

INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA



ANO BASE
2015

**INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS
DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA
ANO BASE - 2015**

RTC190018-R1

Vitória, ES
Abril de 2019

EQUIPE TÉCNICA

Luiz Cláudio D. Santolim	Coordenador Técnico Mestre em Engenharia Ambiental Engenheiro Mecânico CREA: ES-4.531/D IBAMA: 579.921
Julius César Zamprogno Mergulhão	Engenheiro Ambiental CREA: ES-26.913/D IBAMA: 5.433.813
Flávio Curbani	Doutorando em Ecologia de Ecossistemas Mestre em Engenharia Ambiental Engenheiro Mecânico Engenheiro de Segurança do Trabalho CREA: ES-7.864/D IBAMA: 531.651
Andrielly Moutinho Knupp	Mestra em Engenharia Ambiental Engenheira Ambiental Tecnóloga em Saneamento Ambiental CREA: ES-38.754/D IBAMA: 4.750.178
Tatiane Jardim Moraes	Bacharel em Química Técnica em Meio Ambiente Técnica em Metalurgia e Materiais IBAMA: 5.014.892
Alinie Rossi dos Santos	Mestra em Engenharia Ambiental Engenheira Ambiental CREA: ES-42.416/D IBAMA: 6.784.128
Vanessa Brusco Filete	Estagiária Graduanda em Engenharia Ambiental
Gabriel Aarão Gonçalves	Estagiário Graduando em Engenharia Ambiental

Fotografia da Capa

*Basílica de Santo Antônio – Vitória/ES
Cristiano Scardini de Jesus*

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Limite espacial dos municípios da Região da Grande Vitória	12
Figura 3.1 – Metodologia utilizada para elaboração do inventário	14
Figura 3.2 – Processo para seleção dos empreendimentos e atividades a serem inventariados.....	15
Figura 3.3 – Fontes para Obtenção das Informações	16
Figura 3.4 – Empreendimentos da RGV em que houve visita técnica	18
Figura 3.5 – Empreendimentos da construção civil onde foram realizadas as campanhas de monitoramento.....	20
Figura 3.6 – Locais selecionados para amostragem do volume de tráfego nas vias da RGV	21
Figura 3.7 – Medição das frações de material particulado em vias de tráfego da RGV.....	22
Figura 3.8 – Distribuição espacial dos pontos de coleta para determinação do teor de <i>Silt</i> nas vias de tráfego pavimentadas da RGV	23
Figura 3.9 – Processo de definição da metodologia para estimativa das emissões atmosféricas.....	24
Figura 3.10 – Fluxograma para determinação da abordagem metodológica utilizada na quantificação das emissões.....	25
Figura 3.11 – Processo para quantificação das emissões de poluentes atmosféricos	27
Figura 4.1 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados na região da RGV	35
Figura 4.2 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados no município de Cariacica.....	36
Figura 4.3 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados no município de Serra.....	37
Figura 4.4 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados no município de Viana	38
Figura 4.5 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados no município de Vila Velha	39
Figura 4.6 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados no município de Vitória	40
Figura 4.7 – Contribuição percentual dos setores produtivos nas emissões de material particulado dos empreendimentos e atividades da RGV	47
Figura 4.8 – Contribuição percentual dos setores produtivos nas emissões de gases dos empreendimentos e atividades da RGV	48
Figura 4.9 – Percentual da distância média trafegada nas vias primárias e secundárias para os veículos leves, pesados e motos.....	50
Figura 4.10 – Distribuição espacial das emissões residenciais e comerciais e emissões das vias de tráfego secundárias da RGV	53
Figura 4.11 – Distribuição espacial das vias de tráfego primárias da RGV.....	54
Figura A.1 – Emissões atmosféricas que ocorrem em vias de tráfego.....	69
Figura A.2 – Fluxograma simplificado do inventário das vias de tráfego.....	70
Figura A.3 – Caracterização das vias de tráfego na região da RGV: (A) Vias Primárias e (B) Vias Secundárias.....	71
Figura A.4 – Fluxograma simplificado da metodologia utilizada no inventário nacional de emissões veiculares	74
Figura A.5 – Fluxograma simplificado da metodologia utilizada no cálculo das emissões das vias primárias.....	75
Figura A.6 – Pontos selecionados para amostragem do volume de tráfego nas vias da RGV	78
Figura A.7 – Precipitação acumulada mensal e horas com ocorrência de chuvas em 2015	82
Figura A.8 – Monitoramento de material particulado em vias utilizando E-Sampler	83
Figura A.9 – Esquema de amostragem de <i>Silt</i> nas vias da RGV.	86

Figura A.10 – Amostragem de <i>silt</i> em vias da RGV.....	87
Figura A.11 – Funções de tráfego da Avenida Nossa Senhora dos Navegante (em frente ao Palácio do Café).....	91
Figura A.12 – Perspectivas consideradas para análise dos dados brutos de monitoramento de tráfego da PMV.....	93
Figura A.13 – <i>Boxplot</i> da Série de 1 Hora e dos Quartos de Hora Extrapolados – Análise 1.....	94
Figura A.14 – Correlação entre a série utilizando o 1º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 1	95
Figura A.15 – Correlação entre a série utilizando o 2º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 1	95
Figura A.16 – Correlação entre a série utilizando o 3º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 1	96
Figura A.17 – Correlação entre a série utilizando o 4º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 1	96
Figura A.18 – <i>Boxplot</i> da série de 1 hora e dos quartos de hora extrapolados – Análise 2.....	97
Figura A.19 – Correlação entre a série utilizando o 1º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 2	98
Figura A.20 – Correlação entre a série utilizando o 2º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 2	98
Figura A.21 – Correlação entre a série utilizando o 3º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 2	99
Figura A.22 – Correlação entre a série utilizando o 4º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 2	99
Figura A.23 – <i>Boxplot</i> da série de 1 hora, das séries dos quartos de hora extrapolados e das simulações – Análise 1.....	104
Figura A.24 – <i>Boxplot</i> da série de 1 hora, das séries dos quartos de hora extrapolados e das simulações – Análise 2.....	106
Figura A.25 – Esquema de coletas de partículas em vias pavimentadas	109
Figura A.26 – Precipitação acumulada mensal e dias com ocorrência de chuvas em 2015	113
Figura A.27 – Monitoramento de material particulado na etapa de fundação	123
Figura A.28 – Monitoramento de material particulado na etapa de fundação	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Composição do método DARS para análise das estimativas das fontes emissoras	26
Tabela 4.1 – Definição do agrupamento das fontes emissoras em setores produtivos	30
Tabela 4.2 – Classificação das empresas e atividades da RGV de acordo com os setores produtivos	31
Tabela 4.3 – Taxa de emissão de poluentes atmosféricos das emissões industriais e outras atividades consideradas no inventário da RGV	41
Tabela 4.4 – Resumo das taxas de emissões de poluentes atmosféricos agrupadas nos setores produtivos	46
Tabela 4.5 – Resumo das taxas de emissões residenciais e comerciais da RGV	49
Tabela 4.6 - Resumo das taxas totais de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego da RGV	51
Tabela 4.7 – Resumo categorizado das taxas totais de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego da RGV	52
Tabela 5.1 - Resumo do inventário de emissões atmosféricas da RGV - Ano base 2015	56
Tabela A.1 – Fator de emissão médio da frota veicular da RGV utilizado no inventário de emissões veiculares	76
Tabela A.2 – Pontos de amostragem do fluxo de tráfego por município da RGV	77
Tabela A.3 – Pontos de medição para determinação da relação entre as frações de material particulado nas vias de tráfego	83
Tabela A.4 – Constante de tamanho das partículas utilizada para estimativa das emissões de ressuspensão em vias de tráfego pavimentadas	84
Tabela A.5 – Teor de <i>silt</i> obtido em diversas localidades	84
Tabela A.6 – Locais selecionados para amostragem do teor de <i>silt</i> nas vias de tráfego da RGV	85
Tabela A.7 – Teor de <i>silt</i> utilizado para estimativa das emissões de ressuspensão em vias de tráfego	89
Tabela A.8 – Funções de tráfego (horária, mensal e semanal) da avenida Nossa Senhora dos Navegantes (em frente ao Palácio do café)	92
Tabela A.9 – Estatística descritiva da série de 1 hora e dos quartos de hora extrapolados – Análise 1	94
Tabela A.10 – Estatística descritiva da série de 1 hora e dos quartos de hora extrapolados – Análise 2	97
Tabela A.11 – Configuração das 10 simulações realizadas – Análise 1	101
Tabela A.12 – Configuração das 10 simulações realizadas – Análise 2	101
Tabela A.13 – Estatística descritiva da série de 1 hora, das séries dos quartos de hora extrapolados e das simulações – Análise 1	103
Tabela A.14 – Estatística descritiva da série de 1 hora, das séries dos quartos de hora extrapolados e das simulações – Análise 2	105
Tabela A.15 – Percentual de registros em que o número de veículos normalizado está em um intervalo de $\pm 15\%$ do valor médio da série de 1 hora	107
Tabela A.16 – Constantes de utilizadas para estimativas das emissões de ressuspensão em vias não pavimentadas	113
Tabela A.17 – Constante de tamanho das partículas para estimativa de erosão eólica em pilhas de materiais	114
Tabela A.18 – Regime de distribuição de subárea de u_s/u_r	115
Tabela A.19 – Regime de distribuição de áreas erodíveis de u_s/u_r	115
Tabela A.20 – Determinação da velocidade de fricção limiar conforme aplicação do método de Gillette et al. (1980)	117
Tabela A.21 – Fator de rajada	121

Tabela A.22 – Empreendimentos onde foram realizadas as medições de material particulado	122
Tabela A.23 – Fatores de emissão utilizados para obras da construção civil por categoria de fonte	126
Tabela A.24 – Demanda dos motores principais e auxiliares em relação a potência do navio	129
Tabela A.25 – Fatores de emissão para estimativa de COV em postos de combustíveis	131
Tabela A.26 – Fatores de emissão para <i>flare</i>	134
Tabela B.1 – Empresas não consideradas no Inventário de Emissões Atmosféricas da RGV	136
Tabela C.1 – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)	138

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. ESCOPO	12
2.1. ABRANGÊNCIA ESPACIAL	12
2.2. ABRANGÊNCIA TEMPORAL	13
2.3. POLUENTES INVENTARIADOS	13
3. METODOLOGIA PARA A ELABORAÇÃO DO INVENTÁRIO	14
3.1. SELEÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS E ATIVIDADES DE INTERESSE	15
3.2. OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES	16
3.2.1. Processos de Licenciamento Ambiental	17
3.2.2. Ofícios	17
3.2.3. Visitas Técnicas	18
3.2.4. Medições	18
3.2.5. Portal de Acesso à Informação	24
3.3. METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES	24
3.4. QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES	26
4. INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	30
4.1. EMISSÕES INDUSTRIAIS E OUTRAS ATIVIDADES	30
4.2. EMISSÕES URBANAS	49
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	55
6. REFERÊNCIAS	58
APÊNDICE A – METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES	64
A.1. PROCESSOS INDUSTRIAIS	64
A.1.1 Fontes Pontuais (Chaminés)	64
A.1.2 Transferência de Materiais	67
A.1.3 Outras Emissões Industriais	68
A.2. VIAS DE TRÁFEGO	69
A.2.1 Emissões Veiculares	72
A.2.1.1. Vias Primárias	75
A.2.1.2. Vias Secundárias	79
A.2.2 Emissões por Ressuspensão de Partículas	80
A.2.3. Método para Estimativa do Tráfego de Veículos	90
A.2.4. Procedimento para Amostragem da Quantidade de <i>Silt</i> Depositado em Superfícies de Vias de Tráfego Pavimentadas	108
A.2.4.1. Definições	108
A.2.4.2. Equipamentos e Materiais Utilizados	108
A.2.4.3. Procedimentos	108
A.2.5 Emissões Veiculares e Ressuspensão nas Vias de Tráfego dos Empreendimentos	111
A.3. EROÇÃO EÓLICA EM PILHA DE MATERIAIS	114

A.3.1	Conversão da Velocidade do Vento	121
A.4.	CONSTRUÇÃO CIVIL	122
A.4.1	Medição de Material Particulado na Construção Civil.....	122
A.4.2	Fator de Emissão	125
A.5.	AEROPORTO.....	127
A.6.	PORTOS	128
A.7.	FERROVIAS.....	130
A.8.	POSTOS DE COMBUSTÍVEIS	130
A.9.	TERMINAIS DE ESTOCAGEM DE COMBUSTÍVEIS	131
A.10.	ENVASADORAS DE GLP	132
A.11.	ATERROS DE RESÍDUOS	133
A.12.	MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	134
A.13.	EMISSIONES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS.....	135
APÊNDICE B – EMPRESAS NÃO CONSIDERADAS NO INVENTÁRIO		136
APÊNDICE C – TAXA DE EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DAS VIAS DE TRÁFEGO PRIMÁRIAS DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA.....		138
ANEXO A – MEMORIAL DE CÁLCULO		162

1. INTRODUÇÃO

O inventário de emissões atmosféricas é um importante instrumento para gestão atmosférica de uma região, pois permite definir qualitativa e quantitativamente as diversas atividades existentes na área de estudo com potencial de alteração da qualidade do ar.

Nessa perspectiva, um inventário possibilita representar onde, como, quando e quanto os diversos poluentes atmosféricos são emitidos pelas fontes emissoras significativas na área de interesse. Ou seja, a metodologia permite identificar, caracterizar e quantificar as contribuições de poluentes atmosféricos emitidos por cada fonte emissora, relacionando a massa do poluente gerada em um intervalo de tempo.

A concepção de um inventário de uma região metropolitana possibilita identificar as principais tipologias de fontes emissoras contribuintes para as emissões dos poluentes atmosféricos analisados e consequente aplicação de ações de gestão em quaisquer esferas de atuação (pública ou privada). Ainda, as informações contidas no inventário podem ser utilizadas para: aplicação de modelos de dispersão atmosférica na avaliação das áreas mais suscetíveis à alteração da qualidade do ar; subsidiar a sistemática de implantação, revisão ou manutenção de uma rede de monitoramento da qualidade do ar, incluindo o seu dimensionamento e rateio de custo entre as empresas com maior potencial de contribuição de emissões; contribuir na elaboração de estudos de diversas áreas do conhecimento, como os relacionados à saúde pública.

Nesse cenário, a Região da Grande Vitória (RGV), nomenclatura definida para o presente estudo, contempla a maior parte dos municípios (Cariacica, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória) pertencentes à Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), onde destaca-se o adensamento industrial e, conseqüentemente, populacional e urbano. A RGV conta ainda com uma diversidade de setores produtivos, dentre os quais incluem: petróleo e gás, siderurgia e mineração, metalmeccânico, construção civil, alimentos, automotivo e logístico. Dessa forma, devido ao conjunto de características encontradas nessa região, tornou-se relevante considerar os aspectos relacionados à gestão atmosférica.

Em 2010, foi publicado o primeiro Inventário de Emissões Atmosféricas da Região da Grande Vitória, com ano base 2009, que foi desenvolvido pela EcoSoft Consultoria e Softwares Ambientais por meio do acordo de cooperação técnica firmado com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA), por intermédio do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). Esse inventário consistiu, na sua maior parte, em uma compilação de informações, visto que foram utilizados, primordialmente, dados obtidos de processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos inventariados, existentes nos arquivos do IEMA e outros órgãos públicos.

O Inventário de Emissões Atmosféricas da Região da Grande Vitória, ora apresentado, tomou 2015 como ano base e utilizou uma metodologia mais refinada e aprofundada que no estudo anterior, envolvendo: a EcoSoft Consultoria e Softwares Ambientais Ltda., como empresa executora do trabalho; o Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, como órgão provedor de informações e gestor do projeto; a Fundação Espírito Santense de Tecnologia (FEST), representado pelo corpo de pesquisadores da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e do Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia (SENAI -

CIMATEC), como a entidade avaliadora da metodologia empregada e dos resultados obtidos; e a empresa Tetra Tech Inc., como auditora externa independente. A seguir são apresentadas as respectivas atribuições das partes interessadas no presente estudo:

IEMA	• Gestão, coordenação do inventário e responsável pelo acesso às informações necessárias à realização do inventário
ECOSOFT	• Empresa executora do inventário
FEST	• Avaliação técnica e validação da metodologia e análise dos resultados
TETRA TECH	• Empresa auditora externa

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo determinar e quantificar as principais fontes emissoras de poluentes atmosféricos da Região da Grande Vitória, a fim de subsidiar ações de gestão atmosférica pelo órgão ambiental competente. O inventário também apresenta uma metodologia corroborada pelo corpo acadêmico, a qual pode ser utilizada como referência para estudos futuros.

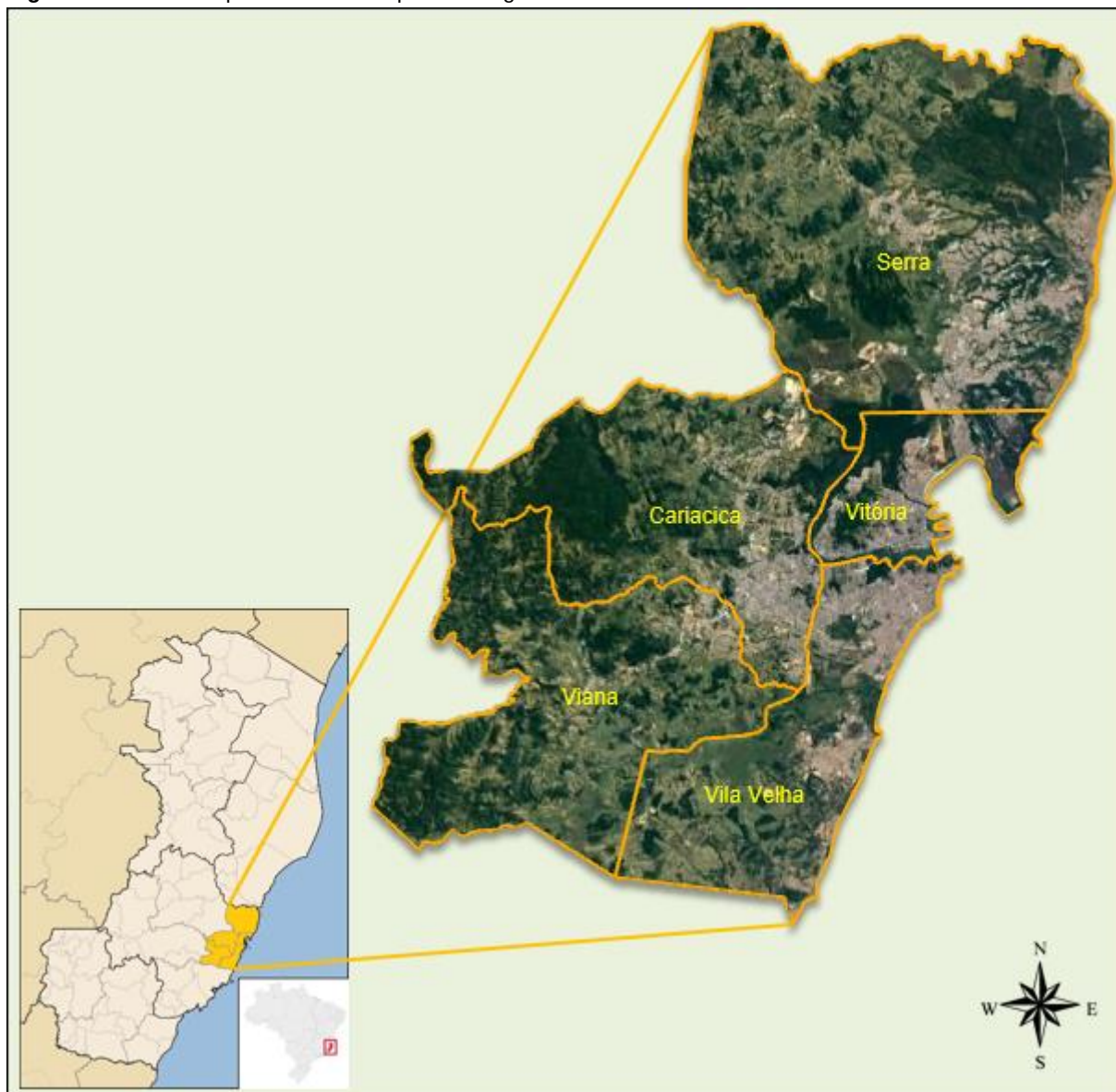
2. ESCOPO

O escopo do presente trabalho, o qual consiste na atualização e complementação do inventário de emissões atmosféricas da RGV, foi definido pelas partes interessadas supracitadas e determina os limites geográficos da RGV, o ano base do inventário e os poluentes inventariados.

2.1. ABRANGÊNCIA ESPACIAL

O inventário abrange espacialmente os municípios de Cariacica, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória, aqui denominada Região da Grande Vitória (RGV), apresentada na Figura 2.1. A região é predominantemente urbana, com população total estimada de 1,8 milhões de habitantes, a qual corresponde a cerca de 46% da população do estado do Espírito Santo (IBGE, 2018).

Figura 2.1 – Limite espacial dos municípios da Região da Grande Vitória



2.2. ABRANGÊNCIA TEMPORAL

A estimativa das emissões atmosféricas da Região da Grande Vitória foi realizada considerando o ano base de 2015, abrangendo os meses de janeiro a dezembro.

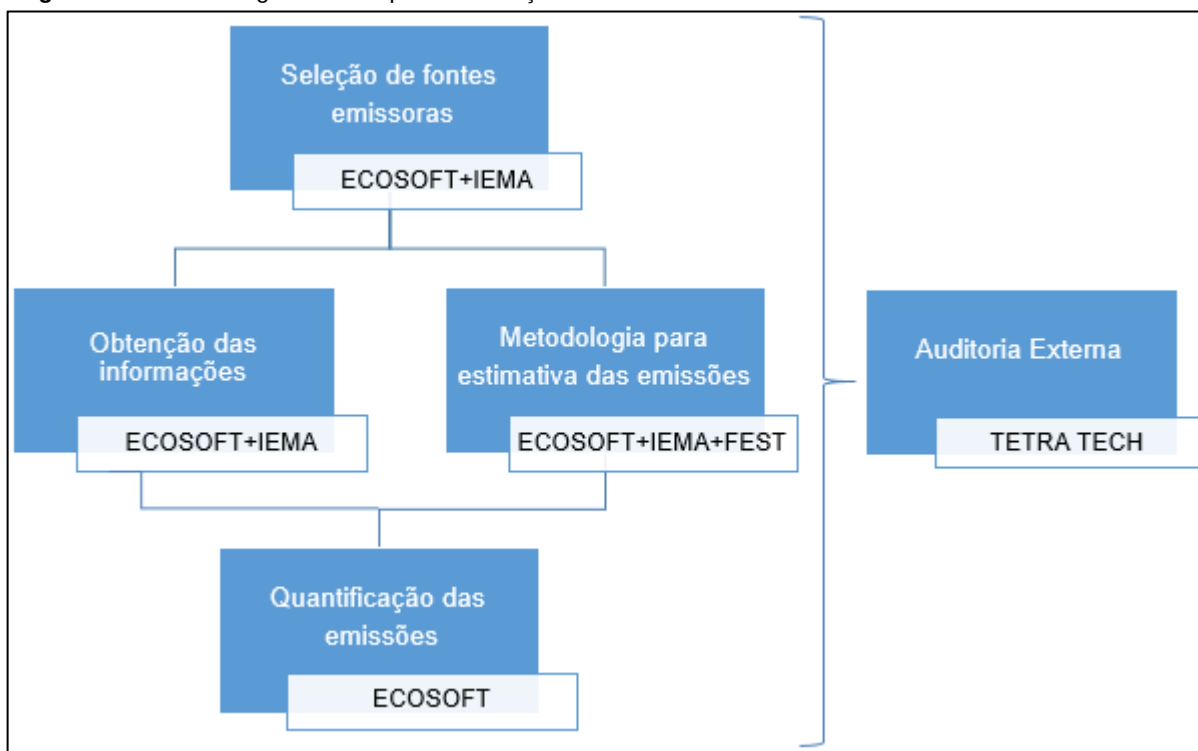
2.3. POLUENTES INVENTARIADOS

Os poluentes atmosféricos considerados no inventário foram: material particulado total (MP), material particulado menor que 10 μm (MP₁₀), material particulado menor que 2,5 μm (MP_{2.5}), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis (COV).

3. METODOLOGIA PARA A ELABORAÇÃO DO INVENTÁRIO

A elaboração do inventário decorreu de quatro processos: (i) seleção das fontes emissoras, compreendidas pelos empreendimentos/atividades com potencial de emissões atmosféricas; (ii) obtenção dos dados de entrada do inventário; (iii) seleção da metodologia para a estimativa das emissões de poluentes atmosféricos e, (iv) quantificação das taxas de emissões de poluentes. As etapas que compreenderam a elaboração do inventário e as respectivas partes interessadas são apresentadas no fluxograma abaixo, Figura 3.1.

Figura 3.1 – Metodologia utilizada para elaboração do inventário



Para garantir a qualidade de um inventário, é importante buscar a sua representatividade, de forma que as principais fontes emissoras sejam contempladas e as melhores informações disponíveis sejam utilizadas. Além disso, é necessário empregar a abordagem metodológica mais adequada conforme a tipologia da fonte emissora considerada para estimativa da taxa de emissão.

