OZONIO – O ₃	46
7.1.7. HIDROCARBONETOS – HC.....	49
7.2. RESULTADOS DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR.....	49
7.2.1. PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO – PTS	49
7.2.2. PARTÍCULAS INALÁVEIS – PM ₁₀	52
7.2.3. DIÓXIDO DE ENXOFRE – SO ₂	55

7.2.4. MONÓXIDO DE CARBONO – CO.....	59
7.2.5. DIÓXIDO DE NITROGÊNIO – NO ₂	61
7.2.6. OZÔNIO – O ₃	63
8 - CONCLUSÕES	66
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

Lista de Tabelas

Tabela 01 - Tipos de Fontes de Poluição e os Principais Poluentes	13
Tabela 02 – Principais Fontes de Poluição da Grande Vitória	13
Tabela 03 – Padrões nacionais de qualidade do ar estabelecido pela resolução CONAMA n° 03 de 28/06/1990.....	17
Tabela 04 – Apresenta as Faixas de Concentrações dos Poluentes para o cálculo do IQA	17
Tabela 05 – Configuração da Rede Automática da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória.....	20
Tabela 06 – Apresenta a velocidade média, velocidade máxima, velocidade mínima, calmaria (C) e ocorrência das direções dos ventos da Estação de Carapina no ano de 2004.....	21
Tabela 07 – Apresenta a velocidade média, velocidade máxima, velocidade mínima, calmaria (C) e ocorrência das direções dos ventos da Estação de Cariacica no ano de 2004.....	23
Tabela 08 – Apresenta a velocidade média, velocidade máxima, velocidade mínima, calmaria (C) e ocorrência das direções dos ventos da Estação Enseada do Suá no ano de 2004.....	23
Tabela 09 – Apresenta a velocidade média, velocidade máxima, velocidade mínima, calmaria (C) e ocorrência das direções dos ventos da Estação de Vila Velha - IBES no ano de 2004...	24
Tabela 10 – Comparação entre as médias de 2003 e 2004 dos poluentes das estações da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória.....	29
Tabela 11 – Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométrica anual, máxima e mínima ocorrido no período.....	30
Tabela 12 - Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométricas anual, máximas e mínimas ocorridas no período.....	33
Tabela 13 - Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométricas anual, máximas e mínimas ocorridas no período.....	37
Tabela 14 - Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométricas anual, máximas e mínimas ocorridas no período.....	41
Tabela 15 - Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométricas anual, máximas e mínimas ocorridas no período.....	43
Tabela 16 - Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométricas anual, máximas e mínimas ocorridas no período.....	46

Lista de Figuras

Figura 01 - Caracterização do Material Particulado da Grande Vitória. Fonte: Intelligent Receptor Modeling : A Receptor Modelling Based on Adaptive Techniques, Souza Jr, P. et all., A&WMA Conference, 2001.	11
Figura 02 – Representação esquemática do processo de dispersão poluentes.....	12
Figura 03 – Localização das estações da Rede Automática de Monitoramento.....	20
Figura 04 – Representação da rosa dos ventos da Estação de Carapina, aonde podemos observar a predominância dos ventos nas direções nordeste, leste e sudoeste respectivamente.	22
Figura 05 – Representação da rosa dos ventos da Estação de Cariacica, aonde podemos observar a predominância dos ventos nas direções Norte-Nordeste, Norte, Nordeste e sudoeste respectivamente.....	22
Figura 06 – Representação da rosa dos ventos da Estação de Enseada do Suá, aonde podemos observar a predominância dos ventos nas direções Nordeste, Sudoeste, Norte-Nordeste e Leste-Sudeste respectivamente.	23
Figura 07 – Representação da rosa dos ventos da Estação de Vila Velha – IBES, aonde podemos observar a predominância dos ventos nas direções Norte, Sudoeste, Norte-Nordeste e Nordeste respectivamente.	24
Figura 08 – Histograma de barras contendo os valores das médias acumuladas (mm) de precipitação pluviométrica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	25
Figura 09 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da umidade relativa (%), Estação Carapina, no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	25
Figura 10 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da umidade relativa (%), Estação Cariacica, no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	26
Figura 11 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da temperatura (°C) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	26
Figura 12 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da temperatura (°C) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	27
Figura 13 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da pressão (mbar) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	28
Figura 14 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da radiação solar (W/m^2) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	28
Figura 15 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	30
Figura 16 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Carapina no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	31
Figura 17 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	31
Figura 18 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	32
Figura 19 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horaria) de PTS da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	32

Figura 20 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	33
Figura 21 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM ₁₀ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	34
Figura 22 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM ₁₀ da estação de Carapina no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	34
Figura 23 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM ₁₀ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	35
Figura 24 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM ₁₀ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	35
Figura 25 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM ₁₀ da estação de Vila Velha (Centro) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	36
Figura 26 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM ₁₀ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	36
Figura 27 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM ₁₀ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	37
Figura 28 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO ₂ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	38
Figura 29 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO ₂ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	38
Figura 30 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO ₂ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	39
Figura 31 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO ₂ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	39
Figura 32 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO ₂ da estação de Vila Velha (Centro) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	40
Figura 33 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO ₂ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	40
Figura 34 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de CO da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	41
Figura 35 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de CO da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	42
Figura 36 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de CO da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	42
Figura 37 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de CO da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	43
Figura 38 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de NO ₂ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	44
Figura 39 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de NO ₂ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	44
Figura 40 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de NO ₂ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	45

Figura 41 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de NO ₂ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	45
Figura 42 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de NO ₂ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	46
Figura 43 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de O ₃ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	47
Figura 44 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de O ₃ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	47
Figura 45 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de O ₃ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	48
Figura 46 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de O ₃ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	48
Figura 47 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	49
Figura 48 – Gráfico contendo os valores das médias mensais do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Carapina no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	50
Figura 49 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	50
Figura 50 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	51
Figura 51 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	51
Figura 52 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	52
Figura 53 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM ₁₀ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	52
Figura 54 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM ₁₀ da estação de Carapina no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	53
Figura 55 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM ₁₀ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	53
Figura 56 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM ₁₀ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	54
Figura 57 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM ₁₀ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	54
Figura 58 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM ₁₀ da estação de Vila Velha (Centro) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	55
Figura 59 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM ₁₀ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	55
Figura 60 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO ₂ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	56
Figura 61 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO ₂ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	56

Figura 62 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO ₂ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	57
Figura 63 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO ₂ da estação de Vila Velha (Centro) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	57
Figura 64 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO ₂ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	58
Figura 65 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO ₂ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	58
Figura 66 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para CO da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	59
Figura 67 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para CO da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	59
Figura 68 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para CO da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	60
Figura 69 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para CO da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	60
Figura 70 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para NO ₂ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	61
Figura 71 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para NO ₂ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	61
Figura 72 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para NO ₂ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	62
Figura 73 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para NO ₂ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	62
Figura 74 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para NO ₂ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	63
Figura 75 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para O ₃ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	64
Figura 76 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para O ₃ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	64
Figura 77 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para O ₃ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.	65
Figura 78 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para O ₃ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.....	65

1. APRESENTAÇÃO

O relatório de monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória para o ano de 2004 foi elaborado com a intenção de se tornar um instrumento de consulta dos dados de qualidade do ar à população da Grande Vitória.

A Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória – RAMQAr está operando desde junho de 2000, sendo composta inicialmente por 7 Estações em funcionamento e 1 estação a ser implantada, entretanto somente os dados monitorados a partir de 01 de janeiro de 2001 são considerados válidos. Essa rede permite que a SEAMA/IEMA possa quantificar e conhecer o comportamento dos seguintes poluentes atmosféricos: PTS – Partículas Totais em Suspensão; PM10 - Partículas Inaláveis; O₃ – Ozônio; NO_x - Óxidos de Nitrogênio; CO - Monóxido de Carbono; HC - Hidrocarbonetos.

Para viabilizar a análise da qualidade do ar, a RAMQAr realiza o monitoramento dos seguintes parâmetros meteorológicos: Direção e Velocidade dos Ventos; Precipitação Pluviométrica; Umidade Relativa do Ar; Temperatura; Pressão Atmosférica e Radiação Solar.

As 8 (oito) estações que compõem a rede atualmente são: Estação Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá, Vila Velha – Centro, Vila Velha – IBES, Cariacica e Vitória – Centro (a ser implantada).

A cada hora, os dados obtidos em cada uma das 7 (sete) estações chegam ao banco de dados do Centro Supervisório, parte componente da Gerência de Controle Ambiental do IEMA (Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Em termos estatísticos, o grande volume de dados são suficientes para determinar a Qualidade do Ar nesse período de monitoramento com confiabilidade e precisão.

Os dados contidos no presente relatório são resultados do monitoramento a partir de 1º de janeiro de 2004 a 31 de dezembro de 2004. Na elaboração deste foram considerados os valores padrões estabelecidos pela resolução CONAMA nº 03 de junho de 1990 com exceção do hidrocarboneto (não possui padrão de Qualidade do Ar).

2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA

A Região da Grande Vitória abrange uma área de 1.461 km², sendo um dos principais pólos de desenvolvimento urbano e industrial do Estado, comportando uma população de 1.337.187 (IBGE/2000) habitantes (43% da população do Estado). Cerca de 55 a 65% das atividades industriais potencialmente poluidoras do Espírito Santo estão instaladas nesta região, tais como: siderurgia, pelletização, mineração (pedreiras), cimenteiras, indústria alimentícia, usina de asfalto e outras.

De acordo com estudo realizado por Souza Jr, a poluição veicular na região da Grande Vitória, tal como ocorre em grandes cidades, ainda não é o principal problema que afeta a qualidade do ar. Estudos de caracterização de materiais particulados já realizados em filtros de monitoramento (1995 a 1998) mostraram que as contribuições industriais na qualidade do ar representam 34,6%, as atividades humanas (emissão veicular, queimadas, construção civil) representam 54,6% e as emissões naturais representam 10,8%, conforme apresentado pela figura 01.



Figura 01 - Caracterização do Material Particulado da Grande Vitória. Fonte: Intelligent Receptor Modeling : A Receptor Modelling Based on Adaptive Techniques, Souza Jr, P. et al., A&WMA Conference, 2001.

2.1. RELEVO

O relevo da Grande Vitória é caracterizado por cadeias montanhosas nas porções: Noroeste (Mestre Álvaro) e Oeste (Região Serrana); e planícies (Aeroporto e manguezais) e planaltos (Planalto Serrano) na porção Norte da Região. A porção Sul é mais caracterizada por planícies (Barra do Jucu). Todas porções são intercaladas por maciços rochosos de pequeno e médio porte. As condições de relevo no geral são favoráveis em grande parte da região à circulação de ventos para dispersão de poluentes.

2.2. CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

A região da Grande Vitória possui, quanto ao comportamento térmico e de umidade (Edmon Nimer, 1989), clima tropical quente (temperatura média do mês mais frio $\geq 18^{\circ}\text{C}$) e úmido com subseção no mês de agosto. Este tipo climático se caracteriza pelo inverno ameno, onde a sensação de frio somente se verifica em forma de frentes frias esporádicas por ocasião das

invasões do anticiclone polar, e pelo verão climático sempre quente e muito longo (aproximadamente de outubro a abril), com máxima normalmente em dezembro e janeiro.

Os principais Sistemas de Circulação atmosférica que atuam na região são o anticiclone subtropical do Atlântico Sul, responsável pelos ventos “este” (E) e “nordeste” (NE) predominantes, pela insolação e altas temperaturas; e o anticiclone polar móvel, responsável pelas frentes frias provenientes do extremo sul do continente, caracterizado pelas baixas temperaturas, nebulosidade e ventos do quadrante “sul” (S).

As frentes polares muitas vezes não conseguem progredir até o Estado do Espírito Santo, pois estacionam no Sul do Brasil, se dirigindo para o mar. Algumas vezes, o deslocamento de massa fria para o mar permite a invasão da massa de ar quente, precedida por uma frente quente que se move para o sul, determinando o mau tempo persistente. A formação de frentes quentes, muito comum no verão é responsável pelas maiores precipitações pluviométricas neste período.

3. FONTES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

As atividades industriais, o tráfego de veículos, veículos sem regulagem de motor, atividade de construção civil, movimentação de materiais secos e as queimadas provocam a emissão de partículas e/ou gases para a atmosfera e conseqüentemente alteram significativamente a qualidade do ar de uma região.

Antes de alcançar os agentes receptores (ser humano, fauna, flora e materiais), os poluentes passam por processos de diluição e em alguns casos reações químicas que formam poluentes secundários, como podemos observar na figura 2.

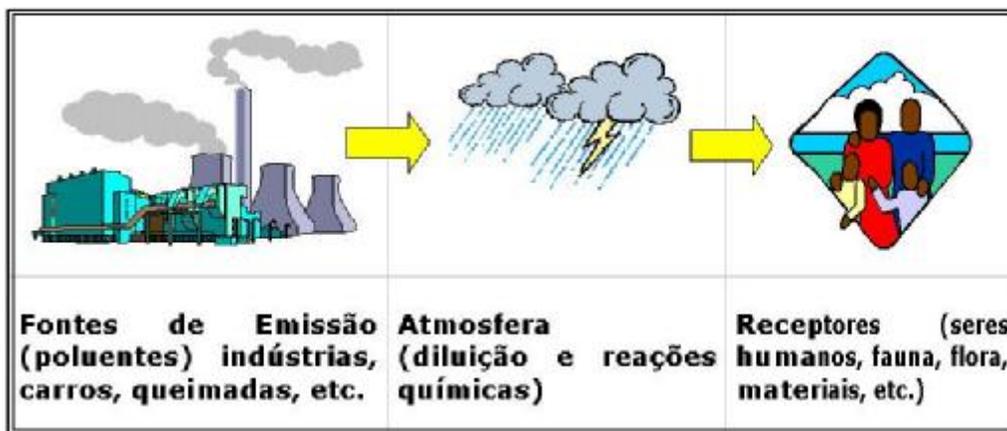


Figura 02 – Representação esquemática do processo de dispersão poluentes.

As fontes de emissão de partículas e/ou gases para a atmosfera são classificadas como pontuais ou extensas, de acordo com suas características físicas:

Fontes pontuais – são aquelas que, devido às pequenas dimensões da sua área de lançamento, podem ser consideradas como um ponto em relação às demais fontes e à região impactada. Exemplos típicos de fonte pontual são as chaminés das indústrias.

Fontes extensas – são aquelas que têm uma superfície significativa em relação às demais fontes e à região impactada. Exemplos de fontes extensas são as pilhas de materiais secos, as vias pavimentadas ou não e os solos descobertos.

As fontes de emissão para a atmosfera são ainda classificadas em fixas e móveis. Veículos com motores de combustão são caracterizados como fontes móveis. Uma chaminé, por exemplo, é uma fonte fixa. As substâncias usualmente consideradas poluentes do ar e suas principais origens são apresentadas na tabela 1, que se segue.

Tabela 01 - Tipos de Fontes de Poluição e os Principais Poluentes

Modalidade das Fontes		Tipos de Fontes		Poluentes	
A N T R O P O G Ê N I C A S	F I X A S	Processos Industriais		MP, SO _x , NO _x , CO, HC	
		Caldeiras, Fornos e Aquecedores		MP, SO _x , NO _x , CO, HC	
		Construção Civil		MP	
		Queima ao Ar Livre e Queimadas		MP, Fumaça, SO _x , NO _x , CO, HC	
		Exploração, Beneficiamento, Movimentação e Estocagem de Materiais Fragmentados		MP	
	M Ó V E I S	Tipo de Veículo/Fonte		Tipo de Combustível	Poluentes
		Aviões		Querosene	NO _x , HC, MP
		Navios e Barcos		Diesel / Óleo Combustível	NO _x , HC, MP, SO _x , CO
		Caminhão e Ônibus		Diesel	NO _x , HC, MP, SO _x , CO
			Automóveis e Motos	Gasolina / Álcool / Gás	NO _x , MP, CO, HC, Aldeídos
N A T U R A I S	Tipos de Fontes			Poluentes	
	Oceanos			MP	
	Decomposição Biológica			SO ₂ , NO ₂ , HC	
	Praias, Dunas			MP	
	Queimadas			CO, NO _x , MP, Fumaça	
	Superfícies sem cobertura vegetal			MP	

SO_x – Óxido de Enxofre, SO₂ – Dióxido de Enxofre, NO_x – Óxidos de Nitrogênio, NO₂ – Dióxido de Nitrogênio; CO – Monóxido de Carbono; HC – Hidrocarbonetos; MP – Material Particulado.

3.1. PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO DA GRANDE VITÓRIA

Tabela 02 – Principais Fontes de Poluição da Grande Vitória

Fontes de Emissão Atmosférica da Grande Vitória	
Atividades Portuárias	PRAIA MOLE (CVRD), TERMINAL DE PRODUTOS DIVERSOS (CVRD), TERMINAL DE GRÃOS (CVRD), TERMINAL DE VILA VELHA (CVRD), CODESA, COMPANHIA PORTUÁRIA DE VILA VELHA (CPVV), PEIU
Cimenteiras	MIZU, HOLDERCIM (PARAÍSO)
Fabricação de Concreto	GERAL DE CONCRETO, CONCREVIT, TOPMIX, LOGASA, POLIMIX, CONCRELIX
Frigoríficos	BOVINO, LITORAL, PALOMA, FRIMACAL
Fundição	ELUMA
Indústria Alimentícia	REAL CAFÉ, CHOCOLATES GAROTO, REFRIGERANTES IATE, BUAIZ, PERMA E QUEOPS
Indústria Cerâmica	BIANCOGRÊS, ELIANE, LOGASA
Indústria Química	CARBODERIVADOS, CARBOINDUSTRIAL
Indústria têxtil	POLTEX
Pedreiras	RYDIEN, BRASITÁLIA, PITANGA, RIO DOCE, SOBRITA, ALVORADA E IBRATA
Pelotização	CVRD
Siderurgia	CST, BELGO MINEIRA E CBF
Usina de Asfalto	ATERPA, SERRABETUME, TERRA BRASIL, TRACOMAL
Veículos	340.788 VEÍCULOS (julho/2004). Fonte: DETRAN/ES

Observação: primeira coluna em ordem alfabética.

4. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

O nível de poluição do ar é medido pela quantificação das substâncias poluentes que se apresentam a cada momento. Considera-se poluente qualquer substância presente no ar e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. A variedade de substâncias que podem estar presentes na atmosfera é muito grande, o que torna difícil a tarefa de estabelecer uma classificação. Entretanto, admite-se dividir os poluentes em duas categorias:

- **Poluentes primários:** aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão;
- **Poluentes secundários:** aqueles formados na atmosfera, através da reação química entre poluentes primários e constituintes naturais da atmosfera.

As substâncias usualmente consideradas poluentes do ar podem ser classificadas da seguinte forma:

- Compostos de enxofre (SO_2 , SO_3 , H_2S , sulfatos);
- Compostos de nitrogênio (NO , NO_2 , NH_3 , HNO_3 , nitratos);
- Compostos orgânicos de carbono (hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos orgânicos);
- Monóxido de carbono e dióxido de carbono;
- Compostos halogenados (HCl , HF , cloretos, fluoretos);
- Material particulado (mistura de compostos no estado sólido ou líquido).

A primeira observação sobre essa classificação é que ela é feita tanto na base química quanto na física, pois o grupo "material particulado" se refere ao estado físico, enquanto outros se referem a uma classificação química.

São parâmetros relevantes no processo de contaminação atmosférica as fontes de emissão, a concentração dos poluentes e suas interações do ponto de vista físico (diluição, que depende do clima e condições meteorológicas) e químico (reações químicas atmosféricas e radiação solar) e o grau de exposição dos receptores (ser humano, outros animais, plantas e materiais). Deve-se salientar que, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode mudar em função das condições meteorológicas, que determinam maior ou menor diluição dos poluentes. Por isso é que a qualidade do ar piora durante o inverno, quando as condições meteorológicas são menos favoráveis à dispersão dos poluentes. Durante os meses de inverno ocorre o fenômeno atmosférico conhecido por inversão térmica. Trata-se da conjunção de alguns fatores meteorológicos e climáticos que favorecem a estagnação atmosférica, dificultando a diluição dos poluentes.

A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera definirá o nível de qualidade do ar, que determina, por sua vez, o surgimento de efeitos adversos da poluição do ar sobre os receptores: homem, animais, materiais e plantas. E a determinação sistemática da qualidade do ar deve ser, por problemas de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes, definidos em função de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis.

Neste sentido, e de forma geral, a escolha recai sempre sobre um grupo de poluentes consagrados universalmente, que servem como indicadores de qualidade do ar: dióxido de enxofre (SO_2), partículas (poeiras) em suspensão, monóxido de carbono (CO), oxidante fotoquímico (expressos como ozônio (O_3)), hidrocarbonetos totais (HC) e óxidos de nitrogênio (NO e NO_2). A razão da seleção destes parâmetros como indicadores de qualidade do ar está ligada à sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam ao meio ambiente.

4.1. OS PRINCIPAIS POLUENTES E SEUS EFEITOS SOBRE A SAÚDE HUMANA

Os principais poluentes atmosféricos de origem industrial e veicular, bem como seus efeitos à saúde, são descritos a seguir.

- **Monóxido de Carbono (CO)**

É encontrado principalmente nas cidades devido ao grande consumo de combustíveis, tanto pela indústria como pelos veículos. No entanto, a emissão veicular nos grandes centros urbano está sendo um dos os maiores causadores deste tipo de poluição, pois seu lançamento na atmosfera se dá à altura do sistema respiratório. Constitui-se em um dos mais perigosos tóxicos respiratórios para o homem e animais devido ao fato de não possuir cheiro, não ter cor, não causar irritação e não ser percebido pelos sentidos.

O seu efeito sobre a saúde humana é devido a sua grande afinidade química com a hemoglobina do sangue, tendendo a combinar-se rapidamente com esta, ocupando o lugar destinado ao transporte do oxigênio; pode, por isso, causar a morte por asfixia. A exposição contínua, até mesmo em baixas concentrações, também está relacionada às causas de afecções de caráter crônico, além de ser particularmente nociva para pessoas anêmicas e com deficiências respiratórias ou circulatórias, pois produz efeitos nocivos no sistema nervoso central, cardiovasculares, pulmonares e outros. A exposição ao monóxido de carbono também pode afetar fetos diretamente pelo déficit de oxigênio, em função da elevação da carboxihemoglobina no sangue fetal, causando inclusive peso reduzido no nascimento e desenvolvimento pós-natal retardado.

- **Hidrocarbonetos (HC)**

São gases e vapores com odor desagradável (similar à gasolina ou diesel), irritante dos olhos, nariz, pele e trato respiratório superior, resultantes da queima incompleta e evaporação de combustíveis e outros produtos voláteis. Podem vir a causar dano celular, sendo que diversos hidrocarbonetos são considerados carcinogênicos e mutagênicos. Participam ainda na formação dos oxidantes fotoquímicos na atmosfera, juntamente com os óxidos de nitrogênio (NO_x).

- **Óxidos de Nitrogênio (NO_x)**

Não está ainda perfeitamente demonstrado que o monóxido de nitrogênio (NO) constitua perigo à saúde nas concentrações em que se encontra no ar das cidades. Entretanto, em dias de intensa radiação, o óxido de nitrogênio é oxidado a dióxido de nitrogênio (NO_2), que é altamente tóxico ao homem, aumentando a susceptibilidade às infecções respiratórias e aos demais problemas respiratórios em geral. Além de irritante das mucosas, provocando uma espécie de enfisema pulmonar, podem ser transformadas nos pulmões em nitrosaminas, algumas das quais são conhecidas como potencialmente carcinogênicas.

- **Oxidantes fotoquímicos**

Os hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio reagem na atmosfera, principalmente quando ativados pela luz solar, formando um conjunto de gases agressivos chamados de oxidantes fotoquímicos. Dentre esses, o ozônio é o mais importante, pois é utilizado como indicador da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera.

O ozônio também tem origem nas camadas superiores da atmosfera, onde exerce importantes funções ecológicas, absorvendo as radiações ultravioletas do sol e reduzindo assim a sua quantidade na superfície da Terra; pode, por outro lado, nas camadas inferiores da atmosfera, exercer ação nociva sobre vegetais, animais, materiais e sobre o homem, mesmo em concentrações relativamente baixas.

Não sendo emitidos por qualquer fonte, mas formados na atmosfera, os oxidantes fotoquímicos são chamados de poluentes secundários. Ainda que sejam produtos de reações químicas de substâncias emitidas em centros urbanos, também se formam longe desses centros, ou seja, nas periferias das cidades e locais onde, em geral, estão localizados os centros de produção agrícola. Como são agressivos às plantas, agindo como inibidores da fotossíntese e produzindo lesões características nas folhas, o controle dos oxidantes fotoquímicos adquire, assim, fortes conotações sócio-econômicas.

Estes poluentes formam o chamado "smog" fotoquímico ou névoa fotoquímica, que possui esse nome porque promove na atmosfera redução da visibilidade. Ademais, provocam danos na estrutura pulmonar, reduzindo sua capacidade e diminuindo a resistência às infecções; causam ainda, o agravamento das doenças respiratórias, aumentando a incidência de tosse, asma, irritações no trato respiratório superior e nos olhos. Seus efeitos mais danosos parecem estar mais relacionados com a exposição cumulativa do que com os picos diários.

- **Dióxido de Enxofre (SO₂)**

A inalação do dióxido de enxofre (SO₂), mesmo em concentrações muito baixas, provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares. Em concentrações progressivamente maiores, causam o aumento da secreção mucosa nas vias respiratórias superiores, inflamações graves da mucosa e redução do movimento ciliar do trato respiratório, responsável pela remoção do muco e partículas estranhas. Pode aumentar a incidência de rinite, faringite e bronquite. Em certas condições, o SO₂ pode transformar-se em trióxido de enxofre (SO₃) e, com a umidade atmosférica, transformar-se em ácido sulfúrico, sendo assim um dos componentes da chuva ácida.

- **Material Particulado**

Sob a denominação geral de material particulado (MP), se encontra uma classe de poluentes constituída de elementos advindos de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que, devido ao seu pequeno tamanho, se mantém suspenso na atmosfera. As fontes emissoras desse poluente são as mais variadas, indo de incômodas "fuligens" emitidas pelos veículos até as fumaças expelidas pelas chaminés industriais, passando pela própria poeira depositada nas ruas, levantada pelo vento e pelo movimento dos veículos.

Até 1989, a Legislação Brasileira preocupava-se apenas com as "Partículas Totais em Suspensão" (PTS), ou seja, com todos os tipos e tamanhos de partículas que se mantêm suspensas no ar, grosso modo, partículas menores que 100 microns [1 µm (micron) = 10⁻⁶ m]. No entanto, pesquisas recentes, mostram que aquelas mais finas, em geral as menores que 10 microns (PM₁₀), penetram mais profundamente no aparelho respiratório e são as que apresentam efetivamente mais riscos à saúde. Desta forma, a Legislação Brasileira passou também a se preocupar com as "Partículas Inaláveis - PM₁₀", a partir de 1990.

As "Partículas Inaláveis - PM₁₀" não são retidas pelas defesas do organismo, tais como, pelos do nariz e mucosas, podendo causar irritação nos olhos e garganta, reduzindo a resistência às infecções e ainda provocando doenças crônicas. O mais grave é que essas partículas finas, quando inspiradas, atingem as partes mais profundas dos pulmões, transportando para o interior do sistema respiratório, substâncias tóxicas e cancerígenas. O PM₁₀ pode causar ainda danos à estrutura e à fachada de edifícios, à vegetação e são também responsáveis pela redução da visibilidade.

4.2. PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR

Tabela 03 – Padrões nacionais de qualidade do ar estabelecido pela resolução CONAMA n° 03 de 28/06/1990.

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário		Padrão Secundário	
		µg/m ³	ppb	µg/m ³	ppb (4)****
PTS	24 horas (1)*	240		150	
	MGA (2)**	80		60	
PM ₁₀	24 horas (1)*	150		150	
	MAA (3)***	50		50	
CO	1 hora (1)*	40.000	35.000	40.000	35.000
	8 horas	10.000	9.000	10.000	10.000
O ₃	1 hora (1)*	160	81,6	160	81,6
SO ₂	24 horas (1)*	365	139	100	38,2
	MAA (3)***	80	30,5	40	15,3
NO ₂	1 hora (1)	320	170	190	101
	MAA (3)***	100	53,2	100	53,2

(1)* Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano. (2)** Média Geométrica Anual, (3)*** Média Aritmética Anual, (4)**** ppb - Parte por Bilhão.

Padrão Primário de qualidade do ar: são as concentrações de poluentes presentes no ar que, ultrapassados, poderão afetar à saúde.

