



Relatório da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória

Ano de 2003

Cariacica-2004

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Governador

PAULO CÉSAR GOMES HARTUNG

Vice-Governador

WELLINGTON COIMBRA

SECRETARIA DE ESTADO PARA ASSUNTOS DE MEIO AMBIENTE

Secretário

LUIZ FERNANDO SCHETTINO

GERÊNCIA DE CONTROLE AMBIENTAL

Gerente

FÁBIO ANEHRT

CENTRO SUPERVISÓRIO DA REDE AUTOMÁTICA

Gerente da Rede

AURÉLIO AZEVEDO BARRETO NETO

Estagiária

GRACIELE PETARLI VENTUROTÍ

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO.....	4
2. INTRODUÇÃO.....	5
3. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA.....	6
3.1. RELEVO.....	6
3.2. CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS.....	6
3.3. FONTES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....	7
3.4. PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO DA GRANDE VITÓRIA.....	8
4. POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	9
4.1. OS PRINCIPAIS POLUENTES E SEUS EFEITOS SOBRE A SAÚDE HUMANA.....	10
4.2. PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR.....	12
4.3. ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR.....	12
5. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	13
5.1. OBJETIVO DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	13
5.2. REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	13
5.3. LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES NA GRANDE VITÓRIA.....	14
5.4. CONFIGURAÇÃO DA REDE AUTOMÁTICA DA QUALIDADE DO AR DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA.....	15
5.5. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES.....	15
6. METEOROLOGIA – RESULTADOS.....	17
6.1. DIREÇÃO E VELOCIDADE DOS VENTOS.....	17
6.2. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....	18
6.3. UMIDADE RELATIVA DO AR.....	19
6.4. TEMPERATURA DO AR.....	20
6.5. PRESSÃO ATMOSFÉRICA.....	20
6.6. RADIAÇÃO SOLAR.....	21
7. QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA - RESULTADOS.....	22
7.1. REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR.....	22
7.1.1. PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO – PTS.....	23
7.1.2. PARTÍCULAS INALÁVEIS –PM10.....	23
7.1.3. DIÓXIDO DE ENXOFRE – SO ₂	24
7.1.4. MONÓXIDO DE CARBONO – CO.....	24
7.1.5. DIÓXIDO DE NITROGÊNIO – NO ₂	25
7.1.6. OZÔNIO – O ₃	25
7.1.7. HIDROCARBONETOS – HC.....	26
7.2. ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR.....	26
7.2.1. PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO – PTS.....	26
7.2.2. PARTÍCULAS INALÁVEIS –PM10.....	26
7.2.3. DIÓXIDO DE ENXOFRE – SO ₂	27
7.2.4. MONÓXIDO DE CARBONO – CO.....	27
7.2.5. DIÓXIDO DE NITROGÊNIO – NO ₂	28
7.2.6. OZÔNIO – O ₃	28
7.3. DETERMINAÇÃO DE PERÍODOS CRÍTICOS DE CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES.....	28
8. CONCLUSÕES.....	29
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1. APRESENTAÇÃO

O relatório de monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória para o ano de 2003 foi elaborado com a intenção de se tornar um instrumento de consulta de dados meteorológicos e de qualidade do ar à população da Grande Vitória.

A implantação da Rede Automática de Monitoramento deu-se em 06 de junho de 2000, sendo composta inicialmente por 7 Estações. Essa rede permite que a SEAMA/IEMA possa quantificar e conhecer o comportamento dos poluentes atmosféricos (PTS – Partículas Totais em Suspensão, PM10 - Partículas Inaláveis, O₃ - Ozônio, NO_x - Óxidos de Nitrogênio, CO - Monóxido de Carbono e HC - Hidrocarbonetos) utilizando técnica de monitoramento contínuo.

As 7 (sete) estações que compõem a rede atualmente são: Estação Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá, Vila Velha – Centro, Vila Velha – IBES e Cariacica. Existe uma 8ª (oitava) estação, que ainda está em fase de implantação, e localiza-se em Vitória – Centro.

A cada hora, os dados obtidos em cada uma das 7 (sete) estações chegam ao banco de dados do Centro Supervisório, parte componente da Gerência de Controle Ambiental do IEMA (Instituto do Estado 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.

2. INTRODUÇÃO

O monitoramento da Qualidade do Ar da Região da Grande Vitória, a partir de 06 de junho de 2000, foi intensificado e melhor avaliado com a implantação da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar.

São utilizados para o monitoramento equipamentos de última geração que fornecem dados instantâneos e precisos das concentrações dos poluentes PTS, PM10, NO_x, SO₂, O₃, CO e HC além de parâmetros meteorológicos.

Os dados contidos no presente relatório são resultados do monitoramento a partir de 1º de janeiro de 2003 a 31 de dezembro de 2003.

Nesse período de monitoramento, com a obtenção de uma grande quantidade de dados de concentrações de poluentes, a qualidade do ar da Grande Vitória pode ser classificada como "boa" de acordo com os padrões estabelecidos pelo CONAMA, pela Resolução nº 03 de junho de 1990 aos poluentes acima citados exceto HC que não tem padrão de Qualidade do Ar.

Não houve violação dos padrões das concentrações poluentes atmosféricos de longo (anual) e de curto período (horário e diário) medidos pela Rede Automática. Deve-se considerar violação de padrão quando os valores de IQA (Índice de Qualidade do Ar) ultrapassam o nível de regular, ficando entre inadequada e emergência, isto é, valor de IQA acima de 100.

3. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA

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

A poluição veicular na Região, tal como ocorre em grandes cidades, ainda não é o principal problema que afeta a qualidade do ar. Estudos de caracterização de materiais particulados já realizados em filtros de monitoramento (1995 a 1998) mostraram que as contribuições industriais na qualidade do ar representam 34,8% e as de veículos 8,3%, conforme figura abaixo:

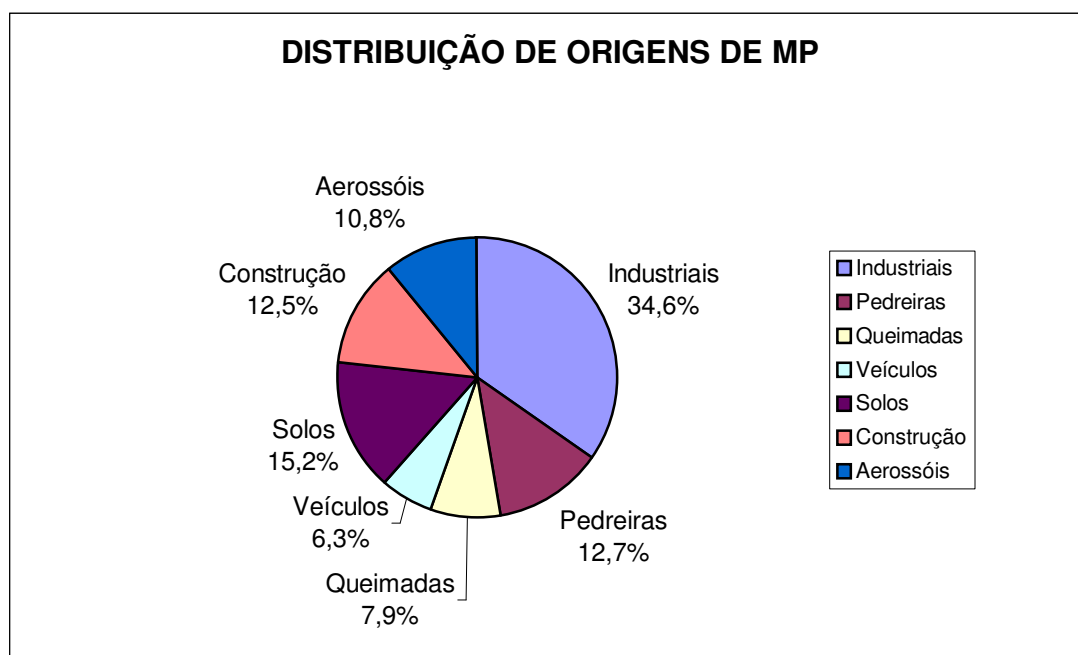


Figura 1 - Caracterização do Material Particulado da Grande Vitória

Fonte: Intelligent Receptor Modeling : A Receptor Modelling Based on Adaptive Techniques, Souza Jr, P. et al., A&WMA Conference, 2001.

3.1. RELEVO

É caracterizada por cadeias montanhosas nas porções: Noroeste (Mestre Álvaro) e Oeste (Região Serrana); e planícies (Aeroporto e manguezais) e planaltos (Planalto de Serrano) na porção Norte da Região. A porção Sul é mais caracterizada por planícies (Barra do Jucu). Todas porções são intercaladas por maciços rochosos de pequeno e médio porte.

As condições de relevo no geral são favoráveis em grande parte na região à circulação de ventos para dispersão de poluentes.

3.2. CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

A região da Grande Vitória possui, quanto ao comportamento térmico e de umidade (Edmon Nimer, 1989), clima tropical quente (temperatura média do mês mais frio > 18°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 ou janeiro.