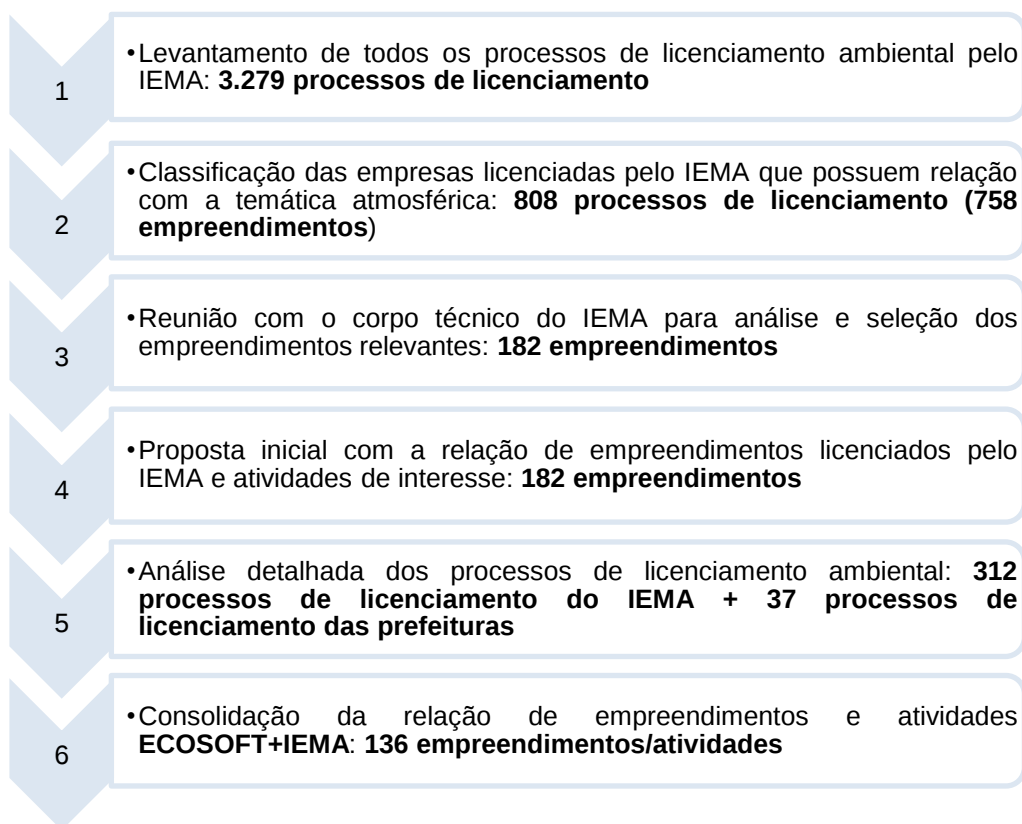
As seções a seguir apresentam um maior detalhamento de cada etapa abordada no fluxograma da Figura 3.1.

3.1. SELEÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS E ATIVIDADES DE INTERESSE

A seleção dos empreendimentos e atividades de interesse para a quantificação das emissões atmosféricas seguiu uma sistemática que consistiu na identificação e na análise dos processos de licenciamento ambiental e reuniões com o corpo técnico do IEMA. Foram considerados empreendimentos e atividades que apresentassem potencial significativo de emissões atmosféricas na RGV.

A sistemática seguida para determinação dos empreendimentos e atividades a serem inventariados é apresentada na Figura 3.2.

Figura 3.2 – Processo para seleção dos empreendimentos e atividades a serem inventariados¹



Dentre os fatores determinantes para escolha das empresas a terem o processo de licenciamento ambiental analisado, destacam-se: a tipologia do empreendimento, o porte do empreendimento e a complexidade do licenciamento. A partir de uma lista de 845 de processos de licenciamento de empreendimentos e atividades que possuem relação com a temática atmosférica (análise dos processos de licenciamento no IEMA e nas prefeituras), foram determinados em reunião entre ECOSOFT e IEMA, os critérios para seleção daqueles que são relevantes para o contexto do inventário. Abaixo são apresentados os principais parâmetros de exclusão de um empreendimento/atividade do inventário de emissões:

- Não apresentava emissão de poluentes para atmosfera;
- Licenciamento ambiental simplificado;

¹ O empreendimento pode apresentar mais de um processo de licenciamento ambiental.

- Processo de licenciamento ambiental arquivado;
- Empreendimento/atividade inoperante ou embargado em 2015;
- Empreendimento/atividade de pequeno porte, onde as emissões atmosféricas são consideradas como insignificantes (material particulado < 0,1 kg/h e gases < 0,05 kg/h), seja constatado através de dados de monitoramento, por processo de licenciamento ambiental ou parecer técnico do órgão ambiental competente (IEMA ou secretarias de meio ambiente das prefeituras). Exemplo: lavanderias e restaurantes;
- Outros critérios podem ter sido utilizados, dependendo da particularidade de cada empreendimento/atividade.

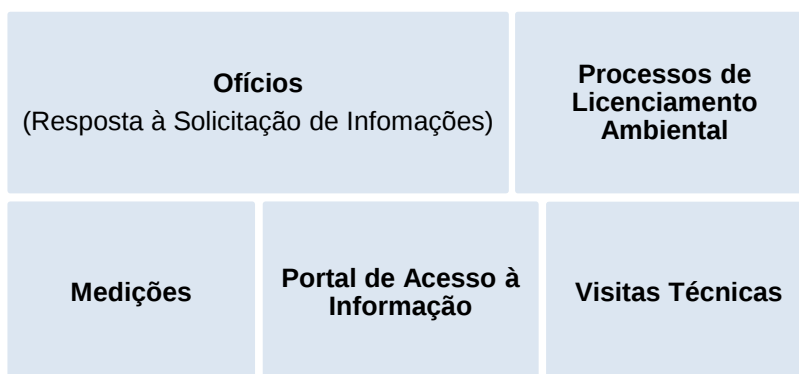
Após uma análise minuciosa das informações, foram consolidados como relevantes para o inventário da RGV 136 empreendimento e atividades, de acordo com as seguintes tipologias de fontes emissoras:

- Processos industriais;
- Obras de construção civil;
- Aeroporto;
- Portos (navios e rebocadores);
- Residenciais e comerciais;
- Aterros de resíduos;
- Envasadoras de GLP;
- Postos de vendas e armazenamento de combustíveis;
- Vias de tráfego (ressuspensão, escapamento, evaporativas, desgaste de vias, freios e pneus).

3.2. OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Após a seleção das atividades e empreendimentos que seriam inventariados, conforme o mapeamento das tipologias de fontes emissoras, foram obtidas as informações necessárias para caracterizá-las. A Figura 3.3 apresenta, de forma simplificada, os cinco meios utilizados como fonte para a obtenção das informações requeridas, visando à quantificação das emissões de poluentes atmosféricos.

Figura 3.3 – Fontes para Obtenção das Informações



O processo de obtenção dos dados contou com a colaboração do IEMA junto aos empreendimentos, órgãos públicos e demais detentores de informações necessárias à elaboração do inventário. O IEMA contribuiu nas seguintes etapas: obtenção dos processos de licenciamento ambiental existentes no próprio órgão e nas prefeituras; envio dos Ofícios aos empreendimentos e demais órgãos; recebimento e cobrança das respostas às solicitações de informações contidas nos ofícios; e acompanhamento em todas visitas técnicas e campanhas de medição.

A seguir são descritas as principais fontes de informação utilizadas para o desenvolvimento do inventário de emissões atmosféricas.

3.2.1. Processos de Licenciamento Ambiental

Na etapa de obtenção de informações, primeiramente, foram analisados os processos de licenciamento ambiental existentes no IEMA e secretarias de meio ambiente das prefeituras (Cariacica, Serra, Vila Velha e Vitória²), disponíveis em meio físico e digital. Abaixo é apresentado o quantitativo de processos analisados por órgão:

- Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – 312 processos de licenciamento analisados;
- Secretaria de Desenvolvimento da Cidade e Meio Ambiente de Cariacica – 4 processos de licenciamento analisados;
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Serra – 22 processos de licenciamento analisados;
- Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável de Vila Velha – 3 processos de licenciamento analisados;
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Vitória – 9 processos de licenciamento analisados.

3.2.2. Ofícios

Após a análise dos processos de licenciamento ambiental supracitados, observou-se um volume significativo de processos que apresentavam informações desatualizadas em relação ao ano base do inventário, divergentes com a realidade, ou mesmo, dados ausentes. Portanto, foram elaboradas e enviadas minutas de ofícios para a solicitação de informações aos empreendimentos e demais órgãos (ANP, DER-ES, DNIT, Infraero, IJSN, Prefeituras, Rodosol, Sinduscon e Portos)³ que continham informações das fontes emissoras mapeadas.

As informações contidas nos documentos de resposta aos ofícios foram recebidas e avaliadas e, para grande parte dos empreendimentos e órgãos, foi necessário solicitar informações suplementares devido ao recebimento de informações incompletas, inconsistentes ou à necessidade de esclarecimentos dos dados recebidos. A solicitação de tais informações às empresas e órgãos foi feita pelo IEMA através do envio novos Ofícios, e contato por meio de

² A Secretaria Municipal Desenvolvimento Sustentável de Viana informou, em ofício, que não possuía informações dos empreendimentos para fornecer ao IEMA.

³ ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), DER-ES (Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Espírito Santo), DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), IJSN (Instituto Jones dos Santos Neves), Sinduscon (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Espírito Santo).

e-mails e telefonemas. Desta forma, observa-se a realização de uma busca intensa pelo IEMA a fim de obter a informação mais completa e refinada para subsidiar a estimativa das emissões de cada fonte identificada.

3.2.3. Visitas Técnicas

As visitas técnicas foram realizadas aos empreendimentos que apresentavam maior relevância em relação ao potencial de emissão de poluentes atmosféricos e/ou onde havia pouco conhecimento sobre seu processo produtivo. As visitas técnicas objetivaram a obtenção dos dados através do reconhecimento de campo, bem como observações e registros sobre os processos e atividades. Cabe ressaltar que além do IEMA, a Tetra Tech acompanhou a maior parte das visitas técnicas. Ao todo, foram visitados 22 empreendimentos, apresentados na Figura 3.4 abaixo.

Figura 3.4 – Empreendimentos da RGV em que houve visita técnica

ArcelorMittal Tubarão	ArcelorMittal Cariacica	Benemec Carbon	Brasília	Brick Engenharia
Elkem Carboderivados	Elkem Carboindustrial	Holcim	Incesa	Itabira Agroindustrial (Nassau)
Lhoist do Brasil	Marca Ambiental	Mizu	Novapol	Roca Brasil
Siderúrgica Santa Bárbara	Sol Coqueria	Tevisa	Torres e Cia (Fortlev)	Unibrás
Vale	Vamtec			

3.2.4. Medições

Para algumas tipologias de fontes emissoras, foram realizadas medições a fim de obter dados mais representativos para estimativa das emissões. As medições foram referentes às seguintes tipologias: empreendimentos da construção civil e vias de tráfego. Todas as medições realizadas foram acompanhadas pelo órgão ambiental (IEMA) e pela empresa de auditoria externa (Tetra Tech).⁴

⁴ Os resultados obtidos nas medições de material particulado na construção civil e na relação entre as frações de material particulado para estimativa das emissões de ressuspensão, não foram considerados no inventário devido à pequena representatividade estatística, conforme justificado nas seções A.4.1 e A.2.2 do Apêndice, respectivamente.

Empreendimentos da Construção Civil

Nos empreendimentos da construção civil, as campanhas de medição objetivaram obter um fator de emissão de material particulado em cada fase da obra (preparo do terreno, superestrutura e acabamento). Foram realizadas 2 campanhas de medição para cada fase da obra nos locais selecionados, totalizando 6 medições (Figura 3.5). Uma abordagem mais detalhada da realização das medições nos empreendimentos da construção civil encontra-se na seção A.4 do Apêndice A.

Vias de Tráfego

Para a estimativa das emissões que ocorrem nas vias de tráfego, as medições buscaram estimar o fluxo de tráfego de veículos, determinar a relação da fração entre as partículas MP, MP₁₀ e MP_{2.5}, além do teor de *silt* (partículas com granulometria inferior a 75 µm) contido na superfície das vias pavimentadas.

A amostragem do volume de tráfego de veículos foi realizada nos principais corredores viários da RGV visando representar de uma forma mais detalhada a ocorrência das emissões atmosféricas nas vias. Foram mapeados e amostrados 589 pontos, conforme pode ser observado na Figura 3.6. A seção A.2.2 do Apêndice A apresenta uma descrição detalhada sobre a amostragem do tráfego de veículos realizada nas vias da RGV.

A medição para determinação da relação entre as frações de material particulado específicas para a RGV visou auxiliar a estimativa das emissões de ressuspensão de material particulado causada pela movimentação de veículos nas vias de tráfego. A campanha de medição foi realizada em cinco vias de tráfego compreendidas na área de estudo, conforme apresentado na Figura 3.7. No Apêndice A, seção A.2.2, encontra-se o descritivo da medição para determinação da relação entre as frações de MP, MP₁₀ e MP_{2.5}.

No que diz respeito à medição do teor de *silt*, cabe destacar que esta é uma variável relevante para estimativa das emissões provenientes do processo de ressuspensão de material particulado nas vias de tráfego, pois está diretamente relacionada com o grau de sujeira da via. Portanto, para caracterização do teor de *silt* nas vias da RGV foram realizadas 30 medições em 22 locais (Figura 3.8), objetivando proporcionar uma melhor compreensão de sua variabilidade, uma vez que essa variável sofre interferência de diversas condições locais (tráfego, clima, limpeza das vias, velocidade de tráfego nas vias, interseções com via não pavimentadas, etc.). Um maior detalhamento sobre os pontos onde ocorreram as medições de *silt*, bem como a metodologia de amostragem, é apresentado na seção A.2.2 do Apêndice A.

Figura 3.5 – Empreendimentos da construção civil onde foram realizadas as campanhas de monitoramento

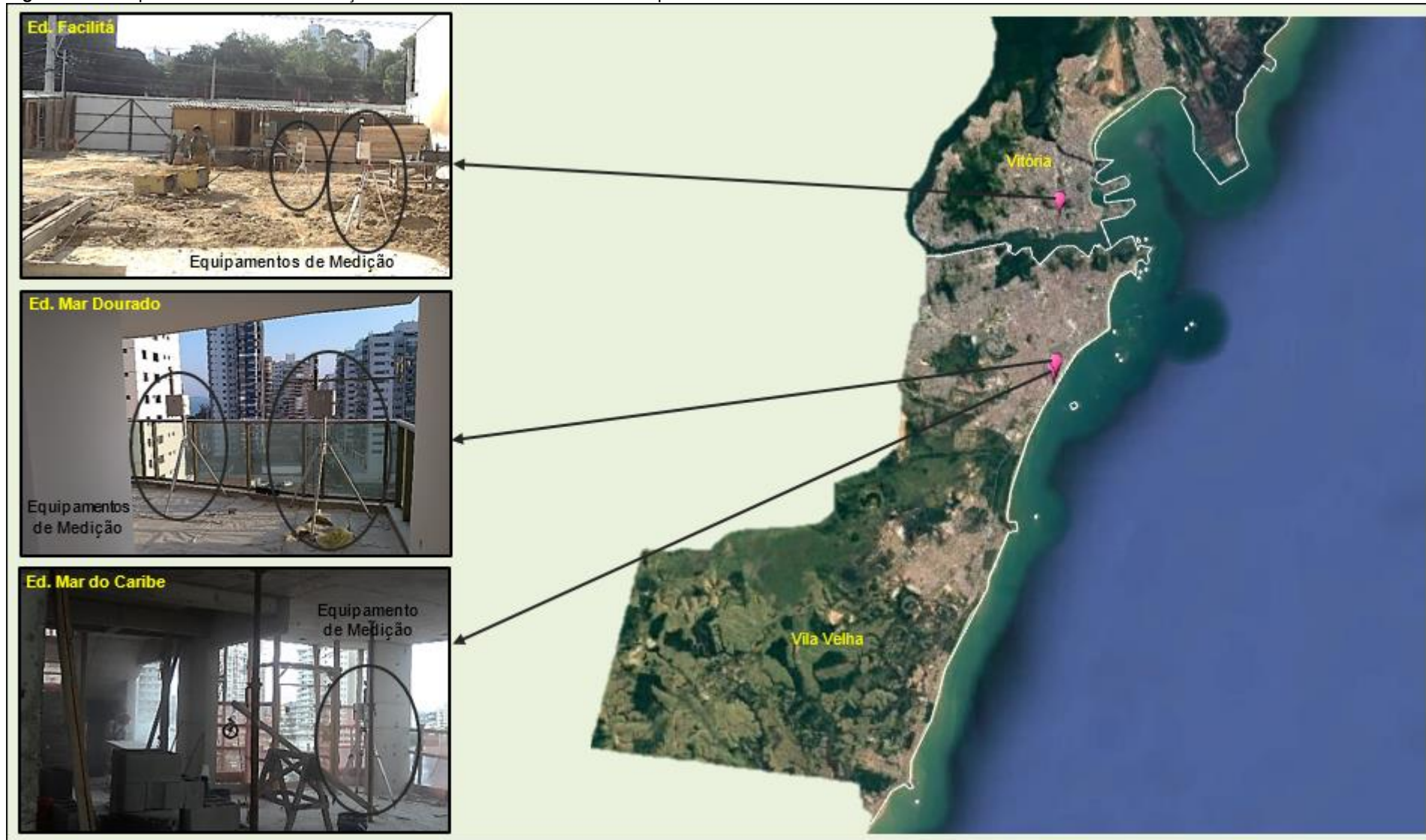


Figura 3.6 – Locais selecionados para amostragem do volume de tráfego nas vias da RGV

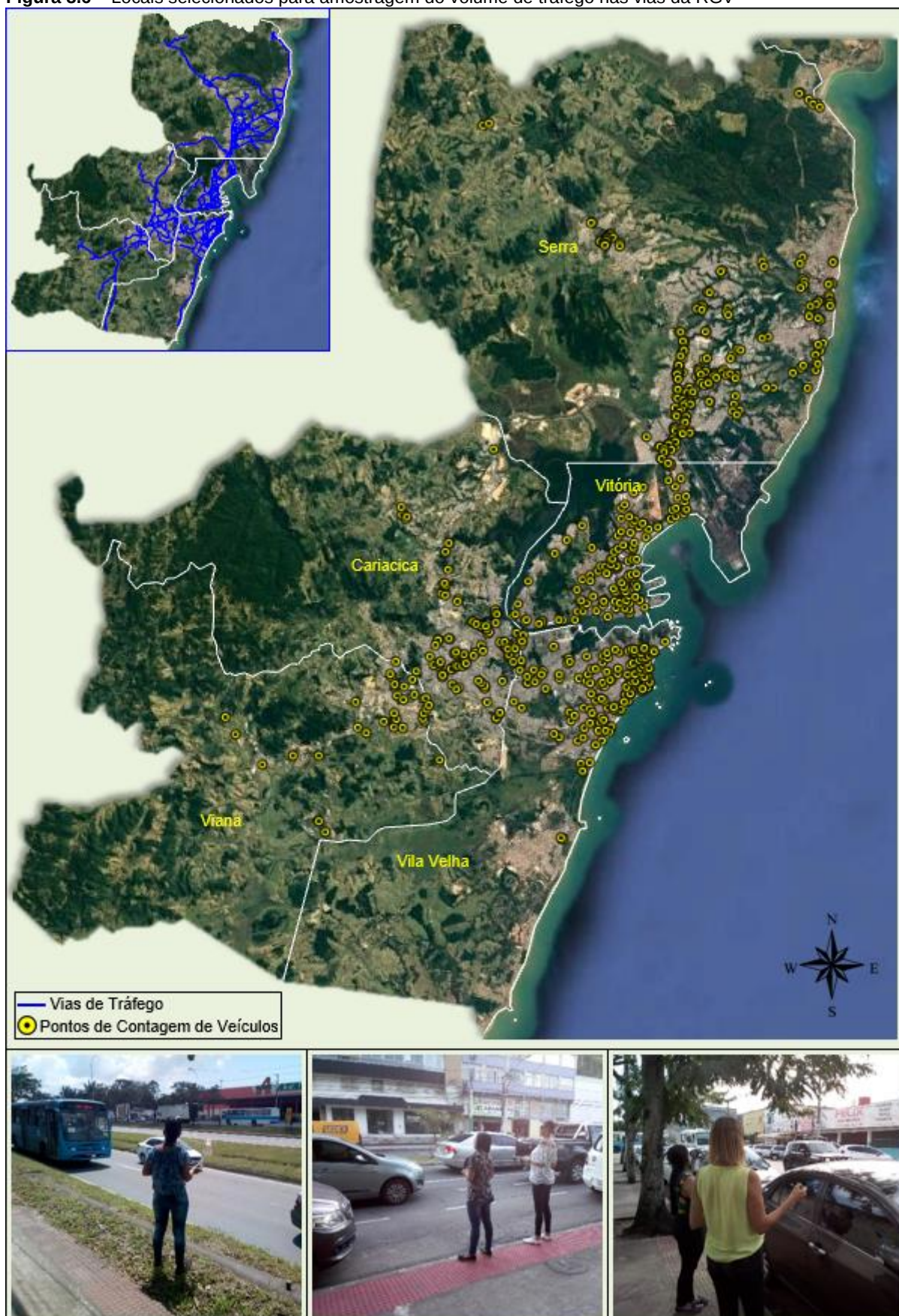
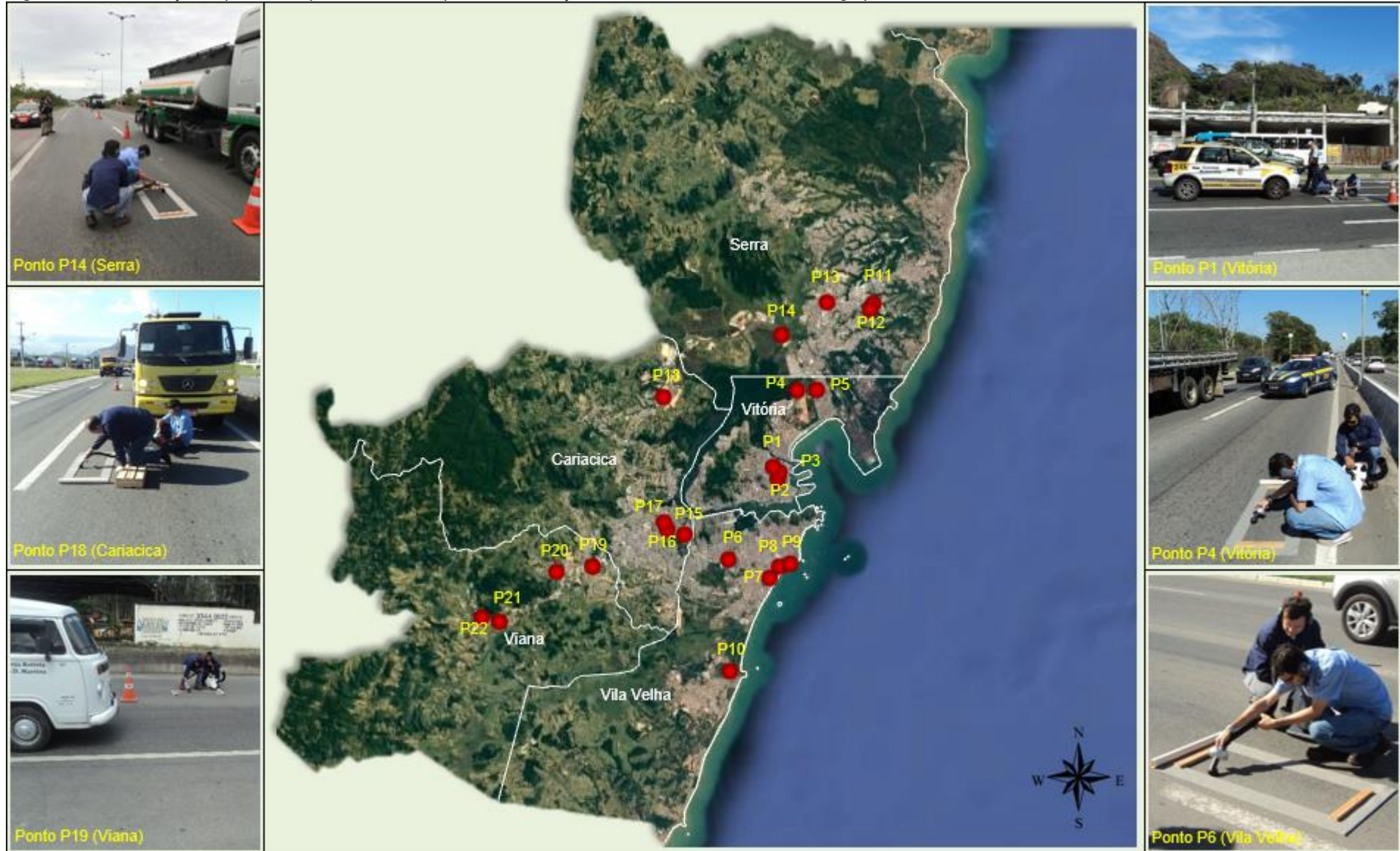


Figura 3.7 –Medição das frações de material particulado em vias de tráfego da RGV



Figura 3.8 – Distribuição espacial dos pontos de coleta para determinação do teor de *Silt* nas vias de tráfego pavimentadas da RGV



3.2.5. Portal de Acesso à Informação

Algumas informações públicas foram obtidas para o inventário por meio dos seus respectivos Portais de Acesso à Informação, sendo:

- ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis);
- DETRAN-ES (Departamento Estadual de Trânsito do Estado do Espírito Santo);
- Petrobrás Distribuidora;
- Liquigás Distribuidora.

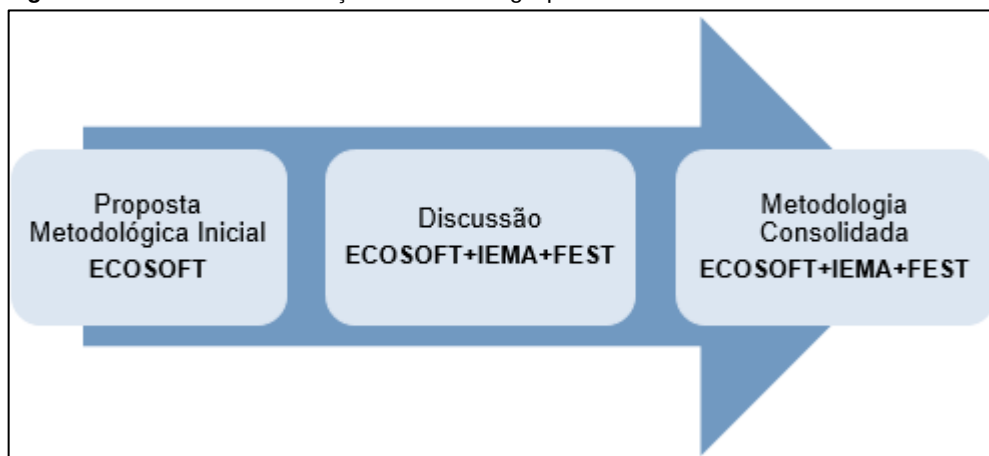
3.3. METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES

A metodologia utilizada para a quantificação das emissões atmosféricas tem como base o protocolo do *Air Emission Inventory Improvement Program* (EIIP), da *United States Environmental Protection Agency* (USEPA).

