



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO



INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR  
NA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA  
2006

CARIACICA

2007

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Governador

PAULO CÉSAR GOMES HARTUNG

Vice-Governador

RICARDO DE REZENDE FERRAÇO

**SECRETARIA DE ESTADO PARA ASSUNTOS DE MEIO AMBIENTE**

Secretária

MARIA DA GLÓRIA BRITO ABAURRE

**DIRETORIA TÉCNICA**

Diretora

SUELI PASSONI TONINI

**GERÊNCIA DE CONTROLE AMBIENTAL**

Gerente

JULIO CESAR SIMÕES PREZOTTI

**CENTRO SUPERVISÓRIO DA REDE AUTOMÁTICA**

Coordenador

JOSÉ GUSTAVO DA COSTA

Estagiária

JANAINA ANITA MARQUES GONÇALVES

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. FONTES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA .....	10
2.1 PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO POLUIÇÃO DA GRANDE VITÓRIA.....	11
3. POLUENTES ATMOSFÉRICOS .....	11
4. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR .....	15
4.1 PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR .....	15
4.2 ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR (IQA).....	16
4.3 OBJETIVOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA.....	16
4.4 REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA (RAMQAR) .....	17
4.5 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA GRANDE VITÓRIA.....	17
5 RELEVO, CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS.....	20
5.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS X POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA .....	20
5.2 RELEVO DA GRANDE VITÓRIA .....	20
5.3 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DA GRANDE VITÓRIA .....	20
5.4 RESULTADOS DA METEOROLOGIA NO ANO DE 2006 .....	21
5.4.1 DIREÇÃO E VELOCIDADE DOS VENTOS.....	21
5.4.2 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....	23
5.4.3 UMIDADE RELATIVA DO AR .....	23
5.4.4 TEMPERATURA DO AR .....	24
5.4.5 PRESSÃO ATMOSFÉRICA.....	25
5.4.6 RADIAÇÃO SOLAR.....	25
6. A QUALIDADE DO AR NA GRANDE VITÓRIA .....	27
6.1 RESULTADOS DA REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA EM 2006 .....	27
6.1.1 PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO (PTS) .....	28
6.1.2 PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM <sub>10</sub> ).....	30
6.1.3 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO <sub>2</sub> ).....	32
6.1.4 MONÓXIDO DE CARBONO (CO).....	34
6.1.5 DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO <sub>2</sub> ) .....	36
6.1.6 OZÔNIO (O <sub>3</sub> ) .....	38
6.1.7 HIDROCARBONETOS (HC).....	40

6.2 RESULTADOS DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA EM 2006.....	42
6.2.1 PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO (PTS) .....	42
6.2.2 PARTÍCULAS INALÁVEIS (PM <sub>10</sub> ).....	45
6.2.3 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO <sub>2</sub> ) .....	49
6.2.4 MONÓXIDO DE CARBONO (CO).....	52
6.2.5 DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO <sub>2</sub> ) .....	55
6.2.6 OZÔNIO (O <sub>3</sub> ) .....	58
7. CONCLUSÕES .....	61
8. PERSPECTIVAS .....	61
9. REFERÊNCIAS.....	62

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b> Tipos de fontes de poluição e os seus principais poluentes. ....	10
<b>Tabela 02:</b> Principais Fontes de Poluição da Grande Vitória. ....	11
<b>Tabela 04:</b> Principais poluentes e seus efeitos sobre a saúde humana e o meio ambiente. ....	14
<b>Tabela 05:</b> Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/1990). ....	15
<b>Tabela 06:</b> Faixas de Concentrações dos Poluentes para o cálculo do IQA. ....	16
<b>Tabela 07:</b> Parâmetros meteorológicos e poluentes monitorados em cada estação da RAMQAR. ....	18
<b>Tabela 08:</b> Descrição das estações de monitoramento do ar da Grande Vitória. ....	19
<b>Tabela 09:</b> Níveis meteorológicos de poluição atmosférica. ....	20
<b>Tabela 10:</b> Velocidade Média, Velocidade Máxima, Velocidade Mínima, Calmaria (C) e Ocorrência das direções dos ventos no ano de 2006. ....	22
<b>Tabela 11 –</b> Concentrações médias ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dos poluentes das estações da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória, ano 2006. ....	27
<b>Tabela 12:</b> Média geométrica anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro PTS, ano 2006. ....	28
<b>Tabela 13:</b> Média geométrica observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro PTS, ano 2006. ....	28
<b>Tabela 14:</b> Média aritmética anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro $\text{PM}_{10}$ , ano 2006. ....	30
<b>Tabela 16:</b> Média aritmética anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro $\text{SO}_2$ , ano 2006. ....	32
<b>Tabela 17:</b> Média de vinte e quatro horas observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro $\text{SO}_2$ , ano 2006. ....	32
<b>Tabela 18:</b> Média aritmética (oito horas), máxima e mínima e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro CO, ano 2006. ....	34
<b>Tabela 19:</b> média aritmética anual, máximo e mínimo e registros válidos das Estações RAMQAr para o parâmetro $\text{NO}_2$ , ano 2006. ....	36
<b>Tabela 19:</b> Média aritmética, máximo e mínimo e registros válidos das Estações RAMQAr para o parâmetro $\text{O}_3$ , ano 2006. ....	38
<b>Tabela 18:</b> Média aritmética anual, máximo e mínimo das Estações RAMQAr para o parâmetro Hidrocarboneto total, anos 2005 e 2006. ....	40

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Representação esquemática do processo de dispersão de poluentes. ....	10
<b>Figura 02:</b> Localização das estações componentes da RAMQAR. ....	17
<b>Figura 03:</b> Médias acumuladas (mm) de precipitação pluviométrica, Estação Carapina, ano 2006. ....	23
<b>Figura 04:</b> Sazonalidade da umidade relativa do ar (%), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2006. ....	24
<b>Figura 05:</b> Sazonalidade da temperatura do ar (°C), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2006. ....	24
<b>Figura 06:</b> Sazonalidade da pressão atmosférica (mbar), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2006. ....	25
<b>Figura 07:</b> Sazonalidade da radiação solar (W/m <sup>2</sup> ), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2006. ....	26
<b>Figura 09:</b> Apresenta a média de 24 horas em cada mês das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de PTS na RGV, ano 2006. ....	29
<b>Figura 10:</b> Média de vinte quatro horas em cada mês das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de PM <sub>10</sub> na RGV, ano 2006. ....	31
<b>Figura 11:</b> Médias mensais das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de SO <sub>2</sub> na RGV, ano 2006. ....	33
<b>Figura 12:</b> Médias horárias observadas no período mensal das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de CO na RGV, ano 2006. ....	35
<b>Figura 13:</b> Médias horárias observadas no período mensal das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de NO <sub>2</sub> na RGV, ano 2006. ....	37
<b>Figura 14:</b> Médias horárias observadas no período mensal das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de O <sub>3</sub> na RGV, ano 2006. ....	39
<b>Figura 15:</b> Gráfico de evolução das médias aritméticas anuais, médias máximas e médias mínimas de hidrocarbonetos totais das estações da Enseada do Sua, Ibes e Vitória (Centro). ....	41
<b>Figura 16:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006. ....	42
<b>Figura 17:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Carapina, ano 2006. ....	42
<b>Figura 18:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2006. ....	43
<b>Figura 19:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006. ....	43
<b>Figura 20:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Vitória - Centro, ano 2006. ....	44
<b>Figura 21:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Vila velha - Ibes, ano 2006. ....	44
<b>Figura 22:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006. ....	45
<b>Figura 23:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM <sub>10</sub> , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006. ....	45
<b>Figura 24:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM <sub>10</sub> , segundo as médias do mesmo, Estação Carapina, ano 2006. ....	46
<b>Figura 25:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM <sub>10</sub> , segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2006. ....	46
<b>Figura 26:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM <sub>10</sub> , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006. ....	47

<b>Figura 27:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória - Centro, ano 2006.....	47
<b>Figura 28:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila velha - Ibes, ano 2006.....	48
<b>Figura 29:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila velha - Centro, ano 2006.....	48
<b>Figura 30:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006.....	49
<b>Figura 31:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $SO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006.....	49
<b>Figura 32:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $SO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2006.....	50
<b>Figura 33:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $SO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006.....	50
<b>Figura 34:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $SO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória - Centro, ano 2006.....	51
<b>Figura 35:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $SO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha - Ibes, ano 2006.....	51
<b>Figura 36:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $SO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila velha - Centro, ano 2006.....	52
<b>Figura 37:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $SO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006.....	52
<b>Figura 38:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $CO$ , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006.....	53
<b>Figura 39:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $CO$ , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006.....	53
<b>Figura 40:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $CO$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória - Centro, ano 2006.....	54
<b>Figura 41:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $CO$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha - Ibes, ano 2006.....	54
<b>Figura 42:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $CO$ , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006.....	55
<b>Figura 43:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $NO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006.....	55
<b>Figura 44:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $NO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2006.....	56
<b>Figura 45:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $NO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006.....	56
<b>Figura 46:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $NO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória - Centro, ano 2006.....	57
<b>Figura 47:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $NO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha - Ibes, ano 2006.....	57
<b>Figura 48:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $NO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006.....	58
<b>Figura 49:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $O_3$ , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006.....	58
<b>Figura 50:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $O_3$ , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006.....	59
<b>Figura 51:</b> Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro $O_3$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha - Ibes, ano 2006.....	59

**Figura 52:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O<sub>3</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006..... 60

## 1. INTRODUÇÃO

Constituída de 1.337.187 habitantes (IBGE/2000) - correspondente a 43% da população total do Estado do Espírito Santo – ES, a Região da Grande Vitória (RGV) abrange uma área de 1.461 km<sup>2</sup>, sendo um dos principais pólos de desenvolvimento urbano e industrial do Estado. Cerca de 55 a 65% das atividades industriais potencialmente poluidoras do Espírito Santo – tais como siderurgia, pelletização, mineração (pedreiras), cimenteiras, indústria alimentícia, usina de asfalto e outras - estão instaladas nesta região.

A Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória (RAMQAR) permite que o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos possa quantificar e conhecer o comportamento dos seguintes poluentes atmosféricos: Partículas Totais em Suspensão (PTS); Partículas Inaláveis (PM10); Ozônio (O<sub>3</sub>); Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>); Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarbonetos (HC).

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

A RAMQAR atualmente é composta por 08 estações em funcionamento, sendo estas: Estação Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá, Vitória – Centro, Vila Velha – Ibes, Vila Velha – Centro e Cariacica.

A cada hora, os dados obtidos em cada uma das 08 (oito) estações chegam ao banco de dados do Centro Supervisório, que é 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.

O relatório de monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória é elaborado com o intuito de se tornar um instrumento de consulta da qualidade do ar para a população.

Os dados contidos no presente relatório são resultados do monitoramento no período de 1º de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2006. Na elaboração deste foram considerados os valores padrões estabelecidos pela resolução CONAMA n° 03 de junho de 1990 com exceção do hidrocarboneto, pois o mesmo não possui padrão de Qualidade do Ar.

## 2. FONTES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

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 fontes pontuais 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.

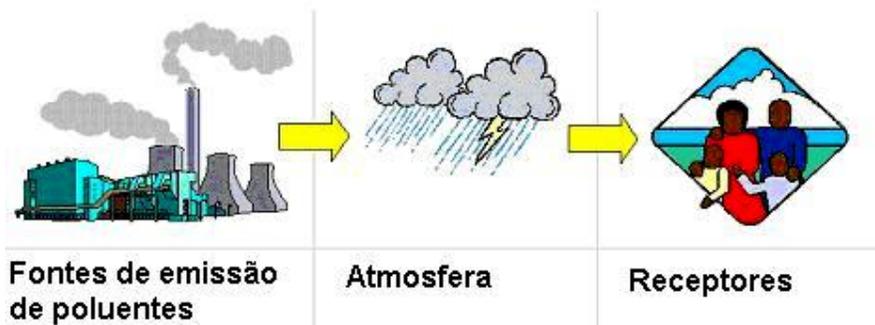
As fontes de emissão para a atmosfera são ainda classificadas em fixas (chaminé, por exemplo) e móveis (exemplificadas pelos veículos com motores de combustão). As fontes mais comuns e os principais poluentes emitidos pelas mesmas são apresentados na tabela 01.

**Tabela 01:** Tipos de fontes de poluição e os seus principais poluentes.

MODALIDADE DAS FONTES		TIPOS DE FONTES		POLUENTES*
<b>ANTROPOGÊNICAS</b>	<b>FIXAS</b>	Processos Industriais		MP, SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, HC
		Caldeiras, Fornos e Aquecedores		MP, SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, HC
		Construção Civil		MP
		Queima ao Ar Livre e Queimadas		MP, Fumaça, SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, HC
		Exploração, Beneficiamento, Movimentação e Estocagem de Materiais Fragmentados		MP
	<b>MÓVEIS</b>	<b>Tipo de Fonte</b>	<b>Tipo de Combustível</b>	
	Aviões	Querosene	NO <sub>x</sub> , HC, MP	
	Navios e Barcos	Diesel / Óleo Combustível	NO <sub>x</sub> , HC, MP, SO <sub>x</sub> , CO	
	Caminhão e Ônibus	Diesel	NO <sub>x</sub> , HC, MP, SO <sub>x</sub> , CO	
	Automóveis e Motos	Gasolina / Álcool / Gás	NO <sub>x</sub> , MP, CO, HC, Aldeídos	
<b>NATURAIS</b>	Oceanos		MP	
	Decomposição Biológica		SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , HC	
	Praias, Dunas		MP	
	Queimadas		CO, NO <sub>x</sub> , MP, Fumaça	
	Superfícies sem cobertura vegetal		MP	

\* SO<sub>x</sub> (Óxido de Enxofre), SO<sub>2</sub> (Dióxido de Enxofre), NO<sub>x</sub> (Óxidos de Nitrogênio), NO<sub>2</sub> (Dióxido de Nitrogênio); CO (Monóxido de Carbono); HC (Hidrocarbonetos); MP (Material Particulado).

Antes de alcançar os agentes receptores, os poluentes provenientes das fontes de emissão passam por processos de diluição e em alguns casos reações químicas (que formam poluentes secundários) na atmosfera (figura 01).



**Figura 01:** Representação esquemática do processo de dispersão de poluentes.

## 2.1 PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO POLUIÇÃO DA GRANDE VITÓRIA

As principais fontes de emissão da Região da Grande Vitória estão relacionadas na tabela 02.

**Tabela 02:** Principais Fontes de Poluição da Grande Vitória.

ATIVIDADES	FONTES
ATIVIDADES PORTUÁRIAS	PRAIA MOLE (CVRD); TERMINAL DE PRODUTOS DIVERSOS (CVRD); TERMINAL DE GRÃOS (CVRD); TERMINAL PÚBLICO DE CAPUABA – CODESA, COMPANHIA PORTUÁRIA DE VILA VELHA – CPVV, PEIU.
CIMENTEIRAS	MIZU, HOLCIM (CIMENTO PARAÍSO)
FABRICAÇÃO DE CONCRETO	GERAL DE CONCRETO (SERRA), CONCREVIT (CARIACICA) CONCREVIT (SERRA), CONCREVIT (VILA VELHA), TOPMIX (SERRA), POLIMIX (SERRA), CONCRETIX - GRUPO HOLCIM (VILA VELHA)
FRIGORÍFICOS	GV PALOMA, FRIGODAN, DUMILHO, KINKAS REGIS.
FUNDIÇÃO	ELUMA, ISOALLOYS INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE METAIS.
INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA	BUAIZ, CATUABA INDÚSTRIA DE BEBIDAS, CHOCOLATES GAROTO, MASSAS VILLONI, REAL CAFÉ, REFRIGERANTES POLO SUL (IATE)
INDÚSTRIA CERÂMICA	BIACOGRES, ELIANE (ORNATO), ROCA BRASIL (LOGASA)
INDÚSTRIA QUÍMICA	BENETEC, CARBODERIVADOS, ELKEM.
INDÚSTRIA TÊXTIL	POLTEX, TEVIX.
PEDREIRAS	IBRATA MINERAÇÃO, PEDREIRA ALVORADA, PEDREIRA BRASITÁLIA, PEDREIRA RIO DOCE, PITANGA MINERAÇÃO. RYDIEM MINERAÇÃO, SOBRITA.
PELOTIZAÇÃO	CVRD, HISPANOBRAS, ITABRASCO, KOBRASCO, NIBRASCO.
SIDERURGIA	CST, CBF, COMPANHIA SIDERÚRGICA SANTA BÁRBARA, BELGO MINERA
USINA DE ASFALTO	ATERPA, MONTALVANI ENGENHARIA, TERRA BRASIL.
VEÍCULOS	374.178 veículos na RGV (Dezembro/2005). Fonte: DETRAN/ES.

## 3. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

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.

No entanto, a variedade de substâncias que podem estar presentes na atmosfera é muito grande, o que torna difícil a tarefa de estabelecer uma classificação. Dessa forma, admite-se dividir os poluentes em duas categorias:

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

A classificação das substâncias usualmente consideradas poluentes faz-se presente na tabela 03, sendo importante salientar que a quantificação - a cada momento - das mesmas proporciona o nível de poluição do ar. Quando se determina a concentração de um poluente na atmosfera, mede-se o grau de exposição dos receptores (seres humanos, outros animais, plantas, materiais) como resultado final do processo de lançamento deste poluente na atmosfera a partir de suas fontes de emissão e suas interações na atmosfera, do ponto de vista físico (diluição) e químico (reações químicas).

**Tabela 03:** Substâncias poluentes e seus respectivos compostos de origem.

COMPOSTOS DE ORIGEM	SUBSTÂNCIA POLUENTE
Enxofre	SO <sub>2</sub> ; SO <sub>3</sub> ; H <sub>2</sub> S e Sulfatos
Nitrogênio	NO; NO <sub>2</sub> ; NH <sub>3</sub> ; HNO <sub>3</sub> e Nitratos
Orgânicos de Carbono	Hidrocarbonetos; Álcoois; Aldeídos; Cetonas e Ácidos Orgânicos
Carbono	CO e CO <sub>2</sub>
Halogenados	HCl; HF; Cloretos; Fluoretos;
Material Particulado*	Mistura de compostos no estado sólido ou líquido

\* Classificação feita com base no estado físico, diferentemente dos demais compostos nos quais a classificação foi realizada com base química.

Além das substâncias, devem ser considerados alguns parâmetros que são relevantes no processo de contaminação atmosférica, sendo esses:

- 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);
- O grau de exposição dos receptores (ser humano, outros animais, plantas e materiais).

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, sendo esses:

- Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>);
- Partículas (poeiras) em suspensão;
- Monóxido de carbono (CO);
- Oxidante fotoquímicos (expressos como ozônio (O<sub>3</sub>));
- Hidrocarbonetos totais (HC) e
- Óxidos de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>).

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.

### 3.1 OS PRINCIPAIS POLUENTES E SEUS EFEITOS SOBRE O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE HUMANA

O lançamento de poluentes atmosféricos causa uma série de conseqüências graves tanto para o meio ambiente (como um todo) quanto, em específico, para a saúde humana.

No caso do homem, o comportamento das partículas e gases no seu sistema respiratório é diferenciado. Enquanto o procedimento das primeiras depende de suas características aerodinâmicas – tais como dimensão, forma, densidade, inércia e difusão – e de fatores anatômicos e fisiológicos; já o dos últimos é regido pela diferença de solubilidade de suas moléculas nas paredes das regiões constituintes desse sistema.

Em relação ao meio ambiente, os poluentes atmosféricos são, em sua maioria, responsáveis pela degradação do mesmo, uma vez que esses contribuem para a alteração dos ecossistemas e, conseqüentemente, para a redução da biodiversidade.

A exposição aos poluentes pode fazer-se de duas formas:

- **Exposição Crônica:** exposição de caráter repetitivo a baixas concentrações de poluentes durante um longo período de tempo, podendo chegar até vários anos;
- **Exposição Aguda:** exposição a concentrações elevadas de poluentes por um período curto de tempo - podendo esse ter a duração de algumas horas ou um dia.

Os principais poluentes atmosféricos, bem como seus efeitos sobre saúde humana e o meio ambiente, são descritos na tabela 04.

**Tabela 04:** Principais poluentes e seus efeitos sobre a saúde humana e o meio ambiente.

POLUENTE	CARACTERÍSTICAS	FONTES PRINCIPAIS	EFEITOS GERAIS SOBRE A SAÚDE	EFEITOS GERAIS AO MEIO AMBIENTE
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta de combustíveis fósseis (veículos automotores principalmente) e outros materiais que contenham carbono na sua composição	Combina-se rapidamente com a hemoglobina ocupando o lugar do oxigênio- podendo levar a morte por asfixia. A exposição crônica pode causar prejuízos ao sistema nervoso central, cardiovascular, pulmonar e outros. Também pode afetar fetos causando peso reduzido no nascimento e desenvolvimento pós-natal retardado.	
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	Gás incolor em forte odor (semelhante ao produzido na queima de palitos de fósforo)	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, polpa e papel.	A inalação, mesmo em concentrações muito baixas, provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos brônquios 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. Pode, ainda, aumentar a incidência de rinite, faringite e bronquite.	Em certas condições, o SO <sub>2</sub> pode transformar-se em trióxido de enxofre (SO <sub>3</sub> ) e, com a umidade atmosférica, transformar-se em ácido sulfúrico, sendo assim um dos componentes da chuva ácida.
Hidrocarbonetos (HC)	Gases e vapores com odor desagradável (similar à gasolina ou diesel)	Combustão incompleta e evaporação de combustíveis e outros produtos voláteis	Causa irritação aos olhos, nariz, pele e trato respiratório superior. Além disso, vários hidrocarbonetos são considerados carcinogênicos e mutagênicos.	Participam da formação de oxidantes fotoquímicos na atmosfera, juntamente com os óxidos de nitrogênio (NOx)
Óxidos de Nitrogênio (NOx)	Gases	Combustões em veículos automotores industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incineradores.	O NO <sub>2</sub> é altamente tóxico ao homem, pois aumenta sua susceptibilidade aos problemas respiratórios em geral. Além disso, é irritante às mucosas e pode nos pulmões ser transformado em nitrosaminas, (algumas das quais são carcinogênicas).	Pode levar a formação da chuva ácida e conseqüentemente danos à vegetação e a agricultura. Além disso, contribui para formação do ozônio na troposfera; para o aquecimento global; formação de compostos quimiotóxicos e alteração da visibilidade
Ozônio (O <sub>3</sub> )	Gás incolor e inodoro nas concentrações ambientais, sendo o principal componente do “smog” fotoquímico	Formação, na troposfera, a partir da reação dos hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio na presença de luz solar.	Provoca danos na estrutura pulmonar, reduzindo sua capacidade e diminuindo a resistência às infecções. Causa ainda, o agravamento de doenças respiratórias, aumentando a incidência de tosse, asma, irritações no trato respiratório superior e nos olhos.	É agressivo às plantas, agindo como inibidor da fotossíntese e produzindo lesões características nas folhas.
Material Particulado (PTS e PM10)	São poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que, devido ao seu pequeno tamanho, se mantém suspenso na atmosfera.	Variam desde processos industriais, passando por veículos automotores e poeira de rua ressuspensa, até fontes naturais como pólen, aerossol marinho e solo.	As PM <sub>10</sub> são as que causam maiores prejuízos à saúde, uma vez que não são retidas pelas defesas do organismo. Essas podem causar irritação nos olhos e na garganta, reduzindo a resistência às infecções e ainda provocando doenças crônicas. Além disso, atingem as partes mais profundas dos pulmões, transportando para o interior do sistema respiratório substâncias tóxicas e cancerígenas.	Alteração da visibilidade; alteração no balanço de nutrientes de lagos, rios e do solo; danificação da vegetação e alteração na diversidade do ecossistema. Além disso, pode causar danos estéticos (manchas e danificações de rochas e outros materiais)

## 4. 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).

### 4.1 PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR

Um padrão de qualidade do ar (PQAR), especifica legalmente o limite máximo para a concentração de um componente atmosférico que garanta a proteção da saúde e do bem-estar da população, bem como da fauna, flora, materiais e do meio ambiente em geral; sendo que a máxima concentração de um poluente é determinada em função de um período médio de tempo.

Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada.

O objetivo do estabelecimento desses padrões é orientar a elaboração de Planos Regionais de Controle de Poluição do Ar e esses devem ser atingidos mediante à estratégia de controle fixada pelos padrões de emissão.

São estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar:

- **Padrões Primários:** são as concentrações de poluentes presentes no ar que, ultrapassados, poderão afetar à saúde. Nesses, inclui-se, uma margem de segurança para proteger a população mais sensível como crianças, idosos e pessoas com problemas respiratórios. Assim, esses podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos.
- **Padrões Secundários:** são as concentrações de poluentes abaixo 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. Dessa forma, esses, podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes.

Os padrões nacionais de qualidade do ar fixados na Resolução CONAMA n.º 03 de 28/06/90 são apresentados na tabela 05.

**Tabela 05:** Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA n.º 03 de 28/06/1990).

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO	PADRÃO SECUNDÁRIO	METODO DE AMOSTRAGEM
PTS	24 horas <sup>1</sup>	240 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	SEPARAÇÃO
	MGA <sup>2</sup>	80 µg/m <sup>3</sup>	60 µg/m <sup>3</sup>	INERCIAL/FILTRAÇÃO
PM10	24 horas <sup>1</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	SEPARAÇÃO
	MAA <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	INERCIAL/FILTRAÇÃO
CO	1 hora <sup>1</sup>	40.000 µg/m <sup>3</sup>	40.000 µg/m <sup>3</sup>	INFRAVERMELHO NÃO DISPERSIVO
		35,0 ppm	35,0 ppm	
	8 horas <sup>1</sup>	10.000 µg/m <sup>3</sup>	10.000 µg/m <sup>3</sup>	
O3		9,0 ppm	9,0 ppm	QUIMILUMINESCÊNCIA
	1 hora <sup>1</sup>	160 µg/m <sup>3</sup>	160 µg/m <sup>3</sup>	
SO2	24 horas <sup>1</sup>	365 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	PARAROSANILINA
	MAA <sup>3</sup>	80 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>	
NO2	1 hora <sup>1</sup>	320 µg/m <sup>3</sup>	190 µg/m <sup>3</sup>	QUIMILUMINESCÊNCIA
	MAA <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	

1 - Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano; 2 - Média Geométrica Anual; 3 - Média Aritmética Anual.

## 4.2 ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR (IQA)

A estrutura do índice de qualidade do ar contempla, conforme Resolução CONAMA N° 03 de 28/06/90, os seguintes parâmetros:

- Dióxido de enxofre;
- Partículas totais em suspensão;
- Partículas inaláveis;
- Monóxido de carbono;
- Ozônio e
- Dióxido de nitrogênio.

O índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar. Desta função, que relaciona a concentração do poluente com o valor índice, resulta um número adimensional referido a uma escala com base em padrões de qualidade do ar. Para cada poluente medido é calculado um índice.

De acordo com a tabela 06, os índices de qualidade do ar (IQA) são subdivididos em faixas de concentrações para cada poluente 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, PM<sub>10</sub> e SO<sub>2</sub>), 1h para os poluentes (NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>) 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.

Para efeito de divulgação é utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso.

**Tabela 06:** Faixas de Concentrações dos Poluentes para o cálculo do IQA.

IQA		FAIXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS POLUENTES (µg/m³)					
CLASSIFICAÇÃO	FAIXA	MÉDIA (24 HORAS)			MÉDIA (1 HORA)		MÉDIA (8 HORAS)
		PTS	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	CO
Bom	0 - 50	0 - 80	0 - 50	0 - 80	0 - 100	0 - 80	0 - 5.000
Regular	51 - 100	81 - 240*	51 - 150*	81 - 365*	101 - 320*	81 - 160*	5.001 - 10.000
Inadequado	101 - 199	241 - 375	151 - 250	366 - 800	321 - 1130	161 - 200	10.001 - 17.000
Má	200 - 299	376 - 625	251 - 420	801 - 1600	1131 - 2260	201 - 800	17.001 - 34.000
Péssima	300 - 399	626 - 875	421 - 500	1601 - 2100	2261 - 3000	801 - 1000	34.001 - 46.000
Crítica	> 400	> 876	> 501	> 2100	> 3000	> 1000	> 46.000

Observação: Os índices até a classificação “Regular”, atendem ao Padrão de Qualidade do Ar estabelecido pela Resolução CONAMA n°03 de 28/06/1990. \* Padrão CONAMA

## 4.3 OBJETIVOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA

São objetivos do Monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória:

- 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<sub>10</sub>); Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>); Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>); Hidrocarboneto (HC) e Ozônio (O<sub>3</sub>);

- 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 da região.

#### 4.4 REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA (RAMQAR)

Esta rede, inaugurada em 06/06/2000, é de propriedade do IEMA sendo gerenciada por este Instituto. A referida rede é distribuída em 08 (oito) estações localizadas estrategicamente e com equipamentos de medição avançados. Essas, ainda, auxiliam 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.

Dessa forma, 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.

#### 4.5 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA GRANDE VITÓRIA

As estações componentes da RAMQAR estão distribuídas, da seguinte forma, nos municípios que compõem a Região da Grande Vitória:

- Serra: 02 estações (Laranjeiras e Carapina);
- Vitória: 03 estações (Jardim Camburi, Enseada do Suá e Vitória - Centro);
- Vila Velha: 02 estações (Ibes e Centro);
- Cariacica: 01 estação (Cariacica)

Uma visão geral da localização dessas estações é apresentada na figura 02.



**Figura 02:** Localização das estações componentes da RAMQAR.

Os parâmetros meteorológicos e poluentes monitorados em cada estação são apresentados na tabela 07. Uma descrição mais detalhada de cada estação – incluindo localização com endereço completo e coordenadas UTM (em metros) – é apresentada na tabela 08.

**Tabela 07:** Parâmetros meteorológicos e poluentes monitorados em cada estação da RAMQAR.

ESTAÇÃO	PTS	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO	HC	O <sub>3</sub>	METEOROLOGIA
Laranjeiras								
Carapina								DV, VV, UR, PP, P, T, I
Jardim Camburi								
Enseada do Suá								DV, VV
Vitória – Centro								
Ibes								DV, VV
Vila Velha								
Cariacica								DV, VV, T, UR

PTS: Partículas Totais em Suspensão; PM<sub>10</sub>: Partículas Inaláveis menores de 10 microns; SO<sub>2</sub>: Dióxido de Enxofre; NO<sub>x</sub>: Óxidos de Nitrogênio; O<sub>3</sub>: Ozônio; HC: Hidrocarbonetos; CO: Monóxido de Carbono.

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

**Tabela 08:** Descrição das estações de monitoramento do ar da Grande Vitória.

ESTAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO	COORDENADAS UTM
Laranjeiras	Hospital Dório Silva, Rua Chopin, s/n	Representa grande cobertura espacial de áreas urbanas do município da Serra, sendo pouco redundante com as demais estações. A mesma capta influências diretas 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.	X: 368.670, 000000. Y: 7.766.879,000000
Carapina	CST, Av. Brigadeiro Eduardo Gomes, s/n	Situada em local de baixo mérito, a estação apresenta elevada redundância com a RAMQAR 03, para a maioria dos gases monitorados pela rede. No entanto, tornou-se necessária a sua inclusão na rede para abranger locais não cobertos por outras estações. A RAMQAR 02 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. No que diz respeito ao monitoramento meteorológico, esta é a estação mais completa.	X: 368.755, 000000 Y: 7.762.824,000000
Jardim Camburi	Unidade de Saúde, Rua Elvira Vivácqua, 811	Apesar de estar situada em local de alto mérito, as esferas de influência dessa estação, para a maioria dos poluentes, apresentam-se com pequena cobertura espacial ou com cobertura em áreas não habitadas. A RAMQAR 03 cobre áreas diretamente influenciadas pelas emissões de indústrias da Ponta de Tubarão, Serra e Vitória. A mesma, ainda, sofre influência de fontes móveis circulando em áreas nos seus arredores.	X: 367.512, 000000 Y: 7.759.855,000000
Enseada do Suá	Corpo de Bombeiros. Av. Mário Francisco de Brito, 100	É apresentada como a principal estação na rede de medição instalada, pois se localiza em um ponto estratégico da Grande Vitória e proporciona grande área de cobertura espacial. Além disso, ela é diretamente influenciada pelas emissões de origem industrial do Porto de Tubarão e pelas fontes móveis que convergem para aquela área de passagem natural da região.	X: 365.228, 000000 Y: 7.753.434,000000
Vitória - Centro	Ministério da Fazenda. Rua Pietrangelo de Biase, 56	Localizada em ponto estratégico da Grande Vitória, a RAMQAR 05 proporciona cobertura espacial de áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos, recebendo ainda contribuições de atividades portuárias e fontes industriais dos municípios de Vila Velha e Cariacica.	X: 360.392, 000000 Y: 7.752.592,000000
IBES	4º Batalhão da Polícia Militar, Av. N. S. da Penha, 188	Situada em local de mérito intermediário, a estação apresenta uma alta cobertura na parte sul da região de estudo, com baixa redundância entre as outras estações da rede otimizada. A RAMQAR 06 cobre áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos, indústrias da Ponta de Tubarão, Vitória, Vila Velha e Cariacica. A mesma, ainda, reúne todas as condições físicas para medição adequada dos parâmetros meteorológicos.	X: 362.433, 000000 Y: 7.749.409,000000
CENTRO - VV	McDonald's, Av. Champagnat, 911	Apesar de estar situada em local de alto mérito, as esferas de influência dessa estação, para a maioria dos poluentes, apresentam-se altamente redundantes com a RAMQAR 04, exceto pelo parâmetro SO <sub>2</sub> . A RAMQAR 07 proporciona cobertura espacial de áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos, indústrias da Ponta de Tubarão e outras de Vitória e Vila Velha.	X: 364.933, 000000 Y: 7.750.925,000000
Cariacica	CDA (CEASA) Companhia de Desenvolvimento Agrícola BR 262, Km 615	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. A RAMQAR 08 cobre ainda áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos e indústrias de Cariacica. Essa ainda reúne todas as condições físicas para medição adequada dos parâmetros meteorológicos.	X: 353.808, 000000 Y: 7.750.062,000000

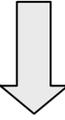
## 5 RELEVO, CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS.

### 5.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS x POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Ao falar-se de poluição atmosférica é de suma relevância referir-se às condições meteorológicas, já que existe uma correlação importante entre estas e a poluição. Dessa forma, deve-se acentuar que mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode mudar em função dessas condições, uma vez que é a interação entre as fontes de poluição e a atmosfera a responsável pela definição do nível de qualidade do ar, que determina, por sua vez, o surgimento de efeitos adversos da poluição do ar sobre os receptores. Um exemplo dessa interação ocorre durante o inverno, quando ocorre o fenômeno atmosférico conhecido por inversão térmica – condição meteorológica que ocorre quando uma camada de ar mais quente (e mais leve) se sobrepõe a uma mais fria (mais pesada), impedindo o movimento ascendente do ar que favorece a estagnação atmosférica e conseqüentemente dificulta a diluição dos poluentes, tais como PTS, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>, justificando a razão pela qual a qualidade do ar piora durante essa estação. Enquanto isso, temperaturas diurnas elevadas, ventos de baixa velocidade e céus limpos aumentam os níveis de ozônio e as taxas de fotólise.

Podem ser considerados 03 (três) níveis meteorológicos de poluição atmosférica, sendo esses descritos na tabela 09.

**Tabela 09:** Níveis meteorológicos de poluição atmosférica.

NÍVEL METEOROLÓGICO DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	DISTÂNCIA AFETADA	DURAÇÃO	RELAÇÕES METEOROLÓGICAS	POPULAÇÃO ATINGIDA
Macroescala	Superior a 100 milhas	Meses	Circulação atmosférica, frentes climáticas, sistemas de alta e baixa pressão e ciclones	Grandes grupos populacionais
Mesoescala	10 a 100 milhas	Horas	Brisas marítimas e continentais, ventos dos vales e ilhas urbanas de calor	 Subgrupos ou indivíduos isolados
Microescala	Inferior a 10 milhas	Minutos	Pequenos redemoinhos aéreos	

### 5.2 RELEVO DA GRANDE VITÓRIA

O relevo da Grande Vitória é caracterizado por:

- Cadeias montanhosas nas porções Noroeste (Mestre Álvaro) e Oeste (Região Serrana);
- Planícies (Aeroporto e manguezais) e planaltos (Planalto Serrano) na porção Norte;
- Planícies (Barra do Jucu) na porção Sul.

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.

### 5.3 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DA GRANDE VITÓRIA

A região da Grande Vitória possui, quanto ao comportamento térmico e de umidade, 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.

#### **5.4 RESULTADOS DA METEOROLOGIA NO ANO DE 2006**

Como já dito anteriormente, a qualidade do ar de uma determinada região está diretamente relacionada com as fontes de emissão e com as condições meteorológicas da mesma, sendo essas: 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. 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.

Nas seções seguintes estão expostas as avaliações do monitoramento dos parâmetros citados acima, a partir dos resultados obtidos nas 4 (quatro) estações meteorológicas que compõem a Rede de Monitoramento Automático: Estação Carapina, Enseada do Suá, Vila Velha - Ibes e Cariacica. Pode-se observar no uma inversão dos ventos durante o período da tarde, fator relevante no incremento da poluição para a Região da Grande Vitória.

##### **5.4.1 Direção e Velocidade dos Ventos**

Os resultados obtidos durante o ano de 2006 para direção e velocidade dos ventos nas Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar de Carapina, Cariacica, Enseada do Suá e IBES estão apresentados na Tabela 10. Nela podemos observar que maiores velocidades ocorreram respectivamente na estação da Enseada do Suá com uma velocidade de 9,5 m/s na direção ENE, e na estação de Cariacica com uma velocidade de 9,5 m/s na direção ESSE, a velocidade média no quadrante predominante dos ventos na Região da Grande Vitória foi de 2,5 m/s do quadrante Norte (N) - Este (E), tendo como ocorrência dos ventos nesse quadrante de 55,8%, com uma média de calmaria de 3,6%.

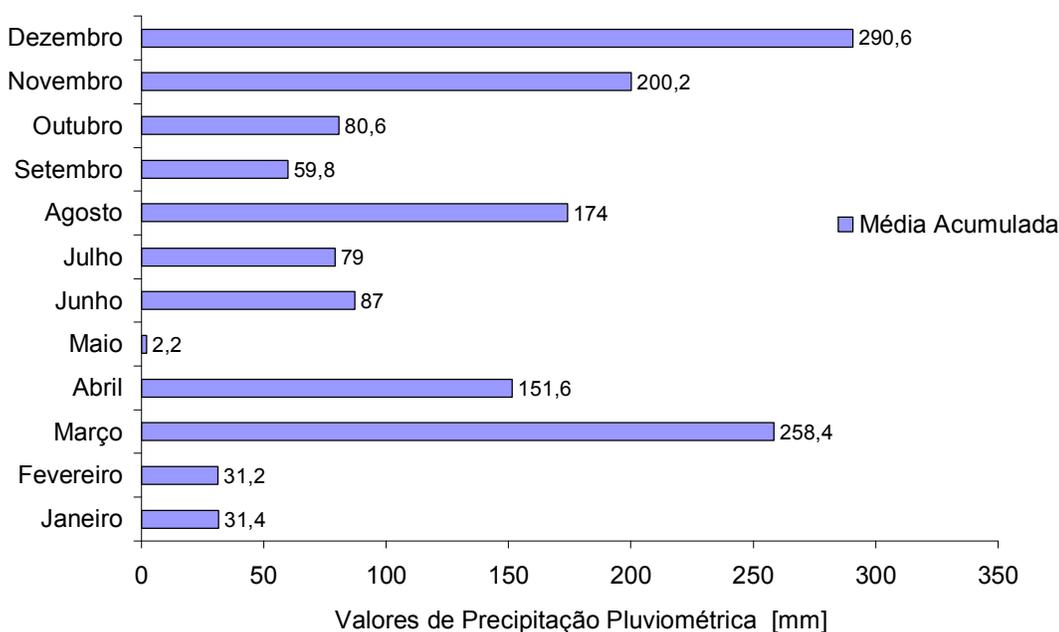
É importante salientar que o aumento da velocidade dos ventos facilita a dispersão dos poluentes gasosos na atmosfera, porém propicia o arraste de material particulado aumentando assim as concentrações de particulados na mesma. Isso pode ser observado nos períodos de maior radiação, baixa umidade relativa e menor incidência de chuvas onde ocorre aumento significativo da emissão de poeiras provenientes da movimentação de veículos nas vias de tráfego e em áreas livres (pátios, quadras, etc).

**Tabela 10:** Velocidade Média, Velocidade Máxima, Velocidade Mínima, Calmaria (C) e Ocorrência das direções dos ventos no ano de 2006.

ESTAÇÃO	PARÂMETROS	DIREÇÃO DO VENTO																
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
CARAPINA	Vel. Média (m/s)	1,8	1,6	2,0	2,0	2,5	2,6	2,0	2,3	2,3	2,1	1,5	1,2	0,9	0,8	0,9	1,3	0,00
	Vel. Máxima (m/s)	3,9	4,2	4,4	3,8	4,7	4,6	3,7	4,4	4,4	4,3	4,7	5,1	3,6	2,1	2,8	3,4	0,00
	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	0,00
	Ocorrência (%)	8,5	7,5	11,4	6,4	7,4	3,4	1,6	2,8	6,7	6,0	3,9	6,7	5,1	3,4	2,6	5,1	11,5
ENSEADA DO SUÁ	Vel. Média (m/s)	1,7	2,0	2,8	5,7	4,5	4,0	2,1	1,3	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,5	2,0	1,9	0,00
	Vel. Máxima (m/s)	3,3	4,0	7,1	9,5	7,4	6,8	2,6	1,3	1,9	1,9	2,4	2,3	2,0	2,2	4,0	3,5	0,00
	Vel. Mínima (m/s)	0,6	0,7	0,5	1,1	1,3	2,3	1,6	1,3	1,1	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	0,8	0,00
	Ocorrência (%)	4,7	12,6	27,0	29,8	3,3	2,6	0,3	0,1	0,6	1,0	1,8	0,7	0,6	0,9	6,9	6,5	0,6
VILA VELHA IBES	Vel. Média (m/s)	2,2	2,7	3,8	3,0	2,4	2,0	2,0	2,7	2,9	3,0	2,0	1,3	1,0	1,1	1,1	1,6	0,00
	Vel. Máxima (m/s)	5,2	5,4	6,4	5,1	4,7	3,3	3,6	4,7	5,5	6,9	4,8	3,6	3,8	3,8	4,0	4,5	0,00
	Vel. Mínima (m/s)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,00
	Ocorrência (%)	21,2	11,8	12,6	3,7	2,8	1,5	1,8	2,4	3,7	7,7	11,5	8,8	2,0	1,7	1,9	4,0	1,0
CARIACICA	Vel. Média (m/s)	1,9	1,7	1,9	1,8	2,0	1,9	2,3	2,2	2,4	2,0	2,0	1,7	1,1	0,8	0,8	1,2	0,00
	Vel. Máxima (m/s)	4,3	3,7	4,4	4,0	3,7	9,5	4,3	5,0	5,4	4,6	5,3	4,3	2,7	2,1	3,5	4,6	0,00
	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	0,00
	Ocorrência (%)	13,2	18,6	13,0	4,6	3,0	1,9	3,2	2,8	5,6	6,0	8,7	8,5	3,1	2,1	1,6	2,6	1,4

### 5.4.2 Precipitação Pluviométrica

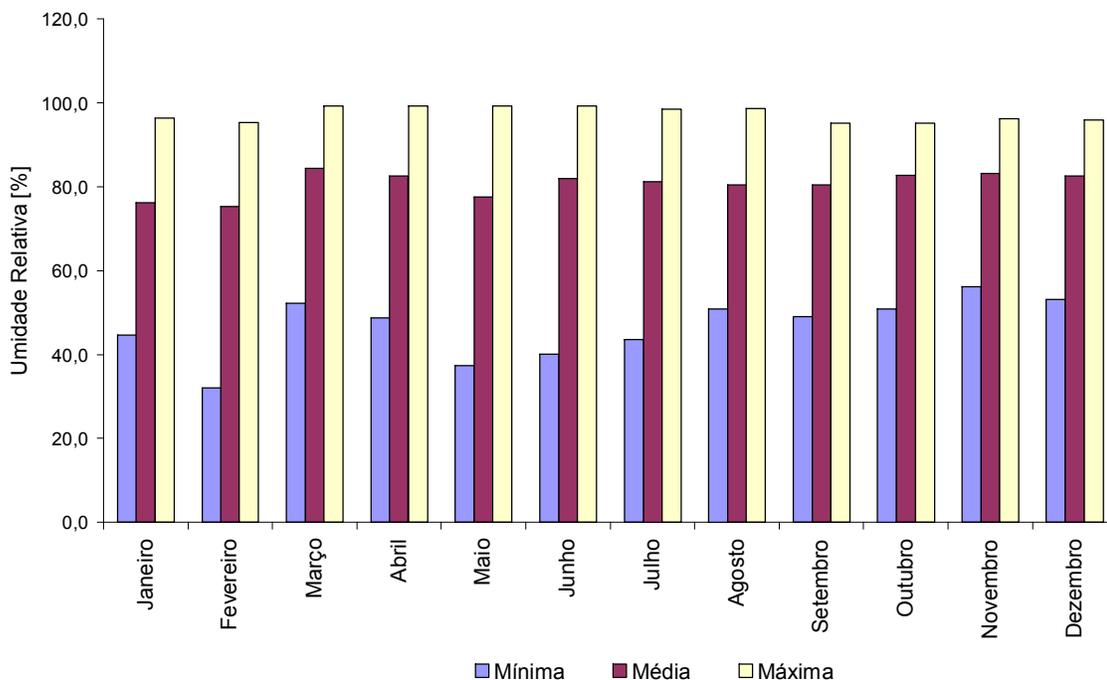
Em 2006 na região da Grande Vitória tivemos períodos de chuva com uma distribuição caracterizada pelas estações do ano. Nos meses de janeiro a março, característicos meses de verão, período a típico, pois de janeiro a fevereiro tivemos uma estiagem na região da Grande Vitória com uma média acumulada variando de 31,2 a 31,4 mm, tendo o mês de março com uma média acumulada de 258,4 mm um índice pluviométrico relativamente alto para o período. 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), sendo o mês de maio o de menor incidência com uma média acumulada de 2,2 mm. De outubro a dezembro tivemos a elevação do índice pluviométrico, caracterizado pela mudança da estação do ano (passando do inverno para primavera). Assim, em 2006, o mês de dezembro apresentou o maior volume de chuva, com índice acumulado de 290,6 mm. O gráfico representado na figura 03 apresenta a média acumulada no período de 01/01/2006 à 31/12/2006, sendo que o total acumulado no ano de 2006 foi de 1446 mm.



