

# Plano Estratégico de Qualidade do Ar **1ª Versão**

Dezembro de 2014



**Governo do Estado do Espírito Santo**  
Governador José Renato Casagrande

**Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEAMA)**  
Secretária Diane Mara Ferreira Varanda Rangel

**Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)**  
Diretor Presidente Tarcísio José Föeger

## Ficha Técnica

---

**Diretoria técnica: Elias Alberto Morgan**

**Gerência de Qualidade Ambiental: Mário Stella Cassa Louzada**

**Qualidade do ar: Alexsander Barros Silveira**

### **Equipe técnica responsável pela elaboração do texto**

**Jane Meri Santos**

Engenheira Mecânica

Mestre em Engenharia Mecânica

PhD em Engenharia Química e Tecnologias Ambientais

Universidade Federal do Espírito Santo

**Neyval Costa Reis Júnior**

Engenheiro Mecânico

Mestre em Tecnologias Ambientais

PhD em Engenharia Química e Tecnologias Ambientais

Universidade Federal do Espírito Santo

**Aminthas Loureiro Júnior**

Economista

Mestre em Economia

Especialista em Políticas Públicas

Universidade Federal do Espírito Santo

### **Equipe técnica de apoio**

**Taciana Toledo de Almeida Albuquerque**

Meteorologista

Mestre em Ciências Atmosféricas

Doutora em Ciências Atmosféricas

Universidade Federal de Minas Gerais

**Davidson Martins Moreira**

Físico

Mestre em Física

Doutor em Engenharia Mecânica

SENAI – BA

**Valdério Anselmo Reisen**

Matemático

Mestre em Estatística

Doutor em Estatística

Universidade Federal do Espírito Santo

## Apresentação

---

A SEAMA, em conjunto com o IEMA, visa orientar as ações da sociedade espírito-santense para o uso sustentável dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida.

O recente Decreto Estadual 3463-R, de 16 de dezembro de 2013, estabeleceu metas e novos padrões de qualidade do ar que permitem, de forma estratégica, avançar no controle da qualidade do ar por meio do cumprimento das metas que resultarão no alcance dos padrões finais que foram baseados, para a maioria dos poluentes, nas diretrizes da Organização Mundial de Saúde. Além disso, foram incluídos valores referenciais para partículas sedimentadas (poeira sedimentada) e partículas finas (MP<sub>2,5</sub>). Esse mesmo decreto estabeleceu ainda que a SEAMA, em conjunto com o IEMA, deverá elaborar um Plano Estratégico de Qualidade do Ar (PEQAr) com o objetivo de definir diretrizes, ações e instrumentos, visando o atendimento gradativo das metas intermediárias até a adoção dos padrões finais (Diretrizes da OMS para a maioria dos poluentes. Tudo isso representa um avanço em relação à legislação nacional vigente e um passo significativo na melhoria da qualidade de vida da população.

O Relatório de Qualidade do Ar do ano de 2013 (IEMA, 2014) mostrou que: (i) não houve ultrapassagem do padrão CONAMA em nenhuma das estações, exceto para partículas totais em suspensão (PTS) em Cariacica onde houve ultrapassagem dos padrões CONAMA secundário e primário para curta exposição e do padrão CONAMA secundário para longa exposição, (ii) não houve ultrapassagem da meta intermédia MII (atual valor legal de referência), exceto para o poluente PTS na estação Cariacica, (iii) não houve ultrapassagem da MII para partículas sedimentadas (ou poeira sedimentada) em nenhuma das estações, entretanto, as taxas de deposição foram superiores ou muito próximas a 5g/m<sup>2</sup>.30 dias.

Entretanto, para atender a nova legislação estadual, é importante acompanhar também as metas futuras. O Relatório de Qualidade do Ar de 2013 já evidenciou a necessidade de se controlar, de forma urgente, as emissões para os poluentes PTS em Cariacica, e de forma planejada em toda a RMGV, os poluentes partículas sedimentadas (PS), partículas com diâmetro inferiores a 10 µm (MP<sub>10</sub>) e SO<sub>2</sub>. Esse mesmo relatório evidenciou, também, que será necessário planejar a operação e expansão da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAr) instalada na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), além de realizar a revisão do inventário de

fontes para incorporar novas fontes da RMGV, fontes de outras regiões do ES e as variações nas emissões industriais e veiculares desde a elaboração do último inventário em 2010. A RAMQAr e o inventário de emissões, juntamente com modelos de dispersão atmosférica de poluentes, bem como outros, são instrumentos que auxiliam a elaboração e implementação das diretrizes delineadas no Plano Estratégico de acordo com a política da SEAMA e do IEMA para a qualidade do ar no Estado do Espírito Santo.

Para a elaboração do PEQAr para o Estado do Espírito Santo, a SEAMA e o IEMA, com o apoio técnico de parceiros da comunidade científica capixaba, estabeleceram um método que consiste de duas dimensões para sua execução: técnica e institucional. A dimensão técnica consiste em fornecer ferramentas, informações e dados a fim de estabelecer o “estado da arte” de tecnologias na temática da qualidade do ar e subsidiar a construção e implementação do PEQAr. Os trabalhos a serem desenvolvidos na dimensão técnica serão aqueles já definidos pela SEAMA e IEMA, constantes no texto do Decreto Estadual 3463-R e outros a serem identificados na dimensão institucional do planejamento. Esses trabalhos serão realizados por técnicos do IEMA, da comunidade científica e de prestadores de serviços especializados. A dimensão institucional consiste na elaboração de documento propositivo com política, diretrizes, projetos, ações e instrumentos destinados à melhoria da qualidade do ar, propiciando a convergência das informações derivadas da dimensão técnica. A dimensão institucional será desenvolvida em duas fases: diagnóstica e propositiva. Ambas as fases serão realizadas considerando os diferentes ambientes de governabilidade e atores existentes na área de qualidade do ar no ES. Ou seja, a dimensão institucional terá caráter participativo da sociedade civil organizada e de setores públicos e privados que identificarão as metas para a qualidade do ar no ES, fundamentados no Decreto Estadual 3463-R, e estabelecerão a forma mais adequada de cumprimento das metas com o esforço e trabalho de todos.

O presente documento apresenta o Planejamento Estratégico da Qualidade do Ar conforme estabelecido no Decreto Estadual 3463-R. Mais uma vez, vimos cumprir com grande entusiasmo, dedicação e responsabilidade a nossa tarefa relativa ao desenvolvimento e execução de políticas públicas ambientais a fim de assegurar melhorias na qualidade de vida da população espírito-santense.

**Diane Mara Ferreira Varanda Rangel**  
**Secretária Estadual de Meio Ambiente**  
**SEAMA**

**Tarcísio José Föeger**  
**Diretor Presidente**  
**IEMA**

## Lista de Tabelas

---

Tabela 2.1. Emissões dos poluentes para cada grupo de fontes analisado no inventário (Fonte: EcoSoft, 2011). .....	19
Tabela 3.1. Cronograma de atividades .....	44

## Lista de Figuras

---

- Figura 2.1. Evolução temporal do número de reclamações (%) recebidas pelo IEMA entre 2009 e 2013 por meio do canal de reclamações (por meio de ligação telefônica ou sítio de internet). 15
- Figura 2.2 Localização das fontes de emissão de poluentes atmosféricos na RMGV: (a) fontes industriais; (b) vias de tráfego primárias consideradas para estimativa das emissões veiculares e (c) manchas urbanas dos municípios da RMGV (Fonte: EcoSoft, 2011). ..... 18
- Figura 2.3. Contribuições percentuais de cada grupo de fontes emissoras para as emissões de na RMGV: (a) PTS, (b) MP<sub>10</sub>, (c) MP<sub>2,5</sub>, (d) SO<sub>2</sub>, (e) NO<sub>x</sub>, (f) CO e (g) COV (Fonte: EcoSoft, 2011). ..... 20
- Figura 2.4. Contribuições médias de cada um dos grupos de fontes para a taxa de deposição de partículas. Fonte: Santos e Reis (2011). ..... 23
- Figura 2.5. Contribuições de cada grupo de fontes para as concentrações de PTS na atmosfera para diferentes direções do vento na estação de monitoramento localizada na Enseada do Suá. Fonte: Pestana (2011). ..... 25
- Figura 2.6. Evolução anual da frota de veículos automotores registrados nos municípios da RMGV de 2003 a 2013 (Fonte: DENATRAN, 2014). ..... 26
- Figura 2.7. Evolução anual da taxa de crescimento da frota de veículos automotores registrados na RMGV de 2004 a 2013 (Fonte: DENATRAN, 2014). ..... 26
- Figura 2.8. Concentrações de material particulado médias para o ano de 2013 nas estações da RAMQAr: (a) máxima média de 24h de MP<sub>10</sub>, (b) concentração média anual de MP<sub>10</sub>, (c) máxima média de 24h de PTS, (b) concentração média anual de PTS. PQAr indica o padrão nacional de qualidade do ar. MI1-ES, MI2-ES e MI3-ES são as metas intermediárias. OMS representa a diretriz da Organização Mundial de Saúde para o referido poluente, que equivale ao padrão final preconizado na legislação estadual (PF-ES). Valores destacados com \* são considerados não-representativos. Fonte: IEMA (2014). ..... 28
- Figura 2.9. Séries temporais das concentrações médias anuais de MP<sub>10</sub> e PTS nas estações da RAMQAr. Fonte: IEMA (2014). ..... 29

Figura 2.10. Número de dias de ultrapassagem da diretriz da OMS para o poluente MP <sub>10</sub> (curta exposição) entre os anos 2008 e 2013 nas estações (a) Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá, VIX-Centro e (b) Ibes, VV-Centro e Cariacica. Fonte: IEMA (2014). .....	30
Figura 2.11. Série temporal da taxa de deposição de partículas para o período abril de 2009 a março 2013 para as estações (a) Vix-Centro, Ibes, VV-Centro e Cariacica, (b) Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi e Enseada do Suá e (b) SENAC, Ítalo e Banca Cultura. Fonte: IEMA (2014). .....	31
Figura 2.12. Concentrações de SO <sub>2</sub> nas estações da RAMQAr no ano 2013: (a) máxima média de 24h, (b) concentração média anual. PQAr indica o padrão nacional de qualidade do ar. MI1-ES, MI2-ES e MI3-ES são as metas intermediárias. OMS representa a diretriz da Organização Mundial de Saúde para o referido poluente, que equivale ao padrão final preconizado na legislação estadual (PF-ES). Valores destacados com * são considerados não-representativos. Fonte: IEMA (2014). .....	32
Figura 2.13. Séries temporais das concentrações médias anuais de SO <sub>2</sub> nas estações da RAMQAr. Fonte: IEMA (2014). .....	33
Figura 2.14. Número de dias de ultrapassagens da diretriz da OMS (idêntico ao do padrão final da legislação estadual) para o poluente SO <sub>2</sub> entre 2008 e 2013. Fonte: IEMA (2014). .....	34
Figura 2.15. Séries temporais das concentrações médias anuais de NO <sub>2</sub> nas estações da RAMQAr . Fonte: IEMA (2014). .....	34
Figura 3.1. Síntese da aplicação da definição dos conceitos da gestão estratégica aos itens descritos no parágrafo 2º do artigo 4º do Decreto Estadual 3463-R. ....	45

## Sumário

---

Ficha Técnica .....	3
Apresentação .....	4
Lista de Tabelas.....	6
Lista de Figuras .....	7
Sumário .....	9
1. Introdução .....	11
2. Descrição do cenário atual de qualidade do ar .....	14
2.1. Fontes de Poluição do Ar na RMGV .....	16
2.1.1. Descrição do inventário de emissões atmosféricas da RMGV .....	16
2.1.2. Descrição das fontes de poluição do ar na RMGV.....	17
2.1.3. Contribuições das fontes para os níveis de material particulado na RMGV .....	22
2.1.4. Considerações adicionais sobre as fontes de poluição do ar na RMGV .....	24
2.2. Qualidade do ar na RMGV.....	27
2.2.1. Material particulado .....	27
2.2.2. Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ).....	30
2.2.3. Dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> ).....	33
2.2.4. Ozônio (O <sub>3</sub> ) .....	34
2.2.5. Monóxido de carbono (CO) .....	34
2.3. Considerações Gerais .....	35
3. Método para construção do PEQAr.....	37
3.1. Referencial teórico da metodologia de planejamento e gestão estratégica .....	38

3.2.	Dimensão institucional na confecção do PEQAr .....	42
3.3.	Dimensão técnica na confecção do PEQAr.....	44
4.	Abordagem às diretrizes ações e instrumentos, indicados pelo Decreto Estadual 3463-R .	49
4.1.	Inventário de fontes fixas e móveis, com metodologias divulgadas publicamente.....	50
4.2.	Modelagem matemática e estocástica de poluentes .....	53
4.2.1.	Modelagem da dispersão atmosférica de poluentes para fins de gestão da qualidade do ar .....	53
4.2.2.	Modelagem estocástica para associação entre poluição do ar e o impacto causado à saúde .....	55
4.3.	Utilização de modelo receptor e fomento ao desenvolvimento de novas metodologias, cientificamente acreditadas; .....	57
4.4.	Planos de ações dos principais setores poluidores visando o atendimento dos padrões de qualidade do ar e Estudos para adoção de medidas de fomento a ações que levem à redução de emissões de poluentes atmosféricos.....	59
4.5.	Acompanhamento das melhores práticas de gestão nacionais ou internacionais para a melhoria da qualidade do ar .....	60
4.6.	Dotar o Poder Público de ferramentas e pessoal necessário para execução das ações previstas no presente instrumento .....	61
4.7.	Avaliação e planejamento da expansão do monitoramento da qualidade do ar no Estado do Espírito Santo .....	63
4.8.	Implantação das medidas previstas no Plano de Controle de Poluição Veicular (PCPV) .....	65
4.9.	Priorização para a renovação da Licença de Operação dos empreendimentos integrantes do PEQAr condicionando-os às exigências técnicas especiais.....	67
4.10.	Resumos das atividades.....	69
5.	Considerações finais.....	73
6.	Referências .....	74

# 1. Introdução

---

Recentemente, o Governo do Estado do Espírito Santo, por meio do Decreto Estadual 3463-R, de 16 de dezembro de 2013, estabeleceu novos padrões estaduais de qualidade do ar. Foram incluídos além daqueles poluentes já previstos pela resolução CONAMA nº 03/90, o material particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte igual a 2,5 µm (MP<sub>2,5</sub>) e as partículas sedimentadas (PS). O Decreto introduz o conceito de Metas Intermediárias (MI), que são estabelecidas como valores temporários a serem cumpridos em etapas, visando à melhoria gradativa da qualidade do ar, e Padrões Finais (PF), que representam os alvos de longo prazo. Foram estabelecidas 3 MI que levam ao atendimento gradual do PF, fundamentado nas diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS).

Adicionalmente, no artigo 4º do Decreto Estadual 3463-R, de 16 de dezembro de 2013 está determinado que a SEAMA, em conjunto com o IEMA, deve elaborar um Plano Estratégico de Qualidade do Ar (PEQAr), com o objetivo de definir, diretrizes, ações e instrumentos a serem realizadas visando o atendimento dos padrões de qualidade do ar. Está estabelecido, ainda, que o PEQAr deverá conter, no mínimo, as seguintes diretrizes, ações e instrumentos:

- I.** Inventário de fontes fixas e móveis, com metodologias divulgadas publicamente;
- II.** Modelagem matemática e estocástica de poluentes;
- III.** Utilização de modelo receptor e o fomento ao desenvolvimento de novas metodologias, cientificamente acreditadas;

- IV.** Planos de ações dos principais setores poluidores visando o atendimento dos padrões de qualidade do ar;
- V.** Estudos para adoção de medidas de fomento a ações que levem à redução de emissões de poluentes atmosféricos;
- VI.** Acompanhamento das melhores práticas de gestão nacionais ou internacionais para a melhoria da qualidade do ar;
- VII.** Avaliação e planejamento da expansão do monitoramento da qualidade do ar no Estado do Espírito Santo;
- VIII.** Implantação das medidas previstas no Plano de Controle de Poluição Veicular (PCPV);
- IX.** Priorização para a renovação da Licença de Operação dos empreendimentos integrantes do PEQAr;
- X.** Caberá ao Sistema Estadual de Meio Ambiente por meio da SEAMA/IEMA dotar o Poder Público de ferramentas e pessoal necessário para execução das ações previstas no presente instrumento.

É possível dividir as atividades necessárias para elaboração do PEQAr em duas dimensões: técnica e institucional. A dimensão técnica consiste em atividades de análise técnico/científica com o objetivo de subsidiar a construção do PEQAr, visando estabelecer o “estado da arte” de tecnologias e fornecer ferramentas, informações e dados que subsidiarão as proposições elaboradas no domínio institucional. A dimensão institucional consiste na elaboração de documento propositivo com políticas, diretrizes, ações e instrumentos destinados ao monitoramento e à melhoria da qualidade do ar.

É importante enfatizar que as dimensões técnica e institucional são complementares e devem ocorrer simultaneamente, ou seja, resultados técnicos podem subsidiar novas diretrizes e/ou políticas, e novas políticas e/ou diretrizes podem requerer avanços ou aprofundamentos nos trabalhos técnicos. Dessa forma, o PEQAr deve ser um documento continuamente revisado, sempre atualizado com a base de conhecimento vigente sobre o tema. Esta é a 1ª versão deste documento, que deve ser usada como base para a construção de novas versões que conduzam a um processo de melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade do ar do Estado.

Na dimensão institucional será utilizada a metodologia de planejamento e gestão estratégica a ser implementada considerando os diferentes ambientes de governabilidade e atores existentes na área de qualidade do ar a fim de elaborar as ações para a melhoria da qualidade do ar. Serão realizadas dinâmicas de inserção dos diversos segmentos a fim de determinar, principalmente, as fontes consideradas mais importantes, o percentual esperado de redução de emissão dessas

fontes para que as metas de qualidade do ar sejam atingidas e as ações necessárias para o cumprimento dessas metas.

O presente documento está dividido em seis capítulos. Após esta introdução, o Capítulo 2 apresenta uma descrição do cenário atual da qualidade do ar na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) onde estão localizadas as estações de monitoramento da Rede Automática de Qualidade do Ar (RAMQAr), a Rede Manual de Partículas Sedimentadas e quase metade da população do estado do ES (48%), além de grandes empreendimentos industriais, comerciais e portuários. Para a descrição desse cenário, são apresentadas as fontes de poluição do ar na região com uma breve discussão sobre os principais contribuintes para o material particulado presente na atmosfera e os dados de qualidade do ar da região. O Capítulo 3 introduz os conceitos referentes à técnica de planejamento e gestão estratégica participativa que será utilizada na construção do PEQAr com suas dimensões institucional e técnica. O Capítulo 4 relaciona as diretrizes, ações e instrumentos listados no Decreto Estadual 3463-R/2013, que devem ser partes integrantes do PEAr, e indica metas e responsabilidades. O Capítulo 5 expõe as conclusões preliminares. Finalmente, o Capítulo 6 apresenta as referências utilizadas na redação deste documento.

## 2. Descrição do cenário atual de qualidade do ar

---

A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) representa uma região urbana altamente industrializada e em processo de expansão onde vive aproximadamente 48% da população do Espírito Santo e encontram-se fontes antropogênicas de poluição atmosférica, como: indústrias minero-siderúrgica, veículos automotores e portos. Consequentemente, grande parte dos problemas relacionados à qualidade do ar no Espírito Santo são localizados nessa região. Por essa razão, somente a RMGV possui dados sistematizados de acompanhamento de qualidade do ar e inventário de fontes de poluentes atmosféricos, com a confecção anual de relatórios de acompanhamento de qualidade do ar. O monitoramento da qualidade do ar em outras regiões não é sistematizado diretamente pelo IEMA, sendo principalmente efetuado por empresas como parte do monitoramento ambiental estabelecido em suas licenças de instalação e operação, tais como a Samarco para a região de Anchieta e a Fibria na região de Aracruz. Desse modo, são apresentados aqui os dados de emissões e concentrações de poluentes na atmosfera que permitem construir um panorama sobre a qualidade do ar na RMGV, mas que podem subsidiar a confecção do PEQAr para todo o Estado do Espírito Santo.

O IEMA oferece ao cidadão um canal de denúncias, que podem ser anônimas, por meio de ligação telefônica ou sítio de internet. Foram registradas entre 950 e 1500 denúncias por ano nos últimos 6 anos no Estado do Espírito Santo. As denúncias foram classificadas em 15 categorias sendo que a categoria “outros” engloba denúncias extremamente raras que não se enquadram

em nenhuma das outras categorias ou denúncias que não foram descritas de forma suficientemente clara para que fossem identificadas suas categorias. A Figura 2.1 apresenta a evolução temporal, nos últimos seis anos, do percentual de reclamações por categoria. Pode se notar que a poluição atmosférica, juntamente com a poluição hídrica, representa a maior parcela das reclamações. Assim, é possível perceber a preocupação da sociedade espírito-santense em relação a poluição atmosférica, a importância desse tema e do planejamento estratégico da qualidade do ar a fim de melhorar a qualidade do ar e prevenir eventos que possam produzir reclamações futuras.

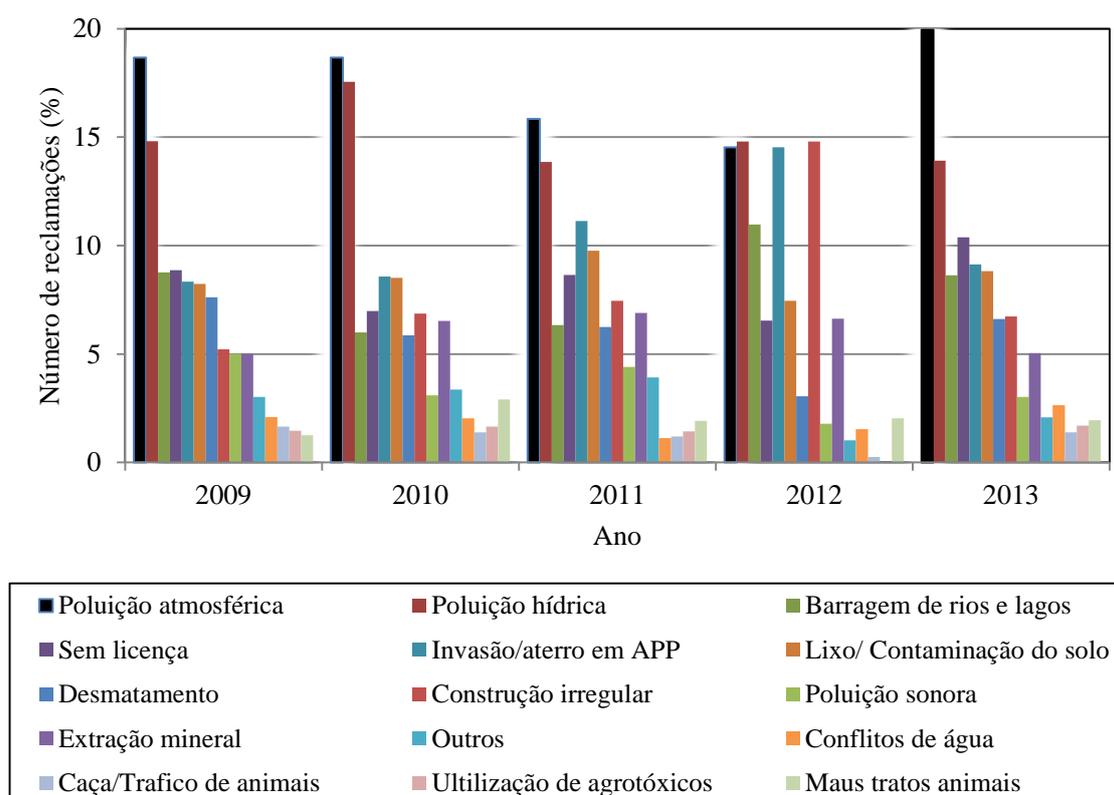


Figura 2.1. Evolução temporal do número de reclamações (%) recebidas pelo IEMA entre 2009 e 2013 por meio do canal de reclamações (por meio de ligação telefônica ou sítio de internet).