Assim, a proposta metodológica foi baseada em literatura especializada, considerando como referências principais o “AP-42 – *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*” e o “*EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook*”, as quais são nacional e internacionalmente reconhecidas e aplicadas. A partir da proposta inicial, foram realizadas diversas reuniões entre as equipes da EcoSoft, FEST e IEMA, com acompanhamento da Tetra Tech, para a discussão e consolidação da abordagem metodológica para estimativa das emissões. Por fim, após análise realizada pelo grupo de trabalho, consolidou-se a metodologia apresentada no Apêndice A.

A Figura 3.9 ilustra, de forma simplificada, o processo seguido para estabelecimento da metodologia a ser aplicada na estimativa das emissões atmosféricas conforme a tipologia de cada fonte inventariada.

Figura 3.9 – Processo de definição da metodologia para estimativa das emissões atmosféricas



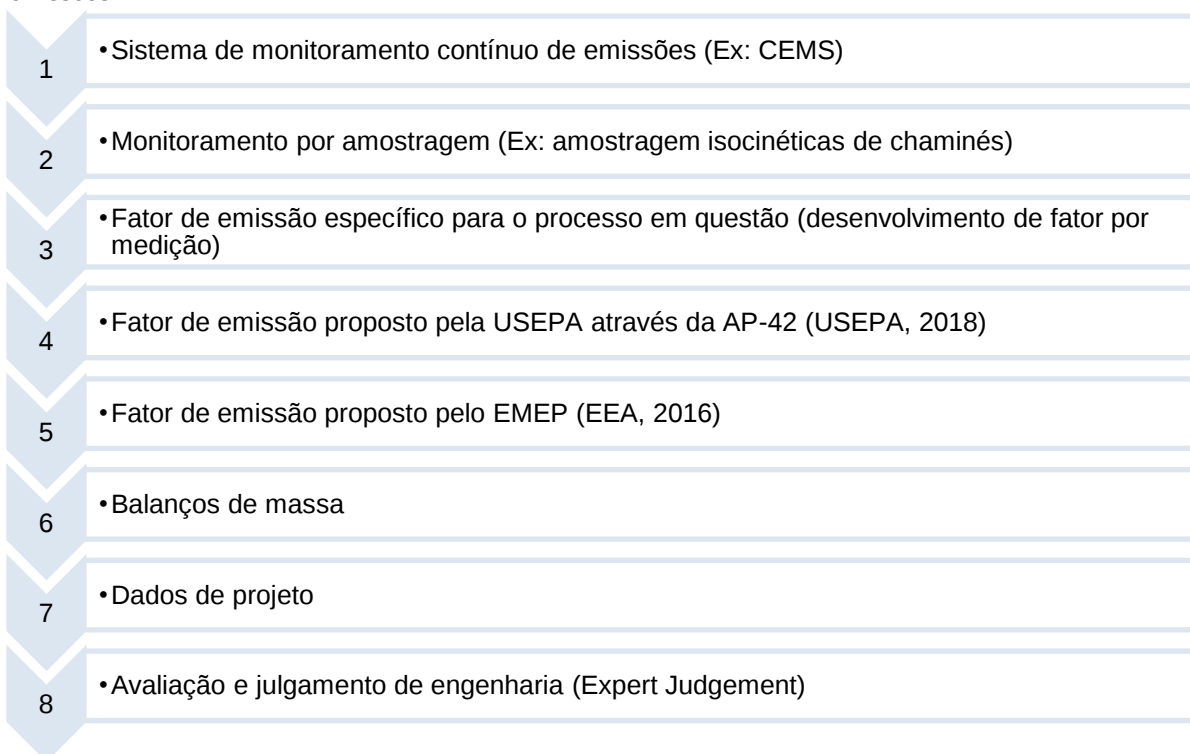
Existem diversas abordagens metodológicas que viabilizam a quantificação da emissão de poluentes atmosféricos em uma fonte. Cada viés está associado a um nível de confiança e um custo para o seu desenvolvimento. A metodologia consolidada no presente estudo baseou-se na relação apresentada pela USEPA (1995), pela qual o aumento do nível de confiabilidade está geralmente associado ao aumento do custo e do prazo de realização do

inventário. Assim, nem sempre é possível ou viável inventariar determinada fonte emissora de poluentes atmosféricos com um grau máximo de confiança.

Devido à magnitude do inventário de uma região metropolitana, como é o caso do inventário da RGV, torna-se ainda mais complexo caracterizar cada fonte emissora com a maior acuidade possível. Dessa forma, no presente inventário, havendo diferentes fontes de informação disponíveis, foi priorizada a utilização da abordagem que permita a obtenção do dado com a maior confiabilidade na quantificação das emissões atmosféricas. Por exemplo, foram utilizados dados de monitoramento contínuo (CEMS - *Continuous Emission Monitoring System*) para a quantificação das emissões atmosféricas, quando disponíveis, ao invés da aplicação de fatores de emissão para estimativa da emissão de poluentes.

A Figura 3.10 apresenta o ordenamento das abordagens utilizadas na quantificação das emissões atmosféricas, sendo que a primeira (sistema de monitoramento contínuo) se refere a de maior confiabilidade, e assim, sucessivamente.

Figura 3.10 – Fluxograma para determinação da abordagem metodológica utilizada na quantificação das emissões



Fonte: Adaptado de USEPA (1995)

O Apêndice A apresenta a descrição metodológica considerada para as diferentes tipologias de fontes emissoras consideradas no inventário. Para cada grupo de fontes são mostradas as diferentes abordagens metodológicas existentes, as quais seguiram o ordenamento apresentado na Figura 3.10.

Tendo em vista que pode ocorrer uma variação da abordagem metodológica conforme a disponibilidade de informações para estimativa das emissões, a qualidade da informação utilizada foi avaliada por meio da atribuição de nota para cada poluente referente ao processo

inventariado. Tal nota refere-se à análise qualitativa do inventário, o qual foi avaliado por meio da aplicação do DARS (*Data Attribute Rating System*), método proposto pela USEPA (1996).

O DARS distingue a estimativa de emissões em fatores de emissão e dados de atividade, para, assim, atribuir um valor numérico para cada um dos atributos avaliados. Os pesos são atribuídos a partir do que é conhecido dos parâmetros fator e atividade, como: medição ou método empregado para estimativa, especificidade da categoria da fonte, congruência espacial e congruência temporal. Os pesos de cada atributo em relação ao fator de emissão e a atividade são combinados para determinar uma única nota, a qual representa o nível de confiança do inventário (USEPA, 1996), conforme pode ser observado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Composição do método DARS para análise das estimativas das fontes emissoras

Atributo	Fator	Atividade	Emissão
Medição/Método	e_1	a_1	$e_1 * a_1$
Especificidade da Fonte	e_2	a_2	$e_2 * a_2$
Congruência Espacial	e_3	a_3	$e_3 * a_3$
Congruência Temporal	e_4	a_4	$e_4 * a_4$
Composição	$\frac{\sum_{i=1}^4 e_i}{4}$	$\frac{\sum_{i=1}^4 a_i}{4}$	$\frac{\sum_{i=1}^4 (e_i * a_i)}{4}$

Nota:

e_i – peso do fator de emissão relacionado ao atributo avaliado;

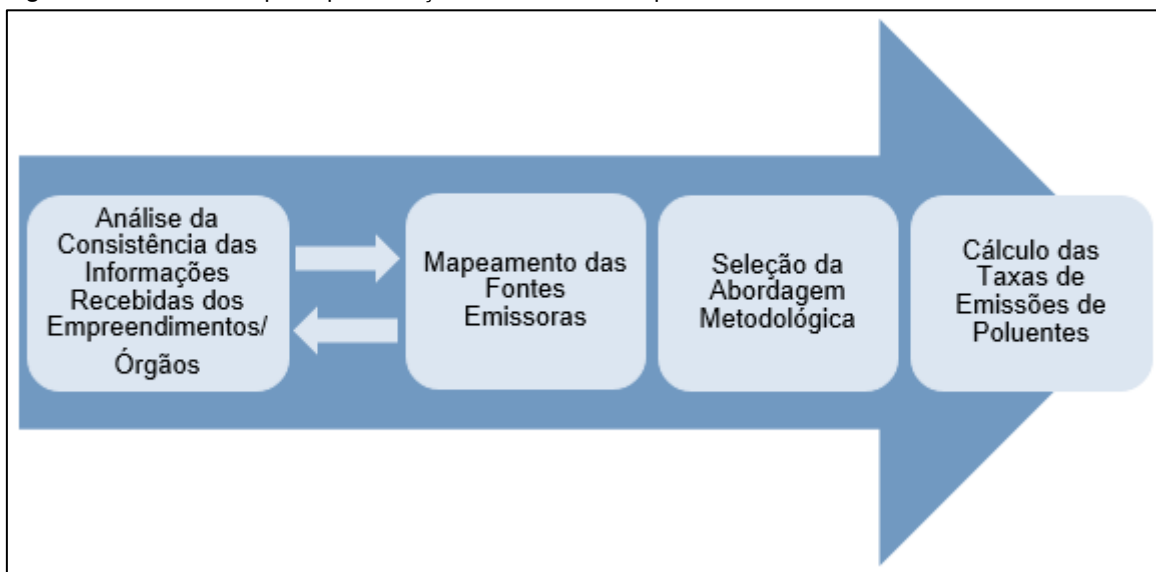
a_i – peso referente à informação da atividade relacionado ao atributo avaliado.

Os atributos de classificação do DARS estão relacionados à exatidão, adequação e confiabilidade de um fator de emissão ou dados da atividade, bem como a estimativa de emissão do poluente. Apesar do DARS utilizar valores numéricos para atribuição das notas, a avaliação baseia-se em critérios qualitativos e, frequentemente, subjetivos. As fontes emissoras com uma maior nota significam que foram melhor estimadas, dadas as técnicas e metodologias empregadas no seu desenvolvimento (USEPA, 1996).

3.4. QUANTIFICAÇÃO DAS EMISSÕES

A partir da definição da metodologia a ser aplicada, foi possível quantificar as emissões de poluentes atmosféricos dos empreendimentos e atividades inventariados. Dessa forma, o processo para a quantificação das taxas de emissões de cada poluente e fonte emissora contemplou as seguintes etapas sucessivas: análise da consistência das informações recebidas dos empreendimentos/órgãos; mapeamento das fontes emissoras existentes no empreendimento e/ou atividade inventariado; seleção da abordagem metodológica considerando a particularidade de cada fonte emissora; e o cálculo das taxas de emissões atmosféricas, conforme ilustrado pela Figura 3.11.

Figura 3.11 – Processo para quantificação das emissões de poluentes atmosféricos



A primeira etapa para a estimativa das emissões atmosféricas consistiu na análise da consistência das informações obtidas. Foi verificado se os dados fornecidos pelos empreendimentos/órgãos eram referentes ao ano base do inventário; a ordem de grandeza e o sistema de unidade dos valores informados; a coerência com o porte e processo produtivo ou atividade; dentre outros aspectos. Para as empresas onde foram realizadas visitas técnicas, foi possível proceder uma análise mais crítica das informações a partir do que foi observado por especialistas *in loco*.

Após a validação das informações recebidas através das respostas aos ofícios de solicitação de informações enviados pelo o IEMA e pela Ecosoft, de um total 136 empreendimentos e atividades selecionados para serem inventariados, 103 foram considerados no inventário, o que representa cerca de 76% do total. Essa redução no número de empreendimentos ocorreu devido às justificativas apresentadas a seguir:

- O empreendimento informou a desativação ou não operação de suas atividades no ano de 2015;
- Alguns empreendimentos não receberam os ofícios, pois o endereço encontrava-se desatualizado e o IEMA não pôde enviá-los;
- A partir dos dados fornecidos pelo empreendimento para o ano de 2015, foi observado que a atividade não era passível de emissão atmosférica durante o período do inventário;
- Ausência de resposta, por parte dos empreendimentos, aos ofícios enviados pelo IEMA. Para esse caso em que as solicitações de informações contidas nos ofícios não foram respondidas, o IEMA atuou perante essas empresas com aplicação de advertências e multas diárias.

As empresas desconsideradas no inventário de emissões atmosféricas devido às justificativas supracitadas são apresentadas no Apêndice C.

Posteriormente à verificação de que os dados disponíveis encontravam-se adequados para serem utilizados como entrada na quantificação das emissões dos empreendimentos inventariados, foram mapeadas as fontes emissoras de cada empreendimento e atividade. De

acordo com a Figura 3.11, as etapas de análise de consistência das informações e o mapeamento das fontes emissoras foram avaliadas de forma contínua, pois durante o processo de identificação da fonte emissora, para alguns casos, foi necessário a confirmação das informações recebidas (informações incompletas, inconsistentes ou à necessidade de esclarecimentos) ou a solicitação de novas informações para detalhamento da fonte e estimativa das emissões. A caracterização das fontes emissoras variou de acordo com a atividade e empreendimento inventariados e com a tipologia da fonte (pontual ou difusa)⁵.

Tendo conhecimento das fontes emissoras e suas características, foi possível selecionar qual abordagem metodológica poderia ser utilizada para o cálculo das taxas de emissões, a partir dos critérios de prioridade estabelecidos na Figura 3.10. Na ausência de dados de monitoramento das fontes emissoras, as taxas de emissão foram obtidas a partir do conceito de fator de emissão. O fator de emissão (EF) é um valor representativo que relaciona a quantidade de poluente emitido com uma taxa de atividade associada, sendo expresso como a quantidade de poluentes emitida por unidade de massa, volume, distância ou duração da atividade emissora de poluente (ex: g/t, g/km, g/h, etc.) (USEPA, 2018). Dessa maneira, conhecido o fator de emissão, pode-se calcular a taxa de emissão por meio da Equação 3.1.

$$E = A \times EF \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

(Equação 3.1)

Onde:

E = Taxa de emissão;

A = Taxa de atividade;

EF = Fator de emissão;

ER = Eficiência de controle [%]

As eficiências de controle estão associadas com as técnicas utilizadas pelo empreendimento para atenuar suas emissões atmosféricas, como por exemplo, aspersão de água ou polímero em pilhas de materiais, umectação nas vias de tráfego, enclausuramento de transferências, dentre outras. As eficiências de controle foram utilizadas conforme a descrição de cada tipo de controle, baseando-se nas seguintes fontes:

- Relatórios enviados pelos empreendimentos contendo a eficiência de controle obtida a partir de dados de monitoramento, ou dados de projeto dos controles implementados; e
- “*Western Regional Air Partnership’s Fugitive Dust Handbook*” (Countess Environmental, 2006) e o “*National Pollutant Inventory*” (Australian Government, 2012). Para os casos em que não havia o percentual de eficiência de controle informado pelo empreendimento, foram consultados estes documentos e considerados os respectivos percentuais conforme o controle aplicado pela empresa. Preferencialmente, foram adotados os valores de eficiência de controle de forma conservadora, uma vez que as

⁵ Fonte Pontual – fonte provida de dispositivo para dirigir ou controlar seu fluxo, resultando em um ponto específico de emissão para atmosfera, como dutos e chaminés.

Fonte Difusa – fonte sem dispositivo para dirigir ou controlar seu fluxo, resultando em diversos pontos de lançamentos para atmosfera, como pilhas de armazenamento de materiais, tanques de estocagem de combustíveis, emissões evaporativas, transferências de materiais entre outras.

eficiências de alguns tipos de controle podem variar muito em função das condições operacionais de aplicação.

Nos casos em que não há fator de emissão aplicável às tipologias inventariadas, foi utilizado balanço de massa, dados de projeto e, na ausência de melhor dado, o julgamento do especialista. Assim, a partir do emprego da abordagem metodológica adequada para o tipo de fonte emissora inventariada, as taxas de emissões foram estimadas, obtendo a massa de poluente atmosférico emitida por determinado intervalo de tempo, em kg/h.

O Anexo A apresenta os memoriais de cálculo dos empreendimentos e atividades inventariados. Cada atividade/empreendimento possui uma planilha em Excel contendo todas as fontes emissoras mapeadas com suas respectivas informações, além dos fatores de emissão, eficiências de controle e considerações aplicadas, a fim de obter as taxas de emissões. Além disso, o Anexo A contém as planilhas referentes ao DARS de cada empresa/atividade inventariada.

As taxas de emissões obtidas nos memoriais de cálculo, apresentadas na seção a seguir, foram obtidas a partir da metodologia proposta e utilizada no presente inventário, apresentada no Apêndice A. Dessa forma, os valores numéricos das taxas de emissão não podem ser comparados com outros inventários que possuam diferente metodologia aplicada, com suas respectivas considerações e abordagens. Além disso, o resultado obtido neste inventário não é indicado para atestar a eficiência de controle de emissões empregadas pelas empresas inventariadas, pois para esse objetivo o procedimento adequado é a realização de medições na fonte emissora.

4. INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

O presente capítulo apresenta as taxas de emissões dos empreendimentos e atividades inventariados na Região da Grande Vitória, de acordo com o escopo e metodologia apresentados nas seções anteriores.

As fontes inventariadas foram subdivididas em duas categorias para apresentação da quantificação das emissões, sendo: emissões industriais e outras atividades, e emissões urbanas, as quais são detalhadas nas seções a seguir.

4.1. EMISSÕES INDUSTRIAIS E OUTRAS ATIVIDADES

As emissões industriais e outras atividades englobam as fontes emissoras de empreendimentos e atividades as quais são possíveis identificar a localização e responsabilidade da emissão. Essas foram agrupadas em setores, de acordo com as similaridades nos processos produtivos e ações desenvolvidas, os quais possuem uma breve descrição na Tabela 4.1.

Os detalhamentos de cada empreendimento e atividades em relação ao município e ao setor em que estão inseridos são apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.1 – Definição do agrupamento das fontes emissoras em setores produtivos

Setor	Descrição do Setor
Aterro	Os aterros sanitários caracterizam-se por locais definidos para disposição de resíduos, incluindo o processo de despejo e movimentação do material, bem como a geração de gases provenientes da decomposição dos resíduos.
Construção Civil	As operações de construção civil incluem as emissões de material particulado resultantes dos processos de fundação, estrutura e acabamento do empreendimento.
Estoque e Comercialização de Combustíveis	Inclui postos de combustíveis, envasadoras de GLP e empresas de estocagem e comercialização de combustíveis.
Indústria Alimentícia	Atividades relacionadas à produção de alimentos para consumo humano ou animal: produção de ração animal, alimentos cárneos, bebidas, chocolates, café.
Indústria de Produtos Minerais	Empresas cujas atividades estão relacionadas à fabricação de produtos cerâmicos, betume, concreto, comercialização de areia, beneficiamento de rocha e serviços de terraplanagem.
Indústria de Produtos Químicos	Inclui empresas com diferentes processos: fabricação de tintas e vernizes, caixa d'água, plásticos, fracionamento de alcatrão, beneficiamento de piche e fabricação de pasta de eletrodos.
Indústria Mineral-Siderúrgica	Inclui empresas cuja produção está relacionada à fabricação de ferro e aço e seus produtos acabados, produção de peças de cobre, produção de pelotas e coque.
Logística	Atividades que ocorrem no Aeroporto, inclui também as atividades que ocorrem nas empresas que operam nos portos.
Outros	Atividades relacionadas à misturas de fertilizantes, reciclagem de resíduos, comercialização de produtos ferrosos e não ferrosos, recauchutagem de pneus, jateamento abrasivo e pintura de produtos metálicos, fabricação de dutos, fabricação de isopor, usina termelétrica, fabricação de calçados, produção de papéis para fins sanitários.

Tabela 4.2 – Classificação das empresas e atividades da RGV de acordo com os setores produtivos

Município	Empresa/Atividade ^a	Setor
Cariacica	ArcelorMittal Cariacica	Indústria Mineral-Siderúrgica
	Aresp Areias Especiais Ltda	Indústria de Produtos Químicos
	Argalit Indústria de Revestimentos Ltda	Indústria de Produtos Químicos
	Atol Tintas Ltda	Indústria de Produtos Químicos
	Betume Grande Vitória Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Brasitália Mineradora Espírito Santense Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Cofervil Indústria e Comércio de Ferros Vitória Ltda	Outros
	Companhia Siderúrgica Santa Bárbara Ltda	Indústria Mineral-Siderúrgica
	Concrevit Concreto Vitória Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Consigaz – Distribuidora de Gás Ltda	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Construção Civil	Construção Civil
	Durafort Indústria e Comércio Ltda	Indústria de Produtos Químicos
	Frical Frigorífico Cariacica S/A	Indústria Alimentícia
	Marca Ambiental	Aterro
	Mundial Derivados de Petróleo	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Multilift Logística Ltda	Logística
	Obras em Rodovias	Construção Civil
	Pneus Vitória	Outros
	Postos de Abastecimento	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Real Café solúvel do Brasil S/A	Indústria Alimentícia
	Rio de Janeiro Refrescos Ltda	Indústria Alimentícia
	Seisa Serviços Industriais Ltda	Outros
	Viflex Indústria e Comércio Ltda	Outros
	Vilamix Concreto Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Vitória Diesel - Comércio de Veículos Ltda	Outros
Serra	ArcelorMittal Tubarão	Indústria Mineral-Siderúrgica
	Belafix Indústria e Comércio Ltda	Indústria de Produtos Químicos
	Bela Vista Pré Moldados Ltda ME	Indústria de Produtos Minerais
	Biancogrês Cerâmica S/A	Indústria de Produtos Minerais
	Café Número Um Ltda	Indústria Alimentícia
	Capixaba de Produtos Químicos Ltda	Indústria de Produtos Químicos
	Comercial Barro Branco Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Concrelagos Concreto Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Construção Civil	Construção Civil

Tabela 4.2 (Continuação) – Classificação das empresas e atividades da RGV de acordo com os setores produtivos

Município	Empresa/Atividade ^a	Setor
Serra	Coqueria Heat Recovery	Indústria Mineral-Siderúrgica
	Elkem Participações, Indústria e Comércio - Carboderivados	Indústria de Produtos Químicos
	Elkem Participações, Indústria E Comércio Ltda – Carboindustrial	Indústria de Produtos Químicos
	Fertipar Sudeste Adubos e Corretivos Agrícolas Ltda	Outros
	Yara Brasil Fertilizantes S/A	Outros
	Fibrasa S/A EMBALAGENS	Indústria de Produtos Químicos
	Gekar Indústria Química Ltda	Indústria de Produtos Químicos
	Granito Concreto Ltda (POLIMIX)	Indústria de Produtos Minerais
	Holcim (Brasil) – S/A	Indústria de Produtos Minerais
	Ibrata Mineração Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Incesa Revestimento Cerâmico LTDA	Indústria de Produtos Minerais
	Indústria de Bebidas Mestre Álvaro Ltda (Refrigerantes UAI)	Indústria Alimentícia
	Itabira Agro Industrial (Nassau)	Indústria de Produtos Minerais
	Lhoist Do Brasil Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Magnatech Indústria e Comércio de Embalagens Ltda ME	Indústria de Produtos Químicos
	Marlim Azul	Outros
	Nacional Gás Butano Distribuidora Ltda	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Novapol Plásticos Ltda	Indústria de Produtos Químicos
	Obras em Rodovias	Construção Civil
	Paranapanema S/A (Eluma)	Indústria Mineral-Siderúrgica
	Postos de Abastecimento	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Roca Brasil Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Serrabetume Engenharia Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Sitra - Serviços Industriais, Tratamento Anticorrosivo Ltda/ Asten Anticorrosão e Serviços Ltda.	Outros
	Sobrita Industrial LTDA	Indústria de Produtos Minerais
	Supergasbrás Energia Ltda (SHV GÁS BRASIL LTDA)	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Tervap Pitanga Mineração e Pavimentação Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Topmix Engenharia e Tecnologia de Concreto S/A	Indústria de Produtos Minerais
	Torres & Cia Ltda (Fortlev)	Indústria de Produtos Químicos
	Unibrás Comércio, Importação e Exportação Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Vallourec Tubos do Brasil S/A (TSA)	Outros
	Vamtec Vitória S/A	Indústria de Produtos Químicos

Tabela 4.2 (Continuação) – Classificação das empresas e atividades da RGV de acordo com os setores produtivos

Município	Empresa/Atividade ^a	Setor
Viana	Catuaba Indústria de Bebidas	Indústria Alimentícia
	Construção Civil	Construção Civil
	Fertilizante Heringer S/A	Outros
	FVO - Brasília Indústria e Comércio de Alimentos Ltda (Dumilho)	Indústria Alimentícia
	Golden Indústria de Revestimentos Ltda (Argalit)	Indústria de Produtos Químicos
	JK Serviços e Assessoria	Indústria de Produtos Minerais
	Nutriave Alimentos Ltda	Indústria Alimentícia
	Opala Concreto	Indústria de Produtos Minerais
	Postos de Abastecimento	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Roda Brasil LTDA	Indústria de Produtos Minerais
	Santa Fé Participações S/A	Indústria de Produtos Minerais
	Suimartin Indústria e Comércio Ltda	Indústria Alimentícia
	Tevisa - Termelétrica Viana	Outros
	Thermopor Indústria e Comércio de Artefatos de Poliestireno Expansível Ltda	Outros
	Vipasa – Indústria E Comércio De Papéis Ltda	Outros
Vila Velha	Britador Alvorada Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Chocolates Garoto S/A	Indústria Alimentícia
	Comercial Isocil Ltda. ME	Outros
	Concrevit Concreto Vitória Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Construção Civil	Construção Civil
	Companhia Portuária de Vila Velha (CPVV)	Logística
	Central de Tratamento de Resíduos de Vila Velha (CTRVV)	Aterro
	Ecoareia Comércio de Areia Eireli	Indústria de Produtos Minerais
	Granito Concreto Ltda (POLIMIX)	Indústria de Produtos Minerais
	Interport Logística Ltda	Logística
	Frigorífico Kinka Regis Ltda	Indústria Alimentícia
	Multilift Terminais Ltda	Logística
	Natureza Viva Reciclagem De Resíduos Sólidos LTDA ME	Outros
	Obras em Rodovias	Construção Civil
	Oiltanking Terminais Ltda	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Postos de Abastecimento	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Rodoareia Transporte e Comércio de Minerais	Indústria de Produtos Minerais
	Rydien Mineração Empreendimentos Indústria e Comércio Ltda	Indústria de Produtos Minerais
	Transporterra – Extração, Comércio e Transporte de Produtos Minerais	Indústria de Produtos Minerais
	Terminal Portuário PEIÙ	Logística
	Terminal Portuário de Vila Velha (TVV)	Logística

Tabela 4.2 (Conclusão) – Classificação das empresas e atividades da RGV de acordo com os setores produtivos

Município	Empresa/Atividade ^a	Setor
Vitória	Aeroporto Eurico Sales de Aguiar	Logística
	Bavit (Petrobras)	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Buaiz Alimentos	Indústria Alimentícia
	Companhia Docas do Espírito Santo (CODESA)	Logística
	Construção Civil	Construção Civil
	Mizu S/A	Indústria de Produtos Minerais
	Postos de Abastecimento	Estoque e Comercialização de Combustíveis
	Vale	Indústria Mineral-Siderúrgica
	Technip	Outros

Nota:

a. As empresas que não foram inventariadas são apresentadas no Apêndice B.