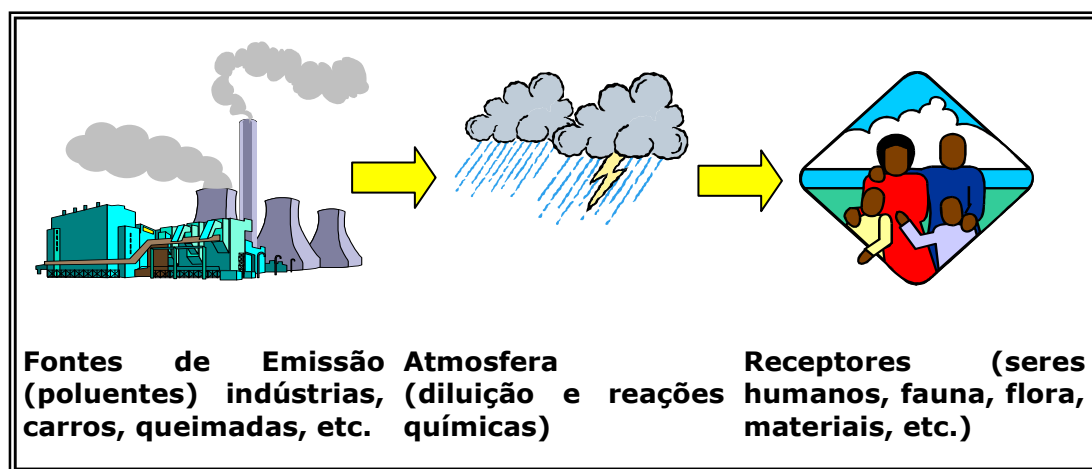
Os principais Sistemas de Circulação atmosférica que atuam na região são o anticiclone subtropical do Atlântico Sul, responsável pelos ventos de (E) e (NE) predominantes, pela insolação e altas temperaturas; e o anticiclone polar móvel, responsável pelas frentes frias provenientes do extremo sul do continente,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

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

3.3. FONTES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

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

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



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

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

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

As fontes de emissão para a atmosfera são ainda classificadas em fixas e móveis. Veículos com motores de combustão são caracterizados como fontes móveis. Uma chaminé, por exemplo, é uma fonte fixa.

As substâncias usualmente consideradas poluentes do ar e suas principais origens são apresentadas na tabela 1, que se segue.

Tabela 1 - Tipos de Fontes de Poluição e os Principais Poluentes

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

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

3.4. PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÃO DA GRANDE VITÓRIA

Tabela 2 – Fontes de Poluição da Grande Vitória

Fontes de Emissão Atmosférica da Grande Vitória	
Pelotização	• CVRD
Siderurgia	• CST, BELGO MINEIRA E CBF
Pedreiras	• RYDIEN, BRASITÁLIA, PITANGA, RIO DOCE, SOBRITA, ALVORADA E IBRATA
Cimenteiras	• MIZU, HOLDERCIM (PARAÍSO)
Indústria Alimentícia	• REAL CAFÉ, CHOCOLATES GAROTO, REFRIGERANTES IATE, BUAIZ, PERMA E QUEOPS
Indústria têxtil	• POLTEX
Fabricação de Concreto	• GERAL DE CONCRETO, CONCREVIT, TOPMIX, LOGASA, POLIMIX, CONCRELIX
Indústria Química	• CARBODERIVADOS, CARBOINDUSTRIAL
Fundição	• ELUMA
Frigoríficos	• BOVINO, LITORAL, PALOMA, FRIMACAL
Indústria Cerâmica	• BIANCOGRÊS, ELIANE, LOGASA
Usina de Asfalto	• ATERPA, SERRABETUME, TERRA BRASIL, TRACOMAL
Atividades Portuárias	• PRAIA MOLE (CVRD), TERMINAL DE PRODUTOS DIVERSOS (CVRD), TERMINAL DE GRÃOS (CVRD), TERMINAL DE VILA VELHA (CVRD), CODESA, COMPANHIA PORTUÁRIA DE VILA VELHA (CPVV), PEIU
Veículos	• 284.380 VEÍCULOS (maio/2001) Fonte: DETRAN/ES

4. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

O nível de poluição do ar é medido pela quantificação das substâncias poluentes que se apresentam a cada momento. Considera-se poluente qualquer substância presente no ar e que, pela sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

A variedade de substâncias que podem estar presentes na atmosfera é muito grande, o que torna difícil a tarefa de estabelecer uma classificação. Entretanto, admite-se dividir os poluentes em duas categorias:

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

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

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

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

São parâmetros relevantes no processo de contaminação atmosférica as fontes de emissão, a concentração dos poluentes e suas interações do ponto de vista físico (diluição, que depende do clima e condições meteorológicas) e químico (reações químicas atmosféricas e radiação solar) e o grau de exposição dos receptores (ser humano, outros animais, plantas e materiais).

Deve-se salientar que, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode mudar em função das condições meteorológicas, que determinam maior ou menor diluição dos poluentes. Por isso é que a qualidade do ar piora durante o inverno, quando as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

Durante os meses de inverno ocorre o fenômeno atmosférico conhecido por inversão térmica. Trata-se da conjunção de alguns fatores meteorológicos e climáticos que favorecem a estagnação atmosférica, dificultando a diluição dos poluentes. A intensiva redução das correntes convectivas verticais é devida à ocorrência de um determinado perfil vertical de distribuição de temperaturas, que induz a permanência das camadas mais frias em níveis próximos à superfície, especialmente nas manhãs de dias frios e ensolarados. A ausência de correntes horizontais contribui para o agravamento do problema.

A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera definirá o nível de qualidade do ar, que determina, por sua vez, o surgimento de efeitos adversos da poluição do ar sobre os receptores, o homem, os animais, os materiais e as plantas.

A determinação sistemática da qualidade do ar deve ser, por problemas de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes, definidos em função de sua importância e dos recursos materiais e humanos disponíveis.

Neste sentido, e de forma geral, a escolha recai sempre sobre um grupo de poluentes consagrados universalmente, que servem como indicadores de qualidade do ar: dióxido de enxofre (SO_2), poeira em suspensão, monóxido de carbono (CO), oxidante fotoquímicos (expressos como ozônio (O_3)), hidrocarbonetos totais (HC) e óxidos de nitrogênio (NO e NO_2).

A razão da seleção destes parâmetros como indicadores de qualidade do ar está ligada à sua maior frequência de ocorrência e aos efeitos adversos que causam ao meio ambiente.

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

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. Os principais poluentes atmosféricos de origem veicular e seus efeitos na saúde são descritos a seguir.

- **Monóxido de Carbono (CO)**

É encontrado principalmente nas cidades devido ao grande consumo de combustíveis, tanto pela indústria como pelos veículos. No entanto, estes últimos são os maiores causadores deste tipo de poluição, pois além de emitirem mais do que as indústrias, lançam esse gás à altura do sistema respiratório. Por isso, a poluição por monóxido de carbono (CO) é encontrada sempre em altos níveis nas áreas de intensa circulação de veículos dos grandes centros urbanos. Constitui-se em um dos mais perigosos tóxicos respiratórios para o homem e animais devido ao fato de não possuir cheiro, não ter cor e não causar irritação e não ser percebido pelos sentidos.

Em face da sua grande afinidade química com a hemoglobina do sangue, tende a combinar-se rapidamente com esta, ocupando o lugar destinado ao transporte do oxigênio; pode, por isso, causar a morte por asfixia. A exposição contínua, até mesmo em baixas concentrações, também está relacionada às causas de afecções de caráter crônico, além de ser particularmente nociva para pessoas anêmicas e com deficiências respiratórias ou circulatórias, pois produz efeitos nocivos no sistema nervoso central, cardiovasculares, pulmonares e outros.

A exposição ao CO também pode afetar fetos diretamente pelo déficit de oxigênio, em função da elevação da carboxihemoglobina no sangue fetal, causando inclusive peso reduzido no nascimento e desenvolvimento pós-natal retardado.

- **Hidrocarbonetos (HC)**

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

- **Óxidos de Nitrogênio (NO_x)**

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

- **Oxidantes fotoquímicos (O_3)**

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

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

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

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

- **Dióxido de Enxofre (SO_2)**

A inalação do dióxido de enxofre (SO_2), mesmo em concentrações muito baixas, provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares. Em concentrações progressivamente maiores, causa o aumento da secreção mucosa nas vias respiratórias superiores, inflamações graves da mucosa e redução do movimento ciliar do trato respiratório, responsável pela remoção do muco e partículas estranhas. Pode aumentar a incidência de rinite, faringite e bronquite.

Em certas condições, o 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.

- **Material Particulado (PTS e PM_{10})**

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

Até 1989, a Legislação Brasileira preocupava-se apenas com as "Partículas Totais em Suspensão", ou seja, com todos os tipos e tamanhos de partículas que se mantêm suspensas no ar, grosso modo, partículas menores que 100 microns (um micron é a milésima parte do milímetro). No entanto, pesquisas recentes, mostram que aquelas mais finas, em geral as menores que 10 microns, penetram mais profundamente no aparelho respiratório e são as que apresentam efetivamente mais riscos à saúde. Dessa forma, a Legislação Brasileira passou também a se preocupar com as "Partículas Inaláveis", a partir de 1990.

Partículas minúsculas como as emitidas pelos veículos, principalmente os movidos a diesel, podem ser menores do que a espessura de um fio de cabelo. Sendo assim, não são retidas pelas defesas do organismo, tais como, pelos do nariz, mucosas etc. Causam

irritação nos olhos e garganta, reduzindo a resistência às infecções e ainda provocando doenças crônicas. O mais grave é que essas partículas finas, como as de fumaça de cigarro, quando respiradas, atingem as partes mais profundas dos pulmões, transportando para o interior do sistema respiratório, substâncias tóxicas e cancerígenas. As partículas causam ainda danos à estrutura e à fachada de edifícios, à vegetação e são também responsáveis pela redução da visibilidade.

4.2. Padrões nacionais de qualidade do ar

Padrões Nacionais de Qualidade do Ar
(RESOLUÇÃO CONAMA Nº 03 de 28/06/90)

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

(1) Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

(2) Média Geométrica Anual

(3) Média Aritmética Anual

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

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

4.3. ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR (IQA)

Os IQA's 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, à exposições, em intervalos calculados pelas médias móveis das últimas 24h para os poluentes (PTS, PM₁₀ e SO₂), 1h para os poluentes (NO₂ e O₃) e 8h para o (CO). A classificação dos Índices de Qualidade do Ar é baseada em estudos feitos pela Agência de Proteção Ambiental Americana - EPA e estão apresentados nos relatórios "Pollutant

Standards Index” EPA-454/R-00-005. A utilização de IQA’s atende e contempla a resolução CONAMA Nº 03 de 28 de junho de 1990.

