



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO



INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

RELATÓRIO DA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA 2007

CARIACICA

2008

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

FERNANDO AQUINO DE MELLO

CENTRO SUPERVISÓRIO DA REDE AUTOMÁTICA

Coordenador

JOSÉ GUSTAVO DA COSTA

Estatístico

JAIME SOUZA SALES JUNIOR

Estagiária

CELINA MOREIRA DE SOUZA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. FONTES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	11
2.1 PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO DE POLUIÇÃO DA GRANDE VITÓRIA	12
3. POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	13
3.1 OS PRINCIPAIS POLUENTES E SEUS EFEITOS SOBRE O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE HUMANA	14
4. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	16
4.1 PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR	16
4.2 ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR (IQA).....	17
4.3 OBJETIVOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA	18
4.4 REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA (RAMQAR)	18
4.5 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DA GRANDE VITÓRIA	18
5. RELEVO, CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS.....	21
5.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS x POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....	21
5.2 RELEVO DA GRANDE VITÓRIA.....	21
5.3 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DA GRANDE VITÓRIA.....	21
5.4 RESULTADOS DA METEOROLOGIA NO ANO DE 2007	22
5.4.1 Direção e Velocidade dos Ventos	22
5.4.2 Precipitação Pluviométrica	24
5.4.3 Umidade Relativa do Ar	24
5.4.4 Temperatura do Ar.....	25
5.4.5 Pressão Atmosférica.....	26
5.4.6 Radiação Solar	26
6. A QUALIDADE DO AR NA GRANDE VITÓRIA.....	28
6.1 RESULTADOS DA REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA EM 2007	28
6.1.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)	28
6.1.2 Partículas Inaláveis (PM ₁₀)	29
6.1.3 Dióxido de Enxofre (SO ₂).....	30
6.1.4 Monóxido de Carbono (CO)	32
6.1.5 Dióxido de Nitrogênio (NO ₂).....	33

6.1.6	Ozônio (O ₃).....	35
6.1.7	Hidrocarbonetos (HC).....	36
6.2	RESULTADOS DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA EM 2007.....	37
6.2.1	Partículas Totais em Suspensão (PTS)	37
6.2.2	Partículas Inaláveis (PM ₁₀)	39
6.2.3	Dióxido de Enxofre (SO ₂).....	42
6.2.4	Monóxido de Carbono (CO)	45
6.2.5	Dióxido de Nitrogênio (NO ₂).....	47
6.2.6	Ozônio (O ₃).....	49
7.	CONCLUSÕES.....	51
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tipos de fontes de poluição e os seus principais poluentes.	11
Tabela 2. Principais Fontes de Poluição da Grande Vitória.	12
Tabela 3. Substâncias poluentes e seus respectivos compostos de origem.....	13
Tabela 4. Principais poluentes e seus efeitos sobre a saúde humana e o meio ambiente.	15
Tabela 5. Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/1990)	17
Tabela 6. Faixas de Concentrações dos Poluentes para o cálculo do IQA.	18
Tabela 7. Parâmetros meteorológicos e poluentes monitorados em cada estação da RAMQAR.....	19
Tabela 8. Descrição das estações de monitoramento do ar da Grande Vitória.....	20
Tabela 9. Níveis meteorológicos de poluição atmosférica.	21
Tabela 10. Velocidade Média, Velocidade Máxima, Velocidade Mínima, Calmaria (C) e Ocorrência das direções dos ventos no ano de 2007.....	23
Tabela 11. Concentração dos poluentes atmosféricos nas estações de monitoramento da qualidade do ar, na Região da Grande Vitória, para o ano de 2007.	28
Tabela 11. Média geométrica anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro PTS, ano 2007.....	29
Tabela 12. Média geométrica de 24 horas observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro PTS, ano 2007.	29
Tabela 13. Média aritmética anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro PM ₁₀ , ano 2007.	30
Tabela 14. Média aritmética de 24 horas observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro PM ₁₀ , ano 2007.....	30
Tabela 15. Média aritmética anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro SO ₂ , ano 2007.	31
Tabela 16. Média aritmética de 24 horas observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro SO ₂ , ano 2007.....	31
Tabela 17. Média aritmética anual, máximo, mínimo e registros válidos das Estações RAMQAr para o parâmetro CO, ano 2007.....	32
Tabela 18. Média aritmética de 8 horas observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro CO, ano 2007.....	33
Tabela 19. Média aritmética anual, máximo e mínimo e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro NO ₂ , ano 2007.....	34
Tabela 20. Média aritmética de 1 hora observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro NO ₂ , ano 2007.....	34
Tabela 21. Média aritmética anual, máximo, mínimo e registros válidos das Estações RAMQAr para o parâmetro O ₃ , ano 2007.	35

Tabela 22. Média aritmética de 1 hora observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro O₃, ano 2007. 35

Tabela 23. Média aritmética anual, máximo e mínimo das Estações RAMQAr para o parâmetro Hidrocarboneto total, de 2000 a 2007..... 36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática do processo de dispersão de poluentes.	11
Figura 2. Localização das estações componentes da RAMQAR.....	19
Figura 3. Precipitação pluviométrica mensal, Estação Carapina, ano 2007.	24
Figura 4. Umidade relativa do ar (%), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2007.	25
Figura 5. Temperatura do ar (°C), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2007.	25
Figura 6. Pressão Atmosférica (mbar), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2007.	26
Figura 7. Radiação Solar (W/m ²), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2007.	27
Figura 8. Média mensal de concentração de SO ₂ nas estações da RAMQAR que realizaram monitoramento na RGV, ano 2007.	32
Figura 9. Média mensal de 8 horas de concentração de CO nas estações da RAMQAR que realizaram monitoramento na RGV, ano 2007.	33
Figura 10. Média mensal de 1 hora de concentração de NO ₂ nas estações da RAMQAR que realizaram monitoramento na RGV, ano 2007.	34
Figura 11. Média mensal de 1 hora de concentração de O ₃ nas estações da RAMQAR que realizaram monitoramento na RGV, ano 2007.	36
Figura 12. Evolução da Média aritmética mensal de da concentração de hidrocarboneto nas estações da RAMQAR que realizaram monitoramento na RGV, de 2000 a 2007.	37
Figura 13. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.	37
Figura 14. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.	38
Figura 15. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Vitória Centro, ano 2007.	38
Figura 16. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha IBES, ano 2007.	38
Figura 17. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.	39
Figura 18. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM ₁₀ , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.	39
Figura 19. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM ₁₀ , segundo as médias do mesmo, Estação Carapina, ano 2007.	40
Figura 20. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM ₁₀ , segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2007.	40
Figura 21. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM ₁₀ , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.	40
Figura 22. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM ₁₀ , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória Centro, ano 2007.	41

Figura 23. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM_{10} , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha IBES, ano 2007.....	41
Figura 24. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM_{10} , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha Centro, ano 2007.	41
Figura 25. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM_{10} , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.....	42
Figura 26. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.	42
Figura 27. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2007.	43
Figura 28. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.....	43
Figura 29. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória Centro, ano 2007.	43
Figura 30. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha IBES, ano 2007.	44
Figura 31. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha Centro, ano 2007.....	44
Figura 32. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.	44
Figura 33. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.	45
Figura 34. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.....	45
Figura 35. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória Centro, ano 2007.	46
Figura 36. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO , segundo as médias do mesmo, Estação vila Velha IBES, ano 2007.	46
Figura 37. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.	46
Figura 38. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.....	47
Figura 39. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2007.....	47
Figura 40. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.	48
Figura 41. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha IBES, ano 2007.....	48
Figura 42. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.....	48
Figura 43. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O_3 , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.	49

Figura 44. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O_3 , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.	49
Figura 45. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O_3 , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha IBES, ano 2007.	50
Figura 46. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O_3 , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.	50

1. INTRODUÇÃO

Constituída de 1.454.016 habitantes (IBGE/2007) - correspondente a 43% da população total do Estado do Espírito Santo – ES, a Região da Grande Vitória (RGV) abrange uma área de 1.461 km², sendo um dos principais pólos de desenvolvimento urbano e industrial do Estado.

A Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória (RAMQAR) permite que o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) quantifique e conheça o comportamento dos seguintes poluentes atmosféricos: Partículas Totais em Suspensão (PTS); Partículas Inaláveis (PM₁₀); Ozônio (O₃); Óxidos de Nitrogênio (NO_x); 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 oito estações em funcionamento, sendo estas: Estação Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá, Vitória Centro, Vila Velha Ibes, Vila Velha Centro e Cariacica.

Os dados contidos no presente relatório são resultados do monitoramento no período de 1º de janeiro de 2007 a 31 de dezembro de 2007. Na elaboração deste foram considerados os valores padrões estabelecidos pela resolução CONAMA n° 03 de junho de 1990 com exceção dos hidrocarbonetos, pois este poluente 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 1.

Tabela 1. Tipos de fontes de poluição e os seus principais poluentes.

Tabela 1: Tipos de fontes de poluição e os seus principais poluentes.				
MODALIDADE DAS FONTES		TIPOS DE FONTES		POLUENTES*
ANTROPOGÊNICAS	FIXAS	Processos Industriais		MP, SOx, NOx, CO, HC
		Caldeiras, Fornos e Aquecedores		MP, SOx, NOx, CO, HC
		Construção Civil		MP
		Queima ao Ar Livre e Queimadas		MP, Fumaça, SOx, NOx, CO, HC
		Exploração, Beneficiamento, Movimentação e Estocagem de Materiais Fragmentados		MP
	MÓVEIS	Tipo de Fonte	Tipo de Combustível	
		Aviões	Querosene	NOx, HC, MP
		Navios e Barcos	Diesel / Óleo Combustível	NOx, HC, MP, SOx, CO
		Caminhão e Ônibus	Diesel	NOx, HC, MP, SOx, CO
		Automóveis e Motos	Gasolina / Álcool / Gás	NOx, MP, CO, HC, Aldeídos
NATURAIS	Oceanos		MP	
	Decomposição Biológica		SO2, NO2, HC	
	Praias, Dunas		MP	
	Queimadas		CO, NOx, 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).

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 1).

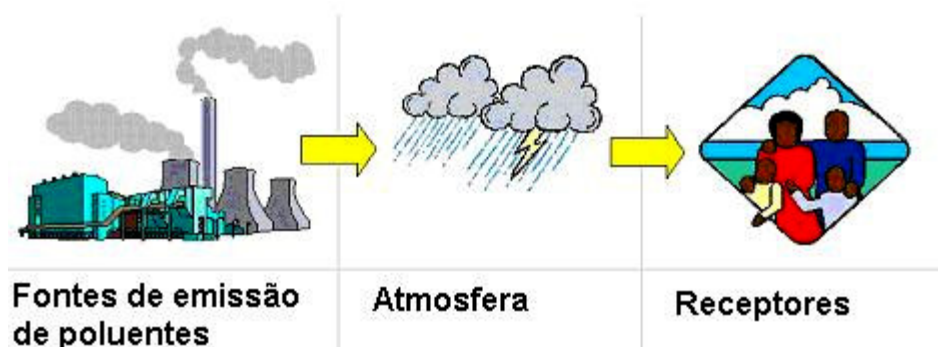


Figura 1. Representação esquemática do processo de dispersão de poluentes.

2.1 PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO DE POLUIÇÃO DA GRANDE VITÓRIA

As principais fontes de emissão da Região da Grande Vitória estão relacionadas na tabela 2.

Tabela 2. 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), CONCRETEx - 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 3, 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 3. Substâncias poluentes e seus respectivos compostos de origem.

COMPOSTOS DE ORIGEM	SUBSTÂNCIA POLUENTE
Enxofre	SO ₂ ; SO ₃ ; H ₂ S e Sulfatos.
Nitrogênio	NO; NO ₂ ; NH ₃ ; HNO ₃ e Nitratos.
Orgânicos de Carbono	Hidrocarbonetos; Álcoois; Aldeídos; Cetonas e Ácidos Orgânicos.
Carbono	CO e CO ₂ .
Halogenados	HC ₁ ; HF; Cloretos e 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 (SO₂);
- Material Particulado (PTS e PM₁₀);

- Monóxido de carbono (CO);
- Oxidante fotoquímicos (expressos como ozônio (O₃));
- Hidrocarbonetos Totais (HC) e
- Óxidos de Nitrogênio (NO e NO₂).

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 consequências 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 4.

Tabela 4. 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 ₂).	Gás incolor com 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 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. Pode, ainda, aumentar a incidência de rinite, faringite e bronquite.	Em certas condições, o SO ₂ pode transformar-se em trióxido de enxofre (SO ₃) 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, indústrias, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás e incineradores.	O NO ₂ 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 agricultura. Além disso, contribui para formação do ozônio na troposfera; para o aquecimento global; formação de compostos quimiotóxicos e alteração da visibilidade.
Ozônio (O ₃)	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 PM ₁₀)	São poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que, devido ao seu pequeno tamanho, se mantêm 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 ₁₀ 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 a 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 5.

Tabela 5. Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA n° 03 de 28/06/1990)

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO	PADRÃO SECUNDÁRIO	METODO DE AMOSTRAGEM
PTS	24 horas ¹	240 µg/m ³	150 µg/m ³	SEPARAÇÃO INERCIAL/FILTRAÇÃO
	MGA ²	80 µg/m ³	60 µg/m ³	
PM ₁₀	24 horas ¹	150 µg/m ³	150 µg/m ³	SEPARAÇÃO INERCIAL/FILTRAÇÃO
	MAA ³	50 µg/m ³	50 µg/m ³	
CO	1 hora ¹	40.000 µg/m ³	40.000 µg/m ³	INFRAVERMELHO NÃO DISPERSIVO
		35,0 ppm	35,0 ppm	
	8 horas ¹	10.000 µg/m ³	10.000 µg/m ³	
		9,0 ppm	9,0 ppm	
O ₃	1 hora ¹	160 µg/m ³	160 µg/m ³	QUIMILUMINESCÊNCIA
SO ₂	24 horas ¹	365 µg/m ³	100 µg/m ³	PARAROSANILINA
	MAA ³	80 µg/m ³	40 µg/m ³	
NO ₂	1 hora ¹	320 µg/m ³	190 µg/m ³	QUIMILUMINESCÊNCIA
	MAA ³	100 µg/m ³	100 µg/m ³	

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 (PTS);
- Partículas Inaláveis (PM₁₀);
- 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 6, 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, 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.

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 6. Faixas de Concentrações dos Poluentes para o cálculo do IQA.

IQA		FAIXAS DE CONCENTRAÇÃO DOS POLUENTES ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
CLASSIFICAÇÃO	FAIXA	MÉDIA (24 HORAS)			MÉDIA (1 HORA)		MÉDIA (8 HORAS)
		PTS	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	O ₃	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 nº03 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 micron metros (PM₁₀); Dióxido de Enxofre (SO₂); Óxidos de Nitrogênio (NO_x); Hidrocarboneto (HC) e Ozônio (O₃);
- 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 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: 2 estações (Laranjeiras e Carapina);
- Vitória: 3 estações (Jardim Camburi, Enseada do Suá e Vitória - Centro);
- Vila Velha: 2 estações (Ibes e Centro);

- Cariacica: 1 estação (Cariacica)

Uma visão geral da localização dessas estações é apresentada na figura 2.



Figura 2. Localização das estações componentes da RAMQAR.

Os parâmetros meteorológicos e poluentes monitorados em cada estação são apresentados na tabela 7. Uma descrição mais detalhada de cada estação – incluindo localização com endereço completo e coordenadas UTM (em metros) – é apresentada na tabela 8.

Tabela 7. Parâmetros meteorológicos e poluentes monitorados em cada estação da RAMQAR.