**Figura 03:** Médias acumuladas (mm) de precipitação pluviométrica, Estação Carapina, ano 2006.

### 5.4.3 Umidade Relativa do Ar

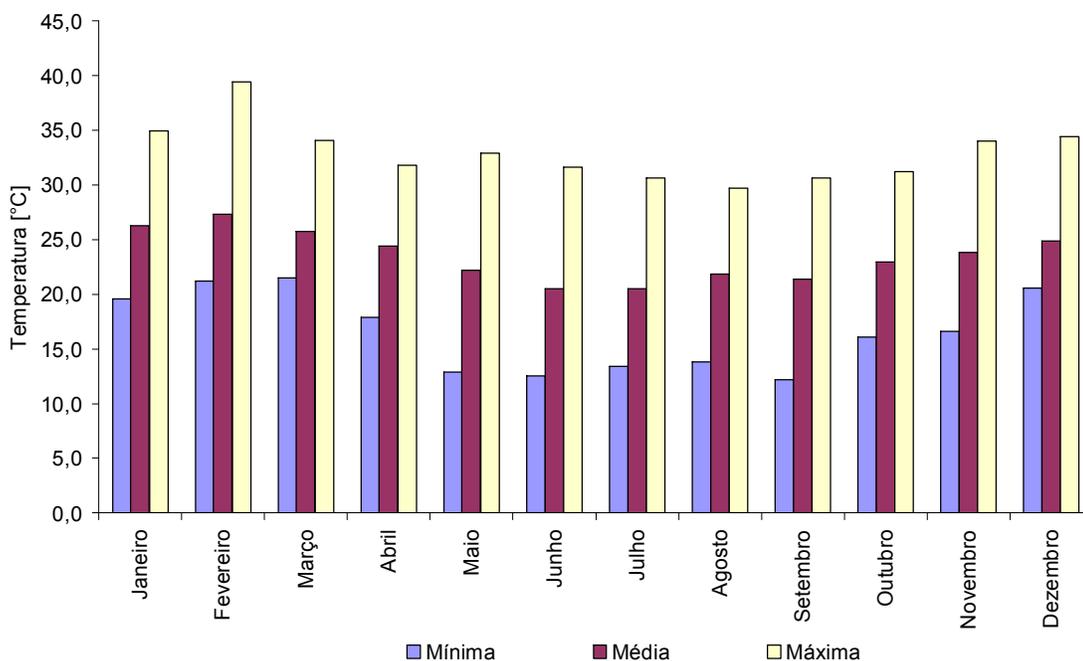
Em 2006, a umidade relativa do ar teve poucas variações ao longo do ano, sendo influenciadas pelas estações do ano, conforme observação feita com os dados pluviométricos, sendo maior média observada em março com um valor de 84,4%, e máxima observada no período de março a junho com um valor de 99,3%. Pode ser mais bem observada nas figuras 04. Assim os resultados obtidos no ano de 2006 reafirmar a tese da alta umidade na região devido à proximidade com o mar, minimizando assim os efeitos que a baixa umidade ar pode provocar sobre a saúde da população.



**Figura 04:** Sazonalidade da umidade relativa do ar (%), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2006.

#### 5.4.4 Temperatura do Ar

O gráfico da figura 10 mostra os valores das médias da temperatura ao longo do ano de 2006 na Região da Grande Vitória. Em 2006 a temperatura média foi da ordem de 23,5°C na estação de Carapina, sendo caracterizado por um verão com temperaturas elevadas, sendo em fevereiro a máxima observada de 39,4°C e inverno com temperaturas amenas, com mínima observada em setembro de 12,2°C, conforme observado na figura 05.



**Figura 05:** Sazonalidade da temperatura do ar (°C), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2006.

### 5.4.5 Pressão Atmosférica

O comportamento da pressão atmosférica no ano de 2006 foi variável tendo um aumento a partir de fevereiro até julho, com um máximo de 1019,2 mbar, no entanto o mês de setembro observa a máxima de 1020,2 mbar. Como se pode observar no gráfico da figura 06. Períodos de pressão atmosférica mais elevada favorecem o acúmulo de poluentes gasosos na atmosfera.

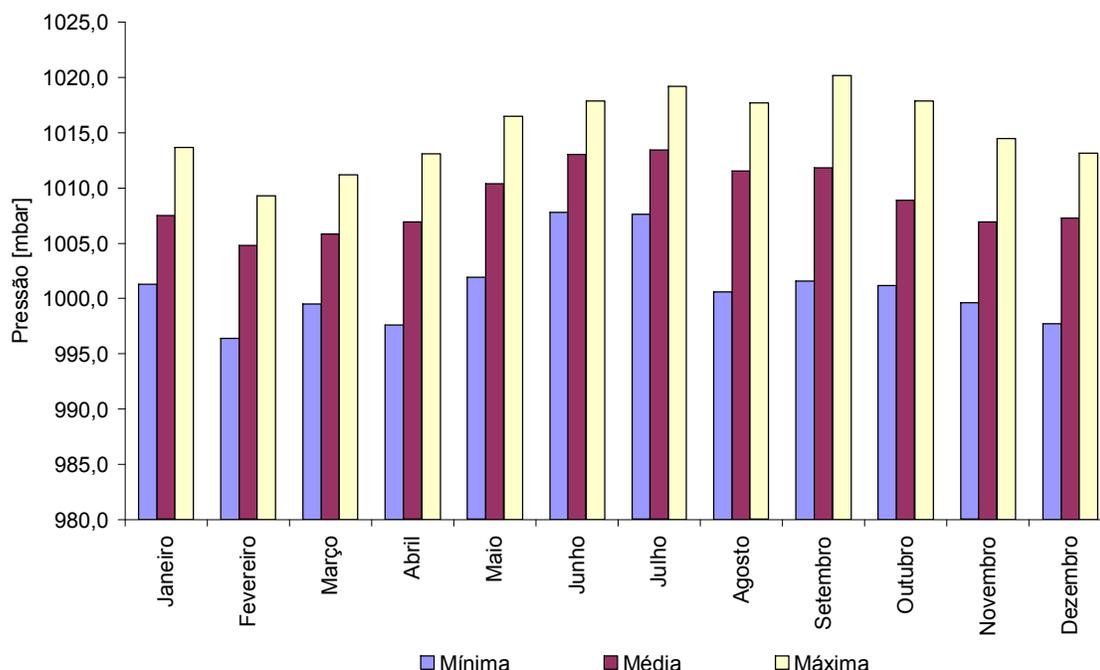
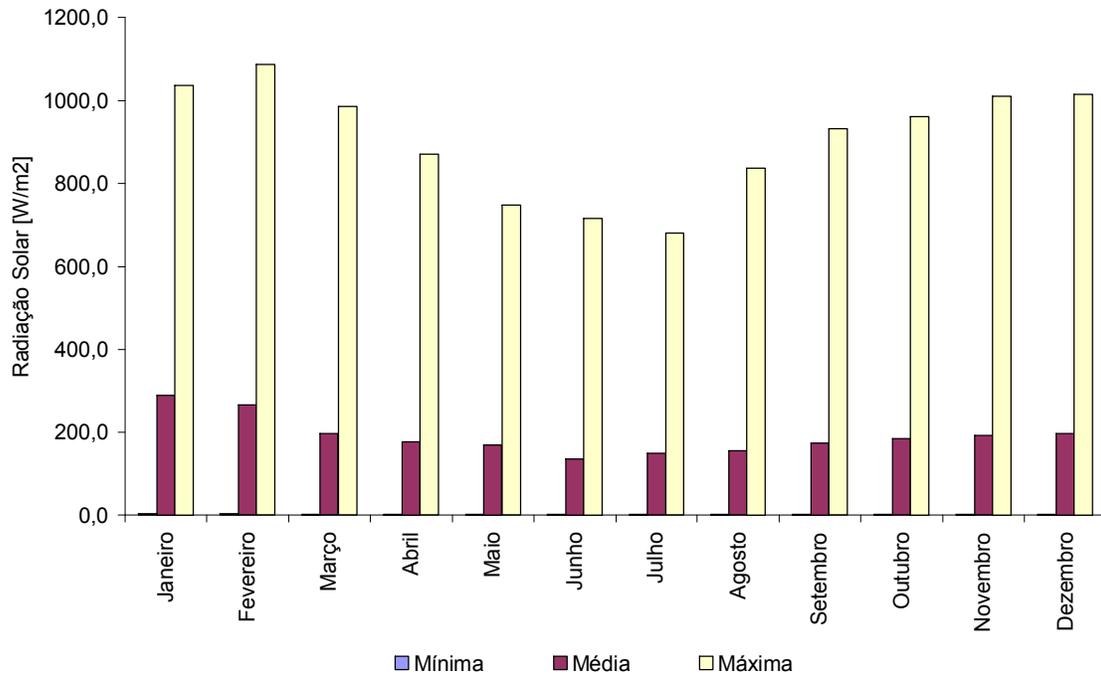


Figura 06: Sazonalidade da pressão atmosférica (mbar), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2006.

### 5.4.6 Radiação Solar

A determinação do comportamento da radiação solar é importante para o cruzamento dos dados dos poluentes oxidantes fotoquímicos com o ozônio ( $O_3$ ), sendo que em períodos de baixa velocidade do vento e pressão atmosférica elevada associados com a radiação solar facilitam o crescimento de concentrações de poluentes oxidantes fotoquímicos. Observando o gráfico da figura 07, o mês de janeiro foi de 290,2  $W/m^2$  a radiação solar (maior média do período), tendo um Máximo observado em fevereiro de 1086,2  $W/m^2$ .



**Figura 07:** Sazonalidade da radiação solar ( $W/m^2$ ), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2006.

## 6. A QUALIDADE DO AR NA GRANDE VITÓRIA

### 6.1 RESULTADOS DA REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA EM 2006

A qualidade do ar na Região da Grande Vitória (RGV) é determinada por um conjunto de variáveis, tais como emissões veiculares, indústrias, construções civis e queimadas, dentre outras. Devemos ressaltar que a RGV apresenta características distintas, se destacando a posição geográfica das principais fontes fixas (indústrias), localizadas no município da Serra e também devido à topografia (Parque da Fonte Grande no Município de Vitória) e as condições meteorológicas da região. As emissões industriais são as principais contribuintes com o nível de poluição do ar na RGV, entretanto as contribuições das emissões veiculares e da construção civil um aumento significativo nos últimos anos. Assim conforme os dados apresentados na tabela 10, de forma simplificada, a qualidade do ar da Região da Grande Vitória apresenta o seguinte quadro:

#### Material Particulado

- Partículas Totais em Suspensão (PTS): O monitoramento automático realizado no ano de 2006, não houve violação do padrão diário ( $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). O padrão anual ( $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) também não foi ultrapassado. As concentrações mais elevadas são observadas nas estações de Laranjeiras e Cariacica, ressaltando que as mesmas se encontram abaixo do padrão estabelecido.
- Partículas Inaláveis (MP10): Tanto o padrão diário ( $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), como o anual ( $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) não foram ultrapassados em todas as estações que realizam essa medição.

#### Gases

- Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>): As concentrações sofreram uma redução sensível ao longo dos anos, e desde do monitoramento deste parâmetro na RGV todas as estações atendem aos padrões primários e secundários de qualidade do ar. Ressalte-se ainda para o novo limite sugerido pela Organização Mundial da Saúde - OMS - ( $125\mu\text{g}/\text{m}^3$  - 24h) está sendo respeitado em todos os locais monitorados na RGV.
- Monóxido de Carbono (CO): As concentrações de monóxido de carbono no período de 2001 a 2004 apresenta uma tendência de queda, e sempre ficaram abaixo do padrão de qualidade do ar para 8 horas ( $10.000\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). No entanto, no ano de 2005 observamos um pequeno incremento desse poluente, motivado principalmente pelo aumento da frota de veículos leves e a expansão do parque industrial da RGV.
- Ozônio (O<sub>3</sub>): A concentração de ozônio ficou abaixo do padrão de qualidade do ar ( $160\mu\text{g}/\text{m}^3$  - 1h) e do o nível de atenção ( $200\mu\text{g}/\text{m}^3$  - 1h). O novo limite sugerido pela OMS ( $120\mu\text{g}/\text{m}^3$  - 8h) também foi respeitado.
- Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>): Os dados de dióxido de nitrogênio mostram que o padrão horário ( $320\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e o padrão anual ( $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) não foram ultrapassado em 2005.

**Tabela 11** – Concentrações médias ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dos poluentes das estações da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória, ano 2006.

Poluente	ESTAÇÃO							
	Laranjeiras	Carapina	Jardim Camburi	Enseada do Suá	Vitória Centro	IBES	V. Velha - Centro	Cariacica
PTS <sup>(1)</sup>	49,7	-----	34,9	33,7	34,7	-----	-----	52,7
PM10 <sup>(2)</sup>	36,3	22,0	29,4	28,8	24,6	30,0	21,8	42,9
SO <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>	15,4	-----	15,3	21,2	13,6	10,1	11,1	4,8
NO <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>	21,0	-----	25,1	24,6	30,8	19,5	-----	28,8
CO <sup>(3)</sup>	1528,8	-----	-----	1521,1	3894,8	2089,1	-----	1173,1
O <sub>3</sub> <sup>(3)</sup>	139,4	-----	-----	112,8	-----	123,6	-----	120,0

(1) Média Geométrica Anual; (2) Média Aritmética Anual; (3) Máxima Concentração ocorrida durante o período.

### 6.1.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Todos os valores para os parâmetros analisados nas partículas totais em suspensão (PTS) foram obtidos com base em médias horárias do período compreendido entre 01/01/2006 à 31/12/2006.

Dessas pode-se concluir para a concentração de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , média geométrica anual, e concentração de  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , média das vinte e quatro horas, os valores de PTS ficaram abaixo da concentração fixado pela Resolução CONAMA 03/90. Observamos para as concentrações na estação 02 (Carapina) e na estação 06 (Vila Velha – IBES) na foi possível calcular a media geométrica anual, pois nessas estações foram observadas medias igual a zero, fazendo assim a média geométrica tender a zero, apresentado na tabela 12. No entanto quando se faz uma avaliação por período mensal, ou seja, em um período de curto prazo, observamos que só a estação 08 (Cariacica) no mês de maio ultrapassou o padrão estabelecido para a média geométrica, conforme apresentado na tabela 13, e ainda considerando o período de vinte e quatro horas, conforme apresentado na figura 09, as concentrações observadas ficaram abaixo do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 03/90. De uma maneira geral as concentrações de partículas totais em suspensão observadas na região da Grande Vitória ficaram abaixo do padrão estabelecido pelo CONAMA 03/90 atendo ao critério de apenas uma violação no período.

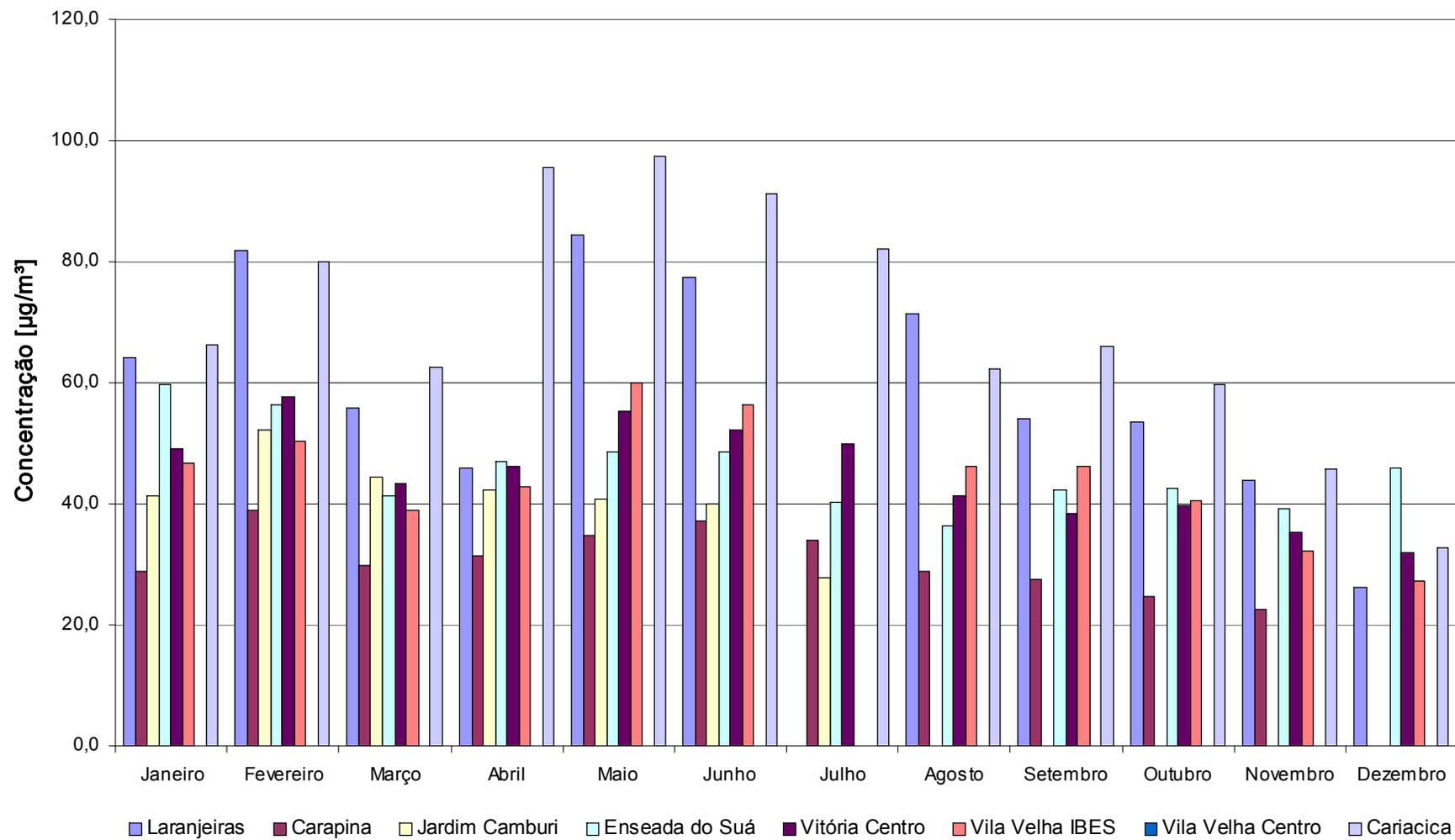
**Tabela 12:** Média geométrica anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro PTS, ano 2006.

ESTAÇÃO	MÉDIA GEOMÉTRICA ANUAL [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NÚM. REG. VÁLIDOS
Laranjeiras	49,7	6243
Carapina	0	6885
Jardim Camburi	34,9	4092
Enseada do Suá	33,7	7062
Vitória Centro	34,7	7032
Vila Velha IBES	0	6750
Cariacica	52,7	5954

**Tabela 13:** Média geométrica observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro PTS, ano 2006.

Mês	Laranjeiras	Carapina	Jardim Camburi	Enseada do Suá	Vitória Centro	Vila Velha IBES	Cariacica
Janeiro	53,9	24,7	34,8	38,6	37,5	35,1	51,5
Fevereiro	67,9	31,4	42,7	39,2	40,5	37,7	61,6
Março	44,9	25,1	35,4	31,0	34,7	29,5	48,6
Abril	37,5	26,4	35,1	36,8	40,2	34,7	69,2
Maio	71,0	30,2	34,4	38,9	46,2	48,0	81,5
Junho	ND	29,9	18,9	30,0	40,1	ND	65,7
Julho	61,1	27,9	29,2	37,8	42,3	ND	67,9
Agosto	57,3	25,2	ND	28,4	32,7	35,7	46,6
Setembro	44,1	ND	ND	31,7	31,4	34,1	49,6
Outubro	44,7	22,1	ND	34,5	32,3	32,0	47,0
Novembro	31,2	19,0	ND	28,6	27,3	23,4	28,5
Dezembro	24,7	ND	ND	36,1	24,5	28,1	26,5

ND – não disponível



**Figura 09:** Apresenta a média de 24 horas em cada mês das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de PTS na RGV, ano 2006.

### 6.1.2 Partículas Inaláveis (PM<sub>10</sub>)

Os valores obtidos para partículas inaláveis (PM<sub>10</sub>), considerando as médias de 01 (uma) hora no período de 01/01/2006 à 31/12/2006 podem ser observados na tabela 12 e na figura 20.

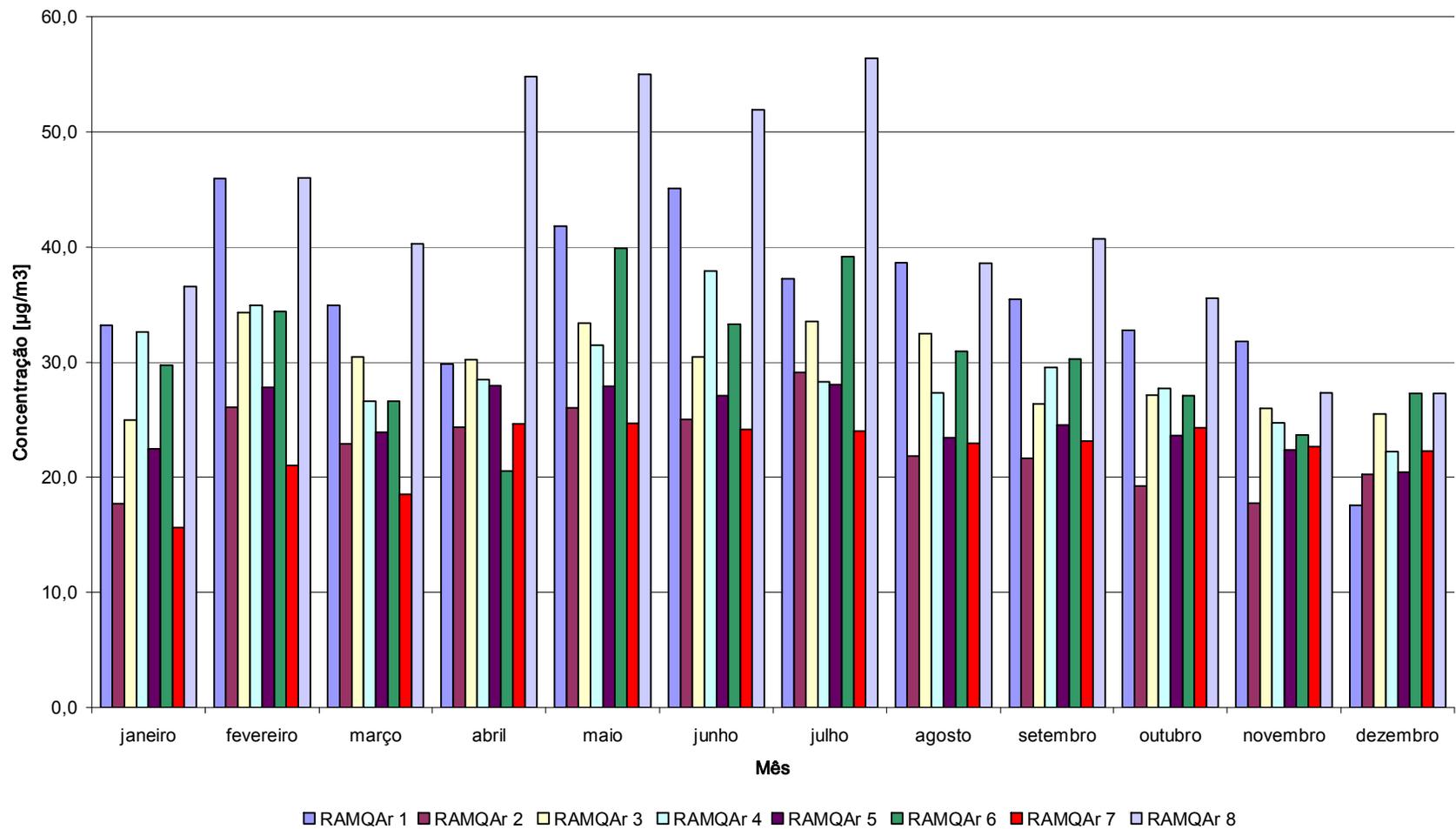
Dessas pode-se concluir para a concentração de 50 µg/m<sup>3</sup>, média aritmética anual, e concentração de 150 µg/m<sup>3</sup>, média das vinte e quatro horas, os valores de PM<sub>10</sub> ficaram abaixo da concentração fixado pela Resolução CONAMA 03/90. Conforme apresentado nas tabelas 14 e 15 e na figura 10.