A Figura 4.1 apresenta os empreendimentos e atividades inventariados, classificados de acordo com o Tabela 4.2, com o objetivo de representar a distribuição espacial e a quantidade ao longo da RGV. Um maior detalhamento desses empreendimentos e atividades são apresentados sincretizados por município, de acordo com as Figuras de 4.2 a 4.6.

Após a representação locacional dos empreendimentos e atividades, as taxas de emissões dos poluentes inventariados, quantificadas em kg/h, são apresentadas na Tabela 4.3. A metodologia utilizada para a quantificação das emissões industriais e atividades é apresentada de forma detalhada no Apêndice A.

As emissões das empresas/atividades são apresentadas em termos totais. Para cada empresa/atividade foram consideradas as fontes dos processos de transferências de materiais, chaminés, tráfego de veículos nas vias, pilhas de estocagem de materiais, evaporativas, dentre outras. No Anexo A (Memorial de Cálculo) são apresentadas todas as fontes emissoras computadas no presente inventário de emissões, de forma detalhada, com todas as informações utilizadas nos cálculos. O processo de emissão por erosão eólica em pilhas de materiais é uma relevante fonte de emissão na RGV. Para esse grupo de fontes, a metodologia disponível possui muitos fatores que foram idealizados, resultando em uma aplicação e representação da realidade - como os grandes pátios de materiais da RGV - com elevado grau de incerteza.

Figura 4.1 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados na região da RGV

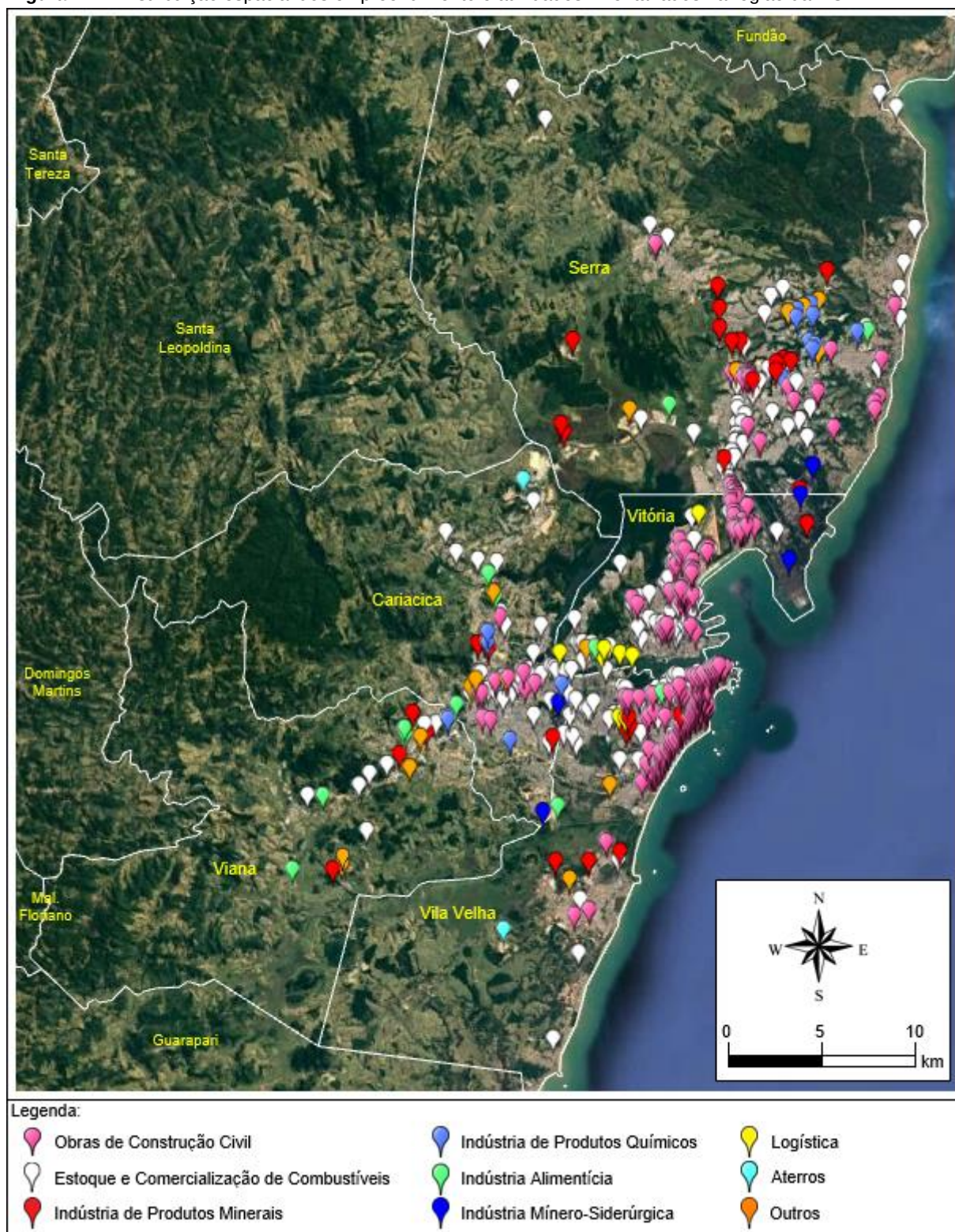


Figura 4.2 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados no município de Cariacica

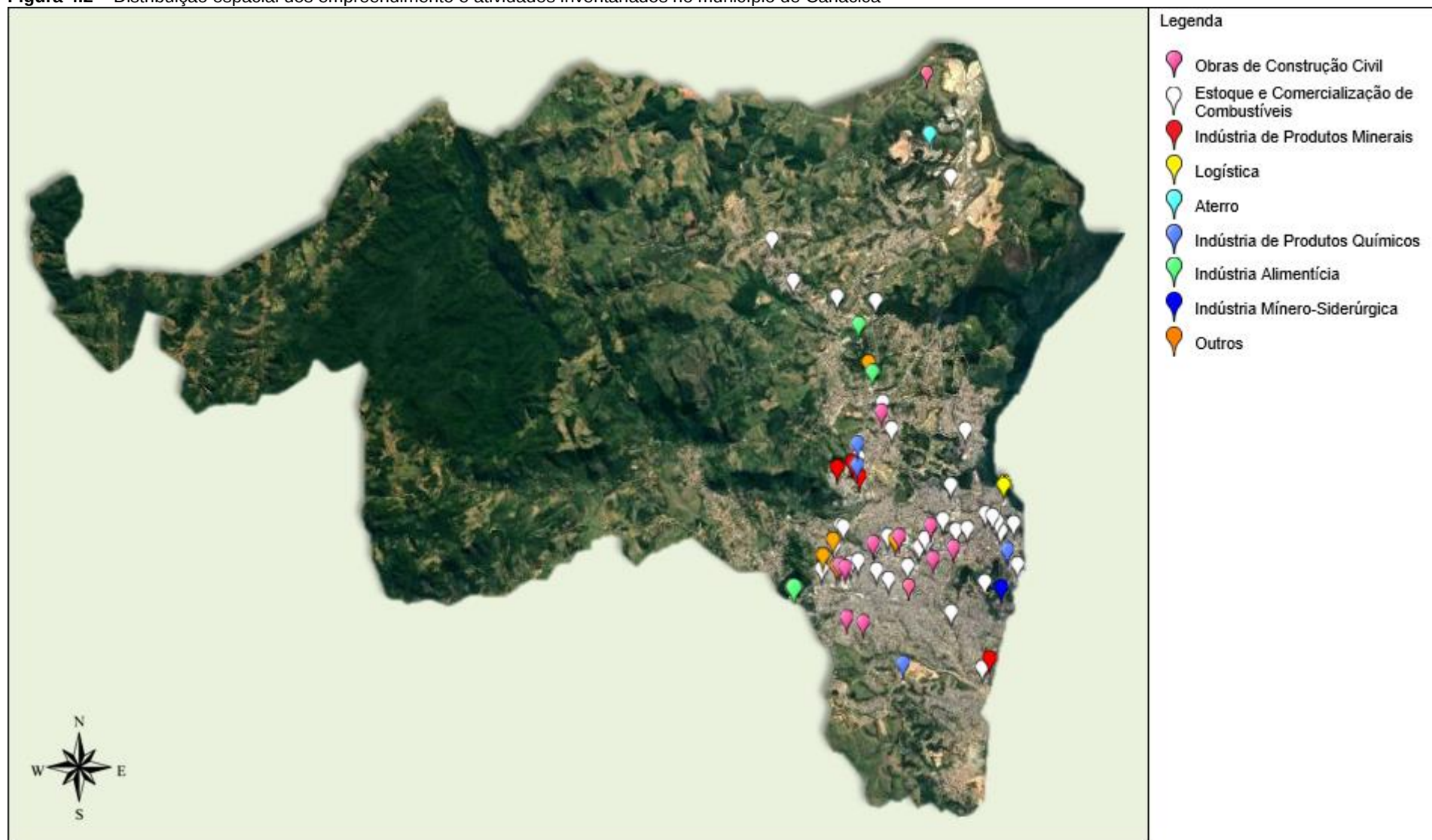


Figura 4.3 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados no município de Serra



Figura 4.4 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados no município de Viana

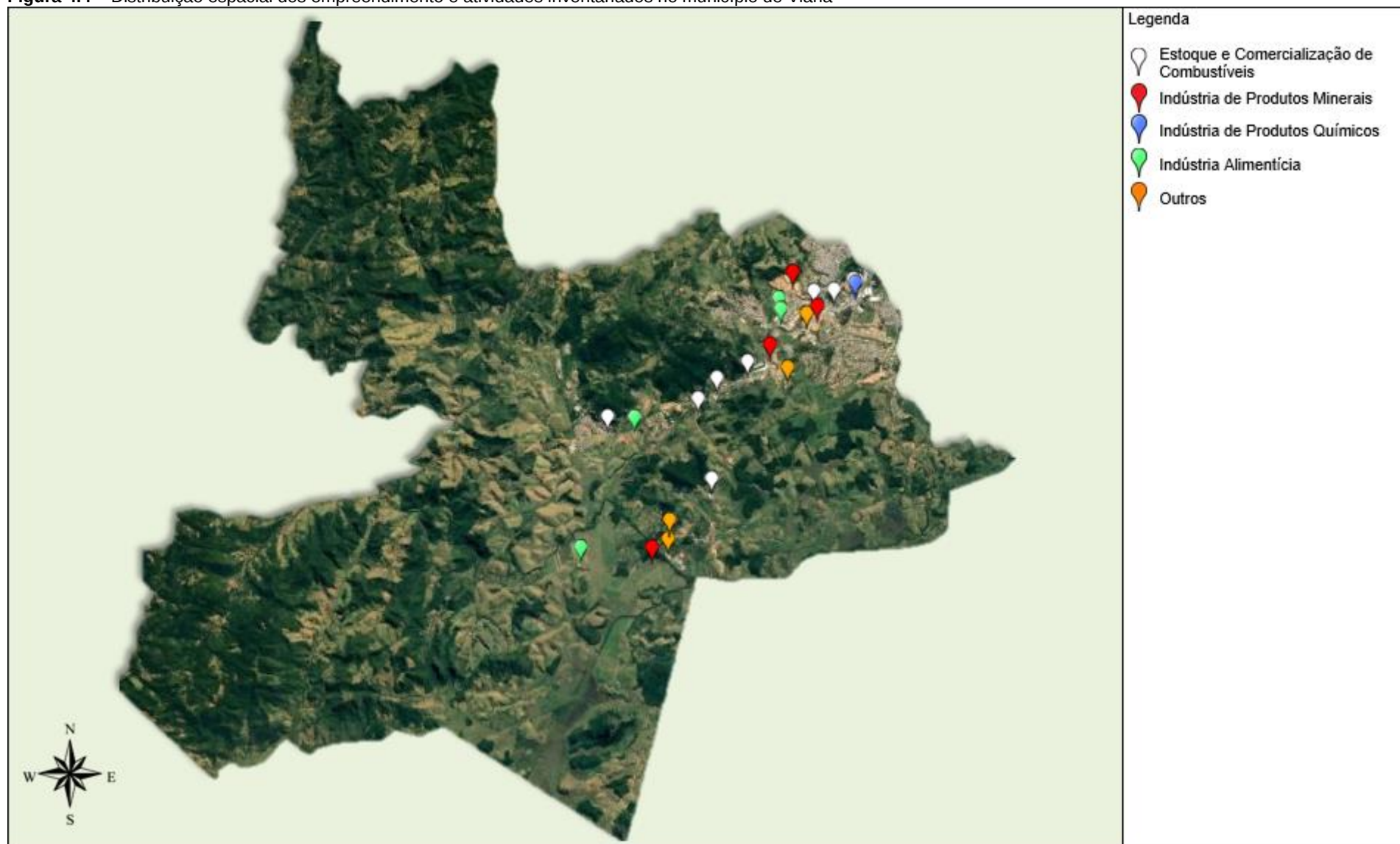


Figura 4.5 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados no município de Vila Velha



Figura 4.6 – Distribuição espacial dos empreendimentos e atividades inventariados no município de Vitória



Tabela 4.3 – Taxa de emissão de poluentes atmosféricos das emissões industriais e outras atividades consideradas no inventário da RGV

Empresa/Atividade	Taxa de Emissão [kg/h]						
	MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NOx	SO ₂	CO	COV
Aeroporto Eurico Sales de Aguiar	17,50	7,62	1,37	22,39	0,92	12,20	1,61
ArcelorMittal Cariacica	23,51	15,90	14,27	31,11	15,48	177,16	1,06
ArcelorMittal Tubarão	345,31	180,62	111,18	633,81	1.428,48	16.461,93	149,09
Aresp Areias Especiais Ltda	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-
Argalit Indústria de Revestimentos Ltda	0,86	0,73	0,26	-	-	-	-
Atol Tintas Ltda	-	-	-	-	-	-	0,04
Bavit (Petrobras)	-	-	-	-	-	-	46,55
Bela Vista Pré Moldados Ltda ME	0,29	0,15	0,03	0,21	<0,01	0,10	0,03
Belafix Indústria e Comércio Ltda	-	-	-	-	-	-	6,16
Betume Grande Vitória Ltda	0,13	0,07	0,01	0,11	0,03	0,20	0,05
Biancogres Cerâmica S/A	12,17	10,86	9,81	12,42	2,66	79,24	9,90
Brasília Mineradora Espírito Santense Ltda	20,82	7,05	0,86	1,76	<0,01	0,55	0,17
Britador Alvorada Ltda	4,07	1,57	0,25	1,54	<0,01	0,52	0,16
Buaiz Alimentos	0,16	0,08	0,04	-	-	-	-
Café Número Um Ltda	0,20	0,19	0,19	0,24	<0,01	0,11	<0,01
Capixaba de Produtos Químicos Ltda	0,27	0,14	0,03	0,13	0,19	<0,01	0,01
Catuaba Indústria de Bebidas	0,12	0,09	0,06	0,82	0,59	0,02	0,01
Central de Tratamento de Resíduos de Vila Velha (CTRVV)	10,09	2,90	0,77	2,24	0,12	1,88	2,43
Chocolates Garoto S/A	0,05	0,05	0,05	0,49	<0,01	0,50	0,06
Cofervil Indústria e Comércio de Ferros Vitória Ltda	0,72	0,36	0,19	1,33	<0,01	0,48	0,16
Comercial Barro Branco Ltda	2,40	1,15	0,17	0,03	<0,01	0,02	<0,01
Comercial Isocil Ltda. ME	1,06	0,86	0,74	0,12	0,06	1,43	0,04
Companhia Docas do Espírito Santo (CODESA)	23,15	20,92	19,85	166,77	22,72	145,91	13,07
Companhia Portuária de Vila Velha (CPVV)	12,30	10,65	10,36	69,04	68,17	9,65	6,66
Companhia Siderúrgica Santa Bárbara Ltda	7,29	3,99	1,46	0,92	0,07	0,62	0,11

Tabela 4.3 (Continuação) – Taxa de emissão de poluentes atmosféricos das emissões industriais e outras atividades consideradas no inventário da RGV

Empresa/Atividade	Taxa de Emissão [kg/h]						
	MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NOx	SO ₂	CO	COV
Concrelagos Concreto Ltda	0,10	0,08	0,03	0,05	<0,01	0,02	0,01
Concrevit Concreto Vitória Ltda (Cariacica)	0,50	0,41	0,15	0,13	<0,01	0,07	0,02
Concrevit Concreto Vitória Ltda (Vila Velha)	0,36	0,29	0,11	0,13	<0,01	0,07	0,02
Consigaz – Distribuidora de Gás Ltda	-	-	-	-	-	-	0,82
Construção Civil (Cariacica)	8,42	2,53	0,25	-	-	-	-
Construção Civil (Serra)	9,86	2,96	0,30	-	-	-	-
Construção Civil (Vila Velha)	51,28	15,38	1,54	-	-	-	-
Construção Civil (Vitória)	14,58	4,37	0,44	-	-	-	-
Construção Civil (Viana) ^a	-	-	-	-	-	-	-
Coqueria Heat Recovery (Antiga Sol Coqueria)	124,20	63,87	41,63	161,03	826,19	16,68	11,58
Durafort Indústria e Comércio Ltda	-	-	-	-	-	-	0,17
Ecoareia Comércio de Areia Eireli	3,06	1,27	0,19	0,30	<0,01	0,15	0,05
Elkem Participações, Indústria e Comércio - Carboderivados	0,90	0,35	0,21	8,51	3,23	3,37	12,07
Elkem Participações, Indústria E Comércio Ltda – Carboindustrial	4,27	3,38	2,12	5,25	0,22	4,15	4,74
Fertilizante Heringer S/A	0,13	0,10	0,08	1,27	<0,01	0,71	0,21
Fertipar Sudeste Adubos e Corretivos Agrícolas Ltda	0,05	0,04	0,03	0,99	<0,01	0,24	0,09
Fibrasa S/A EMBALAGENS	0,72	0,72	0,72	-	-	-	1,82
Frical Frigorífico Cariacica S/A	0,37	0,32	0,19	0,58	0,03	0,71	0,02
Frigorífico Kinka Regis Ltda	0,31	0,27	0,23	0,37	0,02	0,45	0,01
FVO - Brasília Indústria e Comércio de Alimentos Ltda (Dumilho)	0,06	0,05	0,03	0,09	0,69	0,01	<0,01
Gekar Indústria Química Ltda	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	2,75
Golden Indústria de Revestimentos Ltda (Argalit)	-	-	-	-	-	-	11,30
Granito Concreto Ltda (POLIMIX)	0,15	0,11	0,04	0,10	<0,01	0,05	0,02
Granito Concreto Ltda (POLIMIX)	0,15	0,12	0,04	0,07	<0,01	0,03	0,01
Holcim (Brasil) – S/A	6,62	5,17	2,02	21,58	0,02	12,20	1,64

Tabela 4.3 (Continuação) – Taxa de emissão de poluentes atmosféricos das emissões industriais e outras atividades consideradas no inventário da RGV

Empresa/Atividade	Taxa de Emissão [kg/h]						
	MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NOx	SO ₂	CO	COV
Ibrata Mineração Ltda	6,45	2,32	0,31	0,71	<0,01	1,09	0,19
Incesa Revestimento Cerâmico LTDA	17,10	16,04	15,14	9,41	1,39	52,23	6,80
Indústria de Bebidas Mestre Álvaro Ltda (Refrigerantes UAI)	-	-	-	-	-	-	<0,01
Interport Logística Ltda	0,02	0,02	0,02	0,36	<0,01	0,12	0,04
Itabira Agro Industrial (Nassau)	0,70	0,45	0,12	0,07	<0,01	0,03	0,01
JK Serviços e Assessoria	1,02	0,46	0,08	0,22	<0,01	0,11	0,03
Lhoist Do Brasil Ltda	7,87	3,85	0,93	3,44	19,48	33,89	-
Magnatech Indústria e Comércio de Embalagens Ltda ME	-	-	-	-	-	-	0,34
Marca Ambiental	12,49	3,44	0,99	2,58	0,29	2,27	4,09
Marlim Azul	-	-	-	-	-	-	<0,01
Mizu S/A	16,13	11,80	5,36	0,87	0,12	0,65	0,08
Multilift Logística Ltda	0,16	0,16	0,16	2,65	<0,01	1,23	0,38
Multilift Terminais Ltda	0,07	0,05	0,04	0,77	<0,01	0,36	0,10
Mundial Derivados de Petróleo	-	-	-	-	-	-	<0,01
Nacional Gás Butano Distribuidora Ltda	-	-	-	-	-	-	2,67
Natureza Viva Reciclagem De Resíduos Sólidos LTDA ME	4,54	1,81	0,25	0,24	<0,01	0,13	0,03
Novapol Plásticos Ltda	0,02	0,01	0,01	0,20	0,02	0,16	22,64
Nutriave Alimentos Ltda	4,02	0,58	0,33	0,05	1,50	1,22	0,03
Obras em Rodovias	8,17	4,08	0,61	-	-	-	-
Obras em Rodovias	2,79	1,39	0,21	-	-	-	-
Obras em Rodovias	1,03	0,52	0,08	-	-	-	-
Oiltanking Terminais Ltda	-	-	-	-	-	-	38,63
Opala Concreto	0,09	0,08	0,03	0,10	<0,01	0,05	0,01
Paranapanema S/A (Eluma)	0,04	0,04	0,04	-	-	-	-
Pneus Vitória	0,08	0,07	0,06	0,12	0,01	0,15	<0,01

Tabela 4.3 (Continuação) – Taxa de emissão de poluentes atmosféricos das emissões industriais e outras atividades consideradas no inventário da RGV

Empresa/Atividade	Taxa de Emissão [kg/h]						
	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}	NOx	SO ₂	CO	COV
Postos de Abastecimento (Cariacica)	-	-	-	-	-	-	16,40
Postos de Abastecimento (Serra)	-	-	-	-	-	-	28,93
Postos de Abastecimento (Viana)	-	-	-	-	-	-	5,22
Postos de Abastecimento (Vila Velha)	-	-	-	-	-	-	34,41
Postos de Abastecimento (Vitória)	-	-	-	-	-	-	32,27
Real Café solúvel do Brasil S/A	10,91	9,46	9,13	14,83	0,07	22,28	0,56
Rio de Janeiro Refrescos Ltda	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,10	0,01
Roca Brasil Ltda	5,48	5,36	5,26	1,51	0,16	6,16	0,81
Roda Brasil LTDA	10,58	4,81	0,98	4,19	<0,01	2,00	0,55
Rodoareia Transporte e Comércio de Minerais	0,51	0,27	0,07	0,92	<0,01	0,27	0,09
Rydien Mineração Empreendimentos Indústria e Comércio Ltda	6,43	2,84	0,43	0,85	<0,01	0,45	0,09
Santa Fé Participações S/A	1,90	0,88	0,15	0,20	<0,01	0,10	0,03
Seisa Serviços Industriais Ltda	-	-	-	-	-	-	0,04
Serrabetume Engenharia Ltda	0,20	0,11	0,02	0,08	0,01	0,28	0,07
Sitra - Serviços Industriais, Tratamento Anticorrosivo Ltda/ Asten Anticorrosão e Serviços Ltda.	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	0,06
Sobrita Industrial LTDA	10,06	3,56	0,48	1,65	<0,01	0,59	0,15
Suimartin Indústria e Comércio Ltda	0,12	0,10	0,09	0,14	0,01	0,17	<0,01
Supergasbrás Energia Ltda (SHV GÁS BRASIL LTDA)	-	-	-	-	-	-	4,92
Technip	3,77	3,77	3,77	32,49	29,61	3,92	2,28
Terminal Portuário de Vila Velha (TVV)	15,20	9,78	8,81	73,83	62,50	9,80	5,91
Terminal Portuário PEIÚ	3,95	3,71	3,63	28,26	26,52	3,56	2,34
Tervap Pitanga Mineração e Pavimentação Ltda	3,35	1,25	0,20	1,27	<0,01	1,12	0,23
Tevisa - Termelétrica Viana	39,67	32,61	31,50	950,45	285,09	235,75	27,50
Thermopor Indústria e Comércio de Artefatos de Poliestireno Expansível Ltda	1,44	1,30	1,12	1,77	0,09	2,17	0,06
Topmix Engenharia e Tecnologia de Concreto S/A	0,21	0,16	0,06	0,13	<0,01	0,09	0,02

Tabela 4.3 (Conclusão) – Taxa de emissão de poluentes atmosféricos das emissões industriais e outras atividades consideradas no inventário da RGV

Empresa/Atividade	Taxa de Emissão [kg/h]						
	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Torres & Cia Ltda (Fortlev)	0,05	0,05	0,05	0,65	0,07	0,52	0,40
Transporterra – Extração, Comércio e Transporte de Produtos Minerais	1,91	0,71	0,22	1,44	0,82	0,18	0,14
Unibrás Comércio, Importação e Exportação Ltda	2,76	1,25	0,19	0,27	<0,01	0,11	0,03
Vale	386,62	302,47	200,35	3.314,21	1.700,82	3.170,54	161,18
Vallourec Tubos do Brasil S/A (TSA)	2,35	0,91	0,14	0,31	<0,01	0,10	3,43
Vamtec Vitória S/A	1,24	0,82	0,35	1,36	<0,01	0,68	0,23
Viflex Indústria e Comércio Ltda	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,28	<0,01	<0,01
Vilamix Concreto Ltda	0,18	0,14	0,05	0,08	<0,01	0,04	0,01
Vipasa – Indústria E Comércio De Papéis Ltda	0,02	0,02	0,02	0,12	<0,01	0,19	0,02
Vitória Diesel - Comércio de Veículos Ltda	4,78	4,06	1,43	-	-	-	-
Yara Brasil Fertilizantes S/A	0,06	0,05	0,04	1,10	<0,01	0,27	0,10
Total	1.305,12	805,40	515,59	5.599,82	4.498,77	20.486,55	689,30

Nota:

MP – Material particulado

MP_{2,5} – Material particulado <2,5 µm

SO₂ – Dióxido de enxofre;

COV – Compostos orgânicos Voláteis

MP₁₀ – Material particulado <10 µm

NO_x – Óxidos de nitrogênio

CO – Monóxido de carbono

a. Os empreendimentos imobiliários de Viana mapeados no Censo Imobiliário do Sinduscon (2015), encontravam-se com suas atividades finalizadas ou paralizadas.