ESTAÇÃO	PTS	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO	HC	O ₃	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; PM₁₀: Partículas Inaláveis menores de 10 microns; SO₂: Dióxido de Enxofre; NO_x: Óxidos de Nitrogênio; O₃: 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 8. 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 influencia relativa de veículos e outras fontes da Serra e Vitória e até níveis de <i>background</i> 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 influencia 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.
Vila Velha - 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.
Vila Velha - Centro	McDonald's Av. Champagnat, 911	Apesar de estar situada em local de alto mérito, as esferas de influencia dessa estação, para a maioria dos poluentes, apresentam-se altamente redundantes com a RAMQAR 04, exceto pelo parâmetro SO ₂ . 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.

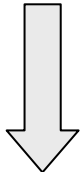
5. RELEVO, CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS.

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 acontece durante o inverno, quando ocorre o fenômeno atmosférico conhecido por inversão térmica – condição meteorológica onde 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, NO₂ e SO₂, 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 três níveis meteorológicos de poluição atmosférica, sendo esses descritos na tabela 9.

Tabela 9. 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	
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 as 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 “(l)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 2007

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 pode dificultar ou facilitar a dispersão dos poluentes. Devido a esse comportamento de mudanças nos parâmetros meteorológicos, é necessário correlacionar os resultados obtidos de concentração de poluentes do monitoramento com os dados meteorológicos.

5.4.1 Direção e Velocidade dos Ventos

Os resultados obtidos durante o ano de 2007 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 vemos que, em relação às outras estações, a estação da Enseada do Suá apresentou maior média de velocidade dos ventos na maior parte dos meses. Em todas as regiões prevalecem às direções pertencentes ao quadrante nordeste. A maior velocidade registrada foi de 9,2m/s na região da Enseada do Suá. Em relação aos períodos de calmaria, a Estação de Carapina foi a que apresentou maiores ocorrências, chegando a um percentual de 1,46% do tempo.

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 2007.

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)	2,11	2,13	2,91	2,77	1,90	1,78	2,00	1,99	2,43	1,80	1,09	1,13	1,01	0,75	0,99	1,77	0,00
	Vel. Máxima (m/s)	4,40	4,30	5,10	4,40	3,74	3,00	2,80	3,50	4,30	2,70	1,50	1,90	1,40	1,01	1,67	4,06	0,00
	Vel. Mínima (m/s)	0,50	0,50	0,52	0,60	0,84	0,60	0,95	0,60	0,61	0,93	0,60	0,54	0,50	0,50	0,57	0,50	0,00
	Ocorrência (%)	24,14	14,36	19,67	6,87	2,08	2,19	1,87	3,95	4,58	1,14	1,25	1,66	2,39	1,98	2,08	8,32	1,46
ENSEADA DO SUÁ	Vel. Média (m/s)	1,79	2,15	3,19	4,98	4,65	3,03	2,28	2,53	2,86	2,75	2,66	1,48	1,24	1,22	1,62	1,56	0,00
	Vel. Máxima (m/s)	3,70	3,90	6,20	9,20	8,60	5,20	4,30	4,91	5,40	6,74	5,71	3,30	2,00	3,09	1,86	3,35	0,00
	Vel. Mínima (m/s)	1,00	0,80	0,80	0,90	1,60	1,10	0,90	1,00	0,88	0,66	0,60	0,59	0,60	0,60	0,60	0,80	0,00
	Ocorrência (%)	3,90	10,02	25,00	19,05	4,58	3,68	2,40	3,17	4,41	6,51	6,72	2,10	2,10	1,28	2,48	2,57	0,04
CARIACICA	Vel. Média (m/s)	1,91	1,78	2,04	1,96	2,18	2,08	2,39	2,21	2,36	1,95	1,86	1,49	1,01	0,81	0,83	1,22	0,00
	Vel. Máxima (m/s)	4,70	4,20	4,30	4,13	4,00	4,00	4,40	5,30	5,40	5,10	5,80	3,70	3,40	1,70	3,10	3,79	0,00
	Vel. Mínima (m/s)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00
	Ocorrência (%)	15,54	21,26	14,44	6,49	3,63	2,40	3,53	2,62	4,87	4,61	6,23	5,46	2,29	1,45	1,37	2,59	1,22

Obs: As ocorrências descritas na tabela acima são referentes apenas ao total de medições realizadas.

5.4.2 Precipitação Pluviométrica

Em 2007 tivemos um total de 914,8mm de precipitação pluviométrica na Região da Grande Vitória, com uma distribuição mensal influenciada pelas estações do ano. Nos meses de janeiro a abril, característicos meses verão e início de outono, foram registradas grandes precipitações com maior índice do ano sendo 196,6mm, registrado em abril. De maio a outubro, houve uma diminuição da incidência de chuva, fato que pode ser explicado pelo período de inverno costumeiramente seco na região Sudeste do Brasil. Sendo que o mês de junho o de menor incidência com 10,2mm de precipitação pluviométrica. A figura 3 exibe o comportamento da precipitação pluviométrica ao longo de 2007.

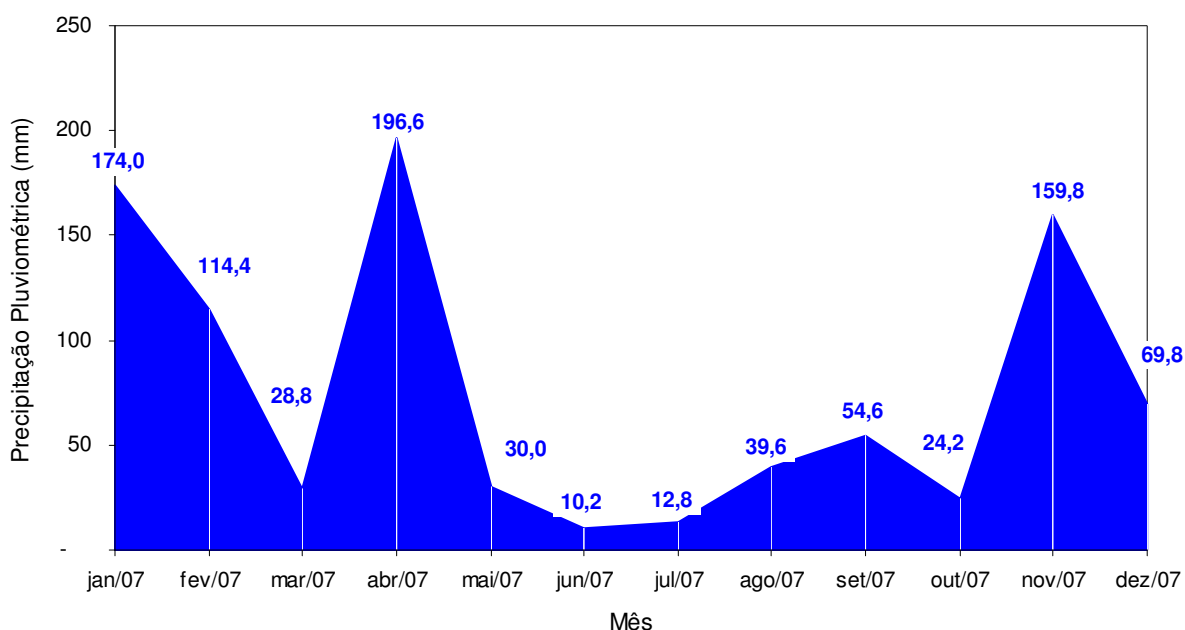


Figura 3. Precipitação pluviométrica mensal, Estação Carapina, ano 2007.

5.4.3 Umidade Relativa do Ar

Foram observadas poucas variações na umidade relativa do ar no ano de 2007. Sendo que os meses de fevereiro e janeiro foram os que apresentaram maior média (82,4% e 82,0%, respectivamente). A figura 4 mostra também que as observações máximas de cada mês foram próximas, sempre com um valor em torno de 95% de umidade relativa do ar. Além disso, o valor mínimo (37,9%), bem como a menor média mensal, ocorreu no mês de novembro. Os resultados obtidos no ano de 2007 reafirmam a tese da alta umidade na região devido à proximidade com o mar na Região da Grande Vitória, minimizando assim os efeitos que a baixa umidade do ar pode provocar sobre a saúde da população.

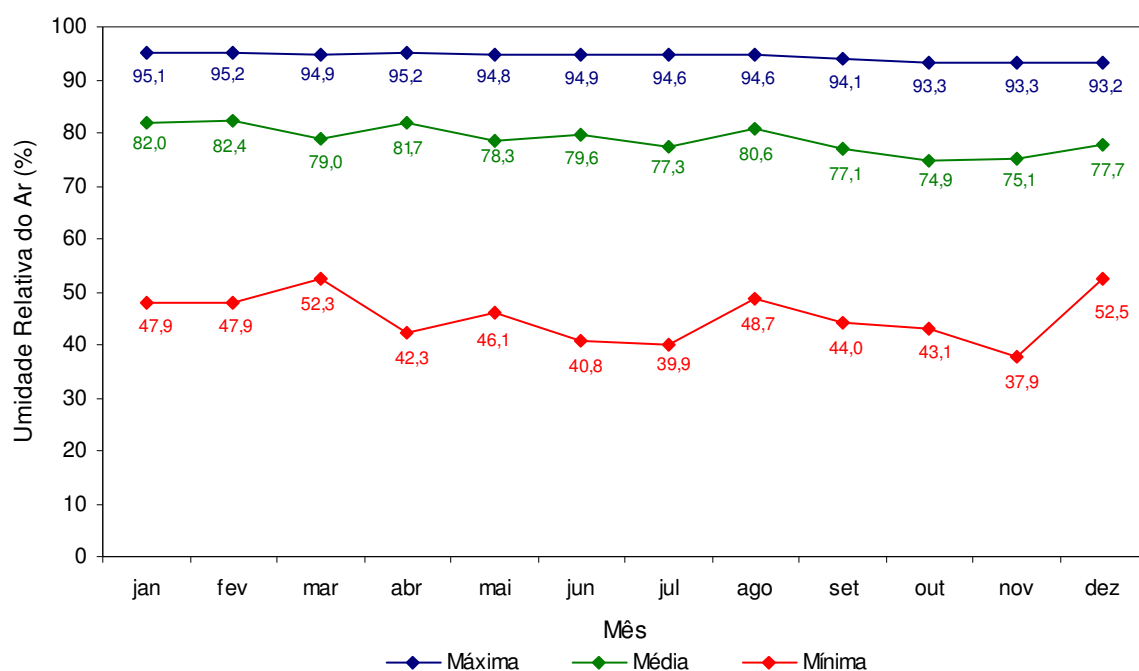


Figura 4. Umidade relativa do ar (%), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2007.

5.4.4 Temperatura do Ar

A figura 5 exibe o gráfico das temperaturas máximas, mínimas e médias mensais da temperatura do ar registradas na estação de Carapina no ano de 2007. Nela podemos observar que temperatura tende a ser influenciada pelas estações do ano, sendo os três primeiros meses e o último mês do ano os de maior temperatura média. É possível notar também, que apesar disso, a maior temperatura foi registrada no mês de abril (35,6°C).

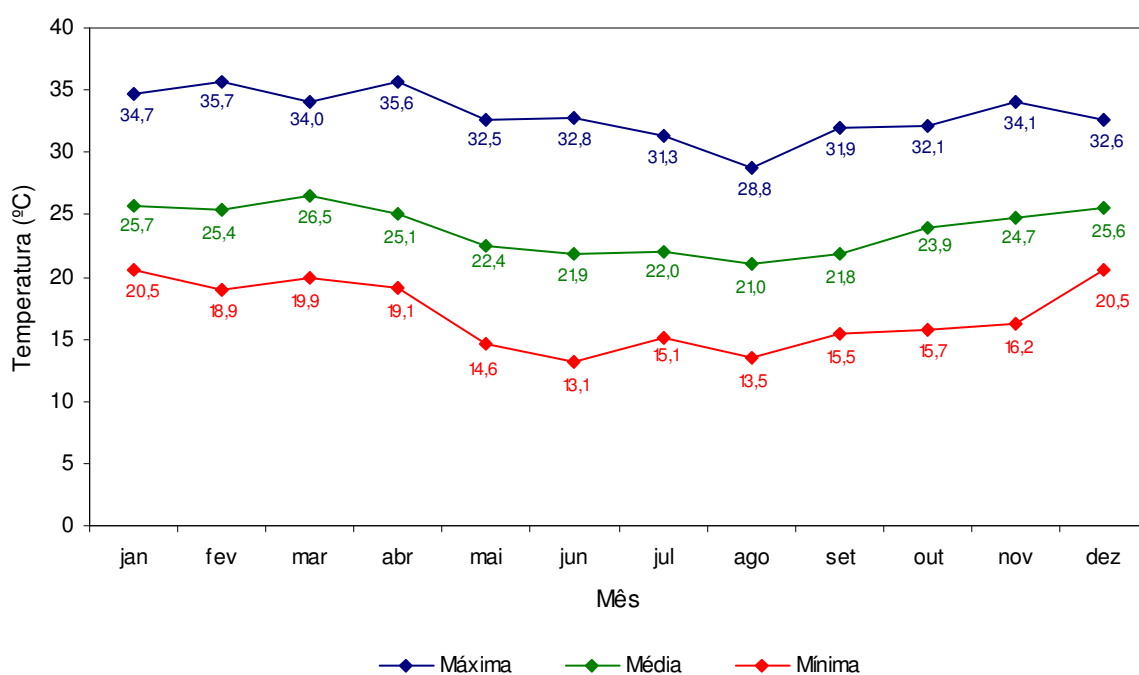


Figura 5. Temperatura do ar (°C), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2007.

5.4.5 Pressão Atmosférica

A figura 6 exibe o gráfico com valores máximos, mínimos e médias mensais para a pressão atmosférica na estação de Carapina. Não foram registrados valores no mês de julho devido à manutenção¹ realizada no equipamento neste período. Ao longo do ano, segundo os dados registrados, a pressão atmosférica variou entre 996,3 mbar (janeiro) e 1021,0 mbar (setembro). É possível notar também que os meses mais quentes do ano são os que apresentam menor média de pressão atmosférica.

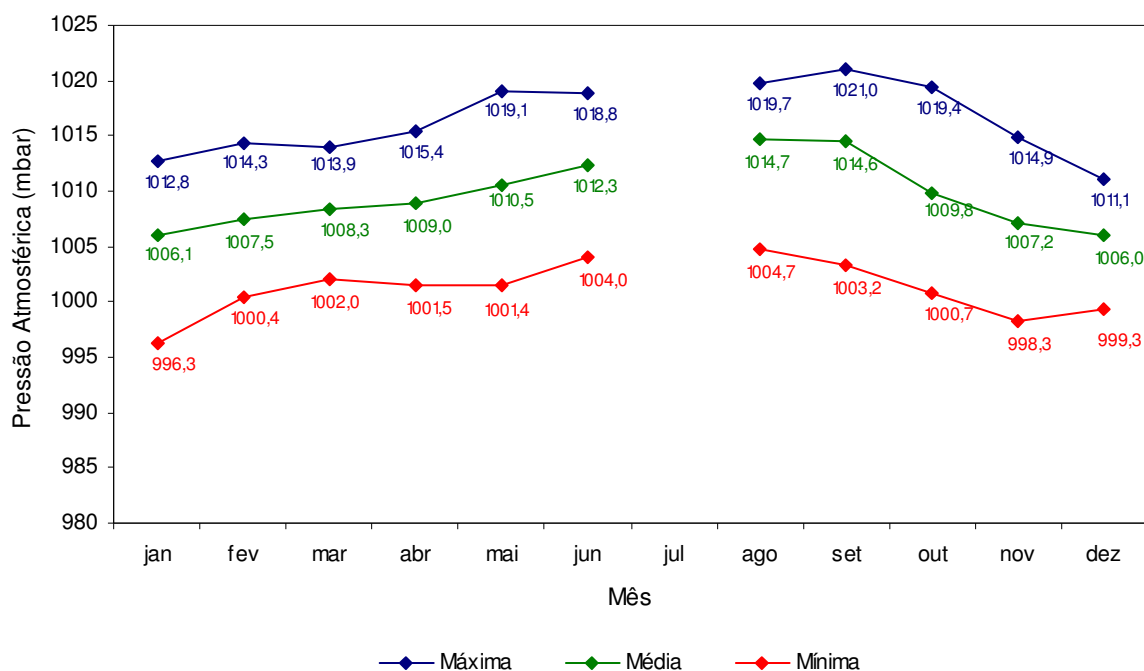


Figura 6. Pressão Atmosférica (mbar), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2007.