**Tabela 14:** Média aritmética anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro PM<sub>10</sub>, ano 2006.

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITIMÉTRICA ANUAL [µg/m <sup>3</sup> ]	NÚM. REG. VÁLIDOS
Laranjeiras	36,3	6413
Carapina	22,0	7422
Jardim Camburi	29,4	7298
Enseada do Suá	28,8	7138
Vitória Centro	24,6	7800
Vila Velha IBES	30,0	7364
Vila Velha Centro	21,8	8204
Cariacica	42,9	6614

**Tabela 15:** Média de vinte e quatro horas observadas no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro PM<sub>10</sub>, ano 2006.

Mês	Laranjeiras	Carapina	Jardim Camburi	Enseada do Suá	Vitória Centro	IBES	Centro - VV	Cariacica
Janeiro	33,3	17,7	25,0	32,8	22,5	29,7	15,7	36,6
Fevereiro	46,2	26,6	34,3	35,0	27,8	34,5	21,1	46,0
Março	34,9	23,0	30,0	26,7	23,9	26,6	18,5	40,6
Abril	29,8	24,6	30,2	28,6	24,6	27,9	20,6	55,1
Mai	43,0	26,5	34,0	32,9	28,2	39,7	24,8	55,5
Junho	36,8	28,6	33,6	27,9	28,1	39,1	24,0	56,9
Julho	40,5	24,7	28,6	36,2	27,4	34,0	24,2	48,4
Agosto	38,7	22,0	32,1	27,3	23,6	30,9	23,0	38,6
Setembro	35,6	21,6	26,6	29,4	24,5	30,2	23,1	40,6
Outubro	32,2	18,9	26,7	27,3	23,5	26,5	23,6	34,8
Novembro	31,7	17,7	26,0	24,7	22,3	23,7	22,7	27,4
Dezembro	17,3	20,0	25,4	22,6	20,0	27,7	22,3	25,1



**Figura 10:** Média de vinte quatro horas em cada mês das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de PM<sub>10</sub> na RGV, ano 2006.

### 6.1.3 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

Os valores obtidos para dióxido de enxofre, considerando as médias de 01 (uma) hora no período de 01/01/2006 à 31/12/2006 podem ser observados na tabela 13 e na figura 28. Pode-se concluir que ao longo do ano os valores de dióxido de enxofre ficaram abaixo do valor fixado pela Resolução CONAMA.

Ressaltando que as médias aritméticas apresentadas na tabela 13, no período de 01/01/2006 à 31/12/2006, foram obtidos através da média horária e das análises dos períodos críticos baseados nos gráficos de sazonalidade, com máximos e mínimos, 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 16:** Média aritmética anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro SO<sub>2</sub>, ano 2006.

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITIMÉTRICA ANUAL [µg/m <sup>3</sup> ]	NÚM. REG. VÁLIDOS
Laranjeiras	15,4	6455
Jardim Camburi	15,3	5503
Enseada do Suá*	21,2	1621
Vitória Centro	13,6	8688
Vila Velha IBES	10,1	8742
Vila Velha Centro	11,1	7097
Cariacica	4,8	7550

\* - Em 2006 devido à falta de componentes à medição de SO<sub>2</sub> na estação da Enseada do Suá foi interrompida em abril.

**Tabela 17:** Média de vinte e quatro horas observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro SO<sub>2</sub>, ano 2006.

Mês	Laranjeiras	Jardim Camburi	Enseada do Suá	Vitória Centro	IBES	Centro - VV	Cariacica
Janeiro	14,0	13,4	26,1	15,3	14,8		
Fevereiro	15,0	16,2	17,7	20,3	12,6		6,3
Março	17,6	17,0	15,3	15,4	8,4	2,4	4,5
Abril	16,9	13,7	ND	13,3	6,5	5,1	7,1
Maiο	17,8	15,9	ND	14,4	6,3	7,2	7,9
Junho	15,3	20,4	ND	12,9	6,0	7,4	7,0
Julho	13,3	13,8	ND	15,3	10,6	11,6	6,3
Agosto	14,0	11,1	ND	11,3	11,6	12,0	2,6
Setembro	14,2	ND	ND	10,8	11,0	11,9	2,3
Outubro	ND	ND	ND	12,2	10,1	14,9	1,9
Novembro	ND	ND	ND	11,1	10,0	14,8	4,1
Dezembro	ND	ND	ND	11,4	13,1	20,6	3,0

ND – não disponível

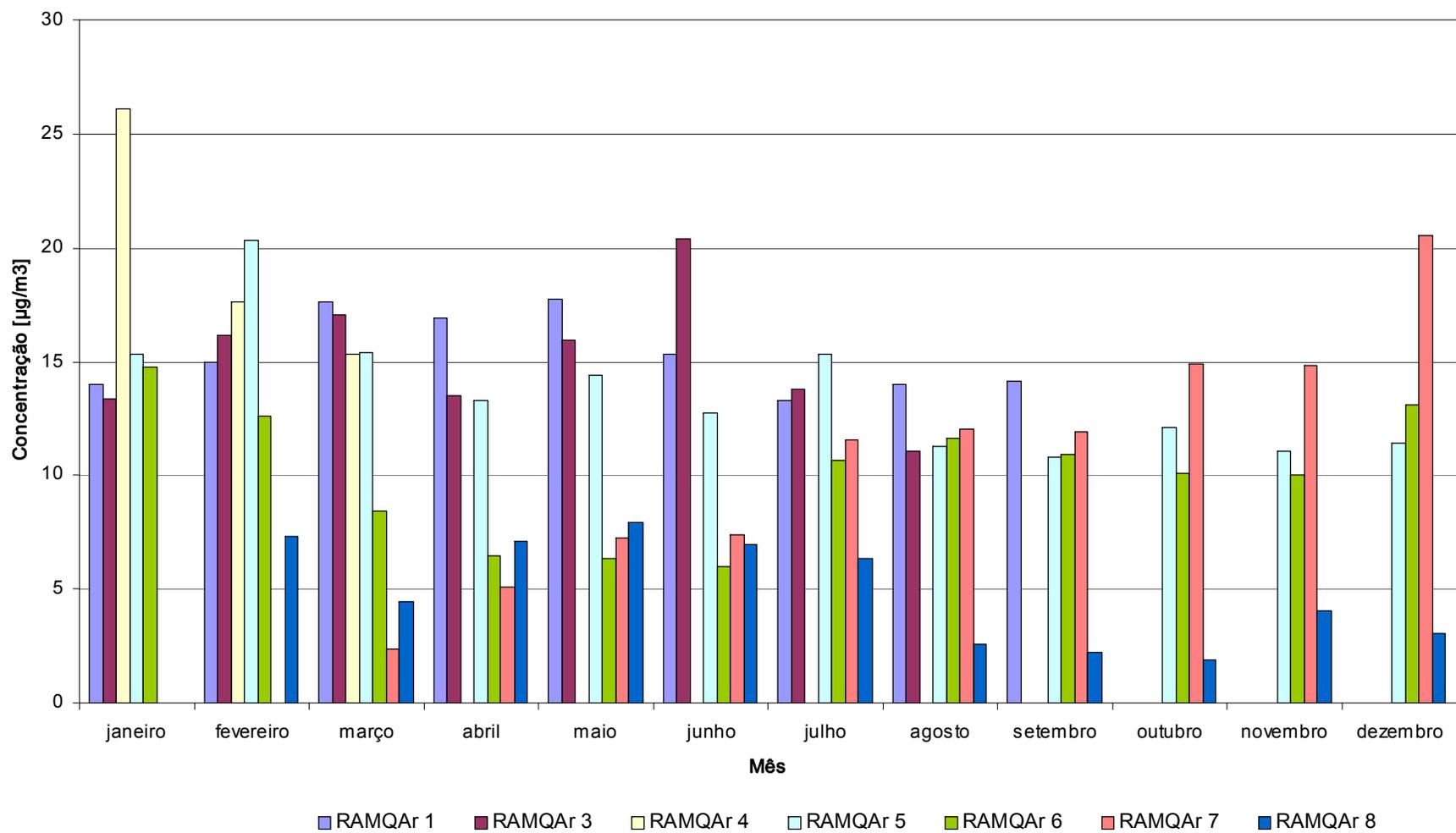


Figura 11: Médias mensais das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de SO<sub>2</sub> na RGV, ano 2006.

#### 6.1.4 Monóxido de Carbono (CO)

Os valores obtidos para monóxido de carbono considerando as médias de 01 (uma) hora no período de 01/01/2005 à 31/12/2005 podem ser observados na tabela 14 e na figura 34.

Dessas 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 01/01/2006 à 31/12/2006, 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 ficaram abaixo do padrão, demonstrando a boa condição de dispersão dos poluentes atmosféricos na região. Conforme apresentado nos gráficos das figuras 35, 36, 37, 38 e 39.

**Tabela 18:** Média aritmética (oito horas), máxima e mínima e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro CO, ano 2006.

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITIMÉTRICA [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	MÍNIMO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	MÁXIMO [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	NÚM. REG. VÁLIDOS
Laranjeiras	500,6	211	1528,8	1092
Enseada do Suá	463,6	124	1521,1	566
Vitória Centro	1171,6	313,5	3894,8	1087
Vila Velha IBES	497,1	120	2089,1	831
Cariacica	427,7	156	1173,1	1094

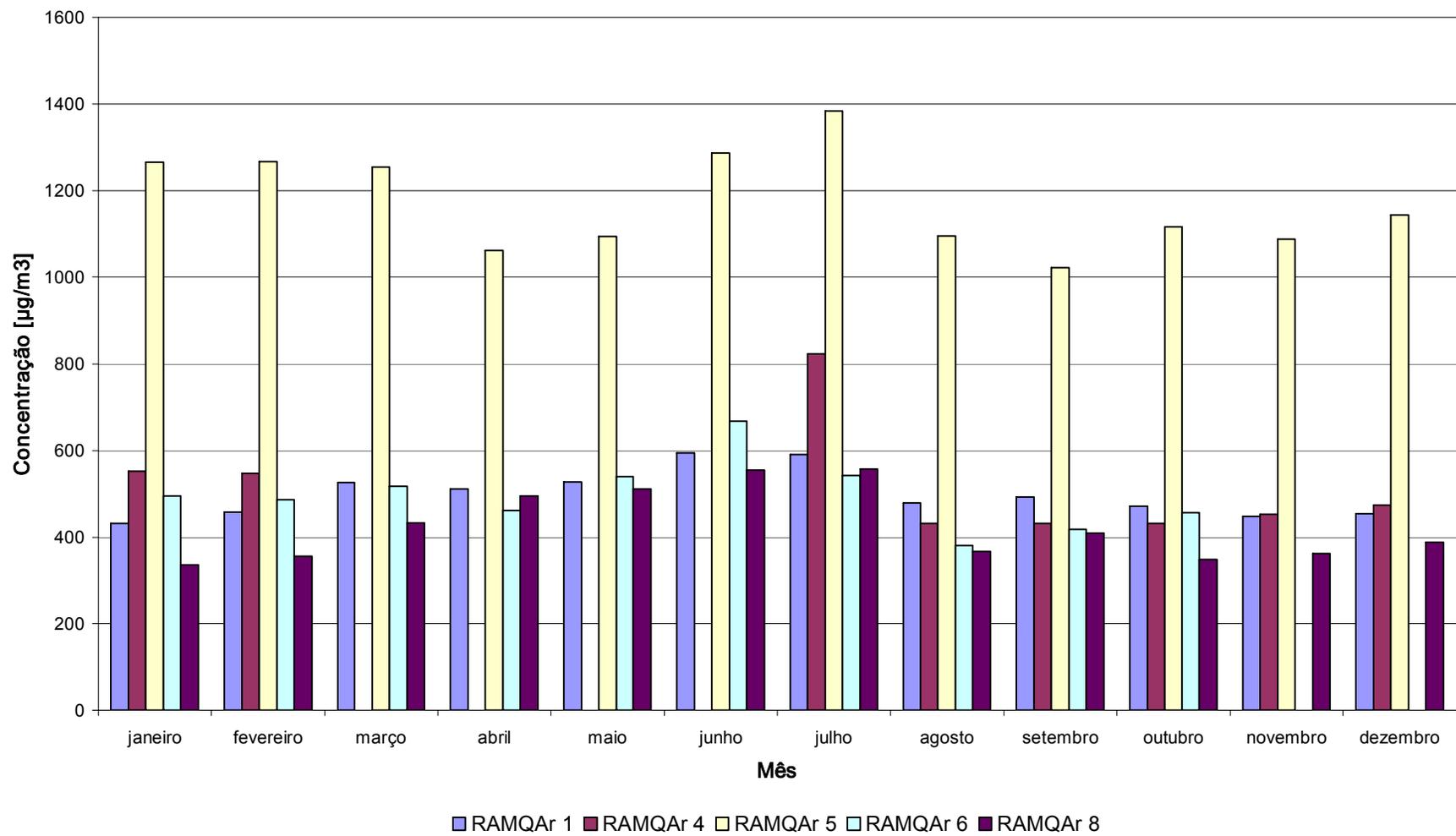


Figura 12: Médias horárias observadas no período mensal das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de CO na RGV, ano 2006

### 6.1.5 Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

Os valores obtidos para dióxido de nitrogênio, considerando as médias de 01 (uma) hora no período de 01/01/2006 à 31/12/2006 podem ser observados na tabela 15 e na figura 39.

Dessas 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 01/01/2006 à 31/12/2006, 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 39, 40, 41, 42, 43 e 44.

**Tabela 19:** média aritmética anual, máximo e mínimo e registros válidos das Estações RAMQAr para o parâmetro NO<sub>2</sub>, ano 2006.

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITIMÉTRICA [µg/m <sup>3</sup> ]	MÍNIMO [µg/m <sup>3</sup> ]	MÁXIMO [µg/m <sup>3</sup> ]	NÚM. REG. VÁLIDOS
Laranjeiras	21	0	91,1	3926
Jardim Camburi	25,1	2,2	127	8608
Enseada do Suá	24,6	2	114,6	8668
Vitória Centro	30,8	0,3	145,7	7458
Vila Velha IBES	19,5	0,3	100,5	7622
Cariacica	28,8	2,7	129,5	8437

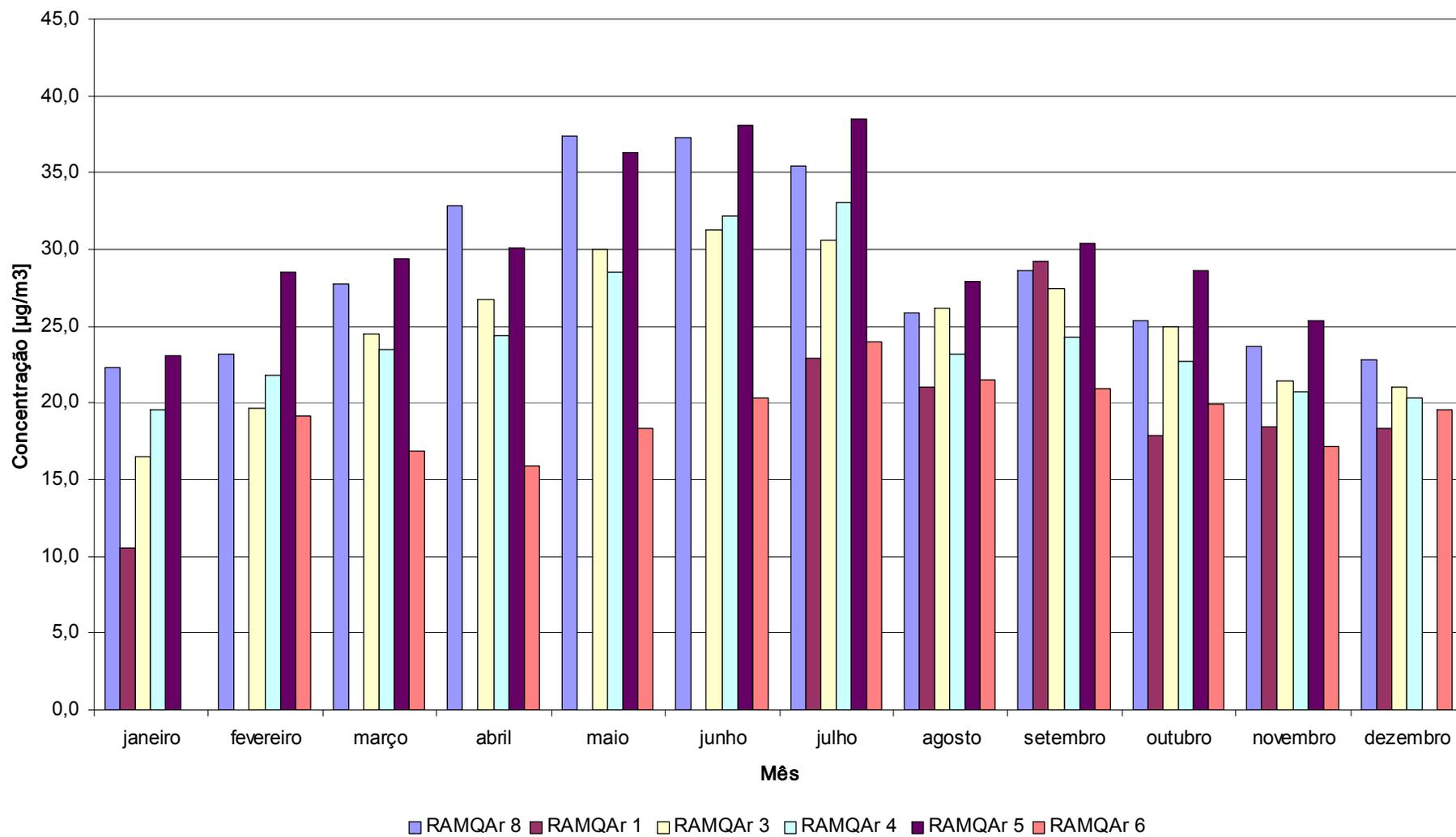


Figura 13: Médias horárias observadas no período mensal das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de NO<sub>2</sub> na RGV, ano 2006.

### 6.1.6 Ozônio (O<sub>3</sub>)

No ano de 2005 os valores obtidos para ozônio, considerando as médias de 01 (uma) hora no período de 01/01/2005 à 31/12/2005. Observando a Tabela 16 e as figuras 46, 47, 48 e 49 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 01/01/2005 à 31/12/2005, 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 46, 47, 48 e 49.

**Tabela 19:** Média aritmética, máximo e mínimo e registros válidos das Estações RAMQAr para o parâmetro O<sub>3</sub>, ano 2006.

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITIMÉTRICA [µg/m <sup>3</sup> ]	MÍNIMO [µg/m <sup>3</sup> ]	MÁXIMO [µg/m <sup>3</sup> ]	NÚM. REG. VÁLIDOS
Laranjeiras	32,3	7,3	139,4	6071
Enseada do Suá	31,8	4,3	112,8	7638
Vila Velha IBES	40,6	3,1	123,6	3943
Cariacica	22,3	0	120	8703

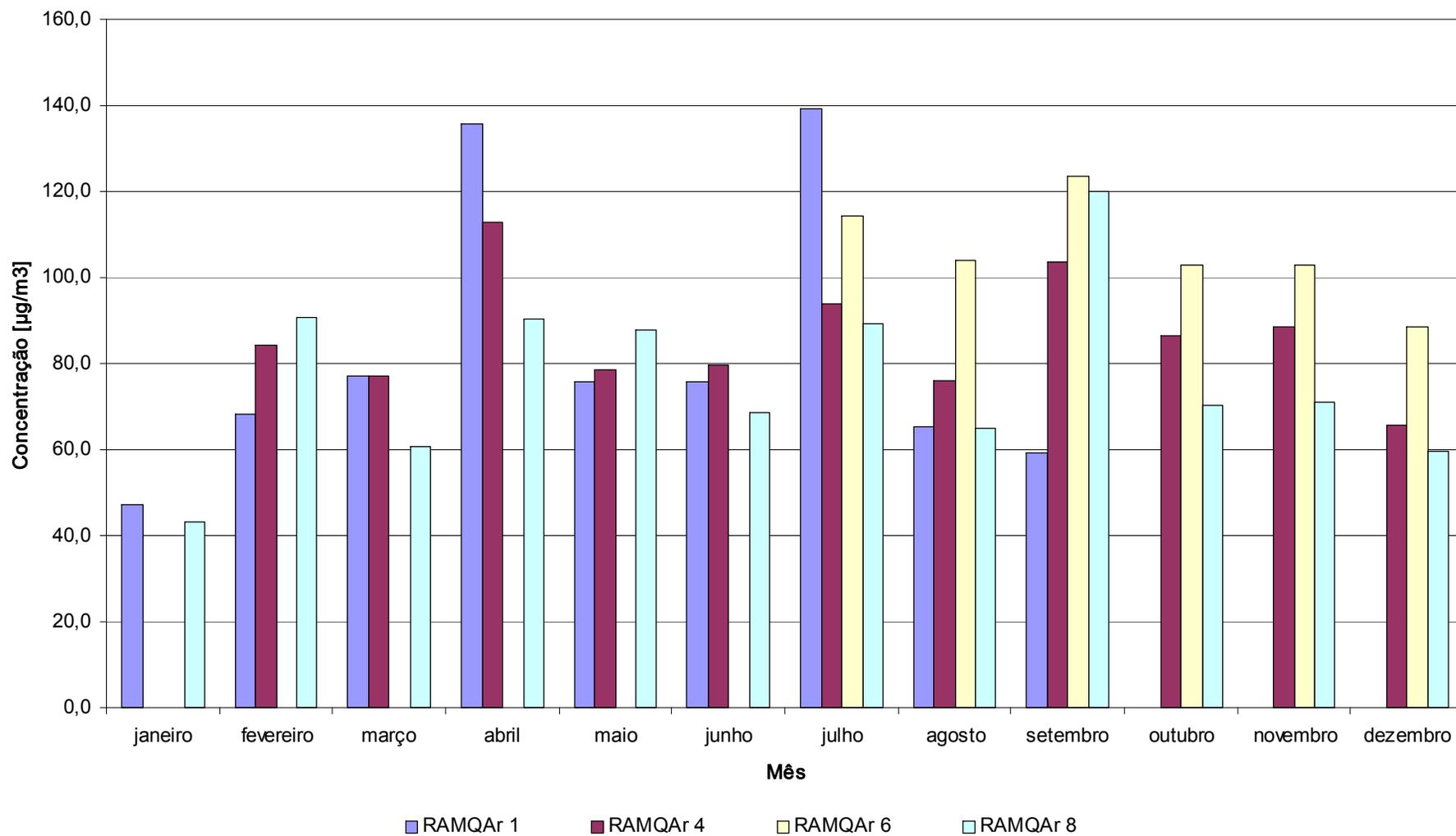


Figura 14: Médias horárias observadas no período mensal das estações da RAMQAR que realizam o monitoramento de O<sub>3</sub> na RG, ano 2006.