Este capítulo está dividido em 3 seções principais. A Seção 2.1 apresenta as fontes de poluição do ar na RMGV, descrevendo o inventário realizado em 2010 e suas limitações, além de apresentar as principais fontes da região e sua contribuição em relação às demais. A Seção 2.2 apresenta os dados de qualidade do ar na RMGV em 2013 e as tendências de alteração nos últimos anos. Finalmente, a Seção 2.3 apresenta considerações gerais sobre a conjuntura atual da qualidade do ar, explorando os principais pontos revelados pelo monitoramento da qualidade do ar na região.

## 2.1. Fontes de Poluição do Ar na RMGV

Este capítulo descreve as principais fontes de emissão de poluentes da RMGV, especificando sua localização, quantidade de poluentes emitidos e hierarquizando os grupos de fonte com base na magnitude de suas contribuições. Os dados de emissão apresentados constituem uma síntese construída a partir do documento “Inventário de Emissões Atmosféricas da Região da Grande Vitória”, produzido pela empresa EcoSoft Consultoria e Softwares Ambientais (EcoSoft) em parceria com o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) em 2011. Essa síntese contém as informações necessárias para o entendimento das análises, discussões e proposições apresentadas neste documento. Uma descrição detalhada do inventário e sua metodologia de elaboração podem ser obtidas em seu texto original, disponível em [www.meioambiente.es.gov.br/download/RTC10131\\_R1.pdf](http://www.meioambiente.es.gov.br/download/RTC10131_R1.pdf).

### 2.1.1. Descrição do inventário de emissões atmosféricas da RMGV

O inventário de emissões atmosféricas da RMGV apresenta os resultados do trabalho desenvolvido por meio do Acordo de Cooperação Técnica firmado entre a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEAMA), por intermédio de IEMA, e a empresa EcoSoft, objetivando a elaboração do inventário de fontes emissoras de poluentes atmosféricos industriais, veiculares, domésticas e comerciais, abrangendo os municípios de Serra, Vitória, Cariacica, Vila Velha e Viana na RMGV.

Silveira (2014) informou que o inventário realizado pela EcoSoft representa as emissões atmosféricas médias referentes aos anos de 2009 e 2010<sup>1</sup>. Os seguintes poluentes tiveram suas emissões quantificadas: PTS, MP<sub>10</sub>, MP<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO e hidrocarbonetos (HC) ou compostos orgânicos voláteis (COV).

As emissões industriais consideram as 88 empresas mais significativas quanto ao potencial de emissão de poluentes atmosféricos, estando incluídas empresas de pequeno, médio e grande porte, que representam aproximadamente 91% das emissões de poluentes atmosféricos de origem industrial na RMGV. A Figura 2.1(a) mostra a localização das fontes industriais consideradas.

As emissões atmosféricas provenientes de veículos automotores foram consideradas como: (i) processo de combustão, que gera gases e partículas emitidos diretamente pelo escapamento, (ii)

---

<sup>1</sup> Informação fornecida por Alexsander Barros Silveira, responsável pelo Centro Supervisório da Qualidade do Ar da Gerência de Qualidade Ambiental, IEMA, em abril de 2014 em Vitória, ES.

evaporação de compostos orgânicos, (iii) processo de frenagem e desgaste de pneus e (iv) ressuspensão das partículas depositadas nas vias.

Veículos automotores são considerados fontes móveis e suas emissões são localizadas nas vias de tráfego. No inventário, as vias foram consideradas em duas diferentes formas de representação. As vias de maior fluxo de tráfego, definidas como vias primárias, com as suas respectivas localizações coincidentes com o traçado das vias, indicado na Figura 2.2 (b). As vias secundárias e de menor fluxo de tráfego foram representadas como fontes emissoras do tipo área, coincidentes com as manchas urbanas dos municípios da RMGV, indicadas na Figura 2.2(c).

As emissões domésticas e comerciais, relacionadas à combustão de gás liquefeito de petróleo (GLP) e gás natural e à utilização de produtos contendo compostos orgânicos voláteis, também foram consideradas como coincidentes com as manchas urbanas dos municípios da RMGV, indicadas na Figura 2.2(c). Além dos grupos de fontes descritos anteriormente, foram também considerados no inventário 04 grupos de fontes específicas: (i) aterros sanitários; (ii) estocagem, transporte, e comercialização de combustíveis; (iii) logística (portos e aeroporto) e (iv) emissões biogênicas.

### **2.1.2. Descrição das fontes de poluição do ar na RMGV**

Na Tabela 2.1 são apresentados os totais de emissões dos poluentes para cada grupo de fontes analisado no inventário. É possível observar 2 grupos como os principais fontes de emissão de poluentes atmosféricos na RMGV: (i) veículos e (ii) indústria minero-siderúrgica. O terceiro grupo com níveis de emissão significativos é o grupo que representa as operações de portos e aeroportos, principalmente quanto às contribuições para os níveis de  $SO_2$  e  $NO_x$ .

Segundo o inventário, a principal fonte emissora de partículas na região são veículos automotores. As Figura 2.3 (a), (b) e (c) apresentam as contribuições percentuais de cada grupo de fontes emissoras para as emissões de  $PTS$ ,  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$ . Pode-se observar que os dados do inventário indicam que entre 63,5% e 69,3% das emissões de partículas para a atmosfera da RMGV estão ligadas a ressuspensão, dependendo do tamanho das partículas (67,8% das emissões de  $PTS$ , 69,3% das emissões de  $MP_{10}$  e 63,5% das emissões de  $MP_{2,5}$ ). Emissões de escapamento e desgaste de pneus contribuem com percentuais entre 2,6% e 10% das emissões de partículas para a atmosfera da RMGV estão efetivamente ligadas a veículos, dependendo do tamanho das partículas (2,6% das emissões de  $PTS$ , 3,9% das emissões de  $MP_{10}$  e 10% das emissões de  $MP_{2,5}$ ).

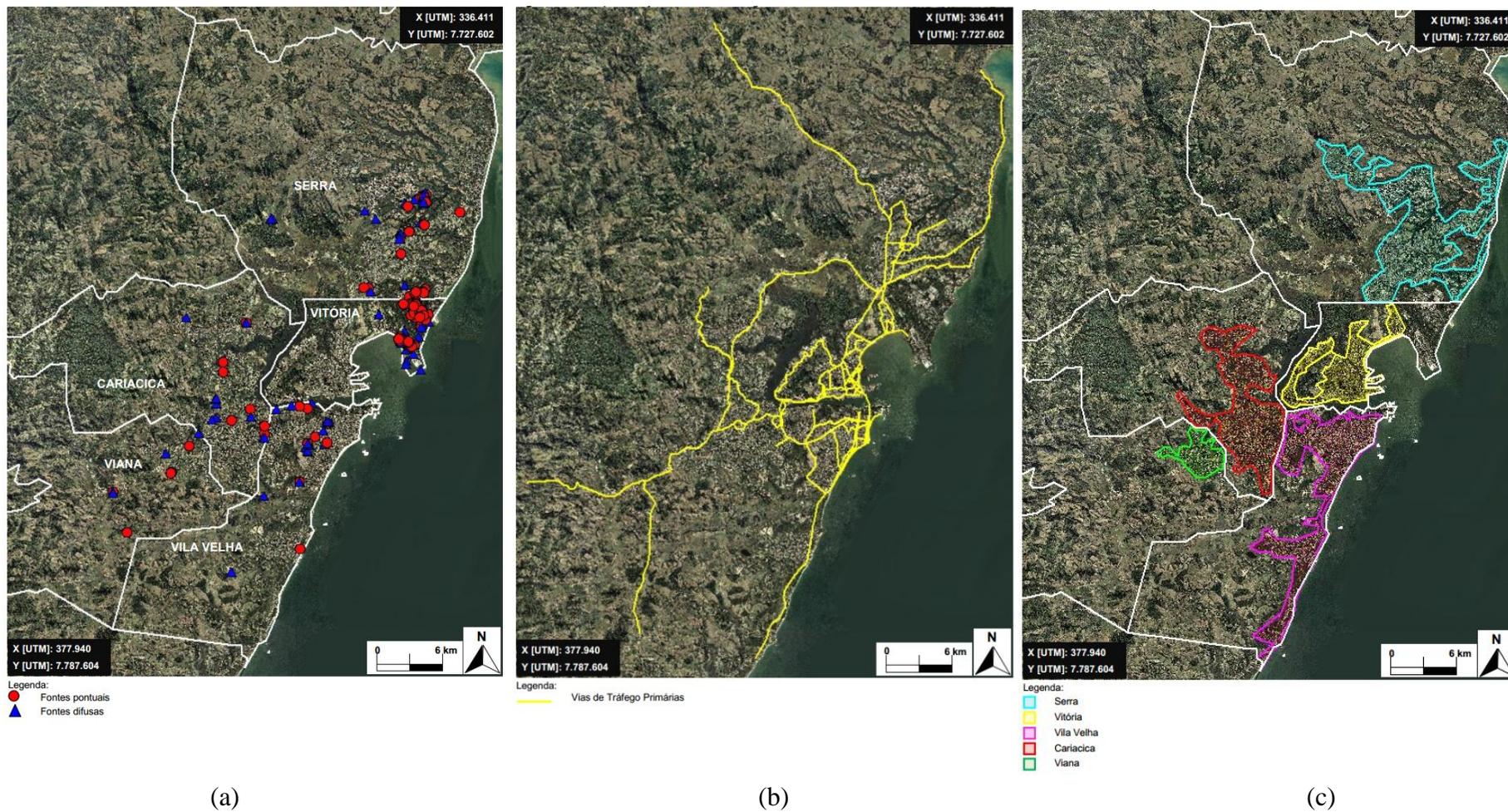


Figura 2.2 Localização das fontes de emissão de poluentes atmosféricos na RMGV: (a) fontes industriais; (b) vias de tráfego primárias consideradas para estimativa das emissões veiculares e (c) manchas urbanas dos municípios da RMGV (Fonte: EcoSoft, 2011).

Tabela 2.1. Emissões dos poluentes para cada grupo de fontes analisado no inventário (Fonte: EcoSoft, 2011).

Atividade	Taxa de Emissão [kg/h]						
	PTS	MP <sub>10</sub>	MP <sub>2,5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COV
<b>Industrial – Alimentícia</b>	4,8	3,7	3,1	3,1	19,0	9,0	0,7
<b>Industrial – Produtos Minerais</b>	78,5	43,5	15,5	9,4	22,8	40,7	2,7
<b>Industrial – Química</b>	9,9	9,3	3,7	20,2	6,8	66,1	269,6
<b>Industrial – Minero – Siderúrgica</b>	954,4	538,2	271,5	2.536,0	2.369,8	15.841,3	256,1
<b>Total de Emissões Industriais</b>	<b>1.047,5</b>	<b>594,7</b>	<b>293,8</b>	<b>2.568,7</b>	<b>2.418,4</b>	<b>15.957,0</b>	<b>529,0</b>
<b>Veiculares - Escapamento e Evaporativa</b>	107,0	107,0	107,0	46,2	1.663,0	15.965,8	1.960,7
<b>Veiculares - Desgaste de Pneus</b>	41,9	41,9	41,9	-	-	-	-
<b>Veiculares – Ressuspensão de Partículas</b>	2.742,7	1.904,2	944,2	-	-	-	-
<b>Total de Emissões Veiculares</b>	<b>2.891,6</b>	<b>2.053,1</b>	<b>1.093,1</b>	<b>46,2</b>	<b>1.663,0</b>	<b>15.965,8</b>	<b>1.960,7</b>
<b>Logística (Portos e Aeroportos)</b>	98,6	97,3	96,8	740,3	853,9	146,5	75,8
<b>Estoque e Distribuição de Combustíveis</b>	-	-	-	-	-	-	293,2
<b>Emissões Residenciais e Comerciais</b>	2,0	1,1	1,1	2,0	32,0	20,9	752,5
<b>Aterros Sanitários</b>	0,5	0,5	0,5	-	0,7	46,1	43,2
<b>Outras Emissões</b>	3,0	2,6	2,1	1,2	9,0	11,2	0,8
<b>Total de Emissões - RMGV</b>	<b>4.043,1</b>	<b>2.749,3</b>	<b>1.487,5</b>	<b>3.358,4</b>	<b>4.976,9</b>	<b>32.147,6</b>	<b>3.655,2</b>

É importante notar que, segundo o inventário, 95% das emissões veiculares estão ligados à ressuspensão de partículas já depositadas nas vias e não à emissão direta nos gases de escapamento, um problema que pode ser minimizado com a diminuição da sujidade das vias. A ressuspensão de partículas em vias representa um interessante acoplamento entre a poluição gerada por veículos automotores e outras fontes de poluição, visto que a composição das partículas presentes na ressuspensão de vias apresentam componentes ligados a solos e partículas presentes em emissões industriais e outras fontes, conforme identificado no estudo efetuado por Santos e Reis (2011), sobre a composição das partículas sedimentadas na RMGV. De fato, as partículas relacionadas à ressuspensão em vias possuem elevados níveis de alumínio e silício, que são típicos na composição do solo, mas possuem níveis mais elevados de sódio,

cloro, magnésio, ferro e cálcio que as amostras de solo da região. Tais elementos químicos poder ser relacionados a aerossol marinho e a fontes industriais na região.

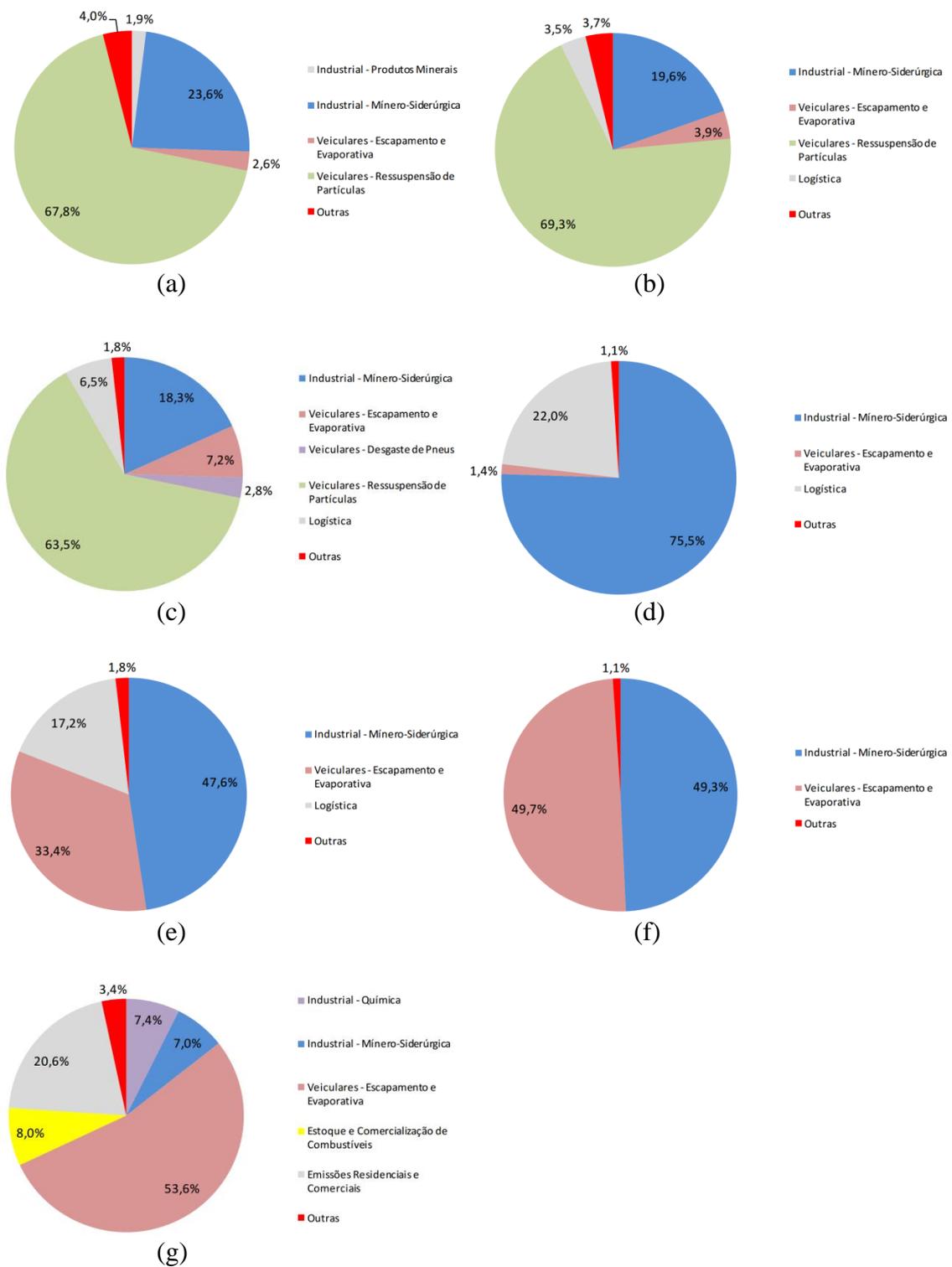


Figura 2.3. Contribuições percentuais de cada grupo de fontes emissoras para as emissões de na RMGV: (a) PTS, (b) MP<sub>10</sub>, (c) MP<sub>2,5</sub>, (d) SO<sub>2</sub>, (e) NO<sub>x</sub>, (f) CO e (g) COV (Fonte: EcoSoft, 2011).

Apesar da taxa de emissão ligada à ressuspensão de partículas já depositadas nas vias estar distribuída ao longo de uma grande área urbana, as taxas de emissão indicadas no inventário são significativamente elevadas, mesmo quando comparado a outros centros urbanos, tais como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife (Andrade *et al.*, 2012), Nova Delhi-Índia (Guttikunda e Calori, 2013) e Barcelona-Espanha (Amato *et al.*, 2009). Tal magnitude indica que esse é um tema que requer mais estudo para a região.

O segundo grupo mais importante para a emissão de partículas é o setor industrial minero-siderúrgico, que contribui com 23,6% das emissões de PTS, 19,6% das emissões de MP<sub>10</sub> e 18,3% das emissões de MP<sub>2,5</sub>, segundo o inventário. Essas emissões estão localizadas principalmente na Ponta de Tubarão, o que constitui um problema relevante para algumas zonas da RMGV quando é considerada a direção predominante N-NE dos ventos.

A Figura 2.3(d) apresenta as contribuições percentuais de cada grupo de fontes para as emissões de SO<sub>2</sub> na RMGV. Diferentemente das emissões de partículas para a atmosfera, as emissões de SO<sub>2</sub> estão fortemente relacionadas aos setores da indústria minero-siderúrgico e de logística (portos e aeroportos). O setor industrial minero-siderúrgico é responsável por 75,5% das emissões, principalmente pelo uso de carvão mineral e outros combustíveis fósseis com elevado teor de enxofre como insumos de produção. A presença de enxofre nos insumos gera a emissão de óxidos de enxofre após sua queima. Novamente, convém ressaltar que essas emissões estão concentradas principalmente na Ponta de Tubarão, o que constitui um problema relevante para algumas zonas da RMGV quando é considerada a direção predominante N-NE dos ventos.

O segundo maior contribuinte para a emissão de SO<sub>2</sub> na RMGV é o setor de logística, mais notadamente as operações portuárias, que operam com combustíveis fósseis com elevado teor de enxofre.

A Figura 2.3(e) apresenta as contribuições percentuais de cada grupo de fontes para as emissões de NO<sub>x</sub> na RMGV. Pode-se observar que a principal fonte das emissões de NO<sub>x</sub> na região são as indústrias minero-siderúrgicas (47,6%), novamente com emissões localizadas, principalmente, na Ponta de Tubarão. Em segundo lugar, aparecem as emissões veiculares (33,4%) e, em terceiro, a atividade logística (17,2%).

A Figura 2.3 (f) apresenta as contribuições percentuais de cada grupo de fontes emissoras para as emissões de CO na RMGV. É possível notar que as emissões estão quase igualmente divididas entre as indústrias minero-siderúrgicas e veículos automotores.

A Figura 2.3 (g) apresenta as contribuições percentuais de cada grupo de fontes emissoras para as emissões de COV na RMGV. As emissões de veículos automotores (escapamento + evaporativas) correspondem a 53,6% das emissões, enquanto as emissões comerciais e residências são responsáveis por 20,6 % das emissões. O restante das emissões é atribuído a estoque e comercialização de combustíveis (8,0%), indústrias químicas (7,4%), indústrias minero-siderúrgicas (7,0%) e outras (3,4%). É importante salientar que não há padrões de qualidade do ar estabelecidos para COV, entretanto as emissões de COV induzem a formação de O<sub>3</sub>, que é um poluente secundário bastante nocivo e regulado pelos padrões de qualidade do ar.

### **2.1.3. Contribuições das fontes para os níveis de material particulado na RMGV**

O material particulado é o poluente de maior interesse na RMGV, devido às diversas reclamações da sociedade, e que tem motivado o maior número de estudos acerca contribuição de cada fonte sobre os níveis de concentração percebidos pela população. Um estudo prospectivo sobre o incômodo causado à população de Vitória, Serra e Vila Velha pela poluição do ar (Alves *et al.*, 2006), identificou que 83,1 % dos entrevistados consideram a poeira um incômodo em suas residências e, de forma geral, ou seja, não só em suas residências, 47% das pessoas se sentem muito incomodadas e 28% se sentem extremamente incomodadas, enquanto 24% se sentem pouco incomodadas com a poeira e 1% não manifestou incômodo.

Em 2011, Santos e Reis (2011) realizaram estudo sobre a contribuição relativa das fontes emissoras de partículas totais na taxa de deposição de partículas (partículas sedimentadas) na RMGV, por meio da utilização de modelo receptor CMB (*Chemical Mass Balance*). Para tanto, foi utilizado o inventário das emissões da região para identificar as fontes com maior taxa de emissão de partículas totais. Foram coletadas amostras das principais fontes de partículas da região, que foram caracterizadas quimicamente por meio dos métodos PIXE e TOT, para identificar a composição química elementar (para elementos de Sódio a Urânio) e o conteúdo de carbono orgânico e carbono elementar. Onze pontos de amostragem foram distribuídos estrategicamente na RMGV e as mesmas técnicas de análise química empregadas para caracterização das partículas amostradas nas fontes foram empregadas para caracterizar quimicamente as amostras coletadas na atmosfera nos anos de 2009 e 2010.

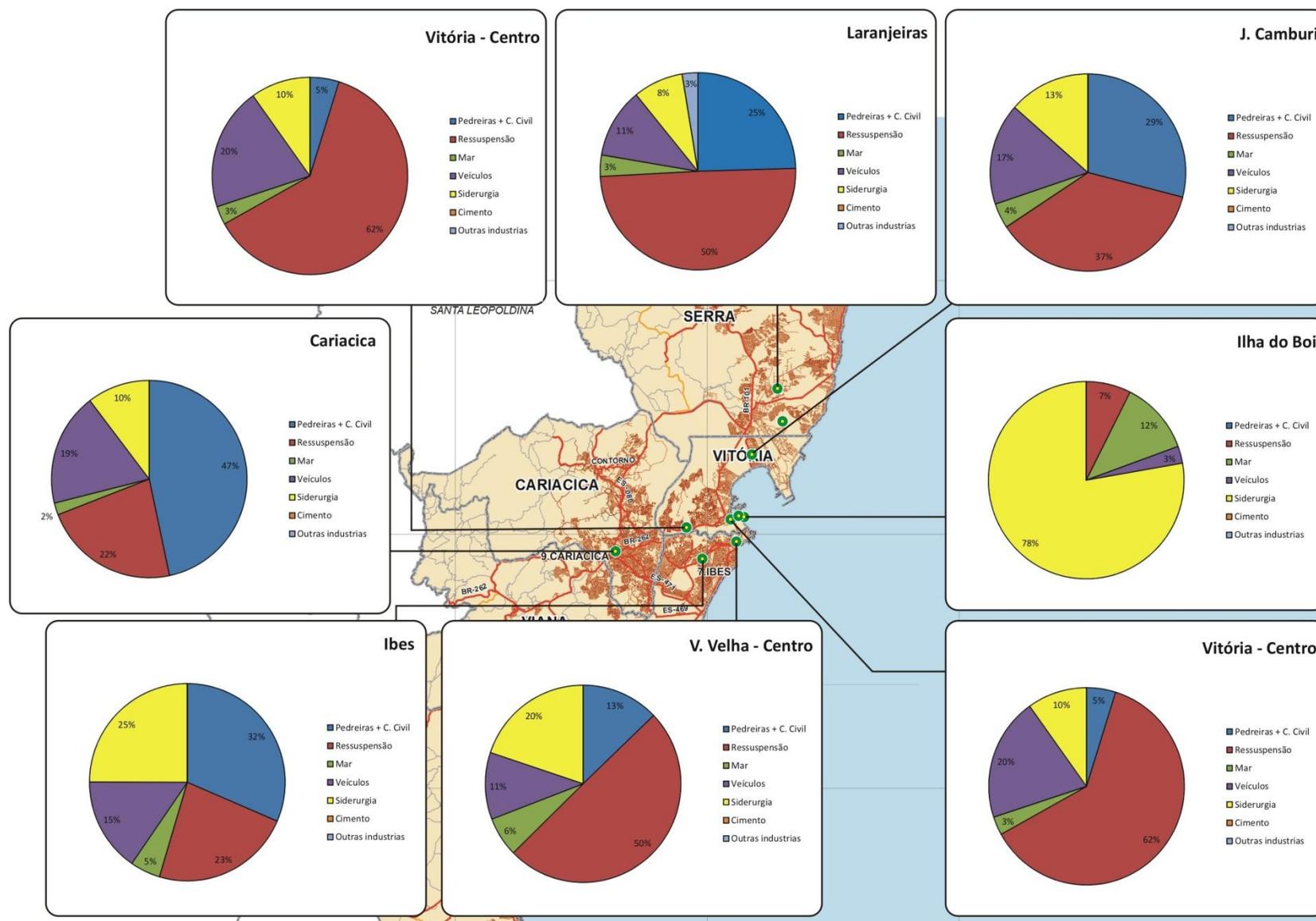


Figura 2.4. Contribuições médias de cada um dos grupos de fontes para a taxa de deposição de partículas. Fonte: Santos e Reis (2011).