FAIXA DE CONCENTRAÇÕES DOS POLUENTES PARA O CÁLCULO DO IQA

Classificação e Faixas do IQA	PTS Média (24h) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM₁₀ Média (24h) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO₂ Média (24h) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO₂ Média (1h) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O₃ Média (1h) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CO Média (8h) $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bom (0-50)	0-80	0-50	0-80	0-100	0-80	0-4500
Regular (51-100)	81-240*	51-150*	81-365*	101-320*	81-160*	4501-10000*
Inadequada (101-199)	241-375	151-250	366-800	321-1130	161-200	10001-15000
Má (200-299)	376-625	251-420	801-1600	1131-2260	201-800	15001-30000
Péssima (300-399)	626-875	421-500	1601-2100	2261-3000	801-1000	30001-40000
Crítica Acima de 400	876-1000	501-600	2101-2620	3001-3750	1001-1200	40001-50000

Os índices até a classificação “Regular”, atende o Padrão de Qualidade do Ar estabelecido pela Resolução CONAMA nº03 de 1990.

*** Padrão CONAMA**

5. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

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

5.1. OBJETIVOS DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

São objetivos do Monitoramento da Qualidade do Ar:

- Medir a exposição horária da população na Região da Grande Vitória aos poluentes: material particulado (PTS), partículas inaláveis com diâmetro menores que 10 (dez) microns (PM₁₀), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarboneto (HC) e ozônio (O₃), distribuída em 08 (oito) estações localizadas em locais estratégicos a fim de auxiliar a ação mais rápida e eficaz no controle e na fiscalização por parte do IEMA, garantindo desta maneira a melhoria da qualidade de vida da população da Região da Grande Vitória.
- Avaliar a qualidade do ar na Região da Grande Vitória de modo a verificar os níveis de concentrações de poluentes a fim de se comparar com os padrões de Qualidade do Ar fixados pelo CONAMA;
- Fornecer subsídios para avaliar os efeitos da poluição na saúde humana, nos materiais, na fauna e na flora.

5.2. REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

Esta rede, inaugurada em 06/06/2000, é de propriedade do IEMA sendo gerenciada por este Instituto, tendo como objetivo principal medir a exposição da população na Região da Grande Vitória dos poluentes: material particulado (PTS), partículas inaláveis com

diâmetro menores que 10 (dez) microns (PM_{10}), dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos (HC) e ozônio (O_3). A referida rede é distribuída em 08 (oito) estações localizadas em locais estratégicos com equipamentos de medição avançados. Pode-se, portanto, comparar com os padrões de qualidade do ar fixados pelo CONAMA que servem para subsidiar e avaliar os efeitos da poluição atmosférica na saúde humana, nos materiais, na fauna e na flora. Os resultados de monitoramento são divulgados, sob forma de índices, para uma melhor compreensão dos níveis de qualidade do ar, todos os dias úteis via internet e disponibilizados para a imprensa local.

5.3. LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES NA GRANDE VITÓRIA

O posicionamento e configurações das estações automáticas foram definidos através de estudos realizados com modelos de dispersão atmosférica que, alimentados por dados de inventário de fontes e vários anos de informações meteorológicas, forneceram 576 cenários de contaminação. Esses cenários foram combinados com um cenário de densidade demográfica gerando regiões com possíveis exposições aos diversos poluentes e assim definindo a configuração atual da rede automática.



Figura 2 – Localização das estações da Rede Automática de Monitoramento

5.4. CONFIGURAÇÃO DA REDE AUTOMÁTICA DA QUALIDADE DO AR DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA

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

DV: Direção de Vento

VV: Velocidade do Vento

I: Insolação

PP: Precipitação Pluviométrica

UR: Umidade Relativa

P: Pressão

Observação 1:

PTS – Partículas Totais em Suspensão

PM₁₀ – Partículas Inaláveis menores de 10 microns

SO₂ – Dióxido de Enxofre

NO₂ – Dióxido de Nitrogênio

O₃ – Ozônio

HC - Hidrocarbonetos

CO – Monóxido de Carbono

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

5.5.DESCRICÃO DAS ESTAÇÕES

• ESTAÇÃO ENSEADA DO SUÁ

Endereço: Batalhão do Corpo de Bombeiros - Enseada do Suá - Vitória.

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

• ESTAÇÃO CENTRO – VITÓRIA (em fase de implantação)

Ministério da Fazenda - Centro - Vitória

Nessa estação deverão ser instalados monitores para os gases SO₂, CO, HC e O₃ e também para PTS e PM₁₀. Também localizada em ponto estratégico da Grande Vitória, a Estação proporcionará cobertura espacial de áreas diretamente influenciadas fortemente pelas emissões de veículos, recebendo ainda contribuições de atividades portuárias e fontes industriais localizadas principalmente nos municípios de Vila Velha e Cariacica.

• ESTAÇÃO VILA VELHA - CENTRO

Endereço: Av. Champagnat McDonalds - Centro - Vila Velha.

Nessa estação estão instalados monitores Particulados PM₁₀ e de gás SO₂. Apesar de estar situada em local de alto mérito, as esferas de influência dessa estação para a maioria dos poluentes apresentaram-se altamente redundante com a estação Enseada do

Suá, exceto para o parâmetro S02. A estação proporciona cobertura espacial de áreas diretamente influenciadas pelas emissões de veículos, indústrias da Ponta de Tubarão e outras indústrias de Vitória e Vila Velha.

- **ESTAÇÃO JARDIM CAMBURI**

Endereço: Unidade de Saúde Municipal - Jardim Camburi - Vitória

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

- **ESTAÇÃO VILA VELHA - IBES**

Endereço: 4º Batalhão Polícia Militar - IBES - Vila Velha

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

- **ESTAÇÃO CEASA - CARIACICA**

Endereço: CEASA - Campo Grande - Cariacica

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

- **ESTAÇÃO CARAPINA**

Endereço: Área Administrativa da CST - Carapina - Serra

Estão instalados na Estação monitores de PTS e PM10 visando dar cobertura a alguns bairros da Serra não atingidos por outras estações de medição. Situada em local de baixo mérito, a estação apresenta elevada redundância com a Estação Jardim Camburi, para a maioria dos gases monitorados pela rede. No entanto, tornou-se necessária a sua inclusão na rede para cobrir locais não cobertos pelas demais estações candidatas. Esta estação captar 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. Encontra-se instalados na Estação Carapina, equipamentos de monitoramento da direção e velocidade do vento, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação solar.

• ESTAÇÃO LARANJEIRAS

Endereço: Hospital Dório Silva - CIVIT - Serra

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

6. METEOROLOGIA – RESULTADOS

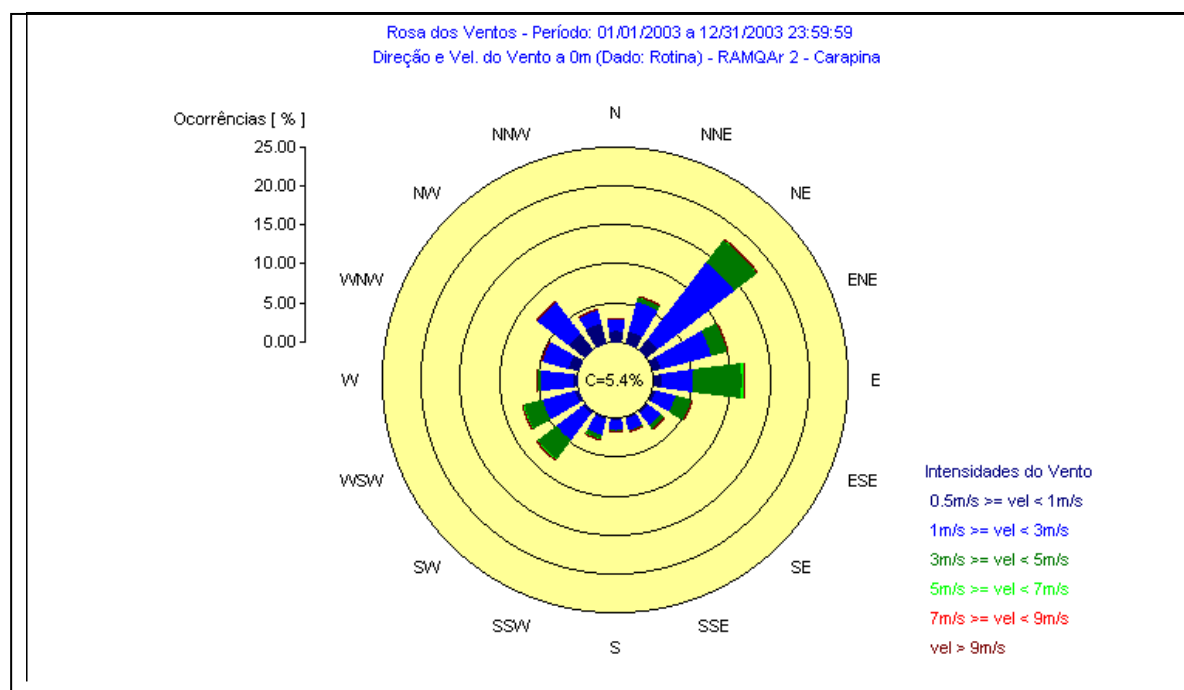
A qualidade do ar de uma determinada região está diretamente relacionada com o número de fontes de emissão e com as condições meteorológicas como: direção e velocidade de vento, precipitação pluviométrica, umidade relativa, pressão barométrica e radiação solar.