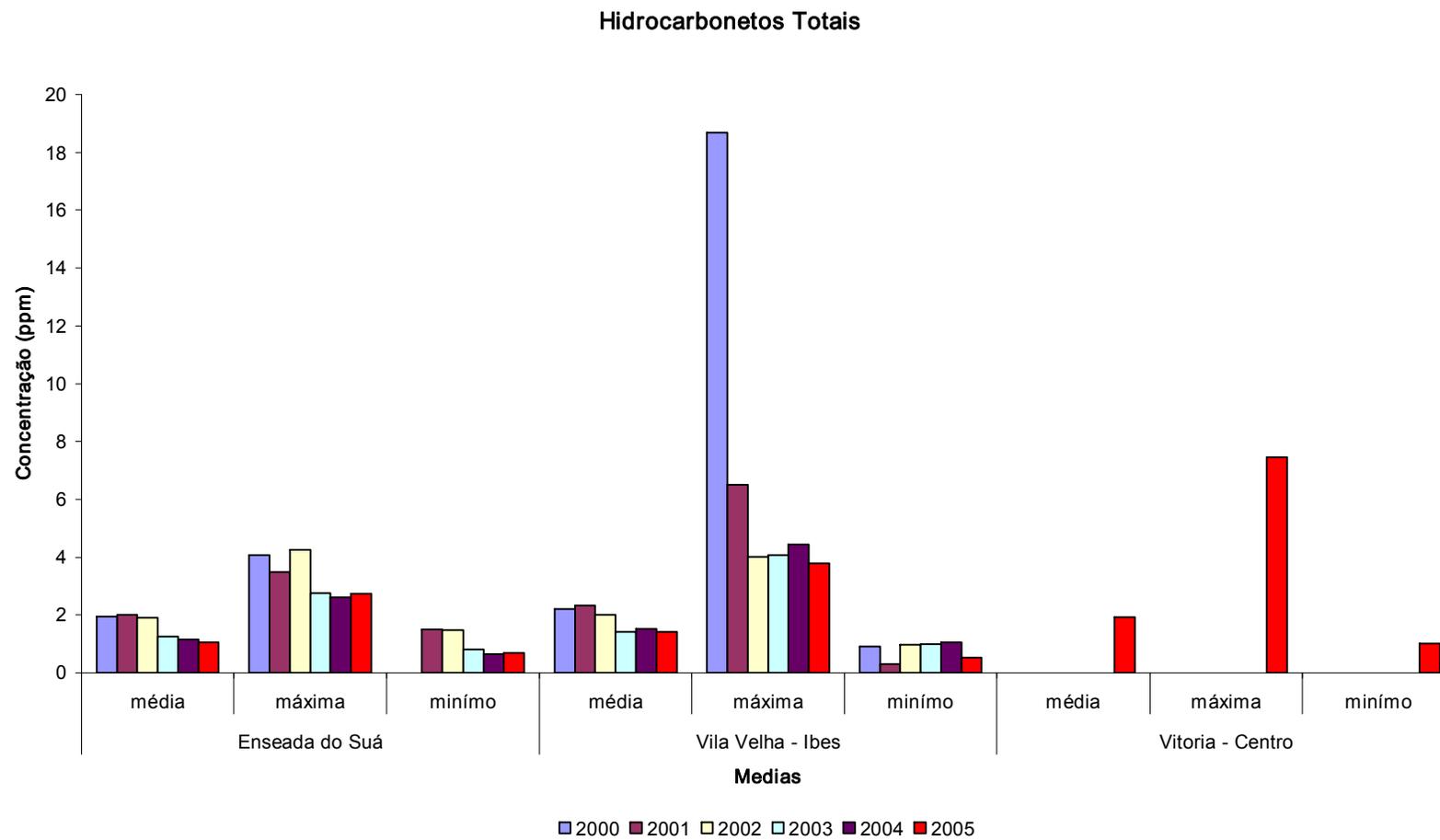
### 6.1.7 Hidrocarbonetos (HC)

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.

Podemos observar esse acompanhamento através da tabela 17 e figura 50, no qual, podemos concluir que desde do ano de 2000 as concentrações de hidrocarbonetos na região da grande Vitória diminuí até 2005.

**Tabela 18:** Média aritmética anual, máximo e mínimo das Estações RAMQAr para o parâmetro Hidrocarboneto total, anos 2005 e 2006.

Estação da RAMQAR	Médias	2005	2006
Enseada do Suá	Média aritmética anual	1,04	1,02
	Máxima	2,72	2,8
	Mínimo	0,69	0,62
Vila Velha - Ibes	Média aritmética anual	1,41	1,5
	Máxima	3,78	3,57
	Mínimo	0,53	0,79
Vitória - Centro	Média aritmética anual	1,91	1,87
	Máxima	7,44	4,13
	Mínimo	1,02	1,35

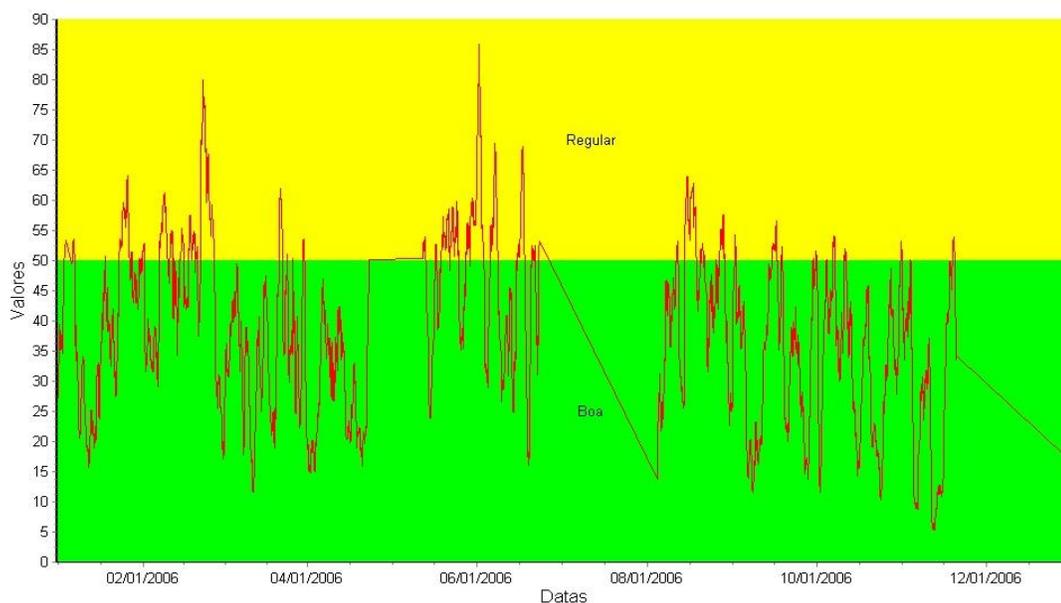


**Figura 15:** Gráfico de evolução das médias aritméticas anuais, médias máximas e médias mínimas de hidrocarbonetos totais das estações da Enseada do Sua, Ibes e Vitória (Centro).

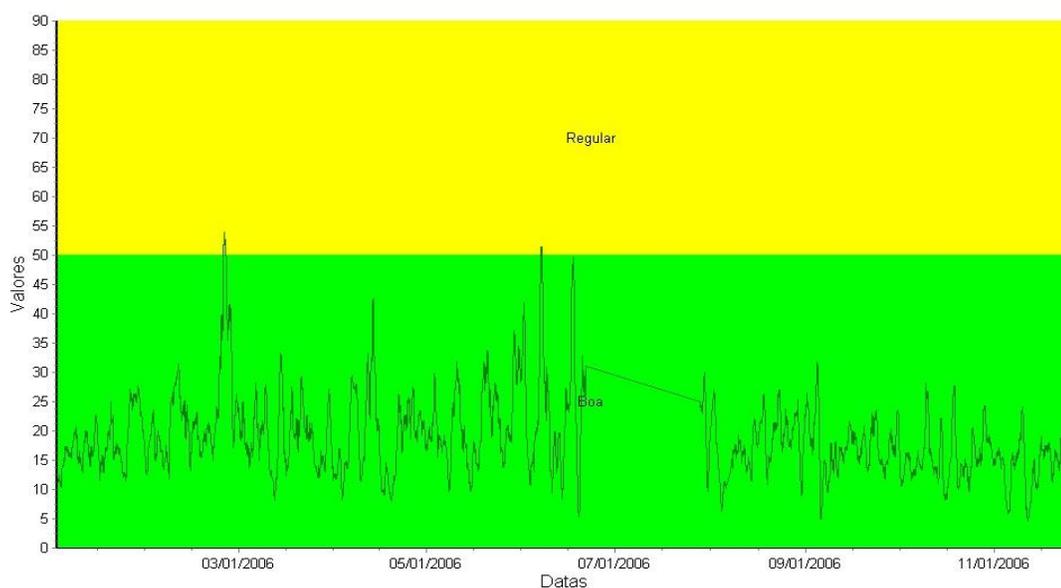
## 6.2 RESULTADOS DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA EM 2006

### 6.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

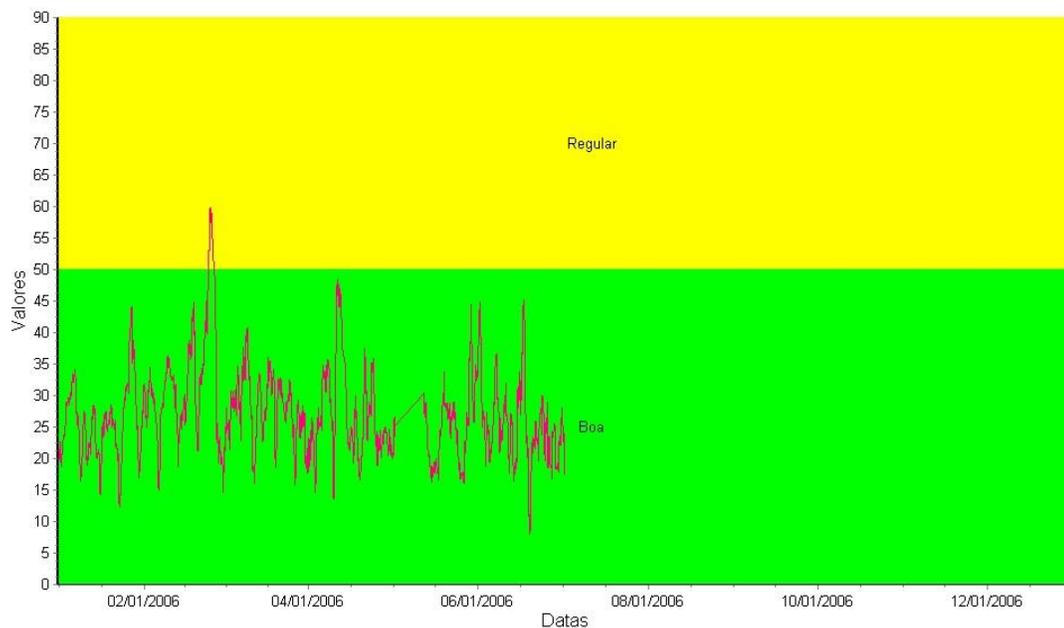
No ano de 2006 o percentual de índices de qualidade do ar para partículas totais em suspensão considerados com boa foi maior do que o índice regular para todas as estações da RAMQAR, ou seja, mantendo-se em sua grande maioria do tempo na faixa de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22.



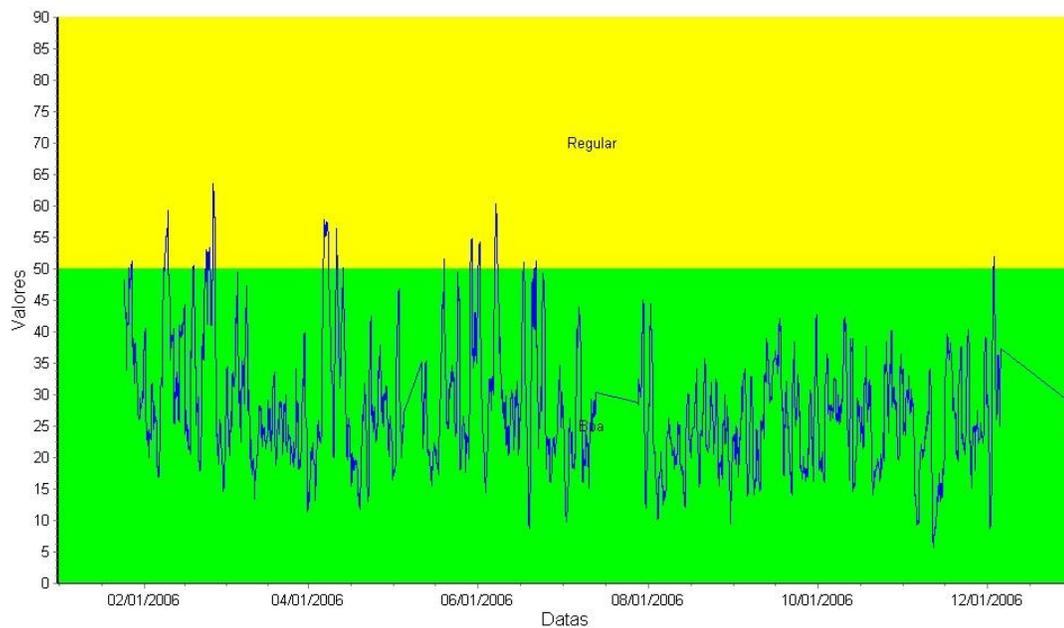
**Figura 16:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006.



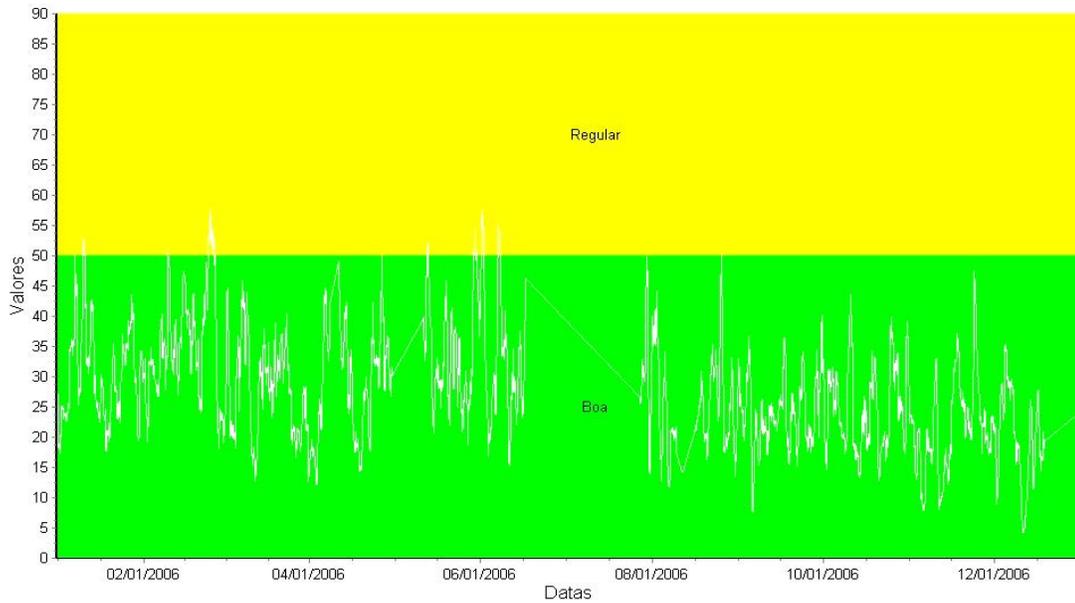
**Figura 17:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Carapina, ano 2006.



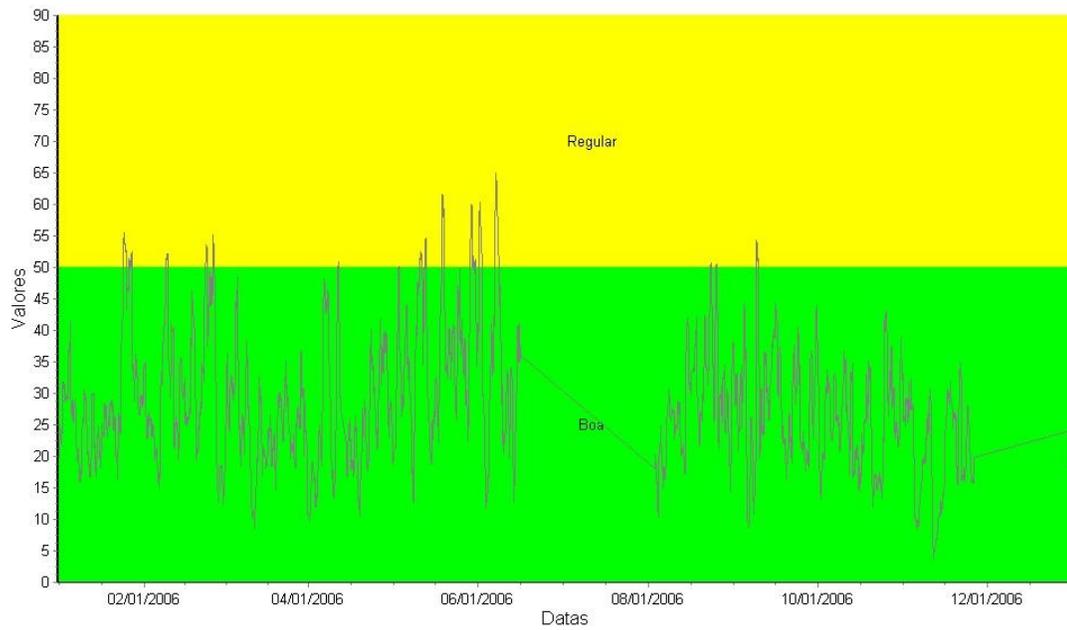
**Figura 18:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2006.



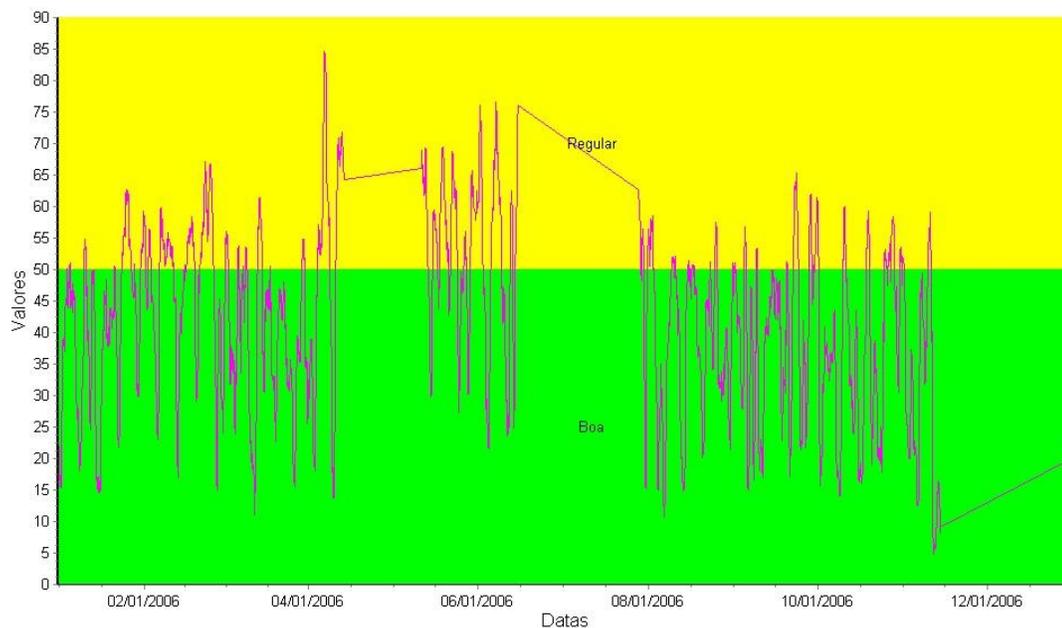
**Figura 19:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006.



**Figura 20:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Vitória - Centro, ano 2006.



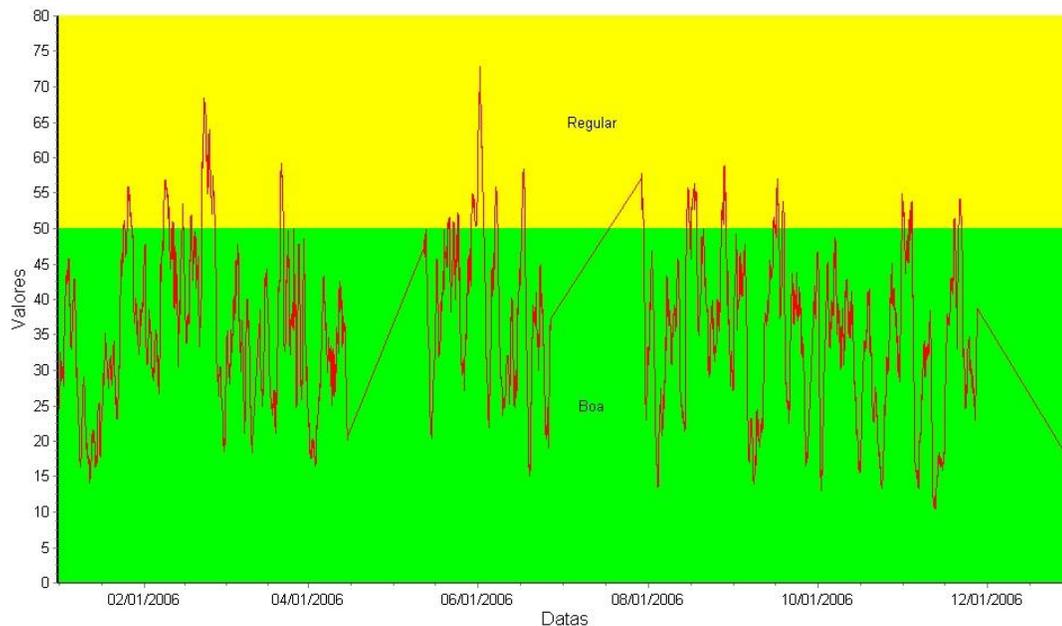
**Figura 21:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Vila velha - Ibes, ano 2006.