Padrão Secundário de qualidade do ar: são as concentrações de poluentes das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

4.3. ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR (IQA)

Os índices de qualidade do ar (IQA) são subdivididos em faixas de concentrações para cada poluente, como se pode observar na tabela 4, e essas são classificadas por cores que indicam os efeitos que os poluentes causam à saúde humana, e tempo de exposição, subdividindo em intervalos calculados pelas médias móveis das últimas 24h para os poluentes (PTS, PM₁₀ e SO₂), 1h para os poluentes (NO₂ e O₃) e 8h para o (CO). A classificação dos Índices de Qualidade do Ar é baseada em estudos feitos pela Agência de Proteção Ambiental Americana - EPA e estão apresentados nos relatórios “Pollutant Standards Index” EPA-454/R-00-005. A utilização de IQA’s atende e contempla a resolução CONAMA N° 03 de 28 de junho de 1990.

Tabela 04 – Apresenta as Faixas de Concentrações dos Poluentes para o cálculo do IQA

1. IQA		Faixas de Concentração dos Poluentes (ng/m ³)					
Classificação	Faixa	Média (24 horas)			Média (1h)		Média (8h)
		PTS	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	O ₃	CO
Bom	0 - 50	0 - 80	0 - 50	0 - 80	0 - 100	0 - 80	0 - 4500
Regular	51 - 100	81 - 240*	51 - 150*	81 - 365*	101 - 320*	81 - 160*	4501 - 10.000*
Inadequado	101 - 100	241 - 375	151 - 250	366 - 800	321 - 1130	161 - 200	10.001 - 15.000
Má	200 - 299	376 - 625	251 - 420	801 - 1600	1131 - 2260	201 - 800	15.001 - 30.000
Péssima	300 - 399	626 - 875	421 - 500	1601 - 2100	2261 - 3000	801 - 1000	30.001 - 40.000
Crítica	acima 400	876 - 1000	501 - 600	2101 - 2620	3001 - 3750	1001 - 1200	40.001 - 50.000

Observação: Os índices até a classificação “Regular”, atende ao Padrão de Qualidade do Ar estabelecido pela Resolução CONAMA n°03 de 1990. * **Padrão CONAMA**

5. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

O Governo do Estado do Espírito Santo, através do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, realiza o monitoramento da Qualidade do Ar com base na atribuição dada pela Resolução/CONAMA/Nº03 de 28 de Junho de 1990, art 4º, por meio da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAr).

5.1. OBJETIVOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

São objetivos do Monitoramento da Qualidade do Ar:

- Medir a exposição horária da população na Região da Grande Vitória aos poluentes: material particulado (PTS), partículas inaláveis com diâmetro menores que 10 (dez) microns (PM_{10}), dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarboneto (HC) e ozônio (O_3), distribuída em 08 (oito) estações localizadas em locais estratégicos a fim de auxiliar a ação mais rápida e eficaz no controle e na fiscalização por parte do IEMA, garantindo desta maneira a melhoria da qualidade de vida da população da Região da Grande Vitória.
- Avaliar a qualidade do ar na Região da Grande Vitória de modo a verificar os níveis de concentrações de poluentes a fim de se comparar com os padrões de Qualidade do Ar fixados pelo CONAMA;
- Fornecer subsídios para avaliar os efeitos da poluição na saúde humana, nos materiais, na fauna e na flora.

5.2. REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR (RAMQAr)

Esta rede, inaugurada em 06/06/2000, é de propriedade do IEMA sendo gerenciada por este Instituto. A referida rede é distribuída em oito estações localizadas em locais estratégicos com equipamentos de medição avançados. Pode-se, portanto, comparar com os padrões de qualidade do ar fixados pelo CONAMA, e os resultados do monitoramento são divulgados sob forma de índices, para uma melhor compreensão dos níveis de qualidade do ar, todos os dias úteis, via internet e disponibilizados para a imprensa local.

5.3. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES NA GRANDE VITÓRIA

• ESTAÇÃO ENSEADA DO SUÁ

Endereço: Batalhão do Corpo de Bombeiros - Enseada do Suá - Vitória. Essa estação é apresentada como a principal na rede de medição instalada, pois se localiza em ponto estratégico da Grande Vitória e proporciona grande área de cobertura espacial. Além disso, ela é diretamente influenciada pelas emissões de origem industrial da Ponta de Tubarão e pelas fontes móveis que convergem para aquela área de passagem natural da região. Nessa estação estão instalados monitores para todos os gases e partículas medidos na RAMQAr.

• ESTAÇÃO CENTRO – VITÓRIA (em fase de implantação)

Ministério da Fazenda - Centro – Vitória. Nessa estação deverão ser instalados monitores para os gases SO_2 , CO, HC e NO_x e também para PTS e PM_{10} . Também localizada em ponto estratégico da Grande Vitória, a Estação proporcionará cobertura espacial de áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos, recebendo ainda contribuições de atividades portuárias e fontes industriais localizadas principalmente nos municípios de Vila Velha e Cariacica.

- **ESTAÇÃO VILA VELHA - CENTRO**

Endereço: Av. Champagnat (McDonalds) - Centro - Vila Velha. Nessa estação estão instalados monitores particulados PM10 e de gás SO₂. Apesar de estar situada em local de alto mérito, as esferas de influência dessa estação, para a maioria dos poluentes, apresentaram-se altamente redundantes quando comparadas com as da estação Enseada do Suá, exceto para o parâmetro S02. A estação proporciona cobertura espacial de áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos, indústrias da Ponta de Tubarão e outras indústrias de Vitória e Vila Velha.

- **ESTAÇÃO JARDIM CAMBURI**

Endereço: Unidade de Saúde Municipal - Jardim Camburi – Vitória. Nessa estação estão instalados monitores de Particulados, PTS e PM10 e gasosos SO₂ e NO_x. Apesar de estar situada em local de alto mérito, as esferas de influência dessa estação para a maioria dos poluentes apresentaram-se com pequena cobertura espacial ou com cobertura em áreas não habitadas. A Estação cobre áreas diretamente influenciadas pelas emissões de indústrias da Ponta de Tubarão, e outras indústrias da Serra e Vitória. A Estação sofre influência de fontes móveis circulando em áreas nos seus arredores.

- **ESTAÇÃO VILA VELHA - IBES**

Endereço: 4º Batalhão Polícia Militar - IBES - Vila Velha. Nessa estação estão instalados monitores de SO₂, HC, CO, O₃, NO_x, PTS e PM10. Situada em local de mérito intermediário, a estação apresenta uma alta cobertura na parte sul da região de estudo, com baixa redundância entre outras estações da rede otimizada. A Estação cobre áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos, indústrias da Ponta de Tubarão e outras indústrias de Vitória, Vila Velha e Cariacica. Esta estação reúne todas as condições físicas para medição adequada dos parâmetros meteorológicos e foi indicada para o monitoramento da direção e velocidade do vento.

- **ESTAÇÃO CEASA - CARIACICA**

Endereço: CEASA - Campo Grande – Cariacica. Nessa estação estão instalados monitores de O₃, SO₂, NO_x, CO, PTS e PM10. Situada em local de mérito intermediário, a estação apresenta uma alta cobertura na parte sudoeste da região de estudo, com baixa redundância entre outras estações da rede otimizada. A Estação cobre ainda áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos e indústrias de Cariacica. Essa estação reúne todas as condições físicas para medição adequada de parâmetros meteorológicos, tendo sido indicada para o monitoramento da direção e velocidade do vento, umidade relativa e temperatura.

- **ESTAÇÃO CARAPINA**

Endereço: Área Administrativa da CST - Carapina – Serra. Estão instalados na Estação monitores de PTS e PM10 visando dar cobertura a alguns bairros da Serra não atingidos por outras estações de medição. Situada em local de baixo mérito, a estação apresenta elevada redundância com a Estação Jardim Camburi, para a maioria dos gases monitorados pela rede. No entanto, tornou-se necessária a sua inclusão na rede para cobrir locais não cobertos pelas demais estações candidatas. Esta estação capta influências das indústrias da Ponta de Tubarão em determinadas condições de vento, podendo registrar influência relativa de veículos e outras fontes da Serra e Vitória e até níveis de background em outros momentos. Encontram-se instalados na Estação Carapina, equipamentos de monitoramento da direção e velocidade do vento, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação solar.

- **ESTAÇÃO LARANJEIRAS**

Endereço: Hospital Dório Silva - CIVIT – Serra. Nessa estação estão instalados monitores de O₃, SO₂, NO_x, CO, PTS e PM₁₀. A estação apresenta grande cobertura espacial de áreas urbanas do município da Serra, sendo pouco redundante com as demais estações. Ela monitora a influência direta das indústrias da Ponta de Tubarão e demais indústrias do CIVIT, sendo representativa de níveis de background principalmente relacionado a emissões veiculares para as condições meteorológicas predominantes na região de estudo.



Figura 03 – Localização das estações da Rede Automática de Monitoramento

Tabela 05 – Configuração da Rede Automática da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória.

Estação	PTS	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC	O ₃	Meteorologia*
Estação Laranjeiras								
Estação Carapina								DV,VV,UR,PP,P,T,I
Estação Jardim Camburi								
Estação Enseada do Suá								DV,VV
Estação Vitória Centro								
Estação Ibes								DV,VV
Estação Vila Velha								
Estação Cariacica								DV,VV,T,UR

DV: Direção de Vento; PP: Precipitação Pluviométrica; VV: Velocidade do Vento; UR: Umidade Relativa; I: Insolação; P: Pressão; T: Temperatura.

Observação 1: PTS – Partículas Totais em Suspensão; PM₁₀ – Partículas Inaláveis menores de 10 microns; SO₂ – Dióxido de Enxofre; NO_x – Óxidos de Nitrogênio; O₃ – Ozônio; HC – Hidrocarbonetos; CO – Monóxido de Carbono

Observação 2: A Estação Vitória Centro ainda está em fase de construção.

6. METEOROLOGIA – RESULTADOS

A qualidade do ar de uma determinada região está diretamente relacionada com as fontes de emissão e com as condições meteorológicas como: direção e velocidade de vento, precipitação pluviométrica, umidade relativa, pressão barométrica e radiação solar.

A variação desses parâmetros meteorológicos na atmosfera dificulta ou facilita a dispersão dos poluentes presentes na mesma. Devido a esse comportamento de mudanças nos parâmetros meteorológicos, torna-se necessário correlacionar os resultados obtidos de concentração de poluentes do monitoramento com os dados meteorológicos.

A seguir estão relacionadas as avaliações do monitoramento dos parâmetros acima relacionados de 4 (quatro) estações meteorológicas que compõem a Rede de Monitoramento Automático: Estação Carapina, Enseada do Suá, Vila Velha - IBES e Cariacica.

6.1 DIREÇÃO E VELOCIDADE DOS VENTOS

As rosas dos ventos das Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar de Carapina, Cariacica, Enseada do Suá e IBES do ano de 2004, representadas pelas figuras 03, 04, 05 e 06 respectivamente mostram que as direções predominantes dos ventos na Região da Grande Vitória foram às direções Norte (N), Nordeste (NE), Leste–Nordeste (ENE), Norte–Nordeste (NNE), Sul–Sudoeste (SSW) e Sudoeste (SW).

Nas tabelas 06, 07, 08 e 09 das Estações de Carapina, Cariacica, Enseada do Suá e IBES, estão representados os valores de velocidade média, velocidade máxima, velocidade mínima, ocorrência e calmaria da direção dos ventos na região da Grande Vitória no ano de 2004. É importante salientar que o aumento da velocidade dos ventos facilita a dispersão dos poluentes gasosos na atmosfera, porém propicia o arraste de material particulado aumentando assim as concentrações de particulados na mesma. Isso pode ser observado nos períodos de menor incidência de chuvas onde ocorre aumento significativo de poeira nas vias de tráfego de veículos, nas moradias e em áreas livres (pátios, quadras, etc).

Tabela 06 – Apresenta a velocidade média, velocidade máxima, velocidade mínima, calmaria (C) e ocorrência das direções dos ventos da Estação de Carapina no ano de 2004.

Parâmetros	Direção do Vento																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Vel. Média (m/s)	0,97	1,55	2,29	2,27	2,85	2,43	1,86	1,96	1,69	1,83	2,73	2,49	1,77	1,31	1,18	0,96	0,0
Vel. Máxima (m/s)	2,77	4,45	4,87	4,79	5,33	4,5	3,4	3,4	3,39	3,44	5,1	6,0	4,4	2,4	2,5	2,35	0,0
Vel. Mínima (m/s)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0
Ocorrência (%)	1,63	6,04	18,43	9,0	10,57	3,36	1,87	1,32	0,88	1,98	9,77	8,94	5,84	6,02	6,73	4,46	3,16

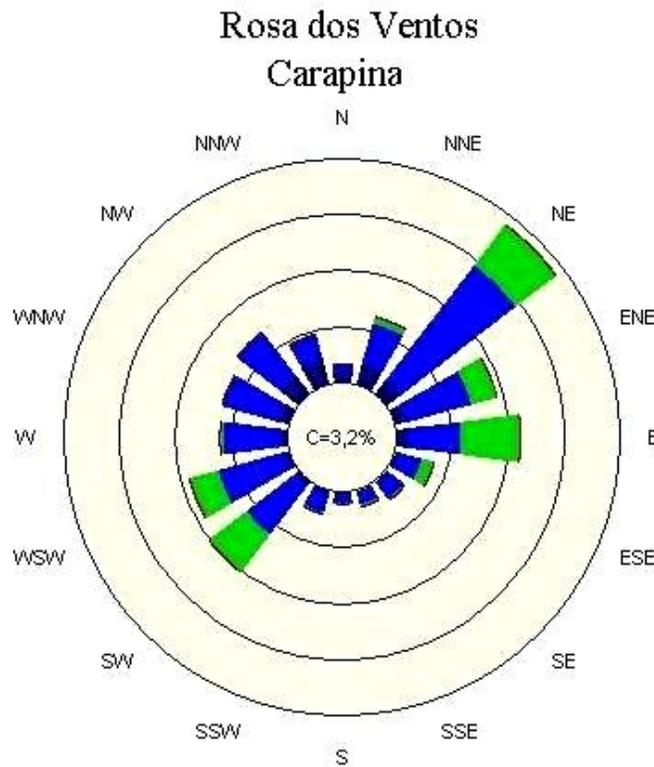


Figura 04 – Representação da rosa dos ventos da Estação de Carapina, aonde podemos observar a predominância dos ventos nas direções nordeste, leste e sudoeste respectivamente.

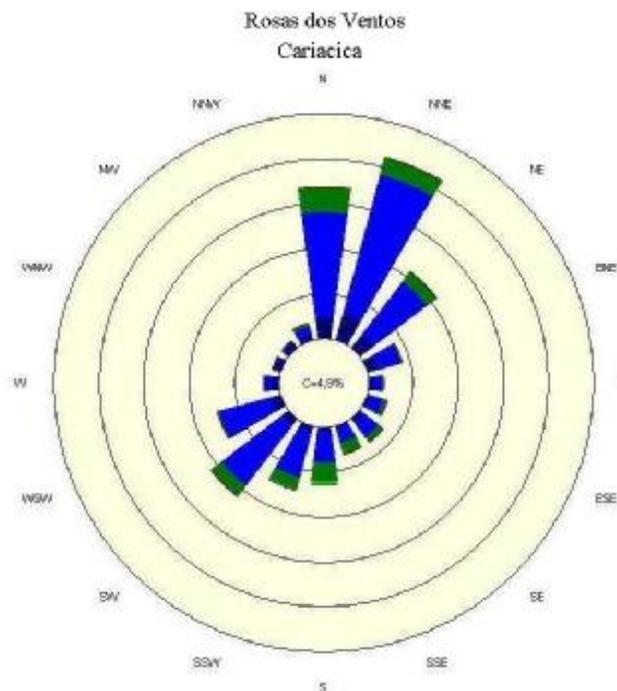


Figura 05 – Representação da rosa dos ventos da Estação de Cariacica, aonde podemos observar a predominância dos ventos nas direções Norte-Nordeste, Norte, Nordeste e sudoeste respectivamente.

Tabela 07 – Apresenta a velocidade média, velocidade máxima, velocidade mínima, calmaria (C) e ocorrência das direções dos ventos da Estação de Cariacica no ano de 2004.

Parâmetros	Direção do Vento																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Vel. Média (m/s)	2,03	1,79	1,87	1,50	1,71	2,17	2,13	2,59	2,66	2,15	1,97	1,53	1,09	0,79	0,83	1,68	0,0
Vel. Máxima (m/s)	4,8	4,1	4,0	3,4	4,0	4,25	4,8	4,6	5,9	5,5	5,0	4,5	2,9	2,5	2,7	3,9	0,0
Vel. Mínima (m/s)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0
Ocorrência (%)	16,07	20,03	10,14	3,75	1,49	2,11	3,08	3,03	5,97	6,92	10,29	6,90	1,65	0,92	0,92	1,85	4,88

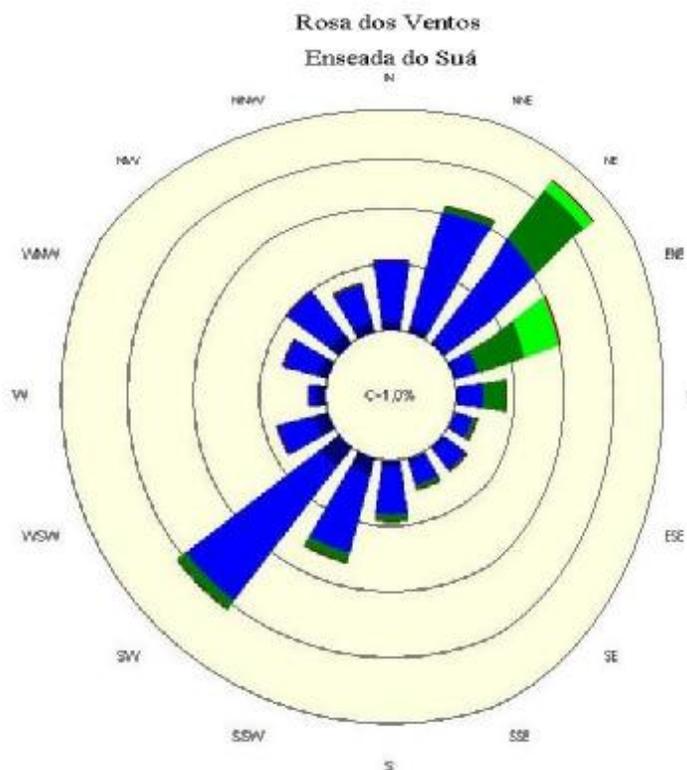


Figura 06 – Representação da rosa dos ventos da Estação de Enseada do Suá, aonde podemos observar a predominância dos ventos nas direções Nordeste, Sudoeste, Norte-Nordeste e Leste-Sudoeste respectivamente.

Tabela 08 – Apresenta a velocidade média, velocidade máxima, velocidade mínima, calmaria (C) e ocorrência das direções dos ventos da Estação Enseada do Suá no ano de 2004.

Parâmetros	Direção do Vento																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Vel. Média (m/s)	1,48	1,86	2,93	4,35	2,94	2,11	1,87	2,02	2,03	2,86	1,74	1,22	0,95	1,34	1,30	1,31	0,0
Vel. Máxima (m/s)	3,2	4,0	7,6	8,7	5,6	4,1	3,5	3,9	3,8	4,4	5,3	2,6	4,0	3,5	2,9	3,6	0,0
Vel. Mínima (m/s)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0
Ocorrência (%)	5,28	10,67	17,35	9,94	4,11	1,70	2,20	2,38	4,53	8,06	15,30	3,94	1,28	3,49	4,97	3,82	0,98

Tabela 09 – Apresenta a velocidade média, velocidade máxima, velocidade mínima, calmaria (C) e ocorrência das direções dos ventos da Estação de Vila Velha - IBES no ano de 2004.

Parâmetros	Direção do Vento																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Vel. Média (m/s)	2,33	2,64	3,62	2,88	2,48	1,97	2,07	2,53	2,81	3,04	1,99	1,39	0,96	0,90	1,06	1,42	0,0
Vel. Máxima (m/s)	5,3	5,4	6,8	5,38	4,5	3,6	3,9	4,7	5,4	6,8	5,6	4,4	2,5	2,2	2,5	4,9	0,0
Vel. Mínima (m/s)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0
Ocorrência (%)	20,41	13,2	12,17	3,35	2,05	1,3	2,0	2,76	4,42	8,56	13,19	7,27	1,79	1,20	1,83	3,65	0,86

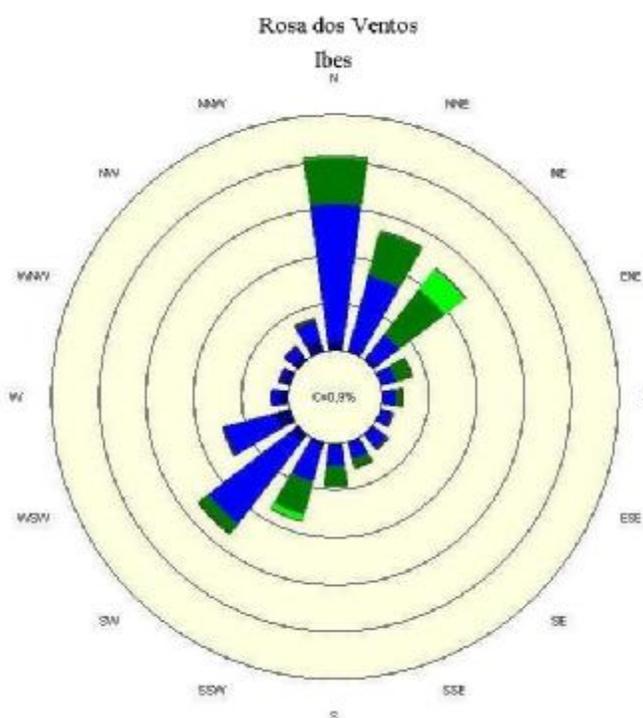


Figura 07 – Representação da rosa dos ventos da Estação de Vila Velha – IBES, aonde podemos observar a predominância dos ventos nas direções Norte, Sudoeste, Norte-Nordeste e Nordeste respectivamente.

6.2 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Em 2004 na região da Grande Vitória tivemos períodos de chuva com uma distribuição uniforme caracterizada pelas estações do ano. Nos meses de janeiro a abril, característicos meses de verão e outono, tivemos um período com índices pluviométricos relativamente altos, embora em fevereiro tenha sido o mês com índice menor (95 mm). De maio a setembro houve uma diminuição da incidência de chuva, característica marcada pelo período de inverno (período de seca na região Sudeste do Brasil). De outubro a dezembro tivemos a elevação do índice pluviométrico, caracterizado pela mudança da estação do ano (passando do inverno para primavera). Assim, em 2004, o mês de dezembro apresentou o maior volume de chuva, com índice acumulado de 240 mm. O gráfico representado na figura 08 apresenta as médias acumulada no período de 01/01/2004 à 31/12/2004, sendo que o total acumulado no ano de 2004 foi de 1554,4 mm, com um total de 8606 registros válidos.

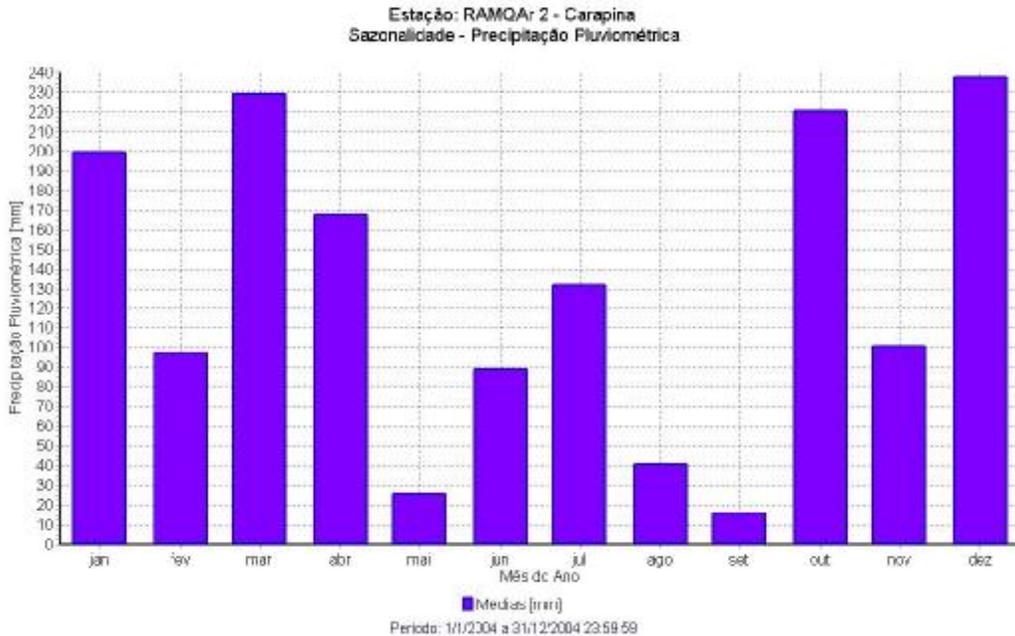


Figura 08 – Histograma de barras contendo os valores das médias acumuladas (mm) de precipitação pluviométrica no período de 01/01/2004 a 31/12/2004.

6.3. UMIDADE RELATIVA DO AR

Em 2004, a umidade relativa do ar teve variações de acordo com as estações do ano, conforme observação feita com os dados pluviométricos, sendo maior no período de janeiro a abril e de outubro a novembro, e menor no período de maio a setembro. Pode ser melhor observada nas figuras 09 e 10.

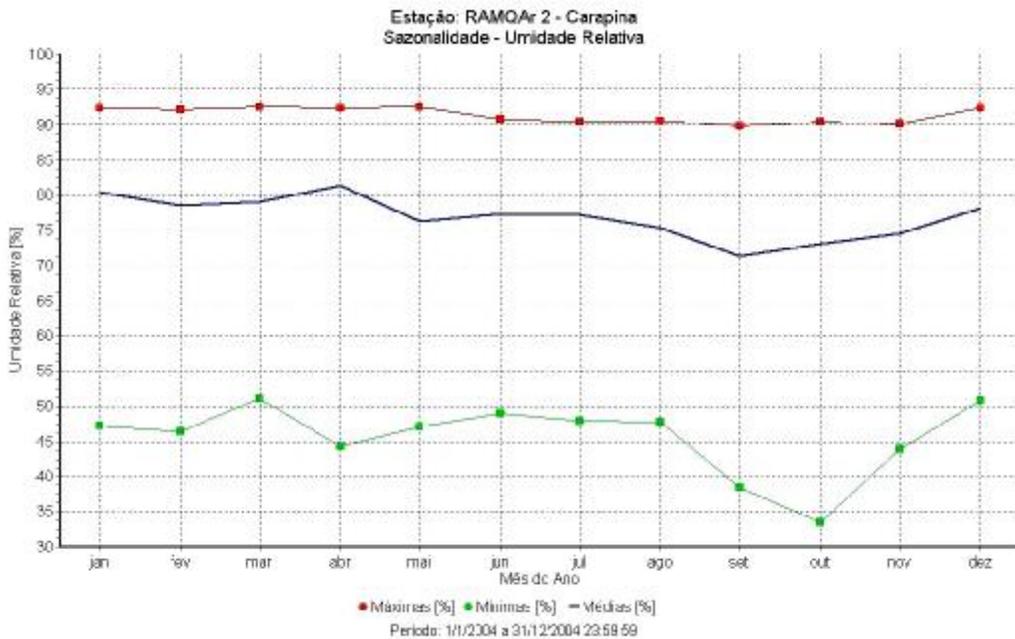


Figura 09 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da umidade relativa (%), Estação Carapina, no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

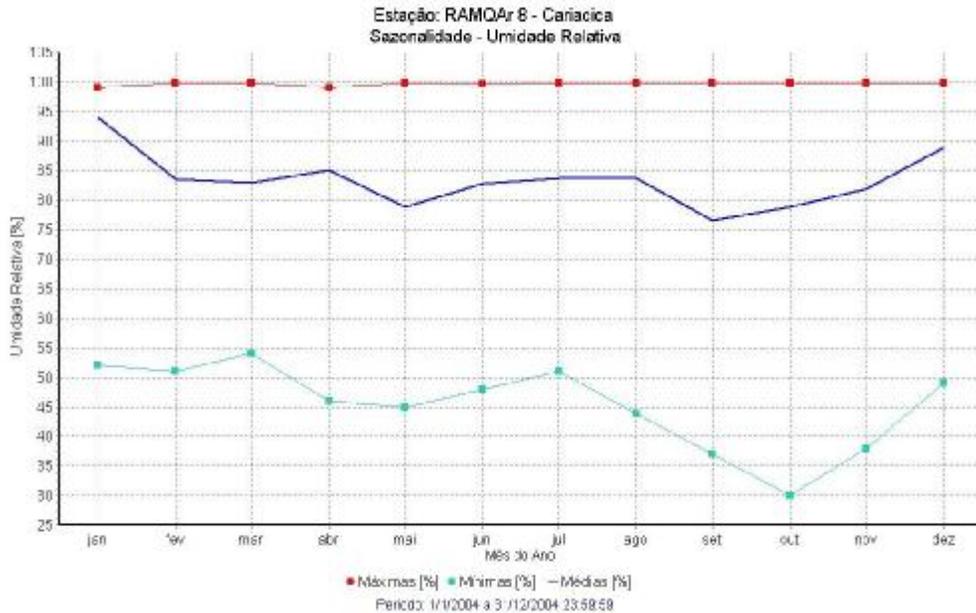


Figura 10 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da umidade relativa (%), Estação Cariacica, no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

Determinar o comportamento da umidade relativa é importante, pois sua diminuição favorece o agravamento da incidência de doenças respiratórias. Os níveis de umidade relativa do ar na Região da Grande Vitória não são baixos devido à proximidade da região ao Oceano Atlântico. Esse parâmetro não é um problema nos meses de inverno tal como acontece em outras regiões metropolitanas como Brasília e São Paulo.