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

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

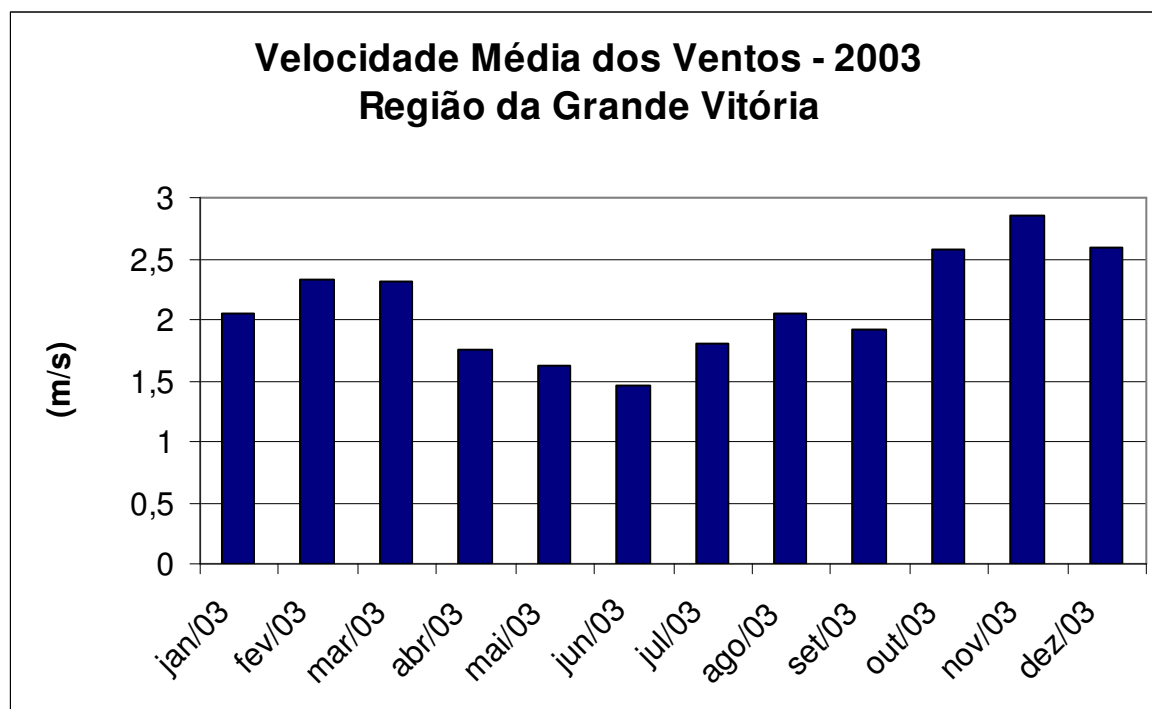
6.1 Direção e velocidade dos Ventos

As direções de ventos predominantes na Região da Grande Vitória prevaleceram nas direções (**NE** – ENE – **E**). Os ventos do quadrante com menor ocorrência foram nas direções (**N** – NNW e SE – SSE – **S**). A figura abaixo representa a rosa dos ventos no período de 01/01/2003 à 31/12/2003.



É importante salientar que o aumento da velocidade dos ventos facilita a dispersão dos poluentes gasosos na atmosfera, porém aumenta as concentrações de particulados na mesma. Isso pode ser observado nos períodos de menor incidência de chuvas onde ocorre aumento significativo de poeira nas vias de tráfego de veículos e pátios com solos expostos. A rosa dos ventos do ano de 2003 acima mostra que os ventos mais fortes ocorreram em todas as direções praticamente (ventos acima de 9 m/s), porém com uma frequência extremamente baixa.

No entanto, consideramos bastante freqüentes os ventos de velocidade acima de 5 m/s, com frequência aproximada de 20% no período. Estes ventos foram mais freqüentes nas direções E, SW e SSW.

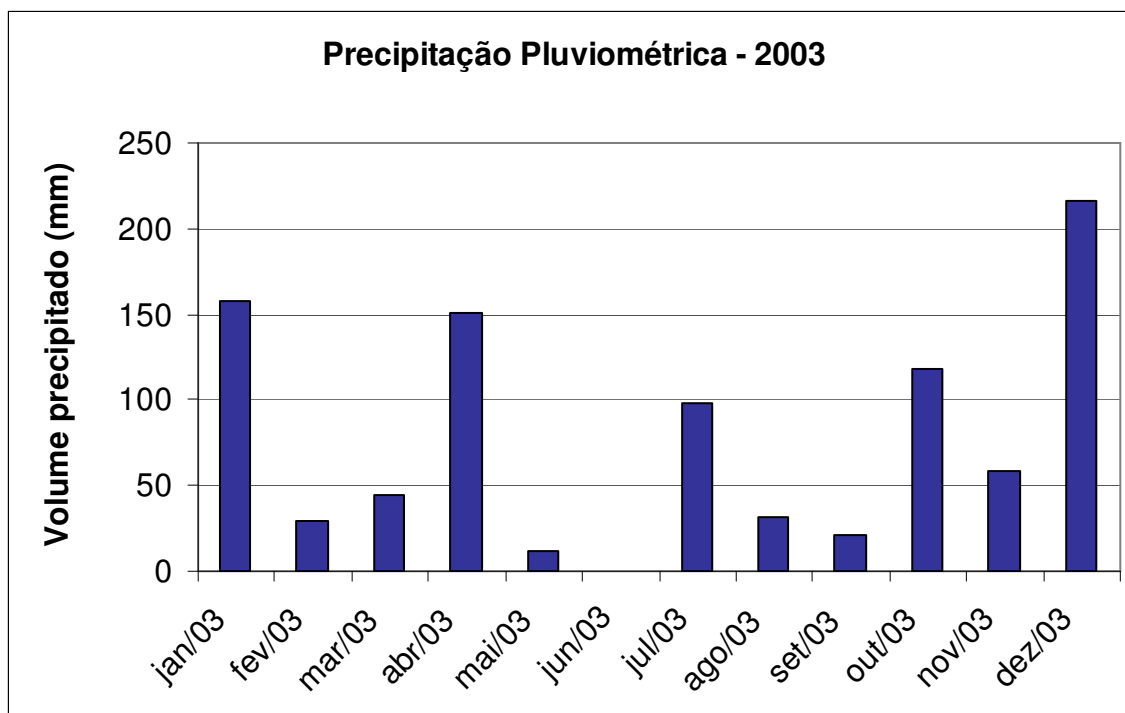


No gráfico acima estão representadas as velocidades médias mensais dos ventos na Grande Vitória no ano de 2003. Pode-se verificar que os períodos mais favoráveis para a dispersão de poluentes gasosos são os meses de verão, pois apresentam maiores velocidades médias. Já os meses desfavoráveis são os meses de inverno com menores velocidades.

Uma característica de Qualidade do Ar que diferencia a Grande Vitória dos outros Centros Urbanos é que o acréscimo da velocidade do vento favorece o aumento das concentrações de Material Particulado.

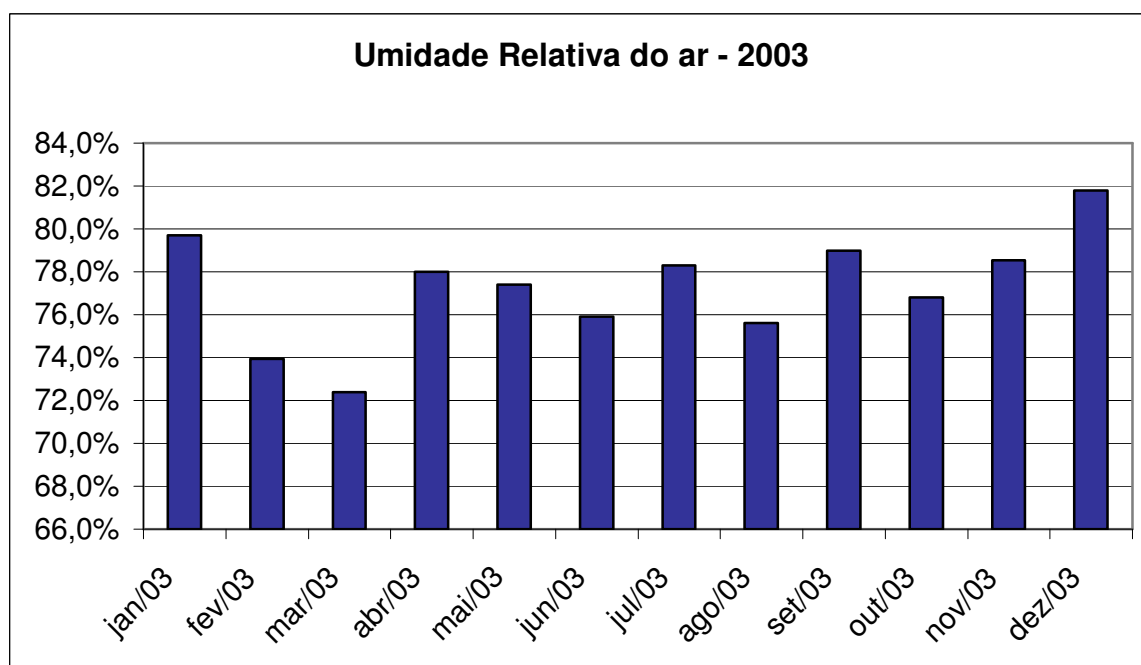
6.2 Precipitação Pluviométrica

O gráfico a seguir mostra os índices de chuva no período de 01/01/2003 à 31/12/2003. O primeiro semestre de 2003 se caracterizou por um período com índices relativamente altos, embora junho tenha sido o mês mais seco. O segundo semestre de 2003 apresentou os índices mais elevados e alcançou o volume maior de chuva em dezembro. Dezembro foi um mês de volume de chuva anormal se comparado com o mesmo período em anos anteriores. E o volume precipitou em espaços de tempo muito curtos, causando diversos problemas à população.