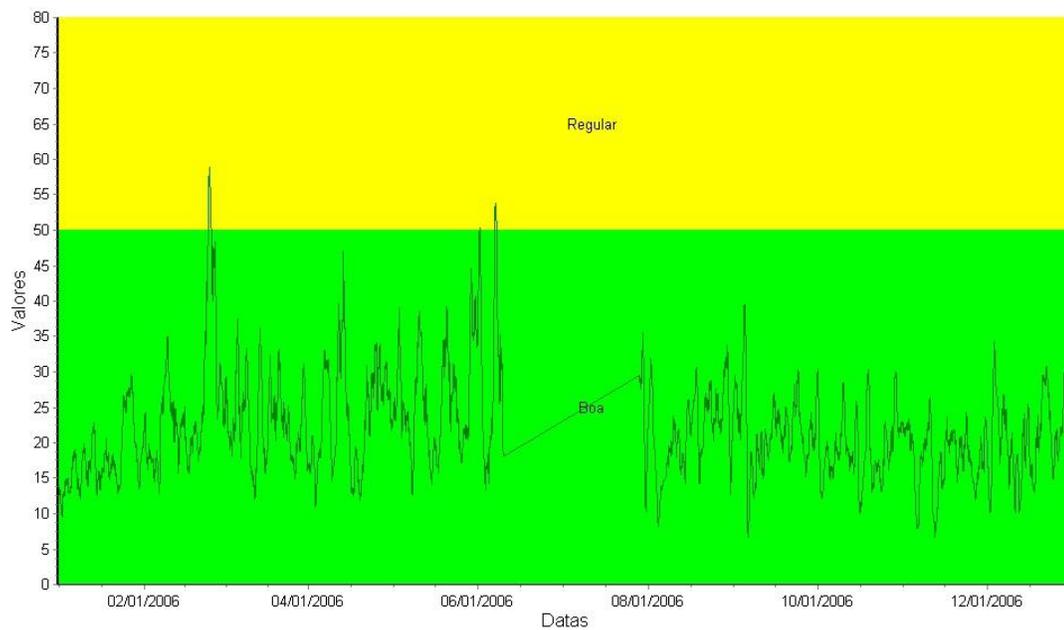
**Figura 22:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006.

### 6.2.2 Partículas Inaláveis (PM<sub>10</sub>)

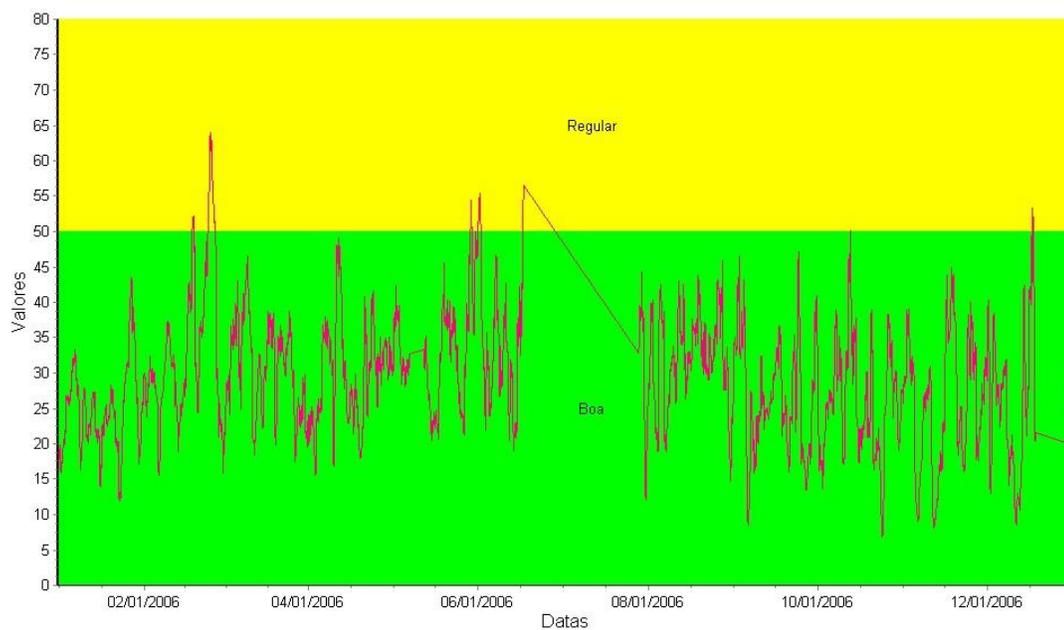
No ano de 2006, como observamos para o PTS, os índices de qualidade do ar para partículas inaláveis foram considerados bons, mantendo-se em sua grande maioria do tempo na faixa de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30 é possível verificar, em nenhum momento o índice “Regular” foi ultrapassado.



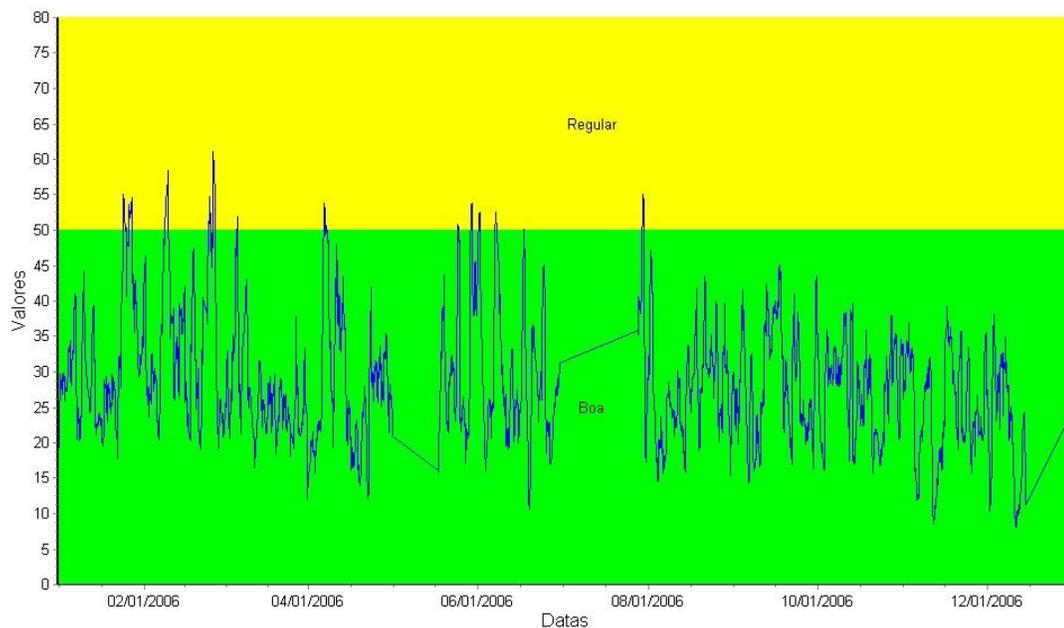
**Figura 23:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM<sub>10</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006.



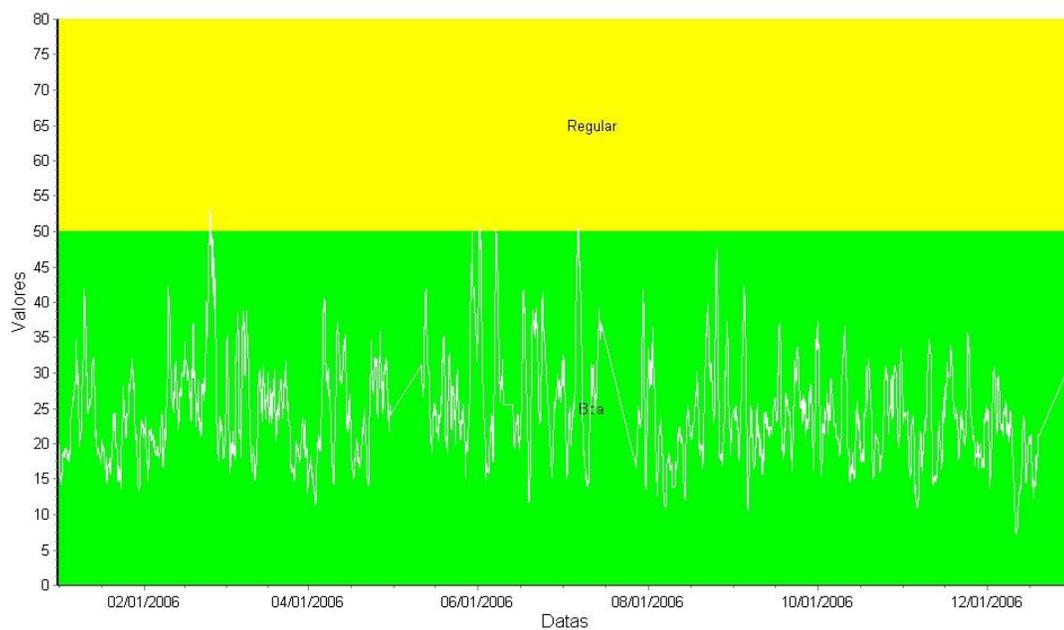
**Figura 24:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Carapina, ano 2006.



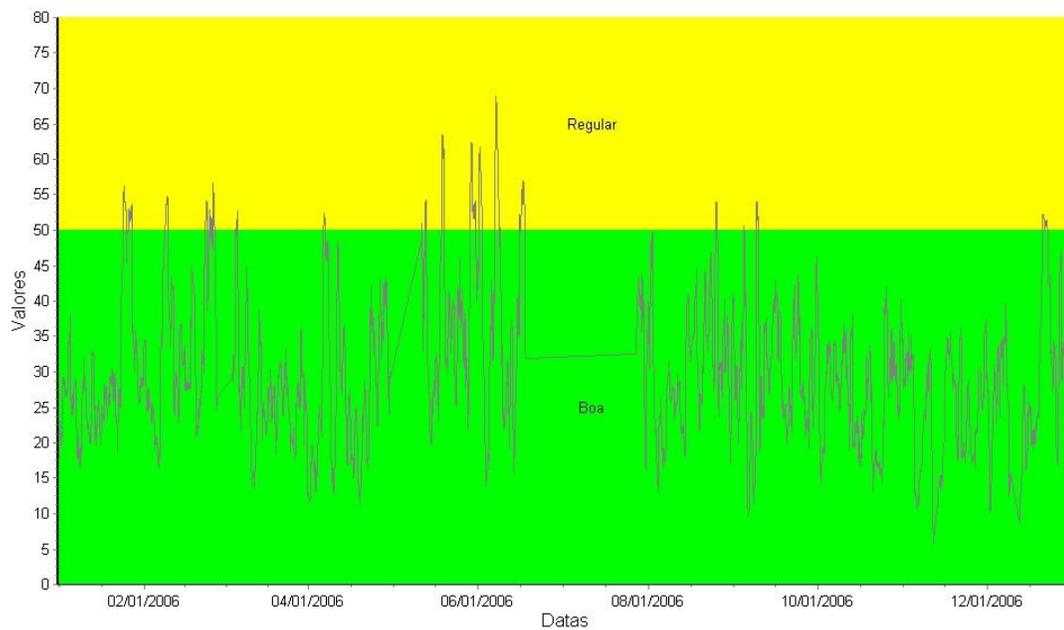
**Figura 25:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2006.



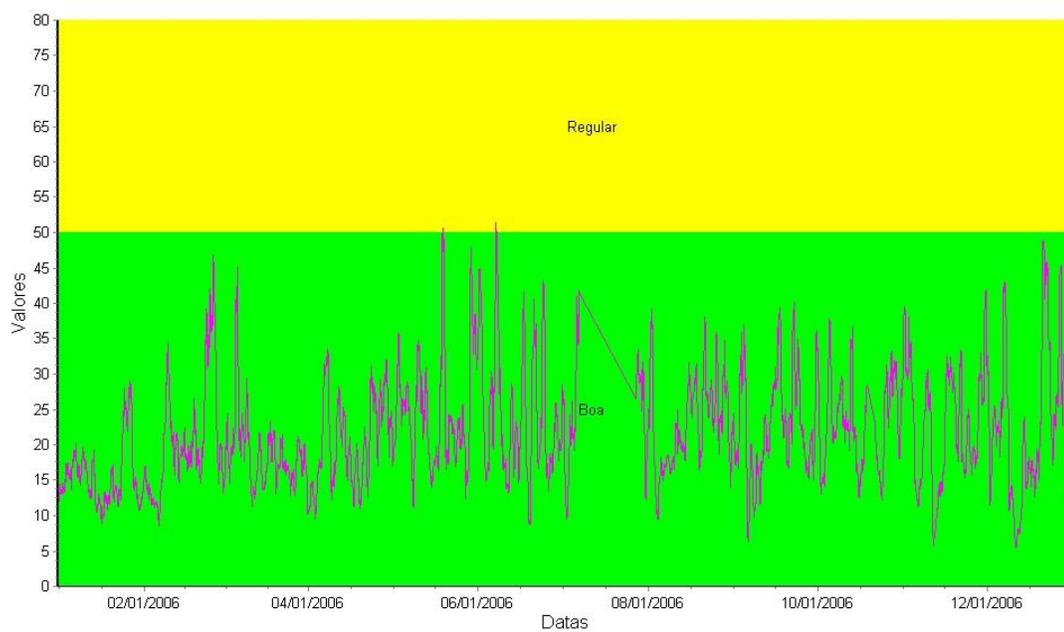
**Figura 26:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006.



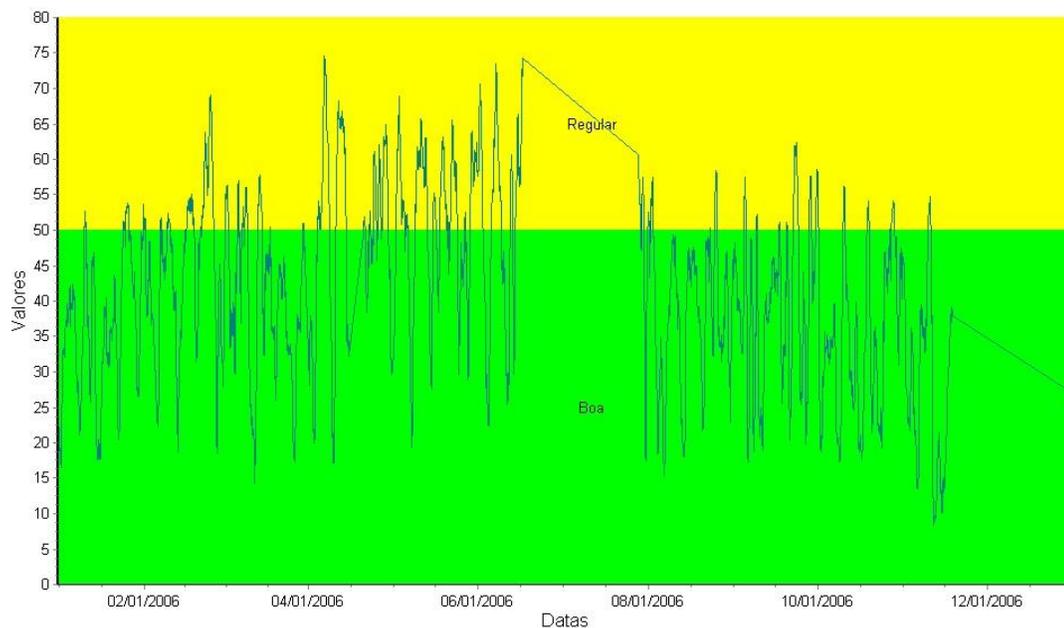
**Figura 27:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória - Centro, ano 2006.



**Figura 28:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila velha - Ibes, ano 2006.



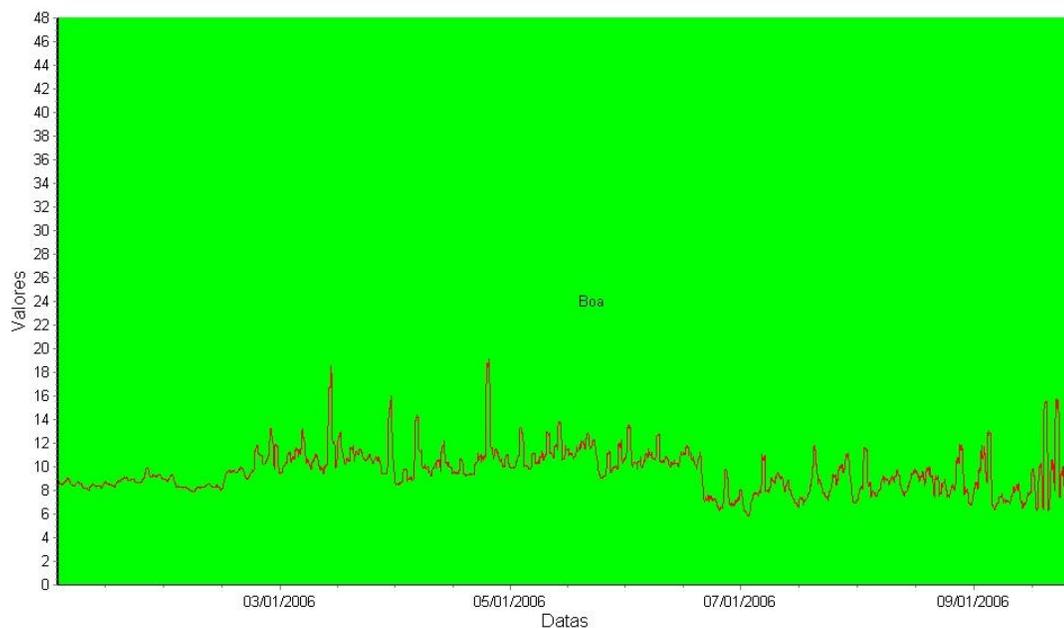
**Figura 29:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila velha - Centro, ano 2006.



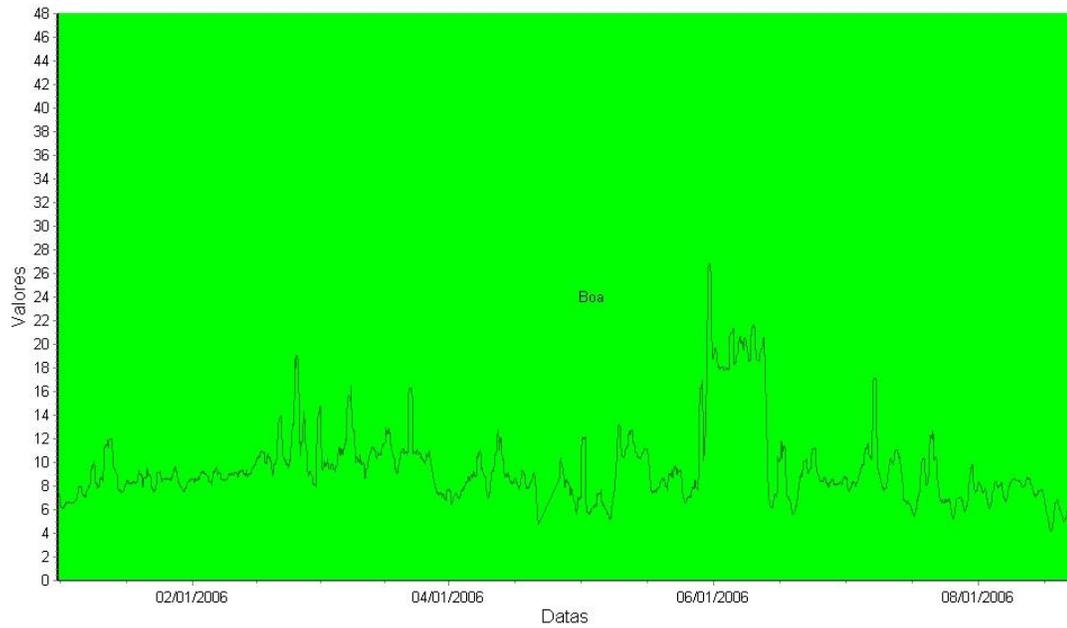
**Figura 30:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $PM_{10}$ , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006.

### 6.2.3 Dióxido de Enxofre ( $SO_2$ )

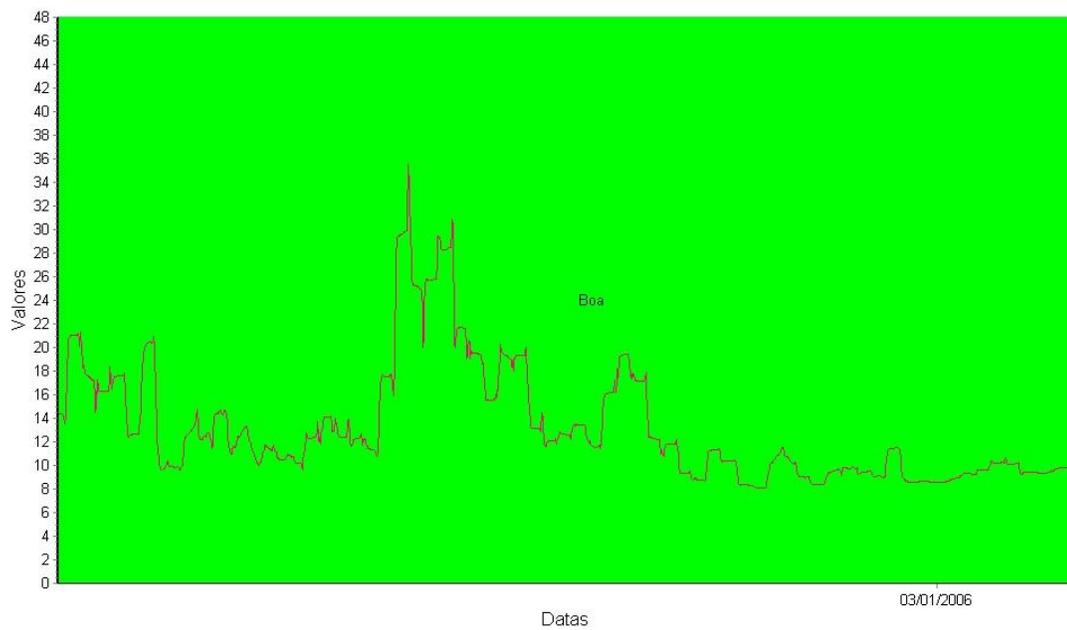
No ano de 2006, para todas as estações que realizam o monitoramento de dióxido de enxofre os índices de qualidade do ar se manteve na de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 31, 32, 33, 34, 35, 36 e 37, é possível verificar, em nenhum momento o índice “Bom” foi ultrapassado.