Para auxiliar nas análises, as taxas de emissões foram agrupadas pelos setores em que os empreendimentos e atividades foram classificados, conforme a Tabela 4.4. Verifica-se que o setor da indústria minero-siderúrgica apresenta as maiores taxas de emissões, representando mais da metade das emissões de todos os poluentes, com exceção dos compostos orgânicos voláteis.

Tabela 4.4 – Resumo das taxas de emissões de poluentes atmosféricos agrupadas nos setores produtivos

Setor	Taxa de Emissão [kg/h]						
	MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Aterro	22,59	6,34	1,77	4,82	0,41	4,14	6,52
Construção Civil	96,13	31,24	3,42	n.a	n.a	n.a	n.a
Estoque e Comercialização de Combustíveis	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	210,82
Indústria Alimentícia	16,33	11,20	10,34	17,61	2,91	25,56	0,71
Indústria de Produtos Minerais	143,75	84,66	43,77	65,84	24,71	192,67	21,44
Indústria de Produtos Químicos	8,34	6,21	3,75	16,10	3,73	8,88	62,67
Indústria Minero-Siderúrgica	886,96	566,88	368,94	4.141,08	3.971,03	19.826,93	323,01
Logística	72,35	52,91	44,24	364,07	180,83	182,83	30,12
Outros	58,68	45,97	39,36	990,31	315,14	245,53	34,02
Total	1.305,12	805,40	515,59	5.599,82	4.498,77	20.486,55	689,30

Nota:

MP – Material particulado
NO_x – Óxidos de nitrogênio
COV – Compostos orgânicos voláteis

MP₁₀ – Material particulado <10 µm
SO₂ – Dióxido de enxofre
n.a – não aplicável

MP_{2.5} – Material particulado <2,5 µm
CO – Monóxido de carbono

As distribuições percentuais dos poluentes, categorizadas por setores, são apresentadas nas Figuras 4.7 para material particulado e 4.8 para gases. As emissões de material particulado da indústria minero-siderúrgica correspondem a 68% do MP, 70,4% do MP₁₀ e 71,6% do MP_{2.5}. Além da relevante contribuição de material particulado das indústrias minero-siderúrgicas, os setores de indústrias de produtos minerais e empreendimentos da construção civil também apresentaram significativa contribuição, 11,0% e 7,4% de MP, respectivamente.

Em relação aos poluentes gasosos, as emissões da indústria minero-siderúrgica correspondem a 74,0% do NO_x, 88,3% do SO₂, 96,8% do CO e 46,9% do COV. O setor de estoque e comercialização e combustíveis também foi representativo, correspondendo a 30,6% das emissões de COV.

Figura 4.7 – Contribuição percentual dos setores produtivos nas emissões de material particulado dos empreendimentos e atividades da RGV

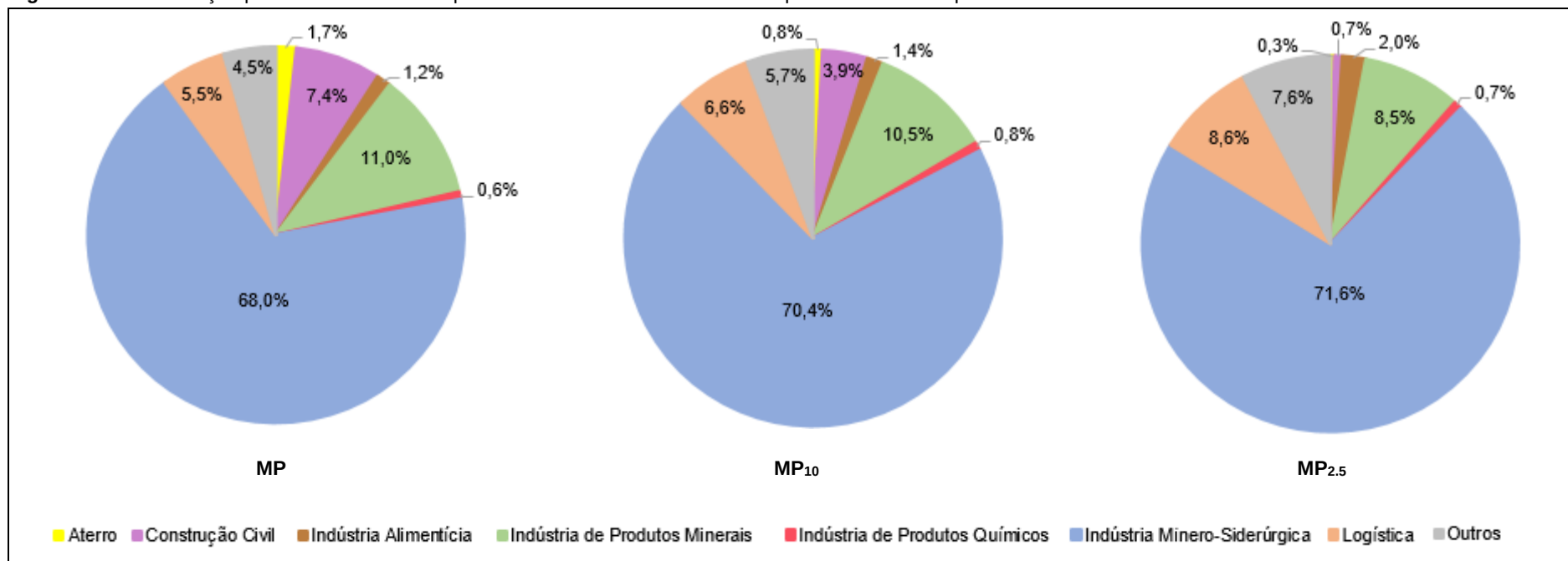
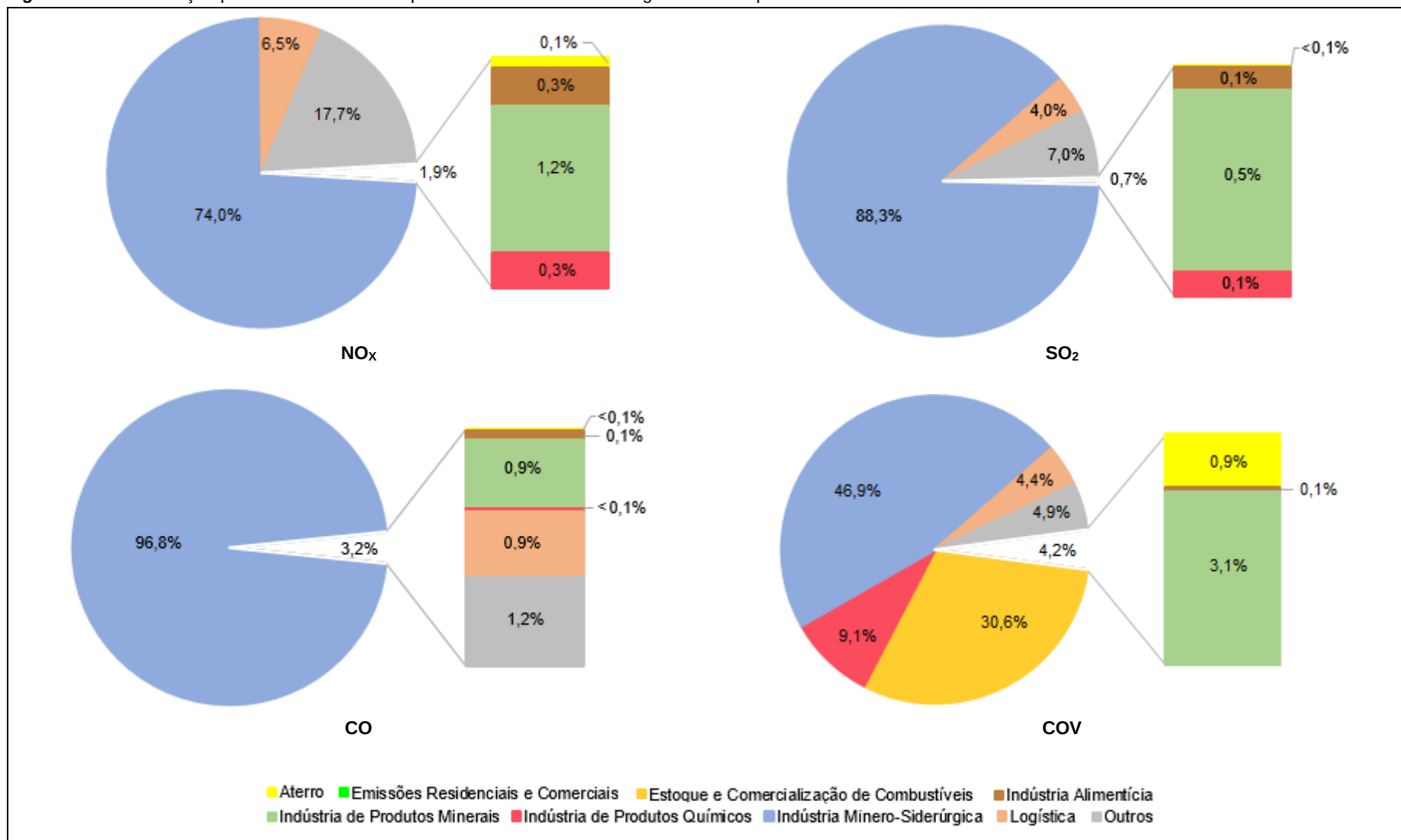


Figura 4.8 – Contribuição percentual dos setores produtivos nas emissões de gases dos empreendimentos e atividades da RGV



4.2. EMISSÕES URBANAS

As emissões urbanas englobam as fontes emissoras distribuídas espacialmente por toda a Região da Grande Vitória. No presente inventário, as emissões urbanas referem-se às emissões residenciais e comerciais e àquelas que ocorrem nas vias de tráfego, as quais são descritas a seguir.

- Emissões Residenciais e Comerciais

As emissões residenciais e comerciais estão relacionadas às atividades cotidianas da população da RGV e incorporam o consumo de gás natural (GN) e gás liquefeito de petróleo (GLP) como gás de combustão para aquecimento de fogões residenciais e comerciais. Nessa categoria, é incluído também o uso de solventes como produtos aerossóis, detergentes, desodorantes, desinfetantes, entre outros.

A partir da metodologia descrita na seção A.13, foram quantificadas as emissões de poluentes provenientes do consumo de GN, GLP e solventes na Região da Grande Vitória, conforme apresentado na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Resumo das taxas de emissões residenciais e comerciais da RGV

Processo	Município	Taxa de Emissão [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Consumo de GN, GLP e Solventes	Cariacica	0,21	0,21	0,21	3,91	0,07	2,19	183,34
	Serra	0,27	0,27	0,27	5,02	0,09	2,80	233,08
	Viana	0,04	0,04	0,04	0,76	0,01	0,43	35,77
	Vila Velha	0,26	0,26	0,26	4,88	0,08	2,73	227,02
	Vitória	0,25	0,25	0,25	4,39	0,07	2,36	170,94
Total		1,03	1,03	1,03	18,95	0,32	10,50	850,16

Nota:

MP – Material particulado
NO_x – Óxidos de nitrogênio
COV – Compostos orgânicos voláteis

MP₁₀ – Material particulado <10 µm
SO₂ – Dióxido de enxofre

MP_{2,5} – Material particulado <2,5 µm
CO – Monóxido de carbono

A partir da análise da Tabela 4.5, verifica-se que os compostos orgânicos voláteis correspondem ao poluente com maior quantitativo de emissão por hora, sendo essa tipologia de fonte a que apresenta maior contribuição nas emissões de COV na Região da Grande Vitória. Na Figura 4.10 são apresentadas as áreas urbanas nas quais as emissões residenciais e comerciais foram alocadas.

- Vias de Tráfego

As emissões atmosféricas categorizadas como vias de tráfego são provenientes dos seguintes processos: emissões veiculares (exaustão de poluentes no escapamento veicular devido a queima de combustível; evaporação de compostos orgânicos voláteis do combustível dos veículos; emissão de partículas e devido ao desgaste de pneus, freios e do pavimento da via) e ressuspensão de partículas devido a sujidade da via.

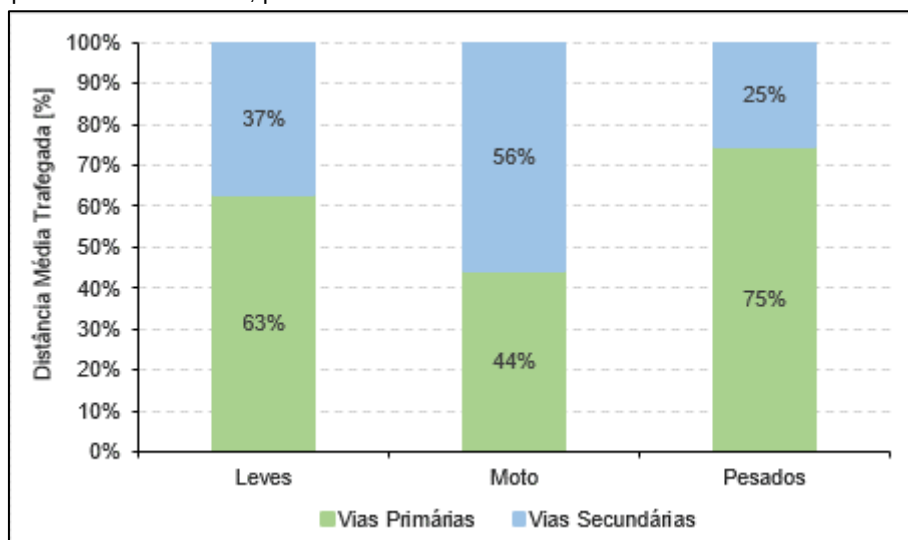
A metodologia utilizada para cada categoria mencionada acima é apresentada na Seção A.2 deste documento.

Conforme apresentado na Seção A.2, a metodologia base utilizada para determinar a distância média trafegada (intensidade de uso) - inventário nacional de emissões veiculares (MMA, 2013) - não tem como escopo determinar em qual via de tráfego há maior distância média trafegada (quilômetro percorrido). Assim, para possibilitar uma melhor alocação espacial que fosse capaz de representar a dinâmica do tráfego na RGV, as emissões das vias de tráfego foram segregadas da seguinte forma:

- Vias primárias: aquelas cuja distância média trafegada (intensidade de uso) é proveniente das amostragens do volume de tráfego. Representam os principais corredores viários da RGV.
- Vias secundárias: aquelas cuja distância trafegada (intensidade de uso) é obtida pela diferença entre o total da RGV (inventário nacional de emissões veiculares - MMA, 2013) e o obtido nas vias primárias. Representam as vias de menor fluxo de tráfego.

A distribuição percentual da distância média trafegada nas vias primárias e secundárias em cada categoria de veículos é apresentada na Figura 4.9.

Figura 4.9 – Percentual da distância média trafegada nas vias primárias e secundárias para os veículos leves, pesados e motos



Segundo levantamento publicado pelo Instituto Jones do Santos Neves (IJSN, 2013), a RGV possui uma extensão da malha viária de aproximadamente 4.877 km, considerando os diversos tipos⁶. As vias primárias consideradas no inventário possuem 579 km de extensão, correspondendo a cerca de 12% de toda malha viária da RGV em extensão, ao passo que as vias consideradas como secundárias nesse inventário compreendem 88% de toda extensão. As emissões totais das vias de tráfego são apresentadas na Tabela 4.6.

⁶ Acesso, avenida, rua, alameda, travessa, rodovia, contorno, trevo, estrada, ladeira, ponte e via.

Tabela 4.6 - Resumo das taxas totais de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego da RGV

Tipo de Vias	Extensão	Tipo de Emissão	Taxa de Emissão [kg/h]						
			MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	CO	SO ₂	COV
Vias primárias	579 km	Emissões Veiculares	38,04	29,55	22,62	699,65	702,08	19,99	366,69
		Emissões por Ressuspensão	2.537,19	487,01	117,83	n.a	n.a	n.a	n.a
Vias secundárias	4.298 km	Emissões Veiculares	17,90	13,50	9,87	321,13	580,71	8,15	228,93
		Emissões por Ressuspensão	4.207,51	807,63	195,40	n.a	n.a	n.a	n.a
Total			6.800,64	1.337,70	345,71	1.020,78	1.282,80	28,14	595,62

Nota:

MP – Material particulado

NO_x – Óxidos de nitrogênio

COV – Compostos orgânicos voláteis

MP₁₀ – Material particulado <10 µm

SO₂ – Dióxido de enxofre

n.a – não aplicável

MP_{2.5} – Material particulado <2,5 µm

CO – Monóxido de carbono

Os resultados detalhados para cada via primária são apresentados no Apêndice C. Na Tabela 4.7, as taxas de emissões das vias de tráfego, primárias e secundárias são apresentadas categorizadas de acordo com cada processo de emissão.

Pela análise da Tabela 4.7, é possível observar que o processo de emissão dominante para partículas é o de ressuspensão. Cabe destacar que essas emissões são muito sensíveis à variável teor de *silt* (material particulado disponível na superfície da via com granulometria inferior a 75 µm). Nesse trabalho, o teor de *silt* utilizado é proveniente de campanhas de medição, conforme descrito na seção 3.2.4, e de acordo com a metodologia proposta apresentada na seção A.2.2 do Apêndice A.

Em relação às vias secundárias, embora as emissões de MP sejam da ordem de 62% do total, as vias secundárias representam 88% da extensão de toda a malha viária da RGV. É importante ter em mente também que as emissões das vias de tráfego ocorrem em toda a extensão da RGV, em uma área total de aproximadamente 26 mil hectares, diferentemente do que ocorre nas emissões industriais, nas quais os poluentes são emitidos em uma área relativamente pequena quando comparada com a RGV.

Além disso, apenas com as taxas de emissão não é possível estabelecer uma relação direta de causa x efeito. Os impactos na qualidade do ar percebidos em determinado receptor também dependem de como esses poluentes são lançados na atmosfera, da distância entre a fonte emissora e o receptor e das condições meteorológicas da região. A modelagem da dispersão atmosférica e análise do balanço químico de massa são exemplos de ferramentas específicas que podem ser aplicadas para avaliação do impacto das fontes emissoras na qualidade do ar.

As Figuras 4.10 e 4.11 apresentam a distribuição espacial das vias de tráfego da RGV, secundárias e primárias, respectivamente.

Tabela 4.7 – Resumo categorizado das taxas totais de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego da RGV

Município		Ressuspensão [kg/h]			Escapamento e Evaporativas [kg/h]								Desgaste de Pneus e Freios [kg/h]			Desgaste de Pista [kg/h]		
		MP	MP ₁₀	MP _{2,5}	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	SO ₂	CO	COV	COV _{evap}	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Vias Primárias	Cariacica	312,74	60,03	14,52	3,19	3,19	3,19	132,72	4,17	116,74	48,76	3,95	2,21	1,68	0,90	1,94	0,97	0,53
	Serra	756,21	145,16	35,12	5,09	5,09	5,09	230,98	6,87	205,83	99,62	8,52	4,01	3,05	1,63	3,49	1,75	0,95
	Viana	475,14	91,20	22,07	1,92	1,92	1,92	72,68	2,44	43,83	19,47	1,54	1,11	0,84	0,45	0,99	0,50	0,27
	Vila Velha	514,53	98,76	23,89	2,27	2,27	2,27	131,33	3,34	165,87	81,09	7,14	2,60	1,97	1,06	2,20	1,10	0,60
	Vitória	478,57	91,86	22,22	2,06	2,06	2,06	131,94	3,17	169,80	88,64	7,96	2,69	2,04	1,10	2,27	1,14	0,62
Vias Secundárias	Cariacica	956,65	183,63	44,43	1,28	1,28	1,28	73,01	1,85	132,03	48,12	3,93	1,51	1,15	0,62	1,27	0,64	0,35
	Serra	1.697,30	325,80	78,82	2,27	2,27	2,27	129,54	3,29	234,26	85,37	6,98	2,69	2,04	1,09	2,26	1,13	0,61
	Viana	197,07	37,83	9,15	0,26	0,26	0,26	15,04	0,38	27,20	9,91	0,81	0,31	0,24	0,13	0,26	0,13	0,07
	Vila Velha	891,72	171,17	41,41	1,20	1,20	1,20	68,06	1,73	123,07	44,85	3,67	1,41	1,07	0,57	1,19	0,59	0,32
	Vitória	464,78	89,22	21,58	0,62	0,62	0,62	35,47	0,90	64,15	23,38	1,91	0,74	0,56	0,30	0,62	0,31	0,17
Total		6.744,70	1.294,65	313,22	20,16	20,16	20,16	1.020,78	28,14	1.282,80	549,20	46,42	19,28	14,64	7,85	16,50	8,25	4,48

Nota:

MP – Material particulado

MP₁₀ – Material particulado <10 µm

MP_{2,5} – Material particulado <2,5 µm

NO_x – Óxidos de nitrogênio

SO₂ – Dióxido de enxofre;

CO – Monóxido de carbono

COV – Compostos orgânicos Voláteis

COV_{evap} – Emissão evaporativa de COV

Figura 4.10 – Distribuição espacial das emissões residenciais e comerciais e emissões das vias de tráfego secundárias da RGV

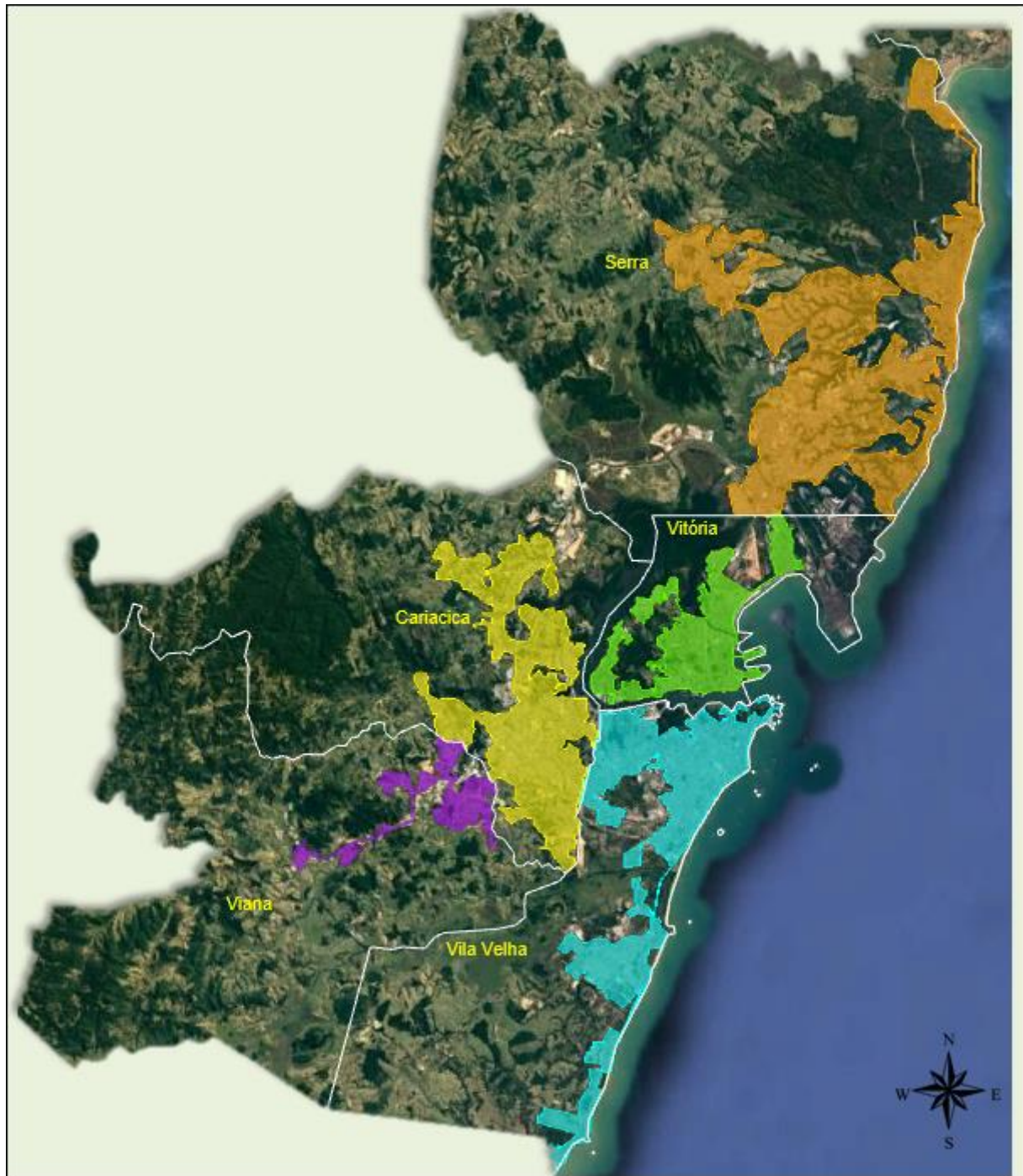
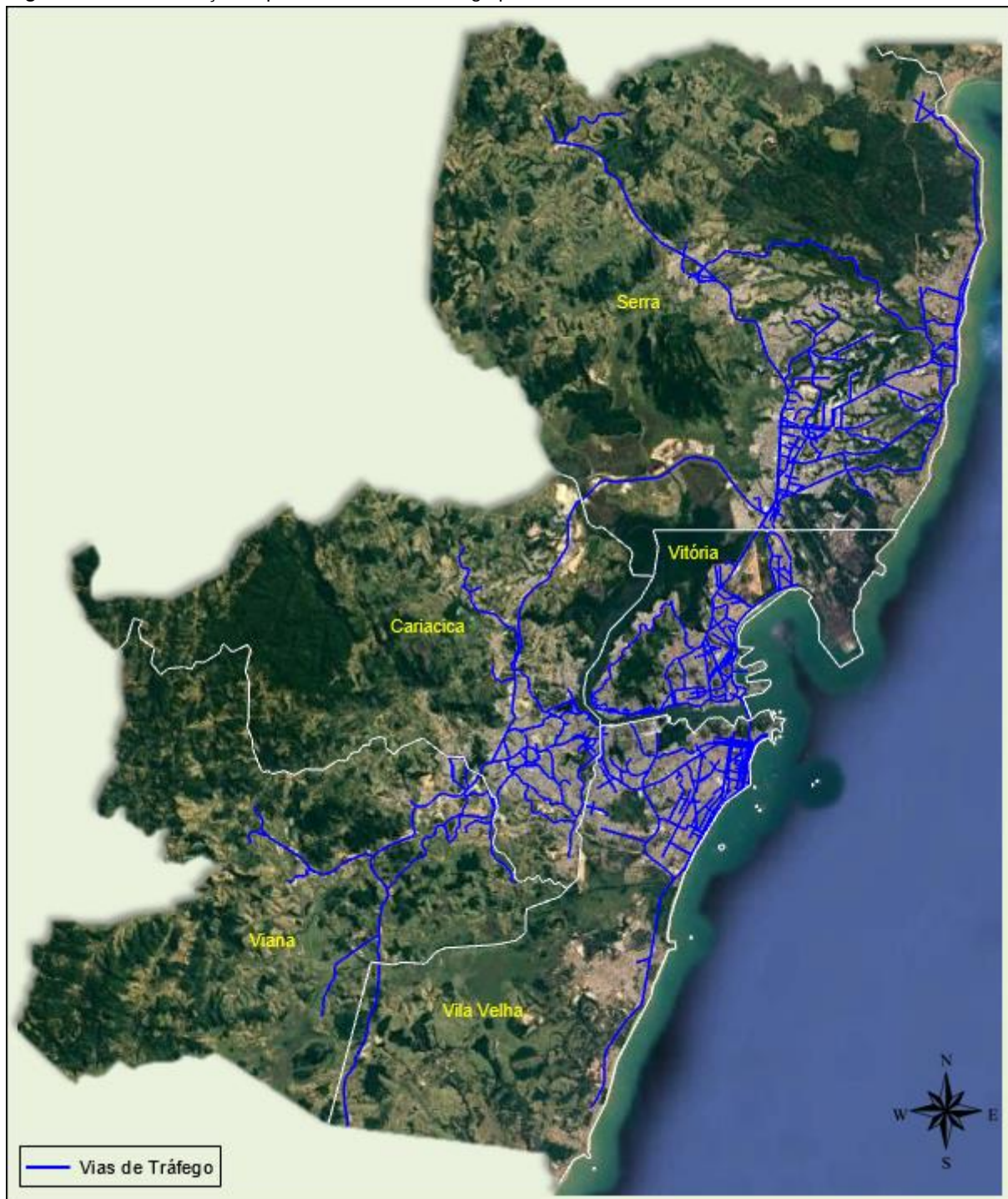


Figura 4.11 – Distribuição espacial das vias de tráfego primárias da RGV



5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente inventário de emissões atmosféricas constitui uma importante ação para o conhecimento da ordem de grandeza das emissões de poluentes atmosféricos provenientes das diferentes atividades e empreendimentos inseridos nos municípios da RGV.