6.3. Umidade Relativa do Ar

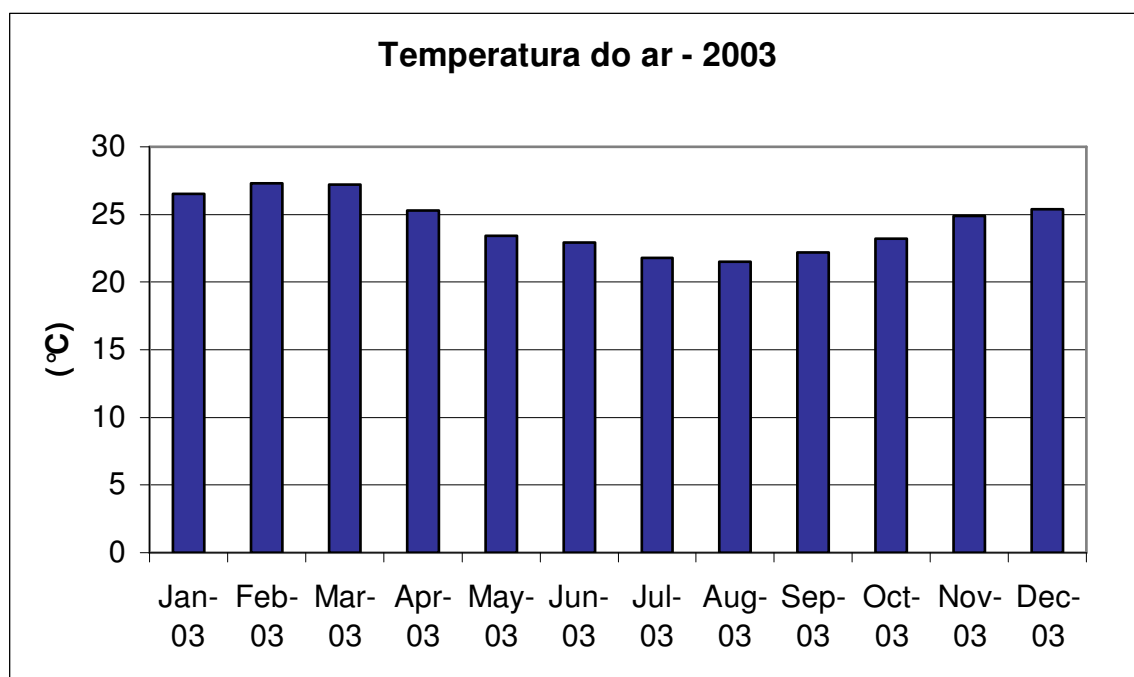
Assim como pode ser observado com os dados pluviométricos, os períodos de maior umidade foram os meses janeiro e dezembro, sendo esse último o mês de maior índice pluviométrico.



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

6.4 Temperatura do Ar

O gráfico abaixo mostra as médias mensais da temperatura ao longo do ano de 2003. A Região da Grande Vitória é caracterizada por um verão com temperaturas elevadas e inverno com temperaturas amenas que raramente ficam abaixo de 18º C.

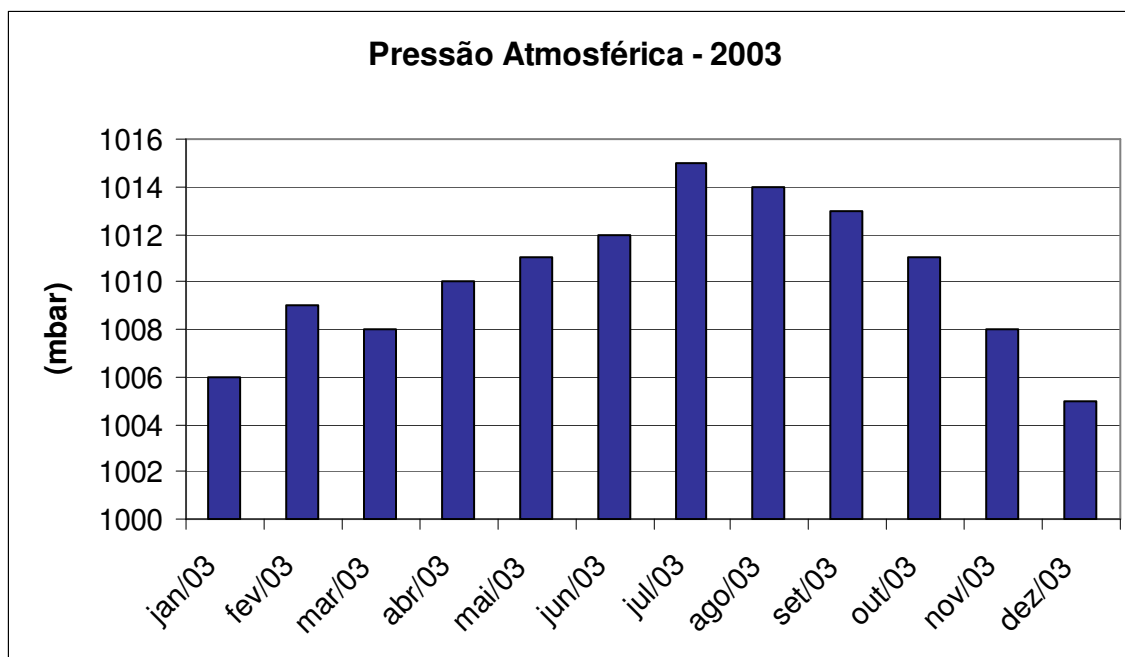


As temperaturas mais elevadas, associadas com outros parâmetros meteorológicos, facilitam a dispersão de poluentes gasosos e favorece, na Grande Vitória, o aumento de concentrações de particulados em períodos sem chuva.

6.5 Pressão Atmosférica

O comportamento da pressão atmosférica no ano de 2003 permaneceu estável na faixa de 1000 a 1020 mbar.

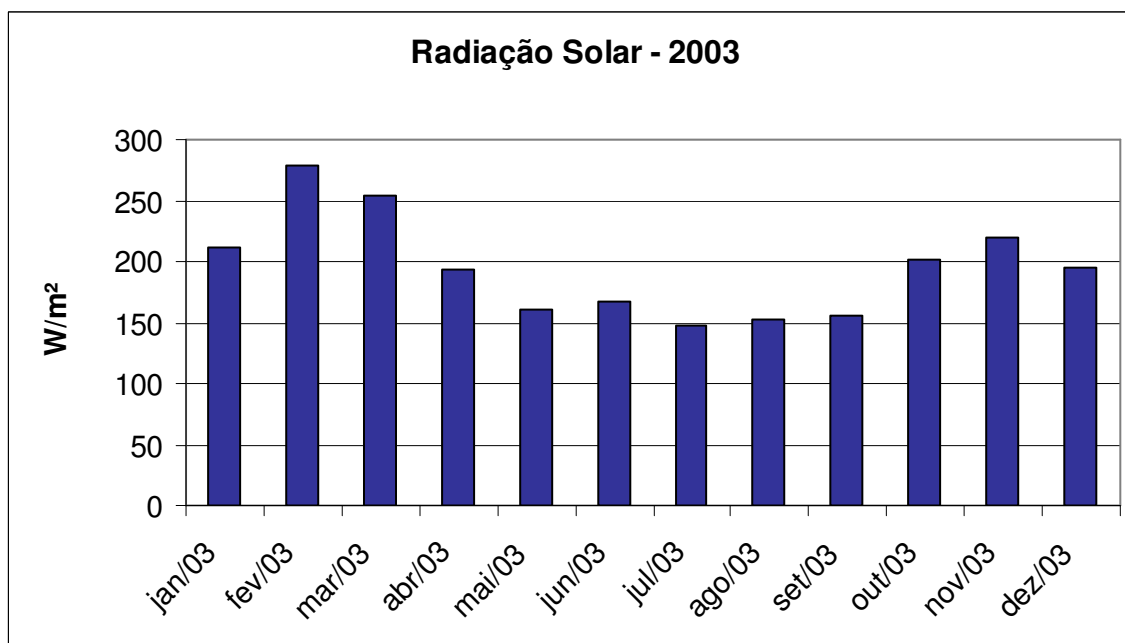
Como se pode observar no gráfico abaixo, no período de inverno a pressão atmosférica teve um pequeno acréscimo. Períodos de pressão atmosférica mais elevada desfavorecem a dispersão de poluentes gasosos na atmosfera.



6.6 Radiação solar

A determinação do comportamento da radiação solar é importante para o cruzamento dos dados dos poluentes oxidantes fotoquímicos com o ozônio (O_3).

Como é possível observar no gráfico abaixo, o mês de maior radiação solar na Região foi fevereiro com radiação solar média de 278 W/m^2 .



Períodos de velocidades de ventos baixos e pressão atmosférica elevada associados com a radiação solar facilitam o crescimento de concentrações de poluentes oxidantes fotoquímicos.

7. QUALIDADE DO AR DA GRANDE VITÓRIA - RESULTADOS

7.1 REDE AUTOMÁTICA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

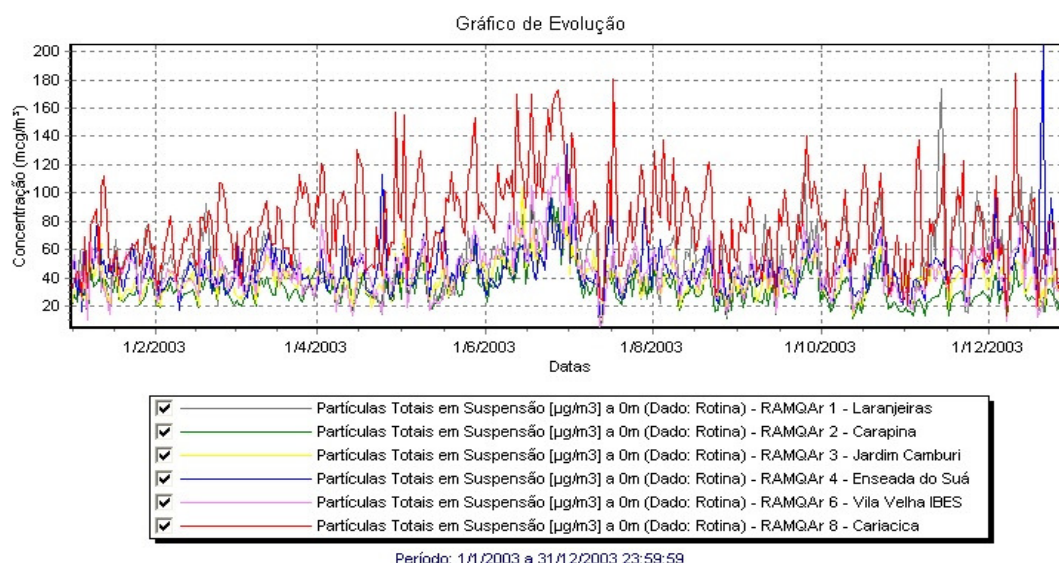
ESTAÇÃO	POLUENTE	CONCENTRAÇÃO MÉDIA 2003
Laranjeiras	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	49
	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	31
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9
	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	19
	CO (ppm)	432
	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	33
Carapina	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	33
	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	23
Jd. Camburi	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40
	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	28
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11
	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24
Enseada do Suá	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	47
	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	28
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15
	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	23
	CO (ppm)	601
	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	29
Vila Velha - Centro	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	25
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8
Vila Velha - IBES	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	45
	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	25
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11
	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18
	CO (ppm)	510
	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36
Cariacica	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	78
	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	45
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9
	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	25
	CO (ppm)	381
	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	29

A Resolução CONAMA determina intervalos de amostragem para cada poluente na determinação das concentrações para atender os padrões de qualidade do ar. Conforme a tabela acima, as concentrações máximas para esses intervalos de medição não violaram o padrão estabelecido para cada poluente.