A Figura 2.4 mostra as contribuições médias de cada um dos grupos de fontes para a taxa de deposição de partículas. É possível observar que as principais contribuições encontradas para as taxas de deposição estão relacionadas à indústria siderúrgica e ressuspensão em vias de tráfego. A construção civil surgiu como outro grupo importante nas contribuições encontradas para as taxas de deposição de partículas. De maneira geral, é possível observar que a influência siderúrgica é bastante significativa mais próxima à costa, enquanto que a influência de solos e ressuspensão torna-se mais relevante para regiões mais afastadas da Ponta de Tubarão. A influência siderúrgica na Ilha do Boi chega a 78% da taxa de deposição, sendo que desse valor, tem-se uma divisão aproximada das contribuições como: 71.8% para o subgrupo MINÉRIO, PELOTAS e FORNOS VALE, 17.9 % para o subgrupo ALTO FORNO, ACIARIA e SINTERIZAÇÃO, 5.9% para o subgrupo CARVÃO, COQUE e COQUEIRA e 4.5% para o subgrupo FORNO LTQ e TERMOELÉTRICAS.

Também em 2011, Pestana (2011) realizou um estudo para avaliar a contribuição relativa das fontes emissoras de partículas totais sobre os níveis de concentração de PTS na atmosfera, utilizando os modelos receptores CMB e PMF (*Positive Matrix Factorization*). Pestana (2011) realizou suas amostragens na região da Enseada do Súa e coletou amostras com diversas direções do vento, para investigar a correlação entre a direção do vento e as contribuições prováveis de cada fonte. Os resultados indicaram que as principais contribuições para os níveis de PTS na atmosfera na região estudada são oriundas da indústria siderúrgica e da ressuspensão em vias de tráfego. Entretanto, para algumas direções de vento, ficou nítida a influência da construção civil, conforme indicado na Figura 2.5.

#### **2.1.4. Considerações adicionais sobre as fontes de poluição do ar na RMGV**

É importante ressaltar que o inventário existente representa as emissões nos anos de 2009 e 2010. Entretanto, o crescimento da frota veicular da RMGV tem sido bastante significativo. As Figura 2.6 e Figura 2.7 apontam que a taxa de crescimento teve seu auge nos anos de 2007 e 2008, alcançando um crescimento de 12% ao ano, mas vem desacelerando desde então e chegando ao nível de crescimento de 6% ao ano em 2013. Mantida essa taxa de crescimento, é possível projetar um aumento da frota veicular em mais de 50% até o ano de 2020, que além de causar grandes dificuldades ao transporte urbano, pode causar significativa deterioração na qualidade do ar da região, a exemplo de diversas metrópoles brasileiras que sofrem com esse problema.

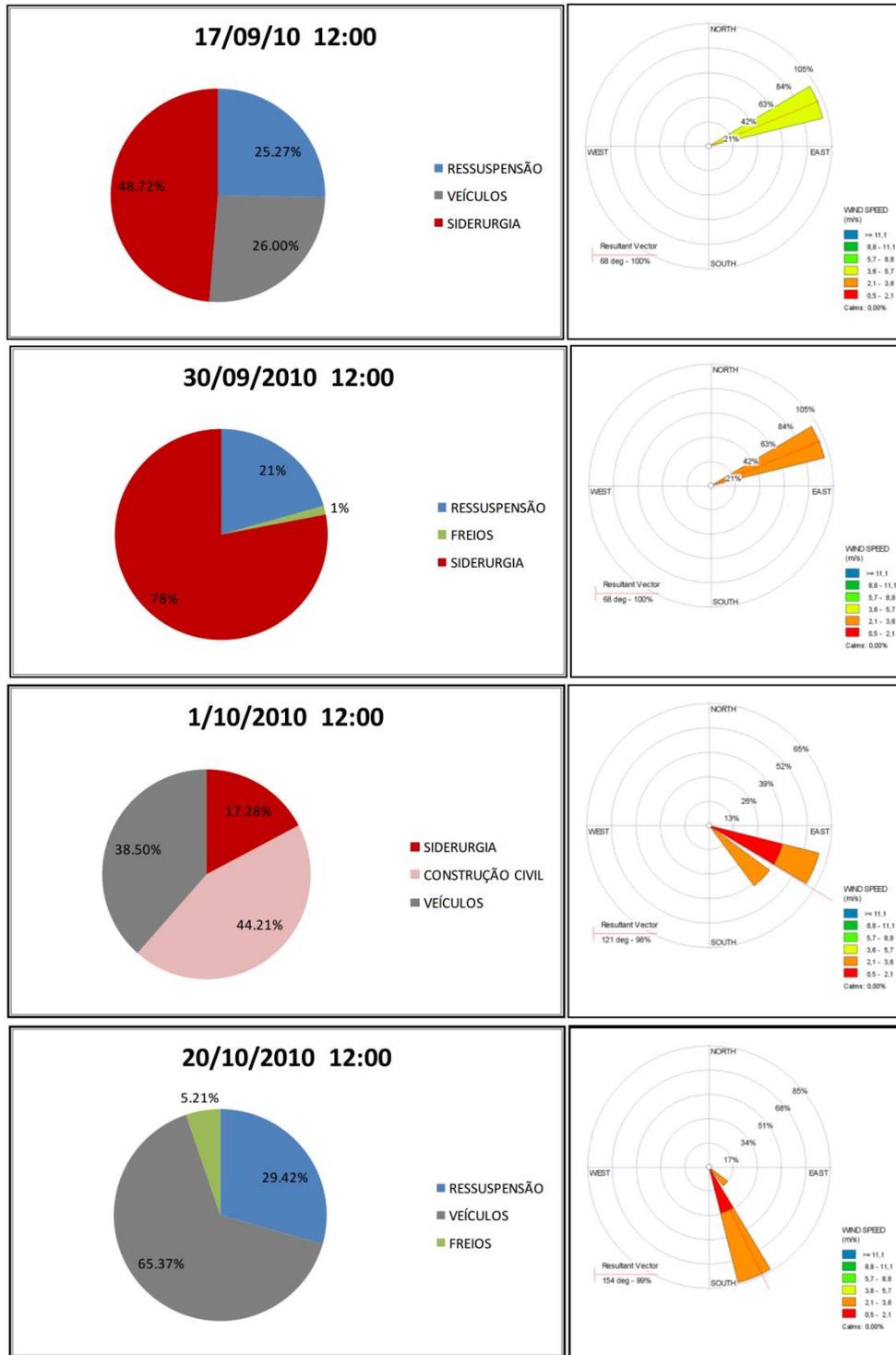


Figura 2.5. Contribuições de cada grupo de fontes para as concentrações de PTS na atmosfera para diferentes direções do vento na estação de monitoramento localizada na Enseada do Suá. Fonte: Pestana (2011).

Ao mesmo tempo, o setor da construção civil não foi incluído no presente inventário e sua taxa de emissão é bastante significativa para a qualidade do ar, principalmente no que se refere aos níveis de emissão de material particulado. Santos e Reis (2011) encontraram elevada

contribuição do setor construção civil na taxa de deposição mensal de partículas mensurada pela rede manual de monitoramento de partículas sedimentadas na RMGV.

Dessa forma, os dados apresentados nesse inventário requerem uma revisão para incorporar as alterações nas emissões desde a elaboração do inventário, que podem estar relacionadas a variações nas emissões de origem industrial ou veicular e inclusão de novas fontes.

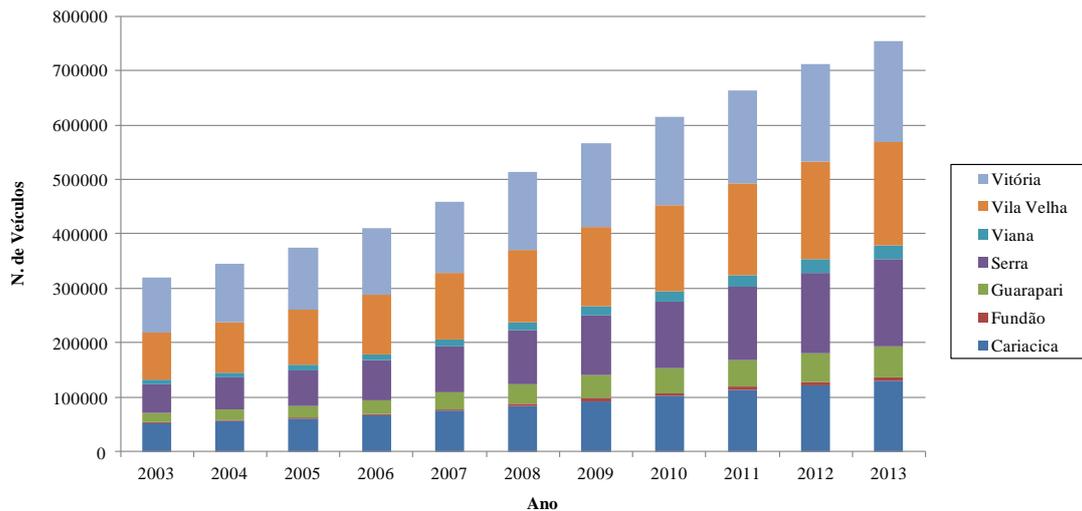


Figura 2.6. Evolução anual da frota de veículos automotores registrados nos municípios da RMGV de 2003 a 2013 (Fonte: DENATRAN, 2014).

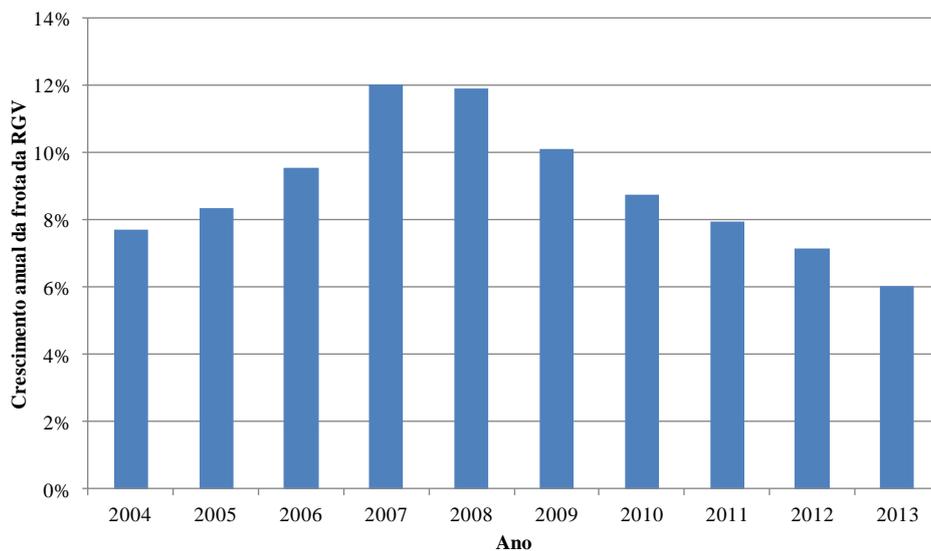


Figura 2.7. Evolução anual da taxa de crescimento da frota de veículos automotores registrados na RMGV de 2004 a 2013 (Fonte: DENATRAN, 2014).

## 2.2. Qualidade do ar na RMGV

Esta seção apresenta os dados de qualidade do ar na RMGV em 2013 e as tendências de alteração nos últimos anos, estando dividido em 6 seções principais. A Seção 2.2.1 apresenta os resultados e discussões para Material Particulado (MP<sub>10</sub>, PTS e PS). A Seção 2.2.2 apresenta os resultados e discussões para SO<sub>2</sub>. A Seção 2.2.3 apresenta os resultados e discussões para NO<sub>2</sub>. A Seção 2.2.4 apresenta os resultados e discussões para O<sub>3</sub>. A Seção 2.2.5 apresenta os resultados e discussões para CO.

### 2.2.1. Material particulado

Em 2013, os valores máximos das médias de 24 h (curta exposição) de concentração de MP<sub>10</sub> foram mais elevados na estação Laranjeiras (76,4 µg/m<sup>3</sup>) e mais baixos em Carapina (40,3 µg/m<sup>3</sup>) e VV–Centro (46,7 µg/m<sup>3</sup>) (Figura 2.2). Na estação Cariacica, esse valor não foi representativo devido ao baixo número de dados válidos para o cálculo das máximas médias diárias. É importante notar que a diretriz da OMS para curta exposição a MP<sub>10</sub> é 50 µg/m<sup>3</sup>.

Os valores de média anual (longa exposição) também foram mais elevados na estação Laranjeiras (31,5 µg/m<sup>3</sup>) e mais baixos em Carapina (16,2 µg/m<sup>3</sup>) e Jardim Camburi (23,7 µg/m<sup>3</sup>) (Figura 2.2). Nas estações Cariacica e VV–Centro, esse valor não foi representativo devido ao baixo número de dados válidos para o cálculo das médias anuais. A diretriz da OMS para longa exposição a MP<sub>10</sub> é 20 µg/m<sup>3</sup> com o qual se verificam menor efeito à saúde.

Conforme citado anteriormente, o Decreto Estadual 3463-R indica três metas intermediárias (MI1, MI2 e MI3) anteriores ao estabelecimento do padrão final para o poluente. Para metas associadas aos efeitos de curta exposição (média 24 horas) ao MP<sub>10</sub>, não houve ultrapassagem dos valores indicados como MI1 (120 µg/m<sup>3</sup>) e MI2 (80 µg/m<sup>3</sup>) em todas as estações da RAMQAr. A meta intermediária prevista na legislação estadual associada aos efeitos de curta exposição (média móvel 24 horas) ao PTS foi ultrapassada na estação Cariacica. As metas MI1 (180 µg/m<sup>3</sup>), MI2 (170 µg/m<sup>3</sup>), MI3 (160 µg/m<sup>3</sup>) e o padrão final (150 µg/m<sup>3</sup>) para curta exposição ao PTS foram ultrapassadas em 14, 20, 22 e 25 dias na estação Cariacica durante 2013, respectivamente. As metas e padrão final para longa exposição ao poluente PTS não foram ultrapassados em nenhuma estação.

Durante o ano de 2013, na estação Cariacica, ocorreram ultrapassagens dos padrões nacionais PQAr primário (06 dias com ultrapassagens) e secundário (25 dias com ultrapassagens) para o poluente PTS para curta exposição. Entretanto, não houve ultrapassagem do padrão nacional

secundário para curta e longa exposição no ano de 2013 nesta estação. É importante notar que ocorreram obras civis de grande porte no entorno da estação Cariacica nos últimos anos.

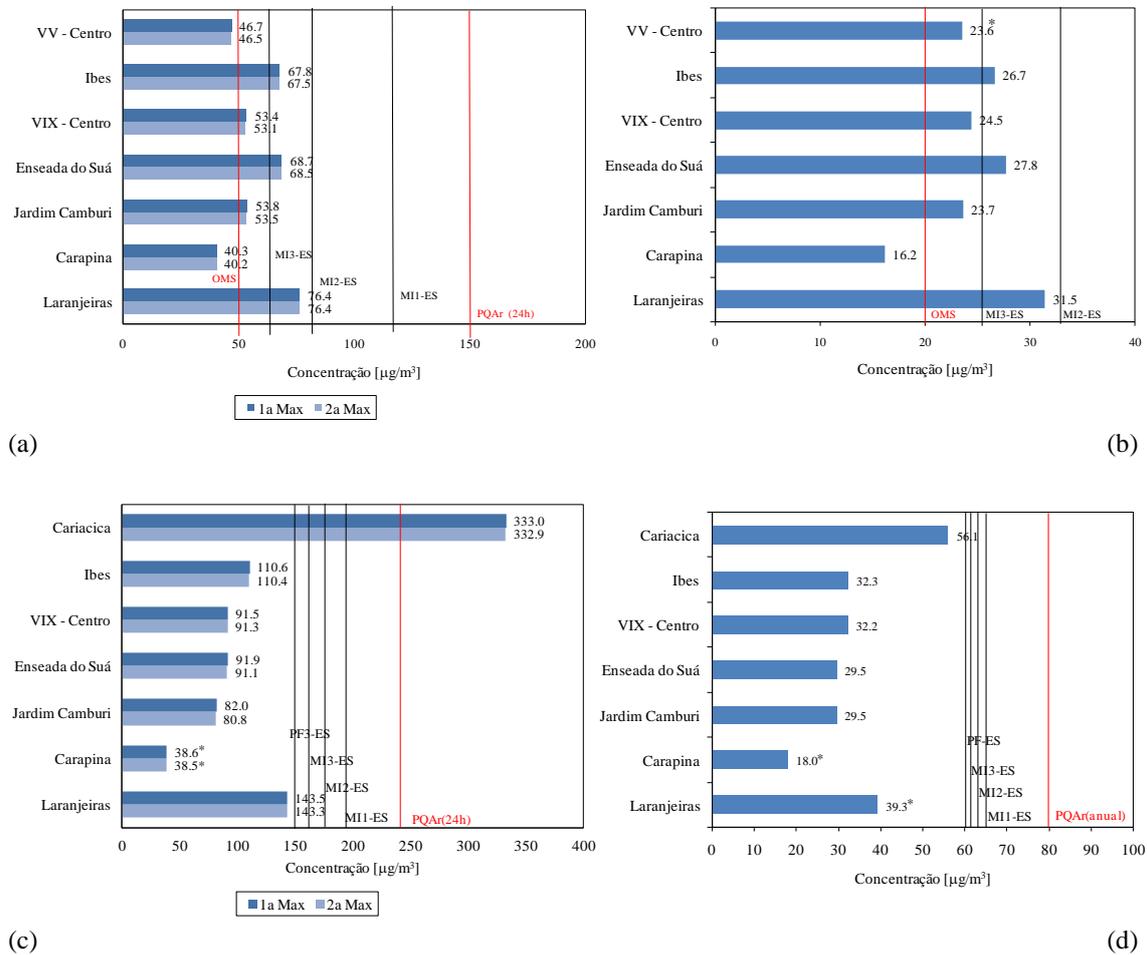


Figura 2.8. Concentrações de material particulado médias para o ano de 2013 nas estações da RAMQAR: (a) máxima média de 24h de MP<sub>10</sub>, (b) concentração média anual de MP<sub>10</sub>, (c) máxima média de 24h de PTS, (d) concentração média anual de PTS. PQAr indica o padrão nacional de qualidade do ar. MI1-ES, MI2-ES e MI3-ES são as metas intermediárias. OMS representa a diretriz da Organização Mundial de Saúde para o referido poluente, que equivale ao padrão final preconizado na legislação estadual (PF-ES). Valores destacados com \* são considerados não-representativos. Fonte: IEMA (2014)

Dessa forma, para atender o padrão MI2, são necessárias estratégias de gestão para a redução das concentrações máximas médias de 24 h (curta exposição) de PTS em Cariacica. Para os demais indicadores, o padrão MI2 foi atendido em 2013. Entretanto, é importante ressaltar que concentrações médias anuais (longa exposição) de PTS e MP<sub>10</sub> estão bastante próximas do MI2, principalmente em Laranjeiras, Cariacica, Enseada do Suá e Ibes.

Nos últimos 10 anos, conforme visto na Figura 2.9, o monitoramento dos poluentes MP<sub>10</sub> e PTS na RMGV não indicou uma clara tendência de aumento ou redução dos valores de concentração nas estações de monitoramento. Entretanto, é possível observar que: (i) existe uma leve

tendência de decréscimo nas estações Carapina e Jardim Camburi; (ii) existe uma tendência de aumento na estação Cariacica; (iii) as demais estações da RAMQAr tendem a manter os valores das médias anuais aproximadamente estáveis.

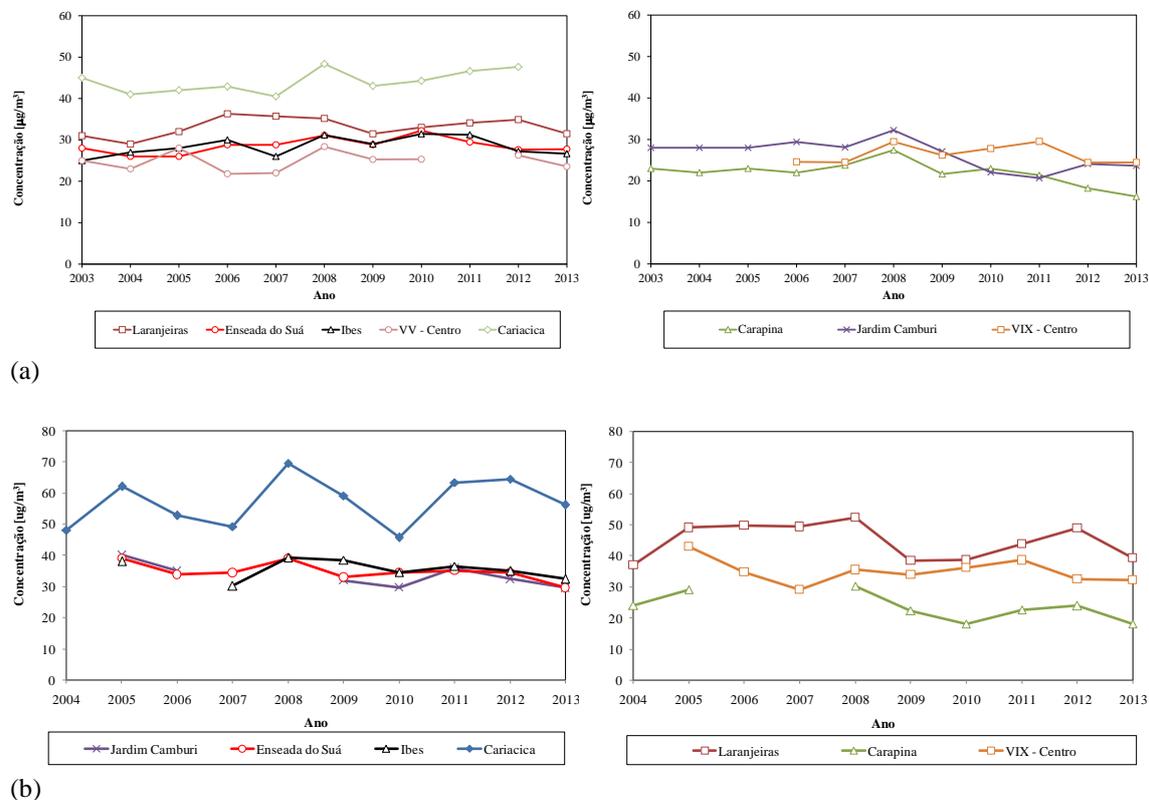


Figura 2.9. Séries temporais das concentrações médias anuais de  $MP_{10}$  e PTS nas estações da RAMQAr. Fonte: IEMA (2014).