6.4 TEMPERATURA DO AR

Os gráficos das figuras 11 e 12 mostram os valores das médias da temperatura ao longo do ano de 2004 na Região da Grande Vitória.

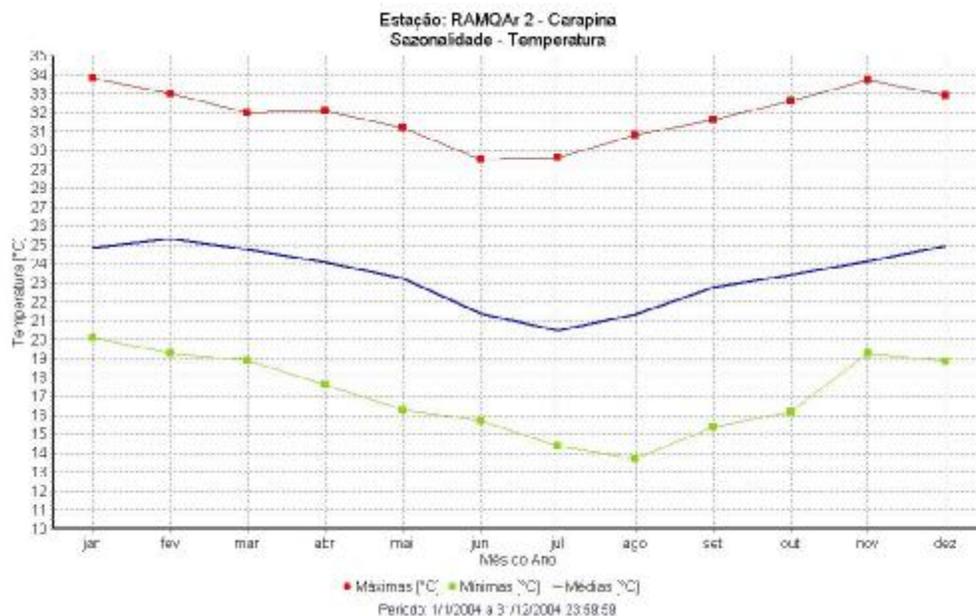


Figura 11 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da temperatura (°C) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

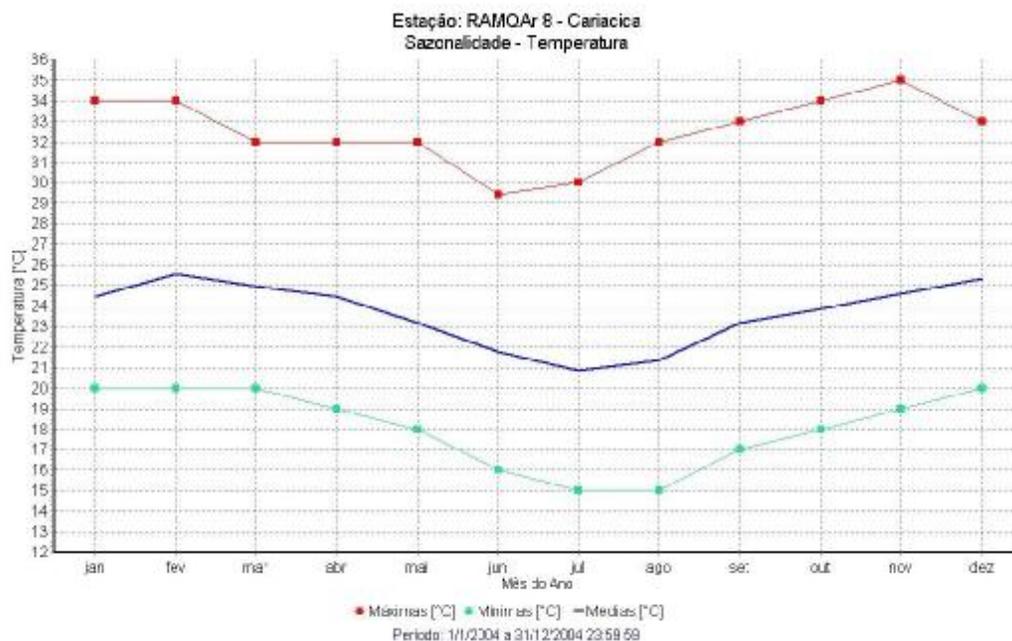


Figura 12 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da temperatura (°C) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

Em 2004 a temperatura média foi de 23,4 °C na estação de Carapina, e 23,6 °C em Cariacica, sendo caracterizado por um verão com temperaturas elevadas e inverno com temperaturas amenas, conforme observado nas figuras 11 e 12 acima.

As temperaturas mais elevadas, associadas com outros parâmetros meteorológicos, facilitam a dispersão de poluentes gasosos e favorece, na Grande Vitória, o aumento de concentrações de particulados em períodos sem chuva.

6.5 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

O comportamento da pressão atmosférica no ano de 2004 permaneceu estável na faixa de 1000 a 1021 mbar, com uma medial anual de 1010 mbar. Como se pode observar no gráfico da figura 13, no período de inverno a pressão atmosférica teve um pequeno acréscimo, chegando a um máximo de 1021 mbar. Períodos de pressão atmosférica mais elevada desfavorecem a dispersão de poluentes gasosos na atmosfera.

6.6 RADIAÇÃO SOLAR

A determinação do comportamento da radiação solar é importante para o cruzamento dos dados dos poluentes oxidantes fotoquímicos com o ozônio (O₃). Observando o gráfico da figura 14, a média anual da radiação solar foi de 192 W/m², tendo os meses de fevereiro e setembro com maior radiação solar na Região, com uma radiação solar média de 225 W/m².

Devemos observar uma importante constatação. Em períodos de velocidades dos ventos baixos e pressão atmosférica elevada associados com a radiação solar facilitam o crescimento de concentrações de poluentes oxidantes fotoquímicos.

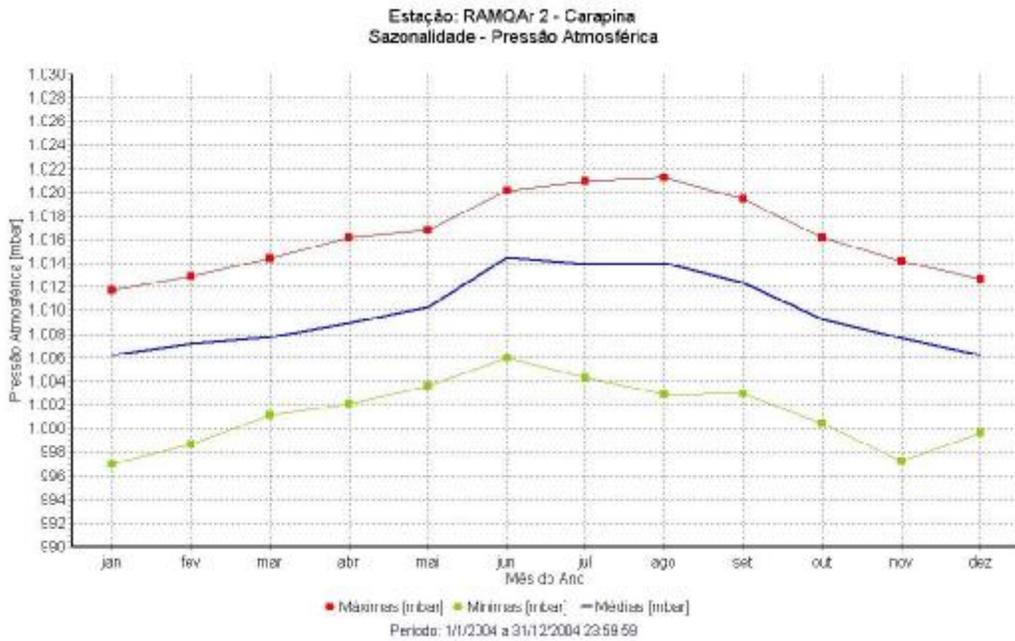


Figura 13 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da pressão (mbar) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

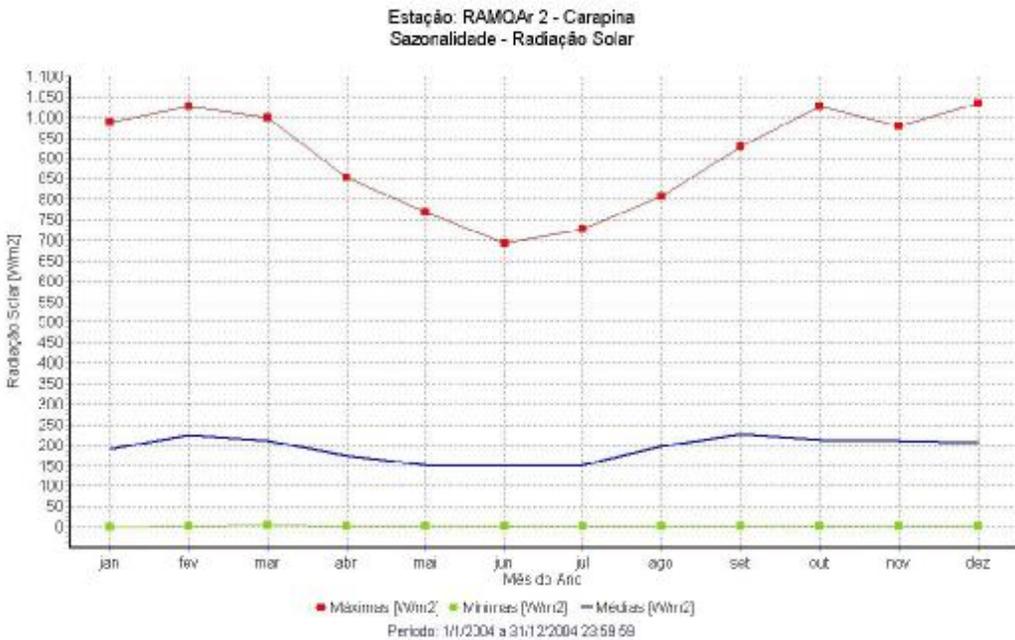


Figura 14 – Gráfico contendo os valores das médias, mínimas e máximas da radiação solar (W/m²) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7. RESULTADOS DA REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA EM 2004

Tabela 10 – Comparação entre as médias de 2003 e 2004 dos poluentes das estações da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória.

Estação	Poluente	Concentração Média ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		2003	2004
Laranjeiras	PTS	38	37
	PM10	31	29
	SO ₂	9	11
	NO ₂	19	19
	CO	2601	2529
	O ₃	130,7	147,7
Carapina	PTS	33	24
	PM10	23	22
Jd. Camburi	PTS	40	42
	PM10	28	28
	SO ₂	10	13
	NO ₂	24	25
Enseada do Suá	PTS	47	43
	PM10	28	26
	SO ₂	15	13
	NO ₂	23	25
	CO	8268	4846
	O ₃	119	101
Vila Velha - Centro	PM10	25	23
	SO ₂	11	9
Vila Velha - IBES	PTS	45	43
	PM10	25	27
	SO ₂	8	10
	NO ₂	18	20
	CO	5296	3456
	O ₃	140	128
Cariacica	PTS	57	48
	PM10	45	41
	SO ₂	9	5
	NO ₂	24	26
	CO	3284	6470
	O ₃	120	104

Observando a tabela 10, os parâmetros PTS e PM₁₀, com exceção do PM₁₀ na região de Vila Velha (IBES) que teve um pequeno acréscimo do ano de 2003 para 2004, houve uma diminuição destes parâmetros nas outras regiões da grande Vitória. Para o parâmetro dióxido de enxofre, tivemos um pequeno aumento nas regiões de Laranjeiras, Jardim Camburi e Vila Velha (IBES). No entanto, nas regiões da Enseada do Suá, Vila Velha (Centro) e Cariacica houve uma diminuição deste parâmetro do ano de 2003 para 2004.

Para o parâmetro dióxido de nitrogênio, com exceção da região de Laranjeiras que não teve nenhuma alteração do ano de 2003 para 2004, nas demais regiões da Grande Vitória tivemos um pequeno aumento deste parâmetro. Para o parâmetro monóxido de carbono tivemos um pequeno acréscimo na região de Cariacica. No entanto, nas regiões da Enseada do Suá, Laranjeiras e Vila Velha (IBES) houve uma diminuição deste parâmetro do ano de 2003 para 2004.

Para o parâmetro ozônio tivemos um pequeno acréscimo na região de Laranjeiras. No entanto, nas regiões da Enseada do Suá, Cariacica e Vila Velha (IBES) houve uma diminuição deste parâmetro do ano de 2003 para 2004.

Cabe observar que os níveis de concentração de todos poluentes monitorados pela RAMQAr não ultrapassaram os padrões primários e secundários estabelecidos pelo CONAMA 03/1990.

7.1.1. PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO – PTS

No ano de 2004 os valores obtidos para partículas totais em suspensão, sendo consideradas as médias de 1 (uma) hora no período de 01/01/2004 à 31/12/2004, observando a tabela 11 e as figuras 15, 16, 17, 18, 19 e 20 abaixo, pode-se concluir que ao longo do ano os valores de Partículas Totais em Suspensão (PTS) ficaram abaixo do valor fixado pela Resolução CONAMA.

Cabe ressaltar que os máximos e mínimos apresentados no quadro 11, no período de 01/01/2004 à 31/12/2004, foram obtidos através da média horária e das análises dos períodos críticos baseados nos gráficos de sazonalidade realizadas com médias horárias em todas as Estações. Os períodos críticos não significam violação do padrão, mas sim, os períodos do dia em que as concentrações de poluentes atmosféricos são maiores.

Tabela 11 – Apresenta os números de registros validos, média aritmética e geométrica anual, máxima e mínima ocorrido no período.

Estação	Registros Validos	Média Anual (ng/m ³)		Maximo Ocorrido (ng/m ³)	Mínimo Ocorrido (ng/m ³)
		Aritmética	Geométrica		
Laranjeiras	8500	48	37	607	0
Carapina	8450	30	24	237	0
Jardim Camburi	8531	42	0	236	0
Enseada do Suá	7036	43	0	721	0
Vila Velha – IBES	7967	43	0	551	0
Cariacica	7911	66	48	608	0

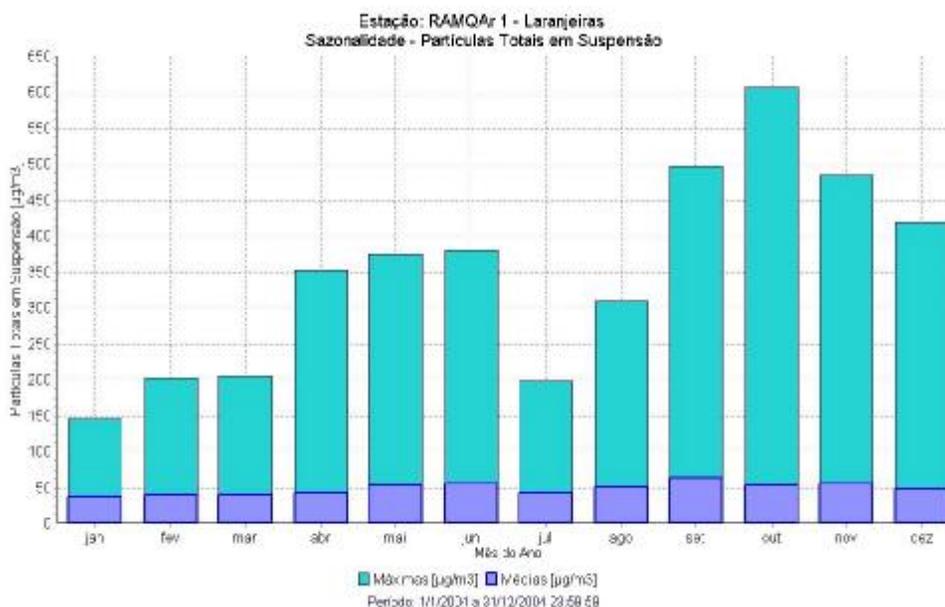


Figura 15 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

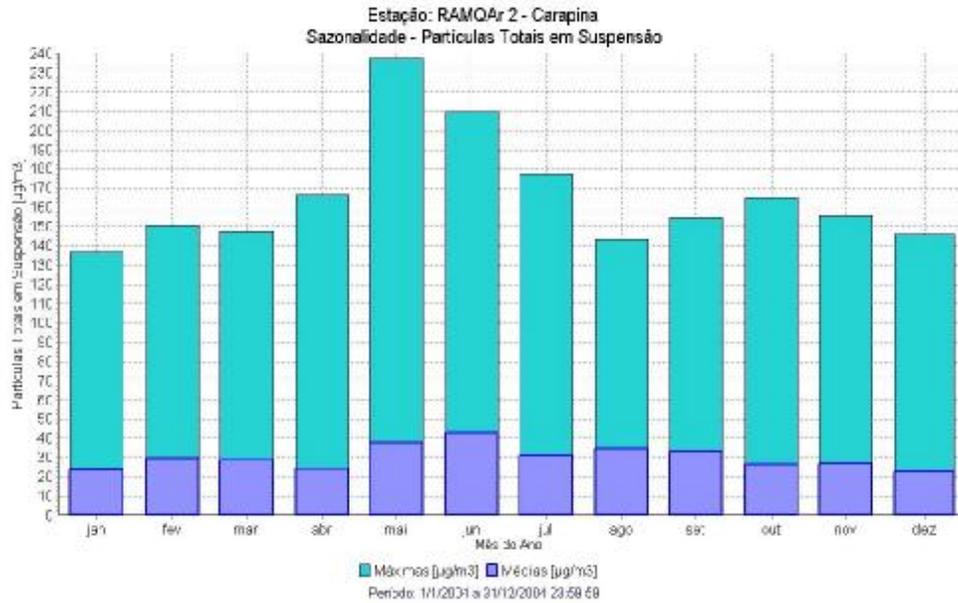


Figura 16 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Carapina no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

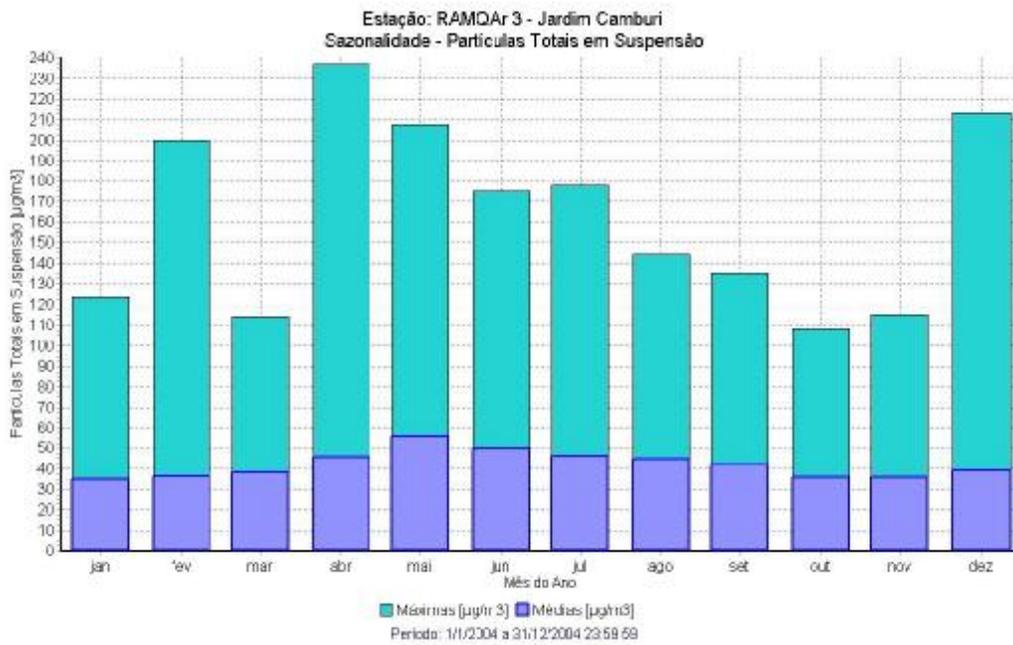


Figura 17 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

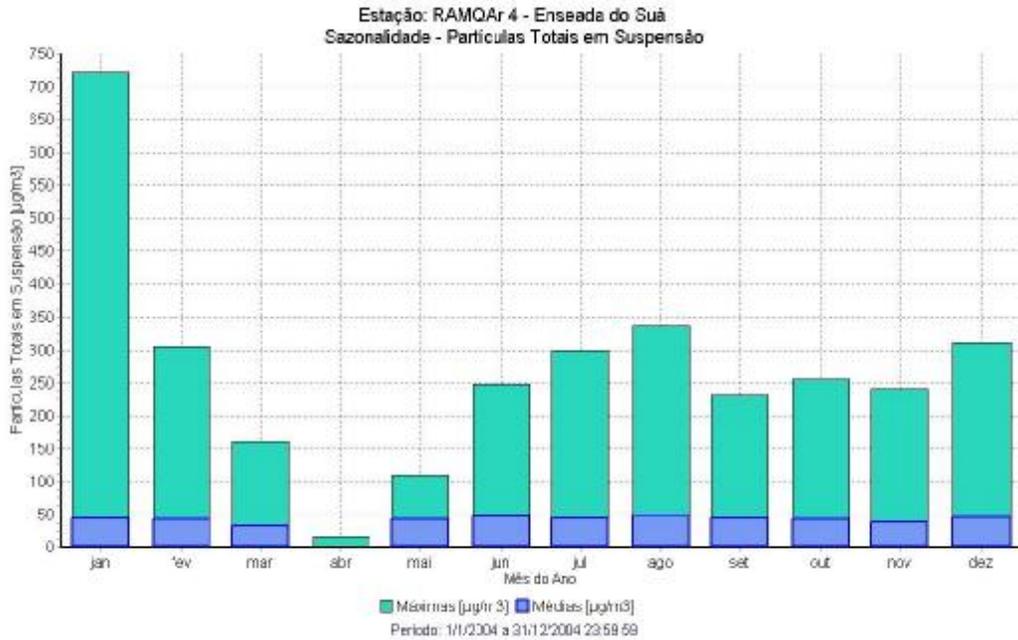


Figura 18 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

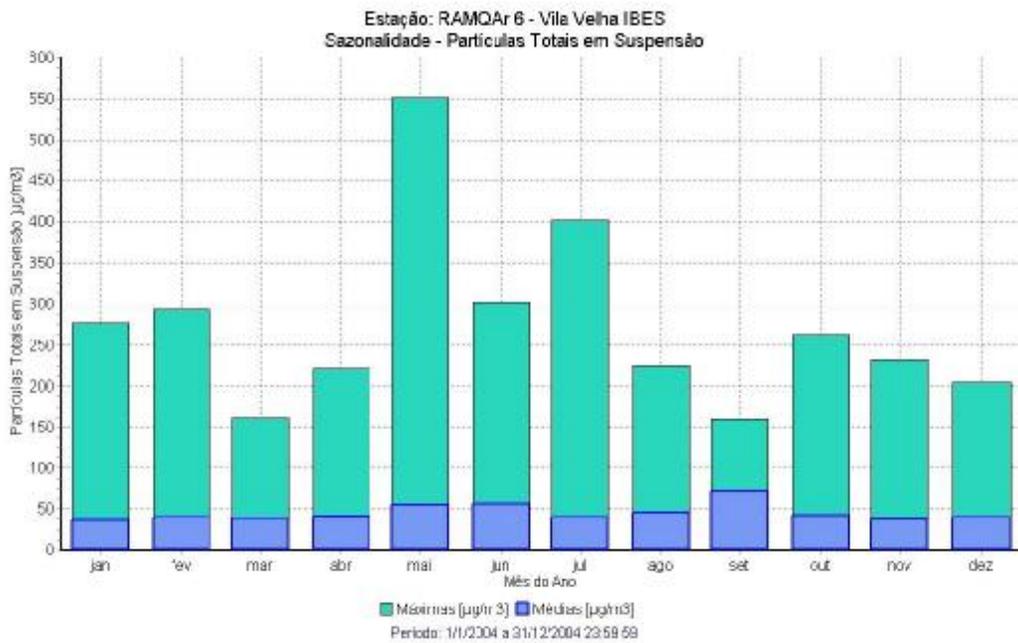


Figura 19 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

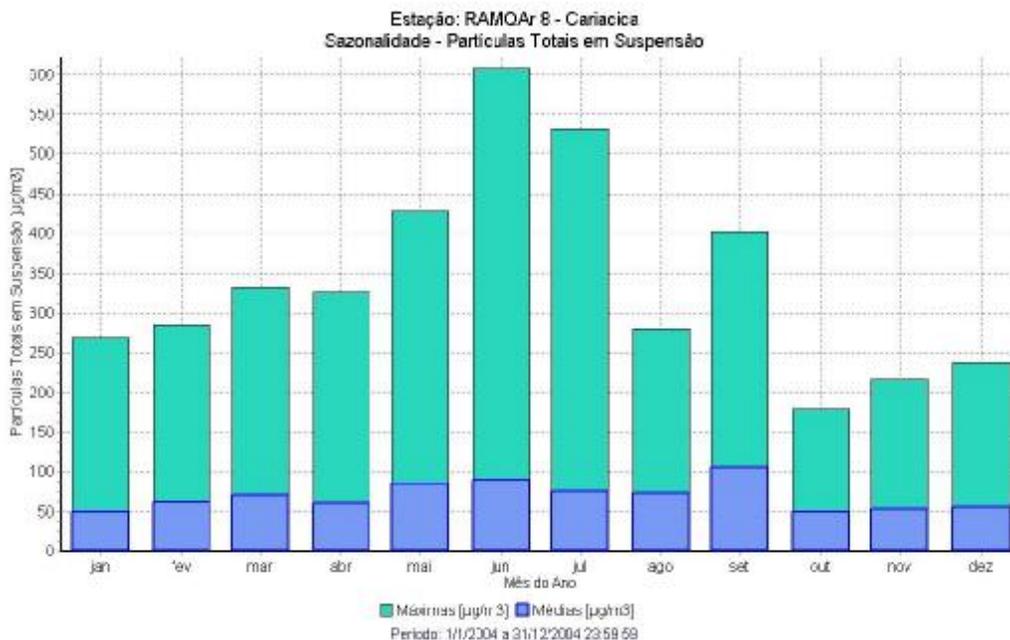


Figura 20 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PTS da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.1.2. PARTÍCULAS INALÁVEIS – PM₁₀

No ano de 2004 os valores obtidos para partículas inaláveis, considerando as médias de 1 (uma) hora no período de 01/01/2004 à 31/12/2004. Observando o quadro 12 e as figuras 21, 21, 22, 23, 24, 25, 26 abaixo. Pode-se concluir que ao longo do ano os valores de Partículas Inaláveis (PM₁₀) ficaram abaixo do valor fixado pela Resolução CONAMA.

Ressaltando que os máximos e mínimos apresentados na tabela 12, no período de 01/01/2004 à 31/12/2004, foram obtidos através da média horária e das análises dos períodos críticos baseados nos gráficos de sazonalidade realizadas com médias horárias em todas as estações. Os períodos críticos não significam violação do padrão, mas sim, os períodos do dia em que as concentrações de poluentes atmosféricos são maiores. Conforme apresentado nos gráficos das figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27.