7.1.1. PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO

Exposição a Curto Período (Médias Móveis de 24horas)

Período: 01/01/2003 à 31/12/2003

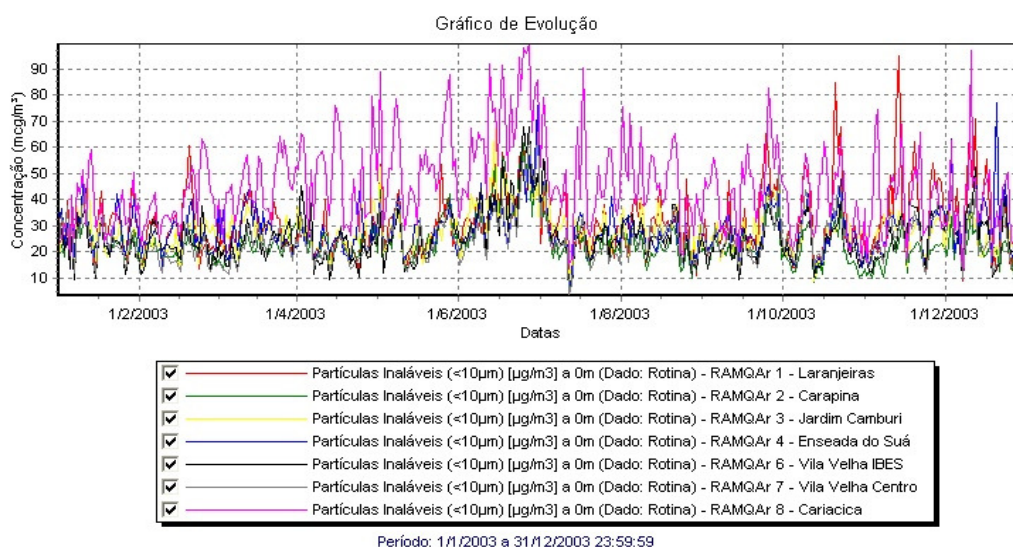


Como é possível observar no gráfico acima, ao longo do ano os valores de PTS (Partículas Totais em Suspensão) não ultrapassaram o valor fixado pela Resolução CONAMA.

7.1.2. PARTÍCULAS INALÁVEIS

Exposição a Curto Período (Médias Móveis de 24horas)

Período: 01/01/2003 à 31/12/2003

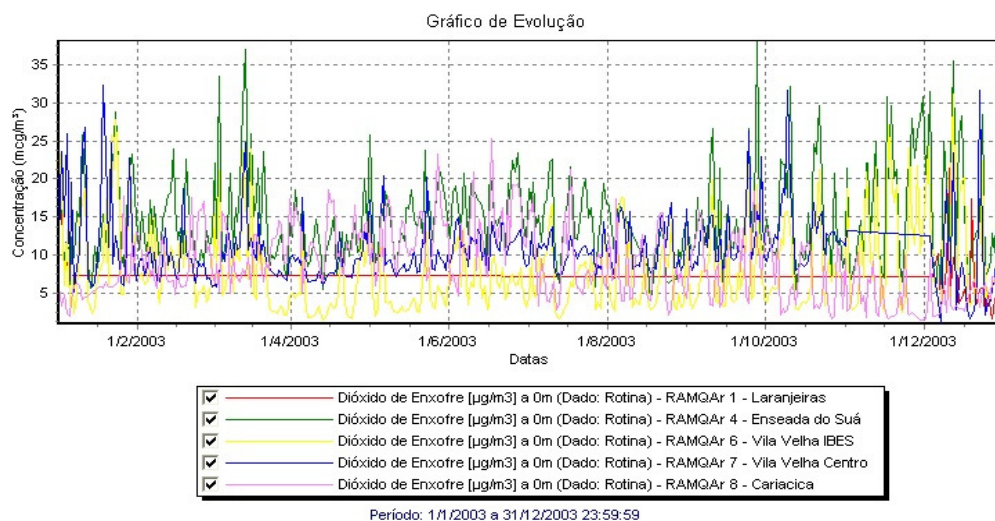


Também neste gráfico, é possível observar que, ao longo do ano os valores de PM10 (Partículas Inaláveis menores de 10 μm) não ultrapassaram o valor fixado pela Resolução CONAMA.

7.1.3. DIÓXIDO DE ENXOFRE

Valores de medição de SO₂

Período: 01/01/2003 à 31/12/2003



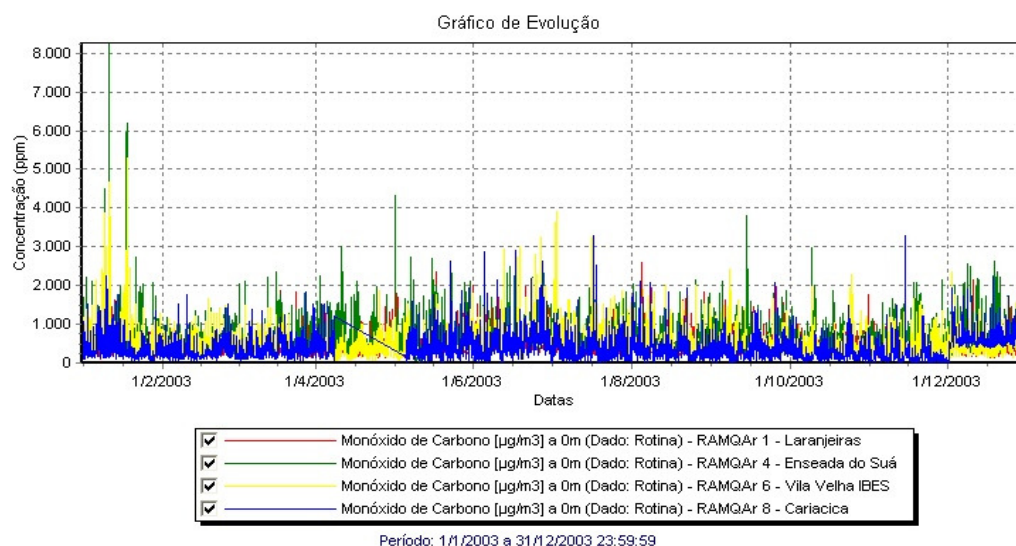
É possível observar, analisando o gráfico acima, que, ao longo do ano, os valores de SO₂ se mantiveram bem abaixo do valor fixado pela Resolução CONAMA.

7.1.4. MONÓXIDO DE CARBONO – CO

Exposição a curto período – CO

Valores de medição de CO

Período: 01/01/2003 à 31/12/2003



O comportamento do CO pode ser verificado pelos próprios Índices de Qualidade do Ar, por se tratar de um poluente com padrões de médias de concentrações com intervalos de 8 horas. Não houve violação dos padrões (10.000 mcg/m³) para esse poluente nesse intervalo de monitoramento.

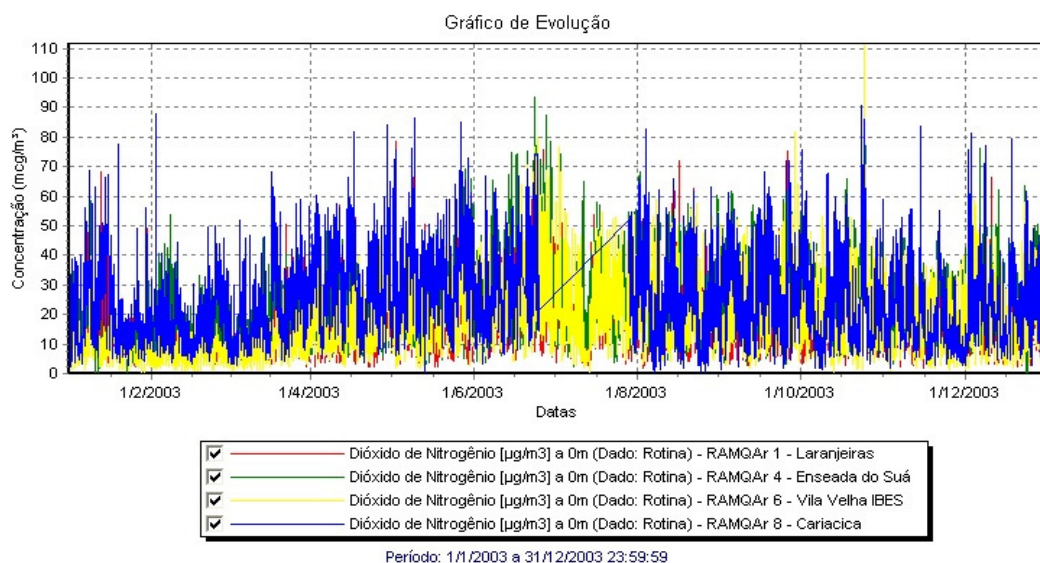
Todos os valores de IQA para Monóxido de Carbono foram classificados como 'Bom'.