A Figura 2.10 indica, desde 2008, o número de dias em que ocorreram ultrapassagens da diretriz da OMS para  $MP_{10}$  que corresponde também ao padrão final almejado pela legislação estadual. Pode se verificar que houve maior número de ultrapassagens na estação Cariacica em todos os anos investigados, exceto em 2013 quando esse poluente não foi monitorado nessa estação. O segundo maior número de ultrapassagens ocorreu na estação Laranjeiras para todos os anos investigados. É possível observar que existe uma leve tendência de decréscimo do número de dias com ultrapassagens em quase todas as estações, nos últimos 3 anos.

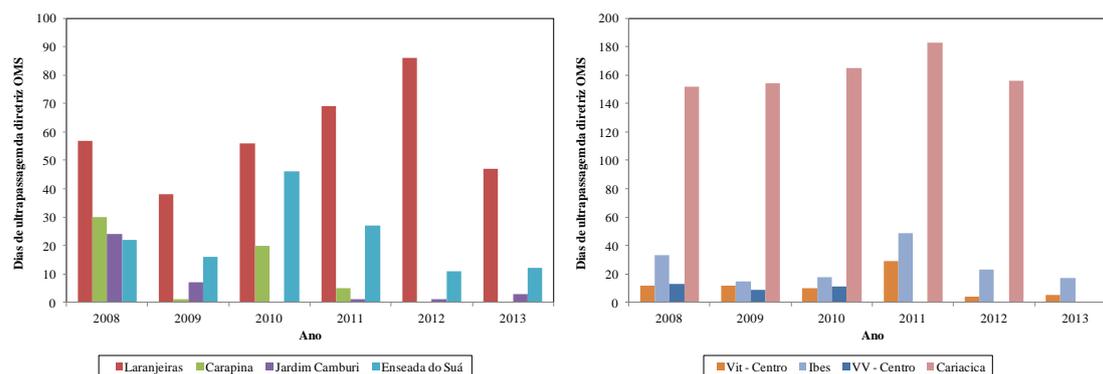


Figura 2.10. Número de dias de ultrapassagem da diretriz da OMS para o poluente MP<sub>10</sub> (curta exposição) entre os anos 2008 e 2013 nas estações (a) Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá, VIX-Centro e (b) Ibes, VV-Centro e Cariacica. Fonte: IEMA (2014).

A Figura 2.11 mostra a evolução temporal da taxa de deposição desde o início do monitoramento de PS. Desde 2009, as partículas sedimentadas ultrapassaram a meta MII nove vezes na estação Laranjeiras, sete vezes na estação Enseada do Suá, sendo superior a 10 µg/m<sup>2</sup>.30 dias nessas estações durante quase todo o período investigado. Nas estações Cariacica a meta MII foi ultrapassada cinco vezes, três vezes na estação Banca Cultura, duas vezes na estação SENAC e uma vez nas estações Ítalo, VIX-Centro, VV-Centro e Ibes.

A taxa de deposição foi consistentemente superior ou muito próxima a 10 g/m<sup>2</sup>.30 dias em todos os meses e estações, exceto nas estações VV-Centro, Carapina, Jardim Camburi. Entre todas as estações, para todo o período desde 2009, somente a estação Carapina foi inferior a 5 µg/m<sup>2</sup>.30 dias. A taxa de deposição de partículas demonstra sazonalidade nos valores medidos nas estações SENAC e Clube Ítalo com valores máximos entre os meses de setembro a março e mínimos entre os meses de abril a agosto, provavelmente devido a ocorrência de ventos na direção sul a partir dos meses de março e abril. Não há tendência clara de aumento ou diminuição nas taxas de deposição em todas as estações, desde abril de 2009.

### 2.2.2. Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)

Durante o ano de 2013, não ocorreram ultrapassagens do Padrão Nacional de Qualidade do Ar para o poluente SO<sub>2</sub> para curta e longa exposições. Entretanto, ocorreram ultrapassagens do valor indicado como diretriz para curta exposição à SO<sub>2</sub> pela OMS nas estações Enseada do Suá (124 dias de ultrapassagem), VV-Centro (28 dias de ultrapassagem), Jardim Camburi (21 dias de ultrapassagem), VIX-Centro (12 dias de ultrapassagem) e Ibes (5 dias de ultrapassagem).

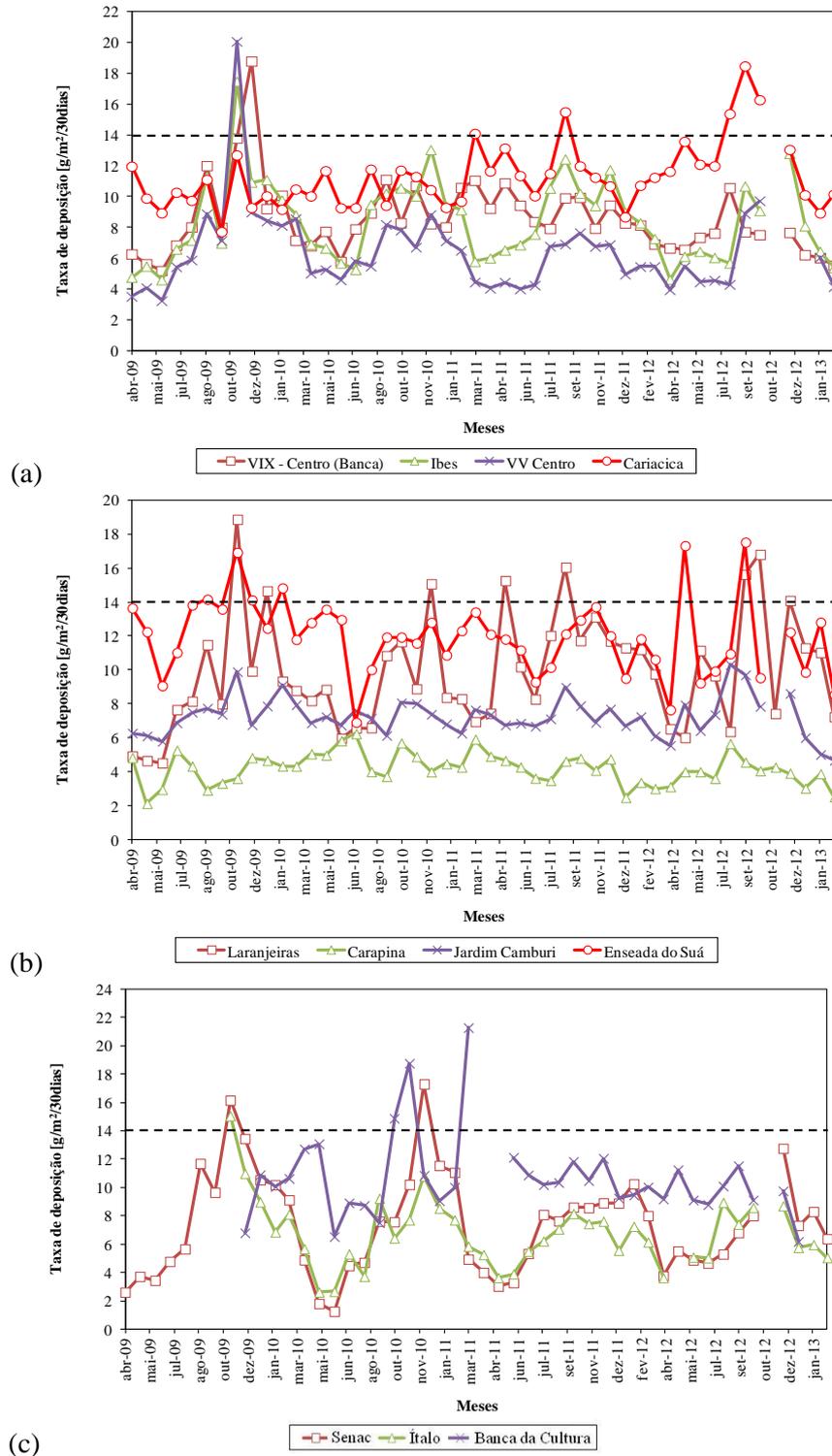


Figura 2.11. Série temporal da taxa de deposição de partículas para o período abril de 2009 a março 2013 para as estações (a) Vix-Centro, Ibes, VV-Centro e Cariacica, (b) Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi e Enseada do Suá e (b) SENAC, Ítalo e Banca Cultura. Fonte: IEMA (2014).

As metas intermediárias associadas aos efeitos de curta exposição (média móvel 24 horas) ao SO<sub>2</sub> previstas na legislação estadual e indicadas como MI1 (60 µg/m<sup>3</sup>) e MI2 (40 µg/m<sup>3</sup>), não foram ultrapassadas em 2013. Entretanto, é importante notar que os níveis de concentração média de 24 horas para as estações de Enseada do Suá e VIX-Centro estão muito próximos dos valores estabelecidos para MI2.

A meta intermediária MI3 foi ultrapassada nas estações Enseada (30 dias de ultrapassagem), VV-Centro (5 dias de ultrapassagem), VIX-Centro (2 dias de ultrapassagem) e Ibes (1 dia de ultrapassagem) (Figura 2.12). Para metas associadas aos efeitos de longa exposição (média aritmética anual) também não houve ultrapassagem dos valores indicados como MI1 (40 µg/m<sup>3</sup>), MI2 (30 µg/m<sup>3</sup>) e MI3 (20 µg/m<sup>3</sup>).

Nos últimos 10 anos, conforme visto na Figura 2.13, o monitoramento do poluente SO<sub>2</sub> na RMGV indica que houve uma tendência de aumento da concentração média anual em todas as estações ao longo dos últimos 10 anos. Entretanto, foi observada uma queda dos valores médios anuais de 2013 em relação a 2012 para praticamente todas as estações. A queda em 2013 não pode ser usada como indicativo de tendência, é necessário aguardar o próximo ano para avaliar se a tendência de queda realmente se consolidará.

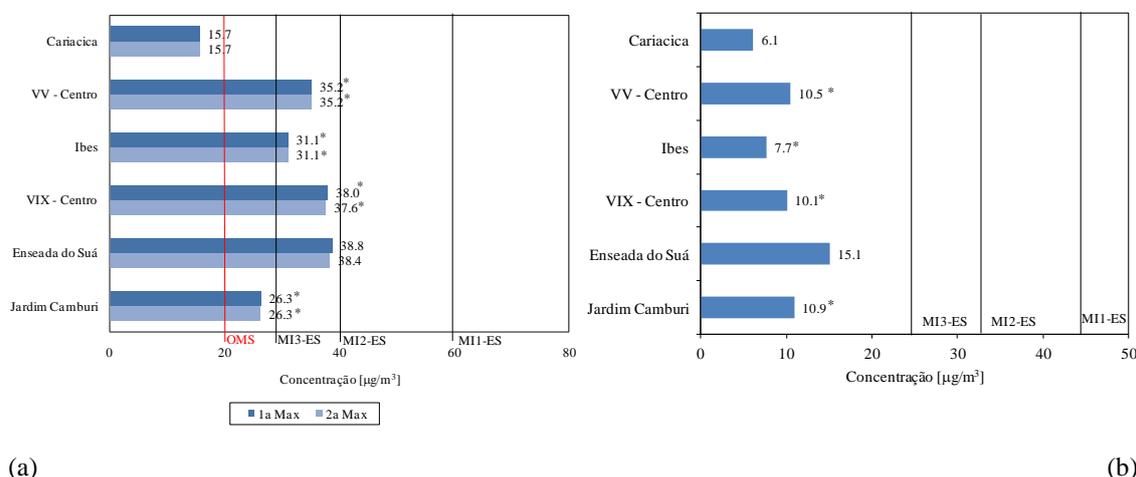


Figura 2.12. Concentrações de SO<sub>2</sub> nas estações da RAMQAr no ano 2013: (a) máxima média de 24h, (b) concentração média anual. PQAr indica o padrão nacional de qualidade do ar. MI1-ES, MI2-ES e MI3-ES são as metas intermediárias. OMS representa a diretriz da Organização Mundial de Saúde para o referido poluente, que equivale ao padrão final preconizado na legislação estadual (PF-ES). Valores destacados com \* são considerados não-representativos. Fonte: IEMA (2014).

A Figura 2.14 indica o número de dias, entre 2008 e 2013, em que ocorreram ultrapassagens da diretriz da OMS para SO<sub>2</sub>, que corresponde também ao padrão final almejado pela legislação

estadual. Pode se verificar que em 2010 e 2011, houve maior número de ultrapassagens e que essas ultrapassagens ocorreram principalmente nas estações Enseada do Suá, VIX-Centro e Jardim Camburi. Desde 2011, observa-se uma tendência de queda no número de dias com ultrapassagem em todas as estações. Apesar da redução, o número de dias de ultrapassagens na estação da Enseada do Suá continua bastante elevado em relação às demais estações, o Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória 2013 (IEMA, 2014) aponta que as maiores concentrações de SO<sub>2</sub> nessa estação foram associadas à direção do vento NE, indicando a forte influência das fontes localizadas na Ponta de Tubarão sobre as concentrações desse poluente.

### 2.2.3. Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

Em 2013, os valores de concentração de NO<sub>2</sub> não ultrapassaram a diretriz da OMS para curta exposição (máximos das médias horárias) e longa exposição (média anual) ao NO<sub>2</sub>. Nos últimos 10 anos, conforme visto na Figura 2.15, o monitoramento do poluente NO<sub>2</sub> na RMGV revelou que houve tendência de diminuição da concentração média anual de NO<sub>2</sub> nas estações Enseada do Suá, VIX-Centro e Cariacica e de aumento em Laranjeiras, Camburi e Ibes. Entretanto, desde 2010, houve diminuição acentuada na estação Laranjeiras.

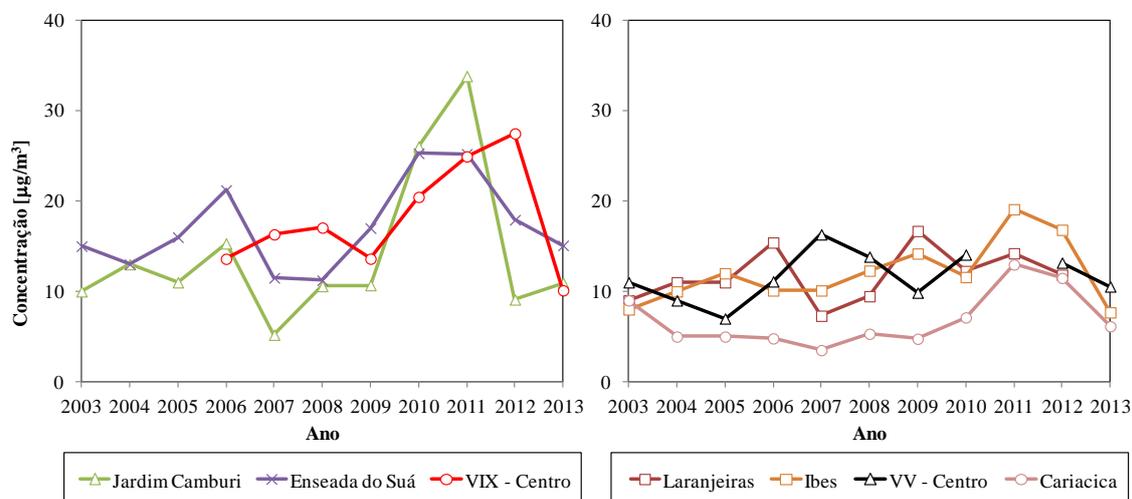


Figura 2.13. Séries temporais das concentrações médias anuais de SO<sub>2</sub> nas estações da RAMQAr. Fonte: IEMA (2014).

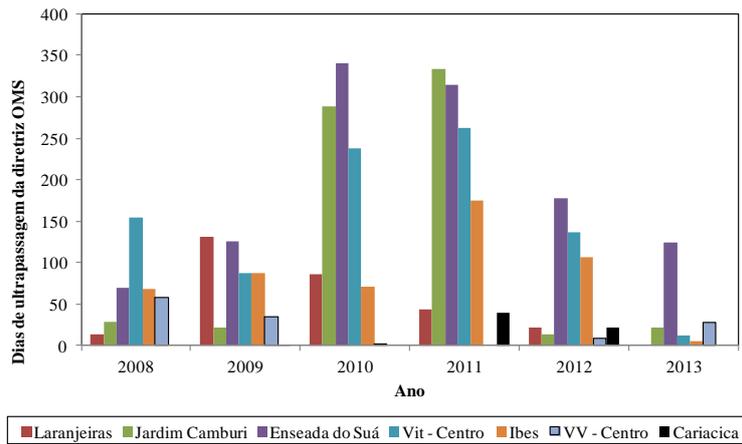


Figura 2.14. Número de dias de ultrapassagens da diretriz da OMS (idêntico ao do padrão final da legislação estadual) para o poluente SO<sub>2</sub> entre 2008 e 2013. Fonte: IEMA (2014).

### 2.2.4. Ozônio (O<sub>3</sub>)

Os valores máximos das médias de 8h (curta exposição) de concentração de O<sub>3</sub> foram similares nas estações Cariacica e Laranjeiras (entre 79,1 e 79,3 µg/m<sup>3</sup>) que foram as únicas estações que forneceram médias representativas. A diretriz da OMS para curta exposição (8h) a O<sub>3</sub> é 100 µg/m<sup>3</sup>. Assim, os valores de concentração média 8h de O<sub>3</sub>, não ultrapassaram a diretriz da OMS.

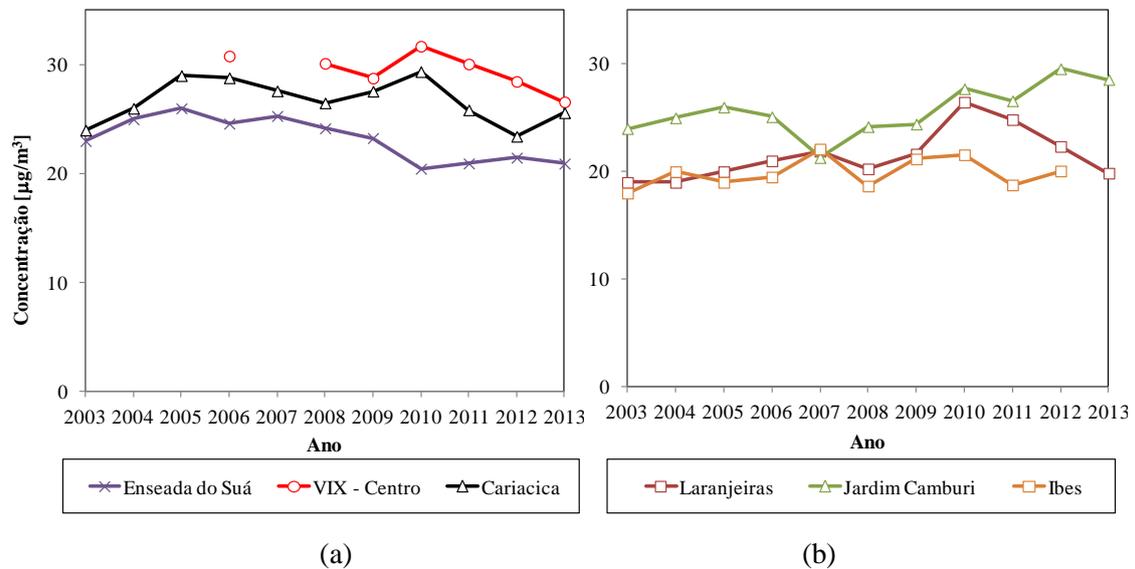


Figura 2.15. Séries temporais das concentrações médias anuais de NO<sub>2</sub> nas estações da RAMQAr. Fonte: IEMA (2014).

### 2.2.5. Monóxido de carbono (CO)

Os valores máximos das médias de 8h de concentração de CO foram mais elevados na estação VIX-Centro (2735,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), seguidos pelas estações Enseada do Suá (1327,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Cariacica (1308,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), enquanto os valores mais baixos foram encontrados nas estações Laranjeiras (1179,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Ibes (1221,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). A diretriz da OMS para 8h de exposição a CO é 10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Assim, verifica-se que as concentrações médias de 8h de CO nas estações da RAMQAr não ultrapassaram a diretriz estabelecida pela OMS.

### 2.3. Considerações Gerais

O número de dados válidos/disponíveis de qualidade do ar e meteorológicos é muito importante para garantir a representatividade das médias calculadas, principalmente, no que tange a comparação das concentrações médias calculadas com os padrões e metas da qualidade do ar. Assim, é necessária extrema prudência para assegurar a operação e manutenção preventiva dos equipamentos de monitoramento nas estações da RAMQAr e da Rede Manual de Monitoramento de Partículas Sedimentadas.

Além disso, a RAMQAr deve incluir o monitoramento de  $\text{MP}_{2,5}$  a fim de permitir a verificação da qualidade do ar com relação a legislação vigente e às diretrizes da OMS. Esse monitoramento foi iniciado em duas estações da RAMQAr, mas deve ser incrementado. É importante realizar um estudo para a revisão do número e posicionamento das estações da RAMQAr, atualizando a localização das estações com base nas mudanças das emissões e da mancha urbana desde sua implantação em 2001.

Nos últimos 10 anos, a concentração média anual de  $\text{MP}_{10}$  teve pequena variação nas estações VV-Centro, Ibes, Enseada do Suá e Laranjeiras, tendência geral de diminuição nas estações VIX-Centro, Jardim Camburi e Carapina, e de aumento na estação Cariacica. Ainda nesse período, verificou-se uma tendência geral de aumento da concentração média anual de PTS na estação Cariacica, de diminuição na estação Carapina e uma tendência de estabilidade no valor da concentração nas estações Ibes e Enseada do Suá. O monitoramento do poluente  $\text{SO}_2$  permite verificar que houve uma tendência de aumento da concentração média anual em todas as estações, ao longo dos últimos 10 anos. Entretanto, foi observada uma diminuição dos valores médios anuais de 2013 em relação a 2012 para praticamente todas as estações. O monitoramento do poluente  $\text{NO}_2$  revelou que as estações Laranjeiras, Jardim Camburi, Ibes e Cariacica exibem uma leve tendência de aumento das concentrações médias anuais de  $\text{NO}_2$ , enquanto VIX-Centro e Enseada do Suá exibem tendência de queda. Nas estações VIX-Centro e Laranjeiras, houve sistemático decréscimo da concentração entre 2010 e 2013. Desde 2009, as partículas sedimentadas ultrapassaram a meta MII oito vezes na estação Laranjeiras, seis vezes

na estação Enseada do Suá, sendo superior a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{dias}$  nessas estações durante quase todo o período investigado. Nas estações Cariacica e Ibes a meta MI1 foi ultrapassada duas vezes e nas estações Ibes, VV-Centro e VIX-Centro apenas uma vez desde 2009. Entre todas as estações para todo o período desde 2009, somente a estação Carapina foi inferior a  $5 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30\text{dias}$ .

Existe uma tendência geral de redução do número de dias com ultrapassagens das diretrizes da OMS para  $\text{SO}_2$  em todas as estações desde 2010. Essa mesma tendência é verificada para as ultrapassagens das diretrizes da OMS para  $\text{MP}_{10}$ , exceto nas estações Cariacica e Laranjeiras. As concentrações médias anuais de  $\text{MP}_{10}$  e PTS cresceram na estação Cariacica nos últimos dez anos, bem como a concentração de PTS nas estações VIX-Centro e Jardim Camburi. É importante considerar que ocorreram ultrapassagem das metas e padrões relativos as concentrações de material particulado em Cariacica em 2013. Embora tenha havido tendência ligeira de diminuição de  $\text{SO}_2$  em todas as estações, deve considerar-se que as metas estabelecidas foram ultrapassadas em 2013. As partículas sedimentadas também devem ser cuidadosamente monitoradas, pois a análise de tendência da taxa de deposição desde 2009 mostrou que, mesmo tendo valor elevado, a meta atual foi ultrapassada nesse período.