Tabela 12 - Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométricas anual, máximas e mínimas ocorridas no período.

Estação	Registros Validos	Média Anual (ng/m ³)		Maximo Ocorrido (ng/m ³)	Mínimo Ocorrido (ng/m ³)
		Aritmética	Geométrica		
Laranjeiras	7970	29	0	523	0
Carapina	8450	22	0	140	0
Jardim Camburi	8699	28	0	138	0
Enseada do Suá	6850	26	21	209	0
Vila Velha – Centro	7900	23	19	162	0
Vila Velha – IBES	8586	27	0	284	0
Cariacica	8109	41	32	281	0

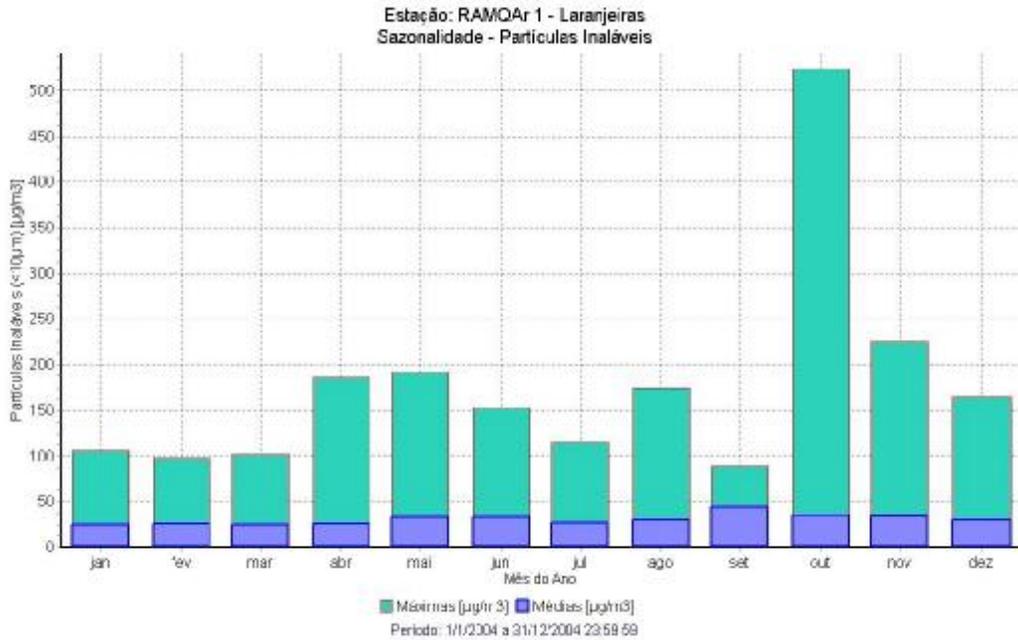


Figura 21 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM₁₀ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

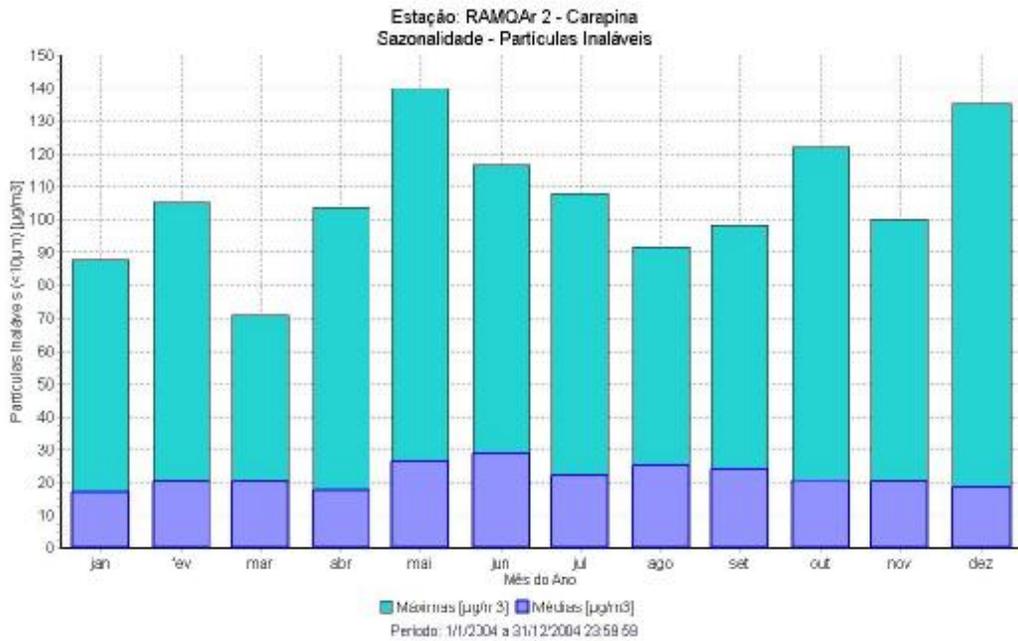


Figura 22 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM₁₀ da estação de Carapina no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

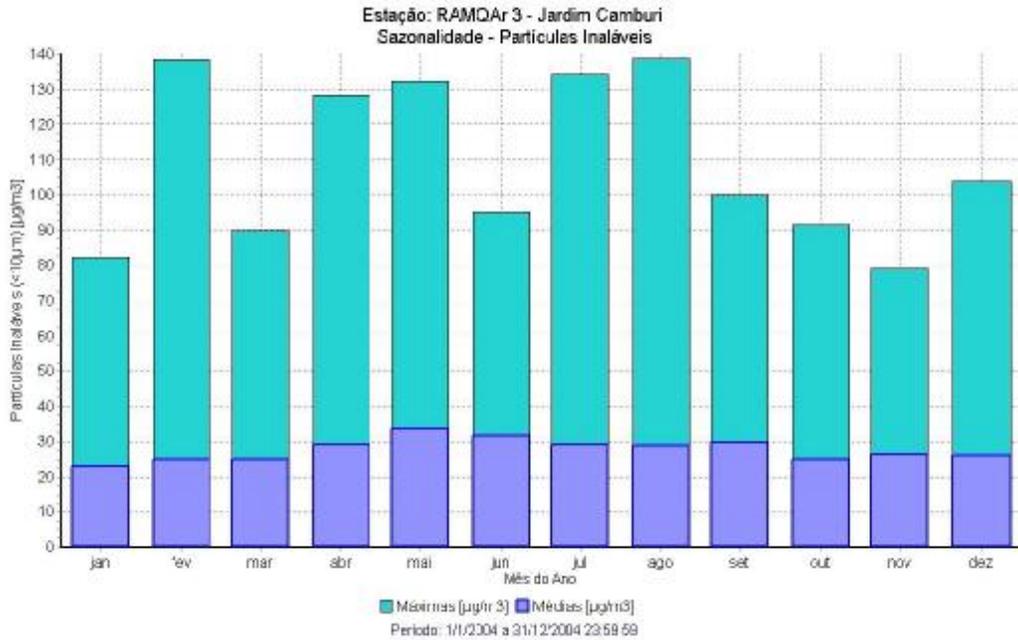


Figura 23 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM₁₀ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

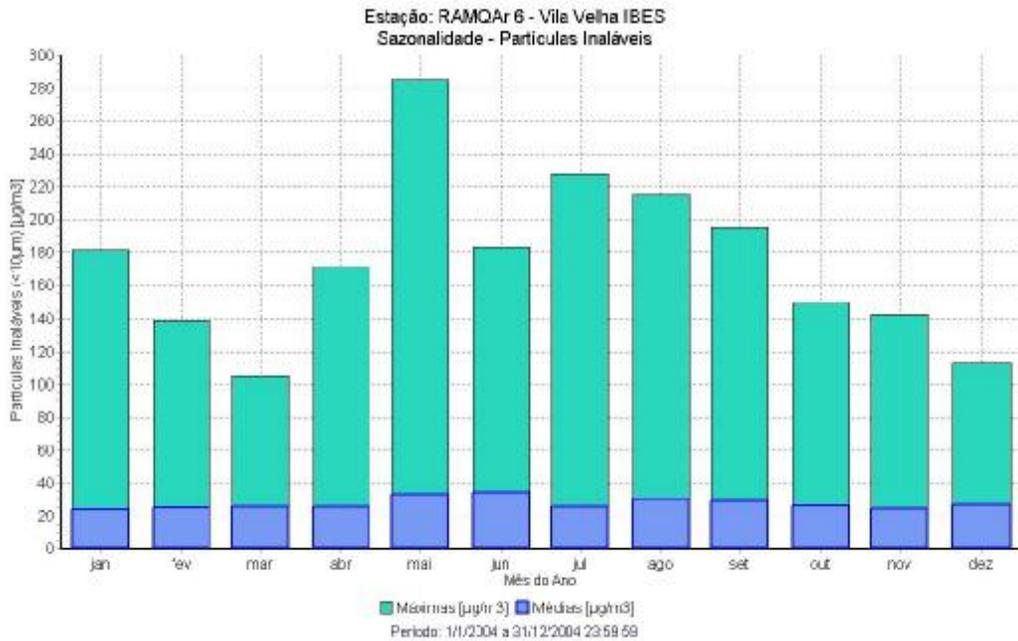


Figura 24 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM₁₀ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

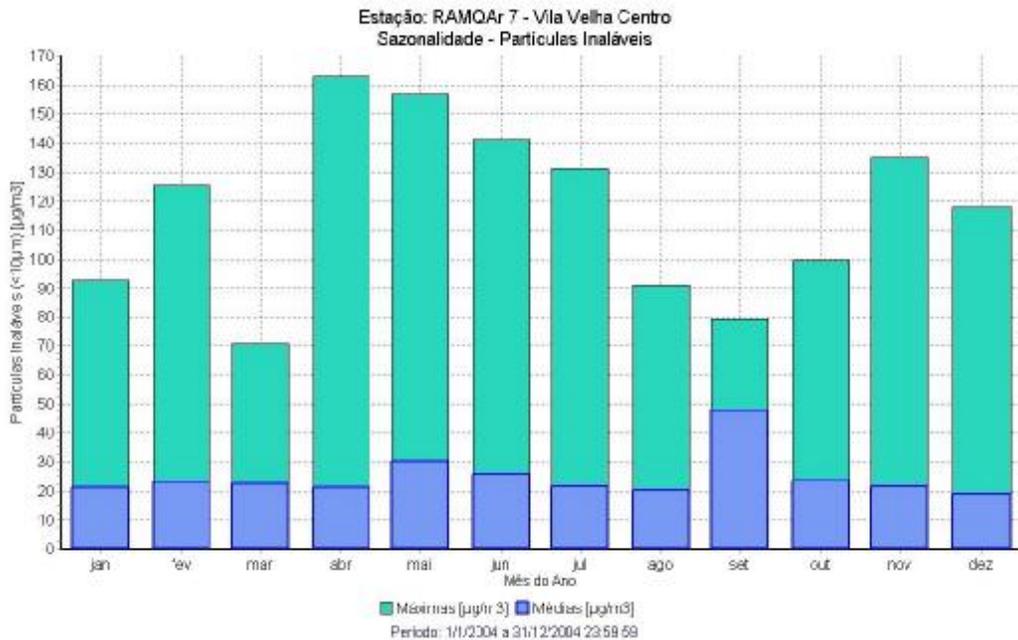


Figura 25 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM₁₀ da estação de Vila Velha (Centro) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

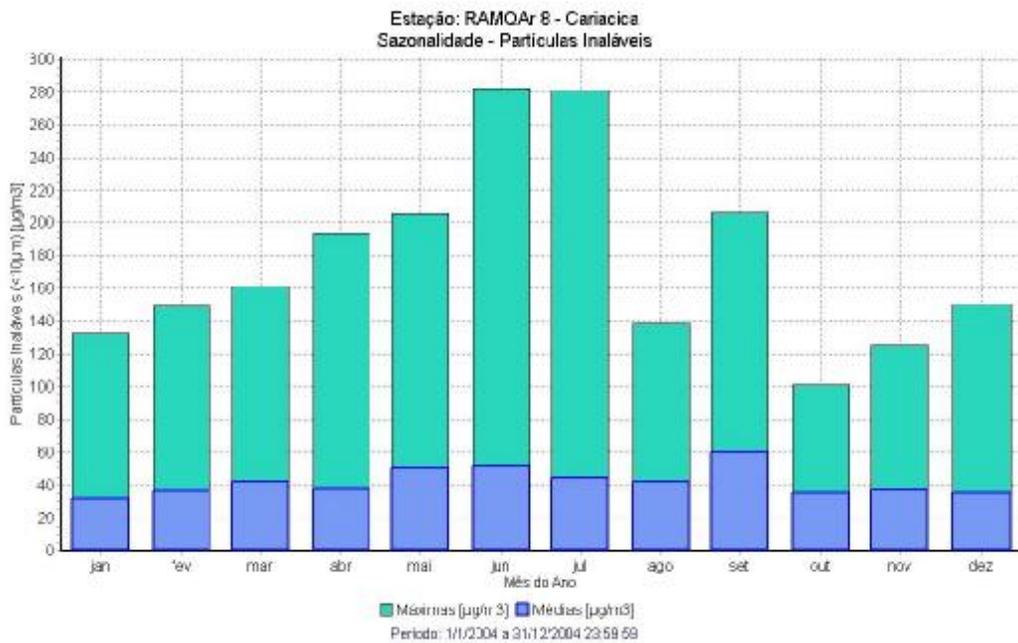


Figura 26 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM₁₀ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

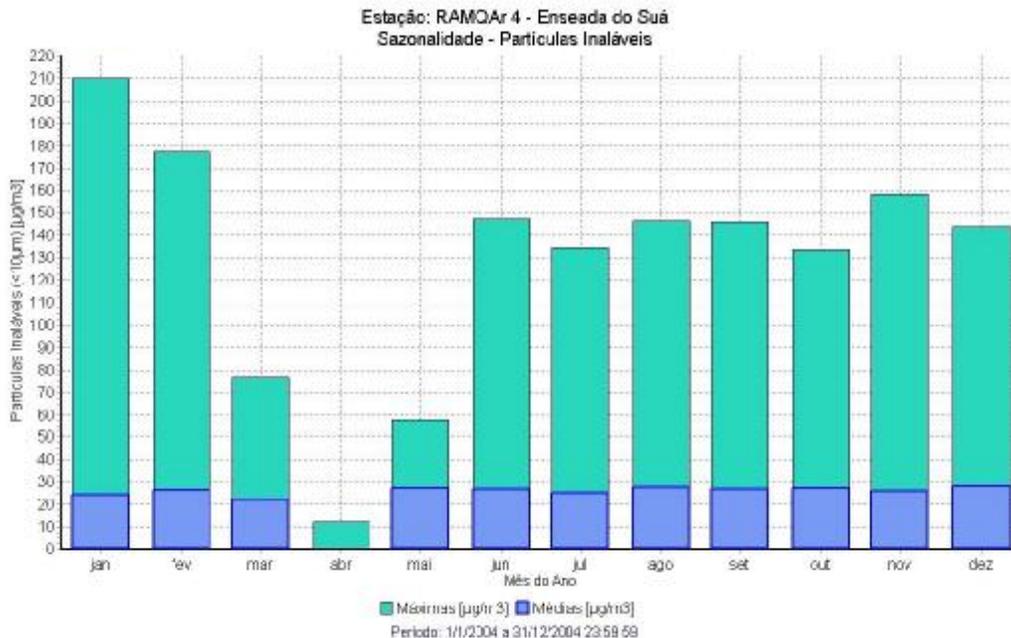


Figura 27 - Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de PM₁₀ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.1.3. DIÓXIDO DE ENXOFRE – SO₂

No ano de 2004 os valores obtidos para dióxido de enxofre, considerando as médias de 01 (uma) hora no período de 01/01/2004 à 31/12/2004. Observando a tabela 13 e as figuras 28, 29, 30, 31, 32 e 33 abaixo. Pode-se concluir que ao longo do ano os valores de dióxido de enxofre ficaram abaixo do valor fixado pela Resolução CONAMA.

Ressaltando que os máximos e mínimos apresentados na tabela 13, no período de 01/01/2004 à 31/12/2004, foram obtidos através da média horária e das análises dos períodos críticos baseados nos gráficos de sazonalidade realizadas com médias horárias em todas as estações. Os períodos críticos não significam violação do padrão, mas sim, os períodos do dia em que as concentrações de poluentes atmosféricos são maiores. Conforme apresentado nos gráficos das figuras 28, 29, 30, 31, 32 e 33

Tabela 13 - Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométricas anual, máximas e mínimas ocorridas no período.

Estação	Registros Validos	Média Anual (ng/m ³)		Maximo Ocorrido (ng/m ³)	Mínimo Ocorrido (ng/m ³)
		Aritmética	Geométrica		
Laranjeiras	8704	12	10	130	0
Jardim Camburi	8746	11	10	151	0
Enseada do Suá	6874	13	0	165	0
Vila Velha – Centro	8711	09	07	153	01
Vila Velha – IBES	6490	10	08	113	03
Cariacica	8744	05	0	67	0

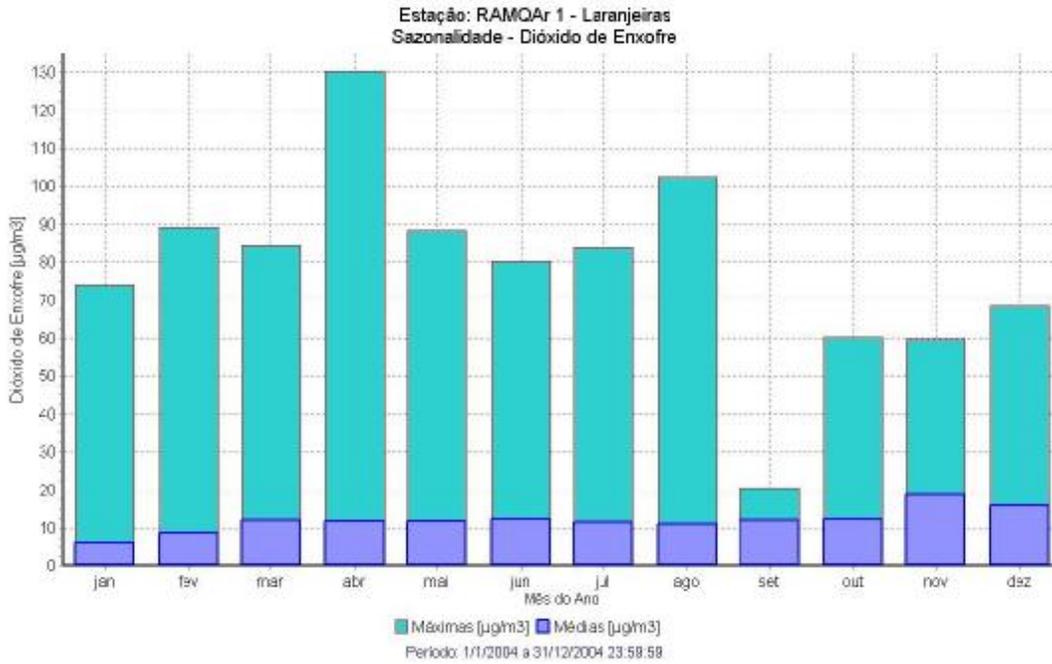


Figura 28 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO₂ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

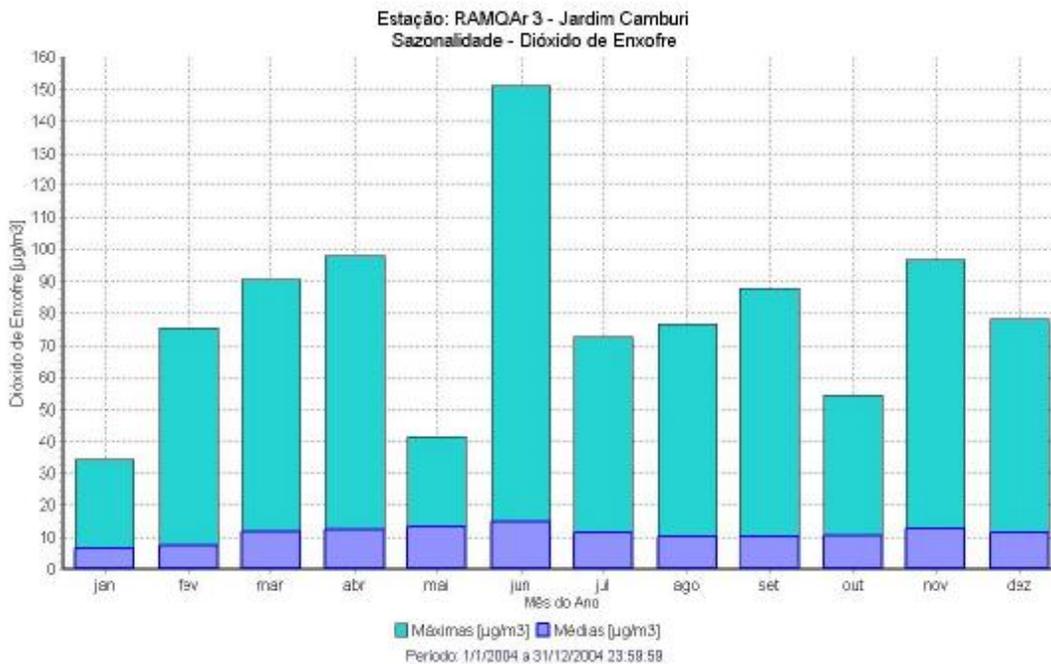


Figura 29 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO₂ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

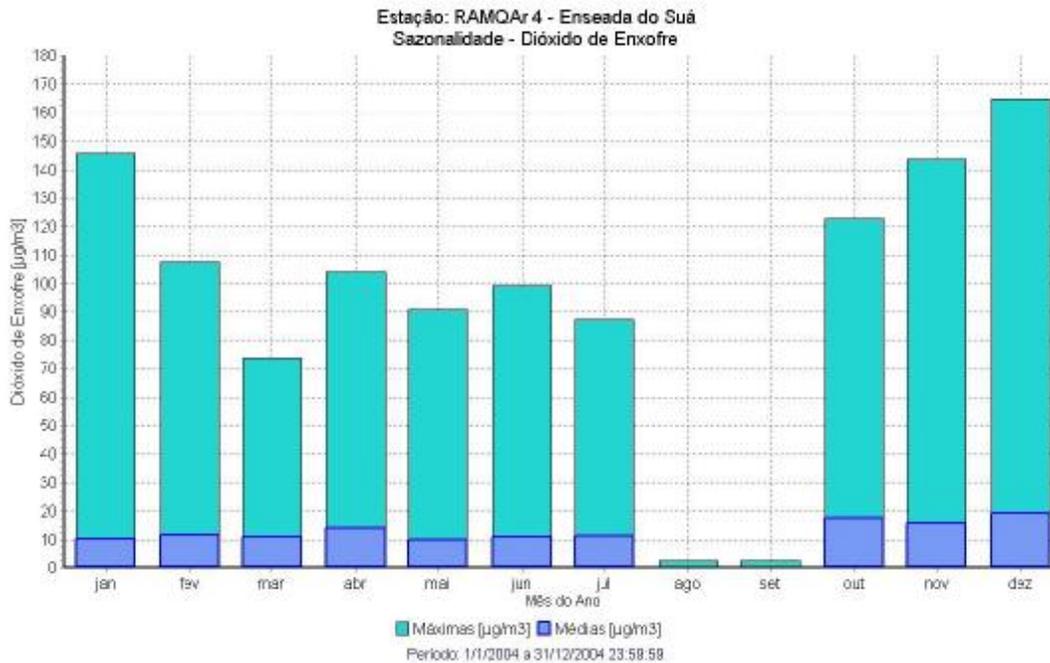


Figura 30 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO₂ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

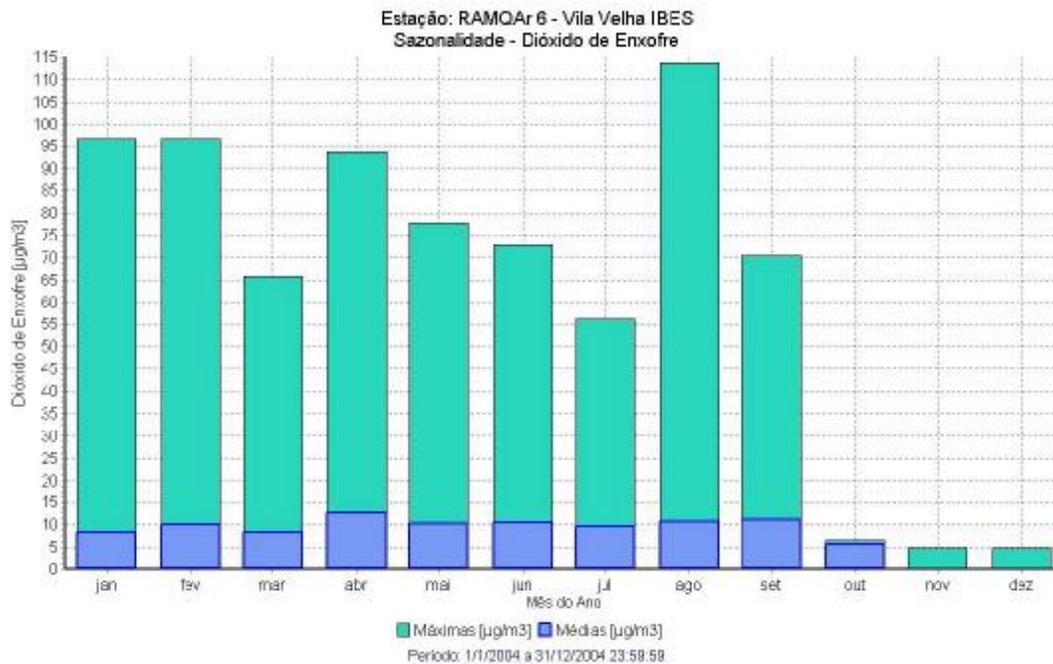


Figura 31 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO₂ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

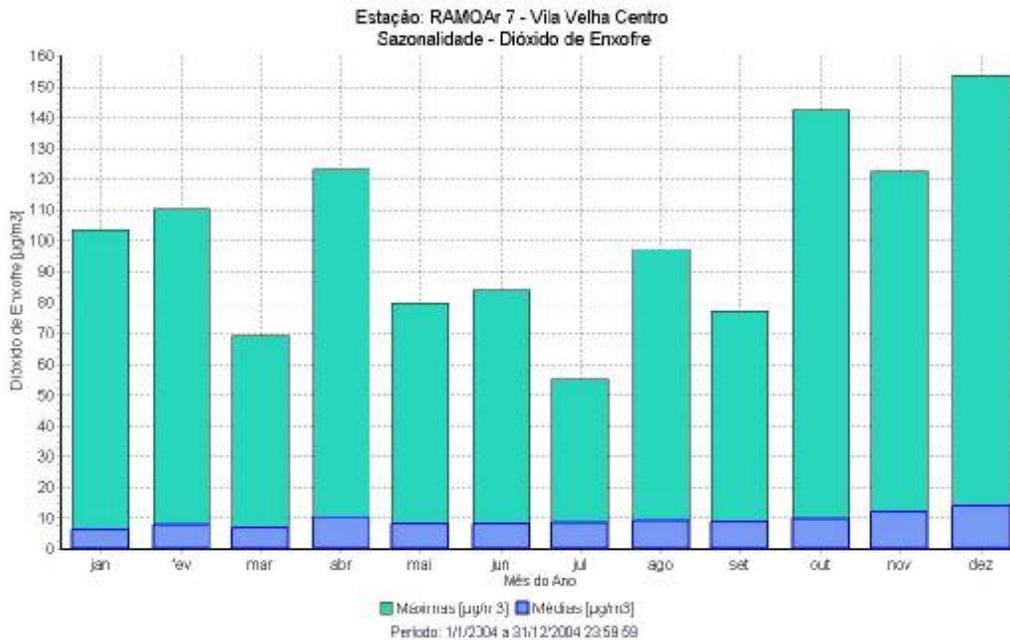


Figura 32 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO₂ da estação de Vila Velha (Centro) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

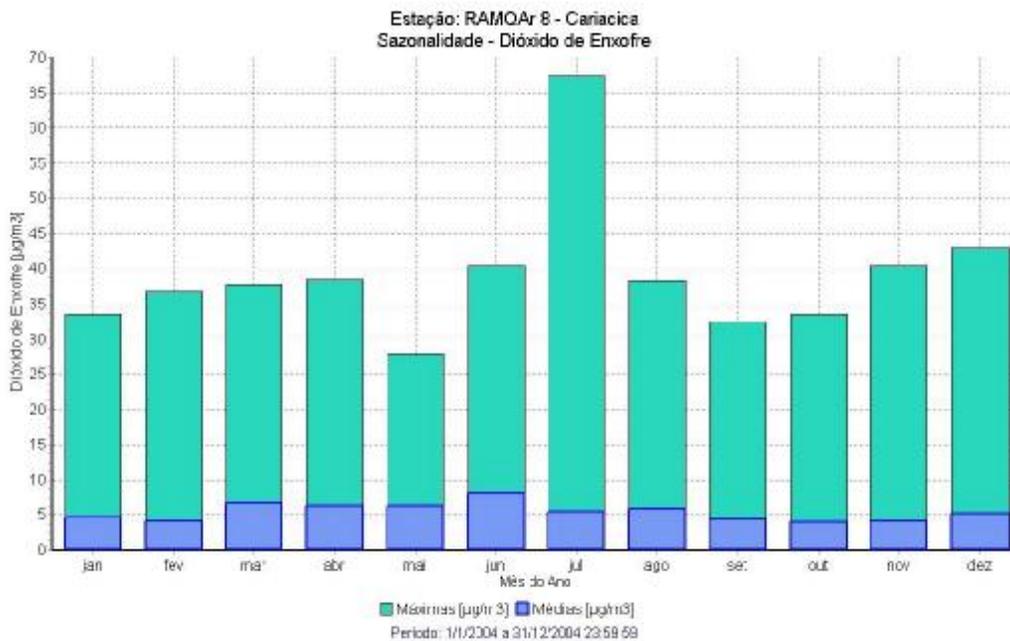


Figura 33 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de SO₂ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.1.4. MONÓXIDO DE CARBONO – CO

No ano de 2004 os valores obtidos para monóxido de carbono, considerando as médias de 01 (uma) hora no período de 01/01/2004 à 31/12/2004. Observando a tabela 14 e as figuras 34, 35, 36 e 37 abaixo. Pode-se concluir que ao longo do ano os valores de dióxido de enxofre ficaram abaixo do valor fixado pela Resolução CONAMA.