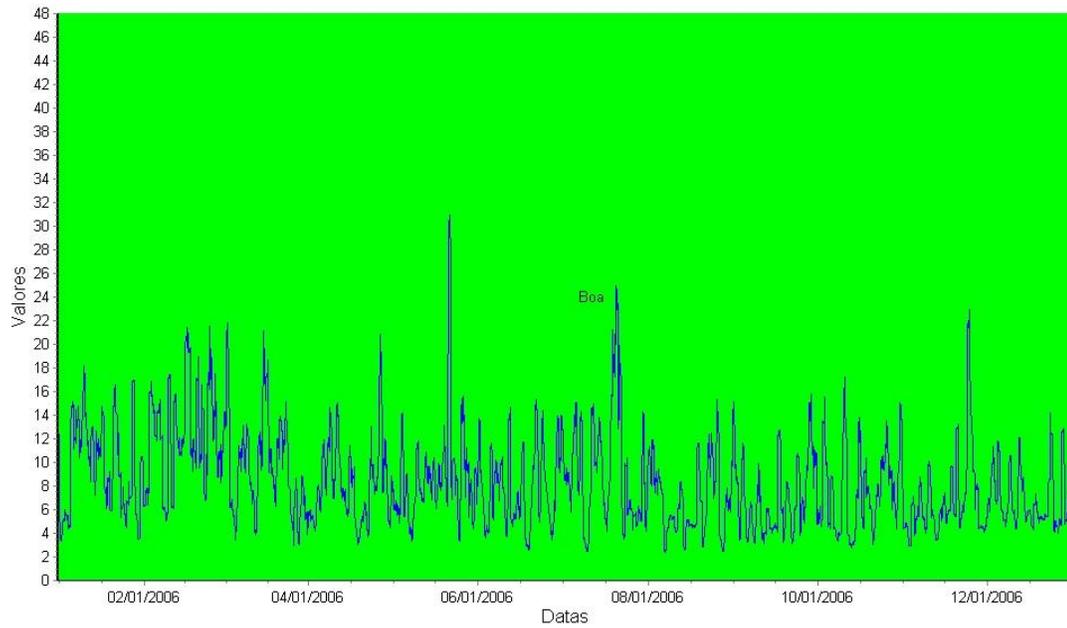
**Figura 31:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $SO_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006.



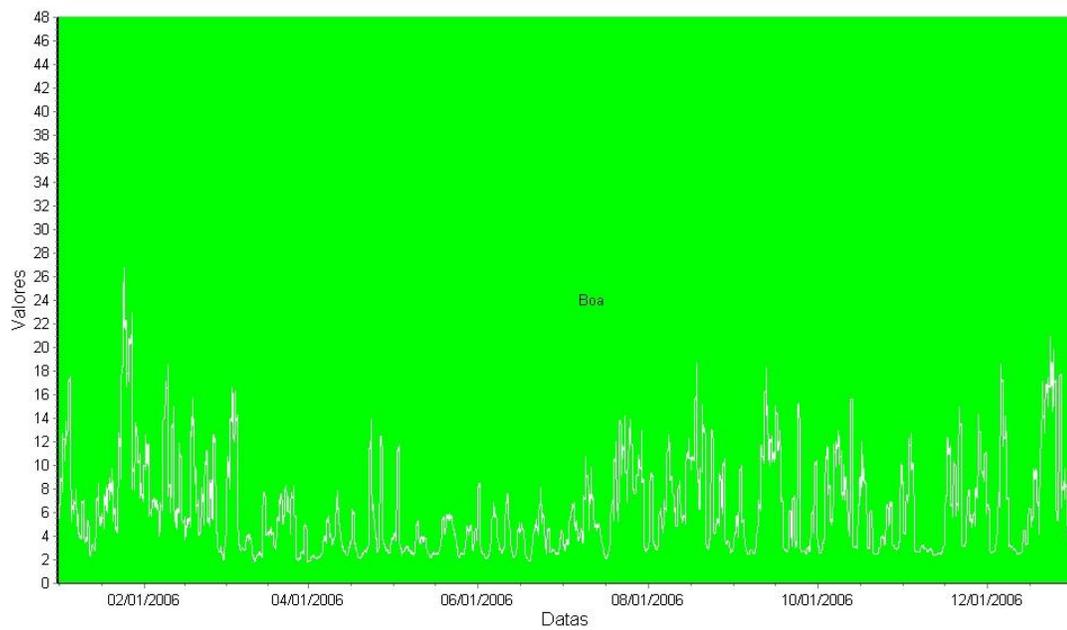
**Figura 32:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO<sub>2</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2006.



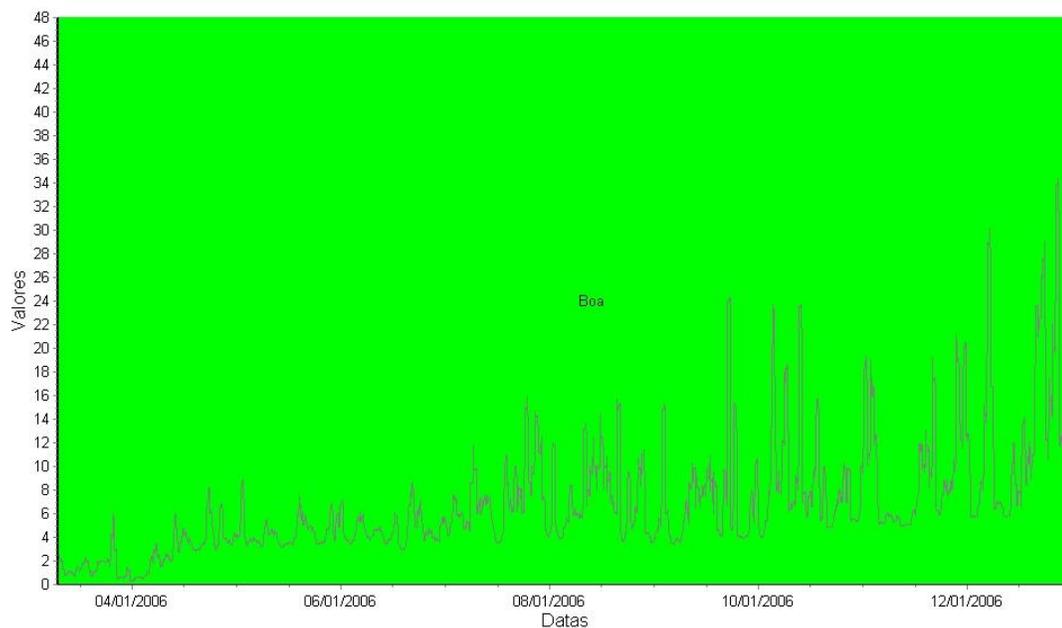
**Figura 33:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO<sub>2</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006.



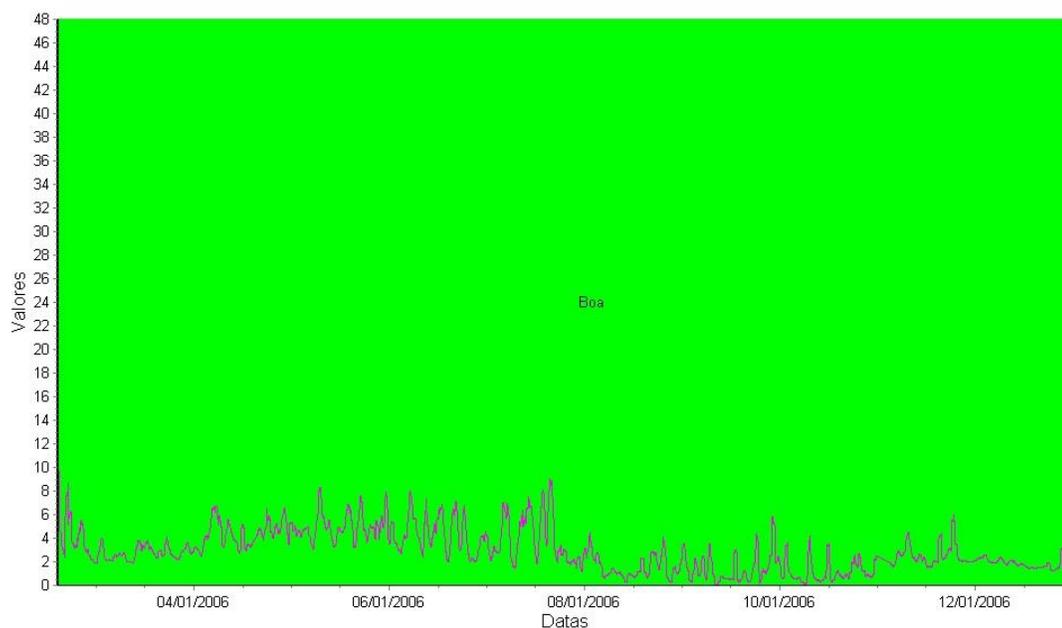
**Figura 34:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $\text{SO}_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória - Centro, ano 2006.



**Figura 35:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $\text{SO}_2$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha - Ibes, ano 2006.



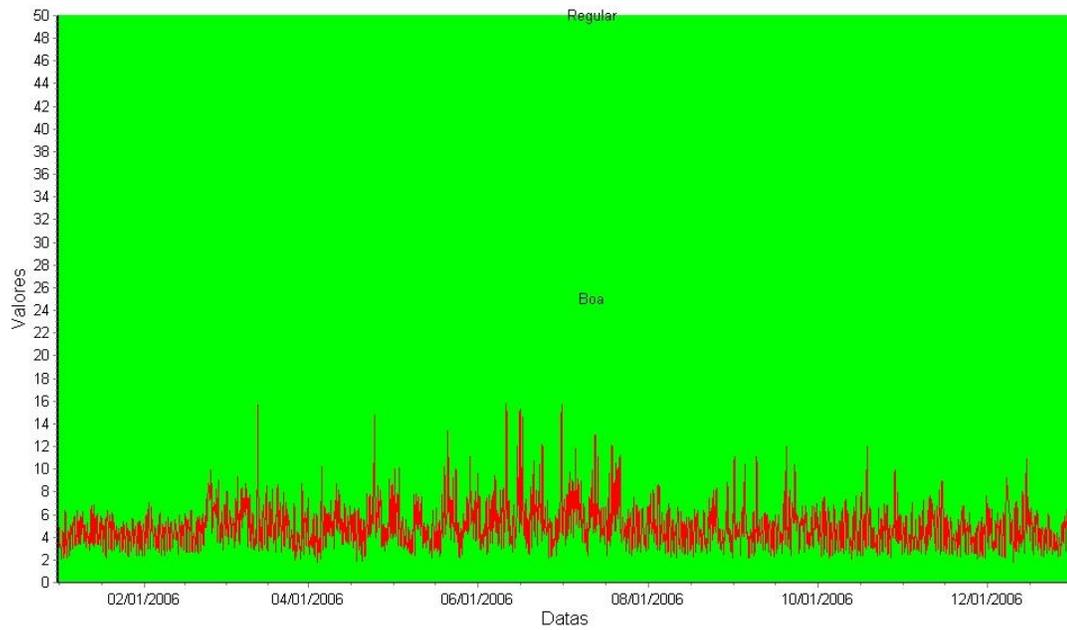
**Figura 36:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO<sub>2</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Vila velha - Centro, ano 2006.



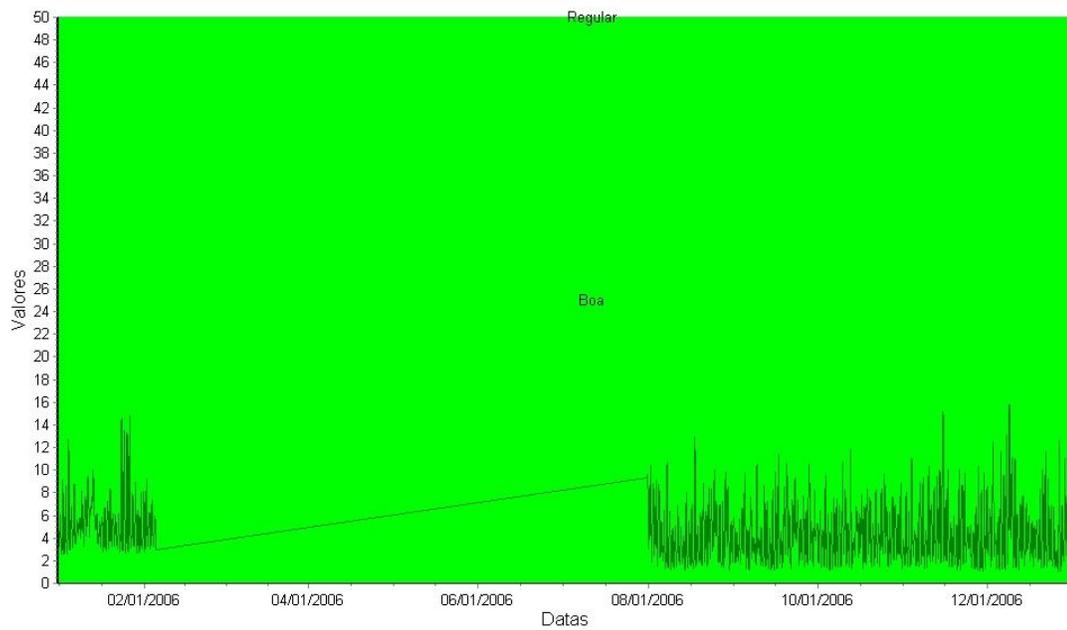
**Figura 37:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO<sub>2</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006.

#### 6.2.4 Monóxido de Carbono (CO)

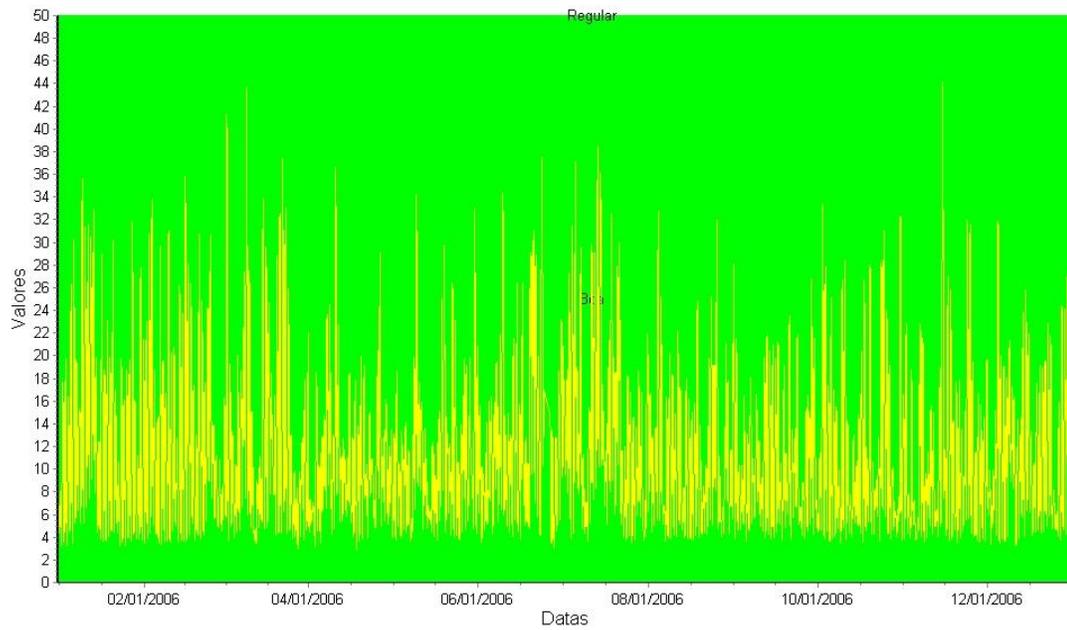
No ano de 2006, para todas as estações que realizam o monitoramento de monóxido de carbono os índices de qualidade do ar se manteve na de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 38, 39, 40, 41 e 42, é possível verificar, em nenhum momento o índice “Bom” foi ultrapassado.



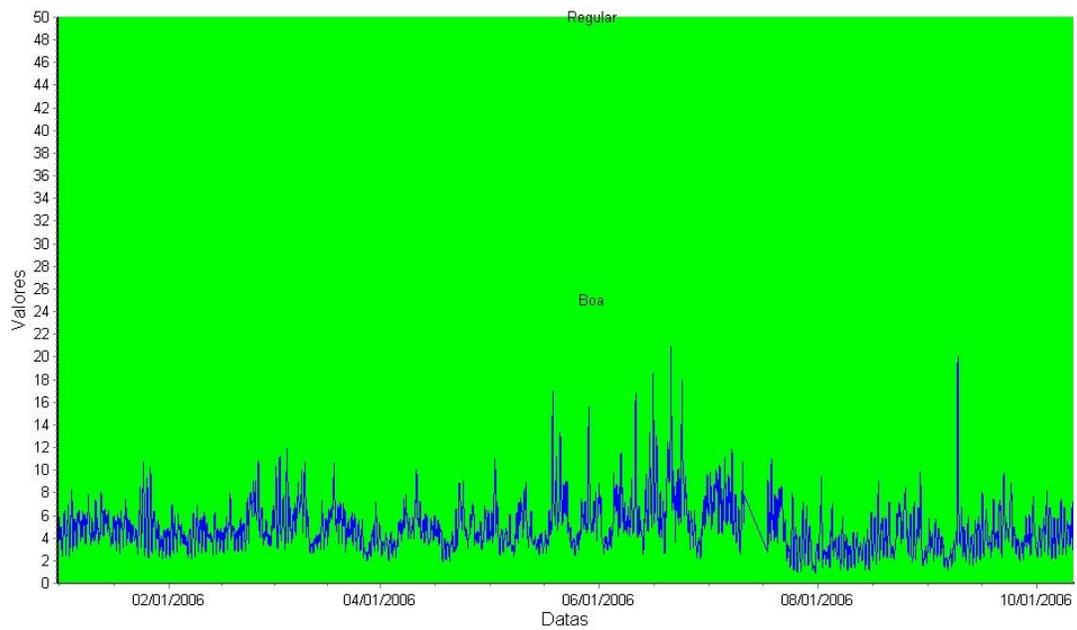
**Figura 38:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006.



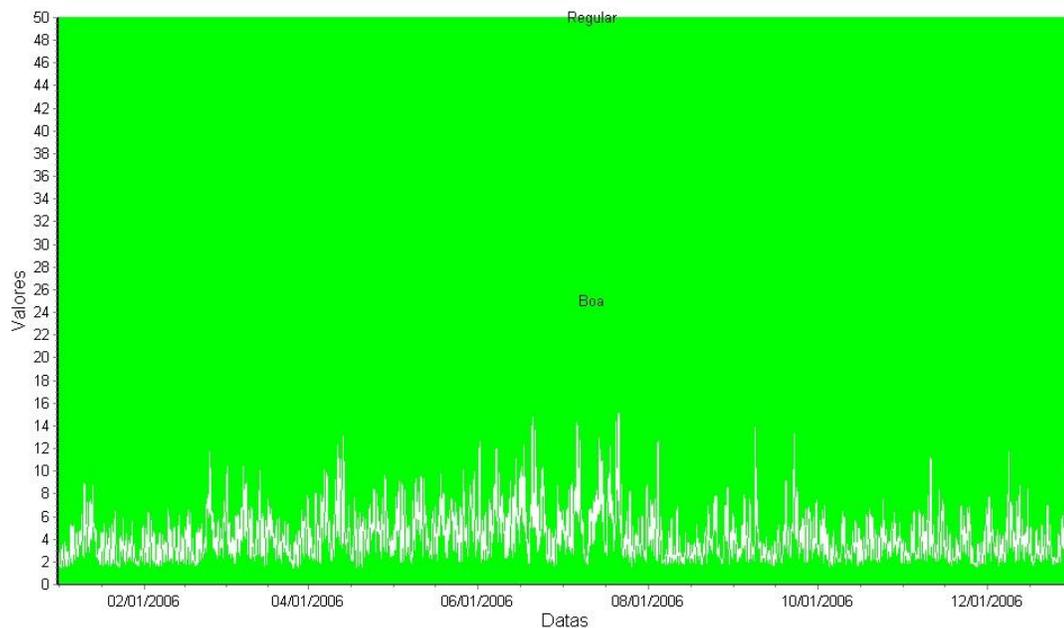
**Figura 39:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO, segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006.



**Figura 40:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO, segundo as médias do mesmo, Estação Vitória - Centro, ano 2006.



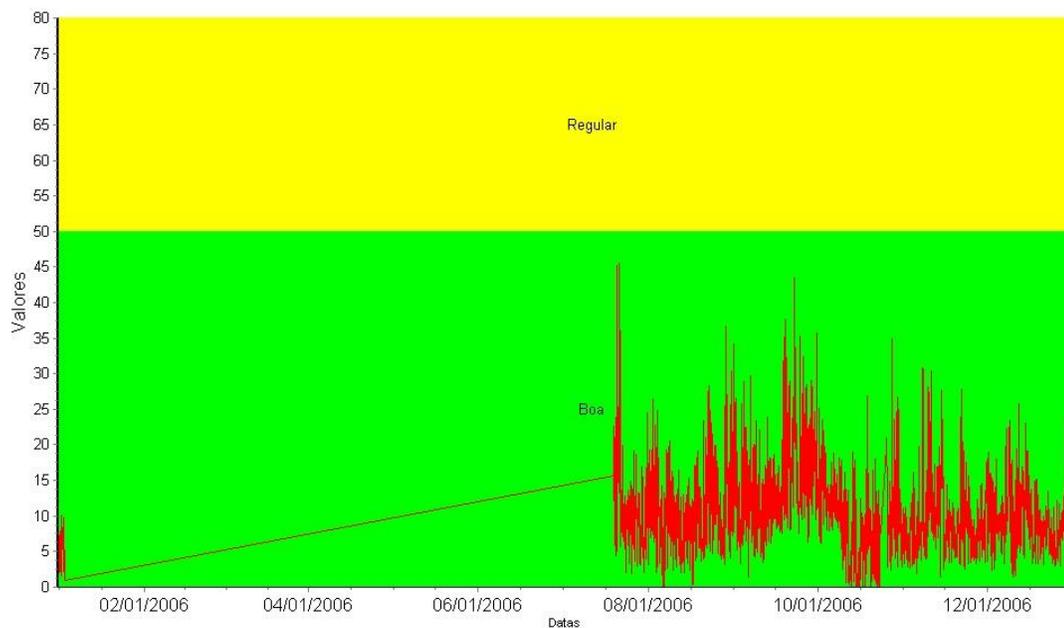
**Figura 41:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO, segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha - Ibes, ano 2006.