Nesse contexto, os poluentes PTS, PS,  $\text{MP}_{10}$  e  $\text{SO}_2$  são aqueles que devem ser eleitos como primordiais para o estabelecimento das estratégias de melhoria da qualidade do ar na RMGV.

### 3. Método para construção do PEQAr

---

Para a elaboração do PEQAr para o Estado do Espírito Santo, a SEAMA e o IEMA, com o apoio técnico de parceiros da comunidade científica, estabeleceram um método que consiste de duas dimensões para sua execução: técnica e institucional. Na dimensão técnica, estão postos os elementos de diagnóstico específico da qualidade do ar, a partir da qual serão definidos parâmetros que permitirão executar seu acompanhamento, bem como, adotar e fomentar medidas para a sua melhoria, subsidiando o desenvolvimento da dimensão institucional. A dimensão institucional consiste na elaboração de políticas, diretrizes, ações e instrumentos destinados ao monitoramento e à melhoria da qualidade do ar, propiciando o trato participativo e a capilaridade no levantamento do “estado da arte” vigente e na elaboração das proposições do PEQAr. Dessa forma, implicará na participação dos diversos Atores com envolvimento no tema qualidade do ar.

Para uma atitude pró-ativa do PEQAr, aos Atores localizados em maior número na RMGV, serão somados outros de cidades-polo no interior do Estado, visando expandir a gestão da qualidade do ar para todo o Estado.

Este capítulo apresenta a metodologia empregada na confecção do PEQAr, estando dividido em 3 seções. A Seção 3.1 apresenta o Referencial teórico da metodologia de planejamento e gestão estratégica com vistas a sua utilização para a confecção do PEQAr. A Seção 3.2 descreve as etapas envolvidas na dimensão institucional do PEQAr e como a metodologia de planejamento e gestão estratégica servirá como base para a confecção dos itens ligados à dimensão institucional

do PEQAr. A Seção 3.3 descreve as etapas envolvidas na dimensão técnica do PEQAr e como a metodologia de planejamento e gestão estratégica se relaciona com a dimensão técnica do PEQAr.

### **3.1. Referencial teórico da metodologia de planejamento e gestão estratégica**

A metodologia, bem como, o conjunto de conceitos, ferramentas e práticas propostas para a elaboração e implementação do PEQAr são parte da Gestão Estratégica. É importante apresentar a diferenciação entre planejamento estratégico e gestão estratégica.

O planejamento estratégico resulta na formulação do Plano Estratégico e contempla as variáveis para a análise diagnóstica e a elaboração das proposições conceituais e executivas associadas a um período de tempo sujeitas à revisões periódicas ou em função de fato isolado, cuja extensão ou repercussão assim justifique. O planejamento estratégico é mais focado na abordagem propositiva e menos na execução e acompanhamento dos resultados.

Por sua vez, a adoção da administração estratégica ou, como mais comumente é denominada, a gestão estratégica implica na implementação de processo contínuo e sistemático. A integração com o ambiente organizacional interno e externo é uma das exigências e, ao mesmo tempo, resultado de sua implementação. A gestão estratégica está mais focada na implementação daquilo que foi formulado e tem como grande desafio o atingimento das proposições em um futuro pré-determinado, sendo que, para isto não pode prescindir de metas, indicadores e instrumentos. Em suma, a gestão estratégica contempla o planejamento estratégico, a sua execução e seu monitoramento. Por monitoramento, entende-se o acompanhamento e a avaliação do cumprimento das metas, bem como a formulação e implementação de medidas corretivas necessárias.

Em suma, como afirma TAVARES (2005, p. 70), o

“planejamento estratégico corresponde ao processo de formulação e implementação de estratégias para aproveitar as oportunidades e neutralizar as ameaças ambientais. A gestão estratégica abrange o processo de formulação e implementação de estratégias e a concepção e adoção de um modelo organizacional adequado à implementação das estratégias delineadas.”

Pode se notar, então, a importância da adequação do modelo organizacional da instituição responsável pela implementação dos resultados do planejamento a fim de propiciar a efetividade das medidas.

Essa metodologia e suas ferramentas serão utilizadas de forma participativa com a intenção de agregar aos resultados finais a riqueza das contribuições “individuais” (aqui entendidas como a representação dos Setores/Atores). É importante notar, também, que o processo de administração estratégica é iterativo, pois “...o processo de administração estratégica começa pela primeira etapa, vai até a última e, então, começa novamente com a primeira etapa. A administração estratégica, portanto, consiste de uma série de etapas que são repetidas ciclicamente” (Certo; Peter, 1993, p.8). Esse método é essencial para contemplar algumas das características do mundo moderno citadas por Bethlem (2005) como importantes para a gestão estratégica, tais como: o estado permanente de mudança; a impossibilidade de um único observador contemplar toda a realidade como ela é; a imprevisibilidade do futuro; a existência de observadores com visão individual e imperfeita do mundo; dentre outras.

Realizar o planejamento estratégico e a gestão estratégica promove, como resultado indireto, mas não menos importante, a geração da cultura de planejamento, de forma a perpetuar as atividades pertinentes ao processo garantindo sua continuidade.

Para operacionalizar a metodologia proposta é fundamental explicitar a conceituação a ser utilizada. É importante ressaltar que o sequenciamento desses conceitos, quando da implementação do PEQAr, será responsável pela coerência e pela abordagem sistêmica da gestão estratégica aqui proposta. Tal sequenciamento não se trata de hierarquização em grau de importância, pois todos os elementos são essenciais para a consecução do PEQAr. É um sequenciamento funcional que objetiva proporcionar visão e atitude sistêmicas na organização do pensamento e na execução do planejado. Estes conceitos são: política, diretrizes, estratégias, projetos, ações e instrumentos.

Para a definição desses conceitos pode ser utilizada a notação de OLIVEIRA (2002):

- **POLÍTICA:** objetivo maior que permeia todos os demais, servindo de elemento definidor dos desdobramentos em Diretrizes, Estratégias, Projetos, Ações e Instrumentos. Definição dos níveis de delegação, faixas de valores e/ou quantidades-limites e de abrangência das ações para a consecução dos desafios e objetivos. Políticas são as formas de intervenção mais abrangentes, devendo ser desdobradas em Diretrizes para a sua efetiva implementação.

- **DIRETRIZES:** Diretrizes são consideradas o primeiro desdobramento das Políticas e devem apresentar coerência e consistência. Tratam-se dos grandes norteamentos dos quais derivarão estratégias, projetos e ações.
- **ESTRATÉGIA:** conjunto de linhas administrativas básicas, que representa a definição do caminho mais adequado a ser seguido para alcançar uma situação desejada, seja um objetivo, desafio ou meta, ou seja, a estratégia é o caminho para realizar as Diretrizes.
- **PROJETOS:** são os desdobramentos das estratégias, que permitem a sua execução. Os projetos representam trabalho a ser executado, com responsabilidade de execução, resultado esperado com quantificação de benefícios e prazo de execução preestabelecidos, considerando os recursos humanos, financeiros, materiais e de equipamentos, bem como as áreas envolvidas necessárias ao seu desenvolvimento.
- **AÇÕES:** são os desdobramentos dos projetos que permitem a sua execução. Devem apresentar em sua sistematização, além da Descrição, o Responsável, os Recursos, o Prazo, os Resultados Esperados, a Meta e o Indicador. Pode se desdobrar, quando necessário, em Sub-Ações. Serão organizadas em Planos de Ações.
- **INSTRUMENTOS:** são meios para a fundamentação técnica das proposições do planejamento.

A escolha da metodologia da gestão estratégica para a elaboração e implementação do PEQAr considerou o seu escopo e suas especificidades, tais como: multiplicidade de atores, abrangência do “público atingido”, complexidade dos fatores envolvidos, diferenciação na correlação de forças, difusão no espaço territorial e no tempo. A capacidade organizativa da metodologia e a possibilidade de construção participativa somadas à sua capacidade resolutiva mostraram-se decisivas para a definição da gestão estratégica como a ferramenta de gestão mais adequada para o atendimento aos preceitos preconizados no Decreto Estadual 3463-R.

Assim, sintetizando os conceitos da gestão estratégica descritos anteriormente e sua adequação ao PEQAr, os itens descritos no parágrafo 2º do artigo 4º do Decreto Estadual 3463-R, podem ser enquadrados da seguinte forma:

**POLÍTICA:** objetivo maior que permeia todos os demais, servindo de elemento definidor dos desdobramentos em Diretrizes, Estratégias, Projetos, Ações e Instrumentos.

- Atender aos padrões de qualidade do ar previstos no Decreto Estadual 3463-R

**DIRETRIZES:** macro norteamentos para balizar a implementação da Política previamente definida.

- Acompanhamento das melhores práticas de gestão nacionais ou internacionais para a melhoria da qualidade do ar.

**ESTRATÉGIAS:** é constituída pelos meios que, quando adotados plenamente, propiciarão a consecução das Diretrizes.

- Estudos para adoção de medidas de fomento a ações que levem à redução de emissões de poluentes atmosféricos;
- Avaliação e planejamento da expansão do monitoramento da qualidade do ar no Estado do Espírito Santo;
- Priorização para a renovação da Licença de Operação dos empreendimentos integrantes do PEQAr condicionando-os às exigências técnicas especiais, conforme a seguinte ordem de prioridade: a) quando se tratar de empreendimento com fontes significativas sem controle de emissões; b) para a instalação de sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia disponível, tanto para processos produtivos, como para equipamentos de controle propriamente ditos; c) quando se tratar de empreendimento com fontes com controle de emissões sem representar a melhor tecnologia disponível.

**PROJETOS:** empreendimento planejado que consiste num conjunto de atividades/ações integradas e coordenadas com início, meio e fim, desdobradas das estratégias, com o fim de alcançá-las. São os desdobramentos das Diretrizes e Estratégias.

- Planos de ações dos principais setores poluidores visando o atendimento dos padrões de qualidade do ar;
- Implantação das medidas previstas no Plano de Controle de Poluição Veicular (PCPV).

**AÇÕES:** atividades derivadas dos Projetos, estando a eles vinculadas. Trata-se de desdobramento dos mesmos, sendo responsáveis pela sua efetivação.

- Caberá ao Sistema Estadual de Meio Ambiente por meio da SEAMA/IEMA dotar o Poder Público de ferramentas e pessoal necessário para execução das ações previstas no presente instrumento.

**INSTRUMENTOS:** ferramentas que apoiam as intervenções e/ou ações necessárias à realização de determinado trabalho.

- Inventário de fontes fixas e móveis, com metodologias divulgadas publicamente;
- Modelagem matemática e estocástica de poluentes.

- Modelo receptor e o fomento ao desenvolvimento de novas metodologias, cientificamente acreditadas.

### 3.2. Dimensão institucional na confecção do PEQAr

A dimensão institucional consiste na elaboração de documento propositivo com políticas, diretrizes, estratégias, projetos, ações e instrumentos destinados à melhoria da qualidade do ar, propiciando a convergência das informações derivadas da dimensão técnica. Para isso será utilizada metodologia de planejamento e gestão estratégica a ser implementada considerando os diferentes segmentos e elaborando suas respectivas ações para a melhoria da qualidade do ar. Essa dimensão institucional será desenvolvida em duas fases: diagnóstica e propositiva. Serão elaboradas paralelamente à dimensão técnica, mas com diferentes temporalidades na execução. A fase diagnóstica consiste na elaboração do diagnóstico estratégico considerando os diferentes ambientes de governabilidade e atores existentes na área de qualidade do ar e servirá de base para a definição das bases metodológicas da fase propositiva. Por sua vez, a fase propositiva parte dos diagnósticos realizados anteriormente. Nela serão elaborados, para os segmentos, os respectivos elementos que comporão as políticas, diretrizes, estratégias, ações e instrumentos para a constituição do conteúdo do PEQAr.

Serão realizadas dinâmicas de inserção dos diversos atores da sociedade civil, públicos e privados no processo de melhoria da qualidade do ar no Estado do Espírito Santo, para a proposição das formas de gestão do PEQAr. Essas dinâmicas serão compostas por reuniões com representantes do IEMA/SEAMA, dos setores produtivos locais e da comunidade a fim de apresentar essa metodologia para estabelecimento da lista de fontes emissoras consideradas mais importantes, do percentual esperado de redução de emissão para essas fontes e das medidas para que as metas de qualidade do ar sejam atingidas, entre outras. Nessas reuniões, todos os setores envolvidos poderão auxiliar na elaboração do PEQAr e a identificação das fontes que devem ser incluídas na avaliação final considerando, por exemplo, aquelas fontes que podem ser menos dificilmente controladas, bem como na proposição de formas de melhoria e/ou garantia da qualidade do ar. Conforme a necessidade do desenvolvimento dos trabalhos, serão realizadas reuniões por segmento e reuniões conjuntas. O número de participantes e os setores envolvidos serão determinados *a posteriori* em conjunto com a SEAMA, observadas as limitações técnicas para a garantia da efetividade dos resultados esperados.

A operacionalização dessas dinâmicas implicará na construção coletiva dos componentes do PEQAr, vale dizer, Política, Diretrizes, Estratégias, Projetos e Ações, bem como, dos Instrumentos. O processo de construção será constituído na validação do enquadramento dos

itens constantes do Decreto Estadual 3463-R nos conceitos de gestão estratégica descritos acima e na proposição de novos elementos para a composição desses conceitos. Em primeiro lugar, será validada a política e, em seguida, seu desdobramento em Diretrizes. Essas Diretrizes serão desdobradas em Projetos que deverão apresentar metas e indicadores de modo a orientar seu acompanhamento e avaliação, além das medidas corretivas, quando necessário. Por sua vez, os Projetos serão desdobrados em Ações que representarão o nível mais operacional do PEQAr. A Figura 3.1 apresenta uma síntese da aplicação da definição dos conceitos da gestão estratégica aos itens descritos no parágrafo 2º do artigo 4º do Decreto Estadual 3463-R, alocando a cada item em sua função hierárquica. Caberá à atividade de planejamento estratégico o preenchimento de cada um dos “blocos” desse fluxograma.

Primeiramente, a metodologia descrita acima será utilizada em entrevistas estruturadas, realizadas por meio de questionário, com os Atores envolvidos. Trata-se de atividade de levantamento do “estado da arte” e de sensibilização do conjunto dos Atores envolvidos na metodologia participativa. Essa atividade também tem o objetivo de dar maior homogeneidade de informações sobre o PEQAr. Posteriormente, a metodologia descrita nos parágrafos anteriores será utilizada em reuniões conjuntas com os Atores envolvidos, utilizando técnicas de planejamento e gestão estratégica e tendo como base a primeira versão do PEQAr. Nessas reuniões, serão propostos pelos Atores os respectivos elementos que comporão as políticas, diretrizes, projetos, ações e instrumentos para a constituição do conteúdo do PEQAr. Finalmente, será realizada a sistematização e consolidação dos resultados anteriores para a constituição do conteúdo propositivo do PEQAr.

Com base na metodologia apresentada acima, são definidas 5 grandes atividades para a confecção do PEQAr:

1. Entrevistas estruturadas (questionários) com os atores envolvidos na fase diagnóstica e análise de dados;
2. Sistematização e consolidação dos dados da atividade anterior (atividade 1) e preparação de material de apoio para sensibilização e nivelamento de informações entre os atores para realização da atividade subsequente (atividade 3) associada a fase propositiva do PEQAr.
3. Reuniões conjuntas com os atores envolvidos, utilizando a metodologia de planejamento e gestão estratégica para realização da fase propositiva tendo como base primeira versão da minuta do PEQAr.

4. Sistematização e consolidação dos dados da atividade anterior (atividade 3) referentes aos respectivos elementos propositivos que compoão as políticas, diretrizes, ações e instrumentos para a constituição do conteúdo do PEQAr.
5. Elaboração do documento final com base na consolidação dos resultados obtidos na atividade anterior (atividade 4).

O cronograma de realização das atividades está apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Cronograma de atividades

Atividade	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Mês 13	Mês 14
1	■	■	■	■										
2				■	■	■	■	■						
3									■	■	■			
4												■	■	
5													■	■

### 3.3. Dimensão técnica na confecção do PEQAr

Conforme citado anteriormente, a dimensão técnica consiste em todo trabalho de análise técnico/científica com o objetivo de subsidiar a construção do PEQAr, estabelecendo o “estado da arte” de tecnologias e fornecendo ferramentas, informações e dados na temática da qualidade do ar. Nesse contexto, algumas ações dentro da dimensão técnica do PEQAr já estão delineadas com base nos dez itens listados no decreto no artigo 4º do Decreto Estadual 3463-R, enquanto que outras ações serão fruto dos trabalhos na dimensão institucional.

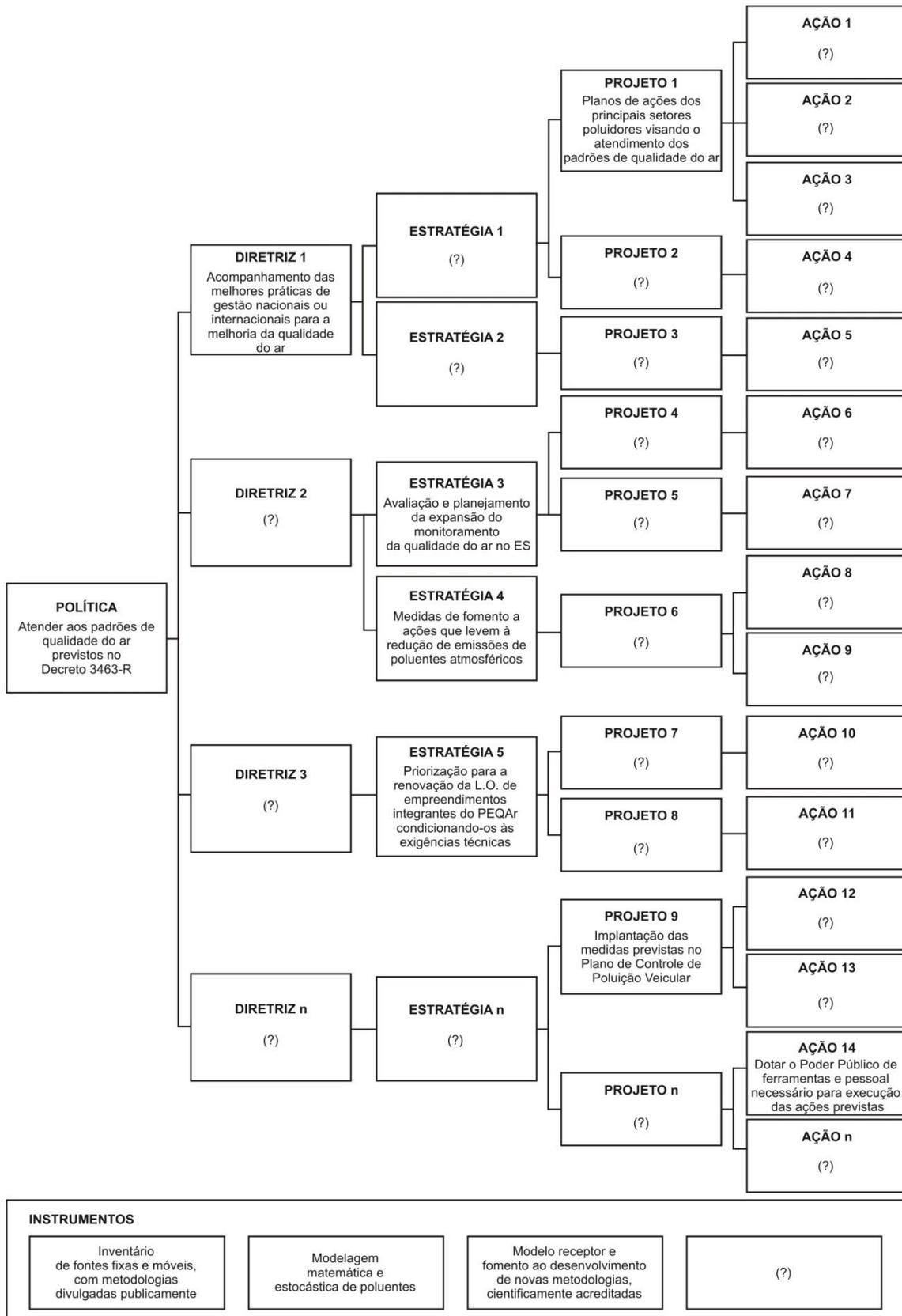


Figura 3.1. Síntese da aplicação da definição dos conceitos da gestão estratégica aos itens descritos no parágrafo 2º do artigo 4º do Decreto Estadual 3463-R.

Dentre os instrumentos previstos no Artigo 4º do Decreto no 3463-R/2013, os seguintes itens estão diretamente relacionados à dimensão técnica no âmbito do PEQAr:

**I. Inventário de fontes fixas e móveis, com metodologias divulgadas publicamente**

A atualização do inventário de fontes de poluentes atmosféricos para todo Estado é de vital importância para subsidiar o processo de tomada de decisão quanto às estratégias de controle da qualidade do ar da região. Apesar de haver um inventário de fontes para a RMGV realizado em 2010 (ECOSOFT, 2011), existem várias lacunas a serem preenchidas/esclarecidas para permitir o correto diagnóstico da situação atual. Dessa forma, a atualização do inventário é uma das iniciativas de maior prioridade para permitir a confecção do PEQAr e da efetiva elaboração de planos de ações para os principais setores poluidores, visando o atendimento dos padrões de qualidade do ar.

**II. Modelagem matemática e estocástica de poluentes**

Modelos de qualidade do ar têm desempenhado um papel cada vez mais importante na gestão da qualidade do ar (Appel *et al.*, 2013), principalmente devido à capacidade de acompanhamento de tendências, predição de impactos futuros devido ao licenciamento de novas fontes e a análise da efetividade de estratégias de controle. Dessa forma, é de fundamental importância dotar o IEMA de ferramentas técnicas adequadas, baseando-se no estado da arte para o acompanhamento da qualidade do ar no ES.

**III. Utilização de modelo receptor e o fomento ao desenvolvimento de novas metodologias, cientificamente acreditadas**

A determinação da origem de material particulado pode ser realizada através do uso de ferramentas matemáticas e estatísticas como os modelos receptores, que correlacionam às características químicas dos contaminantes medidos nas fontes e nos receptores e, dessa forma, identifica e quantifica as contribuições das fontes aos receptores. Os itens I, II e III agem de forma complementar, visto que para definir estratégias adequadas de mitigação ou controle da poluição em uma região é necessário identificar contribuições de cada fonte separadamente.

Dentre as diretrizes, ações e instrumentos previstos no Artigo 4º do Decreto Estadual 3463-R, os seguintes itens estão relacionados a ambas as dimensões (institucional e técnica) do PEQAr:

**IV. Planos de ações dos principais setores poluidores visando o atendimento dos padrões de qualidade do ar**

Apesar de estar fortemente relacionado à dimensão institucional do PEQAr, este tópico requer informações técnicas detalhadas diretamente relacionadas aos tópicos I, II e III citados acima. As informações técnicas devem subsidiar as discussões entre os atores envolvidos, permitindo a definição de estratégias não apenas com a participação dos atores de setor e órgão ambiental, mas também incluído os demais atores envolvidos e interessados na melhoria da qualidade do ar da região.

**V. Estudos para adoção de medidas de fomento a ações que levem à redução de emissões de poluentes atmosféricos**

Analogamente ao tópico IV, apesar de estar fortemente relacionado à dimensão institucional do PEQAr, este item requer informações técnicas detalhadas diretamente relacionadas aos tópicos I, II e III citados acima.

**VI. Acompanhamento das melhores práticas de gestão nacionais ou internacionais para a melhoria da qualidade do ar**

Inicia-se pelo levantamento de benchmarking sobre as melhores práticas desenvolvidas ou em desenvolvimento em outras partes do Mundo. As técnicas levantadas nas melhores práticas vigentes devem ser analisadas frente à possibilidade de serem aplicadas no caso do Espírito Santo. Uma vez realizado o benchmarking, para a implementação, no todo ou em parte, daquelas práticas o aspecto chave neste foco é a capacitação do corpo técnico do IEMA e o constante intercâmbio de informações com outros órgãos reguladores no país e no exterior. Nesse contexto é necessário desenvolver um plano de capacitação do corpo técnico e atualização das políticas e tecnologias de gestão empregadas.