Ressaltando que os máximos e mínimos apresentados na tabela 14, no período de 01/01/2004 à 31/12/2004, foram obtidos através da média horária e das análises dos períodos críticos baseados nos gráficos de sazonalidade realizadas com médias horárias em todas as Estações. Os períodos críticos não significam violação do padrão, mas sim, os períodos do dia em que as concentrações de poluentes atmosféricos são maiores. Conforme apresentado nos gráficos das figuras 34, 35, 36 e 37.

Tabela 14 - Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométricas anual, máximas e mínimas ocorridas no período.

Estação	Registros Validos	Média Anual (ng/m ³)		Maximo Ocorrido (ng/m ³)	Mínimo Ocorrido (ng/m ³)
		Aritmética	Geométrica		
Laranjeiras	8757	405	366	2529	119
Enseada do Suá	8752	540	442	4846	110
Vila Velha – IBES	8576	667	604	3456	109
Cariacica	8748	471	401	6470	119

O comportamento do CO pode ser verificado pelos próprios Índices de Qualidade do Ar, por se tratar de um poluente com padrões de médias de concentrações com intervalos de 8 horas. Não houve violação dos padrões (10.000 µg/m³) para esse poluente nesse intervalo de monitoramento. Todos os valores de IQA para Monóxido de Carbono foram classificados como “Bom”.

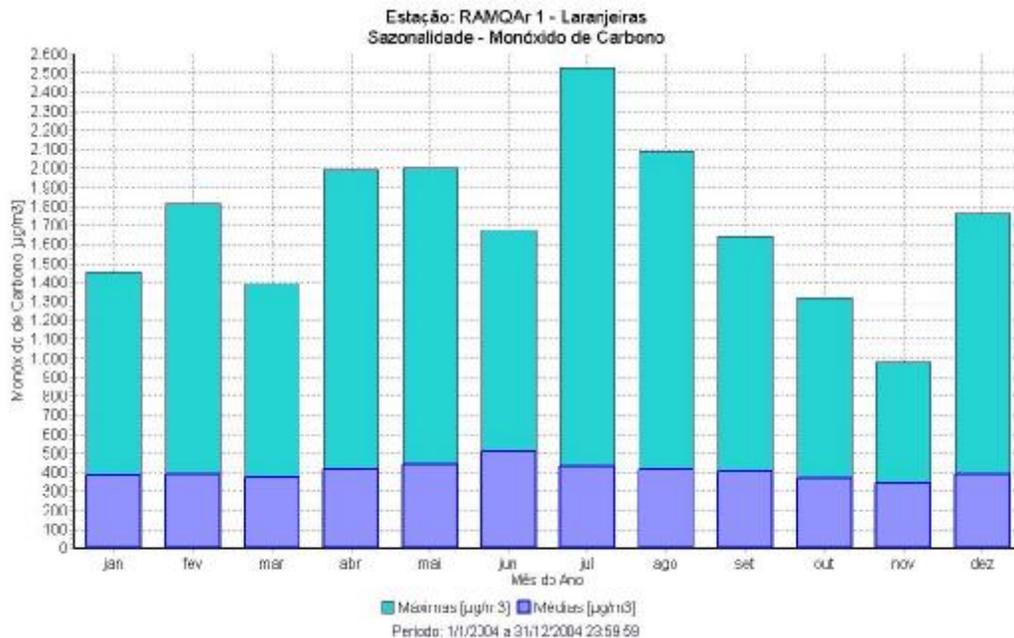


Figura 34 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de CO da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

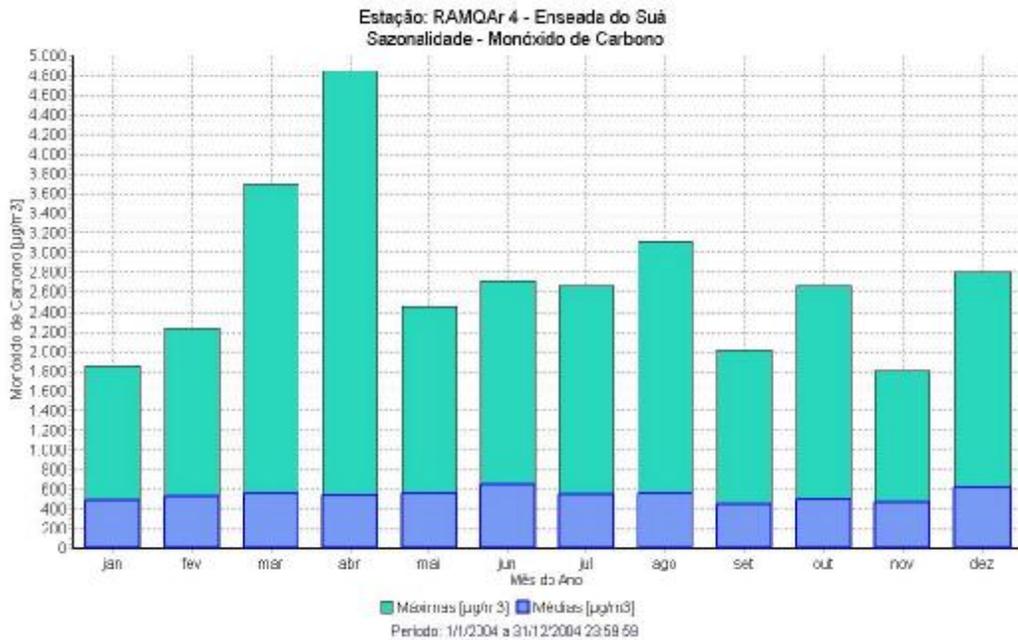


Figura 35 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de CO da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

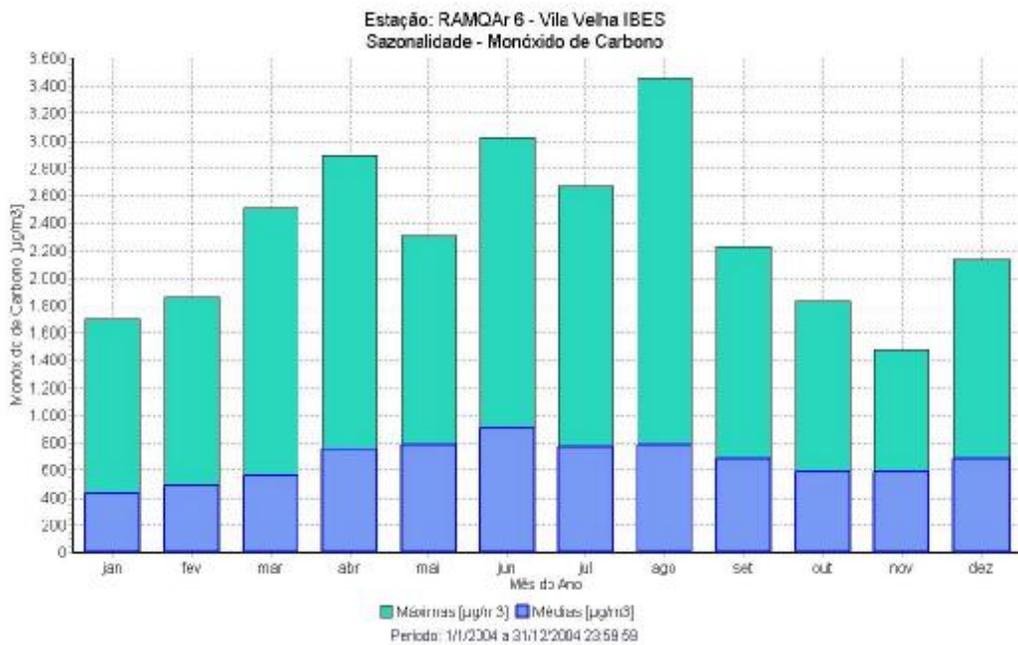


Figura 36 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de CO da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

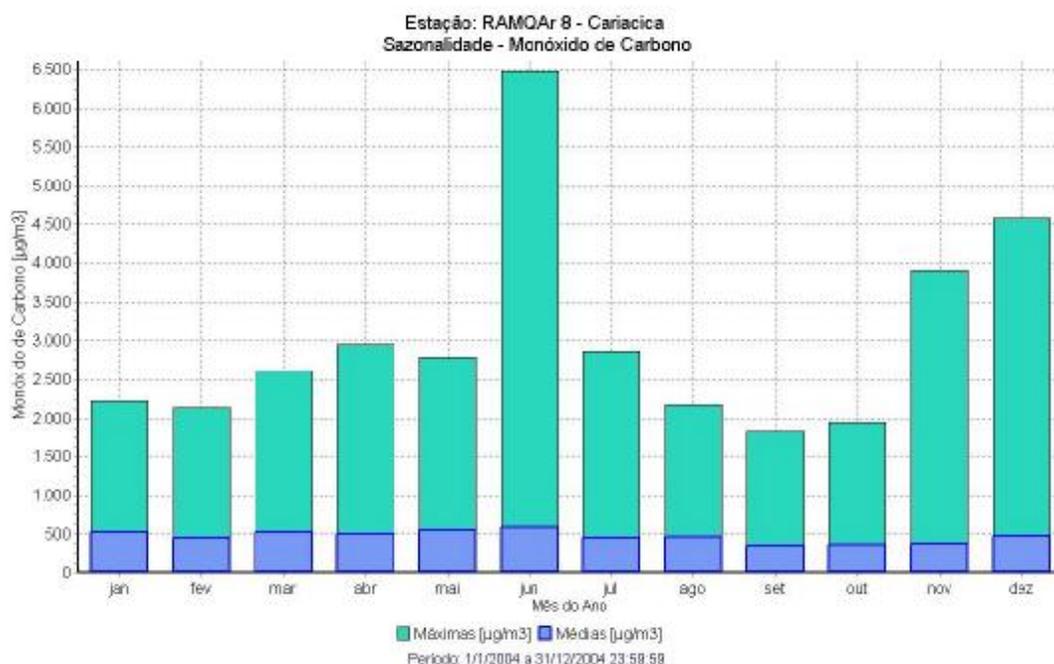


Figura 37 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de CO da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.1.5. DIÓXIDO DE NITROGÊNIO – NO₂

No ano de 2004 os valores obtidos para dióxido de nitrogênio, considerando as médias de 01 (uma) hora no período de 01/01/2004 à 31/12/2004. Observando a tabela 15 e as figuras 38, 39, 40, 41 e 42 abaixo. Pode-se concluir que ao longo do ano os valores de dióxido de nitrogênio ficaram abaixo do valor fixado pela Resolução CONAMA.

Ressaltando que os máximos e mínimos apresentados na tabela 15, no período de 01/01/2004 à 31/12/2004, foram obtidos através da média horária e das análises dos períodos críticos baseados nos gráficos de sazonalidade realizadas com médias horárias em todas as Estações. Os períodos críticos não significam violação do padrão, mas sim, os períodos do dia em que as concentrações de poluentes atmosféricos são maiores. Conforme apresentado nos gráficos das figuras 38, 39, 40, 41 e 42.

Tabela 15 - Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométricas anual, máximas e mínimas ocorridas no período.

Estação	Registros Validos	Média Anual (mg/m ³)		Maximo Ocorrido (mg/m ³)	Mínimo Ocorrido (mg/m ³)
		Aritmética	Geométrica		
Laranjeiras	7242	19	17	73	01
Jardim Camburi	7842	23	20	80	01
Enseada do Suá	8538	25	21	89	02
Vila Velha – IBES	8694	20	16	72	01
Cariacica	8548	26	21	94	0

O comportamento do NO₂ pode ser verificado pelos próprios Índices de Qualidade do Ar, por se tratar de um poluente com padrões de médias horárias.

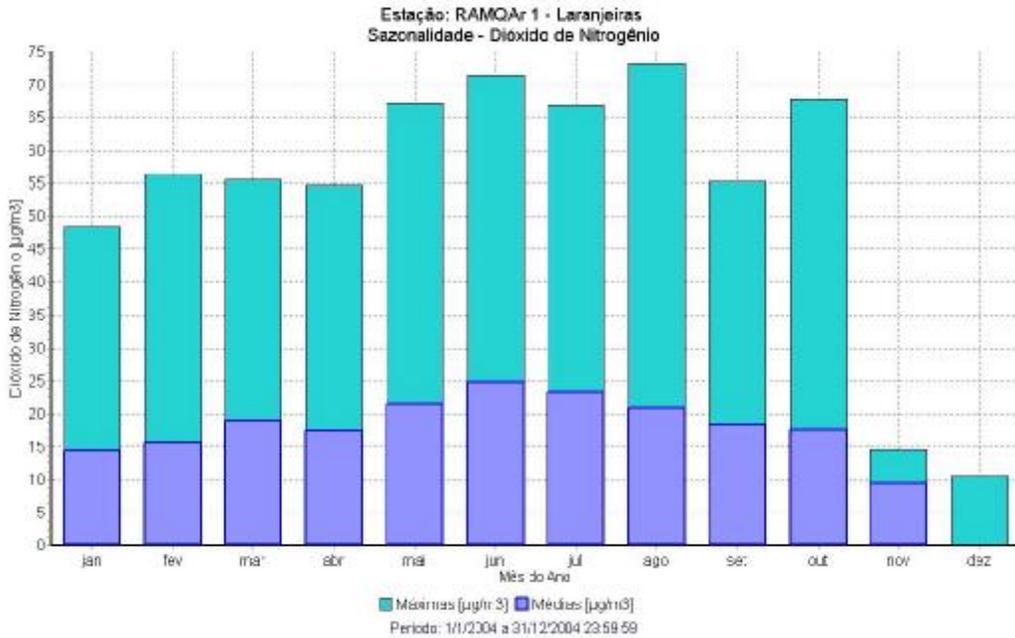


Figura 38 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de NO₂ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

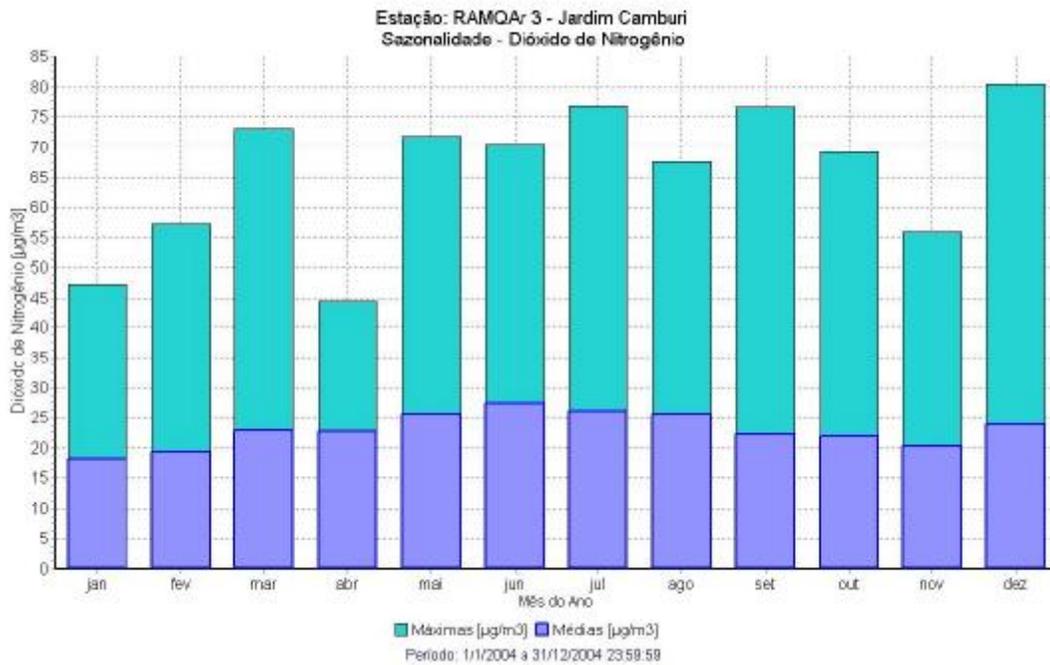


Figura 39 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de NO₂ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

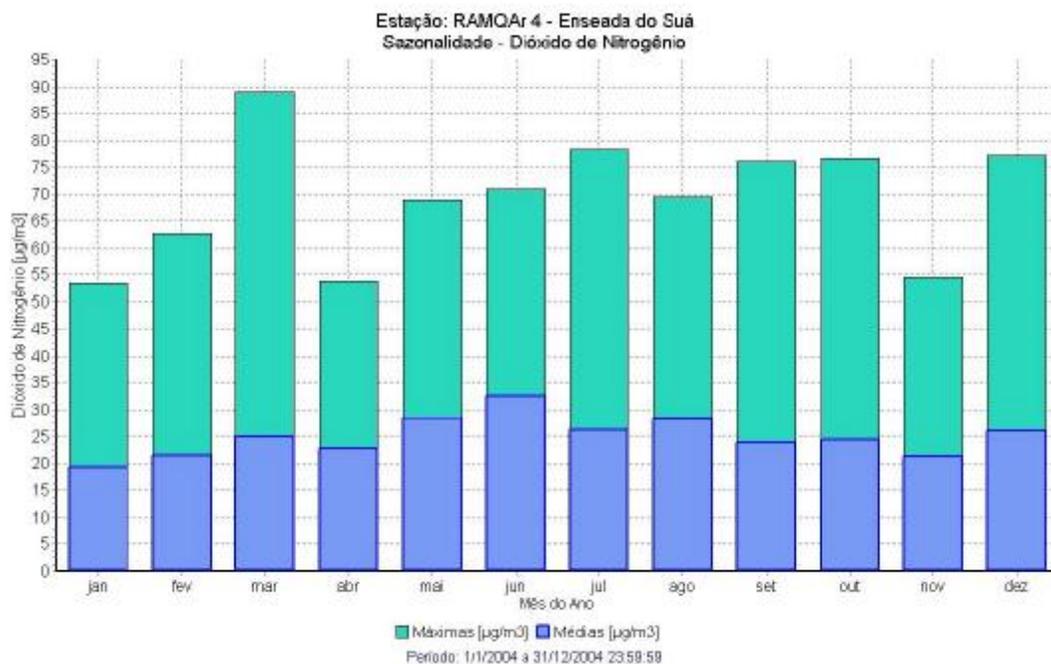


Figura 40 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de NO₂ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

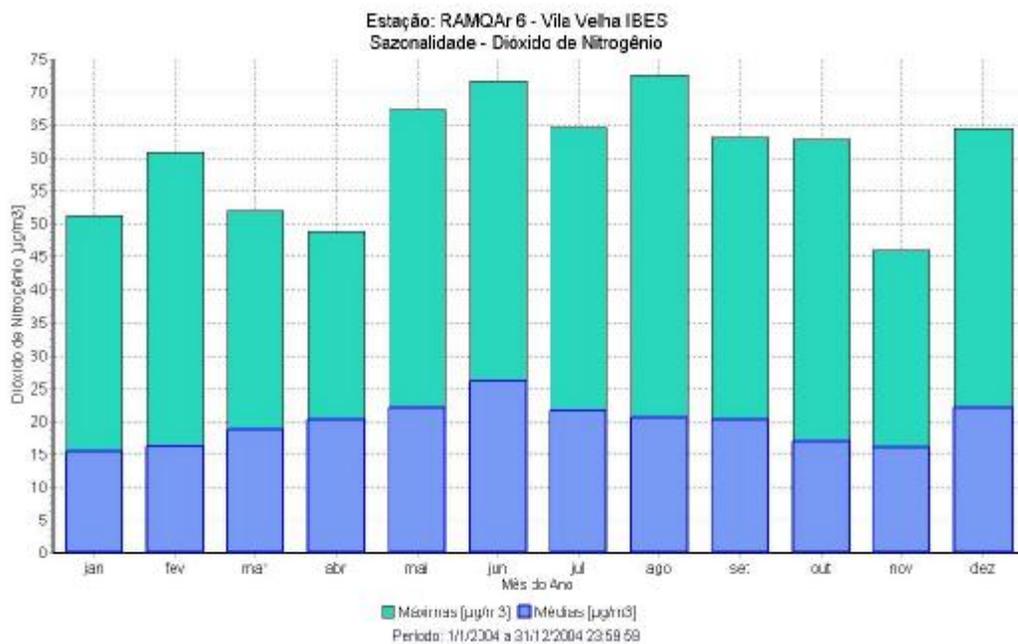


Figura 41 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de NO₂ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

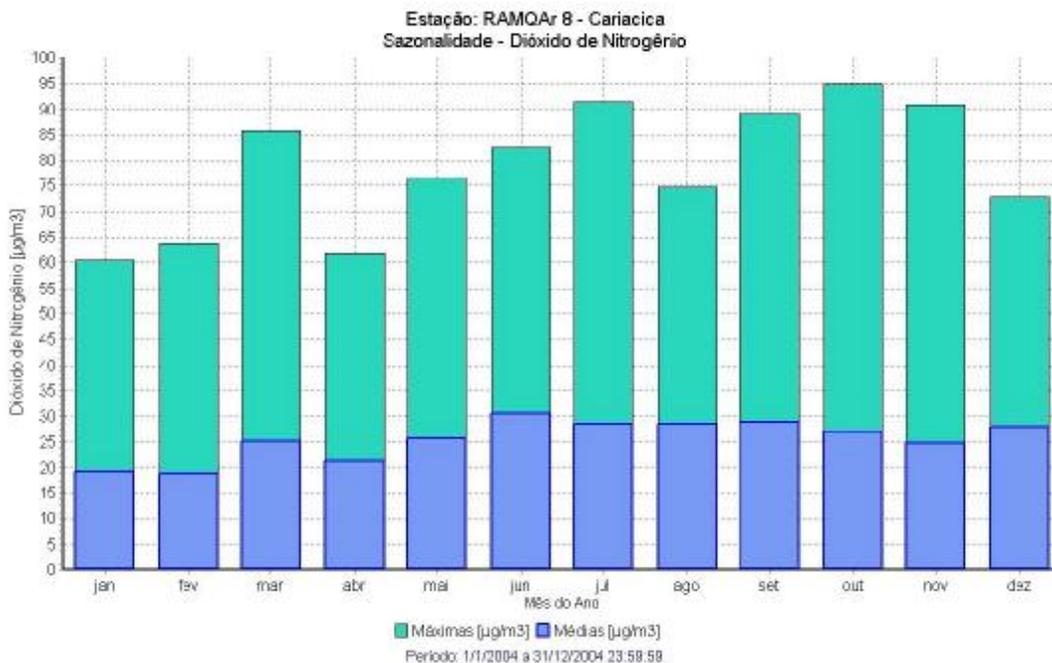


Figura 42 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de NO₂ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.1.6. OZONIO – O₃

No ano de 2004 os valores obtidos para ozônio, considerando as médias de 01 (uma) hora no período de 01/01/2004 à 31/12/2004. Observando a Tabela 16 e as figuras 43, 44, 45 e 46 abaixo. Pode-se concluir que ao longo do ano os valores de ozônio ficaram abaixo do valor fixado pela Resolução CONAMA.

Ressaltando que os máximos e mínimos apresentados na tabela 16, no período de 01/01/2004 à 31/12/2004, foram obtidos através da média horária e das análises dos períodos críticos baseados nos gráficos de sazonalidade realizadas com médias horárias em todas as Estações. Os períodos críticos não significam violação do padrão, mas sim, os períodos do dia em que as concentrações de poluentes atmosféricos são maiores. Conforme apresentado nos gráficos das figuras 43, 44, 45 e 46.

Tabela 16 - Apresenta os números de registros validos, médias aritmética e geométricas anual, máximas e mínimas ocorridas no período.

Estação	Registros Validos	Média Anual (ng/m ³)		Maximo Ocorrido (ng/m ³)	Mínimo Ocorrido (ng/m ³)
		Aritmética	Geométrica		
Laranjeiras	8749	33	0	147,7	0
Enseada do Suá	8601	29	0	101	0
Vila Velha – IBES	8698	36	29	128	05
Cariacica	8747	26	20	104	01

O comportamento do O₃ pode ser verificado pelos próprios Índices de Qualidade do Ar, por se tratar de um poluente com padrões de médias horárias.