A partir do inventário foi possível identificar as categorias de fontes mais relevantes para as emissões de material particulado total (MP), material particulado menor que 10 μm (MP₁₀), material particulado menor que 2,5 μm (MP_{2.5}), dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO) e compostos orgânicos voláteis (COV).

As taxas de emissões de poluentes representam as condições médias do ano de 2015, visto que, em geral, há uma grande variedade na dinâmica operacional dos processos emissores. Durante a construção do inventário foram priorizadas sempre as informações com o maior detalhamento possível, com o uso das metodologias de estimativa de emissões amplamente utilizadas no mundo, de modo que a representação das fontes emissoras fossem a mais fidedigna possível.

A metodologia empregada na condução do desenvolvimento do inventário é pioneira no Brasil, pois envolve o órgão ambiental do estado do Espírito Santo (IEMA), a empresa executora (EcoSoft), a Fundação Espírito Santense de Tecnologia (FEST) e uma empresa terceira como auditora independente (Tetra Tech). Toda essa interação visa assegurar que foram inventariados os empreendimentos e atividades mais relevantes no contexto da RGV, que foram aplicadas as metodologias mais adequadas para as estimativas das emissões, que todo o processo foi realizado com transparência e que os resultados sejam úteis de fato para a gestão da qualidade do ar da RGV.

O resumo do inventário de emissões atmosféricas da RGV - ano base 2015 - conforme a segregação e categorização proposta, é apresentado na Tabela 5.1. É de fundamental importância que o inventário de emissões atmosféricas seja atualizado regularmente para continuar contribuindo como importante instrumento de gestão da qualidade atmosférica.

Algumas questões observadas durante a elaboração do inventário foram mapeadas e apresentadas com as devidas recomendações que podem ser adotadas para facilitar o processo de atualização, bem como aprimorar a qualidade das estimativas das emissões atmosféricas.

A primeira recomendação é a criação de uma base de dados onde as empresas possam alimentar com as informações necessárias, relacionadas aos seus processos produtivos, para a caracterização das emissões atmosféricas. No presente trabalho, a etapa de obtenção das informações foi muito prolongada, pois em muitos casos as informações não existiam no formato necessário, ou não apresentavam o grau de detalhamento requerido. Em grande parte dos casos as empresas precisaram compilar todas as informações solicitadas a partir da data em que foi demandada.

Tabela 5.1 - Resumo do inventário de emissões atmosféricas da RGV - Ano base 2015

Categoria/Setor		Taxa de Emissão [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Emissões Industriais e Outras Atividades	Aterro	22,59	6,34	1,77	4,82	0,41	4,14	6,52
	Construção Civil	96,13	31,24	3,42	n.a	n.a	n.a	n.a
	Estoque e Comercialização de Combustíveis	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	210,82
	Indústria Alimentícia	16,33	11,20	10,34	17,61	2,91	25,56	0,71
	Indústria de Produtos Minerais	143,75	84,66	43,77	65,84	24,71	192,67	21,44
	Indústria de Produtos Químicos	8,34	6,21	3,75	16,10	3,73	8,88	62,67
	Indústria Mineral-Siderúrgica	886,96	566,88	368,94	4.141,08	3.971,03	19.826,93	323,01
	Logística	72,35	52,91	44,24	364,07	180,83	182,83	30,12
	Outros	58,68	45,97	39,36	990,31	315,14	245,53	34,02
Emissões Urbanas	Residenciais e Comerciais ^a	1,03	1,03	1,03	18,95	0,32	10,50	850,16
	Emissões veiculares ^b	55,94	43,05	32,49	1.020,78	28,14	1.282,80	595,62
	Ressuspensão de partículas ^b	6.744,70	1.294,65	313,22	n.a	n.a	n.a	n.a
Total		8.106,80	2.144,14	862,33	6.639,56	4.527,22	21.779,84	2.135,09

Nota:

MP – Material particulado

NO_x – Óxidos de nitrogênio

COV – Compostos orgânicos voláteis

a. As emissões residenciais e comerciais são distribuídas para toda área de abrangência da RGV, cerca de 25.971 hectares.

b. As emissões veiculares e de ressuspensão de partículas ocorrem ao longo de toda extensão das vias de tráfego da RGV, onde estas possuem uma extensão total de, aproximadamente, 4.877 km de vias.

MP₁₀ – Material particulado <10 µm

SO₂ – Dióxido de enxofre

n.a – não aplicável

MP_{2,5} – Material particulado <2,5 µm

CO – Monóxido de carbono

Outras recomendações importantes estão relacionadas às metodologias de estimativa das emissões de poluentes atmosféricos. A quantificação das emissões atmosféricas devido ao processo de erosão eólica em pilhas de materiais, por exemplo, utiliza uma metodologia com uma formulação em que muitos fatores foram idealizados. Além disso, diversas variáveis aplicadas ao equacionamento utilizado estão relacionadas à rotina operacional, havendo limitações em relação à qualidade da informação fornecida. Dessa maneira, quando essa metodologia é empregada em uma situação real e complexa, como é o caso da RGV, sua aplicação corresponde a um elevado grau de incerteza. Assim, recomendam-se maiores estudos, iniciativas de fomento ao desenvolvimento de técnicas de monitoramento de emissão para esse tipo de fonte e até mesmo o desenvolvimento de uma metodologia considerando as particularidades da RGV – grandes pátios, com diversas pilhas vizinhas umas das outras, diferentes tipos de materiais movimentados e com diversos tipos de controles atmosféricos atuando em sinergia.

A aplicação da metodologia utilizada para a estimativa das emissões atmosféricas no processo de ressuspensão de partículas em vias de tráfego também requer melhorias. A variável teor de *silt* (sujidade da via) é muito dinâmica e os resultados das emissões são extremamente sensíveis a esse parâmetro. É recomendável que seja ampliada a base de dados do teor de *silt* através do aumento do número de medições, até que se obtenha uma boa representatividade estatística.

O inventário de emissões atmosféricas não deve ser utilizado como instrumento de gestão atmosférica de forma isolada. O conhecimento por si só das taxas de emissões das principais fontes poluidoras de uma região não garante uma relação direta entre causa e efeito na qualidade do ar. A maneira como os poluentes são lançados na atmosfera, as condições meteorológicas, a distância entre a fonte e o receptor e o relevo atuam em complexas interações resultando na qualidade do ar da região. Técnicas específicas devem ser empregadas para avaliar os impactos na qualidade do ar de determinadas fontes emissoras, como por exemplo, a modelagem matemática da dispersão de poluentes atmosféricos e o uso de modelos de balanço de massa químico (modelos receptores).

A utilização do inventário de emissões em conjunto com o monitoramento da qualidade do ar e a implementação do plano de controle de emissões atmosféricas proporciona uma gestão mais eficiente dos recursos atmosféricos. O conhecimento das fontes emissoras da RGV permite a realização de um plano de controle de emissões atmosféricas. Uma vez adotadas as medidas propostas para redução nas emissões, é verificada a qualidade do ar através do monitoramento contínuo, de modo que esse ciclo seja realizado quantas vezes forem necessárias, até que sejam alcançadas as metas finais de qualidade do ar estabelecidas no Decreto Nº 3463-R de 16/12/2013.

6. REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas da Aviação Civil, ano base 2013**. 2014. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/publicacoes/inventario_nacional_de_emissoes_atmosfericas_da_aviao_civil.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). **Dados de volume de combustíveis vendidos em postos de abastecimento da Região da Grande Vitória/ES**. 2015.

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). **Dados de Movimentação de Combustíveis no Estado do Espírito Santo**. 2015.

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). **Gasolina – Controle de Poluição**. 2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/petroleo-derivados/155-combustiveis/1855-gasolina>>. Acesso em: 31 de outubro de 2018.

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). **Resolução ANP Nº 30 de 23 de junho de 2016**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?dw=81898>>. Acesso em: 31 de outubro de 2018.

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). **Resolução ANP Nº 40 de 25 de outubro de 2013**. Disponível em: <<http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2013/outubro&item=ranp-40--2013#art7>>. Acesso em: 31 de outubro de 2018.

American Association for Wind Engineering (AAWE). **Technical Note: Windspeed Averaging Times**. Newsletter of American Association for Wind Engineering, Fort Collins, March, 2007.

American Society of Civil Engineers (ASCE). **Minimum design loads for buildings and other structures – Revision of ASCE 7-98**. SEI/ASCE 7-02, Reston, Second Edition. 2002, 408 p.

American Society of Civil Engineers (ASCE). **Minimum design loads for buildings and other structures**. ASCE/SEI 7-10, Reston, Third Edition. 2013, 650 p.

Australian Government. Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. **National Pollutant Inventory (NPI). Emission Estimation Technique Manual for Mining**. Versão 3.1. Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.npi.gov.au/system/files/resources/7e04163a-12ba-6864-d19a-f57d960aae58/files/mining.pdf>>. Acesso em: 17 de maio de 2018.

California Air Resources Board (CARB). **Miscellaneous Process Methodology 7.9 – Entrained Road Travel, Paved Road Dust**. 2014. Disponível em: <https://www.arb.ca.gov/ei/areasrc/fullpdf/full7-9_2014.pdf>. Acesso em: 23 de setembro de 2016.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). **Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias. Determinação de Material Particulado**. L9.225. São Paulo, 1995. Disponível em: <http://www.esaat.com.br/docs/met_cetesb/CETESB-L9.225.pdf>. Acesso em: 03 de Agosto de 2016.

Concessionária Rodovia do Sol (RODOSOL). **Dados horários do fluxo de tráfego de veículos**. 2015. Vitória, Rodosol.

Countess Environmental. **Western Regional Air Partnership's (WRAP). Fugitive Dust Handbook**. Denver, Colorado. 2006. Disponível em: <<http://www.wrapair.org/forums/dejff/fdh/>>. Acesso em: 03 de Agosto de 2016.

COWHERD, C. Jr.; ENGLEHART, P. J. **Paved Road Particulate Emissions**. EPA-600/7-84-077, U. S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH, July 1984.

COWHERD, C. Jr.; GRELINGER, M. A.; KIES, C. Improved Activity Levels for National Emission Inventories of Fugitive Dust from Paved and Unpaved Roads. **Midwest Research Institute (MRI)**. Kansas, 2002.

Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN-ES). **Distribuição da Frota Circulante – BI Veículos**. Espírito Santo. 2015.

Eletrosul Centrais Elétricas. Projeto Básico LT 230 kV Candiota – Presidente Médice: Velocidade do Vento. **Relatório Técnico, L105-0102-A4**, Marte Engenharia. Novembro de 2010. 24 p.

European Commission (EC). **Reference documents under the IPPC Directive and the IED**. Spain, 2018. Disponível em: <<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>>. Acesso em: 13 de Agosto de 2018.

European Commission (EC). Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community - Final report. **Entec UK Limited**, July 2002.

European Environment Agency (EEA). **EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook-2007**. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5>>. Acesso em: 01 de Agosto de 2016.

European Environment Agency (EEA). **EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2016 - Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories**. 2016. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>>. Acesso em: 03 de Agosto de 2016.

European Environment Agency (EEA). **Seção 2.A.5.b - Construction and Demolition**. 2016. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/2-industrial-processes/2-a-mineral-products/2-a-5-b-construction/view>>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

FAN, S. B.; TIAN, G.; LI, G.; SHAO, X. **Emission characteristics of paved roads fugitive dust in Beijing**. Chinese Journal of Environmental Science (Huanjing Kexue), 2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18269011>>. Acesso em: 01 de Agosto de 2016.

FISCH, G. Características do perfil vertical do vento no centro de lançamento de foguetes de alcântara (CLA). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 14, n. 1, p. 11-21, 1999.

FURIERI, B.; SANTOS, J. M.; RUSSEIL, S.; HARION, J. -L. **Aeolian erosion of storage piles yards: contribution of the surrounding areas**. Environmental Fluid Mechanics, v. 14, p. 51-67, 2014.

GALINDEZ, E. E. **Resposta dinâmica de estruturas na direção da velocidade média do vento**. 1979. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1979.

GILLETTE, D. A.; ADAMS, J.; ENDO, A.; SMITH, D. Threshold velocities for input soil particles into the air by desert soils. **Journal of Geophysical Research**, v. 85, n. C10, p. 5621-5630, Oct. 1980.

Governo do Estado do Espírito Santo. **Decreto nº 3463-R, de 16 de dezembro de 2013. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas**. Espírito Santo, 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estimativas da População Residente no Brasil e Unidades da Federação com Data de Referência em 1º de julho de 2015**. 2015. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_dou_2015_20150915.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Estimativas da População Residente no Brasil e Unidades da Federação com Data de Referência em 1º de julho de 2018**. 2018. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2018/estimativa_dou_2018_20181019.pdf>. Acesso em: 06 de novembro de 2018.

Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). **Eixo de Logradouro do ES – Estado, Todos – Ano 2013**. 2013.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Dados de Monitoramento de Precipitação em Vitória/ES**. 2015

International Building Code (IBC). **Structural Design**. 2003. Disponível em: <http://www2.iccsafe.org/states/phoenix/Phoenix_IBC/PDFs/Chapter%2016B-5.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

MARCIOTTO, E.; FISCH, G. **Surface Level Wind Gusts and Turbulence in the Alcântara Launch Center, Brazil**. 2011. Disponível em: <<https://ams.confex.com/ams/14Meso15A/RAM/webprogram/Manuscript/Paper190736/Marciotto%20and%20Fisch%20-%20ARAM%20Extended%20Abstract.pdf>>. Acesso em: 04 de outubro de 2016.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**. Brasil, 2013. 115 p.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). **Climatic Data Online**. 2015. Disponível em: <<https://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdopoemain.cmd?datasetabbv=DS3505&countryabbv=&georegionabbv=&resolution=40>>. Acesso em: 14 de junho de 2016.

Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRÁS). **Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico – FISPQ. Etanol Hidratado Combustível (EHC)**. 2018.

ROSENBERG, S. **Silt loading pilot study**. University of California. 2002. Disponível em: <http://www.dot.ca.gov/hq/env/air/research/ucd_aqp/Documents/SLPS-talk2.pdf>. Acesso em: 26 setembro 2016.

SANTOS, J. M.; REIS, N. C.; GALVÃO, E. S.; SILVEIRA, A.; GOULART, E. V.; LIMA, A. T. Source apportionment of settleable particles in an impacted urban and industrialized region in Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, p. 1-14, 2017.

SILVA, J. K. A. **Caracterização do vento e estimativa do potencial eólico para a região de tabuleiros costeiros (Pilar, Alagoas)**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Atmosféricas, Maceió, 2007.

Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo (SINDUSCON ES). **Dados de Censo Imobiliário do Estado do Espírito Santo**. 2015

South Coast Air Quality Management District (AQMD). **Off-Road Model Mobile Source Emission Factors**. Disponível em: <<http://www.aqmd.gov/home/regulations/ceqa/air-quality-analysis-handbook/off-road-mobile-source-emission-factors>>. Acesso em: 27 de Setembro de 2016.

TENG, H.; KWIGIZILE, V.; JAMES, D. E.; MERLE, R. M. Identifying influencing factors on paved roads silt loading. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 57, n. 7, p. 778-784. 2007.

THESING, K. B; HUNTLEY, R. **Open Burning and Construction Activities: Improved PM Fine Emission Estimation Techniques in the National Emissions Inventory**. 2002. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.552.9137&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 21 de Setembro de 2016.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Aggregate Handling and Storage Piles**. 2006. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0204.pdf>>. Acesso em: 05 de Março de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Air Emissions Inventory Improvement Program (EIIP)**. United States of America, 2018. Disponível em: <<https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/air-emissions-inventory-improvement-program-eiip>>. Acesso em: 06 de agosto de 2018.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Appendix C.1 – Procedures for Sampling Surface/Bulk Dust Loading**. 1993. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/appendix/app-c1.pdf>>. Acesso em: 04 de Março de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Basic Information of Air Emissions Factors and Quantification**. United States of America, 2018. Disponível em: <<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/basic-information-air-emissions-factors-and-quantification#About%20Emissions%20Factors>>. Acesso em: 13 de Agosto de 2018.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Chapter 3 – Architectural Surface Coating**. Emission Inventory Improvement Program. 1995. United States of America. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/archsfc.pdf>>. Acesso em: 21 de Setembro de 2016.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Commercial/Consumer Solvent Use**. 1981. United States of America. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch04/final/c4s10.pdf>>. Acesso em: 01 de Agosto de 2016.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Determination of Emissions from Open Sources by Plume Profiling.** June, 2013. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttnemc01/prelim/otm32.pdf>>. Acesso em: 03 de Agosto de 2016.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **EIIP Recommended Approach to Using the Data Attribute Rating System (DARS).** United States of America, 1996. Disponível em: <<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/2000D2PJ.PDF?Dockkey=2000D2PJ.PDF>>. Acesso em: 07 de Abril de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors.** 2018. Disponível em: <<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>>. Acesso em: 10 de Julho de 2018.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Estimating Particulate Matter Emissions From Construction Operations - Final Report.** Prepared by: Midwest Research Institute. Missouri, USA; 1999.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Grain Elevators and Process.** 2003. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch09/final/c9s0909-1.pdf>>. Acesso em: 05 de Março de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Heavy Construction Operations.** 1995. United States of America. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s02-3.pdf>>. Acesso em: 01 de Agosto de 2016.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Industrial Wind Erosion.** 2006. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0205.pdf>>. Acesso em: 05 de Março de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Introduction.** Volume I, Fifth Edition. United States of America, 1995. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/c00s00.pdf>>. Acesso em: 02 de Agosto de 2016.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Liquefied Petroleum Gas Combustion.** 2008. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/final/c01s05.pdf>>. Acesso em: 05 de Março de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Municipal Solid Waste Landfills.** 2008. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch02/draft/d02s04.pdf>>. Acesso em: 05 de Março de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Natural Gas Combustion.** 1998. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/final/c01s04.pdf>>. Acesso em: 05 de Março de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Organic Liquid Storage Tanks.** 2006. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch07/final/c07s01.pdf>>. Acesso em: 04 de Março de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Paved Roads.** United States of America. 2011. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0201.pdf>>. Acesso em: 07 de Abril de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Technical Highlights – Emission Factors for Locomotives**. Office of Transportation and Air Quality. Washington DC, USA, 2009. Disponível em: <<http://www.epa.gov/nonroad/locomotv/420f09025.pdf>>. Acesso em: 04 de Março de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Unpaved Roads**. United States of America. 2006. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/final/c13s0202.pdf>>. Acesso em: 07 de Abril de 2015.

United States Environmental Protection Agency (US EPA). **Western Surface Coal Mining**. United States of America, 1998. Disponível em: <<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch11/final/c11s09.pdf>>. Acesso em: 15 de setembro de 2016.

VIEIRA, R. S.; BERGAMASCHI, R. B.; SILVA, R. P. **Mapeamento das Estradas Vicinais do Estado do Espírito Santo**. In: VII Congresso Brasileiro de Geógrafos, 8, 2014. Vitória, 2014.

WAHBA, J; BRINKER, D.; MALOUF, M.; ERICHSEN, J. **New standards for broadcast structures ANSI/EIA/TIA-222-G**. 2003. Disponível em: <<http://www.mei1inc.com/NAB-2003presentation.pdf>>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

World Meteorological Organization (WMO). **Guidelines for Converting Between Various Wind Averaging Periods in Tropical Cyclone Conditions**. 2008. Disponível em: <<https://www.wmo.int/pages/prog/www/tcp/Meetings/HC31/documents/Doc.3.part2.pdf/>>. Acesso em: 15 de setembro de 2016.

APÊNDICE A – METODOLOGIA PARA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES

Devido à diversidade de fontes emissoras de poluentes atmosféricos na região da Grande Vitória, a fim de facilitar a descrição da proposta metodológica, a classificação dos grupos de fontes foi realizada da seguinte maneira:

- Processos industriais
 - Fontes pontuais (Chaminés);
 - Transferência de materiais;
 - Outras emissões industriais;
- Vias de tráfego (ressuspensão, escapamento, evaporativas, desgaste de vias, freios e pneus).
- Erosão eólica em pilhas de materiais
- Obras de construção civil
- Aeroporto
- Portos
- Ferrovia
- Postos de combustíveis
- Terminais de estocagem de combustíveis
- Envasadoras de GLP
- Aterros de resíduos
- Máquinas e Equipamentos
- Residenciais e comerciais

As seções apresentadas a seguir abordam as metodologias utilizadas na elaboração do Inventário de Emissões Atmosféricas da Região da Grande Vitória, para cada grupo supracitado.

A.1. PROCESSOS INDUSTRIAIS

Para as estimativas das emissões provenientes de processos industriais foram utilizadas diversas abordagens, conforme apresentado a seguir, desde a utilização de dados de monitoramento contínuo, aplicação e fatores de emissão, como adoção de analogia com outras fontes emissoras.

A.1.1 Fontes Pontuais (Chaminés)

A quantificação das emissões atmosféricas nas chaminés foi realizada de acordo com a disponibilidade de informações. A hierarquia dos dados que foram utilizados para as estimativas das emissões foi a mesma preconizada na Figura 3.10 apresentada neste relatório, conforme elencado a seguir.

Dados de monitoramento contínuo de emissões (CEMS)

Para as chaminés com monitoramento contínuo de emissões atmosféricas, foram utilizados dados da série temporal (horária) disponibilizada. Em um monitoramento contínuo, podem ser

medidos parâmetros operacionais (ex: vazão e temperatura) e de qualidade ambiental (concentração de poluentes) no fluxo de gás da chaminé.

Previamente à estimativa das emissões atmosféricas de uma fonte, realizou-se a validação da série temporal de monitoramento. O objetivo dessa etapa foi avaliar as informações obtidas, identificando dados ausentes e possíveis inconsistências existentes nas séries. Para os casos de ausência de dados, as lacunas foram mantidas, conforme informado pelo empreendedor.

A quantificação das emissões atmosféricas em chaminés com disponibilidade de dados de monitoramento contínuo foi realizada através aplicação da Equação A.1:

$$TE_{i,t} = \frac{Q_t \cdot C_{i,t}}{10^6}$$

(Equação A.1)

Onde:

$TE_{i,t}$ = taxa de emissão do poluente i na hora t [kg/h];

Q_t = vazão do fluxo de gás na chaminé na hora t [Nm³/h];

$C_{i,t}$ = concentração do poluente i na hora t [mg/Nm³];

10^6 = conversão de unidade de miligrama para quilograma.

Para os casos onde não havia monitoramento contínuo da vazão, a taxa de emissão foi estimada considerando a média das concentrações para o período observado.

Dados de monitoramento manual

O monitoramento manual é realizado, geralmente, por uma empresa terceirizada especializada em medições nas chaminés, que monitora as concentrações de poluentes em um pequeno intervalo de tempo com frequência de realização variável (anual, semestral, trimestral, etc.). Essas informações foram obtidas no acervo técnico (processos de licenciamento) ou solicitada através dos órgãos pelo IEMA.