**VII. Avaliação e planejamento da expansão do monitoramento da qualidade do ar no Estado do Espírito Santo**

A rede de monitoramento da qualidade do ar da RGV foi implantada em 2001, e sofreu poucas revisões/atualizações desde sua criação. Além de cobrir apenas parte da região do Estado do ES, a rede apresenta dificuldades para manter elevados percentuais de dados válidos em alguns pontos de monitoramento. Desta forma, é necessária a realização de estudos de avaliação técnica. A partir dessa avaliação será planejada e realizada a revisão/expansão do monitoramento da qualidade do ar.

### **VIII. Implantação das medidas previstas no Plano de Controle de Poluição Veicular (PCPV)**

De acordo com o último inventário de fontes de poluentes atmosféricos, realizado em 2010 (ECOSOFT, 2010), a poluição proveniente de veículos automotores representa uma importante contribuição para a deterioração da qualidade do ar na região (veja o Capítulo 2 para mais informações). O PCPV consiste no desenvolvimento de estratégias e ações de gestão para a redução da poluição veicular por meio (i) da implantação do Programa de Inspeção e Manutenção de Emissões e Ruídos de Veículos e do (ii) planejamento para mobilidade de cargas e pessoas no território. O IEMA já elaborou o PCPV para o ES, mas ainda é necessária a confecção dos planos de ação detalhados para a implementação de cada ação.

O Capítulo 4 descreve, de maneira mais detalhada, a forma de abordagem para cada um desses itens.

Adicionalmente, durante as dinâmicas de inserção dos diversos atores públicos e privados no processo de confecção da dimensão institucional do PEQAr poderão surgir outras questões ou necessidades de informações técnicas suplementares, indicando que novos projetos e ações técnicas sejam executados, efetivado para subsidiar a definição novas diretrizes e/ou políticas.

É importante enfatizar que as dimensões técnica e institucional são acopladas e ocorrem simultaneamente, ou seja, resultados técnicos podem subsidiar novas diretrizes e/ou políticas, e a novas políticas e/ou diretrizes podem requerer avanços ou aprofundamentos nos trabalhos técnicos. Dessa forma, o PEQAr deve ser um documento continuamente revisado, sempre atualizado com a base de conhecimento vigente sobre o tema. O Parágrafo 1º do Artigo 4º do Decreto Estadual 3463-R indica que o PEQAr deverá ser atualizado a cada 4 anos.

## 4. Abordagem às diretrizes ações e instrumentos, indicados pelo Decreto Estadual 3463-R

---

Conforme citado anteriormente, o parágrafo 2º do artigo 4º do Decreto Estadual 3463-R de 16 de dezembro de 2013 determina que o PEQAr deverá conter, no mínimo, os seguintes diretrizes, ações e instrumentos:

- I.** Inventário de fontes fixas e móveis, com metodologias divulgadas publicamente;
- II.** Modelagem matemática e estocástica de poluentes;
- III.** Utilização de modelo receptor e o fomento ao desenvolvimento de novas metodologias, cientificamente acreditadas;
- IV.** Planos de ações dos principais setores poluidores visando o atendimento dos padrões de qualidade do ar;
- V.** Estudos para adoção de medidas de fomento a ações que levem à redução de emissões de poluentes atmosféricos;
- VI.** Acompanhamento das melhores práticas de gestão nacionais ou internacionais para a melhoria da qualidade do ar;
- VII.** Avaliação e planejamento da expansão do monitoramento da qualidade do ar no Estado do Espírito Santo;
- VIII.** Implantação das medidas previstas no Plano de Controle de Poluição Veicular (PCPV);
- IX.** Priorização para a renovação da Licença de Operação dos empreendimentos integrantes do PEQAr condicionando-os às exigências técnicas especiais, conforme a seguinte ordem de prioridade: a) quando se tratar de empreendimento com fontes

significativas sem controle de emissões; b) para a instalação de sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia disponível, tanto para processos produtivos, como para equipamentos de controle propriamente ditos; c) quando se tratar de empreendimento com fontes com controle de emissões sem representar a melhor tecnologia disponível.

- X. Caberá ao Sistema Estadual de Meio Ambiente por meio da SEAMA/IEMA dotar o Poder Público de ferramentas e pessoal necessário para execução das ações previstas no presente instrumento.

Para que o PEQAr possa apresentar esses itens de forma sistematizada em planos de ações, que permitam a gestão estratégica das atividades relativas à melhoria da qualidade do ar no Estado do Espírito Santo, é necessário que sejam realizados estudos que subsidiem os planos de ação e/ou que organizem informações necessárias ao desenvolvimento desses planos.

O 10 itens listados acima, que devem estar contidos no PEQAr, estão relacionados no referido Decreto, de forma não hierárquica. A Figura 3.1 apresenta uma síntese da aplicação da definição dos conceitos da gestão estratégica aos itens descritos no parágrafo 2º do artigo 4º do Decreto Estadual 3463-R, alocando cada item em sua função hierárquica. Caberá à atividade de planejamento estratégico o preenchimento de cada um dos “blocos” desse fluxograma, principalmente para aquelas atividades que se referem ao Domínio Institucional, ou seja, a proposição de políticas, diretrizes, estratégias e projetos. É importante notar que os resultados obtidos pelas dinâmicas com os Atores do PEQAr, provavelmente, resultarão em um número de diretrizes, estratégias e projetos maior do que aquele originalmente previsto no Decreto Estadual 3463-R, e que para cada um destes itens serão criados projetos e planos de ações para sua execução.

Paralelamente, parte das atividades do Domínio Técnico relacionadas aos itens já explicitados no decreto já estão contratadas, em execução ou com planos de execução delineados. Nas próximas seções, são apresentadas a forma de abordagem para cada um desses itens.

#### **4.1. Inventário de fontes fixas e móveis, com metodologias divulgadas publicamente**

Um inventário de emissões de poluentes atmosféricos (tipo *bottom-up*) apresenta uma lista de fontes emissoras naturais e antropogênicas (industriais, veiculares ou decorrente de atividades comerciais ou humanas no cotidiano) presentes em uma determinada região. Além da identificação da fonte quanto a sua localização, também são catalogadas informações sobre seus

parâmetros físicos construtivos (por exemplo, altura e diâmetro de chaminés, entre outros) e, principalmente, as condições de emissão (por exemplo, temperatura e taxa de emissão dos diversos poluentes, entre outras).

A sistematização dessas informações em um inventário de emissões de uma região é atividade fundamental ou de base a ser realizada para qualquer planejamento e ação relativos a melhoria da qualidade, pois, somente conhecendo as fontes e seu potencial poluidor, pode se avaliar a necessidade de controle e a capacidade da região em absorver novos empreendimentos ou promover a expansão urbana.

O inventário de emissões de poluentes atmosféricos atualmente existente para RMGV foi realizado em 2009 e 2010 e representa as emissões nos anos em que foram efetuadas as estimativas e medições. Dessa forma, os dados apresentados nesse inventário requerem uma revisão para incorporar as alterações nas emissões desde a sua elaboração, que podem estar relacionadas a variações nas emissões de origem industrial, comercial ou veicular. Na RMGV, as principais fontes de poluição do ar, segundo o inventário de fontes, são as indústrias minero-siderúrgicas, os veículos e o setor logístico (portos e aeroportos). É importante notar que, segundo o inventário, mais de 60% das emissões de partículas estão ligados à ressuspensão de partículas já depositadas nas vias, um problema que pode ser minimizado com a diminuição da sujidade das vias. Conforme citado anteriormente, apesar da taxa de emissão ligada à ressuspensão de partículas já depositadas nas vias ser distribuída ao longo de uma grande área urbana, e não concentrada pontualmente como emissões industriais, por exemplo, a taxa de emissão é significativamente elevada, mesmo quando comparada a outros centros urbanos, tais como São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife (Andrade *et al.*, 2012), Nova Delhi-Índia (Guttikunda e Calori, 2013) e Barcelona-Espanha (Amato *et al.*, 2009). Tal magnitude indica que esse é um tema que requer mais estudo para a região.

Além dos veículos, outro grupo de emissões bastante relevante para a RMGV são as indústrias minero-siderúrgicas, que aparecem como maior responsável pelas emissões de alguns poluentes (SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>) e como segundo maior responsável dos restantes (material particulado e CO), segundo o inventário de emissões. Essas emissões estão concentradas principalmente na Ponta de Tubarão, o que constitui um problema relevante para algumas regiões da RMGV quando é considerada a direção predominante N-NE dos ventos. Algumas das fontes em questão sofreram significativas revisões quanto às tecnologias empregadas no controle de emissões.

Em 2011, foi realizado estudo sobre a contribuição relativa das fontes emissoras de partículas totais na taxa de deposição de partículas (partículas sedimentadas) na RMGV, por meio da

utilização de modelo receptor CMB (*Chemical Mass Balance*) (WATSON, 1984; HOPKE, 1985; HOPKE, 2003; US EPA, 2004). Em algumas regiões, a construção civil foi apontada como um significativo contribuinte para os níveis de deposição de partículas. Tais emissões não foram contabilizadas no inventário atual.

Conforme indicado anteriormente, a necessidade de atualização do inventário é devida a expansão industrial e urbana da RMGV e aos mecanismos de controle implementados pelos diversos setores após a realização do inventário existente. Desse modo, haverá sempre a necessidade periódica de atualização do inventário. Para dirimir esse problema, será necessário que o inventário a ser realizado seja efetuado por meio de um sistema aberto que permita a entrada de dados de emissão de novas fontes e atualização dos dados das fontes já existentes pelo IEMA e pelas próprias empresas com etapas de consentimento e validação desses dados fornecidos. Isso permitirá, também, fácil acesso aos dados e transparência nas informações.

Nesse contexto, prevê-se a realização da atualização e revisão do inventário de emissões para toda a RMGV. A partir da conclusão deste trabalho, as atualizações poderão ser efetuadas de maneira contínua, com o envio de informações pelas empresas poluidoras e a validação das informações pelo IEMA. Pretende-se que as fontes com monitoramento *online* enviem dados continuamente para a atualização do inventário e as demais tenham a frequência de envio estabelecida pelo IEMA, utilizando como instrumento o licenciamento ambiental e levando em consideração a importância relativa de suas emissões. As informações deverão ser inseridas por meio da *internet*, e o sistema deve prever que a divulgação da informação com interfaces para visualização adequada dos dados.

É importante enfatizar que sempre haverá a necessidade da atuação do poder público quanto a atualização do inventário de setores específicos, tais como queimadas, emissões veiculares e ressuspensão em vias; visto que alguns tipos de fontes não estão diretamente associados a empresas ou atividades que passam por licenciamento ambiental.

Assim, a implementação da nova metodologia de gestão do inventário consistirá de duas etapas principais: (i) atualização, revisão e proposição de expansão do inventário atual e (ii) implementação do sistema de atualização contínua.

Conforme citado anteriormente, a primeira etapa já foi contratada e será realizada em 4 atividades principais, a saber: (i) realização da atualização do inventário de emissões da RMGV; paralelamente, (ii) será efetuada uma avaliação independente da metodologia proposta para a realização do inventário com proposições de adequação se necessário; (iii) serão estabelecidas diretrizes para elaboração do inventário em todo o Estado; e (iv) serão validados os resultados

do inventário de forma a assegurar que a metodologia proposta foi cumprida. Essas atividades serão realizadas em 18 meses a contar da data de apresentação deste documento dependendo das assinaturas de contratos específicos. Durante a execução da primeira etapa, o IEMA deverá realizar ações que viabilizem a implementação da segunda etapa.

## **4.2. Modelagem matemática e estocástica de poluentes**

Os modelos de qualidade do ar são amplamente utilizados para a gestão da qualidade do ar como ferramentas para o acompanhamento da qualidade do ar e suas tendências, análise e proposição de estratégias de controle. Nesse contexto, IEMA e SEAMA pretendem desenvolver esforços em duas linhas, gerando instrumentos para subsidiar sua atuação na gestão estratégica das políticas e diretrizes previstas no PEQAr, a saber: (i) modelagem da dispersão atmosférica de poluentes para fins de gestão da qualidade do ar e (ii) modelagem estocástica para associação entre poluição do ar e o impacto causado à saúde. Abaixo estão relacionados os principais elementos de tais esforços.

### **4.2.1. Modelagem da dispersão atmosférica de poluentes para fins de gestão da qualidade do ar**

Os modelos de dispersão atmosférica de poluentes, utilizam técnicas matemáticas para simular os processos químicos e físicos que afetam tanto a dispersão quanto as reações químicas dos poluentes na atmosfera. Modelos de qualidade do ar tem fundamental importância para o gerenciamento da qualidade do ar, desde o acompanhamento de tendências e licenciamento de novas fontes até a análise da efetividade de estratégias de controle.

A simulação da dispersão atmosférica de poluentes pode auxiliar a identificação do impacto causado por uma fonte existente selecionada para investigação ou por uma fonte ainda a obter licenciamento para instalação sobre o nível de concentração de determinado poluente. Os poluentes estão sujeitos a inúmeros processos de transporte e transformação na atmosfera que determinam a sua composição e níveis de concentração. Dessa forma, é importante conhecer, além das taxas de emissão de cada fonte para cada poluente (inventário de fontes), o potencial de transformação física e química dos poluentes na atmosfera que depende da presença combinada dos próprios poluentes e das próprias condições atmosféricas que podem promover a formação ou remoção desses poluentes. Por exemplo, estratégias para abatimento de precursores de poluentes, como os compostos orgânicos voláteis (COV) e os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), para redução dos níveis de ozônio e material particulado fino podem, sob diferentes condições,

causar aumento de outros poluentes e acelerar processos de deposição ácida (Finlayson-Pitts e Pitts, 2000).

Em função da necessidade de incorporar as mudanças necessárias para descrever a complexa relação entre os poluentes, a agência de proteção ambiental americana (US EPA) iniciou o projeto *Models-3* e desenvolveu o sistema CMAQ (Community Multiscale Air Quality System) que é empregado pela US EPA para a avaliação de cenários regionais e eficiência de estratégias de controle. Esse sistema de modelagem foi desenhado para pesquisa e aplicações ambientais para problemas de poluição do ar multi-escalas (urbano e regional) e multi-poluentes (oxidantes, deposição ácida e particulados). O sistema CMAQ é comumente chamado de modelo fotoquímico por incluir as reações fotoquímicas (relacionadas à radiação solar) para a formação de poluentes secundários. O CMAQ foi lançado para o público em junho de 1998 e desde então sofre modificações continuamente a fim de melhorar sua capacidade de representar os fenômenos que ocorrem atmosfera, tendo seu uso recomendado pela US EPA como modelo de qualidade do ar para a descrição da formação de partículas e ozônio troposférico (Binkowski and Shankar, 1995).

Desse modo, a fim de munir o IEMA com um modelo matemático de dispersão de poluentes para fins de gestão da qualidade do ar, será implementado o modelo integrado WRF-SMOKE-CMAQ para simulação da dispersão atmosférica de contaminantes na RMGV. O WRF (*Weather Research Forecast*) é um modelo numérico de mesoescala (de dezenas de metros a milhares de quilômetros) para previsão da distribuição espacial e temporal de parâmetros meteorológicos baseado em dados medidos. O SMOKE é um modelo que processa os dados do inventário de emissão a fim de produzir dados horários de taxa de emissão das fontes espacialmente distribuídos em uma dada região a partir de um inventário anual. Esse modelo integrado será validado para a RMGV e utilizado como ferramenta para identificação das fontes emissoras de  $MP_{10}$  e  $SO_2$  que devem ser prioritariamente analisadas na estratégia de redução de emissões com a finalidade de alcançar as metas de qualidade do ar. O modelo será validado utilizando os dados do inventário de emissões de fontes realizado para a RMGV em 2010 e os dados da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAR). Com a disponibilização de novos dados referentes à atualização do inventário de fontes o sistema poderá ser gradualmente atualizado.

Assim, será implementado o sistema integrado de modelagem WRF-SMOKE-CMAQ para a RMGV, com o objetivo de permitir a IEMA/SEAMA o acompanhamento, análise e proposição de estratégias de controle e sua análise de efetividade, utilizando inicialmente os dados do inventário de emissões de fontes já existente e contemplando a inclusão dos dados oriundos da

atualização do inventário. O prazo de execução do projeto é de 8 meses para a implementação inicial do modelo, com do inventário existente, estendendo-se até 18 meses para a incorporação dos dados oriundos da atualização do inventário

Além da atividade descrita acima, conforme mencionado anteriormente, estudos científicos de médio e longo prazo devem ainda ser realizados para efetivação da Dimensão Técnica do PEQAr. Assim, será elaborado um projeto de pesquisa para a identificação das fontes e dos respectivos percentuais de redução de emissão de partículas e SO<sub>2</sub> que devem incluídas ou consideradas na estratégia para alcançar as metas de qualidade do ar por meio de modelagem utilizando o sistema integrado WRF-SMOKE-CMAQ que deverá utilizar o inventário de fontes atualizado para a RMGV. O prazo para a confecção deste projeto de pesquisa é de 8 meses. Importante notar que o financiamento para a realização do projeto elaborado nessa atividade deverá ser obtido posteriormente.

#### **4.2.2. Modelagem estocástica para associação entre poluição do ar e o impacto causado à saúde**

As doenças respiratórias são prevalentes na atualidade, especialmente na infância e, nas últimas décadas de vida adulta. Pesquisas indicam que fatores ambientais e sua interação com genes específicos contribuem para o desenvolvimento dessas doenças (ARRUDA *et al.*, 2005). A exposição precoce a infecções, a vida em ambiente rural ou urbano, os hábitos dietéticos, o tamanho da família, a exposição à aeroalérgenos, as condições climáticas, o nível sócio econômico e a poluição atmosférica são fatores que podem influenciar na variação de prevalência das doenças respiratórias (CASAGRANDE *et al.* 2008, PEARCE *et al.* 2007).

Existem evidências crescentes de que tanto os poluentes gasosos quanto os particulados são fatores de risco para doenças respiratórias e podem contribuir para o seu desenvolvimento e agravamento, especialmente o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>) e material particulado (POPE *et al.* 2001, THURSTON *et al.* 1997). Exposição a diferentes níveis de concentração de poluentes pode ter um efeito significativo na função pulmonar, desencadeando ou agravando doenças respiratórias pré-existentes (MU *et al.* 2014). Inúmeros estudos têm encontrado associações significativas entre os níveis diários de concentração de poluentes e atendimentos por causas respiratórias ou cardiovasculares, entre outros Ostro *et al.* (1999), Schwartz (2000), Martins *et al.* (2001), Saldiva *et al.* (2004), Gouveia *et al.* (2004), Saldiva e Freitas (2007) e Chen *et al.* (2010). No Espírito Santo, por exemplo, o aumento da concentração desses poluentes na atmosfera já foi associado ao aumento do número

hospitalizações por doenças respiratórias em estudos como aqueles realizados por Castro *et al.* (2007), Miranda (2008), Matos (2012) e Souza *et al.* (2014).

O conhecimento da relação entre poluentes ambientais e doenças respiratórias auxilia a compreensão dos fenômenos biológicos e a instituição de medidas de prevenção e políticas de saúde e de meio ambiente. Na RMGV, essas pesquisas se revelam de fundamental importância, pela coexistência de alta prevalência de doenças respiratórias, condições ambientais desfavoráveis, existência de indústrias com potencial poluidor dentro da malha urbana e crescente tráfego automotivo.

Nesse contexto, estudar a relação entre doenças respiratórias e níveis de concentração de poluentes atmosféricos na RMGV pode contribuir para, além de melhorar o entendimento do problema, fornecer informações aos órgãos públicos do ES a fim de fomentar ações de melhoria de qualidade de vida e saúde. Assim, é proposto a elaboração e o desenvolvimento de projeto de pesquisa para investigação das variáveis da saúde e da poluição do ar observadas no tempo e no espaço, com os seguintes objetivos: (i) estudar a associação temporal-espacial entre a taxa de internação por doenças respiratórias e níveis de concentração de poluentes na RMGV; (ii) avaliar periodicamente sintomas respiratórios, a função pulmonar e o nível de óxido nítrico exalado de crianças e adolescentes cadastrados na Estratégia de Saúde da Família e relacionar as alterações dessa variável, ao longo do tempo, com os níveis de concentração de poluentes na RMGV e (iii) correlacionar, de forma temporal e espacial, o número de atendimentos por doenças respiratórias nos Pronto Atendimentos e Unidades Básicas de Saúde das Secretarias Municipais de Saúde da RMGV com os níveis de concentração de poluentes. Esse projeto de pesquisa permitirá modelar a dinâmica das variáveis, no tempo e no espaço, e poderá contribuir com a reavaliação de políticas e padrões que permitam reduzir e/ou controlar os efeitos dos poluentes à saúde humana e em geral. Serão utilizadas ferramentas e modelos estatísticos adequados a processos de contagem no espaço e no tempo como, por exemplo, extensões dos modelos propostos em Gimenez, Reisen, Rao and Terdik (2015 a,b) e do modelo de regressão generalizada com análise de componentes principais estudado por Souza *et al.* (2014), com a inovação de diferentes distribuições marginais, entre outros.

Essa atividade deve ser contratada em um prazo de até 6 meses a contar da data de apresentação deste documento. Importante notar que o financiamento para a realização do projeto elaborado nessa atividade deverá ser obtido posteriormente.

### 4.3. Utilização de modelo receptor e fomento ao desenvolvimento de novas metodologias, cientificamente acreditadas

Os métodos de estimativa de origem de contaminantes atmosféricos geralmente são baseados em modelos receptores, que aplicam métodos de estatística multivariada voltada para a identificação de fontes e distribuição quantitativa de poluentes do ar (OGULEI *et al.*, 2006). Tais modelos são baseados na correlação entre a composição química das partículas encontradas nos pontos de amostragem e a composição das partículas emitidas pelas principais fontes poluidoras de uma região (RIZZO e SCHEFF, 2007; LEE, 2008; VIANA, 2008, entre outros). Diferentes modelos, incluindo Análise de Componentes Principais (ACP) (PEREIRA *et al.*, 2007; CALLÉN. *et al.*, 2009), Unmix (SONG *et al.*, 2006a; OLSON e NORRIS, 2008), Balanço Químico de Massa (CMB) (CHEN, *et al.*, 2010) e Fatoração de Matriz Positiva (PMF) (PAATERO E TAPPER, 1994) têm sido aplicados para identificar e determinar contribuição de fontes de partículas.

O estado da arte atual tem mostrado que um dos maiores obstáculos para a determinação da origem das partículas é a presença de partículas oriundas de fontes com alto grau de similaridade, como emissões de queimas de fornos industriais e queimadas ou emissões referentes à movimentação de solo e pedreiras, visto que os métodos atuais baseiam-se na caracterização química (VIANA *et al.*, 2008; OANH *et al.*, 2009 e YIN *et al.*, 2010). Alguns estudos mostraram dificuldade em determinar a origem de elementos emitidos por várias fontes, tais como o Fe e S que estão presentes em solos ressuspensos, processos siderúrgicos e metalúrgicos (PEREIRA *et al.*, 2007). Como forma de contornar este problema, muitos estudos têm agrupado as fontes similares em uma única categoria de fontes (WATSON *et al.*, 1998; GREEN *et al.*, 2013). Entretanto, para definir estratégias adequadas de mitigação ou controle da poluição em uma região é necessário identificar contribuições separadamente, mesmo que oriundas de fontes de perfil quimicamente similar.