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. O gráfico da figura 7 exibe os valores máximos, mínimos e médias mensais de radiação solar ao longo de 2007. Nela podemos observar que os últimos dois meses apresentaram as maiores médias de radiação solar em 2007. A menor média mensal ocorreu no mês de julho ($149,4W/m^2$).

¹ Aquisição de peças para realização de manutenção corretiva do equipamento.

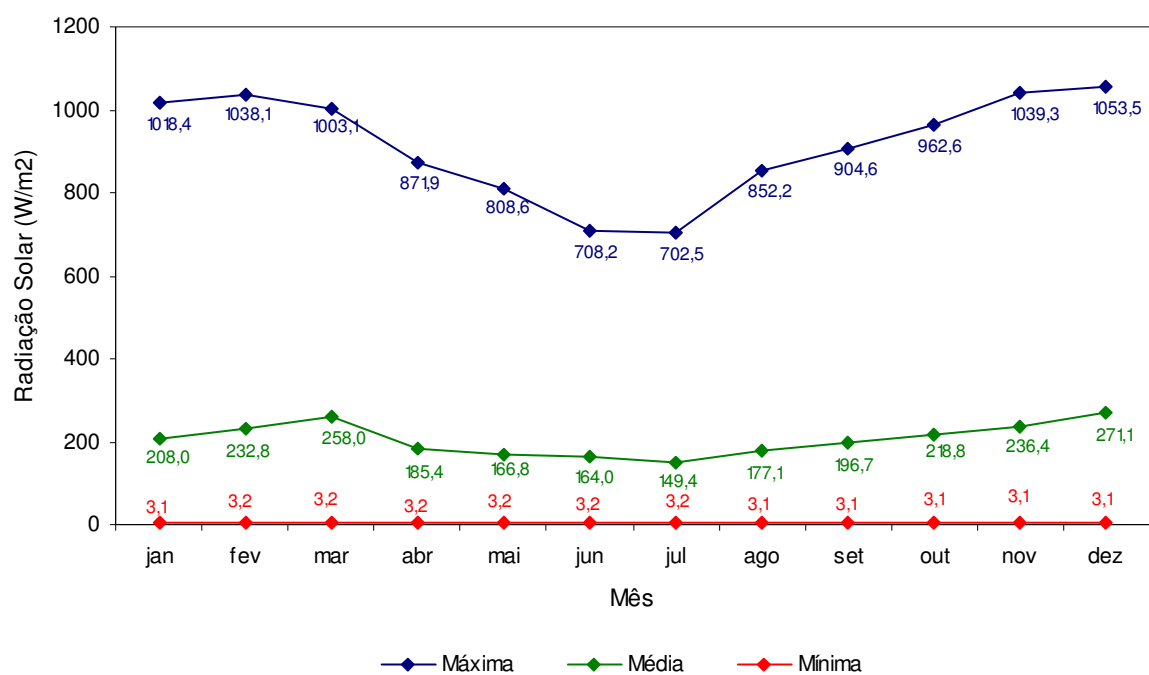


Figura 7. Radiação Solar (W/m^2), segundo média horária, Estação Carapina, ano 2007.

6. A QUALIDADE DO AR NA GRANDE VITÓRIA

6.1 RESULTADOS DA REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA EM 2007

A qualidade do ar na Região da Grande Vitória (RGV) é determinada por um conjunto de fatores, tais como emissões veiculares, indústrias, construções civis e queimadas, dentre outros. 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 para a poluição do ar na RGV, entretanto o crescimento da frota veicular e empreendimentos imobiliários estão alterando essa característica para o parâmetro material particulado em alguns pontos na RGV. Assim conforme os dados apresentados na tabela 11, de forma simplificada, a qualidade do ar da RGV apresenta o seguinte quadro:

Tabela 11. Concentração dos poluentes atmosféricos nas estações de monitoramento da qualidade do ar, na Região da Grande Vitória, para o ano de 2007 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Poluente	ESTAÇÃO							
	Laranjeiras	Carapina	Jardim Camburi	Enseada do Suá	Vitória Centro	IBES	V. Velha - Centro	Cariacica
PTS ⁽¹⁾	49,3	-	-	34,3	29,0	30,1	-	49,1
PM10 ⁽²⁾	35,7	23,8	28,1	28,8	24,5	26,0	22,0	40,5
SO ₂ ⁽²⁾	7,3	-	5,2	11,5	16,3	10,1	16,3	3,5
NO ₂ ⁽²⁾	21,9	-	21,3	25,3	-	22,1	-	27,6
CO ⁽³⁾	3082,9	-	-	4419,4	6009,0	3675,8	-	3036,5
O ₃ ⁽³⁾	89,6	-	-	95,5	-	137,8	-	137,8

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

6.1.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Devido a problemas quanto à aquisição de filtros não foi possível obter uma quantidade suficiente de dados para determinar a qualidade de ar deste parâmetro no ano de 2007. Pois segundo a resolução da CONAMA, seriam necessárias 75% de observações válidas. Sendo assim, nos limitamos a apresentar nas tabelas 12 e 13 com a média geométrica anual e média geométrica dos meses em que existiram medições, respectivamente. Ainda assim, vale ressaltar que no período em que foi possível mensurar as PTS, as medições se mostraram dentro do padrão primário estabelecido pela resolução CONAMA 03/1990 em todas as estações onde houve medições ($80\mu\text{g}/\text{m}^3$ para média geométrica anual e $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ para média de 24 horas que não deve ser excedida mais de uma vez por ano).

Tabela 11. Média geométrica anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro PTS, ano 2007.

ESTAÇÃO	MÉDIA GEOMÉTRICA ANUAL [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NÚM. REG. VÁLIDOS
Laranjeiras	49,3	884
Enseada do Suá	34,3	1237
Vitória Centro	29,0	1647
Vila Velha IBES	30,1	1427
Cariacica	49,1	890

Tabela 12. Média geométrica de 24 horas observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro PTS, ano 2007 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mês	Laranjeiras		Enseada do Suá		Vitória Centro		Vila Velha IBES		Cariacica	
	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo
jan	66,9	118,0	50,6	95,3	35,1	57,3	42,6	78,8	70,6	128,0
fev	49,5	93,6	39,4	66,6	35,6	50,6	37,8	53,0	59,1	77,5
mar					41,8	50,0				
abr										
mai			53,7	75,7						
jun										
jul										
ago										
set										
out										
nov										
dez										

6.1.2 Partículas Inaláveis (PM_{10})

As tabelas 14 e 15 exibem, respectivamente, a média aritmética anual e média aritmética de 24 horas para as Partículas Inaláveis.

A tabela 14 mostra que em nenhuma das estações tivemos uma quantidade superior a 75% de observações válidas, em outras palavras, segundo a Resolução CONAMA 03/1990 não é possível determinar a qualidade do ar quanto ao PM_{10} em 2007. Ainda assim, vale observar que considerando os valores medidos, estes atendem ao padrão primário da Resolução CONAMA 03/1990 que estabelece como o padrão a média aritmética anual de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para a média de 24 horas que não deve ser ultrapassada mais de uma vez por ano.

Tabela 13. Média aritmética anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro PM₁₀, ano 2007.

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITIMÉTRICA ANUAL [µg/m ³]	NÚM. REG. VÁLIDOS	
		n	%
Laranjeiras*	35,71	2144	24%
Carapina*	23,8	1895	22%
Jardim Camburi*	28,12	2669	30%
Enseada do Suá*	28,76	2926	33%
Vitória Centro*	24,5	2386	27%
Vila Velha IBES*	25,99	2806	32%
Vila Velha Centro*	22,03	2294	26%
Cariacica*	40,47	1986	23%

* Não foi possível determinar a qualidade do ar nestas regiões.

Tabela 14. Média aritmética de 24 horas observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro PM₁₀, ano 2007 em µg/m³.

Mês	Laranjeiras		Carapina		Jardim Camburi		Enseada do Suá		Vitória Centro		Vila Velha IBES		Vila Velha Centro		Cariacica	
	Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max
jan	41,0	67,3	22,5	31,5	30,8	52,6	31,2	58,6	23,8	36,1	26,9	52,1	25,1	46,4	39,8	62,2
fev	31,1	54,9	23,4	43,4	24,8	35,6	25,8	40,2	23,4	31,3	24,8	34,6	19,9	28,7	38,4	62,3
mar	34,8	57,1	26,4	42,6	30,1	41,2	29,9	64,4	26,0	35,5	29,0	55,2	20,7	39,5	43,1	60,9
abr	29,7	30,9			26,2	42,3			25,4	35,6	22,8	37,2	23,4	30,5		
mai							28,8	41,0								
jun							26,5	38,9								
jul																
ago																
set																
out																
nov																
dez																

6.1.3 Dióxido de Enxofre (SO₂)

Os valores obtidos para dióxido de enxofre, considerando as médias de uma hora no período de 01/01/2007 à 31/12/2007 podem ser observados na tabela 16, 17 e na figura 8.

Como temos mais de 75% das informações válidas para estações da Enseada do Suá e Vitória Centro, podemos determinar a qualidade do ar para as regiões destas estações segundo SO₂. Ao compararmos os valores obtidos com o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990, podemos concluir que as medições atenderam aos padrões primários de qualidade do ar (concentração média aritmética anual de 80 µg/m³ e concentração média de 24 horas de 365 µg/m³, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano).

Tabela 15. Média aritmética anual e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro SO₂, ano 2007.

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITIMÉTRICA ANUAL [µg/m ³]	NÚM. REG. VÁLIDOS	
		n	%
Laranjeiras*	7,3	854	9,7%
Jardim Camburi*	5,2	1477	16,9%
Enseada do Suá	11,5	6635	75,7%
Vitória Centro	16,3	8443	96,4%
Vila Velha IBES*	10,1	5469	62,4%
Vila Velha Centro*	16,3	4860	55,5%
Cariacica*	3,5	3597	41,1%

(*) Não foi possível determinar a qualidade do ar nestas regiões.

Tabela 16. Média aritmética de 24 horas observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro SO₂, ano 2007 em µg/m³.

Mês	Laranjeiras		Jardim Camburi		Enseada do Suá		Vitória Centro		Vila Velha IBES		Vila Velha Centro		Cariacica	
	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo
jan							12,4	20,3	15,3	41,4	21,4	41,3	2,8	6,0
fev							14,1	20,1	9,2	23,9	12,8	23,3	3,5	8,7
mar					4,3	4,5	19,1	29,4	9,7	26,0	15,5	36,7	4,3	10,4
abr					5,1	14,6	15,7	25,5	6,5	18,6	13,2	23,4		
mai					7,0	21,0	14,1	30,7	7,9	17,3	14,8	35,1		
jun					10,7	33,2	16,6	24,6	10,9	24,8	16,0	33,2		
jul					13,3	33,8	14,9	23,2	11,9	31,2	15,2	18,1		
ago					10,6	25,3	17,8	31,9	7,7	16,8				
set					10,2	23,0	16,7	23,7						
out					12,4	36,0	18,8	32,0					2,9	2,9
nov	5,7	7,4	4,1	13,1	16,3	36,8	18,1	41,3					3,8	8,2
dez	7,6	15,4	6,4	12,9	18,4	46,9	17,3	24,9			25,5	32,2	3,0	6,1

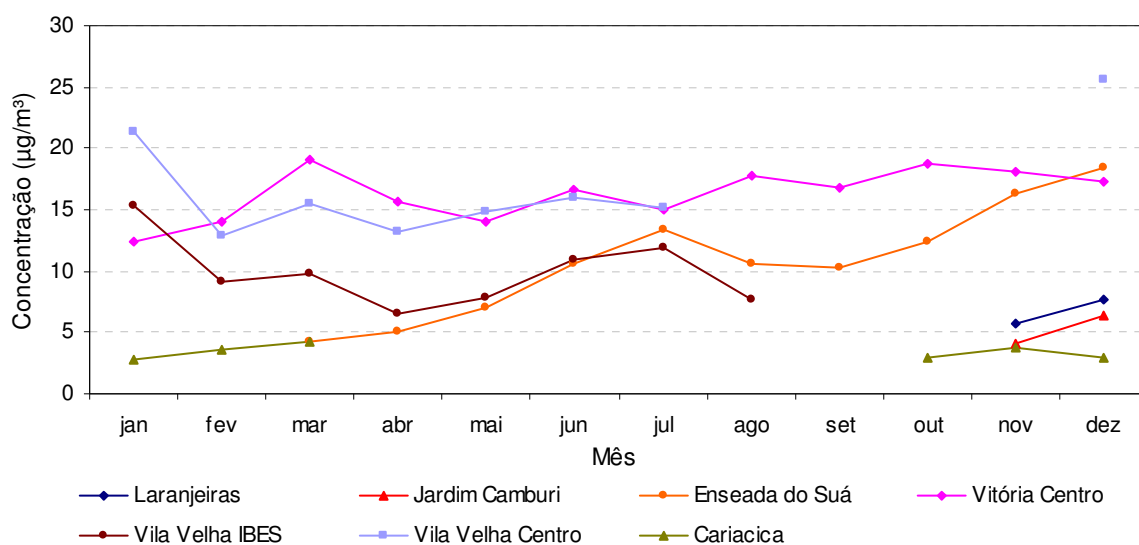


Figura 8. Média mensal de concentração de SO₂ nas estações da RAMQAR que realizaram monitoramento na RGV, ano 2007.

6.1.4 Monóxido de Carbono (CO)

Os valores obtidos para Monóxido de Carbono, considerando as médias de uma hora no período de 01/01/2007 à 31/12/2007 podem ser observados nas tabelas 18 e 19 e na figura 9.

Não foi possível determinar a qualidade do ar na região da estação de Vila Velha IBES, pois nesta estação não tivemos uma número superior a 75% de registros válidos. Nas demais estações, podemos observar que a concentração de Monóxido de Carbono ficou dentro do padrão primário estabelecido pela resolução CONAMA 03/1990. Vale ressaltar que a estação Vitória Centro registrou níveis de concentração de monóxido de carbono bem maior que as demais estações. Suspeita-se que tal fato tenha ocorrido devido ao intenso fluxo de veículos automotores que trafegam naquela região.

Tabela 17. Média aritmética anual, máximo, mínimo e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro CO, ano 2007.

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITIMÉTRICA [µg/m3]	MÍNIMO [µg/m3]	MÁXIMO [µg/m3]	NÚM. REG. VÁLIDOS	
				n	%
Laranjeiras	477,3	142,3	3082,9	8747	99,9%
Enseada do Suá	452,9	70,2	4419,4	8609	98,3%
Vitória Centro	1125,7	249,7	6009,0	8740	99,8%
Vila Velha IBES*	400,8	88,1	3675,8	3103	35,4%
Cariacica	432,0	117,5	3036,5	8723	99,6%

* Não foi possível determinar a qualidade do ar nestas regiões.