7.1.5. DIÓXIDO DE NITROGÊNIO – NO₂

Exposição em Curto Período – NO₂

Valores de medição de NO₂

Período: 01/01/2003 à 31/12/2003



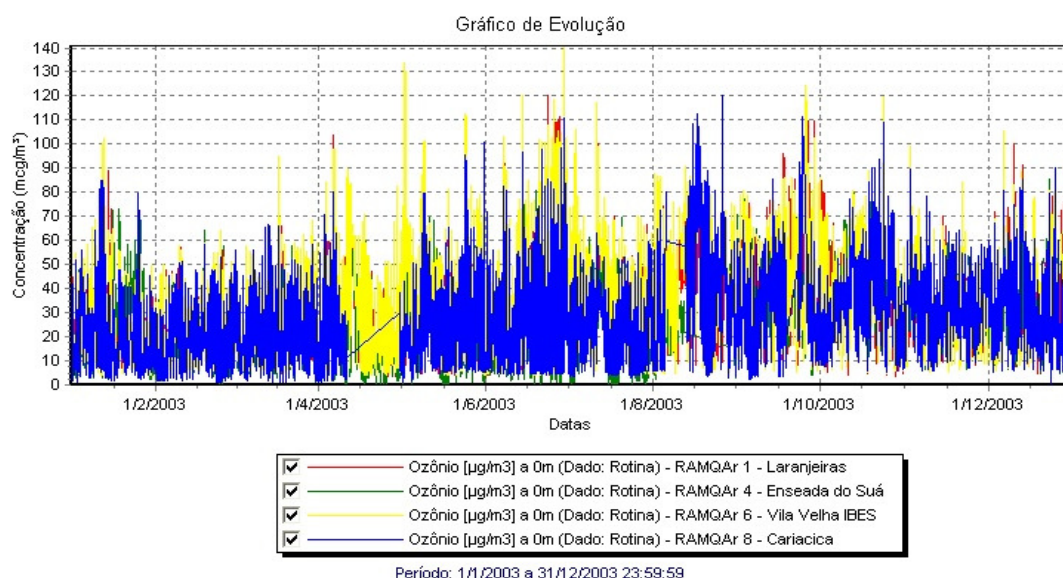
O comportamento do NO₂ pode ser verificado pelos próprios Índices de Qualidade do Ar, por se tratar de um poluente com padrões de médias horárias.

7.1.6. OZÔNIO – O₃

Exposição a Curto Período – O₃

Valores de medição de O₃

Período: 01/01/2003 à 31/12/2003



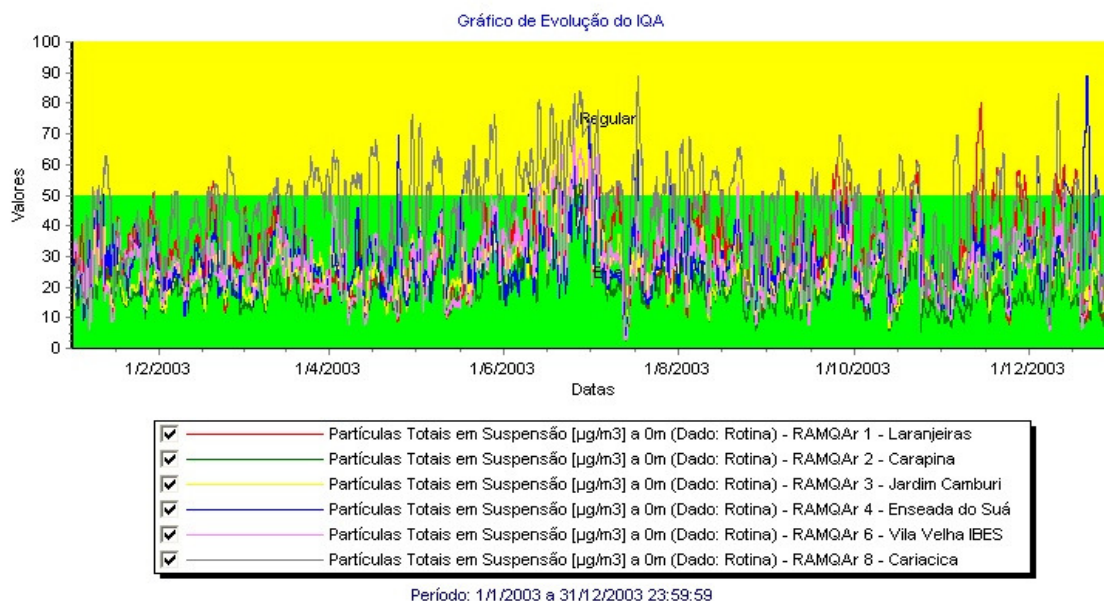
O comportamento do O₃ pode ser verificado pelos próprios Índices de Qualidade do Ar, por se tratar de um poluente com padrões de médias horárias.

7.1.7. HIDROCARBONETOS – HC

Não foi possível efetuar a análise dos índices de hidrocarbonetos, pois ainda não existe um padrão de Qualidade do Ar para este poluente.

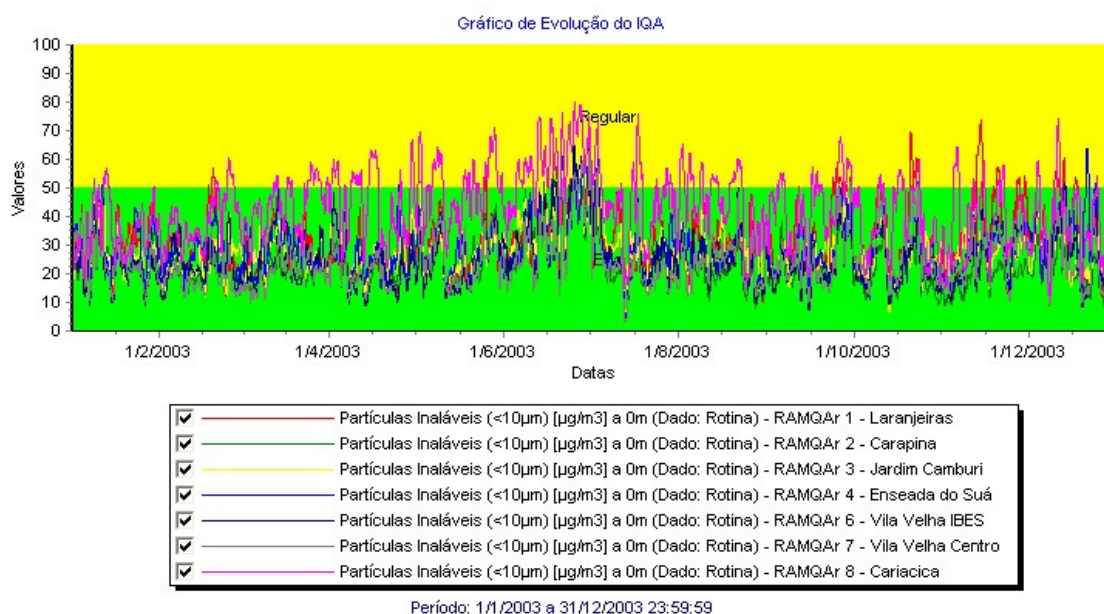
7.2. RESULTADOS DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR

7.2.1. PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO - PTS



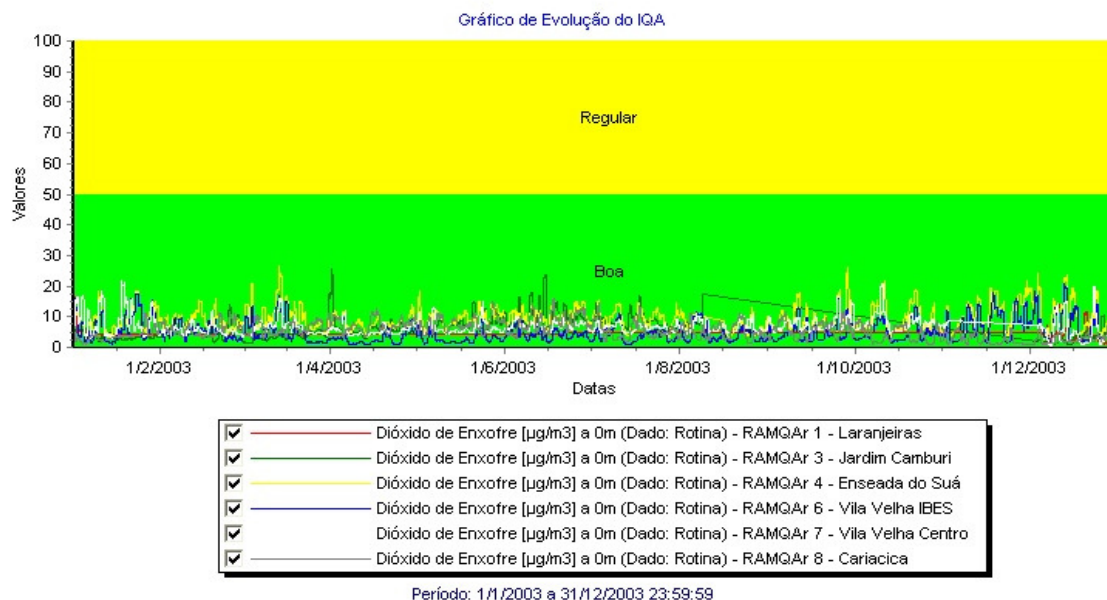
Como é possível verificar no gráfico acima, em nenhum momento o índice 'Regular' foi ultrapassado.