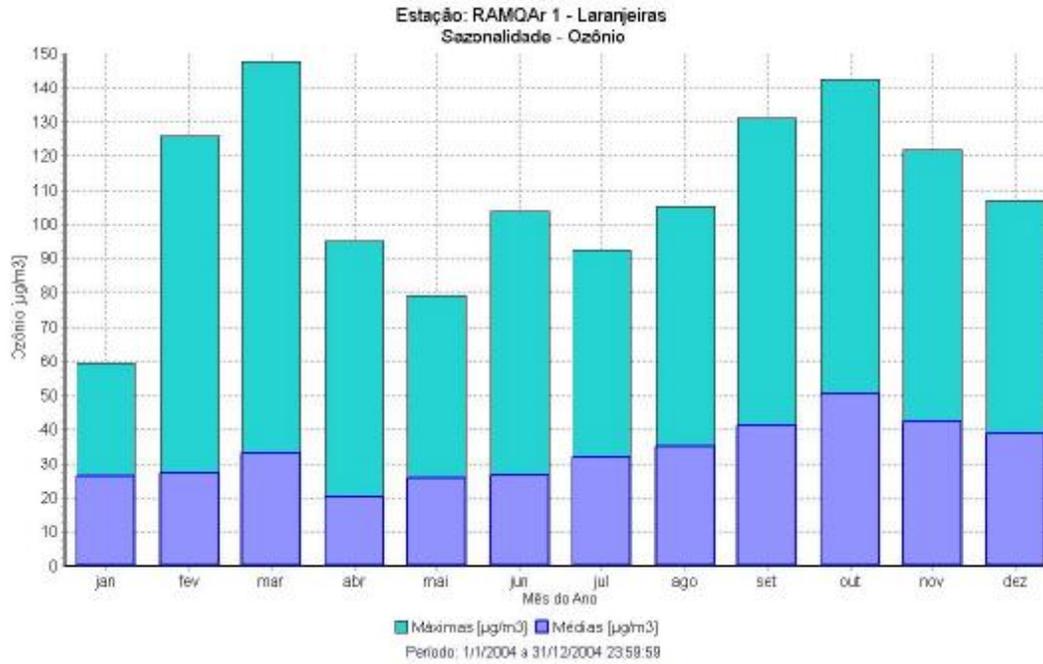


Figura 43 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de O₃ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

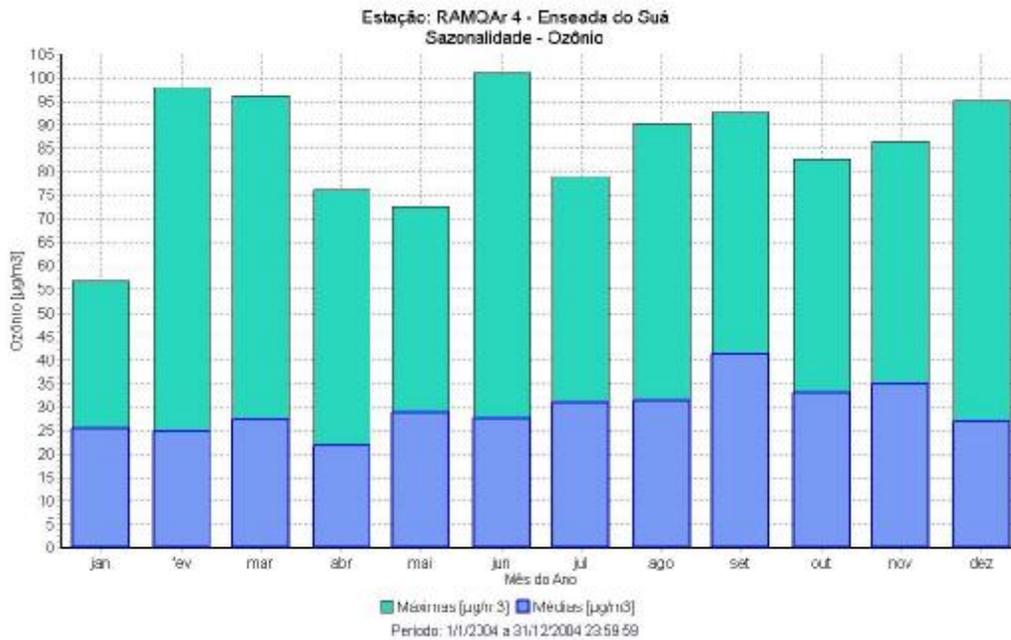


Figura 44 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de O₃ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

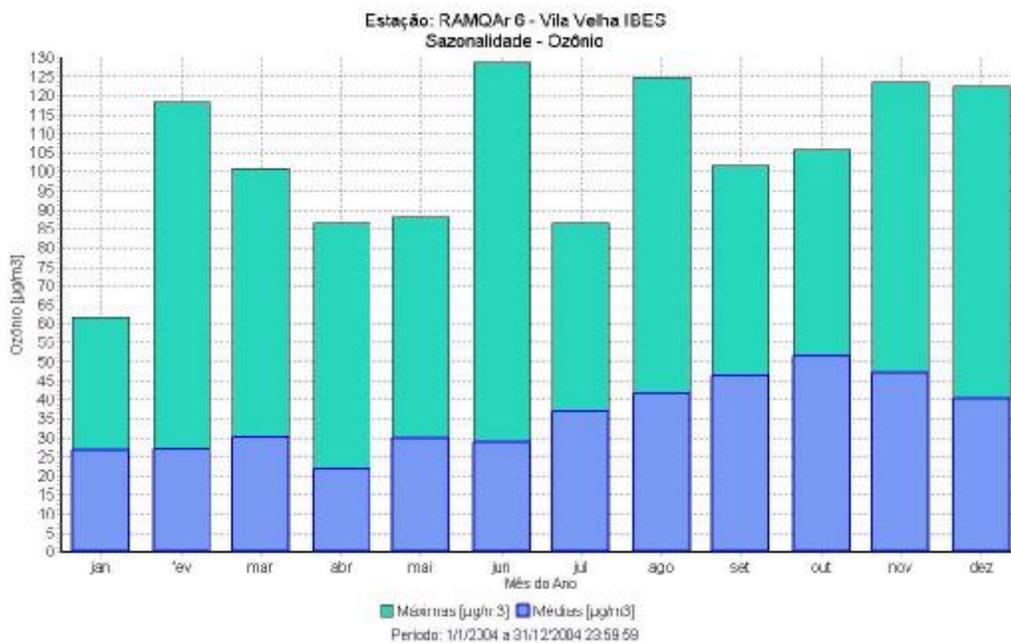


Figura 45 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de O₃ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

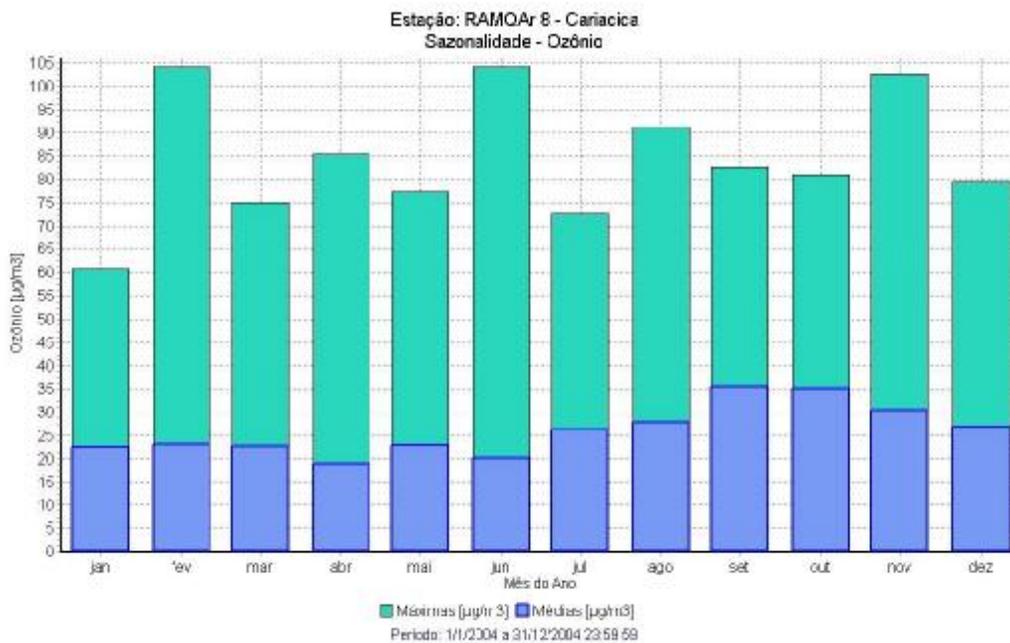


Figura 46 – Gráfico contendo os valores das médias mensais e máximas (horária) de O₃ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.1.7. HIDROCARBONETOS – HC

Como ainda não foi estabelecido padrão de qualidade do ar para este poluente sua análise fica comprometida. Entretanto o IEMA realiza seu monitoramento para análises posteriores e acompanhamento de sua evolução na região da Grande Vitória.

7.2. RESULTADOS DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR

7.2.1. PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO – PTS

No ano de 2004 os índices de qualidade do ar para partículas totais em suspensão foram considerados bons, mantendo-se em sua grande maioria do tempo na faixa de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 47, 48, 49, 50, 51 e 52.

Entretanto devemos fazer duas observações:

- 1º. Na estação de Laranjeiras no ano de 2004 foram realizadas obras de construção do hemocentro do hospital Dório Silva e nos arredores do terminal Laranjeiras. Estas construções contribuíram para uma elevação das partículas totais em suspensão da área. No entanto, apesar desta contribuição o índice de qualidade do ar se manteve em níveis aceitáveis estabelecidos pela resolução CONAMA nº 03 de 28/06/1990.
- 2º. Na estação de Cariacica no dia 06 de julho de 2004 tivemos uma violação de padrão, sendo esta causada por obras realizadas no trevo da BR 262 próximo a Rodovia do Contorno. Neste dia o IEMA tomou todas as providências necessárias para realizar a minimização do problema.

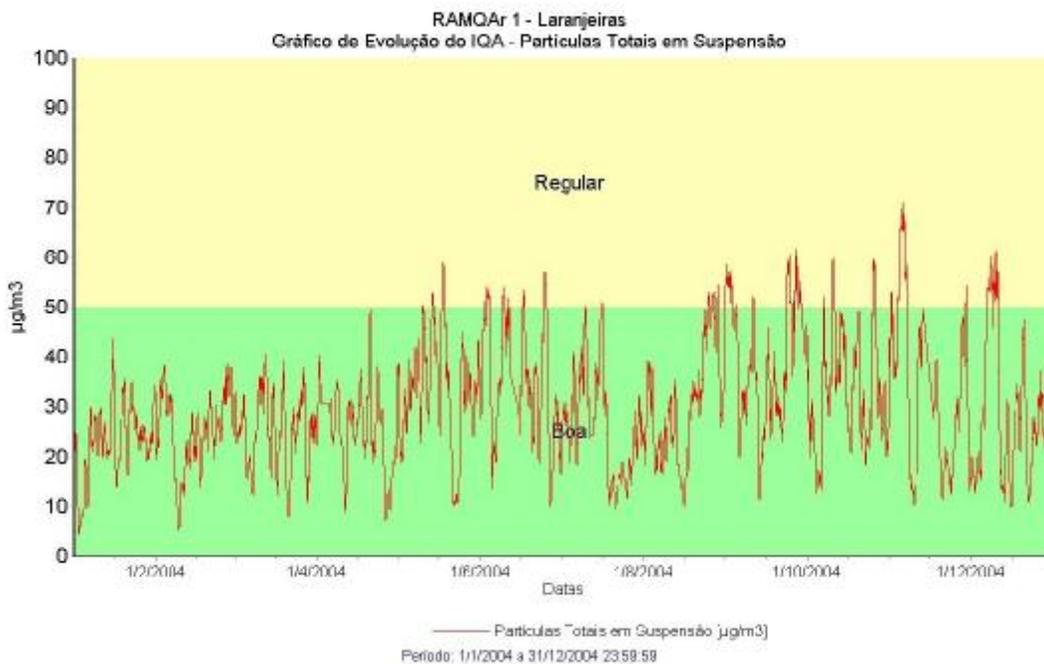


Figura 47 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

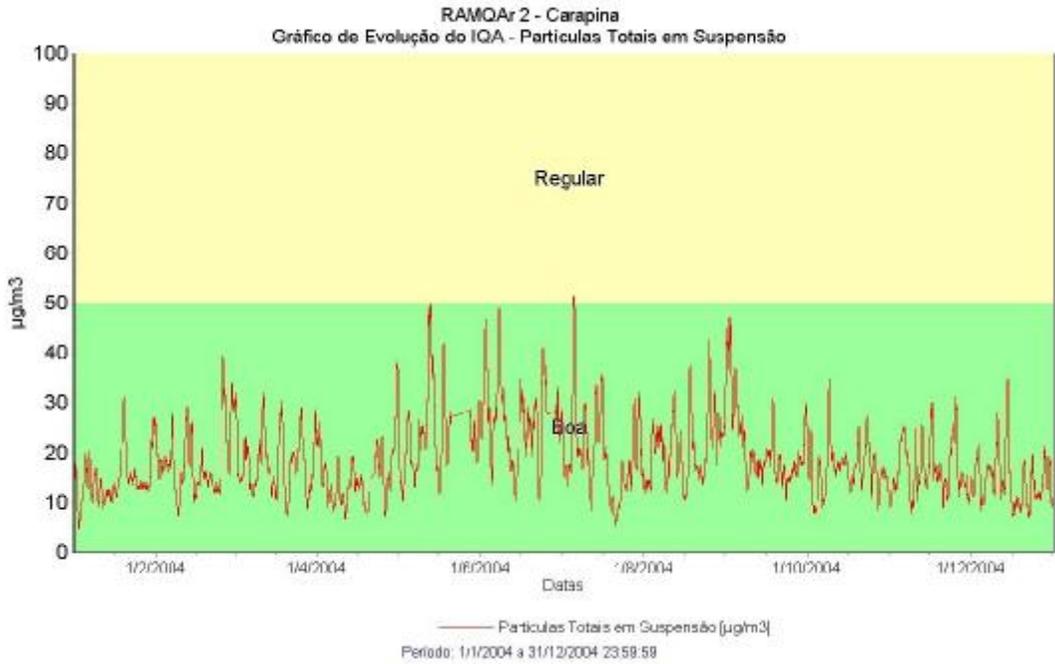


Figura 48 – Gráfico contendo os valores das médias mensais do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Carapina no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

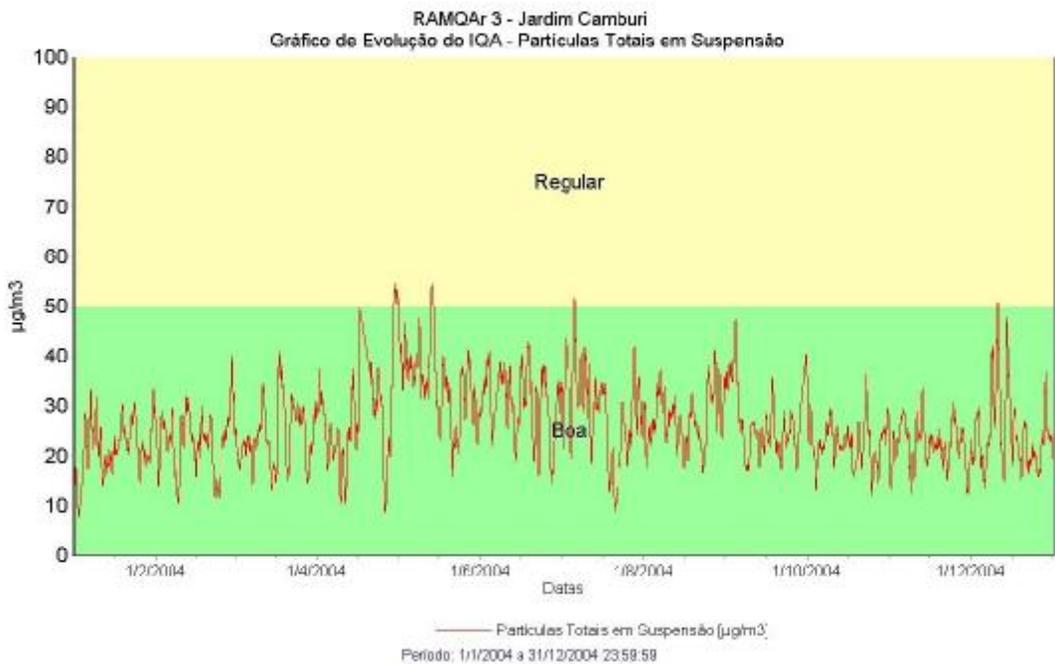


Figura 49 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

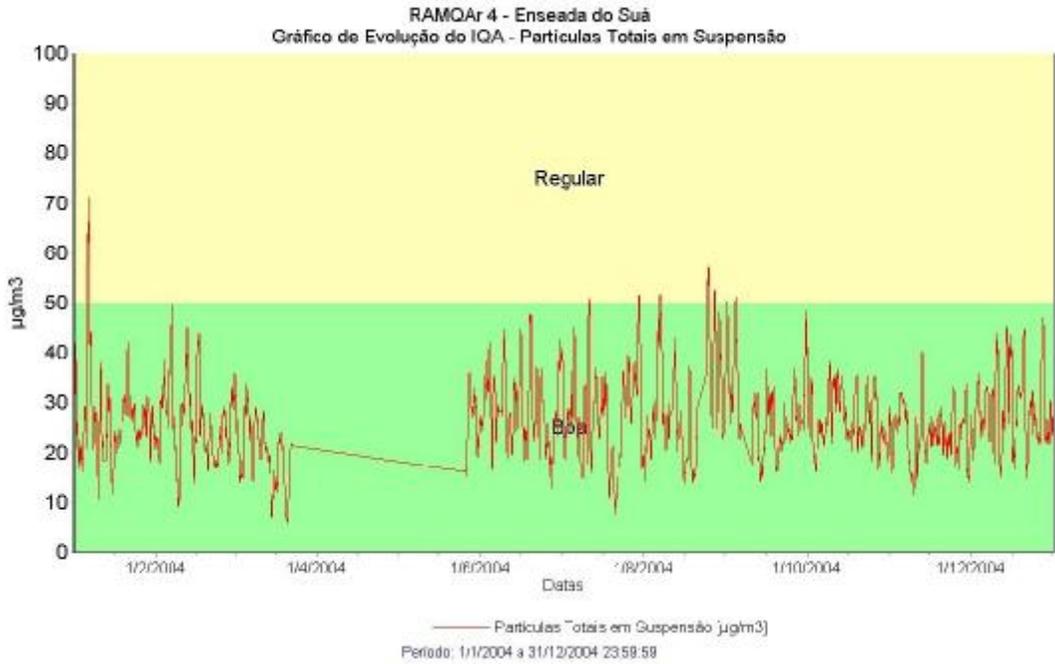


Figura 50 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

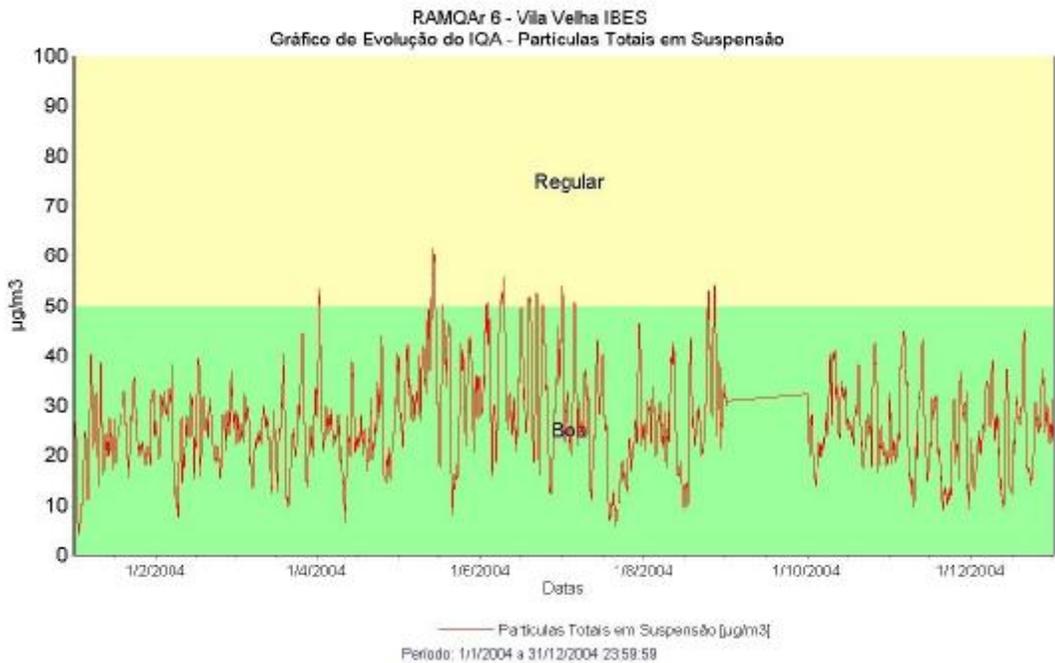


Figura 51 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

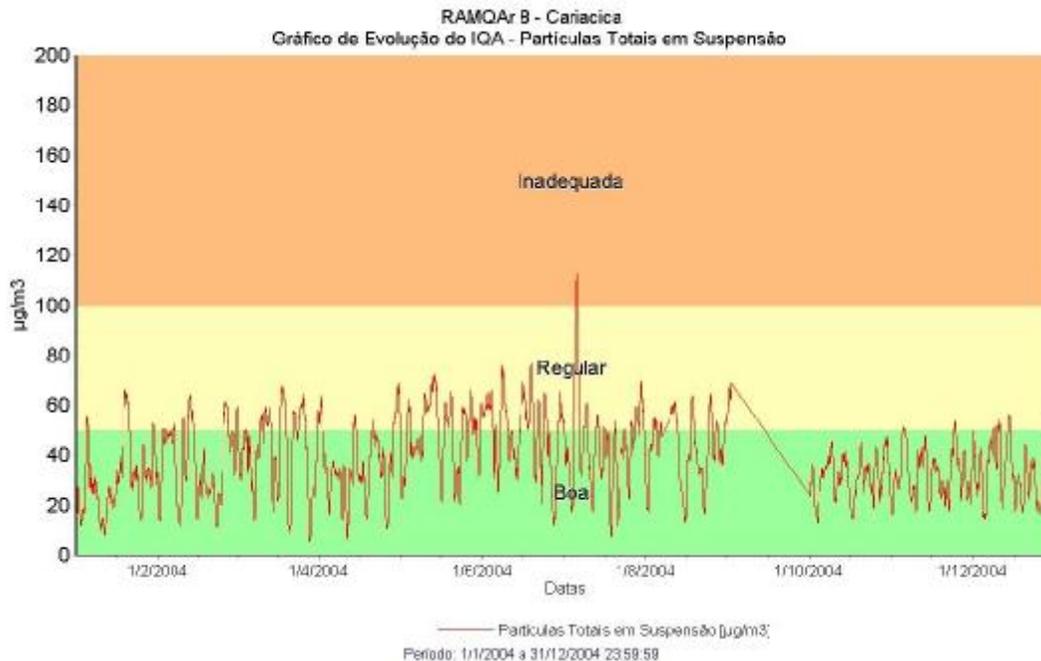


Figura 52 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.2.2. PARTÍCULAS INALÁVEIS – PM₁₀

No ano de 2004 os índices de qualidade do ar para partículas inaláveis foram considerados bons, mantendo-se em sua grande maioria do tempo na faixa de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 53, 54, 55, 56, 57, 58 e 59, é possível verificar, em nenhum momento o índice “Regular” foi ultrapassado.

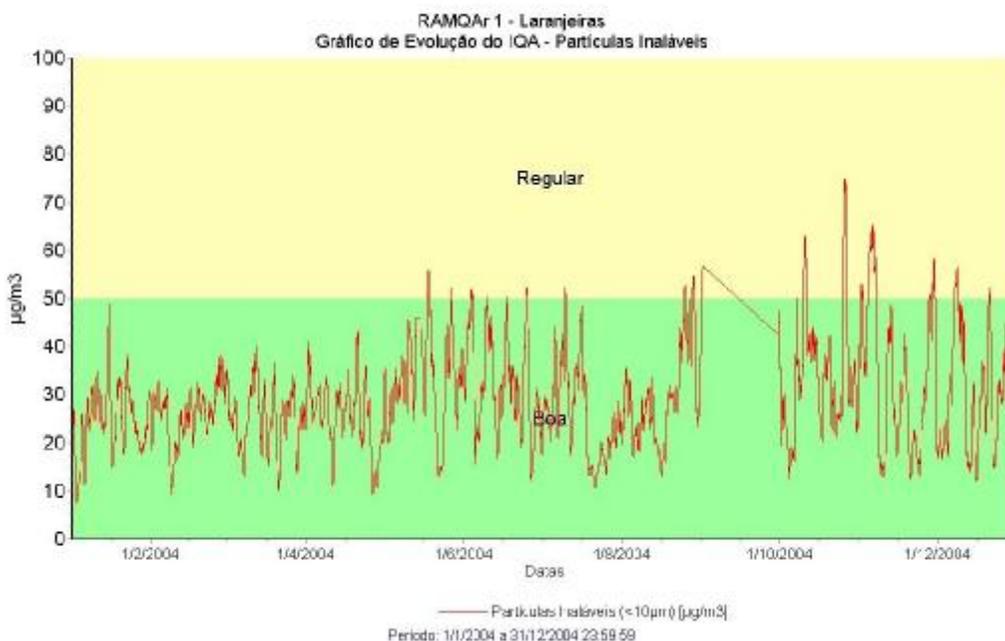


Figura 53 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM₁₀ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

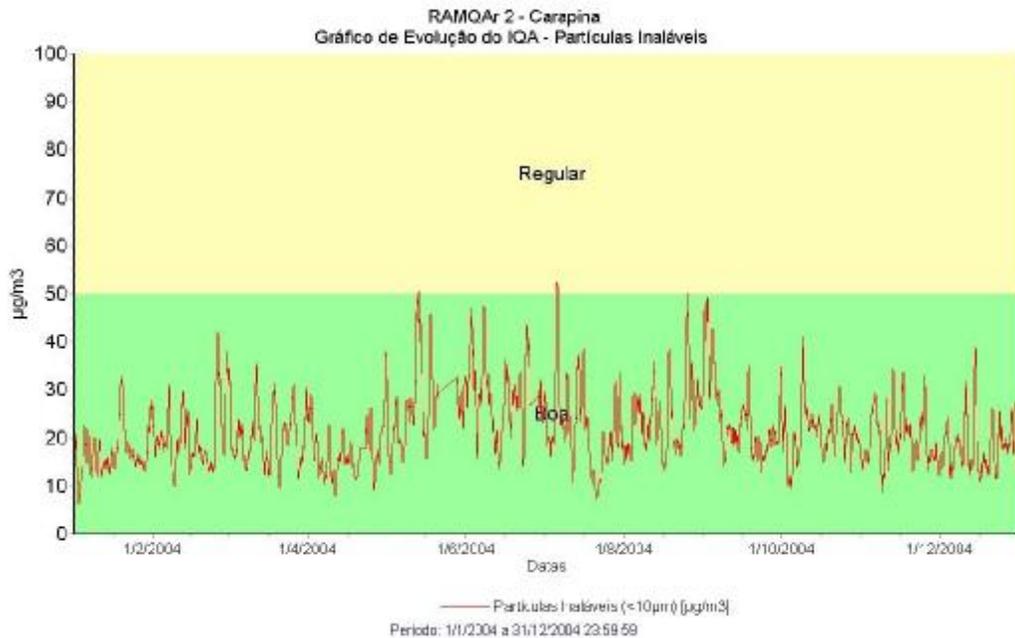


Figura 54 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM_{10} da estação de Carapina no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

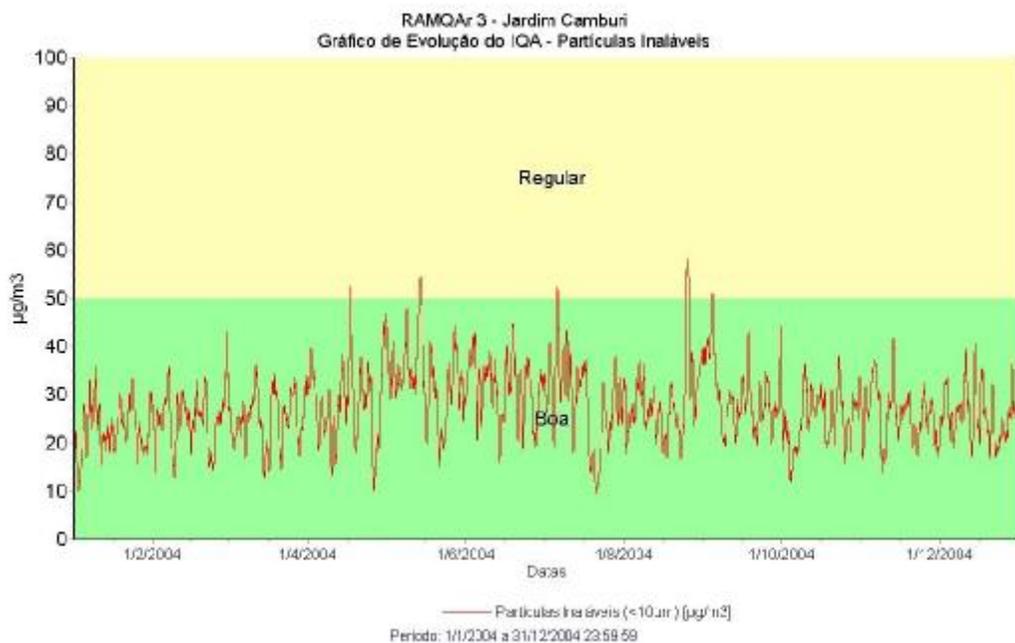


Figura 55 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM_{10} da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

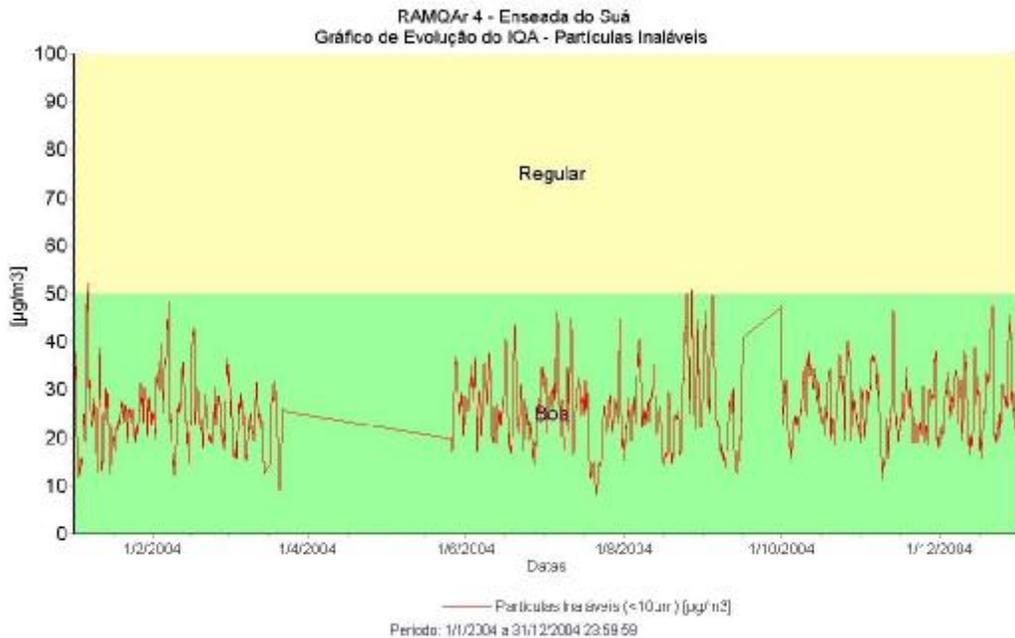


Figura 56 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM_{10} da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