Tabela 18. Média aritmética de 8 horas observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro CO, ano 2007 em $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mês	Laranjeiras		Enseada do Suá		Vitória Centro		Vila Velha IBES		Cariacica	
	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo
jan	452,8	879,1	491,0	1327,1	1028,1	2801,6			389,2	782,9
fev	492,8	1014,8	442,3	1012,8	1177,4	3021,6			409,9	754,9
mar	480,4	1384,9	442,8	1165,8	1341,5	2940,1			406,5	756,0
abr	487,7	1045,7	475,9	1002,9	1109,3	3576,9			474,9	867,8
mai	508,3	841,7	472,6	1153,0	1007,9	2458,5			478,4	903,4
jun	567,7	1100,8	473,4	1455,4	1210,1	2644,6			531,6	987,6
jul	486,2	1121,8	424,0	1018,1	1002,6	2765,4			424,1	872,4
ago	510,7	1189,2	469,0	1311,0	1281,1	3195,3	394,9	649,5	509,7	1511,2
set	462,9	1018,1	364,2	876,7	1165,0	2908,9	387,8	1104,4	418,2	1083,9
out	454,4	838,1	416,3	963,9	1193,5	2645,1	398,6	1087,3	400,5	1213,6
nov	425,0	760,5	465,6	1159,9	972,5	2715,1	391,8	1155,6	391,1	781,1
dez	402,3	1031,5	501,5	1119,3	1047,3	2737,9	425,9	1131,9	352,6	790,7

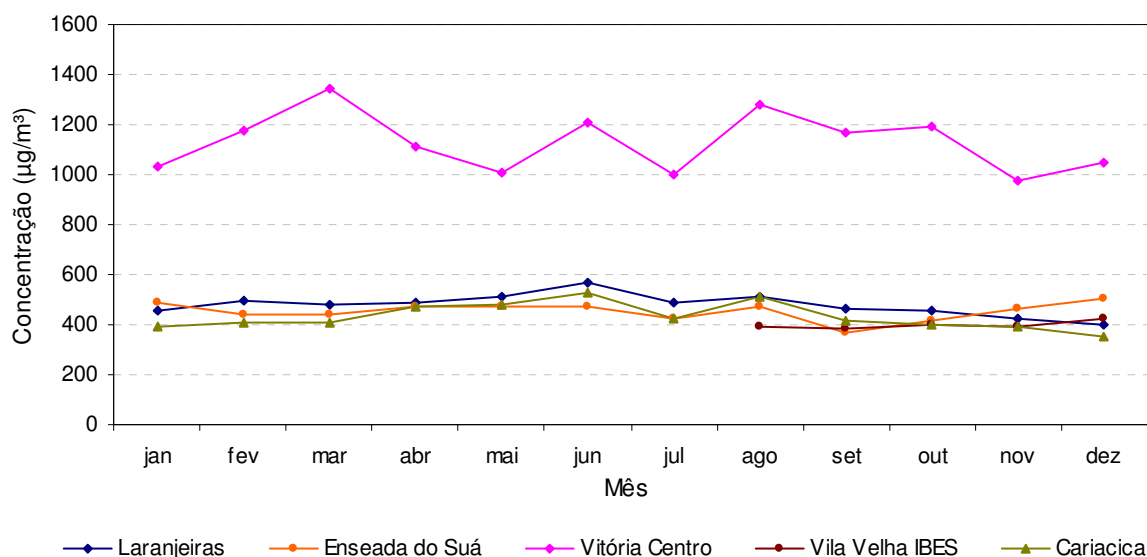


Figura 9. Média mensal de 8 horas de concentração de CO nas estações da RAMQAR que realizaram monitoramento na RGV, ano 2007.

6.1.5 Dióxido de Nitrogênio (NO_2)

Os valores obtidos para Dióxido de Nitrogênio, considerando as médias de uma hora no período de 01/01/2007 à 31/12/2007 podem ser observados nas tabelas 20 e 21 e na figura 10. Através delas podemos concluir que a concentração de Dióxido de Nitrogênio nas regiões das estações onde foi possível determinar a qualidade do ar ficou dentro do padrão primário da resolução CONAMA 03/1990 (concentração média aritmética anual de $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ e concentração média de 1 hora de $320\mu\text{g}/\text{m}^3$). Vale ressaltar que ao compararmos medições de dióxido de nitrogênio entre as estações, a estação de Cariacica é a que apresenta maiores níveis de concentração.

Tabela 19. Média aritmética anual, máximo e mínimo e registros válidos das Estações RAMQAR para o parâmetro NO₂, ano 2007.

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITIMÉTRICA [µg/m ³]	MÍNIMO [µg/m ³]	MÁXIMO [µg/m ³]	NÚM. REG. VÁLIDOS	
				n	%
Laranjeiras	21,94	1,74	100,56	8699	99,3%
Jardim Camburi*	21,28	2	76,1	4682	53,4%
Enseada do Suá	25,26	1,1	198,8	8224	93,9%
Vila Velha IBES	22,05	0	67,1	8736	99,7%
Cariacica	27,58	2,5	122,6	8717	99,5%

* Não foi possível determinar a qualidade do ar nesta região.

Tabela 20. Média aritmética de 1 hora observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro NO₂, ano 2007 em µg/m³.

Mês	Laranjeiras		Jardim Camburi		Enseada do Suá		Vila Velha IBES		Cariacica	
	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo
jan	19,2	74,2	20,1	50,0	21,2	59,7	19,4	56,8	21,8	76,4
fev	19,6	63,0	18,7	47,7	23,1	66,9	17,5	48,4	23,8	72,5
mar	17,7	71,4	20,7	61,5	22,2	70,1	16,1	42,5	23,2	75,0
abr	22,8	76,8	24,5	58,8	24,3	58,7	18,2	60,5	29,1	86,6
mai	28,4	92,5	31,3	76,1	27,8	76,7	22,2	60,0	34,7	89,0
jun	30,5	100,6			27,8	91,8	29,1	65,0	34,5	94,6
jul	26,3	80,0			25,8	65,7	26,2	63,8	30,3	85,8
ago	25,1	62,1			29,2	66,9	27,3	62,3	35,0	122,6
set	22,1	74,2			24,3	64,4	24,1	56,5	29,2	84,9
out	18,0	45,2			22,5	126,0	23,2	53,4	26,2	76,9
nov	17,9	69,0	20,5	55,0	32,6	198,8	21,4	67,1	22,6	121,8
dez	15,4	52,7	17,3	64,8	19,5	53,6	19,5	47,0	20,2	101,6

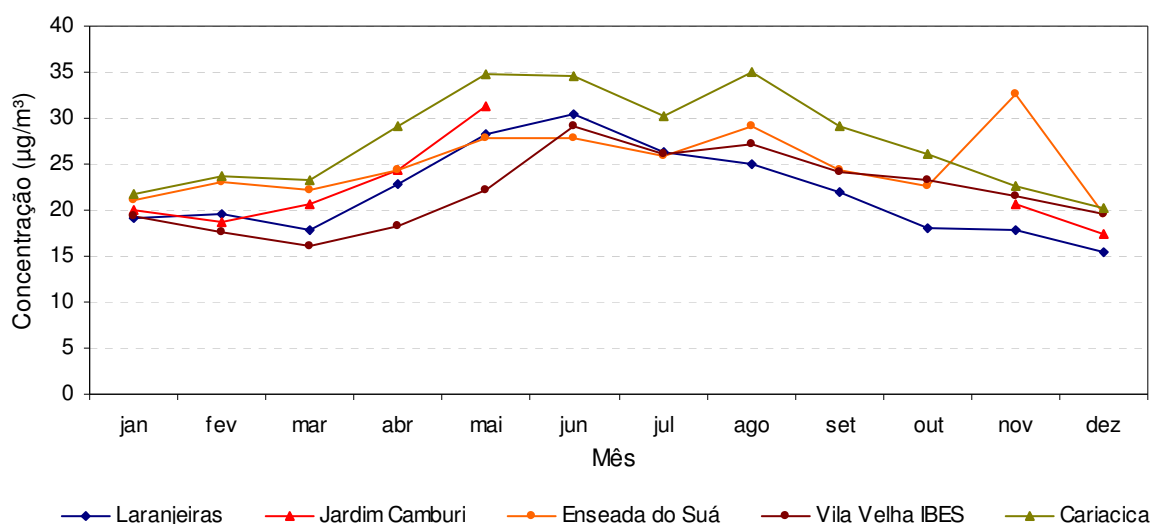


Figura 10. Média mensal de 1 hora de concentração de NO₂ nas estações da RAMQAR que realizaram monitoramento na RGV, ano 2007.

6.1.6 Ozônio (O₃)

Os valores obtidos para ozônio, considerando as médias de uma hora no período de 01/01/2007 à 31/12/2007 podem ser observados nas tabelas 22 e 23 e na figura 11. Os resultados obtidos mostram que nas estações em que a concentração de Ozônio foi mensurada, a mesma se mostrou dentro do padrão primário de qualidade do ar estabelecido pela resolução CONAMA 03/1990 (concentração média de uma hora, de 160µg/m³, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano).

Tabela 21. Média aritmética anual, máximo, mínimo e registros válidos das Estações RAMQAr para o parâmetro O₃, ano 2007.

ESTAÇÃO	MÉDIA ARITIMÉTRICA [µg/m ³]	MÍNIMO [µg/m ³]	MÁXIMO [µg/m ³]	NÚM. REG. VÁLIDOS	
				n	%
Laranjeiras*	34,09	3,29	89,6	3193	36,4%
Enseada do Suá*	25,56	8,1	95,5	1063	12,1%
Vila Velha IBES	42,85	7,43	137,8	8742	99,8%
Cariacica	21,53	0,9	103,1	8721	99,6%

* Não possível determinar a qualidade do ar nesta região.

Tabela 22. Média aritmética de 1 hora observada no período mensal das Estações RAMQAR para o parâmetro O₃, ano 2007 em µg/m³.

Mês	Laranjeiras		Enseada do Suá		Vila Velha IBES		Cariacica	
	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo
jan			29,0	95,5	34,6	104,4	20,0	79,8
fev			17,4	62,3	33,4	81,7	17,1	57,4
mar					23,7	90,2	15,8	77,2
abr					40,8	119,5	15,2	63,2
mai					46,5	118,9	21,3	68,4
jun					42,1	102,1	19,9	73,4
jul					52,8	99,4	27,5	72,9
ago	39,3	80,9			52,7	117,9	21,7	74,0
set	34,2	77,1			53,7	131,9	27,1	103,1
out	36,0	82,1			48,3	105,6	26,4	61,4
nov	34,5	89,6			55,2	137,8	26,1	93,5
dez	29,7	69,1			30,1	88,0	19,7	53,3

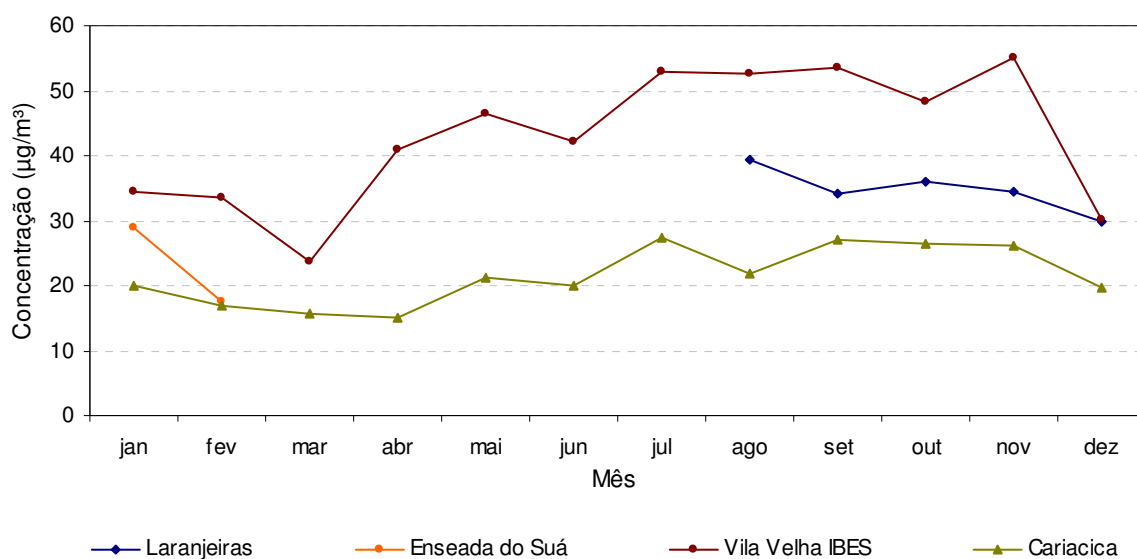


Figura 11. Média mensal de 1 hora de concentração de O₃ nas estações da RAMQAR que realizaram monitoramento na RGV, ano 2007.

6.1.7 Hidrocarbonetos (HC)

Como ainda não se tem um padrão de qualidade do ar para os hidrocarbonetos, a análise deste poluente fica comprometida. Contudo, o IEMA realiza seu monitoramento para análises posteriores e acompanhamento de sua evolução na região da Grande Vitória.

Na tabela 24 e figura 12 podemos observar que a concentração de hidrocarboneto vem diminuindo ao longo do tempo.

Tabela 23. Média aritmética anual, máximo e mínimo das Estações RAMQAr para o parâmetro Hidrocarboneto total, de 2000 a 2007 em ppm.

Estação da RAMQAR	Estatística	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Enseada do Suá	Média aritmética	1,94	2,00	1,89	1,24	1,15	1,04	1,02	0,89
	Máximo	4,05	3,48	4,24	2,75	2,61	2,72	2,80	3,02
	Mínimo	0,00	1,50	1,48	0,81	0,64	0,69	0,62	0,41
Vila Velha - Ibes	Média aritmética	2,21	2,33	2,00	1,41	1,52	1,41	1,50	
	Máximo	18,69	6,50	4,01	4,07	4,43	3,78	3,57	
	Mínimo	0,90	0,30	0,96	1,00	1,04	0,53	0,79	
Vitória - Centro	Média aritmética						1,91	1,87	1,75
	Máximo						7,44	4,13	4,14
	Mínimo						1,02	1,35	1,12

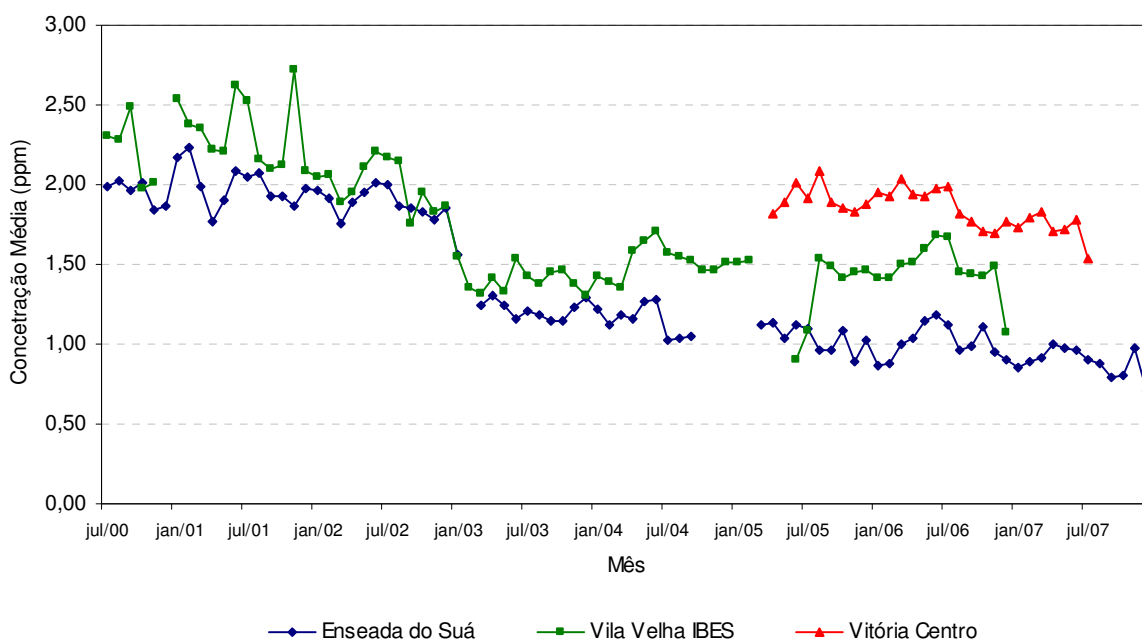


Figura 12. Evolução da Média aritmética mensal de da concentração de hidrocarboneto nas estações da RAMQAR que realizaram monitoramento na RGV, de 2000 a 2007.