7.2.2. PARTÍCULAS INALÁVEIS



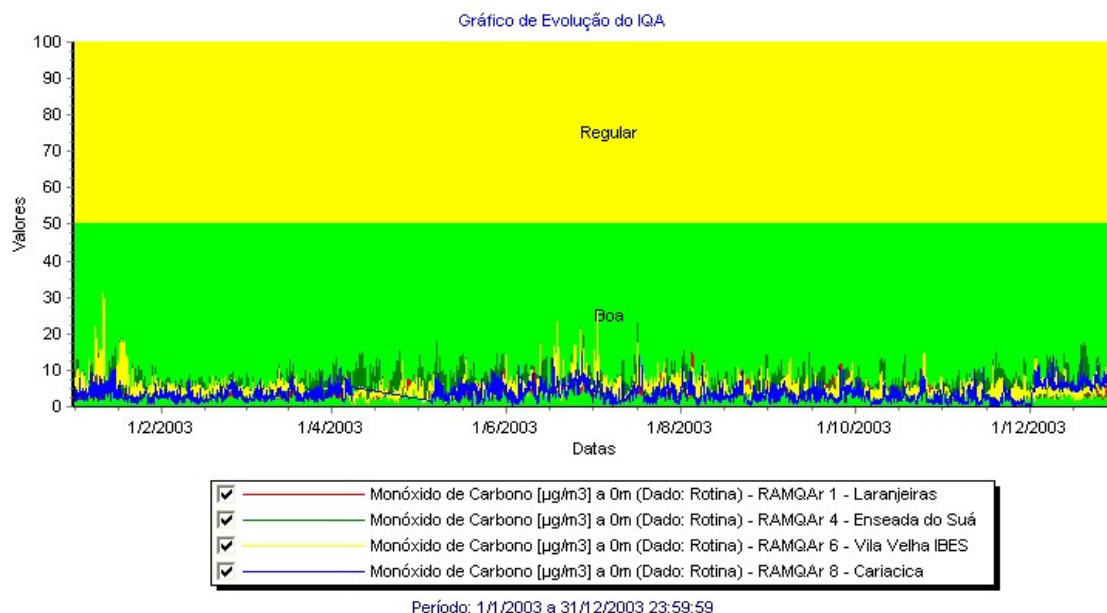
Como é possível verificar no gráfico acima, em nenhum momento o índice 'Regular' foi ultrapassado.

7.2.3. DIÓXIDO DE ENXOFRE



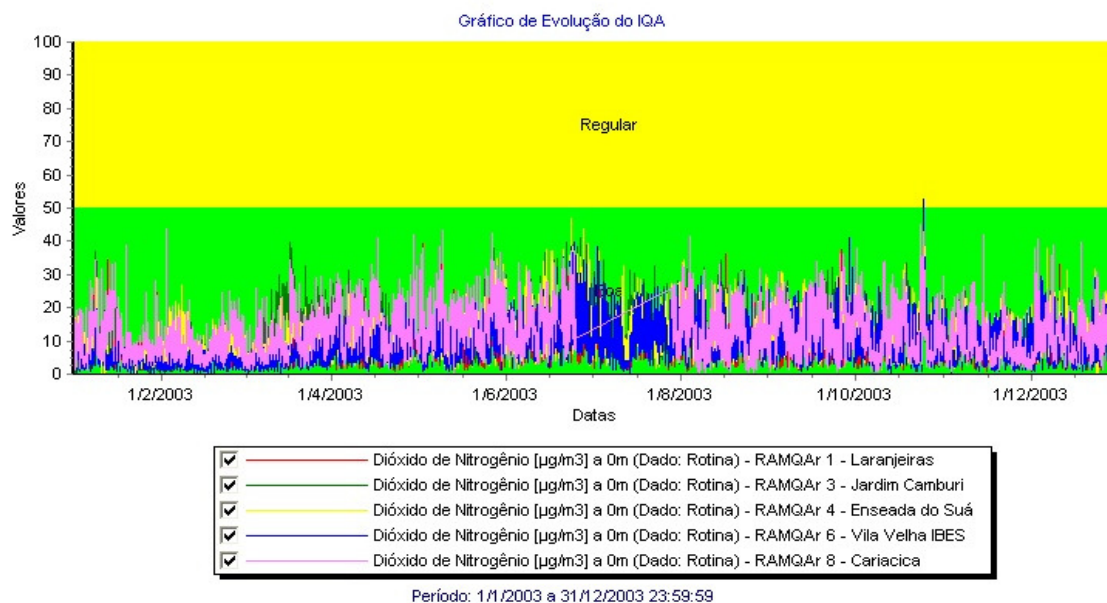
Como é possível verificar no gráfico acima, em nenhum momento o índice 'Bom' foi ultrapassado.

7.2.4. MONÓXIDO DE CARBONO



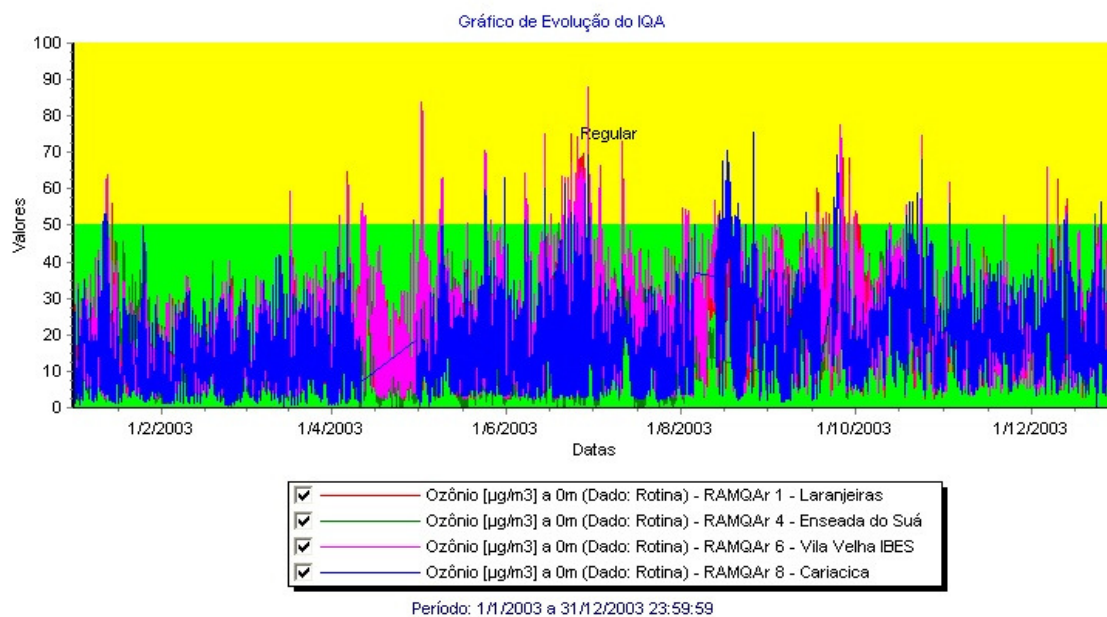
Como é possível verificar no gráfico acima, em nenhum momento o índice 'Bom' foi ultrapassado.

7.2.5. DIÓXIDO DE NITROGÊNIO



Como é possível verificar no gráfico acima, em nenhum momento o índice 'Regular' foi ultrapassado.

7.2.6. OZÔNIO



Como é possível verificar no gráfico acima, em nenhum momento o índice 'Regular' foi ultrapassado.

7.3. DETERMINAÇÃO DE PERÍODOS CRÍTICOS DE CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES

As análises dos períodos críticos são baseadas em gráfico 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.

PTS – 14:00h às 19:00h (Estação Cariacica), 07:00h às 9:00h e 17:00h às 19:00h (Estação de Jardim Camburi), 13:00h às 16:00h (Estação Laranjeiras).

PM10– 06:00h às 09:00h (Estação Cariacica), 07:00h às 10:00h (Estação Laranjeiras)

SO₂ – 12:00 às 17:00h (Enseada do Suá)

CO – 15:00h às 21:00h (Enseada do Suá)

NO₂ – 06:00h às 9:00h e 17:00 às 21:00 (Estação Cariacica)

O₃ – 10:00h às 17:00h (Estações Laranjeiras, Enseada do Suá, Vila Velha IBES e Cariacica)

8 - CONCLUSÕES

Com base nos dados de monitoramento realizados pela rede automática e nos padrões legais determinados pelo CONAMA, a Região da Grande Vitória apresentou, para o ano de 2003, qualidade do ar inserido na categoria “boa”.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB (1998), Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo , São Paulo.

CETESB (1994), Legislação Estadual, Controle de poluição ambiental - Estado de São Paulo (atualizado até novembro), São Paulo.

CETESB (1999), Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo , São Paulo.

Environmental Protection Agency (1980) , Code of Federal Regulations , title 40 , pp. 638 - 669 , 1994 - Washington D.C.

Environmental Protection Agency (1982) , Code of Federal Regulations , title 40 , pp. 611 - 616 , 1994 - Washington D.C.

Environmental Protection Agency (1994), The pollutant standards Index, Measuring air quality, Washington - D.C.

Environmental Protection Agency (1991) , Clean Air Act Amendments of 1990, Code of Federal Regulations , Vol. 42 sec. 7412 (6)(2).

Environmental Protection Agency (1995), Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, National Air Pollutant Emission Trends - 1990 - 1994 , EPA - 454/R - 95 -011.

(EPA-650/9-75-001-a). and Vol. 2 (EPA-650/9-75-001-b). United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1974.

IBAMA (1992), Resoluções CONAMA, 1984/91, 4a. ed. rev. e aum, Brasília

Martin et.al. (1974), "The World's Air Quality Management Standards," Vol. 1

Oliveira, S. et al. (1996), Nova tecnologia para o monitoramento do ar, Saneamento Ambiental no. 58, 23-26.

Relatório Anual de Monitoramento de Qualidade do Ar, SEAMA, 2000/2001

Relatório Anal de Qualidade do Ar da Grande Vitória, PMV, 1999.

Ribeiro, P. (1997), Uma metodologia para avaliação da capacidade dispersiva da atmosfera em uma região específica, Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

Rede Otimizada para o Monitoramento da Qualidade do Ar da Grande Vitória, 1997.

Souza Jr, P. et all. Intelligent Receptor Modeling : A Receptor Modelling Based on Adaptative Techniques, A&WMA Conference, 2001.