Da mesma forma que os dados de monitoramento contínuo, as informações de monitoramento manual foram avaliadas, consistidas e validadas antes do cálculo da taxa de emissão.

Para o caso particular do material particulado, o monitoramento deve ter sido realizado em condições isocinéticas, conforme orientado em normas vigentes. Uma amostragem em dutos e chaminés é denominada isocinética quando o fluxo de gás na entrada do equipamento de amostragem tem a mesma velocidade que o fluxo de gás que se pretende analisar (CETESB, 1995).

A quantificação das taxas de emissão para chaminés com monitoramento manual foi realizada por meio da Equação A.2:

$$TE_i = \frac{\sum_{j=1}^n (Q_j \cdot C_{i,j})}{n \times 10^6}$$

(Equação A.2)

Onde:

TE_i = taxa de emissão do poluente i kg/h];

Q_j = vazão do fluxo de gás na chaminé na amostragem j [Nm³/h];

$C_{i,j}$ = concentração do poluente i na amostragem j [mg/Nm³];

n = número de amostragens isocinéticas;

10⁶ = conversão de unidade de miligrama para quilograma.

Fatores de emissão

O fator de emissão é um valor representativo que relaciona a quantidade de poluente emitido com uma taxa de atividade associada, sendo expresso como a quantidade de poluente por unidade de massa, volume, distância ou duração da atividade emissora de poluentes (Ex.: quilograma de particulado emitido por tonelada de carvão queimado) (USEPA, 2018).

Os fatores de emissão utilizados foram obtidos, primordialmente, no “AP-42 – *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*” da USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) e “*EMEP Air Pollutant Emission Inventory Guidebook*” da EEA (*European Environment Agency*), sendo aplicável à atividade produtiva em questão. A quantificação das emissões foi realizada através da Equação A.3:

$$TE_i = EF_i \cdot A \cdot \left(1 - \frac{EC}{100}\right)$$

(Equação A.3)

Onde:

TE_i = taxa de emissão do poluente i;

EF_i = fator de emissão para o poluente i;

A = taxa de atividade;

EC = eficiência de controle [%].

Dados de projeto e processo produtivo

Utilização de dados caracterizados no projeto do empreendimento, como por exemplo, dimensionamento da chaminé e/ou dimensionamento de algum equipamento de controle. A partir das informações contidas nos projetos de dimensionamento, foi possível obter dados de parâmetros como vazão do fluxo de gás na chaminé e a concentração máxima de poluente liberado pela fonte para estimativa da taxa de emissão.

Analogia com outras fontes similares

Para alguns casos, devido à inexistência de fator de emissão, as estimativas das emissões foram baseadas em fatores consistentes existentes para fontes emissoras cujos processos produtivos fossem idênticos ou similares àqueles inventariados.

A.1.2 Transferência de Materiais

As emissões em processos de transferência de materiais foram estimadas através de fatores de emissão amplamente utilizados, obtidos no AP-42 da USEPA e EMEP da EEA, sendo aplicável à atividade produtiva em questão. A quantificação das emissões foi realizada por meio da Equação A.4.

$$TE_i = EF_i \cdot A \cdot \left(1 - \frac{EC}{100}\right)$$

(Equação A.4)

Onde:

TE_i = taxa de emissão do poluente i ;

EF_i = fator de emissão para o poluente i ;

A = taxa de atividade;

EC = eficiência de controle [%].

As emissões de material particulado devido ao processo de transferência em correias transportadoras, no empilhamento e recuperação de materiais foram estimadas através da metodologia apresentada na seção 13.2.4 *Aggregate Handling and Storage Piles* do AP-42 (USEPA, 2006), onde o fator de emissão é determinado de acordo com a Equação A.5.

$$FE_i = k_i \cdot 0,0016 \cdot \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

(Equação A.5)

Onde:

FE_i = fator de emissão para MP com diâmetro aerodinâmico $\leq i$ μm [kg/t];

k_i = constante de tamanho das partículas com diâmetro aerodinâmico $\leq i$ μm ;

U = velocidade média do vento [m/s];

M = teor de umidade do material [%].

O valor multiplicador da constante de tamanho das partículas (k), foi obtido na seção 13.2.4 *Aggregate Handling and Storage Piles* do AP-42 (USEPA, 2006). As informações de vento utilizadas são provenientes da estação meteorológica do Aeroporto de Vitória (SBVT) obtida na *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 2015), sendo a velocidade média do vento utilizada para 2015 de 4,2 m/s.

No que diz respeito às informações do teor de umidade do material, este foi obtido em material disponibilizado no acervo técnico do IEMA, informado via ofício ou verificado em literatura especializada.

Em operações onde são aplicadas medidas de controle de emissões atmosféricas, tais como umectação, aplicação de compostos químicos (ex.: polímeros), enclausuramento e etc., as eficiências de controle adotadas foram específicas para cada caso, a fim de atenuar as emissões. As informações de eficiência de controle aplicadas foram obtidas através de dados fornecidos pelo empreendimento ou de literatura especializada, “*Western Regional Air*

Partnership's Fugitive Dust Handbook” (Countess Environmental, 2006) e “*National Pollutant Inventory*” (Australian Government, 2012).

A.1.3 Outras Emissões Industriais

A ocorrência de emissões difusas pode ser proveniente de diversas atividades existentes em processos industriais, como plantas de fabricação de ferro e aço, pelotas, coque, cimento, cal, concreto, asfalto e carboquímica. São exemplos destas emissões: processos de britagem, peneiramento e carregamento de materiais; casa de corrida, desenformamento de coque, carros torpedos, vazamento de válvulas, etc.

A quantificação das emissões atmosféricas em fontes difusas industriais foi realizada conforme a disponibilidade de informações. A ordem hierárquica de utilização das metodologias está elencada a seguir.

Fatores de emissão

A utilização de fatores de emissão foi aplicável à atividade produtiva em questão, conforme disponibilizados pelo AP-42 da USEPA e EMEP da EEA. A quantificação das emissões foi realizada pela aplicação da Equação A.6.

$$TE_i = EF_i \cdot A \cdot \left(1 - \frac{EC}{100}\right)$$

(Equação A.6)

Onde:

TE_i = taxa de emissão do poluente i;

EF_i = fator de emissão para o poluente i;

A = taxa de atividade;

EC = eficiência de controle [%].

Conforme já citado na subseção anterior, as informações sobre a eficiência de controle aplicada nas fontes inventariadas foram obtidas através de dados fornecidos pelo empreendimento ou de literatura especializada, “*Western Regional Air Partnership's Fugitive Dust Handbook*” (Countess Environmental, 2006) e “*National Pollutant Inventory*” (Australian Government, 2012).

Analogia com outras fontes similares

Para os casos com ausência de fatores de emissão específicos para a fonte emissora e/ou processo produtivo, foi realizada a estimativa da emissão atmosférica com um fator de emissão similar à atividade analisada. Por exemplo, foi considerado fatores de emissão de manuseio de carvão para estimar as emissões provenientes do manuseio de antracito.

Em alguns casos, não houve similaridade direta entre os materiais, devido às diferenças nas características físico-químicas. Nessa situação, foram consideradas duas possibilidades: (i) desconsiderar a fonte de emissão ou (ii) calcular as emissões, buscando os fatores mais similares possíveis, o que acarreta em menor qualidade da estimativa, diminuindo a

pontuação DARS. Quaisquer considerações dessa natureza estão justificadas no documento de memorial de cálculo corresponde à fonte e respectivo empreendimento/atividade.

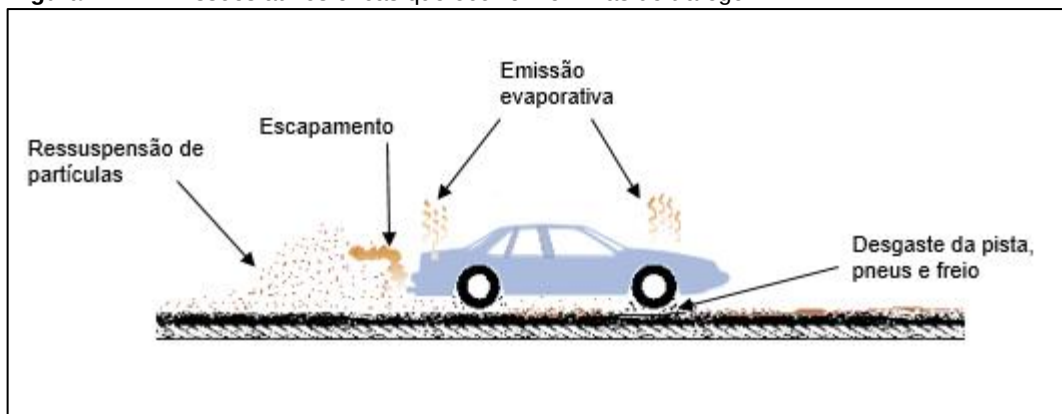
A.2. VIAS DE TRÁFEGO

As emissões que ocorrem nas vias de tráfego são decorrentes de processos relacionados ao tráfego de veículos que ocorrem na mesma, como as emissões veiculares (escapamento, evaporativas, desgaste da pista, desgaste de pneus e freios) e da ressuspensão de partículas depositadas nas vias, conforme ilustrado na Figura A.1.

As emissões aqui denominadas como veiculares englobam todos os processos de um veículo automotor que podem contribuir para o lançamento de poluentes, tais como: emissões de escapamento através da combustão do veículo; emissões evaporativas através da volatilização do combustível; emissões de material particulado provenientes do processo de desgaste de pneus e freios do veículo conforme a intensidade de uso, bem como, o desgaste da pista devido ao atrito dos pneus dos veículos e ao desgaste natural desta.

O fenômeno da ressuspensão de partículas ocorre quando um veículo trafega por uma via, onde o atrito e a pressão das rodas na superfície das vias provocam a pulverização do material superficialmente disposto, já que as partículas aderem e se soltam das rodas dos veículos. Ainda, a movimentação do veículo provoca também um deslocamento de ar turbulento que arrasta as partículas suscetíveis existentes na superfície da via. As partículas disponíveis nas vias não são decorrentes apenas do processo de desgaste de peças do automóvel e da pista, mas também da contribuição de outras fontes como, por exemplo as industriais, conforme identificado em estudo realizado por Santos et al. (2017).

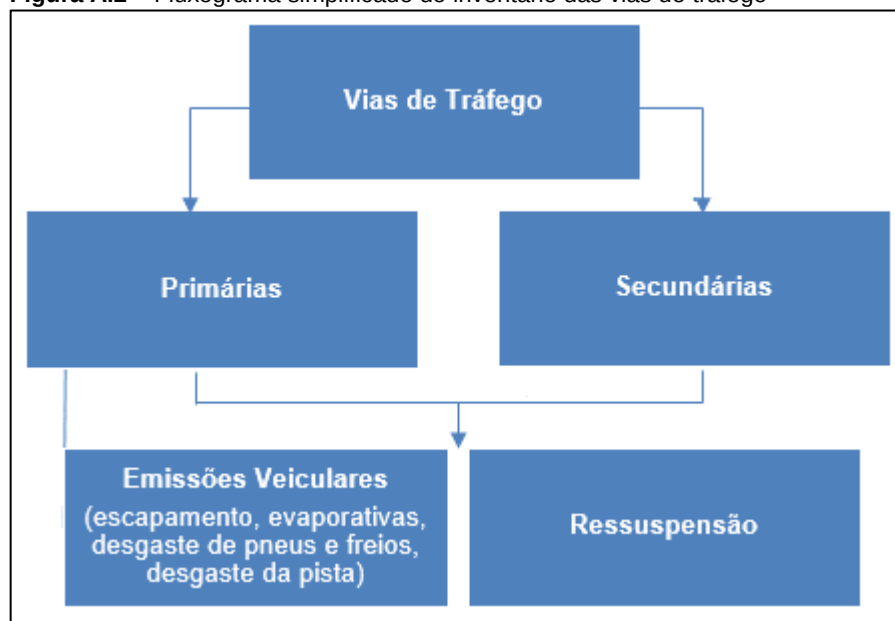
Figura A.1 – Emissões atmosféricas que ocorrem em vias de tráfego



No presente inventário, de acordo com o fluxo veicular e a relevância dos corredores logísticos, as vias de tráfego da RGV foram caracterizadas em dois grupos: vias primárias e vias secundárias. As vias primárias consistem nos principais corredores logísticos que possuem um grande fluxo veicular; e as vias secundárias são vias que apresentam menor fluxo veicular, representando o conjunto de vias da RGV que não foram denominadas como vias primárias.

De acordo com o exposto acima, a Figura A.2 apresenta um fluxograma simplificado do inventário de vias tráfego, categorizado de acordo com a classificação das vias e suas principais fontes emissoras.

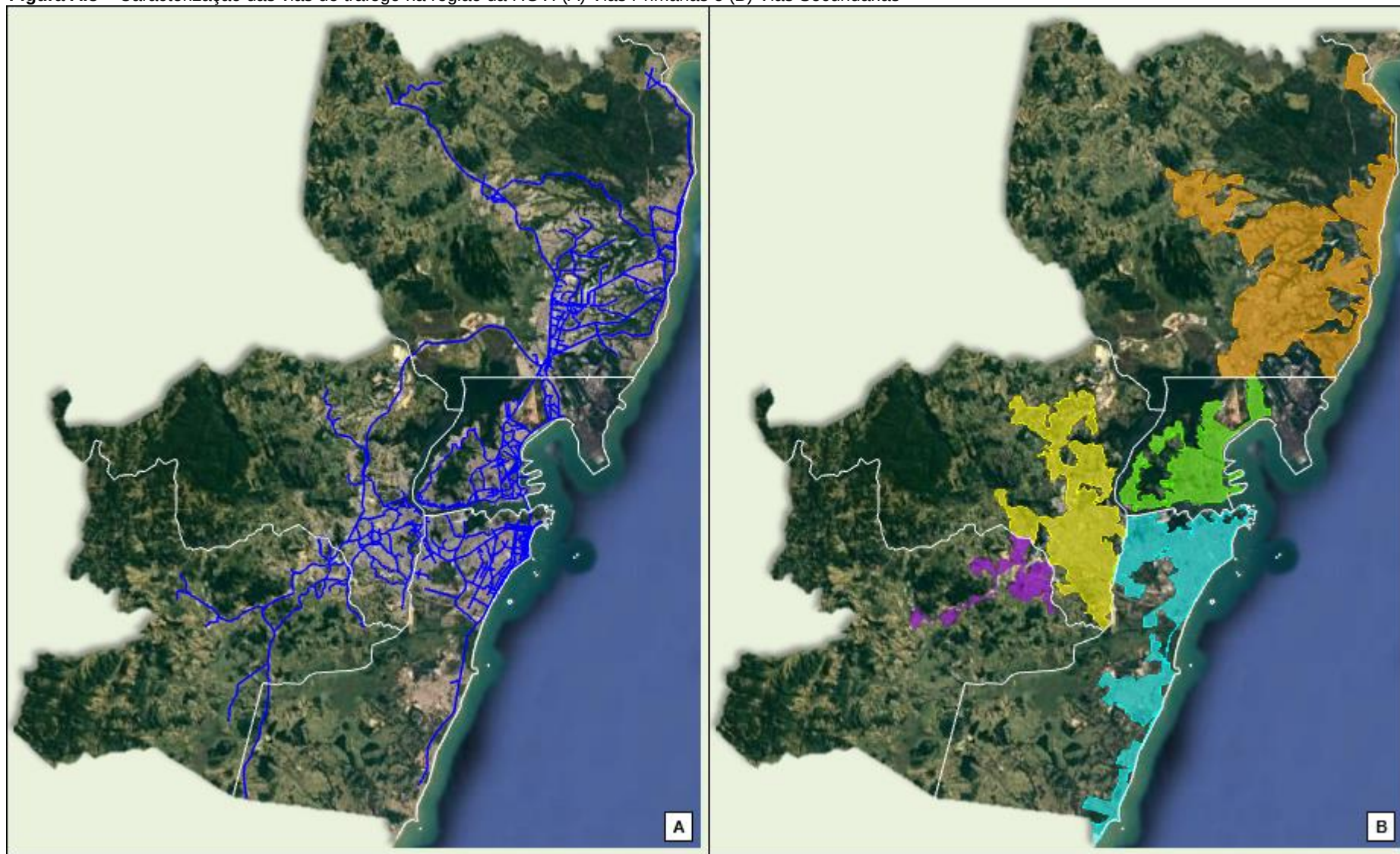
Figura A.2 – Fluxograma simplificado do inventário das vias de tráfego



A Figura A.3 ilustra como foi aplicada a alocação espacial para representar as vias primárias e secundárias. As vias primárias foram distribuídas como fonte de emissão linear, enquanto que as vias secundárias foram caracterizadas como fonte área de emissão, representada pela mancha urbana dos municípios que compõem a Região da Grande Vitória.

As metodologias que foram utilizadas para inventariar as emissões atmosféricas provenientes do fluxo de veículos nas vias de tráfego são apresentadas a seguir.

Figura A.3 – Caracterização das vias de tráfego na região da RGV: (A) Vias Primárias e (B) Vias Secundárias



A.2.1 Emissões Veiculares

Para estimativa das emissões veiculares da RGV provenientes do escapamento, emissões evaporativas, desgaste de freios e pneus e desgaste da pista, foi utilizada a abordagem apresentada no Inventário Nacional de Emissões Veiculares (MMA, 2013), dada pela Equação A.7.

$$TE_i = Fr \cdot Iu \cdot FE_i$$

(Equação A.7)

Onde:

TE_i = taxa de emissão do poluente i [kg/ano];

Fr = frota circulante [número de veículos];

Iu = intensidade de uso dos veículos [km/ano];

FE_i = fator de emissão do poluente i [kg/km].

A Figura A.4 apresenta o fluxograma simplificado para as estimativas das emissões veiculares, conforme a metodologia proposta pelo inventário nacional.

Em relação aos dados de frota circulante e correção da intensidade de uso dos veículos, devido à ausência de algumas informações específicas foram feitas algumas considerações em relação à metodologia aplicada no inventário nacional, tais como:

- Frota circulante – foram considerados como frota circulante os veículos cujo licenciamento foi realizado nas cidades que compõem a RGV. Portanto, ao invés de utilizar a informação de veículos novos vendidos com a aplicação de uma curva de sucateamento, considerou-se que o número de veículos licenciados na região era a própria frota circulante. A fonte dessas informações foi o sistema de licenciamento veicular do Departamento Estadual de Trânsito do Espírito Santo (DETRAN-ES).

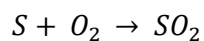
A frota circulante foi categorizada como: veículos leves (automóvel, caminhonete, camioneta e utilitário), veículos pesados (ônibus, micro-ônibus e caminhão) e motocicletas.

- Dados de consumo de combustível – informações utilizadas para corrigir a intensidade de uso. No que tange a esse item, foi considerado o volume de combustível vendido nos postos de abastecimento da RGV, informados pela Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

O fator de emissão (FE_i) utilizado para os poluentes emitidos em cada etapa da emissão veicular (escapamento, evaporativa, desgaste da pista, desgaste de pneus e freios) foi o mesmo adotado no Inventário Nacional de Emissões Veiculares (MMA, 2013), considerando as diversas categorias de frota.

Cabe ressaltar que não é disponibilizado no Inventário Nacional de Emissões Veiculares um fator de emissão para estimativa de SO_2 . Portanto, foi considerada a metodologia de balanço de massa para quantificação das emissões, onde assumiu-se que todo o enxofre presente no

combustível será transformado em SO₂ na combustão, conforme apresentado pela Equação A.8.

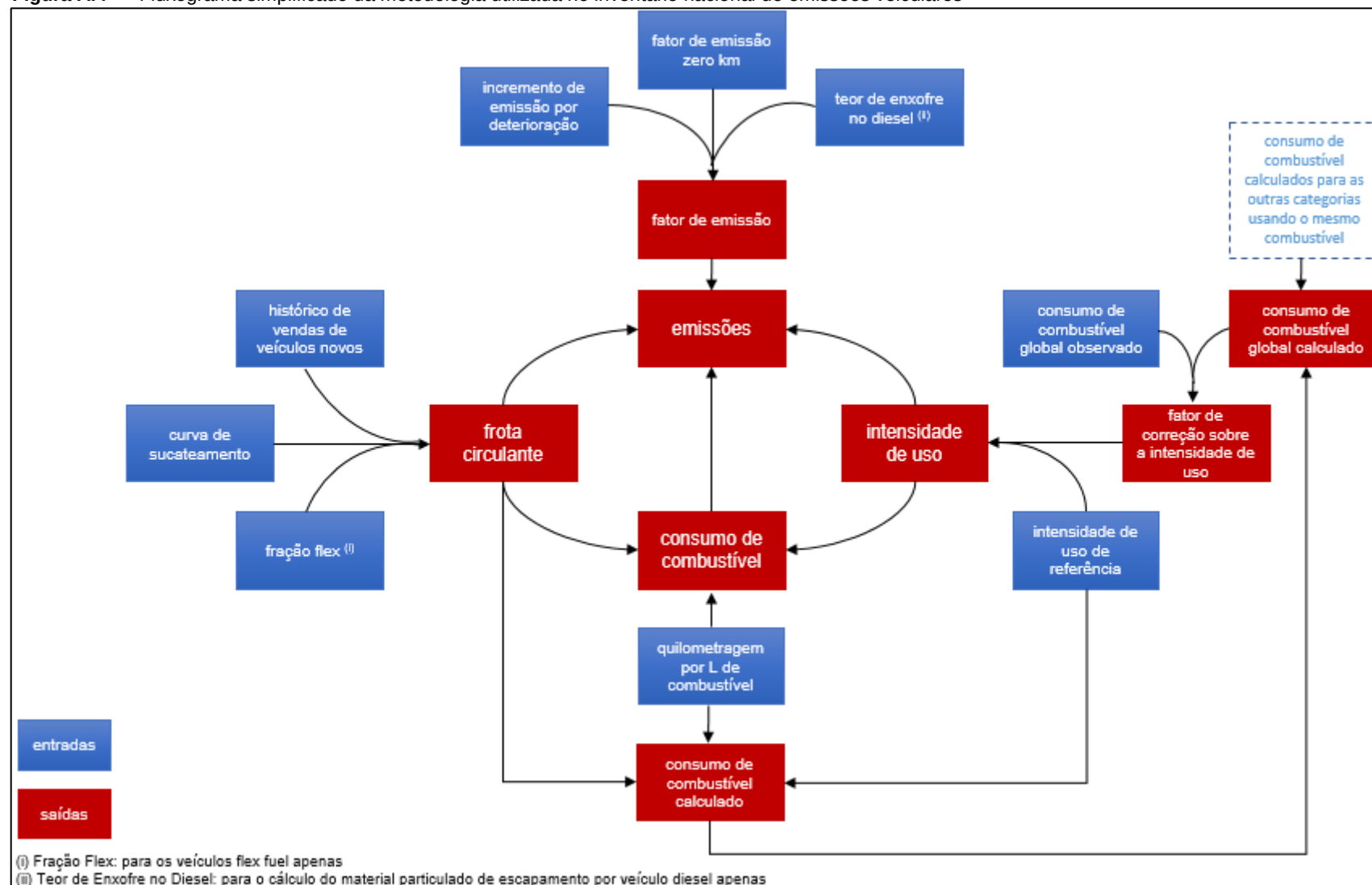


(Equação A.8)

O teor de enxofre considerado para gasolina foi de 50 mg/kg (ANP, 2018), e para o diesel S500 (500 mg/kg) e diesel S10 (10 mg/kg) (ANP, 2016).

A metodologia do inventário nacional permitiu a estimativa das emissões veiculares de uma maneira global, ou seja, não priorizou a alocação espacial da fonte emissora. Conforme já descrito anteriormente, visando promover uma alocação espacial mais representativa, conforme a relevância do fluxo de tráfego, as emissões globais provenientes de vias de tráfego foram rateadas como vias primárias e secundárias.

Figura A.4 — Fluxograma simplificado da metodologia utilizada no inventário nacional de emissões veiculares

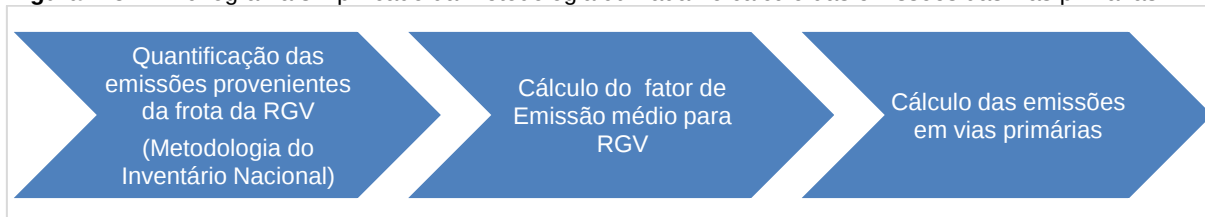


Fonte: Adaptado de MMA (2013).

A.2.1.1. Vias Primárias

Para a distribuição e determinação das emissões provenientes de vias primárias, foi necessário estimar um novo fator de emissão, denominado fator de emissão médio da RGV (FeRGV), sendo esse fator aplicado à uma distância média trafegada (DMT) em cada via de tráfego primária. O esquema abaixo representa as etapas básicas para calcular as emissões atmosféricas nas vias primárias.

Figura A.5 — Fluxograma simplificado da metodologia utilizada no cálculo das emissões das vias primárias



A taxa de emissão obtida a partir da metodologia proposta pelo Inventário Nacional de Emissões Veiculares (MMA, 2013) foi denominada taxa de emissão global. A partir da divisão dessa taxa (kg/ano) com a intensidade de uso dos veículos (km/ano) nos municípios inventariados, foi obtido o fator de emissão médio (FeRGV), em g/km, conforme apresentado na Equação A.9:

$$FeRGV_i = \frac{TE_i}{Iu} \cdot 10^3$$

(Equação A.9)

Onde:

$FeRGV_i$ = fator de emissão médio do poluente i [g/km];

TE_i = taxa de emissão global do poluente i [kg/ano];

Iu = intensidade de uso dos veículos [km/ano].

10^3 = conversão de quilograma para grama.

A Tabela A.1 apresenta os fatores de emissão médios obtidos e utilizados para as estimativas das emissões veiculares na Região da Grande Vitória.