6.2 RESULTADOS DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA EM 2007

6.2.1 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

No período em que foi possível medir a concentração de partículas totais em suspensão no ano de 2007, vemos que, conforme as figuras 13, 14, 15, 16 e 17, na maioria do tempo o nível de concentração esteve na faixa considerada “boa”.

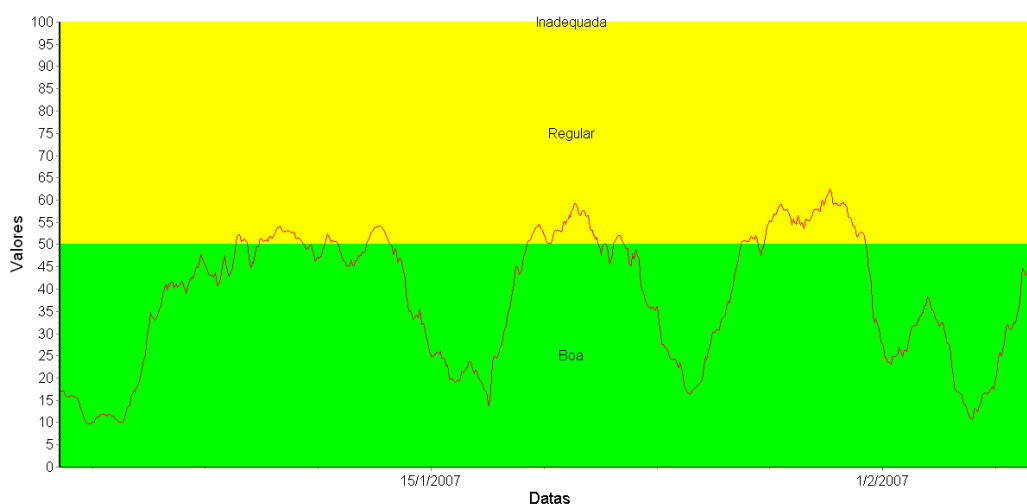


Figura 13. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.

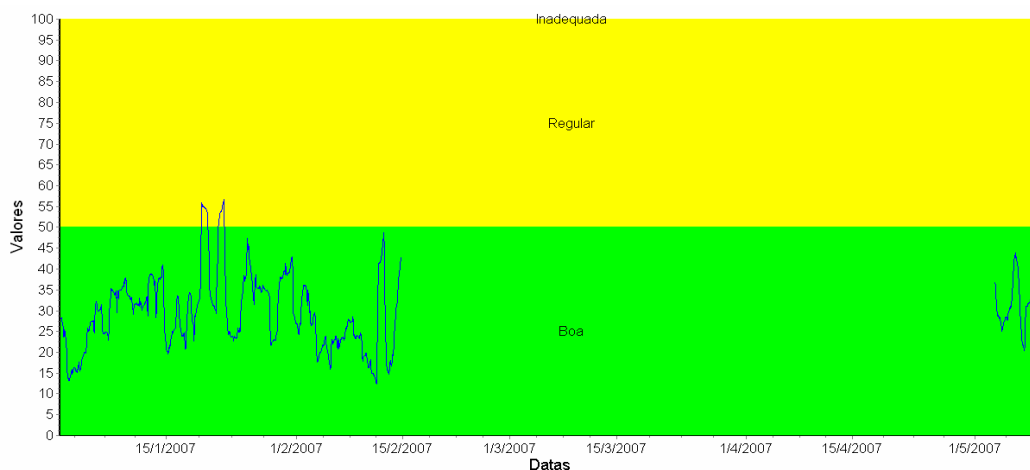


Figura 14. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.

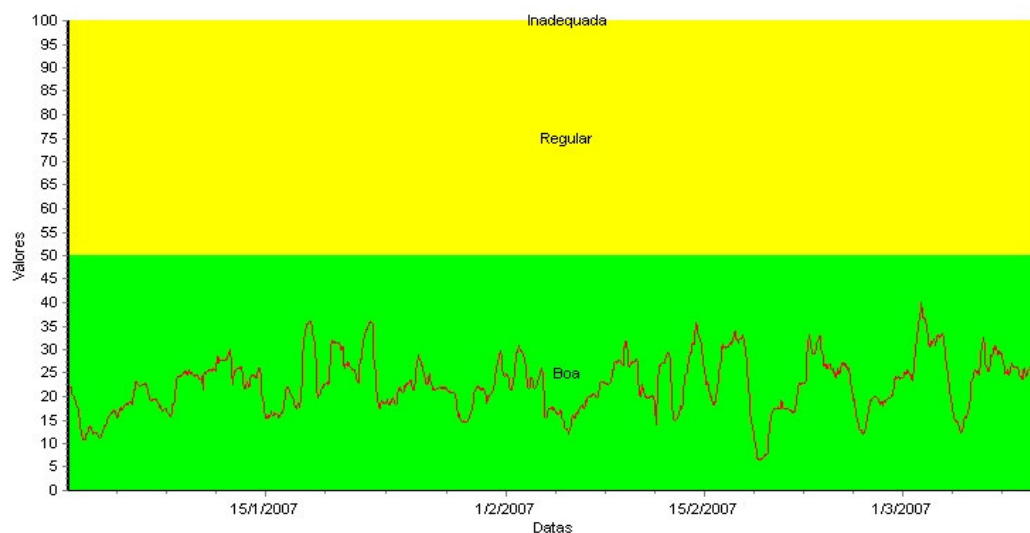


Figura 15. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Vitória Centro, ano 2007.

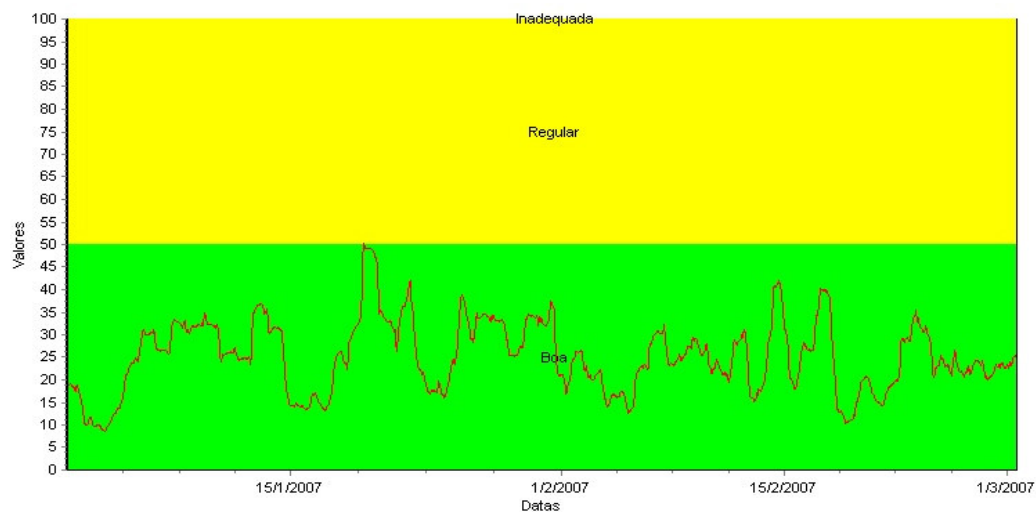


Figura 16. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha IBES, ano 2007.

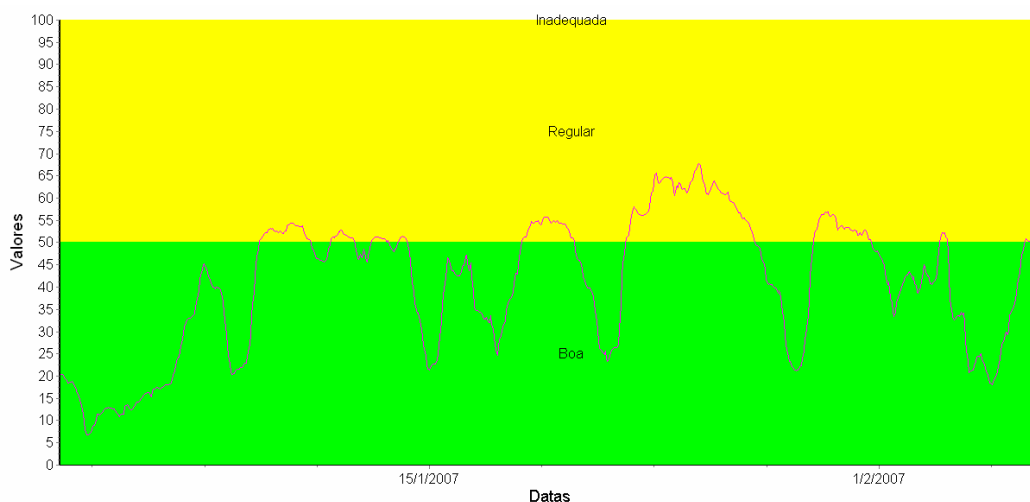


Figura 17. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PTS, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.

6.2.2 Partículas Inaláveis (PM₁₀)

No período em que foi possível medir a concentração de Partículas Inaláveis no ano de 2007, vemos que, conforme as figuras 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 e 25, na maioria do tempo o nível de concentração esteve na faixa considerada “BOA”, alcançando algumas vezes a faixa regular.

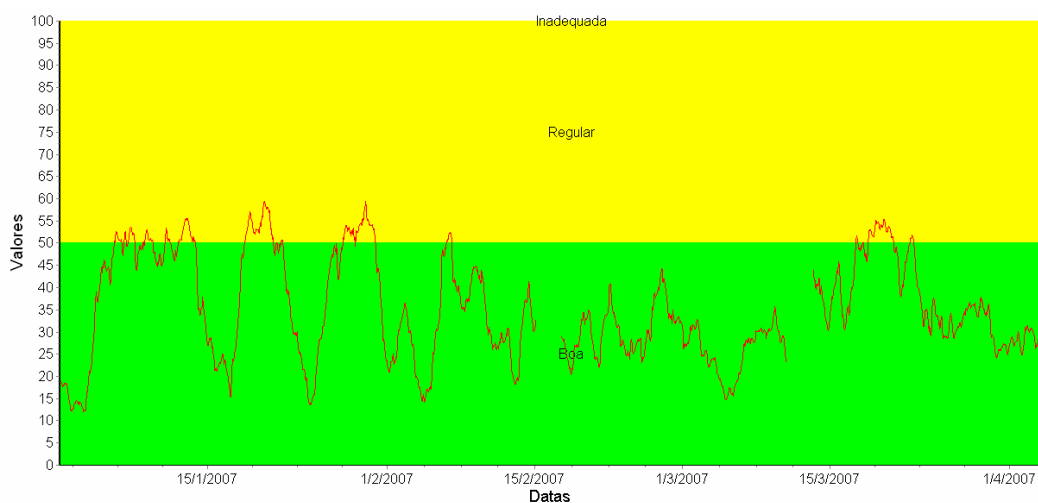


Figura 18. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM₁₀, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.

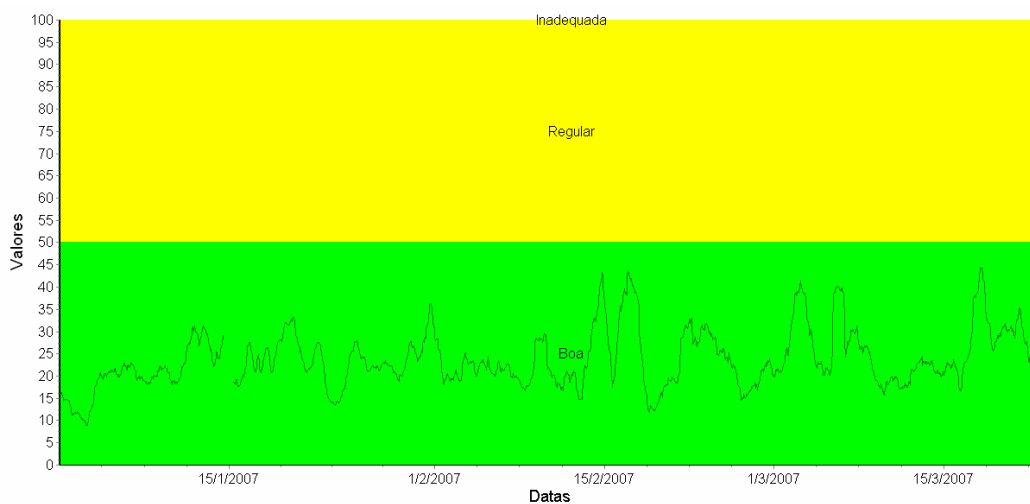


Figura 19. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM_{10} , segundo as médias do mesmo, Estação Carapina, ano 2007.

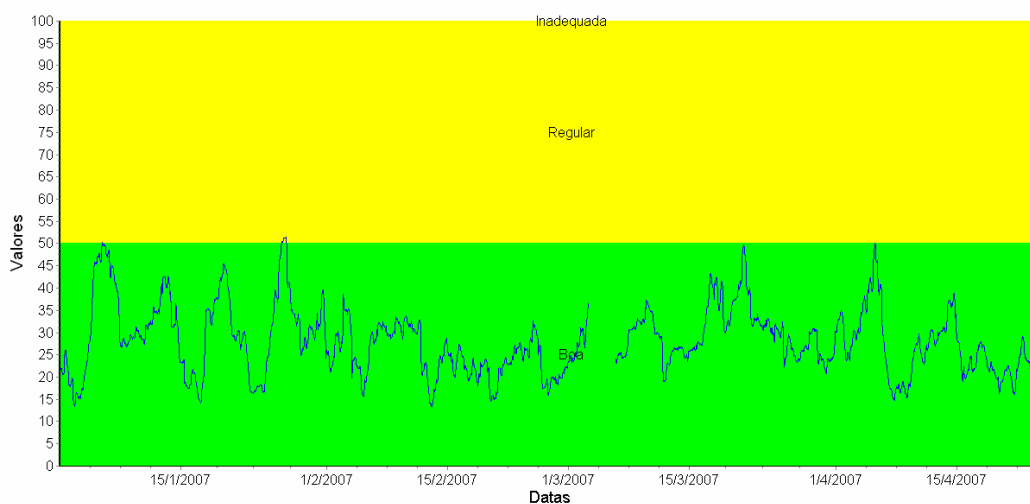


Figura 20. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM_{10} , segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2007.

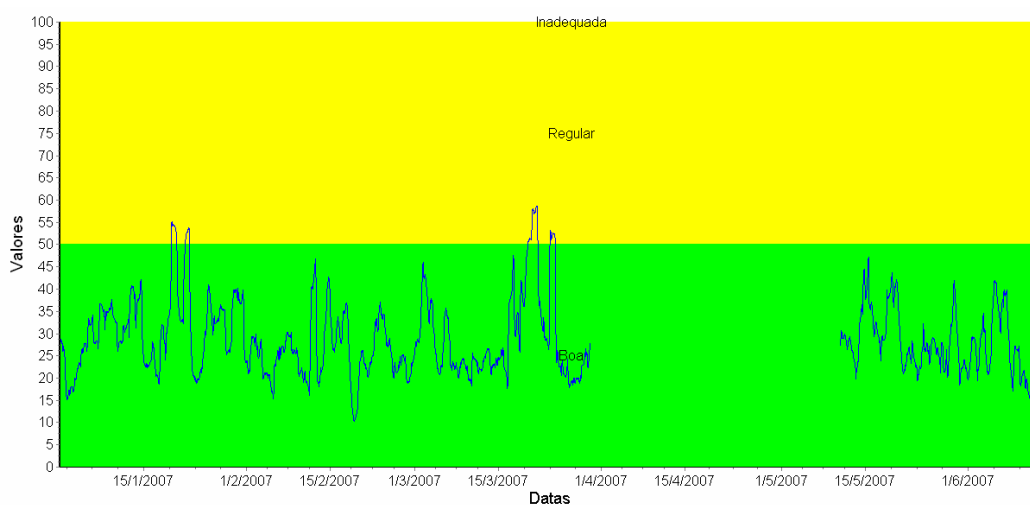


Figura 21. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM_{10} , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.