Estudos já realizados, contratados por indústrias locais, demonstraram a existência de regiões com diferentes características químicas da poeira sedimentada. Em 1999, foi realizado um estudo para a identificação da responsabilidade das fontes da RMGV sobre a presença de partículas sedimentáveis utilizando o modelo BQM nos bairros Ilha do Boi e Ilha do Frade. Esse estudo concluiu que, respectivamente, para as Ilhas do Boi e do Frade, 42% e 46% das contribuições são provenientes das atividades de pelotização e siderurgia, 20,8% e 24,8% dos solos, 12,4 % e 7,4% da construção civil e 11,9% e 6,9% de pedreiras. Entretanto, o estudo somente coletou reduzido número de amostras no período de fevereiro e março de 1999. Em

2002, foi realizado outro estudo no bairro Ilha do Boi que identificou a contribuição significativa das fontes relacionadas à recuperação de pelotas (65%) e manuseio de carvão (25,2%). Um terceiro estudo realizado nos anos de 2003 e 2004 promoveu a coleta de partículas sedimentáveis em 11 localidades na RMGV, divididas em duas áreas sob influência da Belgo Mineira (atual ArcelorMittal Cariacica) e da Ponta de Tubarão. Esse estudo concluiu que a fonte solos é a principal fonte de material particulado sedimentado em todos os locais avaliados, incluindo a Ilha do Boi (coleta realizada no Clube Ítalo Brasileiro). Na área sul da Ponta de Tubarão, a pelota foi identificada como a segunda fonte mais importante, seguidas de carvão e veículos; na área sul da Belgo Mineira, a empresa foi revelada como a segunda fonte mais importante. Para todas as localidades foram encontrados predominância dos elementos ferro, silício e alumínio, seguido por carbono orgânico (OC) e elementar (EC).

Todos esses estudos permitiram inferir que existem significativas variações temporal e espacial na composição química das amostras coletadas nas diferentes localidades da RMGV e das emissões que influenciam consideravelmente os resultados obtidos sobre a responsabilidade das fontes com respeito à poeira encontrada na RMGV. Assim, em 2011, foi realizado outro estudo sobre a contribuição relativa das fontes emissoras de partículas totais na taxa de deposição de partículas (partículas sedimentadas) na RMGV. Para tanto, foi utilizado o inventário das emissões da região para identificar as fontes com maior taxa de emissão de partículas totais. Para a utilização/execução do modelo CMB, as fontes foram selecionadas como: (i) Dentre o grupo de fontes pilhas de minério, pelotas e sinter, alto forno, fornos da VALE, aciaria e sinterização, na maioria dos casos/cenários avaliados foi utilizada a fonte pilha de minério como representante do grupo. (ii) Dentre as fontes do grupo pilhas de carvão e coque e coqueria, as pilhas de carvão e de coque foram escolhidas como representantes do grupo dependendo do melhor ajuste encontrado para os parâmetros de qualidade do modelo. (iii) Dentre o grupo de fontes cimenteiras e construção civil, o perfil da construção civil foi escolhido como representante do grupo, exceto na estação SENAC onde as duas fontes foram incluídas separadamente. (iv) Dentre o grupo de fontes solos e ressuspensão, ambas as fontes foram escolhidas como representantes do grupo dependendo do melhor ajuste encontrado para os parâmetros de qualidade do modelo. (v) Dentre o grupo de fontes pedreira e construção civil, ambas as fontes foram escolhidas como representantes do grupo dependendo do melhor ajuste encontrado para os parâmetros de qualidade do modelo. (vi) as fontes mar, (vii) veículos (escapamentos e frenagem) e (viii) as empresas de menor porte (indústria têxtil, de cerâmica e química, por exemplo) têm perfis distintos entre todas as fontes investigadas e, portanto, foram incluídas em todos os cenários, separadamente. O Capítulo 3 (Seção 2.3.1) apresenta uma breve descrição dos percentuais de contribuição obtidos por este estudo.

Entretanto, a individualização da contribuição dessas fontes é altamente desejável para a realização de uma gestão eficiente por parte do IEMA, haja vista o incômodo provocado pela poeira sedimentada à população da RMGV.

Para analisar separadamente as fontes dentro do grupo de fontes pilhas de minério, pelotas e sinter, alto forno, fornos, aciaria e sinterização, é necessário a utilização de estratégias adicionais de identificação de partículas, tais como a caracterização morfológica das partículas dessas fontes (CONTI, 2013), técnicas de análises químicas complementares (ICP-MS, Espectroscopia Mossbauer, Difração de Raios X, Cromatografia Iônica e outras) e modelos de dispersão que permitam inferências sobre as contribuições individuais dessas fontes de acordo com suas características de emissão e a meteorologia da região.

Desse modo, será elaborado, em conjunto com a comunidade científica, um projeto de pesquisa com o objetivo de identificação de novas técnicas de medição e modelagem para fornecer informações/dados ao modelo receptor que visem melhorar a desempenho de forma a separar categorias de fontes com alto grau de similaridade contribuindo com a identificação das principais fontes da RMGV e subsidiar as estratégias de gestão da qualidade do ar.

Esta atividade será realizada em quatro meses a contar da data de apresentação deste documento dependendo das assinaturas de contratos específicos. É importante notar que o financiamento para a execução do projeto elaborado nessa atividade deverá ser obtido posteriormente.

#### **4.4. Planos de ações dos principais setores poluidores visando o atendimento dos padrões de qualidade do ar e Estudos para adoção de medidas de fomento a ações que levem à redução de emissões de poluentes atmosféricos**

A confecção dos planos de ações dos principais setores poluidores visando o atendimento dos padrões de qualidade do ar e de estratégias, projetos e ações que resultem na adoção de medidas de fomento a ações que levem à redução de emissões de poluentes atmosféricos são um desdobramento natural da aplicação do método de planejamento estratégico descrito nas Seções 3.1 e 3.2 deste documento.

Conforme descrito anteriormente, para a implementação das atividades previstas no PEQAr serão elaborados os Planos de Ações referentes aos respectivos Projetos. Essa tarefa é fundamental para que haja coerência entre as diferentes iniciativas do Plano, alinhando Política, Diretrizes, Projetos, Ações e Instrumentos.

Os Planos de Ações serão compostos por uma estrutura que contemple, no mínimo, a descrição da Ação, a indicação do Responsável, a determinação do Prazo de execução e a definição dos Recursos necessários. Sua elaboração deverá ser responsabilidade dos Atores envolvidos na construção do PEQAr, com maior ênfase na participação dos setores poluidores. Contudo, outros Planos de Ações serão elaborados com relação aos Projetos que não estão diretamente vinculados, em sua execução, àqueles setores.

O número de Ações a serem criadas depende da sua participação no atingimento dos objetivos do respectivo Projeto, pois representam seu desdobramento direto. Os Planos de Ações deverão ser elaborados após a elaboração dos Projetos, vale dizer, na parte final da Terceira Etapa da Dimensão Institucional.

#### **4.5. Acompanhamento das melhores práticas de gestão nacionais ou internacionais para a melhoria da qualidade do ar**

As iniciativas relacionadas à qualidade do ar estão sendo implementadas em diferentes locais, com diferentes estágios tecnológicos e em ambientes organizacionais de diferentes dimensões quantitativas e qualitativas pelo diferentes Atores/Setores no Espírito Santo. Também, as fases de execução dessas iniciativas são desencontradas no tempo o que torna possível avaliar a efetividade das propostas e as facilidades e dificuldades na sua operacionalização.

Assim, o acompanhamento das melhores práticas fornecerá o *benchmarking* para o conhecimento e a adoção das experiências positivas e, além disto, incorporar o aprendizado sobre as experiências negativas para evitar o cometimento de erros.

Como resultado do conhecimento e sistematização das experiências desenvolvidas será possível abreviar a curva de aprendizagem para o quadro técnico, bem como para os Atores envolvidos, visto se tratar de metodologia participativa, pois isto propiciará maior e mais homogênea qualificação destes Atores. Esse movimento será melhor aproveitado nos momentos iniciais do PEQAr servindo para agregar de forma ampliada e mais homogênea, entre os Atores envolvidos na formulação e implementação do Plano, o conhecimento disponível em outras parte do Mundo.

Outro ponto importante é desenvolver mecanismos de correção durante a implementação do PEQAr. A elaboração de *benchmarking* representa uma forma menos custosa de corrigir e evitar erros e distorções das vias de realização das políticas, diretrizes, estratégias, projetos, ações ou dos instrumentos. Embora o *benchmarking* seja importante em todas elas, destaca-se sua

capacidade de promover benefícios para as Ações e os Instrumentos, pois tem características mais operacionais e, portanto, mais sujeitos à necessidade de correções em prazos mais curtos que os demais conceitos de gestão utilizadas no Plano.

A elaboração do *benchmarking* deverá ser um movimento inicial do PEQAr de forma a que seus resultados sejam melhor aproveitados ao serem incorporados aos movimentos seguintes. Seu prazo deverá acompanhar a Primeira Etapa da Dimensão Institucional a ser executada nos quatro meses seguintes à apresentação deste Documento.

#### **4.6. Dotar o Poder Público de ferramentas e pessoal necessário para execução das ações previstas no presente instrumento**

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA) é o órgão responsável pela gestão da política estadual de meio ambiente e tem como finalidade (i) orientar as ações da sociedade para o uso sustentável dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida, (ii) supervisionar e apoiar a elaboração de pesquisas, estudos científicos e projetos que visem à elaboração e definição de padrões ambientais, (iii) supervisionar as ações que visem promover a preservação e a melhoria da qualidade ambiental, (iv) promover a integração das atividades ligadas à defesa do Meio Ambiente e (v) coordenar as ações do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA), dos Conselhos Regionais de Meio Ambiente (CONREMAS) e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).

O Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) é uma entidade autárquica vinculada à SEAMA que tem como finalidade planejar, coordenar, executar, fiscalizar e controlar as atividades de meio ambiente, dos recursos hídricos e naturais. O IEMA possui três diretorias: Diretoria Técnica, Diretoria Administrativa/Financeira e Diretoria de Recursos Hídricos.

Atualmente, fazem parte da diretoria técnica os seguintes setores: Gerência de Controle Ambiental (GCA), Gerência de Fiscalização (GFI), Gerência de Recursos Naturais (GRN), Gerência de Educação Ambiental (GEA) e Gerência de Qualidade Ambiental que incorpora o Centro Supervisório de Qualidade do Ar.

Todas as gerências do IEMA tratam do tema poluição do ar, entretanto, somente as Gerências de Controle Ambiental e Qualidade Ambiental possuem especialistas dedicados especialmente ao tema: um especialista engenheiro mecânico na coordenação de impactos ambientais da

Gerência de Controle Ambiental que trata do licenciamento de grandes empreendimentos e outro especialista engenheiro civil com mestrado em engenharia ambiental no Centro Supervisório de Qualidade do Ar da Gerência de Qualidade Ambiental que trata do monitoramento da qualidade do ar na RMGV.

Para que esses dois órgãos, SEAMA e IEMA, possam cumprir suas finalidades de maneira integrada e utilizando as melhores práticas de gestão, considerando o cenário local e as obrigações listadas no Decreto Estadual 3463-R é necessária a identificação e integração das equipes gestoras, técnicas e administrativas de ambos os órgãos que atuam diretamente para a preservação da qualidade do ar.

No IEMA que tem o papel de planejar, coordenar, executar, fiscalizar e controlar as atividades relacionadas a qualidade do ar, é necessário o estabelecimento de uma equipe multidisciplinar contendo, no mínimo, engenheiros de meio ambiente, químicos e de produção, químicos, meteorologistas, estatísticos e matemáticos em número suficiente para atender as demandas do estado. Além disso, as responsabilidades dos diversos setores devem estar claras e organizadas de forma sinérgica para que possam ser produzidos procedimentos operacionais estabelecidos por meio de parcerias com a comunidade científica e outras entidades responsáveis pela gerência da qualidade do ar em outros estados brasileiros e em outros países.

Assim, (i) deve ser revisto o quadro operacional do IEMA no tocante aos especialistas no tema qualidade do ar e (ii) deve ser proposto treinamento a fim de que as melhores práticas de gestão nacionais ou internacionais para a melhoria da qualidade do ar possam ser executadas. Isto deve acontecer levando-se em consideração tanto as novas tarefas, quanto as novas conformações de tarefas já existentes resultantes do PEQAr.

Essas atividades de revisão do quadro funcional e proposição de treinamento serão realizadas pelo Diretor-Presidente do IEMA em conjunto com a Secretária de Meio Ambiente e Recursos Hídricos num prazo de 4 meses a contar da conclusão da Terceira Atividade da Dimensão Institucional.

Também a recomposição e aquisição das ferramentas de trabalho, sejam equipamentos ou sistemas, deverão compor o quadro de melhorias para atender à exigências do PEQAr. O prazo será de quatro meses a contar da conclusão da Terceira Etapa da Dimensão Institucional.

#### **4.7. Avaliação e planejamento da expansão do monitoramento da qualidade do ar no Estado do Espírito Santo**

O monitoramento da qualidade do ar e das condições meteorológicas na RMGV é efetuado por dois conjuntos complementares de estações de monitoramento: (i) a rede automática de monitoramento da qualidade do ar (RAMQAr) e (ii) a rede manual de monitoramento de partículas sedimentadas. Ambas as redes são de propriedade do IEMA, sendo a operação e manutenção gerenciadas pelo Centro Supervisório de Qualidade do Ar, e têm como objetivo medir a exposição da população aos poluentes: partículas totais em suspensão (PTS), partículas com diâmetro menor que 10 µm (MP<sub>10</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO), ozônio (O<sub>3</sub>) e partículas sedimentadas (PS); além de partículas com diâmetro menores que 2,5 µm (MP<sub>2,5</sub>) (essas a partir de 16/06/2014). Além dos dados de qualidade do ar são monitorados os seguintes parâmetros meteorológicos: direção e velocidade do vento, temperatura, umidade, radiação solar, pressão atmosférica e precipitação. A RAMQAr tornou-se operacional em 2001, enquanto a rede manual de monitoramento de partículas sedimentadas iniciou sua operação em abril de 2009. Em sua concepção original, a RAMQAr possuía 8 estações de monitoramento. Em 2012, foi adicionada a estação de monitoramento de Cidade Continental que ainda não está em operação completa. A rede manual de monitoramento de partículas sedimentadas iniciou seu funcionamento com 9 pontos de monitoramento e em dezembro de 2009, a rede foi ampliada para 11 pontos de monitoramento, sendo que 8 estão localizados nas estações da RAMQAr, dois pontos na Ilha do Boi (SENAC e Clube Ítalo Brasileiro) e um ponto adicional no Centro de Vitória na Banca Cultura localizada na esquina da Av. Jerônimo Monteiro com a Rua Governador José Sette (este ponto adicional foi desativado em fevereiro de 2013 conforme solicitação do proprietário da Banca Cultura).

O número e a distribuição das estações de monitoramento de qualidade do ar em operação na RMGV não são suficientes para a caracterização detalhada da poluição do ar em todo o seu território. As estações da RAMQAr e da rede manual de monitoramento de partículas sedimentadas estão localizadas em quatro dentre os sete municípios da RMGV em localizações consideradas estratégicas para o direcionamento de políticas de gestão e de controle.

A localização das estações da RAMQAr foi determinada para o cenário representativo da poluição do ar na RGV, em 2000, baseando-se na distribuição da densidade populacional e em resultados de modelos de dispersão atmosférica de contaminantes considerando as fontes existentes em 2000. A localização das estações relativamente ao monitoramento das condições

meteorológicas deve obedecer padrões e normas da Organização Meteorológica Mundial (OMM) que implica em locais onde as estações podem ser consideradas isentas de qualquer alteração na direção e velocidade do vento devido à presença de barreiras ou edificações nas suas vizinhanças. O posicionamento das estações da rede manual de poeira sedimentada foi determinado com base nas recomendações da norma ASTM D1739-98 (*reapproved* 2004), quanto ao espaçamento entre estações (de 5 a 8 km) e proximidade com estruturas e edificações e presença de árvores (foi realizada a poda das árvores próximas às estações).

É importante ressaltar que o crescimento da RMGV e as alterações relacionadas às principais fontes da região requerem revisões do desenho original da RAMQAR. As estações que atualmente monitoram os níveis de O<sub>3</sub>, por exemplo, encontram-se muito próximas de regiões de tráfego intenso, que são caracterizadas por emissões significativas de NO<sub>x</sub>, que reduzem as concentrações atmosféricas locais de O<sub>3</sub>, implicando em prováveis medições subestimadas de O<sub>3</sub> (SEINFELD e PANDIS, 2006). Um monitoramento mais adequado das concentrações de O<sub>3</sub> deveria considerar a presença de estações mais afastadas de vias de tráfego intenso, visto que a dinâmica de formação desse poluente conduz a níveis mais elevados de concentração em regiões mais afastadas das fontes de emissão de NO<sub>x</sub>. Outro fator relevante que leva a necessidade de revisão é a construção de edificações próximas às estações que prejudicam não apenas o monitoramento da qualidade do ar, mas principalmente, o monitoramento das variáveis meteorológicas. Além disso, há que considerar o monitoramento nas outras regiões do Estado do Espírito Santo.

Os relatórios de qualidade do ar da Grande Vitória revelaram a preocupação com relação ao percentual de dados faltantes para o cálculo das médias de concentração e parâmetros meteorológicos que deve ser inferior a 25%. A RAMQAr iniciou operação em 2000, ao longo do anos os equipamentos sofrem depreciação e devem ser substituídos. A aquisição dos insumos e peças de reposição que, por vezes, devido a idade dos equipamentos, apresentam custos elevados. A operação e manutenção dos equipamentos da RAMQAr tem se tornado um importante fator limitante para o monitoramento da qualidade do ar, uma vez que a atual política de administração da rede e sua manutenção têm resultado em episódios de indisponibilidade de dados em algumas estações.

Existe ainda o monitoramento da qualidade do ar em outras regiões do estado (fora da RMGV) não é sistematizado diretamente pelo IEMA, sendo principalmente efetuado por empresas como parte do monitoramento ambiental estabelecido em suas licenças de instalação e operação, tais como a Samarco para a região de Anchieta e a Fibria na região de Aracruz. Por exemplo, foi exigido da empresa SAMARCO um percentual superior a 90% de dados medidos válidos e o

IEMA, por meio do Centro Supervisório de Qualidade do Ar, deve auditar periodicamente os dados fornecidos e os procedimentos operacionais.

Assim, é necessário (i) reavaliar as funções de cada estação da RAMQAr e analisar a necessidade de expansão da rede com base nos dados históricos da RAMQAr, na distribuição espacial da concentração de poluentes obtidas por modelo de dispersão e na distribuição da densidade populacional. (ii) Deve, ainda, decidir sobre a necessidade da ampliação do monitoramento nas outras regiões do estado ou da aquisição de estações móveis de monitoramento. Será necessário, também, (iii) decidir sobre alternativas do modo de gestão mais eficientes da RAMQAr a fim de garantir elevados percentuais de dados válidos que não comprometam o cálculo das médias de concentração dos poluentes e integração dos dados das regiões fora da RMGV nos Relatórios de Qualidade do Ar do IEMA.

Essas atividades devem ser planejadas pela SEAMA e IEMA visto que as atividades (i) e (ii) requerem a contratação de serviço técnico especializado e a atividade (iii) requer o planejamento do próximo contrato de operação da RAMQAr. Assim, a SEAMA e IEMA contratarão os serviços técnicos especializados em 18 meses e o planejamento do próximo contrato de operação da RAMQAR será iniciado 12 meses antes do término da vigência do atual contrato.

#### **4.8. Implantação das medidas previstas no Plano de Controle de Poluição Veicular (PCPV)**

O crescimento da frota veicular da RMGV tem sido bastante significativo. Conforme citado no Capítulo 3, a taxa de crescimento teve seu auge nos anos de 2007 e 2008, alcançando um crescimento de 12% ao ano, mas vem desacelerando desde então e chegando ao nível de crescimento de 6% ao ano em 2013. Mantida essa taxa de crescimento, é possível projetar um aumento da frota veicular em mais de 50% até o ano de 2020, que além de causar grandes dificuldades ao transporte urbano, pode causar significativa deterioração na qualidade do ar da região a exemplo de diversas metrópoles brasileiras que sofrem com esse problema.

O Plano de Controle de Poluição por Veículos (PCPV), elaborado em 2011 conforme determinação da Resolução CONAMA Nº 418, de 25 de novembro de 2009, consiste no desenvolvimento de estratégias e ações de gestão para a redução da poluição veicular por meio (i) da implantação do Programa de Inspeção e Manutenção de Emissões e Ruídos de Veículos e do (ii) planejamento para mobilidade de cargas e pessoas no território. O PCPV constitui-se importante instrumento do Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) e do

Programa de Controle de Veículos Automotores (PROCONVE). Os principais objetivos do (PCPV) são: (i) cumprir a legislação do Programa de Controle da Poluição Veicular (PROCONVE); (ii) promover a conscientização da população quanto à poluição atmosférica causada por veículos automotores; (iii) incentivar a melhoria dos serviços oferecidos pelas oficinas mecânicas com vistas ao controle da emissão de poluentes gasosos; (iv) conscientizar os proprietários de veículos da necessidade de manter os motores regulados; (v) promover a melhoria da qualidade do ar, diminuindo ao máximo a emissão de poluentes e ruídos pelos veículos automotores e (vi) realizar vistoria anual de veículos com ênfase no controle da emissão de gases e ruídos.

As principais diretrizes do PCPV são: (i) implantação da 1ª Fase do Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos na Região Prioritária e a Frota-Alvo, devidamente identificadas pelo PCPV do Espírito Santo e, posteriormente, ampliação do Programa para os demais municípios e restante da frota; (ii) estabelecimento de convênio entre SEAMA/IEMA e o Departamento de Trânsito do Espírito Santo (DETRAN/ES); (iii) ampliação de programa de fiscalização das emissões de fumaça preta pela frota de veículos a diesel, nas vias públicas da RMGV, e posteriormente, nas vias públicas dos demais municípios do Espírito Santo; (v) implantação de auditoria do Programa Interno de Auto-fiscalização da Correta Manutenção da Frota quanto a Emissão de Fumaça Preta, conforme estabelecido na Portaria IBAMA nº. 85 de 1996; (vi) implantação de Programa Estadual de Educação Ambiental que, juntamente com iniciativas locais, objetivando sensibilizar, conscientizar e engajar a população no Programa I/M e na prática regular da boa manutenção; (vii) implantação do sistema BRT (*Bus Rapid Transit*) na Grande Vitória - ônibus modernos e de maior capacidade operando em corredores exclusivos, bem como interligando os terminais de interação de passageiros, com a racionalização da rede de transporte coletivo urbano; (viii) desenvolvimento de programas para a ampliação da oferta e melhoria da qualidade do transporte coletivo, estimulando sua utilização e a mobilidade urbana; (ix) implantação e/ou ampliação da malha urbana de ciclovias, bem como construção de bicicletários, propiciando a integração com outros modais; (x) incentivo de programas de reciclagem de veículos, principalmente de componentes cujo processo de produção emita menos poluentes a partir da matéria reciclada; (xi) estudo de viabilidade para modernização e renovação da frota; (xii) combustíveis alternativos, considerando sua condição menos poluidora; (xiii) planejamento do uso do solo e adoção de técnicas modernas e sistemas inteligentes para o gerenciamento da fluidez e segurança do trânsito, como reversão de faixas de tráfego no sentido de maior fluxo de veículos e em horários de pico; (xiv) incentivos para que organizações públicas e privadas ofereçam alternativas de transporte coletivo e/ou de carona solidária; (xv)

viabilizar a implantação do Programa I/M em todos os municípios do ES, de forma a evitar as fugas de licenciamento.

Assim, a partir do PCPV elaborado para o Estado do Espírito Santo, deve-se (i) revisar o texto do Plano a fim de estabelecer, a partir dos objetivos e diretrizes, metas a curto, médio e longo prazo, indicando os setores responsáveis pelo cumprimento das metas e (ii) elaborar os planos de ação detalhado para as metas de curto prazo.

A atividade (i) deverá ser realizada por comissão multidisciplinar estabelecida pela SEAMA. Essa comissão será nomeada em um prazo de 90 dias a contar da data de apresentação desse documento e terá 6 meses para finalizar a atividade (i). A atividade (ii) deverá ser realizada por especialistas e deverá ser contratada em até 9 meses após a conclusão dos trabalhos da comissão multidisciplinar. Para tanto, deverá ser previsto recursos no orçamento estadual de 2016. O prazo para conclusão da atividade (ii) dependerá da complexidade de realização das metas de curto prazo estabelecidas pela comissão, mas não deverá ser superior a 18 meses a fim de concluir seus trabalhos um ano antes da primeira revisão do PEQAr (que deve ser realizada a cada quatro anos, de acordo com o Decreto Estadual 3463-R).