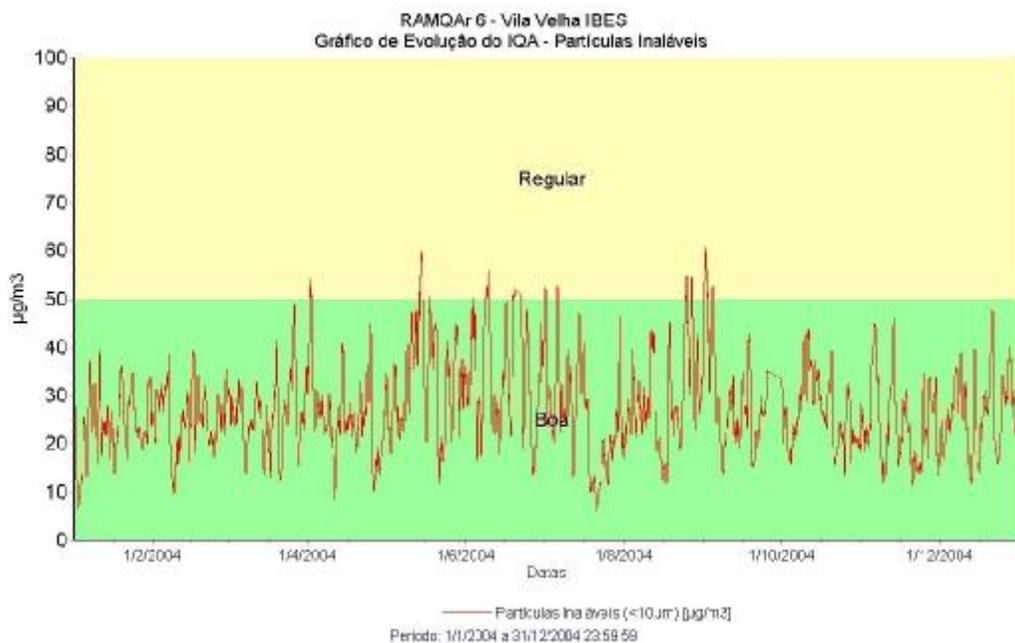


Figura 57 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM_{10} da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

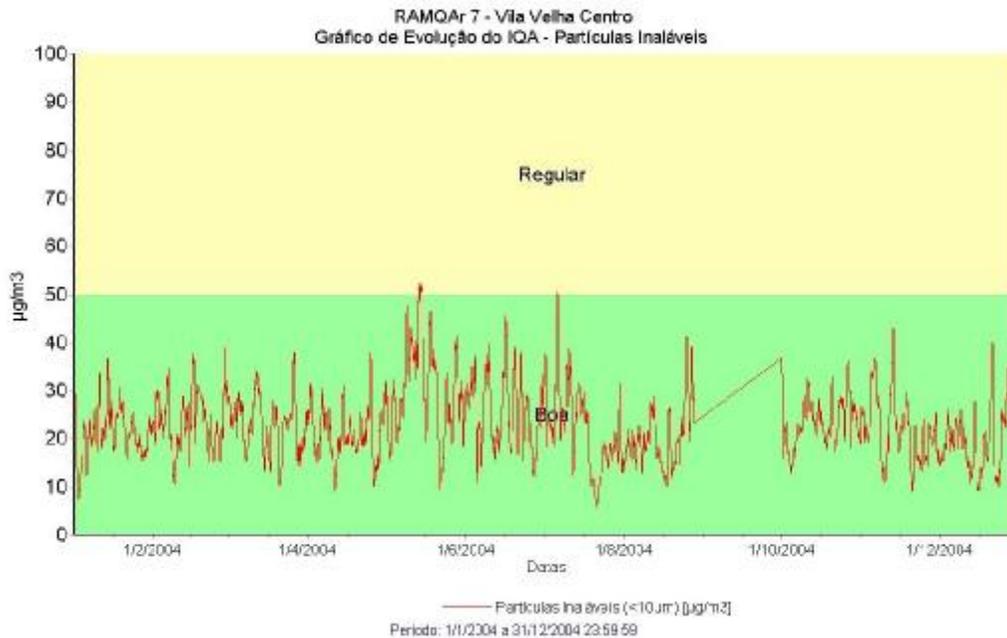


Figura 58 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM₁₀ da estação de Vila Velha (Centro) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

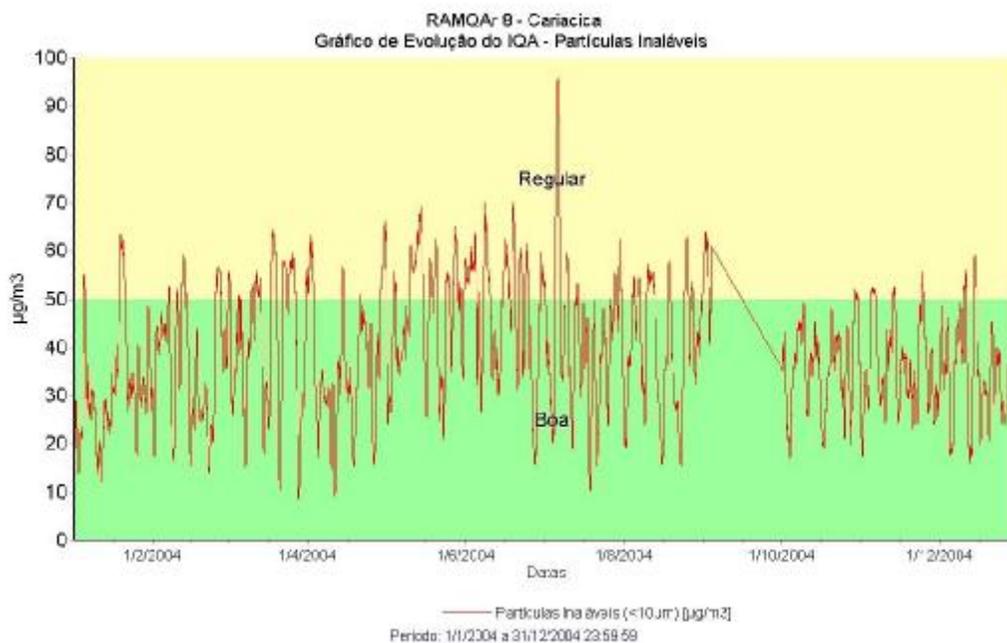


Figura 59 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM₁₀ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.2.3. DIÓXIDO DE ENXOFRE – SO₂

No ano de 2004 os índices de qualidade do ar para dióxido de enxofre foram considerados bons, mantendo-se em sua grande maioria do tempo na faixa de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 60, 61, 62, 63, 64 e 65, é possível verificar, em nenhum momento o índice “Boa” foi ultrapassado.

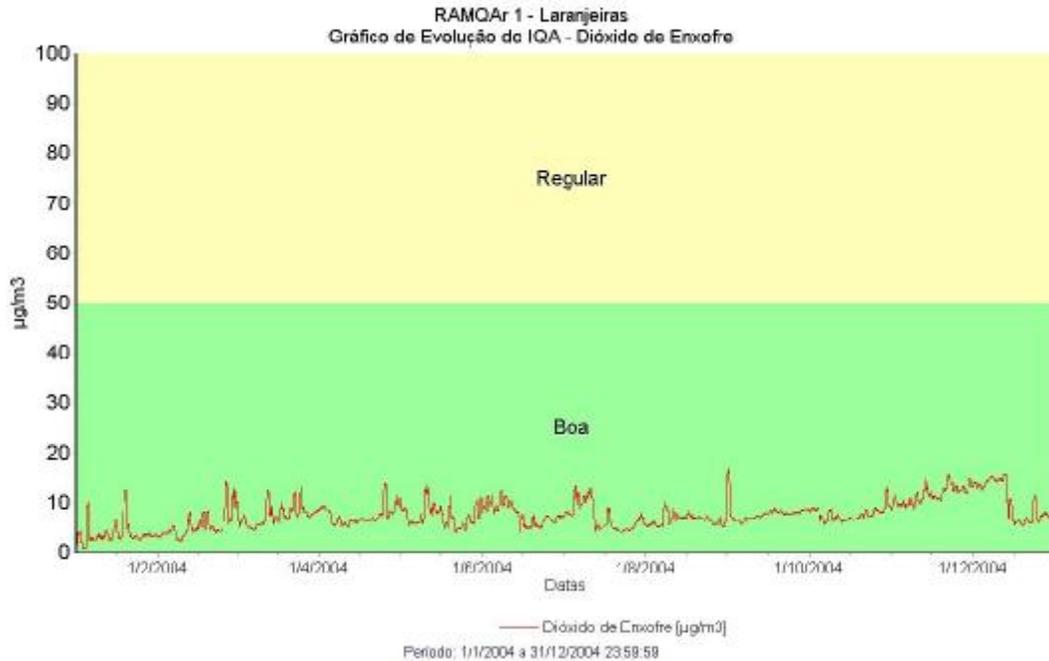


Figura 60 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO₂ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

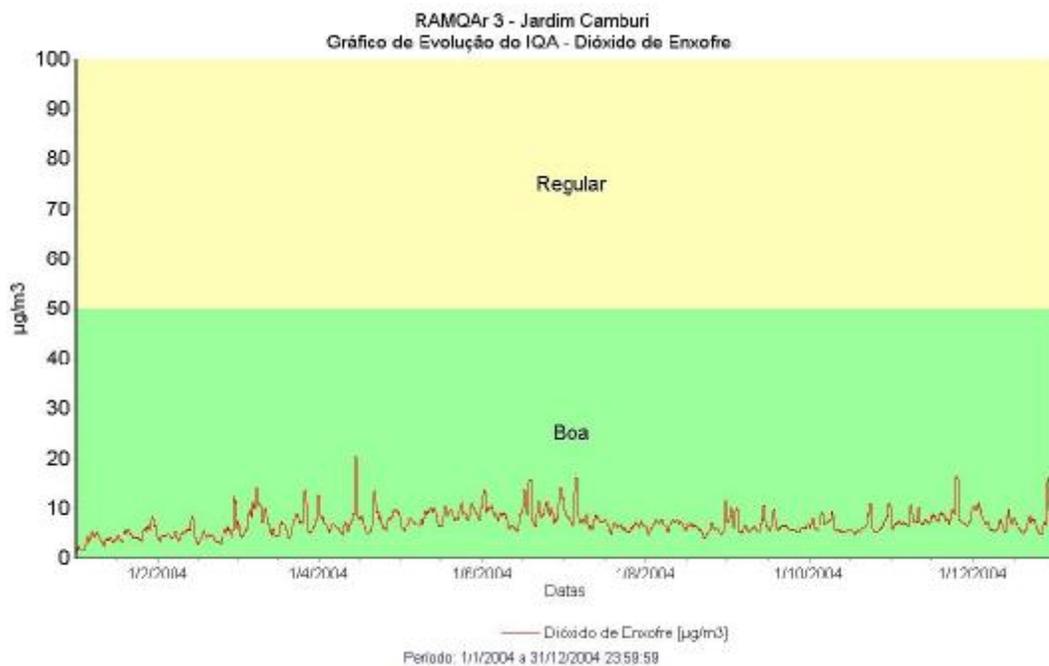


Figura 61 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO₂ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

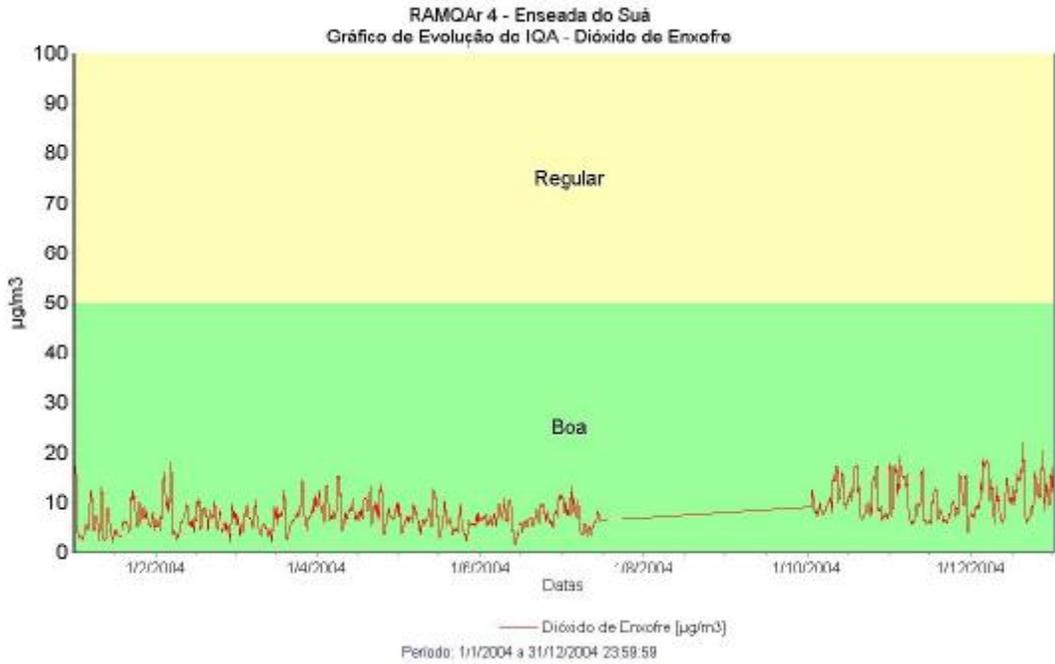


Figura 62 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO₂ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

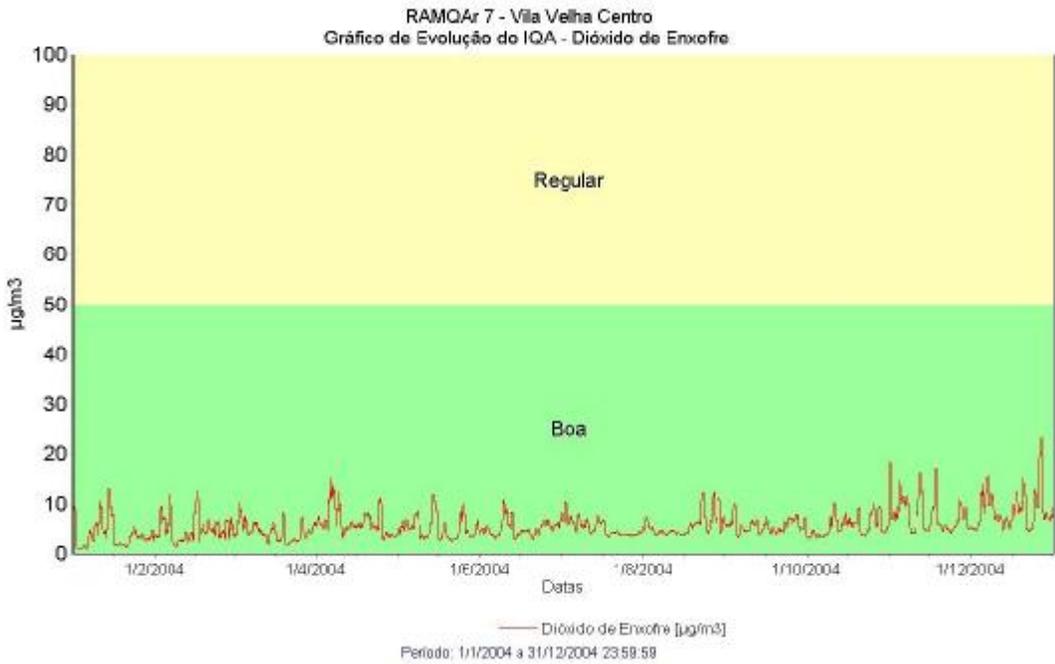


Figura 63 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO₂ da estação de Vila Velha (Centro) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

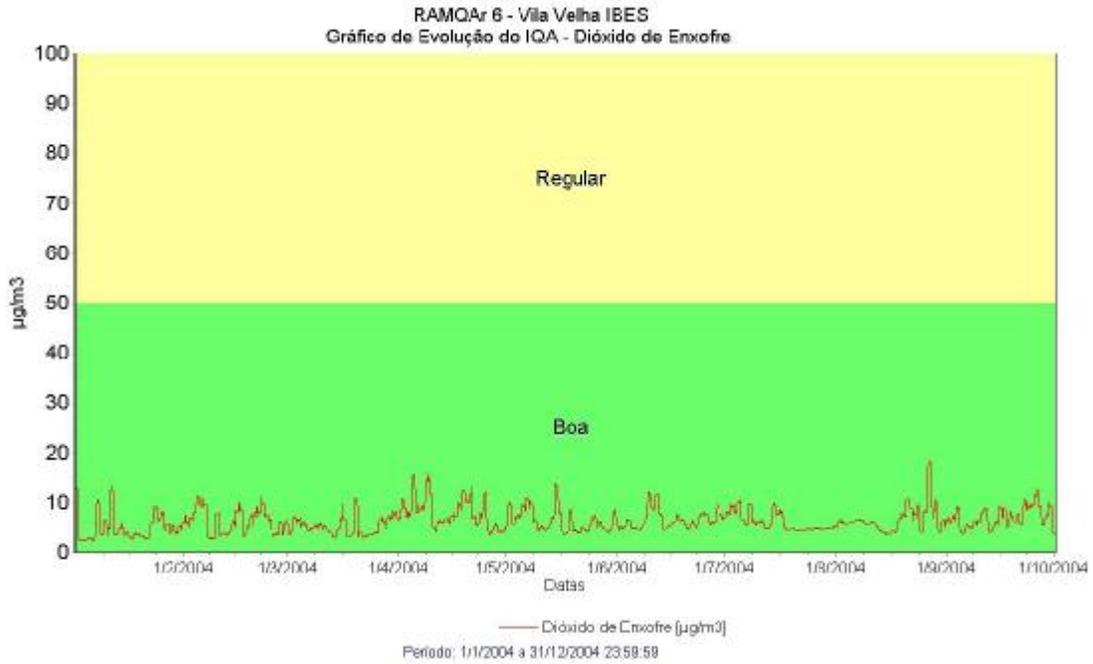


Figura 64 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO₂ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

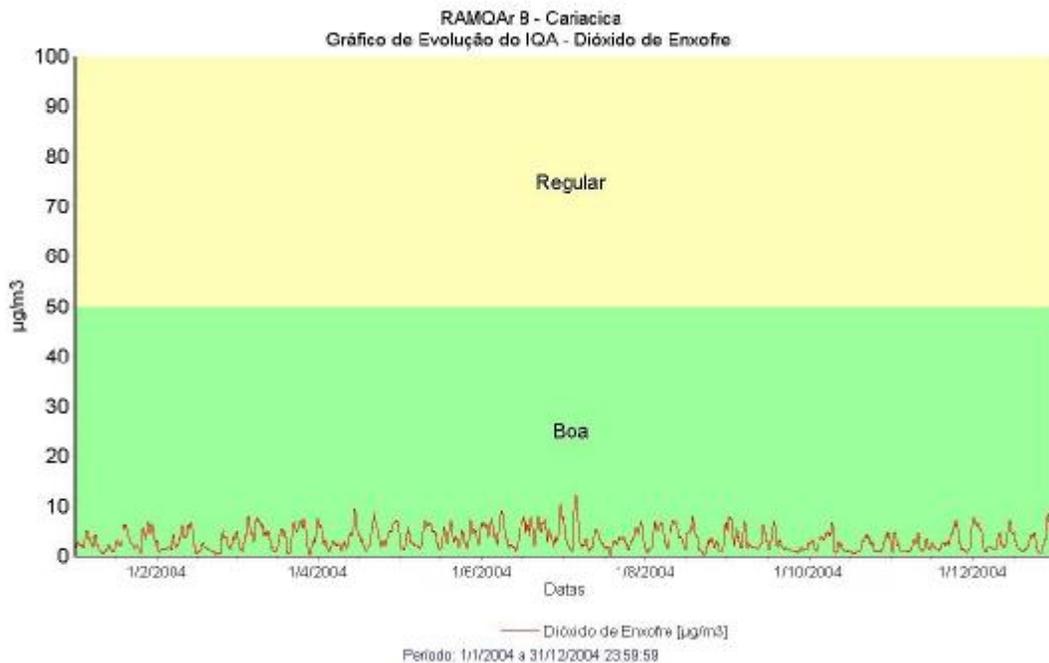


Figura 65 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para SO₂ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.2.4. MONÓXIDO DE CARBONO – CO

No ano de 2004 os índices de qualidade do ar para monóxido de carbono foram considerados bons, mantendo-se em sua grande maioria do tempo na faixa de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 66, 67, 68 e 69, é possível verificar, em nenhum momento o índice “Boa” foi ultrapassado.

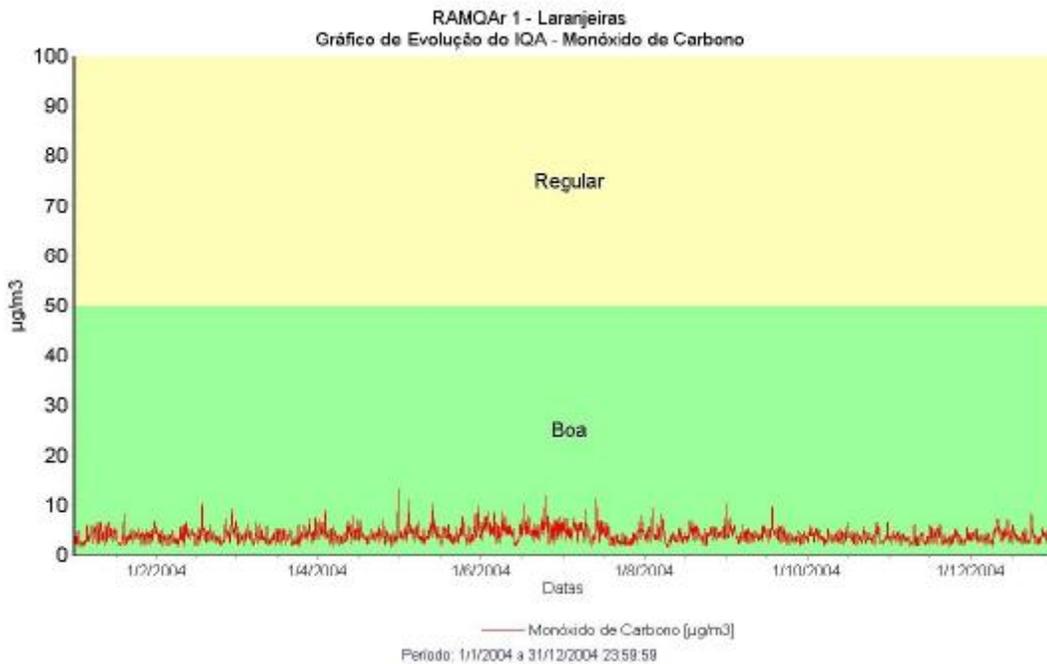


Figura 66 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para CO da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

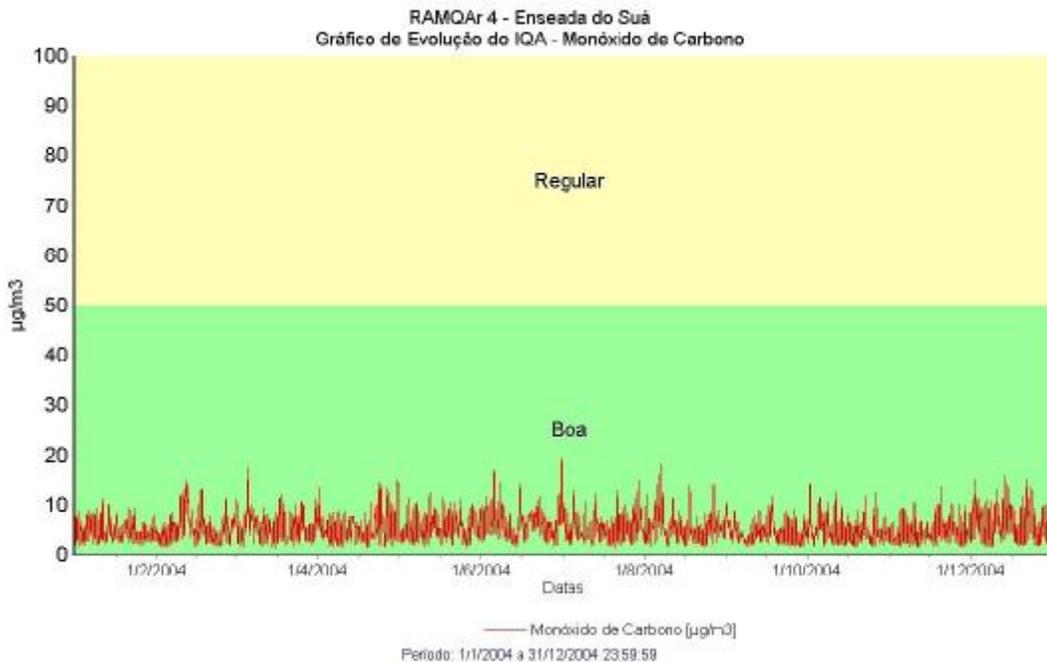


Figura 67 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para CO da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

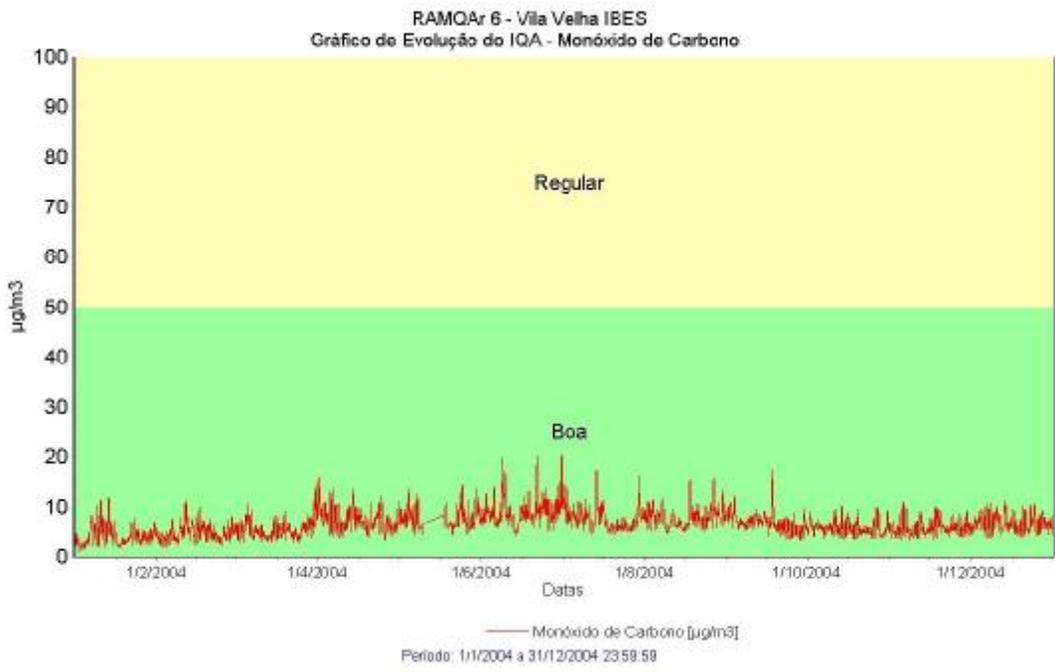


Figura 68 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para CO da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

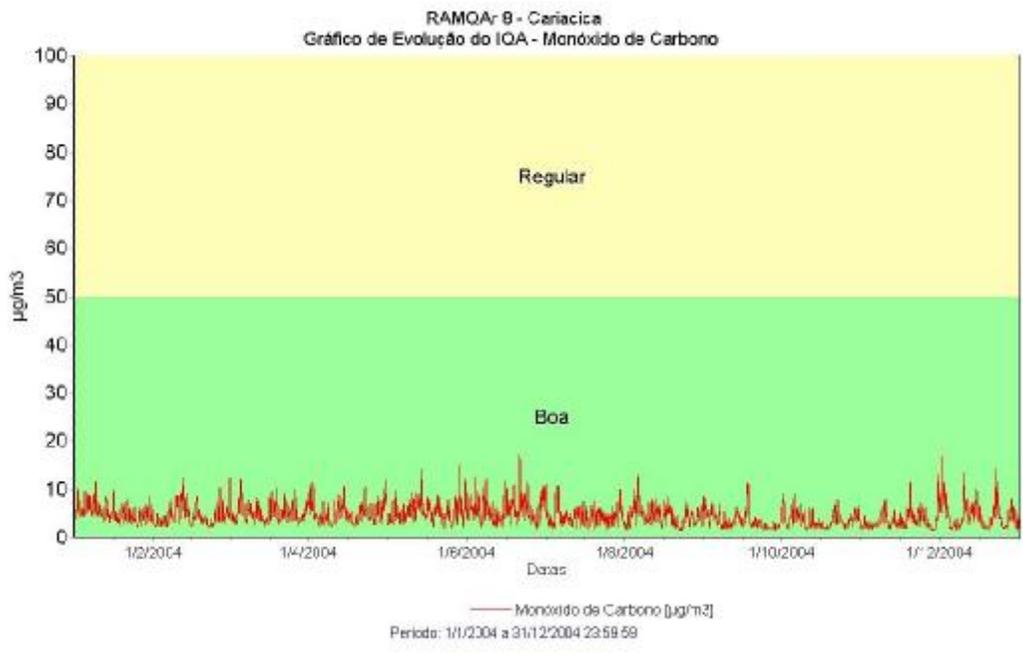


Figura 69 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para CO da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.2.5. DIÓXIDO DE NITROGÊNIO – NO₂

No ano de 2004 os índices de qualidade do ar para dióxido nitrogênio foram considerados bons, mantendo-se em sua grande maioria do tempo na faixa de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 70, 71, 72, 73 e 74 é possível verificar, em nenhum momento o índice “Boa” foi ultrapassado.