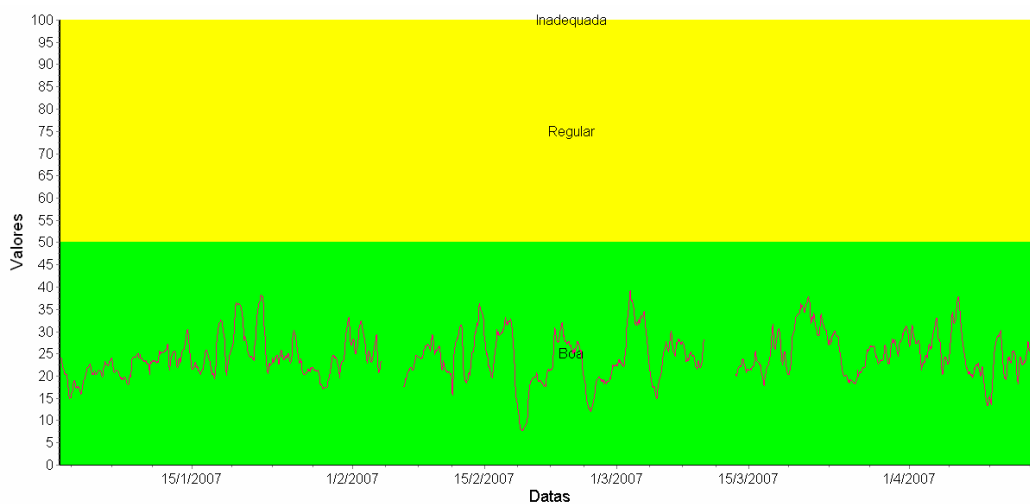


Figura 22. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM_{10} , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória Centro, ano 2007.

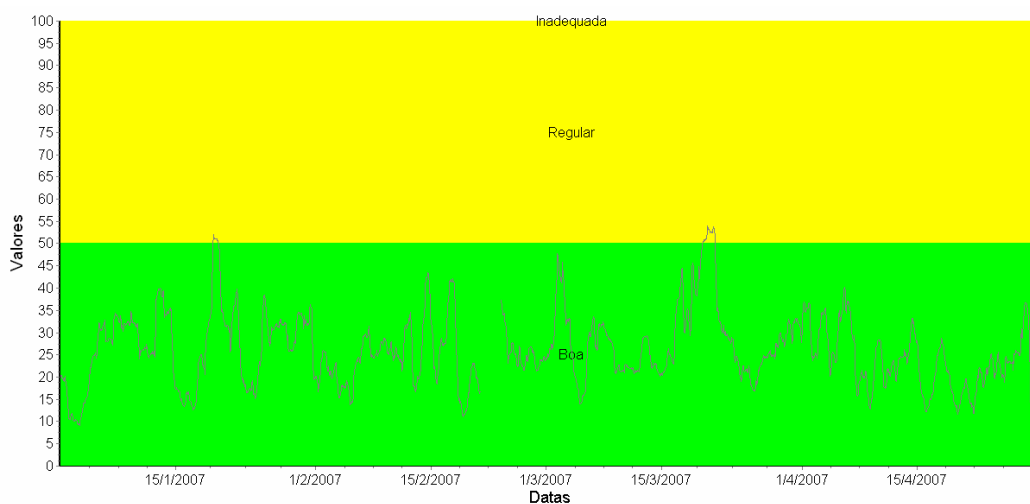


Figura 23. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM_{10} , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha IBES, ano 2007.

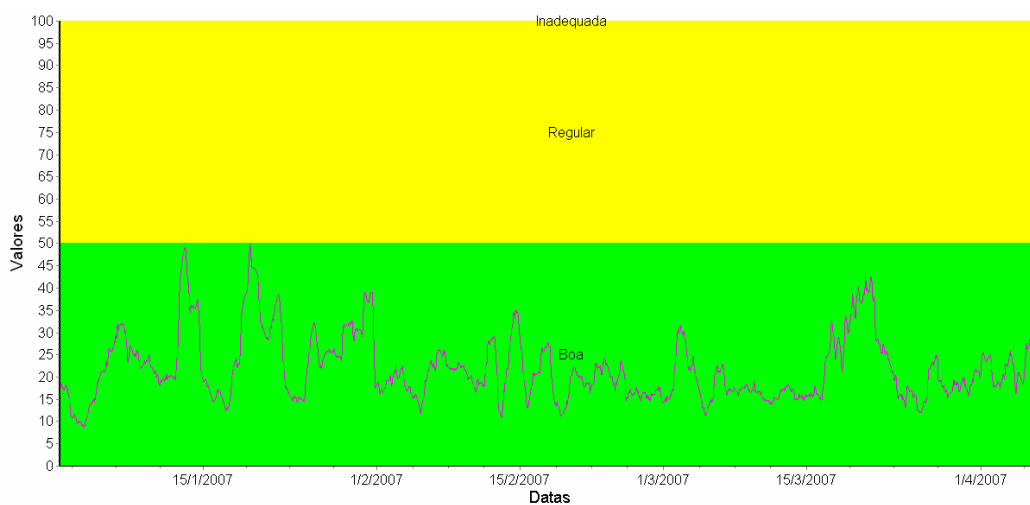


Figura 24. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM_{10} , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha Centro, ano 2007.

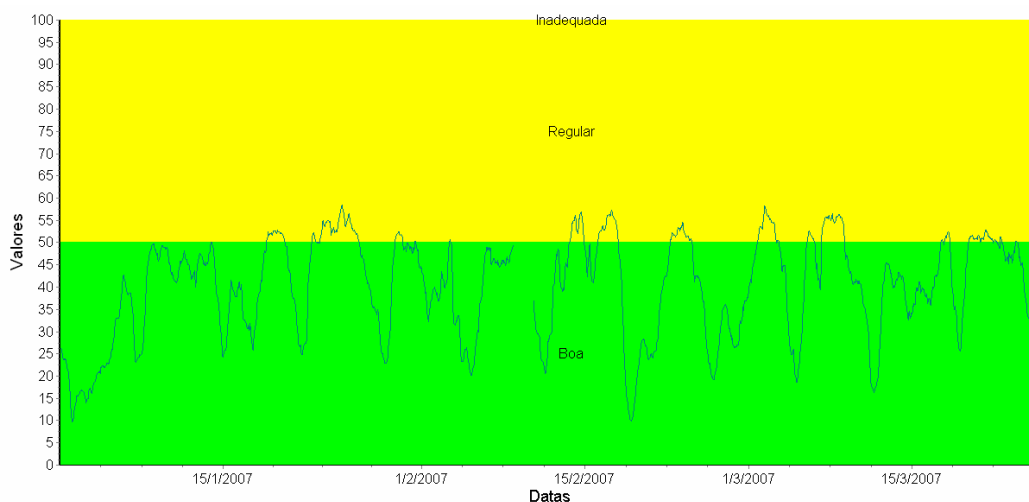


Figura 25. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro PM₁₀, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.

6.2.3 Dióxido de Enxofre (SO₂)

No ano de 2007, vemos que, conforme as figuras 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32, o Dióxido de Enxofre permaneceu todo o tempo dentro da faixa de IQA “boa”, sempre bem abaixo da faixa considerada regular.

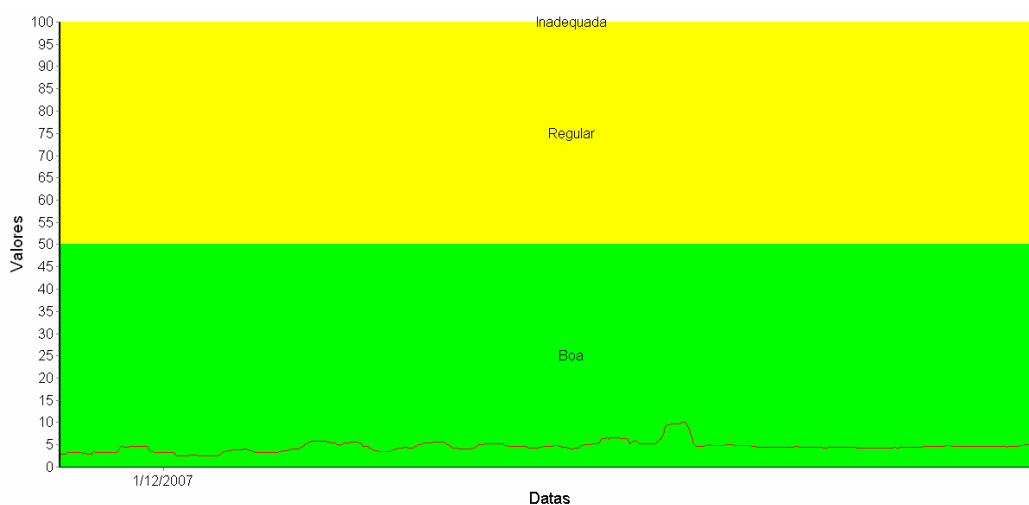


Figura 26. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO₂, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.

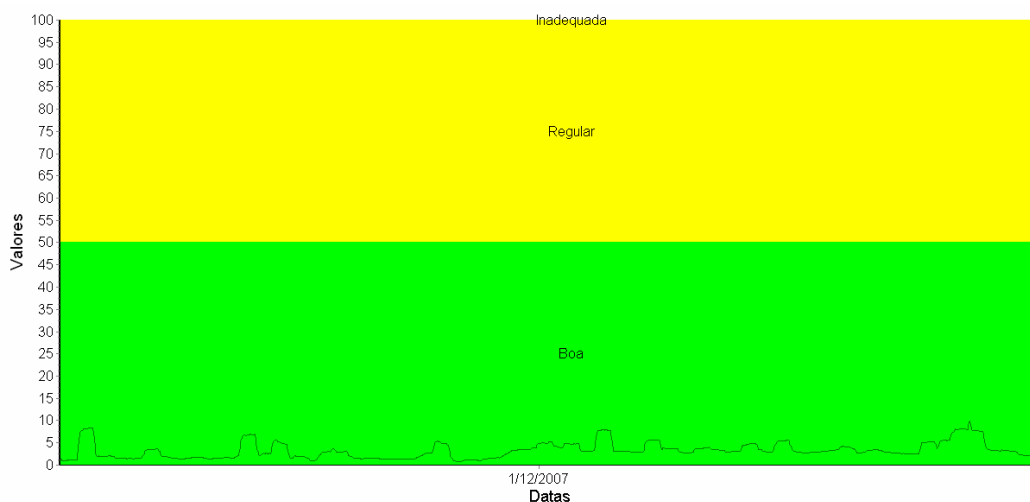


Figura 27. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2007.

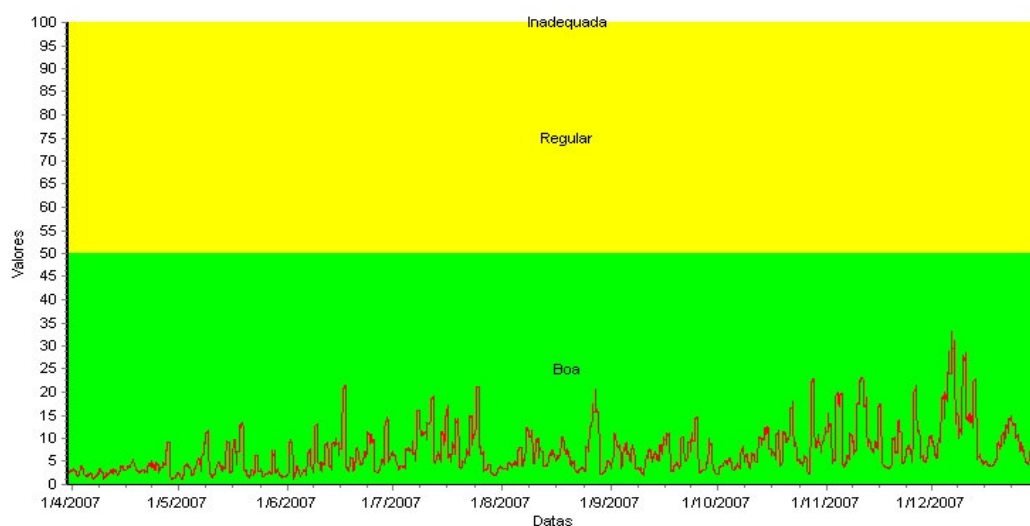


Figura 28. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.

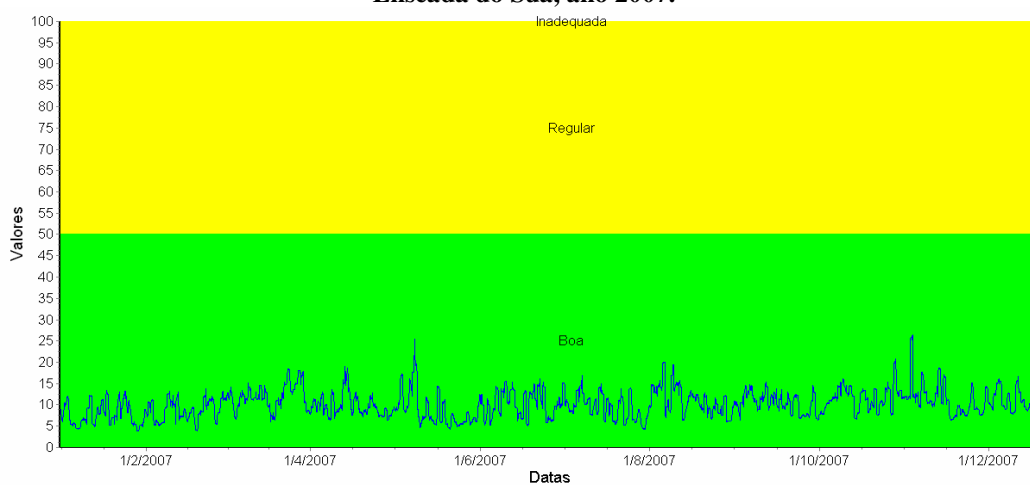


Figura 29. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Vitória Centro, ano 2007.

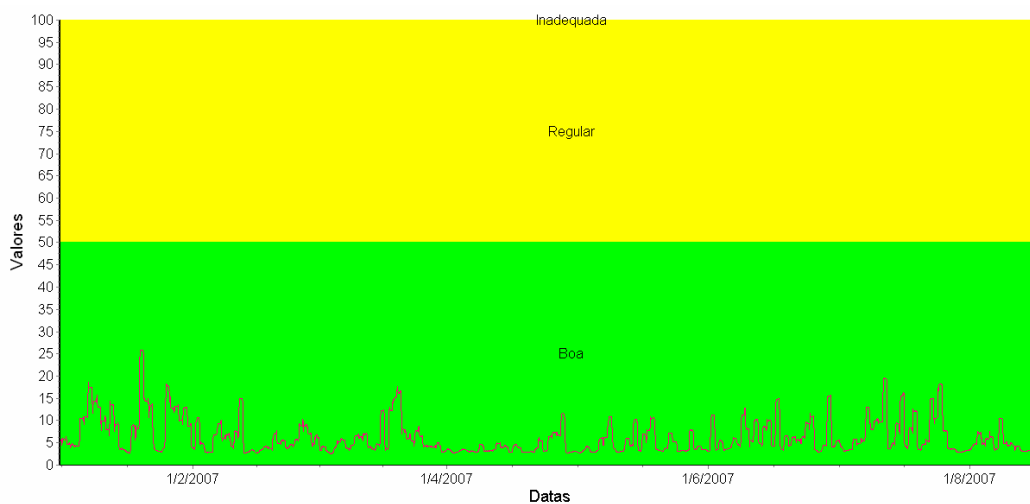


Figura 30. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO₂, segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha IBES, ano 2007.