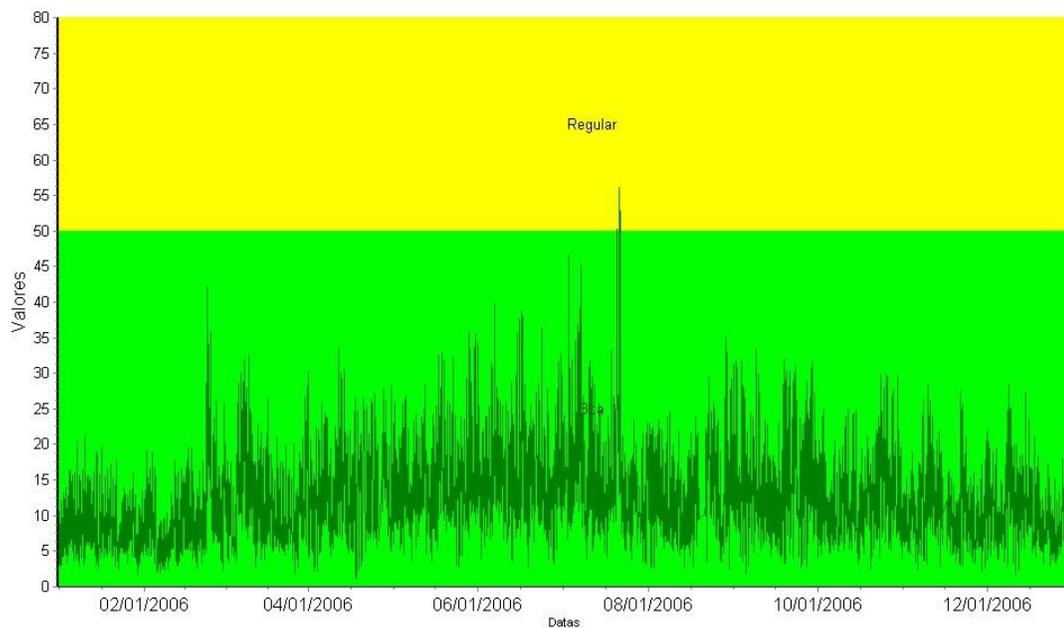
**Figura 42:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006.

### 6.2.5 Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

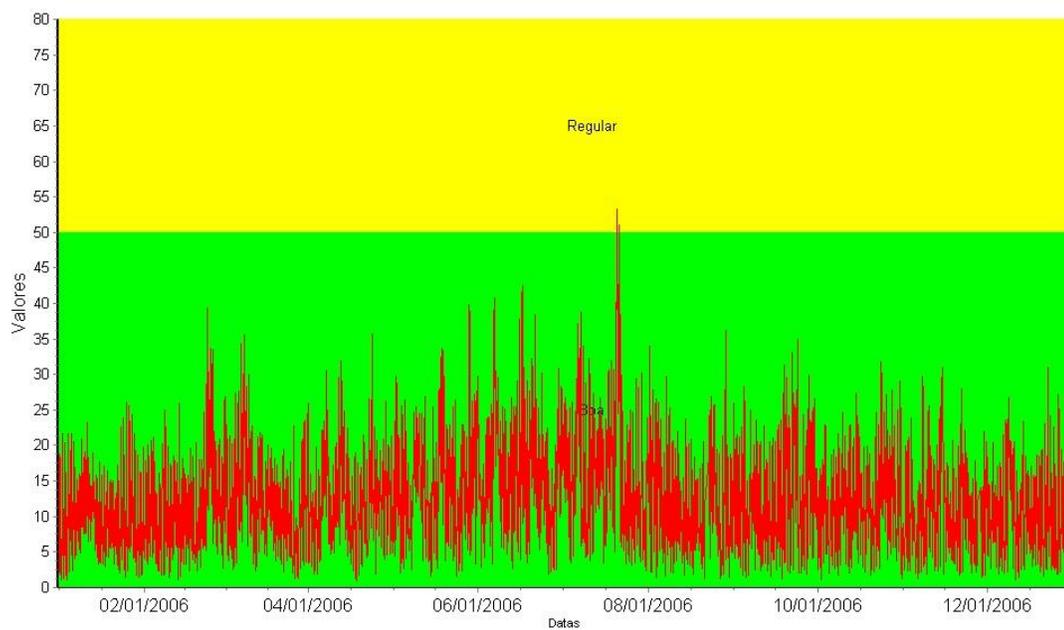
No ano de 2006 o percentual de índices de qualidade do ar para dióxido de nitrogênio considerados como boa foi maior do que o índice regular para todas as estações da RAMQAR, ou seja, mantendo-se em sua grande maioria do tempo na faixa de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 43, 44, 45, 46, 47 e 48.



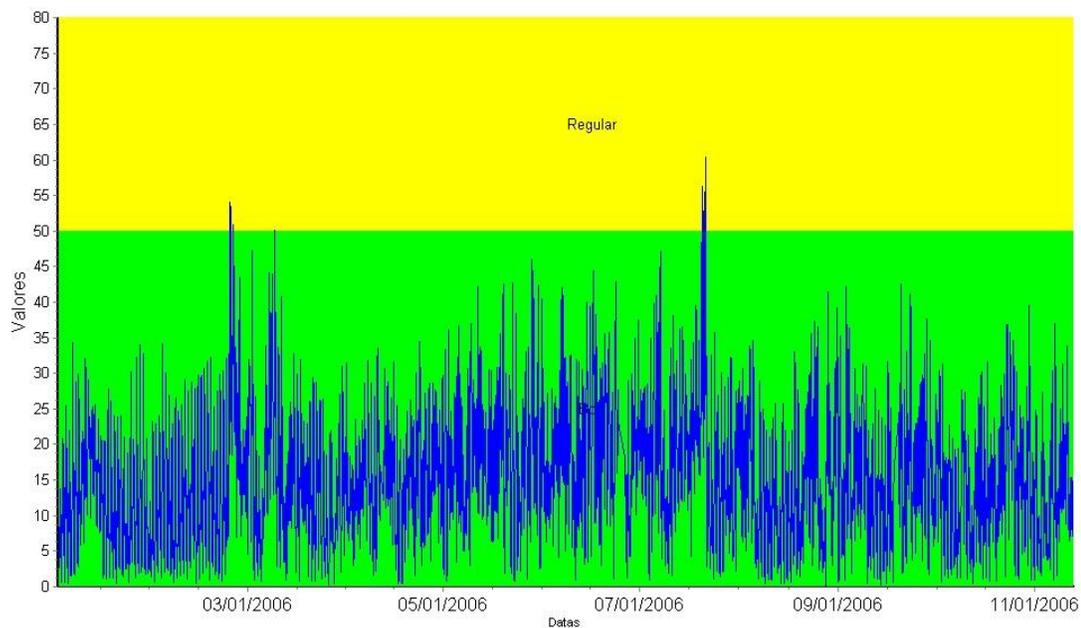
**Figura 43:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO<sub>2</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006.



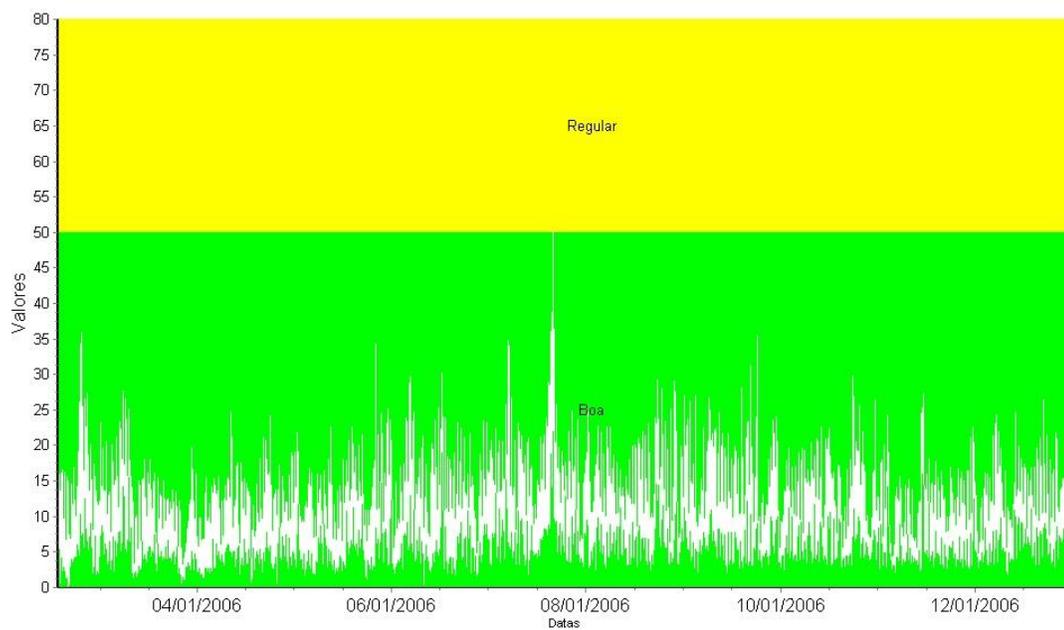
**Figura 44:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO<sub>2</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2006.



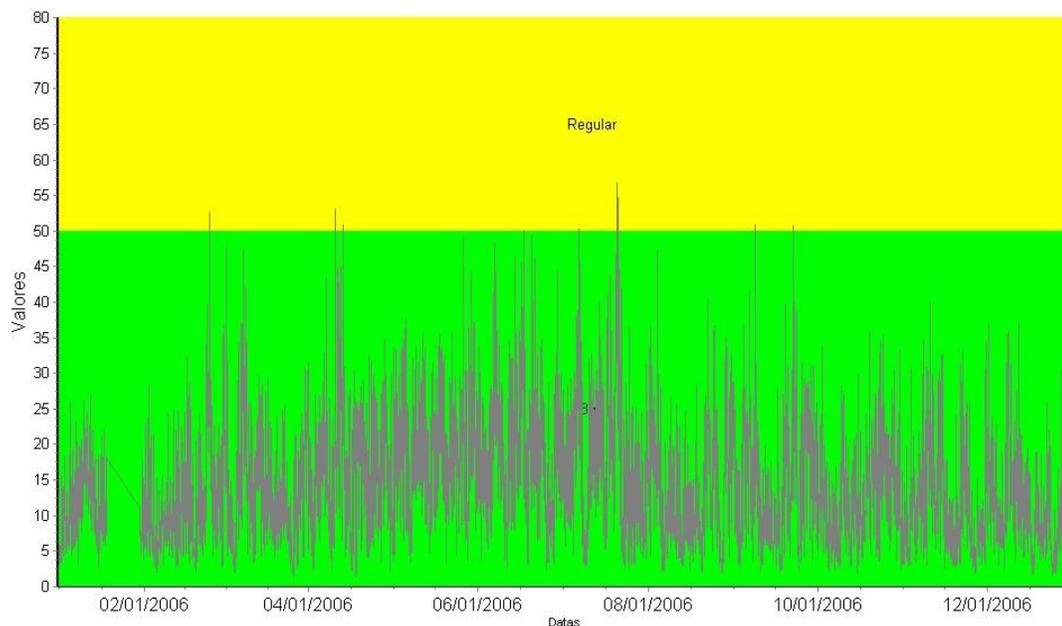
**Figura 45:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO<sub>2</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006.



**Figura 46:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO<sub>2</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Vitória - Centro, ano 2006.



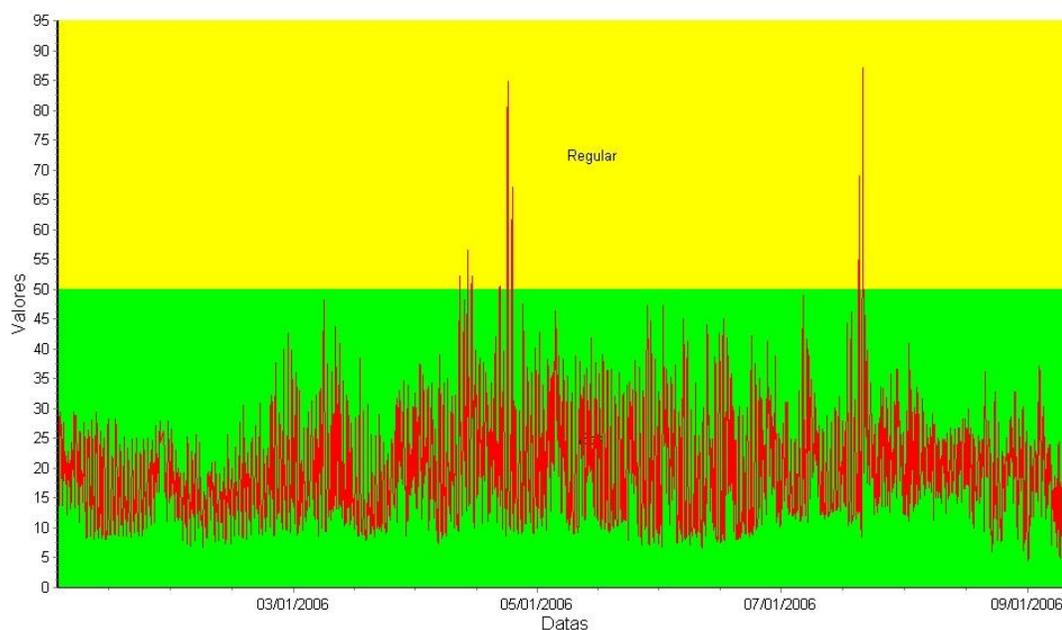
**Figura 47:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO<sub>2</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha - Ibes, ano 2006.



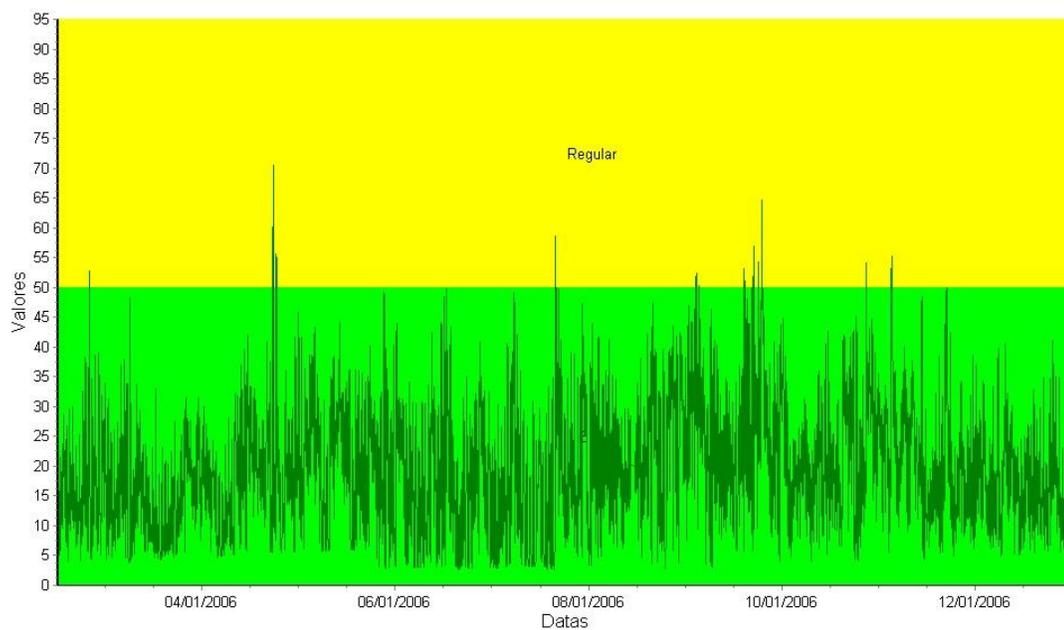
**Figura 48:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO<sub>2</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006.

### 6.2.6 Ozônio (O<sub>3</sub>)

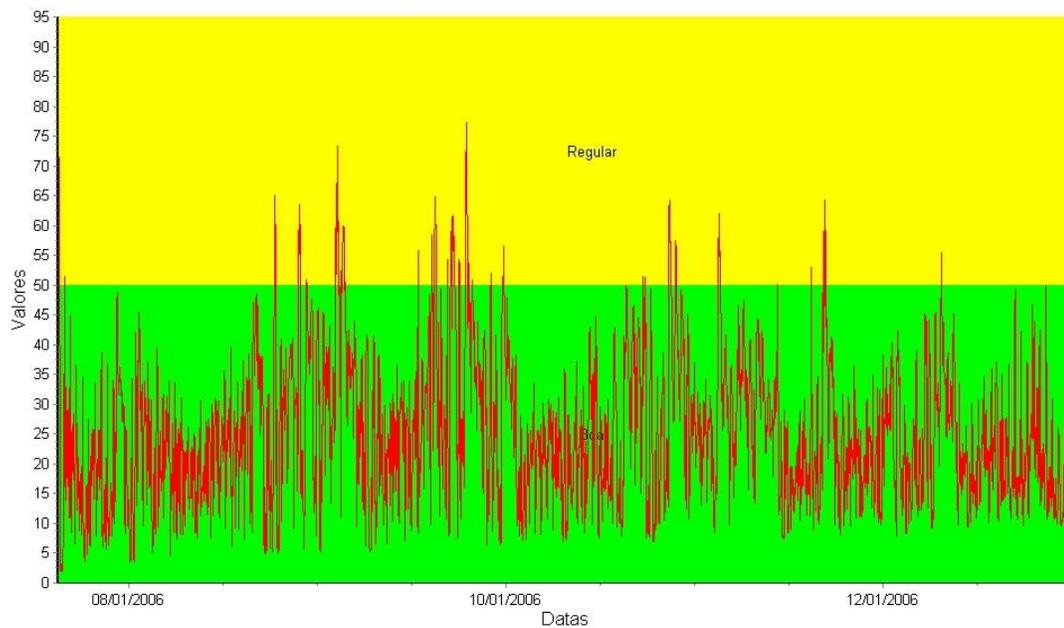
No ano de 2006 o percentual de índices de qualidade do ar para o ozônio considerados como boa foi maior do que o índice regular para todas as estações da RAMQAR, ou seja, mantendo-se em sua grande maioria do tempo na faixa de “BOA”, conforme apresentado nos gráficos das figuras 49, 50, 51 e 52.



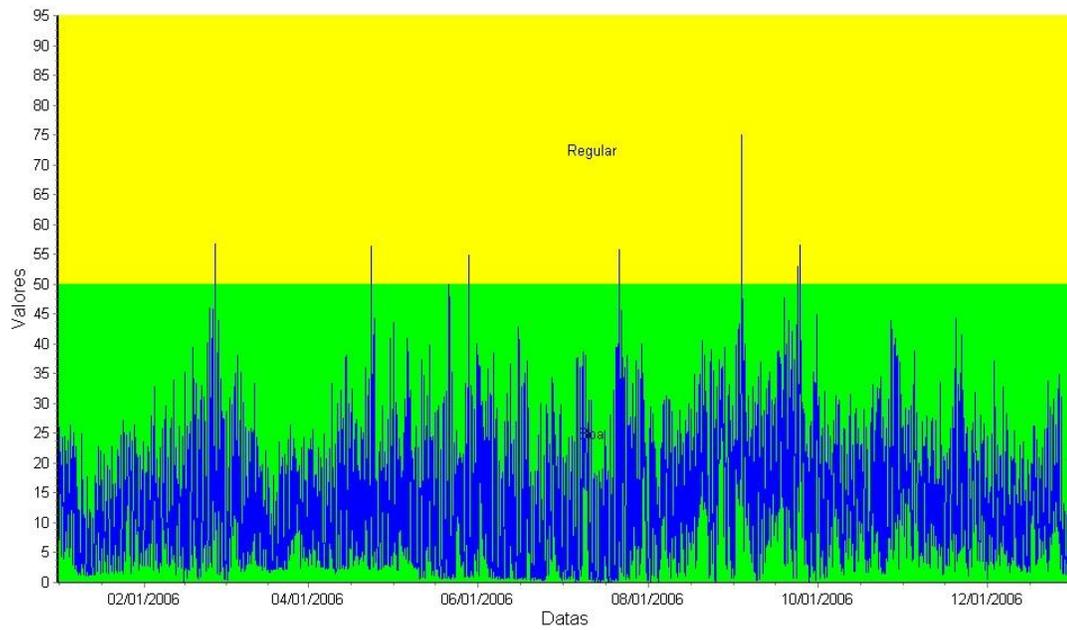
**Figura 49:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O<sub>3</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2006.



**Figura 50:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $O_3$ , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2006.



**Figura 51:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro  $O_3$ , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha - Ibes, ano 2006.



**Figura 52:** Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O<sub>3</sub>, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2006.

## **7. CONCLUSÕES**

Como pode ser observado no item 06, o resultado de monitoramento das regiões de abrangência das estações da RAMQAR, apresentaram para o ano de 2006, qualidade do ar na maior parte do tempo inserido na categoria “boa”. Esta classificação seguiu a referência estabelecida pelos padrões legais do CONAMA 03/1990.

O IEMA no de 2006 observou que as médias das concentrações dos poluentes monitorados pela RAMQAR se mantiveram constantes, quando comparados com os anos anteriores. 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 à conscientização do setor industrial na melhoria dos processos industriais, da intensificação dos trabalhos de fiscalização e licenciamento ambiental do IEMA e dos órgãos e municipais, e ainda o aumento da disponibilidade do gás natural na indústria, nos automóveis, no comércio e nas residências.

## **8. PERSPECTIVAS**

O IEMA tem como perspectivas para o ano de 2007 a integração da estação de monitoramento da qualidade do ar de Cidade Continental, que já está operando, tendo como destaque para uma nova metodologia de medição para gases, chamado de feixes de luz (Fence line), essa estação irá monitorar os seguintes parâmetros: Partículas Inaláveis (PM10) - TEOM; Partículas Totais em Suspensão (PTS) – TEOM Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>); Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>); Ozônio (O<sub>3</sub>); Hidrocarbonetos (Benzeno, Tolueno e Xileno) - DOAS Fence Line, a aplicação dessa nova tecnologia representara um marco na medição da qualidade do ar na Região da Grande Vitória.

## 9. REFERÊNCIAS

1. COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 1998.
2. \_\_\_\_\_. Legislação Estadual, Controle de poluição ambiental - Estado de São Paulo (atualizado até novembro). São Paulo, 1994.
3. \_\_\_\_\_. Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 1999.
4. \_\_\_\_\_. Relatório da qualidade do ar no Estado de São Paulo 2004. São Paulo: CETESB, 2005.
5. Environmental Protection Agency (EPA). Code of Federal Regulations , tittle 40, pp. 638 - 669 , 1994 - Washington D.C, 1980.
6. \_\_\_\_\_. Code of Federal Regulations , tittle 40, pp. 611 - 616 , 1994 - Washington D.C, 1982.
7. \_\_\_\_\_. The pollutant standards Index, Measuring air quality, Washington - D.C, 1994.
8. \_\_\_\_\_. Clean Air Act Amendments of 1990, Code of Federal Regulations , Vol. 42 sec. 7412 (6)(2), 1991.
9. \_\_\_\_\_. Office of Air Quality Planning and Stantdards, Resesarch Triangle Park, National Air Pollutant Emission Trends - 1990 - 1994 , EPA - 454/R - 95 -011, 1995.
10. (EPA-650/9-75-001-a). and Vol. 2 (EPA-650/9-75-001-b). United States Environmental Proctetion Agency, Washington, D.C., 1974.
11. IBAMA. Resoluções CONAMA, 1984/91, 4a. ed. rev. e aum, Brasília, 1992.
12. MARTIN et.al..“The World’s Air Quality Management Standards,” Vol. 1, 1974.
13. OLIVEIRA, S. et al. Nova tecnologia para o monitoramento do ar, Saneamento Ambiental no. 58, 23-26, 1996.
14. PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA (PMV). Relatório Anual de Qualidade do Ar da Grande Vitória. Vitória, 1999.
15. RIBEIRO, P. 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, 1997.
16. Rede Otimizada para o Monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória, 1997.
17. SEAMA. Relatório Anual de Monitoramento de Qualidade do Ar, 2000/2001.
18. SOUZA JR, P. et all. Intelligent Receptor Modeling: A Receptor Modelling Based on daptative Techniques, A&WMA Conference, 2001.