#### **4.9. Priorização para a renovação da Licença de Operação dos empreendimentos integrantes do PEQAr condicionando-os às exigências técnicas especiais**

Licenciamento Ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades de pessoas naturais ou jurídicas de direito público ou privado que utilizem recursos ambientais e sejam consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras ou, ainda, daquelas que, sob qualquer forma ou intensidade, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições gerais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

O licenciamento ambiental pelo IEMA está previsto em leis, decretos, resoluções e portarias federais e estaduais, e existe para assegurar o desenvolvimento dessas atividades sem danos ao meio ambiente. Estão sujeitas ao licenciamento ambiental os empreendimentos industriais, de pesquisa e extração mineral, de tratamento e/ou disposição de resíduos, de armazenamento de substâncias perigosas, imobiliários, comerciais e de serviços, viários, agropecuários, agrícolas, de esgotamento sanitário e obras diversas. Tais atividades serão enquadradas de acordo com o porte e potencial poluidor e/ou degradador. As atividades florestais e a supressão vegetal têm seu licenciamento realizado pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo

(IDAF). Já as atividades de pequeno porte e baixo impacto ambiental podem ser licenciadas por municípios devidamente habilitados.

A licença ambiental é um ato administrativo pelo qual o órgão competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, de forma a prevenir os impactos ambientais. A Licença Ambiental pode ser Simplificada (LS), Prévia (LP), de Instalação (LI), de Operação (LO), de Operação para Pesquisa (LOP) e, ainda, de Regularização (LAR). Compete ao órgão ambiental estadual o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades: (i) localizadas ou desenvolvidas em mais de um município ou em Unidades de Conservação Estadual; (ii) localizadas ou desenvolvidas nas florestas; (iii) cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais municípios; (iv) delegados pela União aos Estados e ao Distrito Federal.

A LO é emitida após a instalação dos equipamentos e toda a infra-estrutura necessária à operação do empreendimento, bem como a implantação dos sistemas de controle de poluição hídrica, atmosférica, de resíduos sólidos, ruídos e vibrações, permitindo o início das atividades operacionais. Essa licença tem validade entre 04 (quatro) a 06 (seis) anos.

Os empreendimentos de grande porte e potencial poluidor ou potencialmente poluidoras e degradadoras do meio ambiente são licenciados pela coordenação de avaliação de impacto ambiental da Gerência de Controle Ambiental em que está alocado 01 (um) funcionário especialista no tema qualidade do ar. O IEMA deverá elaborar um fluxograma para priorização do licenciamento nessa coordenação a fim de priorizar o licenciamento da operação de grandes empreendimentos que estiverem dispostos a utilizar o melhor controle ambiental e que resulte em impulso mais significativo na melhoria da qualidade do ar.

Assim, para essa priorização, é necessário que sejam elaboradas instruções normativas para a coordenação de avaliação de impactos ambientais que permitam priorizar o licenciamento de operação de acordo com as orientações do Decreto Estadual 3463-R, ou seja, nesta ordem: (i) empreendimentos sem controle de emissões atmosféricas, (ii) instalação de sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia disponível em processos ou equipamentos e, finalmente, (iii) empreendimentos com controle de emissões atmosféricas que não utilizam a melhor tecnologia disponível. Essa atividade deverá ser realizada pelo especialista no tema qualidade do ar locado na coordenação de avaliação ambiental da Gerência de Controle Ambiental do IEMA no prazo de 4 meses a contar do término das reuniões relativas ao domínio institucional do PEQAr (seção 3.2) em que será abordado essa discussão.

#### 4.10. Resumos das atividades

Diretriz, ação ou instrumento	Atividades	Prazo	Responsável
Inventário de fontes fixas e móveis, com metodologias divulgadas publicamente	(i) atualização do inventário de emissões da RMGV incluindo o setor da construção civil e a reavaliação da taxa de ressuspensão de poeira em vias de tráfego	18 meses a contar da data de assinatura de contrato específico.	Contratadas
	(ii) avaliação independente da metodologia proposta para a realização do inventário com proposições de adequação se necessário		
	(iii) estabelecimento de diretrizes para elaboração do inventário em todo o Estado para o ano base 2014		
	(iv) validação dos resultados do inventário de forma a assegurar que a metodologia proposta foi cumprida		
	(v) redação de documento técnico contendo a análise crítica e sugestões relativas a metodologia proposta para realização do inventário		
	(vi) implementação de sistema online para atualização contínua do inventário de fontes	Sem prazo definido	A definir
Modelagem matemática e estocástica de poluentes - <i>Modelagem da dispersão atmosférica de poluentes para fins de gestão da qualidade do ar.</i>	(i) implementação do sistema integrado de modelagem WRF-SMOKE-CMAQ para a RMGV, utilizando os dados do inventário de emissões de fontes realizado para a RMGV em 2010.	18 meses a contar da data de assinatura de contrato específico.	Contratadas
	(ii) realização de simulação inicial para avaliar o efeito da redução de duas fontes pontuais de MP <sub>10</sub> e SO <sub>2</sub> em relação ao caso base		
	(iii) elaboração de projeto de pesquisa para identificação das fontes e dos respectivos percentuais de redução de emissão de partículas e SO <sub>2</sub> que devem incluídas na estratégia para alcançar as metas de qualidade do ar por meio de modelagem utilizando o sistema integrado WRF-SMOKE-CMAQ que deverá utilizar o inventário de fontes atualizado para a RMGV.		

<p>Modelagem matemática e estocástica de poluentes - <i>Modelagem estocástica para associação entre o impacto causado à saúde e poluição do ar</i></p>	<p>Elaboração de projeto de pesquisa com o objetivo de relacionar doenças respiratórias na região da Grande Vitória e níveis de concentração de poluentes atmosféricos</p>	<p>A contratar, prazo de 6 meses a contar da divulgação deste documento. É importante notar que o financiamento para a realização do projeto elaborado nessa atividade deverá ser obtido posteriormente.</p>	<p>SEAMA e IEMA</p>
<p>Utilização de modelo receptor e fomento ao desenvolvimento de novas metodologias, cientificamente acreditadas</p>	<p>Elaboração de projeto de pesquisa com o objetivo de identificação de novas técnicas de medição e modelagem da dispersão para fornecer informações/dados ao modelo receptor que visem melhorar a desempenho do modelo receptor CMB na identificação de determinadas fontes semelhantes de material particulado.</p>	<p>4 meses a contar da data de assinatura de contrato específico. É importante notar que o financiamento para a realização do projeto elaborado nessa atividade deverá ser obtido posteriormente.</p>	<p>Comunidade científica do ES, com participação de pesquisadores de outros estados, sob convite da Secretária da SEAMA</p>
<p>Planos de ações dos principais setores poluidores visando o atendimento dos padrões de qualidade do ar;  Estudos para adoção de medidas de fomento a ações que levem à redução de emissões de poluentes atmosféricos</p>	<p>Elaboração de Projetos e seus desdobramentos em Planos de Ações para atendimento aos padrões de qualidade do ar.  Realização de estudos para adoção de medidas de fomento a ações que levem à redução de emissões de poluentes atmosféricos</p>	<p>10 (dez) meses a contar da data de apresentação deste documento. (*)  10 (dez) meses a contar da data de apresentação deste documento. (*)  (*) Este prazo depende dos desdobramentos da Dimensão Técnica.</p>	<p>Atores envolvidos na elaboração do PEQAr participativo.  Atores envolvidos na elaboração do PEQAr participativo.</p>
<p>Acompanhamento das melhores práticas de gestão nacionais ou internacionais para a melhoria da</p>	<p>Elaboração de <i>benchmarking</i> das melhores práticas já em realização pelos Atores/Setores envolvidos no PEQAr</p>	<p>4 meses a contar da data de apresentação deste documento.</p>	<p>Atores envolvidos na elaboração do PEQAr</p>

qualidade do ar;			participativo.
Acompanhamento das melhores práticas de gestão nacionais ou internacionais para a melhoria da qualidade do ar;	(i) Revisão do quadro operacional do IEMA no tocante aos especialistas no tema qualidade do ar	4 meses a contar da data de apresentação deste documento.	Diretor-Presidente do IEMA
Caberá ao Sistema Estadual de Meio Ambiente por meio da SEAMA/IEMA dotar o Poder Público de ferramentas e pessoal necessário para execução das ações previstas no presente instrumento.	(ii) Proposição de treinamento a fim de que as melhores práticas de gestão nacionais ou internacionais para a melhoria da qualidade do ar possam ser executadas.	4 meses a contar da data de apresentação deste documento	Diretor-Presidente do IEMA em conjunto com a Secretária de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Avaliação e planejamento da expansão do monitoramento da qualidade do ar no Estado do Espírito Santo	(i) Contratação de serviço especializado para reavaliação das funções de cada estação da RAMQAr e análise da necessidade de expansão da RAMQAr	18 meses	SEAMA e IEMA
	(ii) Contratação de serviço especializado para deliberar sobre a necessidade da ampliação do monitoramento nas outras regiões do estado ou da aquisição de uma estação móvel de monitoramento.	18 meses	SEAMA e IEMA
	(iii) Deliberar sobre alternativas do modo de gestão mais eficientes da RAMQAr a fim de garantir elevados percentuais de dados válidos que não comprometam o cálculo das médias de concentração dos poluentes.	Até 12 meses antes do término da vigência do atual contrato.	SEAMA e IEMA
Implantação das medidas previstas no Plano de Controle de Poluição Veicular (PCPV);	(i) Revisão do texto do PCVC-ES	6 meses a partir da nomeação da comissão. A comissão será nomeada em até 90 dias a contar da data de apresentação desse documento	SEAMA Comissão multidisciplinar
	(ii) Contratação de serviços especializados para elaboração dos planos de ação detalhados para as metas de curto prazo do PCPV-ES revisado	A contratação deverá ser realizada em até 9 meses após a conclusão dos	IEMA A ser contratada

		trabalhos da comissão multidisciplinar. Os serviços contratos deverão ser findados um ano antes da primeira revisão do PEQAr	
Priorização para a renovação da Licença de Operação dos empreendimentos integrantes do PEQAr	Elaboração de instruções normativas a coordenação de avaliação de impactos ambientais que permita priorizar o licenciamento de operação de acordo com as orientações do Decreto Estadual 3463-R.	4 meses a contar do término das reuniões relativas ao domínio institucional do PEQAr	Especialista no tema qualidade do ar locado na coordenação de avaliação ambiental da Gerência de Controle Ambiental do IEMA

## 5. Considerações finais

---

A metodologia, bem como, o conjunto de conceitos, ferramentas e práticas propostas para a elaboração e implementação do PEQAr são parte da Gestão Estratégica, que contempla o planejamento estratégico, a sua execução e monitoramento. A definição pela metodologia da gestão estratégica para a elaboração e implementação do PEQAr considerou o seu escopo e suas especificidades, tais como: multiplicidade de atores, complexidade dos fatores envolvidos e diferenciação na correlação de forças.

A operacionalização das dinâmicas propostas implicará na construção coletiva dos componentes do PEQAr (Política, Diretrizes, Estratégias, Projetos, Ações e Instrumentos). Durante as dinâmicas de inserção dos diversos atores públicos e privados no processo de confecção da dimensão institucional do PEQAr poderão surgir outras questões ou necessidades de informações técnicas suplementares, indicando que novos projetos e ações técnicas sejam executados, efetivado para subsidiar a definição novas diretrizes e/ou políticas. Espera-se que a inclusão dos diversos atores no processo de planejamento e gestão contribua para a edificação de um sistema de gestão com maior participação, transparência e eficiência.

## 6. Referências

---

- AMATO, F.; PANDOLFI, M.; ESCRIG, A.; QUEROL, X., ALASTUEYA, A.; PEYA, J.; PEREZ, N.; HOPKE, P. K.; Quantifying road dust resuspension in urban environment by Multilinear Engine: A comparison with PMF2, *Atmospheric Environment* 43, 2770–2780, 2009.
- ANDRADE, M. F.; MIRANDA, R. M.; FORNARO, A., KERR, A.; OYAMA, B.; ANDRE, P. A.; SALDIVA, P.; Vehicle emissions and PM2.5 mass concentrations in six Brazilian cities, *Air Qual. Atmos. Health*, 5:79–88, 2012.
- ANSOFF, H. Igor. **A nova estratégia empresarial**. São Paulo: Atlas, 1990. Cap.s 6, 16 e 19.
- ANTUNES, A.M.C.; RAO, T. S. On hypotheses testing for the selection for Spatio-Temporal. *Journal of Time Series Analysis models*, v. 27, n.5, p. 767-791, 2006.
- APPEL K. W., POULIOT G. A., SIMON H., SARWAR G., PYE H. O. T., NAPELENOK S. L., AKHTAR F., ROSELLE S. J., Evaluation of dust and trace metal estimates from the Community Multiscale Air Quality (CMAQ) model version 5.0, *Geosci. Model Dev.*, 6, 883–899, 2013
- ARRUDA L K, SOLÉ D, BAENA-CAGNANI CEC, NASPITZ CK. *Cur Opin in Allergy & Clin Immunol*. 2005;5(2):153–59.
- BETHLEM, Agrícola. *Gestão estratégica de empresas brasileiras: casos escolhidos*. São Paulo: Atlas, 2005. Cap. 1.
- BINKOWSKI, F. S.; SHANKAR, U.; The Regional Particulate Matter Model: 1. Model description and preliminary results. *J. Geophys. Res.*, 100(D12), 26191–26209, doi:10.1029/95JD02093, 1995.

- CALLÉN, M. C. *et al.* Comparison of receptor models for source apportionment of the MP10 in Zaragoza (Spain). *Chemosphere* 76 (2009) 1120–1129.
- CASAGRANDE RRD, PASTORINO AC, SOUZA RGL, LEONE C, SOLÉ D, JACOB CMA. *Rev Saúde Pública*. 2008;42(3):5,17-23
- CASTRO H.A.; HACON S.; ARGENTO R.; JUNGER W.L., MELLO C.F.; JÚNIOR N.C.; COSTA J.G.; Air pollution and respiratory diseases in the Municipality of Vitória, Espírito Santo State, Brazil. *Cad. Saúde Pública* 2007;23(4):S630-S42.
- CASTRO HA, HACON S, ARGENTO R, JUNGER WL, MELLO CF, JÚNIOR NC *et al.* Air pollution and respiratory diseases in the Municipality of Vitória, Espírito Santo State, Brazil. *Cad. Saúde Pública*. 2007;23(4):S630-S42.
- CERTO, Samuel C.; PETER, J. Paul. *Administração estratégica: planejamento e implantação da estratégia*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1993. Cap.s 1 e 8.
- CHEN R. J., CHU C., TAN, J. G., *et al.* Ambient air pollution and hospital admission in Shanghai, China. *Journal of Hazardous Materials*. 2010
- CHEN, L. W. *et al.* Chemical mass balance source apportionment for combined MP2.5 measurements from U.S. non-urban and urban long-term networks. *Atmospheric Environment* 44 (2010) p 4908- 4918.
- CONTI, MM. *Caracterização Química e Morfológica de partículas Seimentadas na Região da Grande Vitória - ES. Tese (Doutorado em doutorado em Engenharia Ambiental - UFES) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.*
- COSTA, E A. *Gestão estratégica: da empresa que temos para a empresa que queremos*. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2007. Cap. 4.
- ECOSOFT CONSULTORIA E SOFTWARES AMBIENTAIS (ECOSOFT). *Inventário de emissões atmosféricas da região da grande vitória. Acordo de Cooperação Técnica IEMA & EcoSoft nº 010/2009. RTC10131-R1, Vitória, 2011.*
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USA (EPA). *Science algorithms of EPA MODELS-3 Community Multiscale Air Quality System*, 1999.
- FINLAYSON-PITTS, B. J.; PITTS, J.N. JR, *Chemistry of the upper and lower atmosphere. Theory, experiments and applications*, Academic Press, 2000.
- GOUVEIA, N.; BREMNER, S. A.; NOVAES, H. M. Association between ambient air pollution and birth weight in Sao Paulo, Brazil. *Journal Epidemiologic Community Health* 58, 11-17. 2004.
- GUTTIKUNDA, S. K.; CALORI, G.; A GIS based emissions inventory at 1 km 1 km spatial resolution for air pollution analysis in Delhi, India, *Atmospheric Environment*, 67, 101-111, 2013.
- HOLGATE, S. T.; KOREN, H. S.; SAMET, J. M.; MAYNARD, R. L.; *Air Pollution and Health*, Academic Press; 1st edition, 1999.
- HOPKE, P.K. Recent developments in receptor modeling. *Journal of Chemometrics*, v.17, p. 255-265, 2003.

- HOPKE, P.K. Receptor Modeling in Environmental Chemistry, USA. New York: John Wiley, 1985.
- INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA). Relatório da qualidade do ar na região da grande vitória 2013, Vitória-ES, 2014.
- KAPLAN, R S.; NORTON, D P. A estratégia em ação: balanced scorecard. 19.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997. Cap.s 8 e 9.
- LEE, S.; LILU, W.; WANG, Y.; RUSSEL, A.G.; EDGERTON, E.S. Source apportionment of MP2.5: Comparing MPF and CMB results for four ambient monitoring sites in the southeastern United States. Atmospheric Environment 42 (2008) 4126–4137.
- LIMA JUNIOR, P N. Uma estratégia chamada planejamento estratégico: deslocamentos espaciais e a atribuição de sentidos na teoria do planejamento urbano. Rio de Janeiro: 7Letras, 2010.
- MINTZBERG, H; AHLSTRAND, B; LAMPEL, J. Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico. Porto Alegre: Bookman, 2000. Cap.s 3, 9 e 10.
- MARTINS, L.; et. al. Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecções de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos. Revista Brasileira de Epidemiologia.2001.
- MATOS EP. Estudo epidemiológico, espacial e temporal, na análise da associação entre poluição do ar e o número de atendimentos hospitalares por causas respiratórias em crianças, na RGV. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito; 2012.
- MIRANDA DC. Prevalência da asma e sintomas respiratórios no município de Vitória (ES): comparação entre duas áreas com diferentes fontes de poluição atmosférica identificadas através de biomonitoramento [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2008.
- MONROY, N. A. J. ; REISEN, V.A; RAO, T.S. Daily average sulphur dioxide in the Great Vitoria Region. A space time analysis. Environmental Modelling & Software. ,2014.
- MONROY, N. A. J. ; REISEN, V.A; RAO, T.S. G. TERDIK. Daily average sulphur dioxide in the Great Vitoria Region. A space time analysis. Environmental Modelling & Software. ,2015a.
- MONROY, N. A. J.; REISEN, V.A.; RAO, T.S.; G. TERDIK. An extension of STARIMA model with fractional difference and an application of sulphur dioxide in the Great Vitoria Region. Revisão, 2015b.
- MU L, DENG F, TIAN L, LI Y, SWANSON M, YING J *et al*. Peak expiratory flow, breath rate and blood pressure in adults with changes in particulate matter air pollution during the Beijing Olympics: A panel study. Environ Res. 2014;133:4-11.
- OANG, N. T. *et al*. Designing ambient particulate matter monitoring program for source apportionment study by receptor modeling. Atmospheric Environment 43 3334–3344, (2009).
- OGULEI, D. *et al*. Source apportionment of Baltimore aerosol from combined size distribution and chemical composition data. Atmospheric Environment 40 S396–S410, (2006).

- OLIVEIRA, Djalma Pinho Rebouças de. Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e prática. 18.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- OLSON, D. A. E NORRIS, G. A. Chemical characterization of ambient particulate matter near the World Trade Center: Source apportionment using organic and inorganic source Markers. *Atmospheric Environment* 42 7310–7315, (2008).
- OSBORNE, D; GAEBLER, T. Reinventando o governo: como o espírito empreendedor está transformando o setor público. 5.ed. Brasília: 1995. Cap.s 2, 5, 7 e 8.
- OSTRO, B. D., ESKELAND, G. S., SANCHEZ, J. M. e FEYZIO- ´GLU T. Air pollution and health effects: A study of medical visits among children in Santiago, Chile. *Environmental Health Perspect* 107(1), 69-73. 1999.
- PAATERO, P.; TAPPER, U. Positive Matrix Factorization: a non-negative factor model with optimal utilization of error estimates of data values. *Environmetrics*, v. 5, p. 111-126, 1994.
- PEARCE N, AIT-KHALED N, BEASLEY R, MALLOL J, KEIL U, MITCHELL E, *et al.* Worldwide trends in the prevalence of asthma symptoms: phase III of the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). *Thorax*. 2007;62(9):758-66. DOI:10.1136/thx.2006.070169
- PEREIRA, E.; REISEN, V.A; FRANCO, G. Estudo epidemiológico, espacial e temporal, na análise da associação entre Poluição do Ar e o número de atendimentos hospitalares por causas respiratórias em crianças, na Região da Grande Vitória, ES. Revisão, 2014.
- PEREIRA, P. A. P. *et al.* Atmospheric concentrations and dry deposition fluxes of particulate trace metals in Salvador, Bahia, Brazil. *Atmospheric Environment* 41 7837–7850, (2007).
- POPE C.A. III, DOCKERY D.W.; SPENGLER J.D.; RAIZENNE M.E. RESPIRATORY health and PM10 pollution: a daily time series analysis. *Am Rev Respir Dis*. 1991;144:668 – 674.
- POPE CA III, DOCKERY DW, SPENGLER JD, RAIZENNE ME. Respiratory health and PM10 pollution: a daily time series analysis. *Am Rev Respir Dis*. 1991;144:668-74.
- RIZZO, M. J. e SCHEFF, P. A. Utilizing the Chemical Mass Balance and Positive Matrix Factorization models to determine influential species and examine possible rotations in receptor modeling results. *Atmospheric Environment* 41 6986–6998, (2007).
- SALDIVA, P.H.N. FREITAS, C. *et al.* Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. *Caderno Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 23. 2007.
- SALDIVA, P.H.N. FREITAS, C. *et al.* Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. *Revista Saúde Pública*. 2004.
- SCHWARTZ, J. Harvesting and long term exposure effects in the relationship between air pollution and mortality. *American Journal Epidemiologic* 151, 440- 448. 2000.
- SEINFELD J. H.; PANDIS S. N.; *Atmospheric Chemistry and Physics: From air pollution to climate change*. 2a Ed. John Willey and Sons Inc, 2006.

- SONG, Y., ZHANG, M.S., CAI, X.H., MP10 modeling of Beijing in the winter. *Atmospheric Environment* 40, 4126–4136, 2006.
- SOUZA J.B., REISEN VA, FRANCO GC, SANTOS JM. Análise de Componentes Principais e a Modelagem Linear Generalizada: uma associação entre o número de atendimentos hospitalares por causas respiratórias e a qualidade do ar, na Região da Grande Vitória, ES. *Revista de Saúde Pública (Impresso)*. 2014;48(3):451-58.
- SOUZA, J.B.; REISEN, V.A.; FRANCO, GLAURA C; SANTOS, J.M.. Análise de Componentes Principais e a Modelagem Linear Generalizada: uma associação entre o número de atendimentos hospitalares por causas respiratórias e a qualidade do ar, na Região da Grande Vitória, ES. *Revista de Saúde Pública* 2014.
- TAVARES, Mauro Calixta. *Gestão estratégica*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2005. Cap. 2.
- THURSTON G.D.; Lippmann M.; Scott M.B.; Fine J.M.; Summertime haze air pollution and children with asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;155:654 – 660.
- US EPA. Environmental Protection Agency of the United States. EPA-CMB8.2 Users Manual. Research Triangle Park, NC 27711, 2004
- VIANA, M. *et al.* Source apportionment of particulate matter in Europe: A review of methods and results. *Aerosol Science* 39 (2008) 827–849.
- WATSON, J.G. Overview of receptor model principles. *JAPCA* 34: 619-23, 1984.
- WATSON J. G., FUJITA E., CHOW J. C., ZIELINSKA B., Northern Front Range Air Front Air Quality Study Final Report, DRI Document N. 6580-685-8750.1F2, Nevada, USA, 1998.
- YIN, J.; HARRISON, R. M.; CHEN, Q.; RUTTER, A., SCHAUER, J. J. Source apportionment of fine particles at urban background and rural sites in the UK atmosphere. *Atmospheric Environment* v. 44, p. 841-851, 2010.