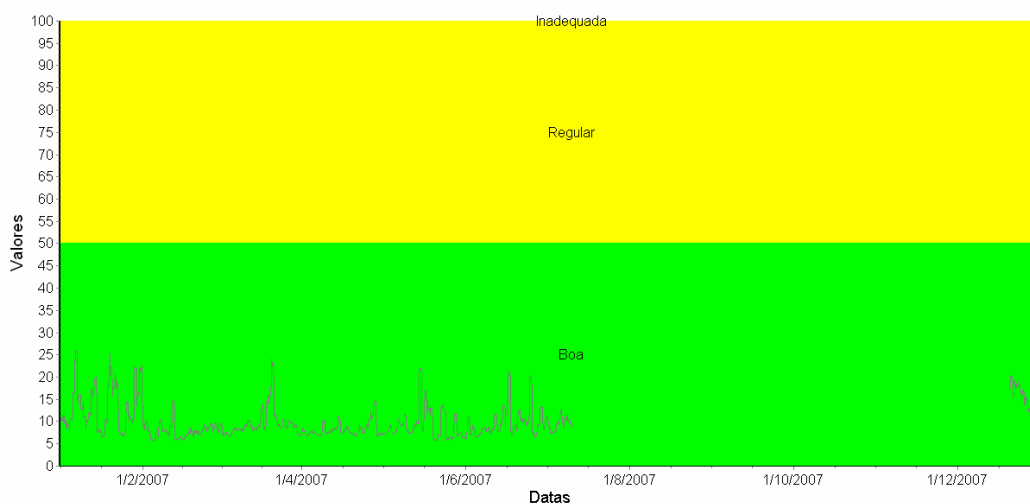


Figura 31. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO₂, segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha Centro, ano 2007.

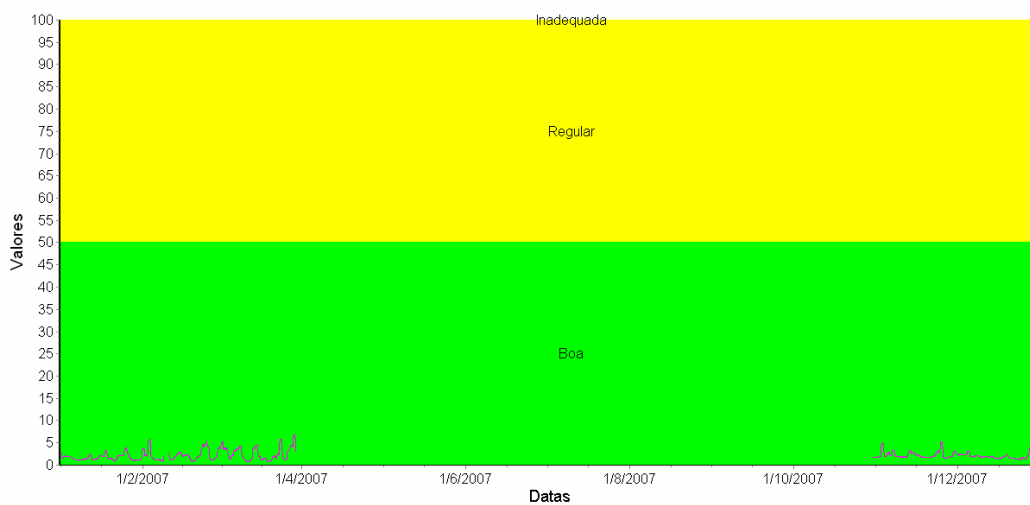


Figura 32. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro SO₂, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.

6.2.4 Monóxido de Carbono (CO)

No ano de 2007, vemos que, conforme as figuras 33, 34, 35, 36 e 37, o Monóxido de Carbono permaneceu todo o tempo dentro da faixa de IQA “boa”, sempre bem abaixo da faixa considerada regular.

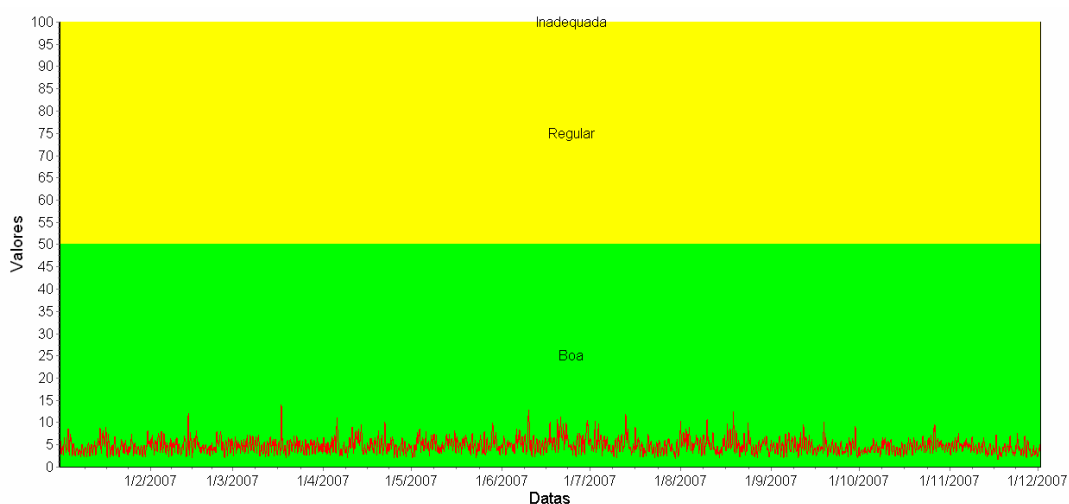


Figura 33. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.

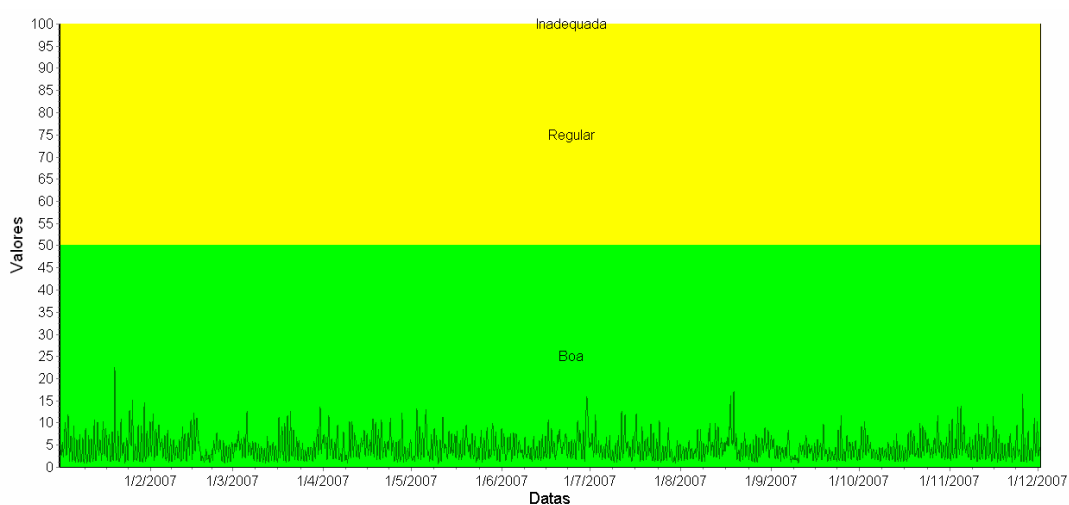


Figura 34. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO, segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.

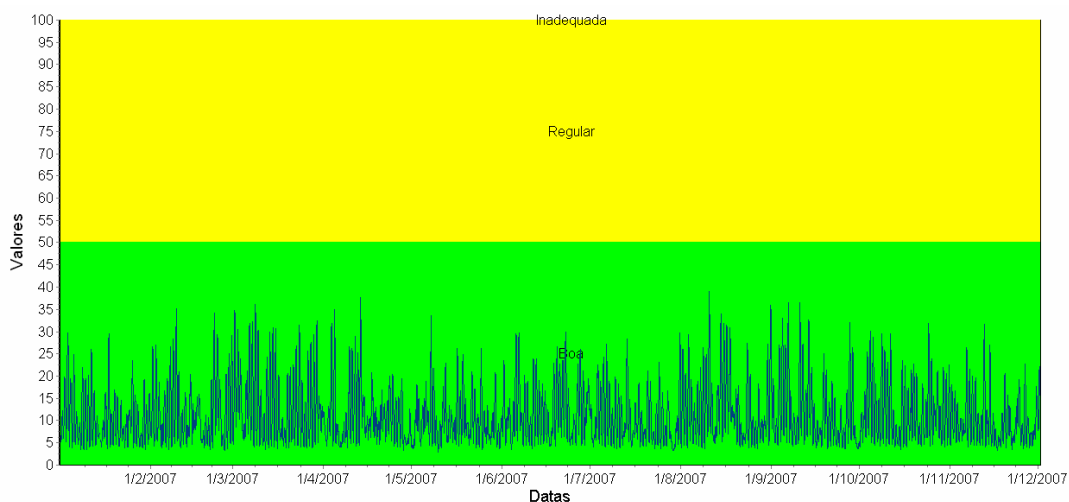


Figura 35. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO, segundo as médias do mesmo, Estação Vitória Centro, ano 2007.

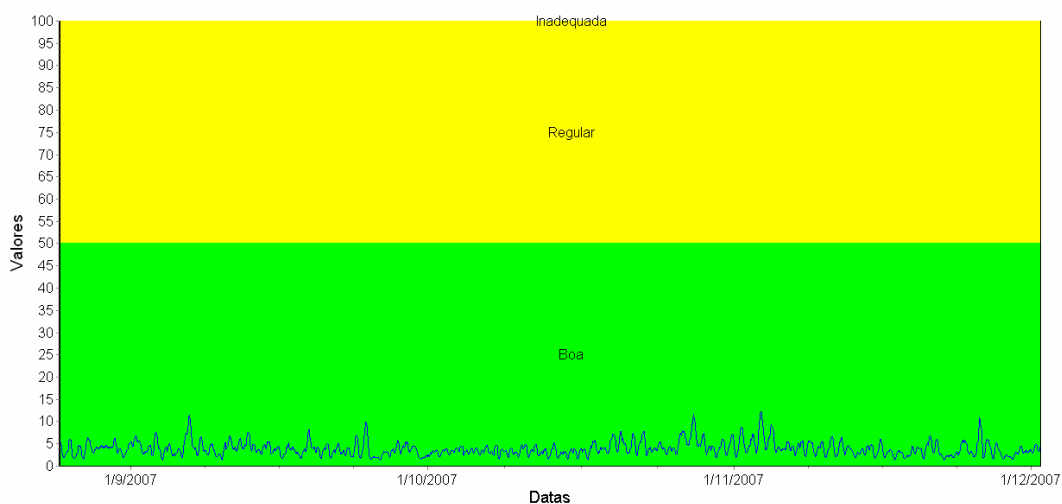


Figura 36. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO, segundo as médias do mesmo, Estação vila Velha IBES, ano 2007.

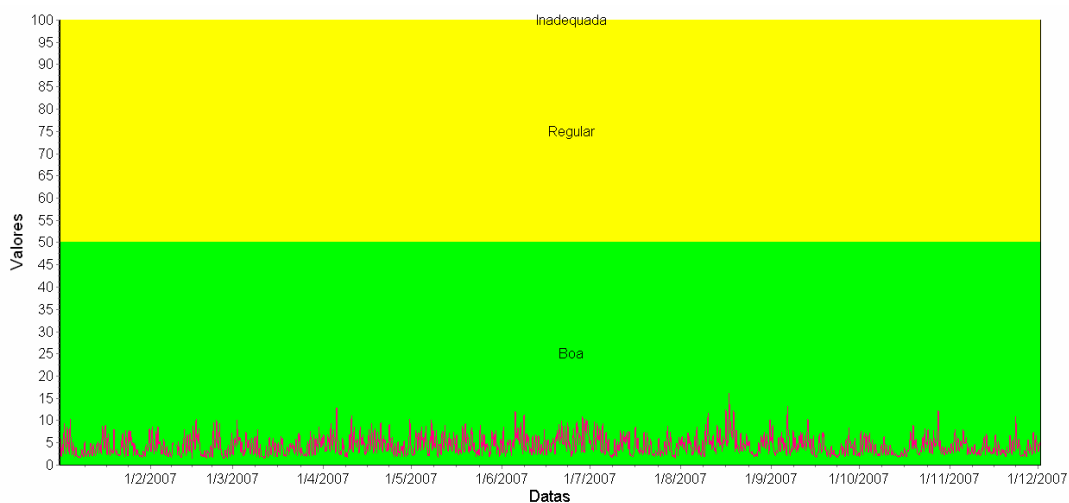


Figura 37. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro CO, segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.

6.2.5 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

No ano de 2007 o IQA do Dióxido de Nitrogênio esteve na faixa “boa” a maior parte do tempo. Faixa regular foi atingida, mas nunca ultrapassada, por alguns picos nas estações da Enseada do Suá e Cariacica. Estes resultados podem ser observados nas figuras 38, 39, 40, 41 e 42.

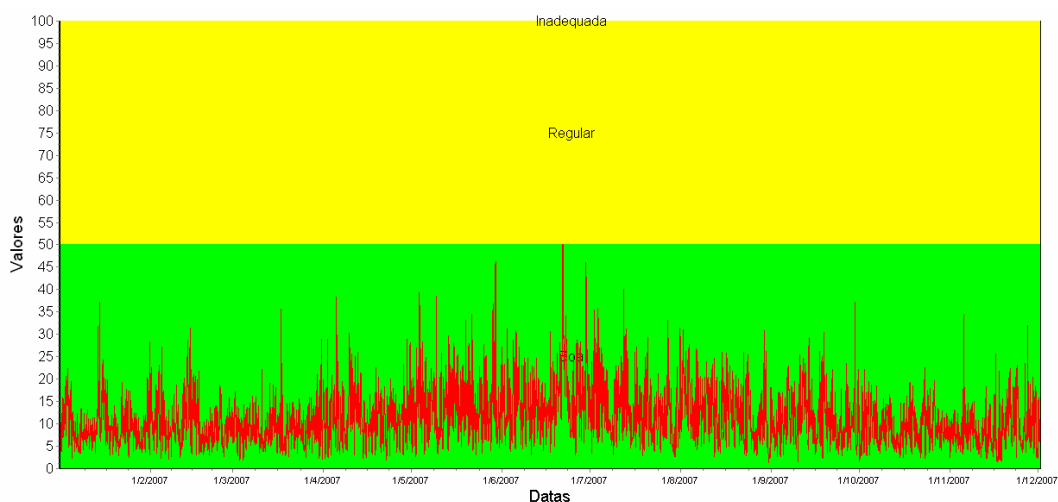


Figura 38. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO₂, segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.

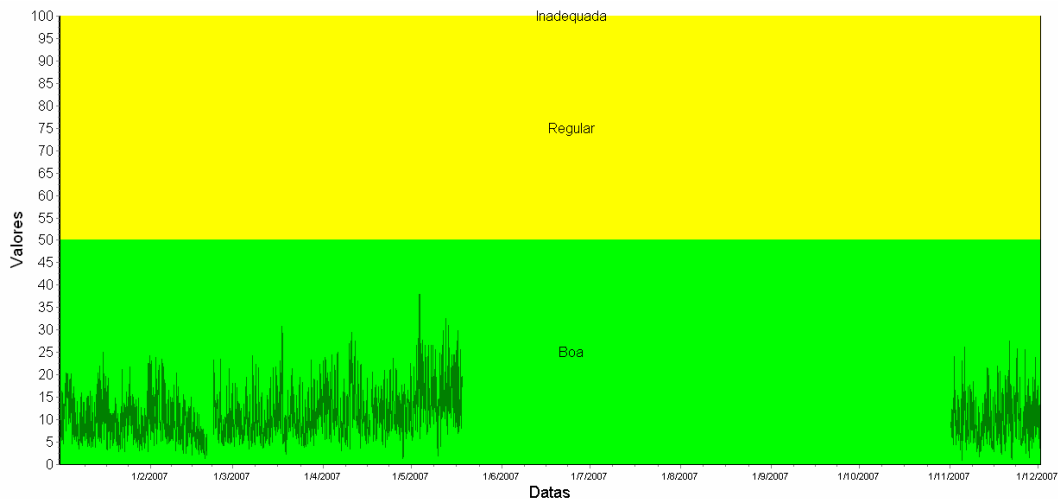


Figura 39. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO₂, segundo as médias do mesmo, Estação Jardim Camburi, ano 2007.