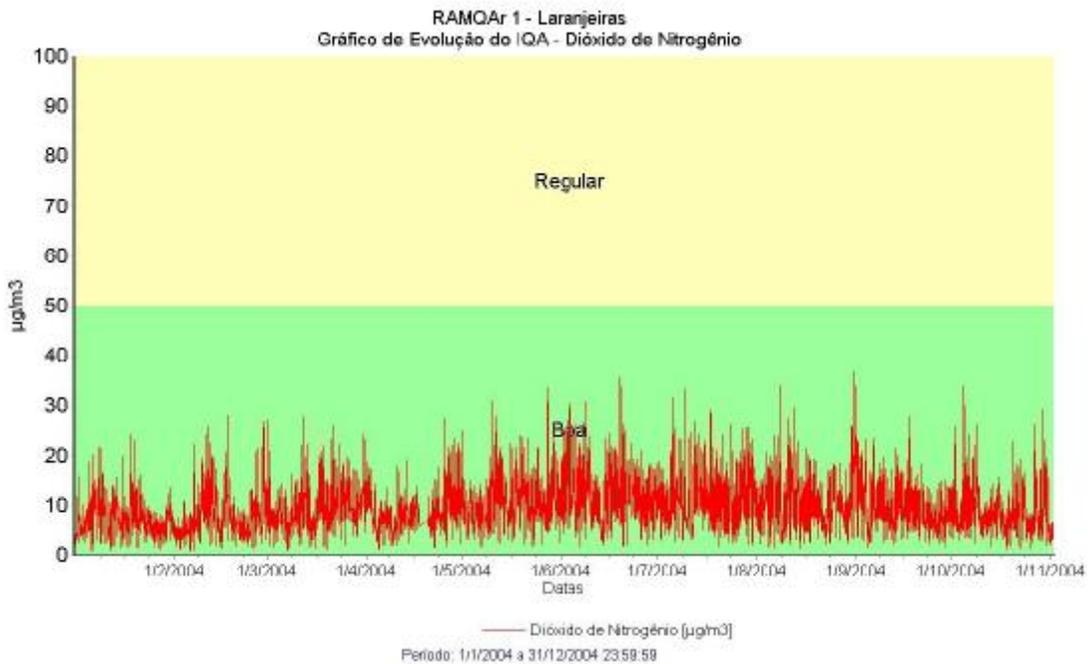


Figura 70 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para NO₂ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

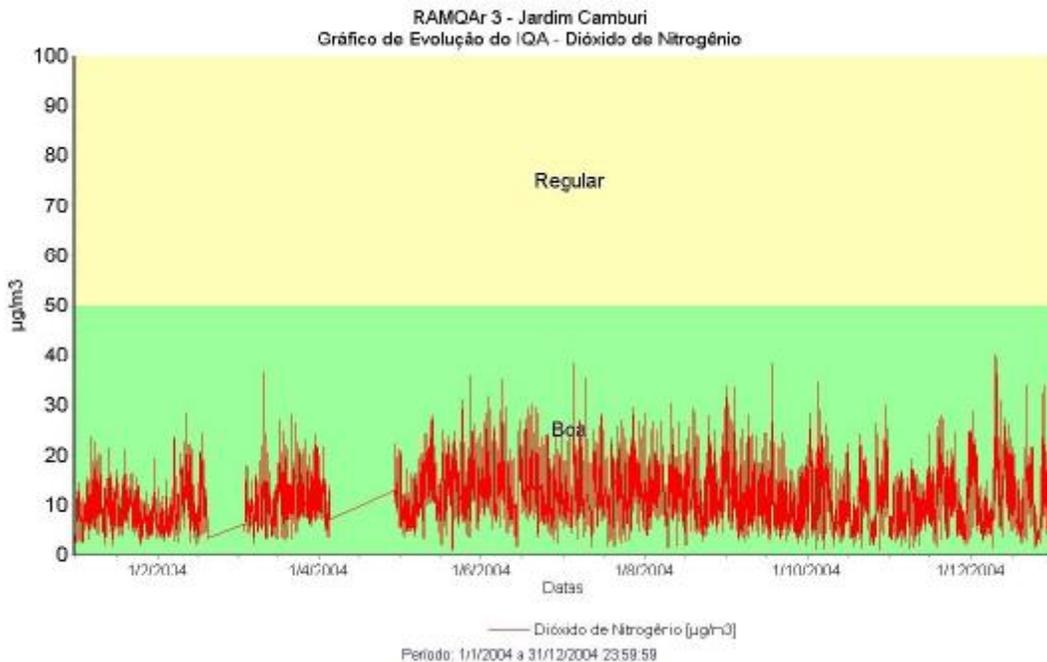


Figura 71 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para NO₂ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

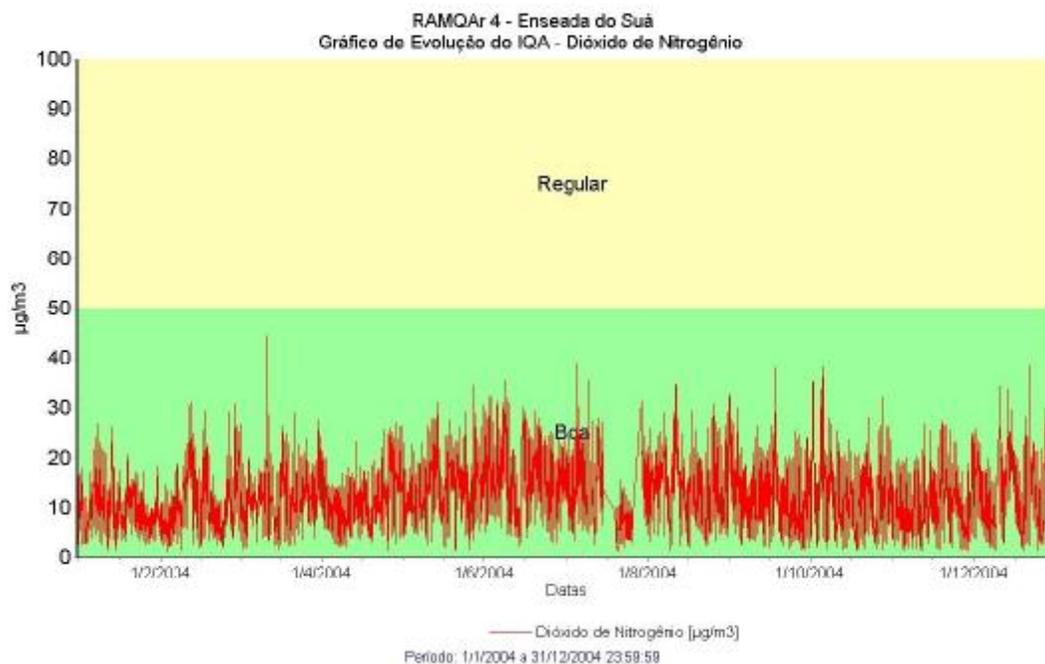


Figura 72 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para NO₂ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

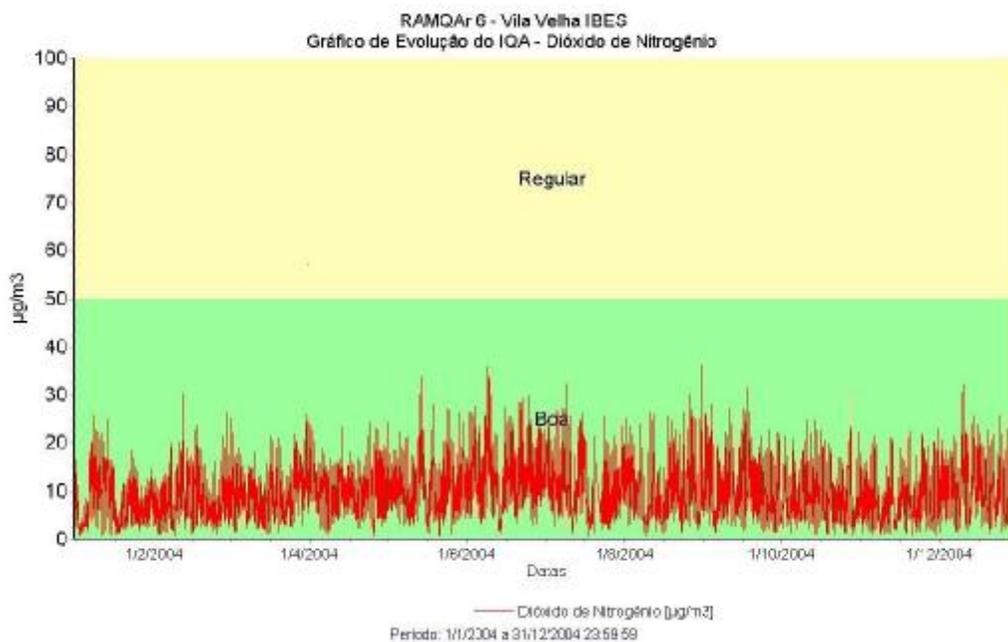


Figura 73 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para NO₂ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

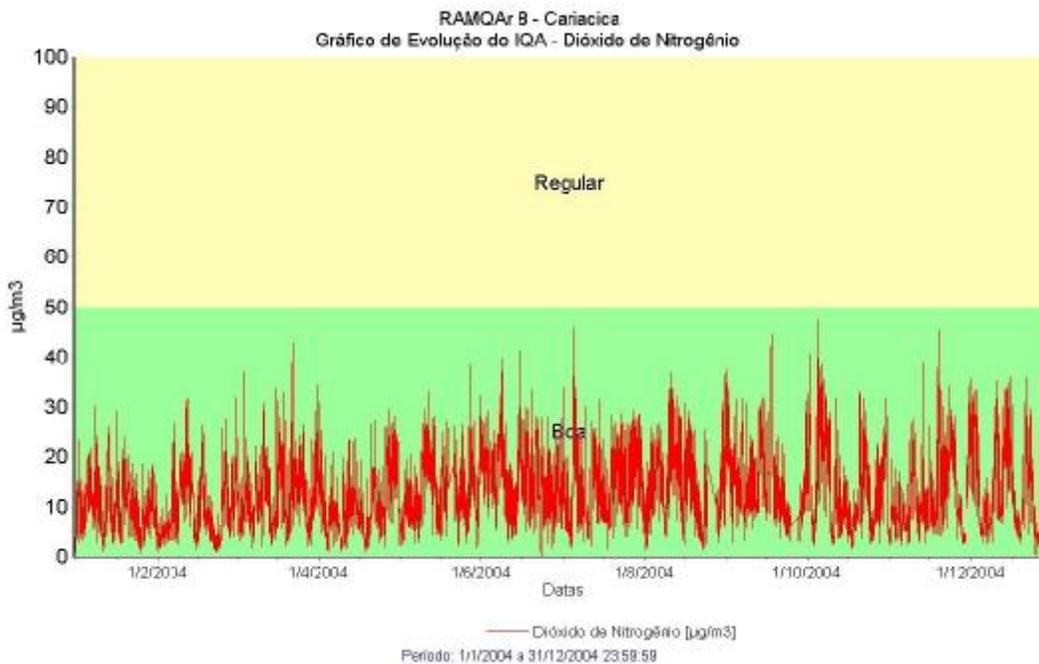


Figura 74 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para NO₂ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

7.2.6. OZÔNIO – O₃

No ano de 2004 os índices de qualidade do ar para ozônio foram considerados bons, mantendo-se em sua grande maioria do tempo na faixa de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 75, 76, 77 e 78, é possível verificar, em nenhum momento o índice “Regular” foi ultrapassado.

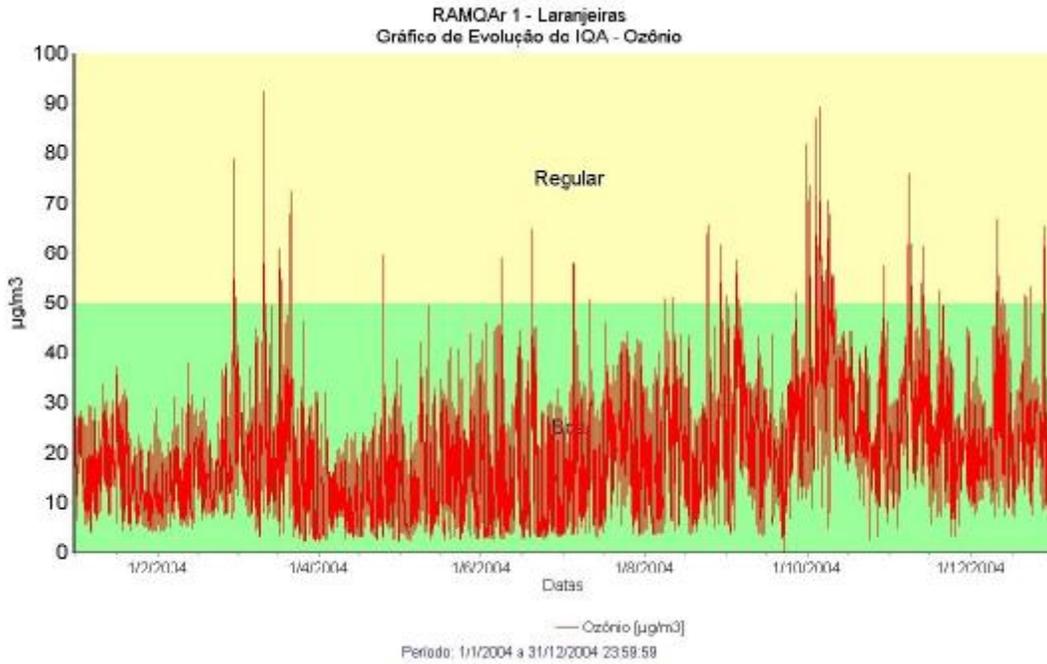


Figura 75 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para O₃ da estação de Laranjeiras no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

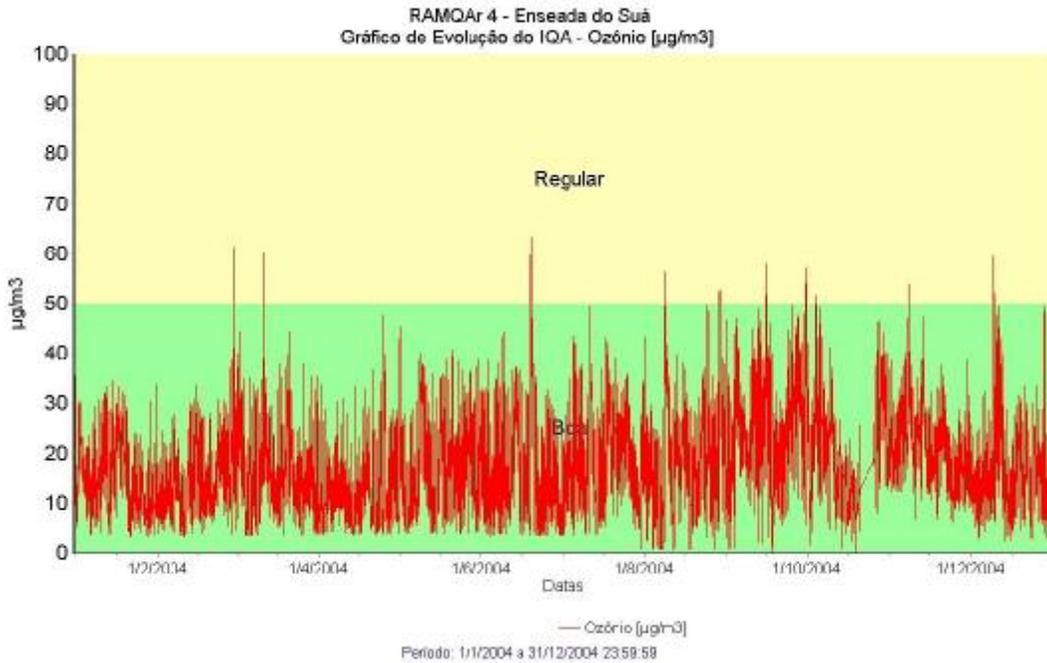


Figura 76 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para O₃ da estação de Enseada do Suá no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

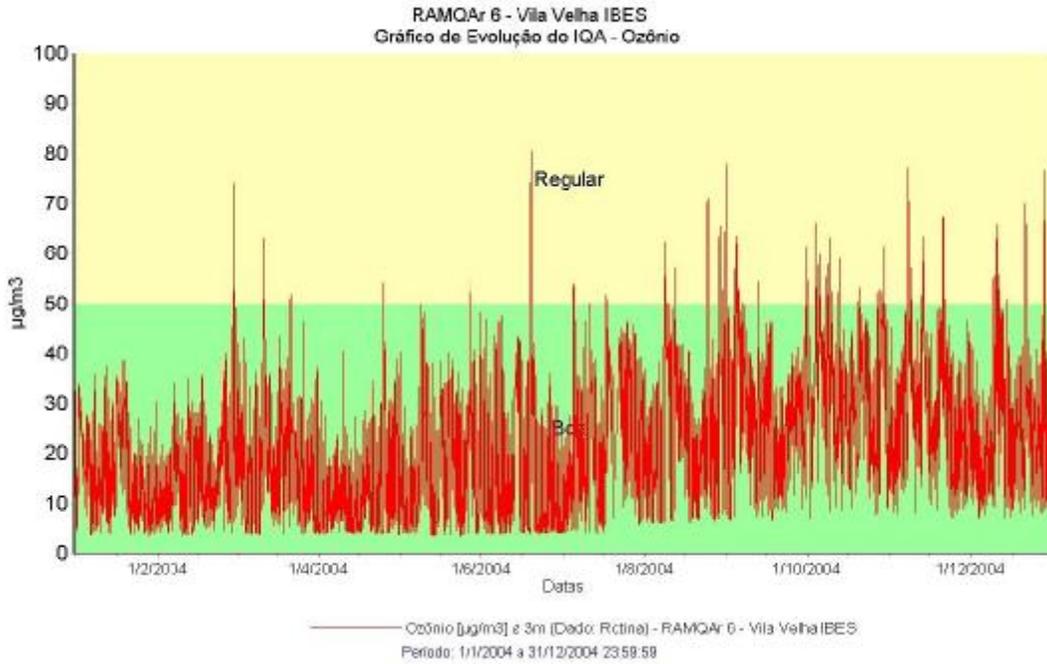


Figura 77 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para O₃ da estação de Vila Velha (IBES) no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

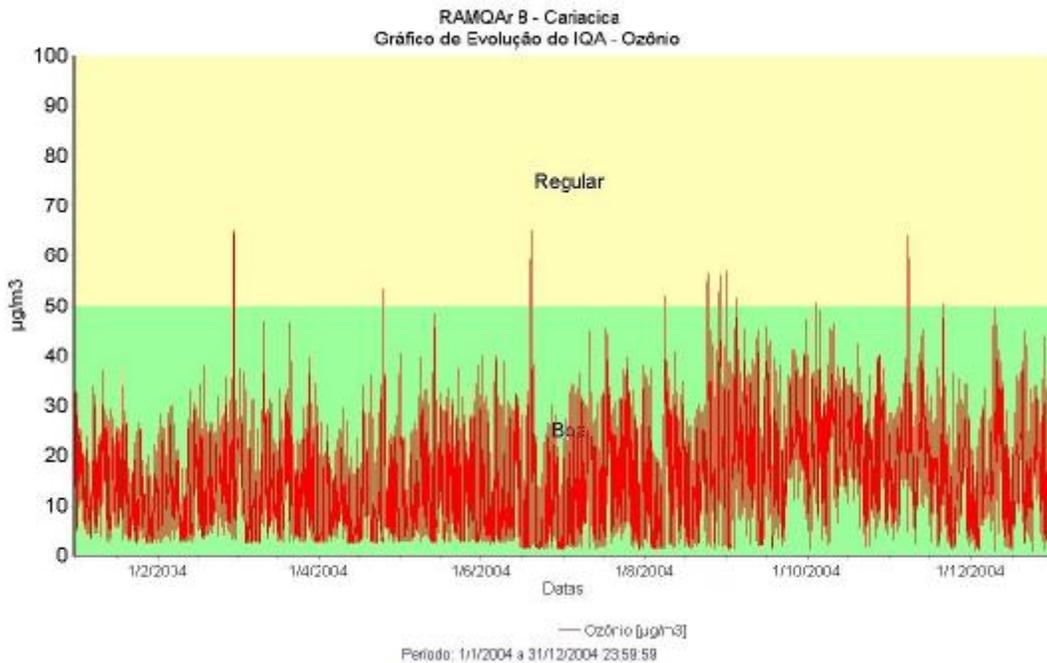


Figura 78 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para O₃ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

8 - CONCLUSÕES

Como pode ser observado no item 07, os resultados de monitoramento das regiões de abrangência das estações da RAMQAr, apresentaram para o ano de 2004, qualidade do ar inserido na categoria “boa”. Esta classificação seguiu a referencia estabelecida pelos padrões legais do CONAMA 03/1990.

O IEMA no de 2004 relatou duas ocorrências significantes para o parâmetro partículas totais em suspensão. A primeira ocorrência foi na área de abrangência da estação de Cariacica, no qual tivemos uma violação de padrão, no dia 06 de julho de 2004, sendo esta causada por obras realizadas no trevo da BR 262 próximo a Rodovia do Contorno, sendo tomada todas as providencias necessárias para realizar a minimização do problema. A segunda ocorrência foi na área de abrangência da estação de Laranjeiras, devido a obras de construção do hemocentro do hospital Dório Silva e nos arredores do terminal Laranjeiras. Entretanto, apesar desta contribuição o índice de qualidade do ar se manteve em níveis aceitáveis (conforme padrões estabelecidos pela resolução CONAMA nº 03 de 28/06/1990).

Fazendo ainda uma comparação dos valores dos poluentes monitorados pela RAMQAr nos anos de 2003 e 2004, conforme apresentado na tabela 10, para os parâmetros PTS e PM₁₀, houve uma diminuição destes parâmetros nas outras regiões da grande Vitória, com exceção. Para o parâmetro dióxido de enxofre, tivemos um pequeno aumento nas regiões de Laranjeiras, Jardim Camburi e Vila Velha (IBES). No entanto, nas regiões da Enseada do Suá, Vila Velha (Centro) e Cariacica houve uma diminuição deste parâmetro do ano de 2003 para 2004.

Para o parâmetro dióxido de nitrogênio, com exceção da região de Laranjeiras que não teve nenhuma alteração do ano de 2003 para 2004, nas demais regiões da Grande Vitória tivemos um pequeno aumento deste parâmetro. Para o parâmetro monóxido de carbono tivemos um pequeno acréscimo na região de Cariacica. No entanto, nas regiões da Enseada do Suá, Laranjeiras e Vila Velha (IBES) houve uma diminuição deste parâmetro do ano de 2003 para 2004.

Para o parâmetro ozônio tivemos um pequeno acréscimo na região de Laranjeiras. No entanto, nas regiões da Enseada do Suá, Cariacica e Vila Velha (IBES) houve uma diminuição deste parâmetro do ano de 2003 para 2004.

Cabe observar que os níveis das médias das concentrações de todos poluentes monitorados pela RAMQAr não ultrapassaram os padrões primários e secundários estabelecidos pelo CONAMA 03/1990, tal afirmativa foi devido a conscientização do setor industrial na melhoria dos processos industriais, da intensificação dos trabalhos de fiscalização e licenciamento ambiental dos órgãos estaduais e municipais e da troca da matriz energética (substituição dos óleos combustíveis pelo gás natural) na indústria, nos automóveis, comercio e residências.

O IEMA tem como perspectivas para o ano de 2005, intensificar os trabalhos de análise dos dados de monitoramento da qualidade do ar da região da Grande Vitória, na procura de melhor atender as solicitações feitas pela população, e ainda colocar em operação a estação Vitória (centro). Para isto o órgão está elaborando um convênio de cooperação técnica e financeira com: CBF Industria de Gusa, CST, ELKEM, Cimentos Mizu, Cimentos Holcim, CVRD e Belgo Mineira Participações Siderúrgicas, e também participando de projetos junto ao Ministério de Meio Ambiente e FUNASA.

No Ministério do Meio Ambiente o IEMA esta participando do Programa de Melhoria da Qualidade Ambiental – PQA para elaboração do termo de referencia do Inventário de Emissões por Fontes Fixas. Já na FUNASA o IEMA participa como parceiro da prefeitura de

Vitória no grupo técnico do programa de Vigilância Ambiental em Saúde relacionado à Qualidade do Ar – VIGIAR, com objetivo de se avaliar a influência da poluição atmosférica com a saúde da população.

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CETESB (1998), Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo, São Paulo.
- CETESB (1994), Legislação Estadual, Controle de poluição ambiental - Estado de São Paulo (atualizado até novembro), São Paulo.
- CETESB (1999), Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo , São Paulo.
- Environmental Protection Agency (1980) , Code of Federal Regulations , title 40 , pp. 638 - 669 , 1994 - Washington D.C.
- Environmental Protection Agency (1982) , Code of Federal Regulations , title 40 , pp. 611 - 616 , 1994 - Washington D.C.
- Environmental Protection Agency (1994), The pollutant standards Index, Measuring air quality, Washington - D.C.
- Environmental Protection Agency (1991) , Clean Air Act Amendments of 1990, Code of Federal Regulations , Vol. 42 sec. 7412 (6)(2).
- Environmental Protection Agency (1995), Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, National Air Pollutant Emission Trends - 1990 - 1994 , EPA - 454/R - 95 -011.
- (EPA-650/9-75-001-a). and Vol. 2 (EPA-650/9-75-001-b). United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1974.
- IBAMA (1992) , Resoluções CONAMA, 1984/91, 4a. ed. rev. e aum, Brasília
- Martin et.al. (1974), “The World’s Air Quality Management Standards,” Vol. 1
- Oliveira, S. et al. (1996), Nova tecnologia para o monitoramento do ar, Saneamento Ambiental no. 58, 23-26.
- Relatório Anual de Monitoramento de Qualidade do Ar, SEAMA, 2000/2001
- Relatório Anual de Qualidade do Ar da Grande Vitória, PMV, 1999.
- Ribeiro, P. (1997), Uma metodologia para avaliação da capacidade dispersiva da atmosfera em uma região específica, Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- Rede Otimizada para o Monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória, 1997.
- Souza Jr, P. et all. Intelligent Receptor Modeling: A Receptor Modelling Based on Adaptive Techniques, A&WMA Conference, 2001.