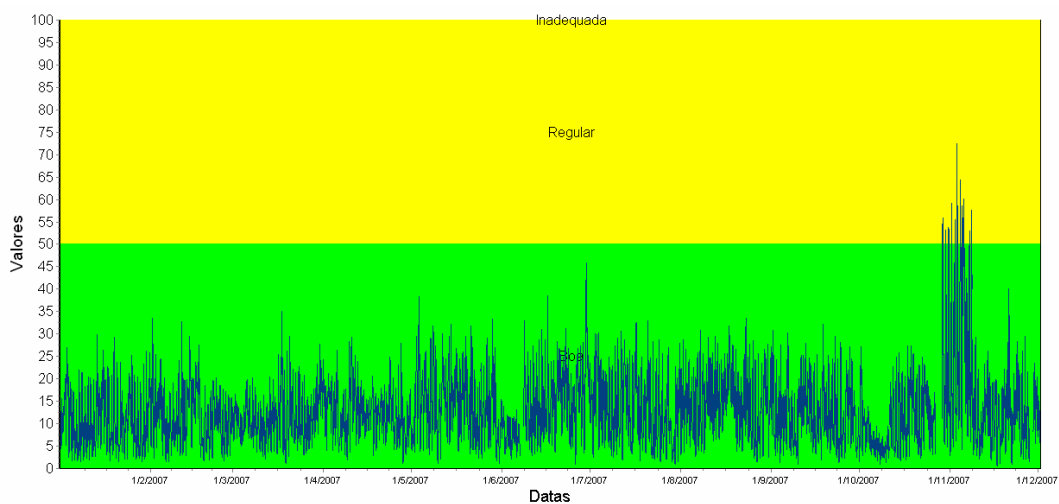


Figura 40. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.

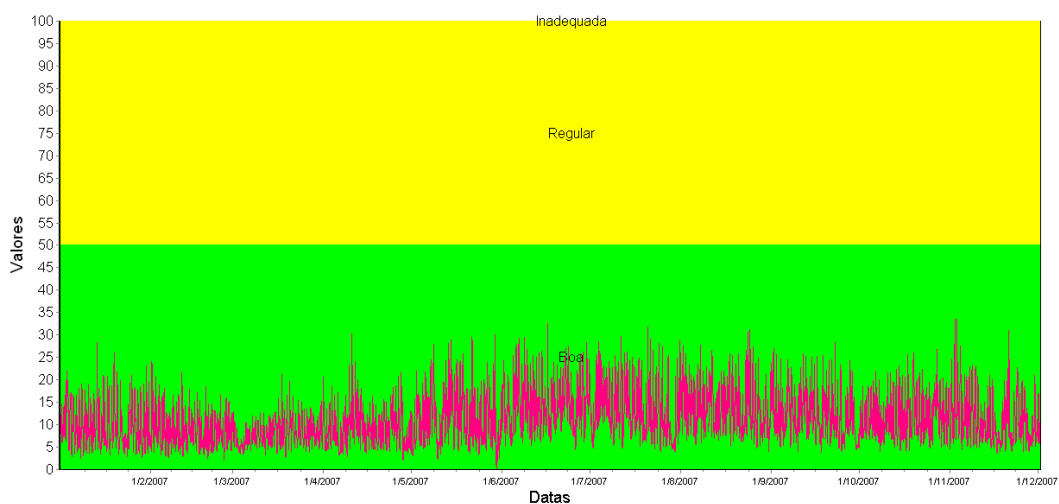


Figura 41. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha IBES, ano 2007.

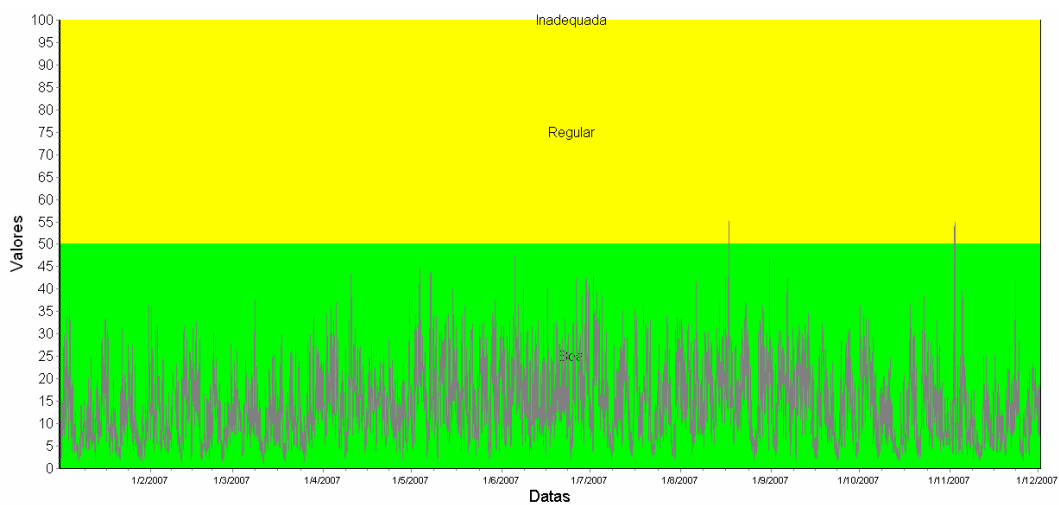


Figura 42. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro NO_2 , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.

6.2.6 Ozônio (O_3)

No ano de 2007 vemos que, de acordo com as figuras 43, 44, 45 e 46, foram registradas algumas concentrações de ozônio dentro da faixa “REGULAR”, principalmente da estação de Vila Velha IBES. Contudo, na maior parte do tempo a concentração de ozônio permaneceu dentro da faixa classificada com “BOA”.

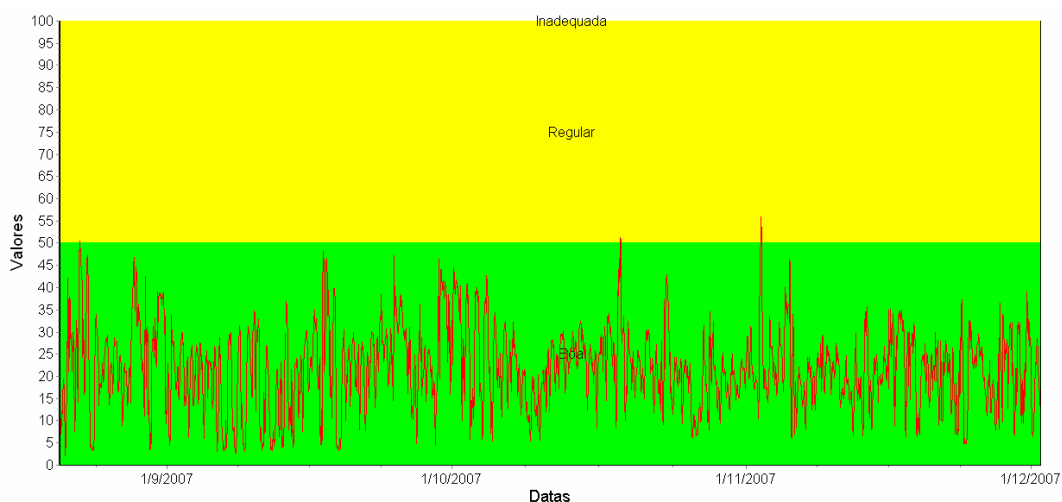


Figura 43. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O_3 , segundo as médias do mesmo, Estação Laranjeiras, ano 2007.

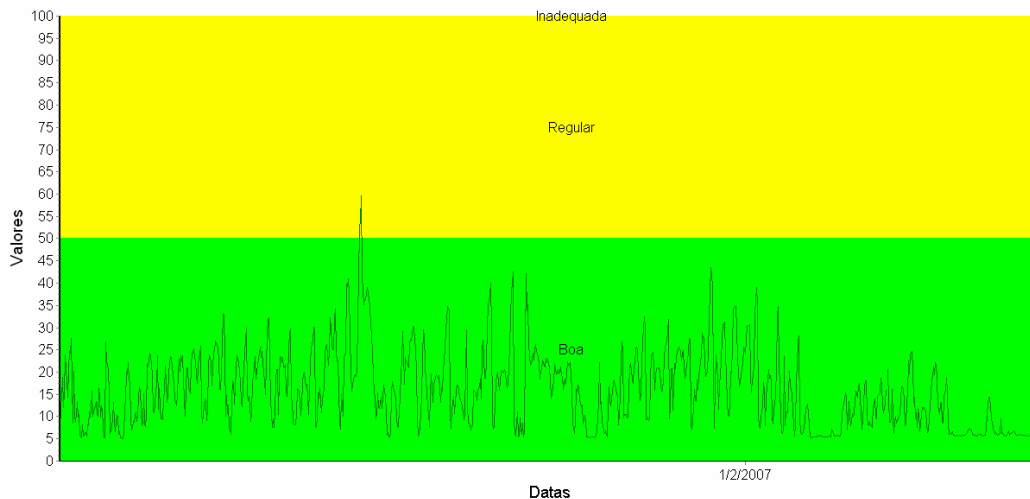


Figura 44. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O_3 , segundo as médias do mesmo, Estação Enseada do Suá, ano 2007.

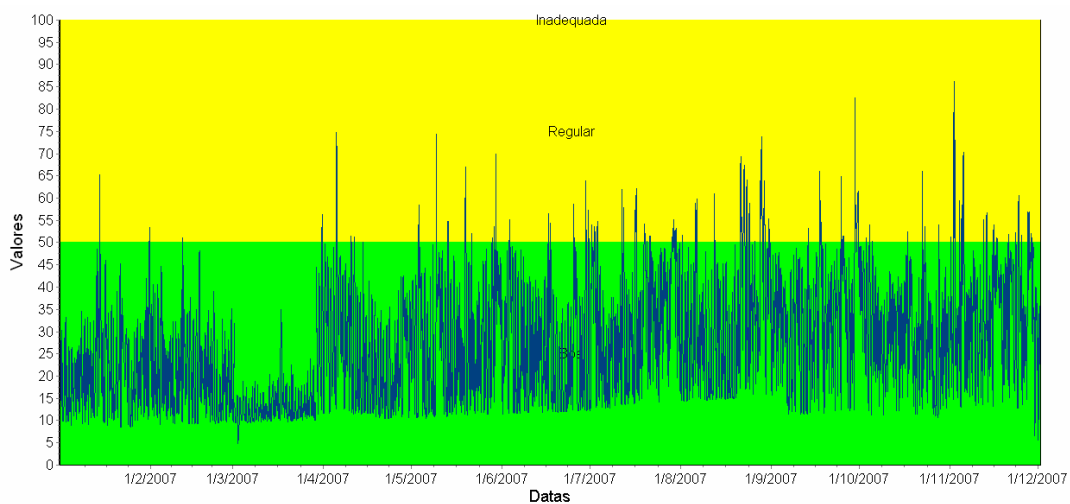


Figura 45. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O_3 , segundo as médias do mesmo, Estação Vila Velha IBES, ano 2007.

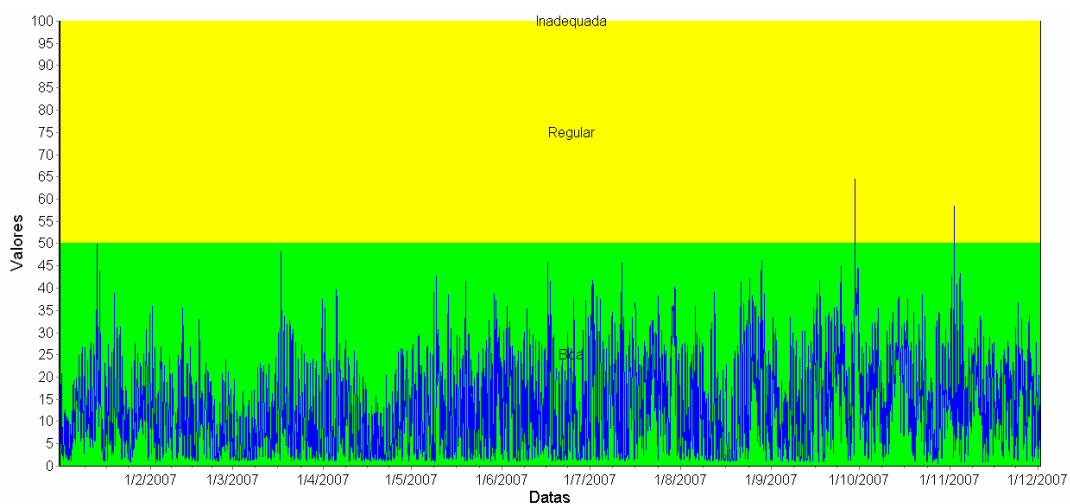


Figura 46. Gráfico de evolução do IQA para o parâmetro O_3 , segundo as médias do mesmo, Estação Cariacica, ano 2007.

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 2007, 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.

Material Particulado (PTS e PM_{10}) e Ozônio apresentaram as concentrações relativas mais altas, mesmo estando sempre abaixo dos padrões primários de qualidade do ar, conforme dito anteriormente. Vendo sua evolução com relação ao IQA no período medido, observa-se uma qualidade do ar “boa” na maioria absoluta do tempo, com algumas situações de condição “regular”.

Problemas operacionais de manutenção da Rede impediram obter um monitoramento com uma maior representatividade, principalmente para PTS e PM_{10} .

O efeito da sazonalidade nas condições de dispersão está representado principalmente no gráfico de evolução de NO_2 – Média mensal de 1 hora de concentração (figura 10), para as estações da RAMQar.

Esta em andamento um Convênio entre IEMA e FEST (Fundação Espírito Santense de Tecnologia) para caracterização quanti-qualitativa da poeira sedimentável na Região da Grande Vitória, a partir da rede de monitoramento de poeira instalada pelo IEMA em 2007, composta por 21 pontos de amostragem.

Está em execução também o Projeto CPID (Centro de Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento) no Estado do Espírito Santo. Este projeto é denominado estruturante pois garantirá estrutura para realização de pesquisas, especialmente na área de poluição atmosférica. Entre outras, a realização de estudos de caracterização de poeira sedimentável de maneira contínua na Região da Grande Vitória.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Environmental Protection Agency (EPA). Code of Federal Regulations, title 40, pp. 638 - 669 , 1994 - Washington D.C, 1980.
2. _____. Code of Federal Regulations, title 40, pp. 611 - 616, 1994 - Washington D.C, 1982.
3. _____. The pollutant standards Index, Measuring air quality, Washington - D.C, 1994.
4. _____. Clean Air Act Amendments of 1990, Code of Federal Regulations, Vol. 42 sec. 7412 (6)(2), 1991.
5. _____. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, National Air Pollutant Emission Trends - 1990 - 1994 , EPA - 454/R - 95 -011, 1995.
6. (EPA-650/9-75-001-a). and Vol. 2 (EPA-650/9-75-001-b). United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1974.
7. IBAMA. Resoluções CONAMA, 1984/91, 4a. ed. rev. e aum, Brasília, 1992.
8. MARTIN et.al..“The World’s Air Quality Management Standards,” Vol. 1, 1974.
9. OLIVEIRA, S. et al. Nova tecnologia para o monitoramento do ar, Saneamento Ambiental no. 58, 23-26, 1996.
10. 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.
11. SOUZA JR, P. et all. Intelligent Receptor Modeling: A Receptor Modeling Based on Adaptative Techniques, A&WMA Conference, 2001.