Tabela A.1 – Fator de emissão médio da frota veicular da RGV utilizado no inventário de emissões veiculares

Classe de Veículo	Fator de Emissão Médio [g/km]													
	Escapamento							Evaporativa	Desgaste Pneus e Freio			Desgaste da Pista		
	MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	CO	SO ₂	COV	COV	MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	MP	MP ₁₀	MP _{2.5}
Veículos Leves	0,00433	0,00433	0,00433	0,76881	0,89870	0,01209	0,74972	0,07357	0,01820	0,01380	0,00740	0,01500	0,00750	0,00410
Veículos Pesados	0,17490	0,17490	0,17490	5,43451	1,03837	0,21032	0,24766	n.a	0,06763	0,05133	0,02752	0,06349	0,03175	0,01714
Motocicletas	0,00438	0,00438	0,00438	0,09972	3,84566	0,00249	0,32737	n.a	0,00830	0,00640	0,00340	0,00600	0,00300	0,00160

Nota:

n.a – não aplicável.

Após a determinação do fator de emissão médio, o valor obtido foi aplicado à uma distância média trafegada (DMT)⁷, para obtenção da taxa de emissão na via primária, através da Equação A.10:

$$TEp_i = \frac{FeRGV_i \cdot DMT}{10^3}$$

(Equação A.10)

Onde:

TEp_i = taxa de emissão da via primária referente ao poluente i [kg/h];

$FeRGV_i$ = fator de emissão médio do poluente i [g/km];

DMT = distância média trafegada da via [km/h].

10^3 = conversão de grama para quilograma.

Devido à pequena quantidade de dados de contagem volumétrica de veículos disponíveis nos órgãos públicos (prefeituras, departamentos de estradas, etc.), foram realizadas amostragens do volume de tráfego de veículos nos municípios que compõem a RGV, para a estimativa do número de veículos que trafegam nas vias primárias e, por conseguinte, para a determinação do DMT.

Estimativa do Volume de Tráfego

Para a determinação do volume de tráfego nas vias primárias da RGV e distribuição espacial das emissões nas vias primárias, foram realizadas amostragens do fluxo de tráfego durante o período de 19/09/2018 a 18/10/2018. Dessa forma, foram selecionados pontos para amostragem do volume de tráfego nas principais vias dos municípios da RGV, mapeadas em imagem de satélite (Figura A.6).

A Tabela A.2 apresenta a quantificação dos pontos de amostragem de tráfego por município, totalizando 589 pontos.

Tabela A.2 – Pontos de amostragem do fluxo de tráfego por município da RGV

Município	Pontos de Amostragem
Cariacica	103
Serra	218
Viana	32
Vila Velha	138
Vitória	98
Total	589

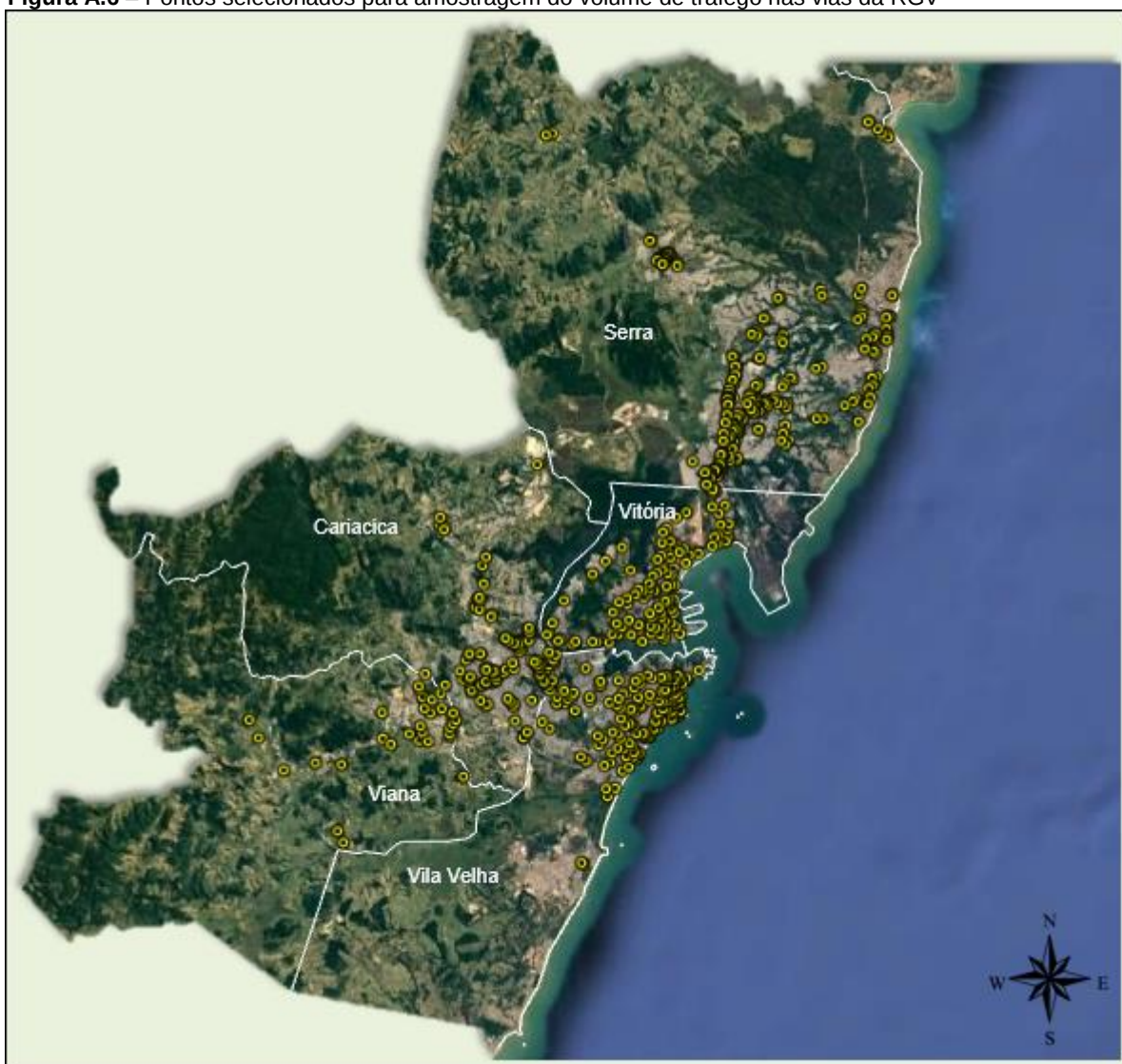
A amostragem do volume de tráfego foi realizada em cada ponto selecionado, durante o intervalo de tempo de 15 minutos. Após a amostragem nas vias foi realizada a estimativa do volume de tráfego médio horário, extrapolando-se a amostra pontual do volume de tráfego a

⁷ A distância média trafegada (DMT), em km/h, representa a quantidade de quilômetros percorridos pelos veículos em um trecho da via em um determinado período de tempo. Exemplo: se em uma via passa 1.000 veículos por hora e o comprimento da via é de 500 m, então o DMT é de 500 km/h.

partir de curvas de tráfego típicas. Este método foi baseado no documento da USEPA “*Paved Road Particulate Emissions*” (COWHERD; ENGLEHART, 1984), onde também foi utilizado um intervalo de tempo de 15 a 40 minutos para contagem do fluxo de veículos e, posteriormente, foi feita uma extrapolação para a obtenção do fluxo médio horário de veículos.

As curvas de tráfego típicas foram elaboradas a partir de dados obtidos das vias de tráfego que possuem monitoramento do fluxo veicular. Conforme já citado anteriormente, existe um grande número de vias que não possuem monitoramento e, portanto, foi assumido que o comportamento sazonal do volume de tráfego (horário, mensal e semanal) é similar em toda a RGV, conforme curva de tráfego típico a partir de dados da Terceira Ponte (RODOSOL, 2015).

Figura A.6 – Pontos selecionados para amostragem do volume de tráfego nas vias da RGV



A subseção A.2.3 apresenta uma análise estatística que consolida a aplicação do método de amostragem do volume de tráfego, durante o intervalo de tempo de 15 minutos. A equação A.11 apresenta a formulação geral para a determinação do volume de tráfego horário:

$$NV_{(a,b,c)} = \left[\frac{4 \cdot A_{(x,y,z)}}{FT_{h(x)} \cdot FT_{m(y)} \cdot FT_{s(z)}} \right] \cdot FT_{h(a)} \cdot FT_{m(b)} \cdot FT_{s(c)}$$

(Equação A.11)

Onde:

$NV_{(a,b,c)}$ = volume de tráfego extrapolado da via para a hora a , no mês b e dia da semana c ;
 $A_{(x,y,z)}$ = amostragem do volume de tráfego realizada em 15 minutos em uma hora x , mês y e dia da semana z ;
 $FT_{h(x)}$ = valor da função de tráfego horária na hora x ;
 $FT_{m(y)}$ = valor da função de tráfego mensal no mês y ;
 $FT_{s(z)}$ = valor da função de tráfego semanal no dia da semana z ;
 $FT_{h(a)}$ = valor da função de tráfego horária na hora a ;
 $FT_{m(b)}$ = valor da função de tráfego mensal no mês b ;
 $FT_{s(c)}$ = valor da função de tráfego semanal no dia da semana c .

Determinação da Distância Média Trafegada

Após a determinação do volume de tráfego médio horário das vias primárias, foram estimados os valores de distância média trafegada (km/h) para obtenção da taxa de emissão de poluentes atmosféricos em cada via selecionada, conforme apresentado na Equação A.10. Para a determinação da DMT, foi aplicada a Equação A.12:

$$DMT = NV_{(a,b,c)} \cdot L$$

(Equação A.12)

Onde:

DMT = distância média trafegada da via [km/h];
 $NV_{(a,b,c)}$ = volume de tráfego horário extrapolado da via para a hora a , no mês b e dia da semana c ;
 L = extensão da via [km]. A extensão da via foi obtida através de medição feita em imagem de satélite.

A.2.1.2. Vias Secundárias

A quantificação da emissão proveniente de vias secundárias foi realizada através da diferença entre a emissão global da frota da RGV, estimada através da metodologia do inventário nacional, e o somatório da emissão obtida nas vias primárias dos municípios, conforme apresentado pela Equação A.13.

$$TEs_i = TEg_i - \sum TEp_i$$

(Equação A.13)

Onde:

TEs_i = taxa de emissão de vias secundárias do poluente i [kg/h];

TEg_i = taxa de emissão global do poluente i [kg/h];

ΣTEp_i = taxa de emissão de vias primárias referente ao poluente i [kg/h].

As emissões provenientes das vias secundárias foram representadas espacialmente através da mancha urbana correspondente a cada município da RGV inventariado, conforme já apresentado na Figura A.3. Dessa forma, a taxa de emissão referente às vias secundárias foi proporcionalizada à área equivalente da mancha urbana ocupada em cada município, já que a taxa de emissão global foi estimada para a toda RGV. Assim, tem-se a Equação A.14.

$$TEtotal_s_i = TEs_i \cdot \frac{A_m}{A_t}$$

(Equação A.14)

Onde:

$TEtotal_s_i$ = taxa de emissão do total de vias secundárias do poluente i [kg/h];

TEs_i = taxa de emissão de vias secundárias do poluente i [kg/h];

A_m = área correspondente a mancha urbana do município [m²];

A_t = área total de manchas urbanas dos municípios da RGV [m²].

A.2.2 Emissões por Ressuspensão de Partículas

Devido à movimentação dos veículos nas vias pavimentadas, ocorre a ressuspensão do material seco depositado na via. As emissões de material particulado provenientes do processo de ressuspensão nas vias de tráfego foram estimadas através da metodologia apresentada na seção 13.2.1 *Paved Roads* do AP-42 (USEPA, 2011), onde o fator de emissão é determinado pela Equação A.15.

$$FE_i = k_i \cdot sL^{0,91} \cdot W^{1,02}$$

(Equação A.15)

Onde:

FE_i = fator de emissão para MP com diâmetro aerodinâmico $\leq i$ μm [g/km];

k_i = constante de tamanho das partículas com diâmetro aerodinâmico $\leq i$ μm ;

sL = teor de *silt* da superfície da via [g/m²];

W = peso médio dos veículos que trafegam na via [t].

Para A aplicação da formulação apresentada, foi considerado que todas as vias da RGV são vias pavimentadas, uma vez que o número de vias não pavimentadas é bem inferior ao de vias pavimentadas, conforme pode ser observado em estudo de mapeamento de estradas vicinais feito por Vieira et al. (2014).

A determinação da taxa de emissão de partículas em vias pavimentadas provenientes do processo de ressuspensão foi realizada através da aplicação da Equação A.16.

$$TE_i = \frac{FEa_i \cdot DMT}{10^3}$$

(Equação A.16)

Onde:

TE_i = taxa de emissão de MP com diâmetro aerodinâmico $\leq i \mu m$ [kg/h];

FEa_i = fator de emissão com atenuação por precipitação, para MP com diâmetro aerodinâmico $\leq i \mu m$ [g/km];

DMT = distância média trafegada [km/h];

10^3 = conversão de grama para quilograma.

No que diz respeito a distância média trafegada (DMT) de vias primárias, foi utilizado o valor estimado a partir de dados de contagem do fluxo de tráfego referente a cada via, conforme apresentado na Equação A.10 (Seção A.2.1.1 – *Vias Primárias*). A DMT estimada para as vias secundárias foi referente à diferença entre a intensidade de uso dos veículos (Iu), utilizada na determinação das emissões veiculares pelo método do inventário nacional, com o somatório da DMT média obtida em cada via primária e o somatório da DMT obtida na estimativa das emissões em vias das indústrias inventariadas (Equação A.17).

$$DMT_s = \frac{Iu}{8.760} - \sum DMT_p - \sum DMT_I$$

(Equação A.17)

Onde:

DMT_s = distância média trafegada de vias secundárias [km/h];

Iu = intensidade de uso dos veículos [km/ano];

$\sum DMT_p$ = distância média trafegada de vias primárias [km/h];

$\sum DMT_I$ = distância média trafegada de vias industriais [km/h];

8.760 = conversão de unidade de ano para hora.

Fator de Atenuação por Precipitação

Existem fatores naturais que atenuam a emissão de material particulado por ressuspensão, como é o caso da precipitação. Dessa forma, foi aplicada a formulação da Seção 13.2.1 *Paved Roads* do AP-42 (USEPA, 2011) para consideração da atenuação da emissão devido à ocorrência de precipitação (Equação A.18).

$$FEa_i = (k_i \cdot sL^{0,91} \cdot W^{1,02}) \cdot \left(1 - \frac{1,2P}{N}\right)$$

(Equação A.18)

Onde:

FEa_i = fator de emissão com atenuação por precipitação, para MP com diâmetro aerodinâmico $\leq i \mu m$ [g/km];

k_i = constante de tamanho das partículas com diâmetro aerodinâmico $\leq i \mu m$ [g/VKT]. Onde o VKT representa a quantidade de quilômetro trafegado por veículo];

sL = teor de *silt* da superfície da via [g/m²];

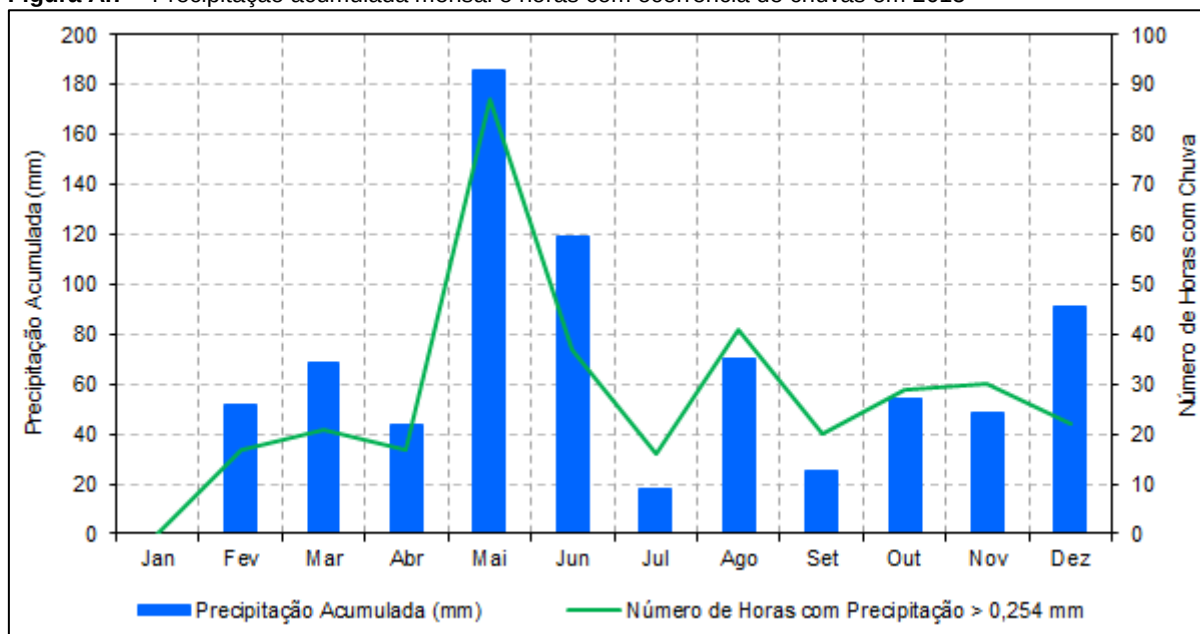
W = peso médio dos veículos que trafegam na via [t];

P = número de horas com no mínimo 0,254 mm de precipitação durante o período de referência;

N = número de horas no período de referência (ex: 8.760 para anual, 2.124 por estação e 720 por mês).

Os dados de precipitação para o ano de 2015 foram obtidos através da Estação Meteorológica Automática de Vitória (A612) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). O termo final da Equação A.18 permite a obtenção de um fator de atenuação por precipitação, sendo utilizado o valor de 0,95 na estimativa de emissões de ressuspensão em vias pavimentadas. A Figura A.7 apresenta os dados de precipitação acumulada mensal, bem como os respectivos quantitativos de horas que a precipitação foi superior a 0,254 mm, utilizados para a determinação do fator de atenuação por precipitação em vias pavimentadas.

Figura A.7 – Precipitação acumulada mensal e horas com ocorrência de chuvas em 2015



Constante de Tamanho das Partículas (k)

A constante ou fator multiplicador de tamanho das partículas (k) indica a relação entre as frações de material particulado existentes nas emissões de ressuspensão de poeira que ocorrem nas vias de tráfego. A fim de determiná-la foram realizadas campanhas de medição das frações de material particulado (MP, MP₁₀ e MP_{2.5}) em cinco vias de tráfego da RGV.

As medições foram realizadas através da utilização de três analisadores automáticos de MP, MP₁₀ e MP_{2.5} (E-Sampler, fabricados pela *Met One Instruments Inc.*), conforme apresentado na Figura A.8. Os equipamentos foram devidamente calibrados conforme as características desse tipo de medição. O monitoramento de MP, MP₁₀ e MP_{2.5} foi realizado simultaneamente, com duração média de amostragem de 1 hora.

Figura A.8 – Monitoramento de material particulado em vias utilizando E-Sampler



Os locais de monitoramento foram vias representativas de fluxo de tráfego na RGV, conforme apresentado na Tabela A.3.

Tabela A.3 – Pontos de medição para determinação da relação entre as frações de material particulado nas vias de tráfego

Campanha de Medição	Data	Município	Local	Coordenadas [°]	
				Latitude	Longitude
1ª	10/08/2018	Serra	Avenida Eudes Scherrer Souza	-20,193799	-40,26476
2ª	10/08/2018	Vitória	Avenida Fernando Ferrari	-20,256138	-40,290099
3ª	14/08/2018	Vitória	Avenida Nossa Senhora da Penha	-20,297016	-40,300259
4ª	14/08/2018	Vila Velha	Avenida Carlos Lindemberg	-20,353523	-40,331033
5ª	14/08/2018	Cariacica	BR-262	-20,334906	-40,371398

Após uma análise e discussão dos resultados obtidos com o corpo acadêmico da FEST, houve um consenso de que a amostragem apresentou pequena representatividade para a estimativa da constante de tamanho da partícula em vias de tráfego da RGV. Portanto, foi em consonância entre a FEST, IEEMA e EcoSoft que foi adotado o fator multiplicador de tamanho da partícula proposto na Seção 13.2.1 *Paved Roads* do AP-42 (USEPA, 2011). A Tabela A.4 apresenta os valores de k considerados no presente inventário.

Tabela A.4 – Constante de tamanho das partículas utilizada para estimativa das emissões de ressuspensão em vias de tráfego pavimentadas

Faixa de Tamanho	Fator Multiplicador de Tamanho da Partícula k (g/VKT) ^a
MP _{2,5}	0,15
MP ₁₀	0,62
MP ₃₀	3,23

Fonte: Adaptado de USEPA (2011)

Nota:

Unidade em grama por quilômetro trafegado por veículo (g/VKT)

Teor de Silt (sL)

O teor de *silt* na via representa o grau de sujidade superficial desta e está diretamente associado ao potencial de emissão de partículas da via. É considerado *silt* o material particulado com diâmetro aerodinâmico menor ou igual que 75 µm.

O teor de *silt* em vias de tráfego apresenta uma grande variabilidade, conforme pode ser observado na Tabela A.5, pois depende de diversas condições locais (tráfego, clima, limpeza das vias, velocidade das vias, etc.). Para caracterizar esse parâmetro de forma mais representativa na RGV, foram realizadas medições em 22 locais, visando proporcionar uma melhor compreensão de sua variabilidade nos diferentes setores da região estudada. O número total de amostragens de *silt* nas vias de tráfego da RGV foi de 30 pontos de coleta de material, conforme apresentado na Tabela A.6.

Tabela A.5 – Teor de *silt* obtido em diversas localidades

Referência	Teor de Silt [g/m²]			
	Freeway / Expressway ^a	Major Street / Highway ^b	Collector ^c	Local ^d
AP-42 (USEPA, 2011)	-	0,030 ou 0,015 ^e	0,200	0,600
Califórnia (CARB, 2014)	0,020	0,032	0,032	0,320
Utah (COWHERD et al., 2002)	0,124	0,280	0,906	3,402
Califórnia (ROSENBERG, 2002)	-	0,374	0,2031	n.a
Beijing (FAN et al., 2007)	0,170	0,340	2,600	n.a
Nevada (TENG et al., 2007)	0,420	NA	3,880	6,590

Notas:

a: Freeway/Expressway – ADT > 50.000 veículos/dia

b: Major Street/Highway – 10.000 < ADT < 50.000 veículos/dia

c: Collector – 500 < ADT < 10.000 veículos/dia

d: Local Street – ADT < 500 veículos/dia

e: Acesso Limitado

ADT – Average Daily Traffic

n.a – não aplicável.

Tabela A.6 – Locais selecionados para amostragem do teor de *silt* nas vias de tráfego da RGV

Ponto	Município	Vias	Coordenadas [°]		Frequência de Amostragem								
			Latitude	Longitude	11/05/17	16/05/17	06/06/17 ^a	20/06/17	15/08/17 ^b	28/12/17	19/02/18	23/05/18	24/07/18
P1	Vitória	Av Nossa Senhora da Penha	-20,296036	-40,300740			X			X	X	X	X
P2	Vitória	Av Nossa Senhora da Penha	-20,303538	-40,297806			X			X	X	X	X
P3	Vitória	Av Fernando Ferrari (Reta do Aeroporto)	-20,248437	-40,284965			X						
P4	Vitória	Av Rio Branco	-20,299190	-40,296869			X						
P5	Vitória	Rua Jose Guilherme Nefa	-20,248083	-40,271995			X						
P6	Vila Velha	Rod Carlos Lindemberg	-20,353488	-40,330515	X								
P7	Vila Velha	Av Santa Leopoldina	-20,365024	-40,303099	X								
P8	Vila Velha	ES-060 (Rod do Sol)	-20,423043	-40,329521	X								
P9	Vila Velha	Rua Manaus	-20,356100	-40,289441	X								
P10	Vila Velha	Av Luciano das Neves	-20,357908	-40,296621	X								
P11	Serra	Av Copacabana	-20,194467	-40,234572		X							
P12	Serra	Av Eldes Scherrer Souza	-20,193707	-40,265180		X							
P13	Serra	Av das Laranjeiras	-20,197867	-40,236628		X							
P14	Serra	BR-101 (Contorno)	-20,213842	-40,295376		X							
P15	Cariacica	BR-101 (Contorno)	-20,252561	-40,373555				X					
P16	Cariacica	Rod Governador José Sete	-20,330472	-40,373225				X					
P17	Cariacica	Rua México	-20,338020	-40,359524				X					
P18	Cariacica	BR-262	-20,334699	-40,371092				X					
P19	Viana	BR-101	-20,357898	-40,420632					X				
P20	Viana	Rua Florentino Ávidos	-20,389518	-40,494219					X				
P21	Viana	BR-262	-20,392207	-40,482529					X				
P22	Viana	Rua Nossa Senhora Auxiliadora	-20,361188	-40,444553					X				

Nota:

^a A medição na Av. Fernando Ferrari (Reta do Aeroporto) foi realizada em 07/06/2017 devido à necessidade de apoio e disponibilidade da Polícia Rodoviária Federal (PRF) para interdição da via durante a realização da amostragem.

^b A medição na BR-262 foi realizada em 17/08/2017 devido à necessidade de apoio e disponibilidade da Polícia Rodoviária Federal (PRF) para interdição da via durante a realização da amostragem.

A seleção dos pontos de amostragem de *silt* nas vias de tráfego foi realizada considerando diferentes tipos de vias nos municípios da RGV, considerando vias de pequeno a grande volume de tráfego, de forma a contemplar as diferentes componentes que influenciam no teor de *silt* da região.

A amostragem de *silt* na RGV foi realizada conforme o procedimento descrito na Seção A.2.4 deste Apêndice. Para a realização dessas amostragens, foi solicitado pelo IEMA e EcoSoft apoio de interdição de trânsito nas vias às seguintes entidades: Guardas Municipais de Trânsito das prefeituras, Concessionária Rodosol, e também Polícia Rodoviária Federal (PRF) para medição de *silt* em rodovias.

As Figuras A.9 e A.10 apresentam, respectivamente, imagens contendo o esquema de amostragem e algumas vias onde foram realizadas coletas de material para determinação do teor de *silt*.

Figura A.9 – Esquema de amostragem de *Silt* nas vias da RGV.

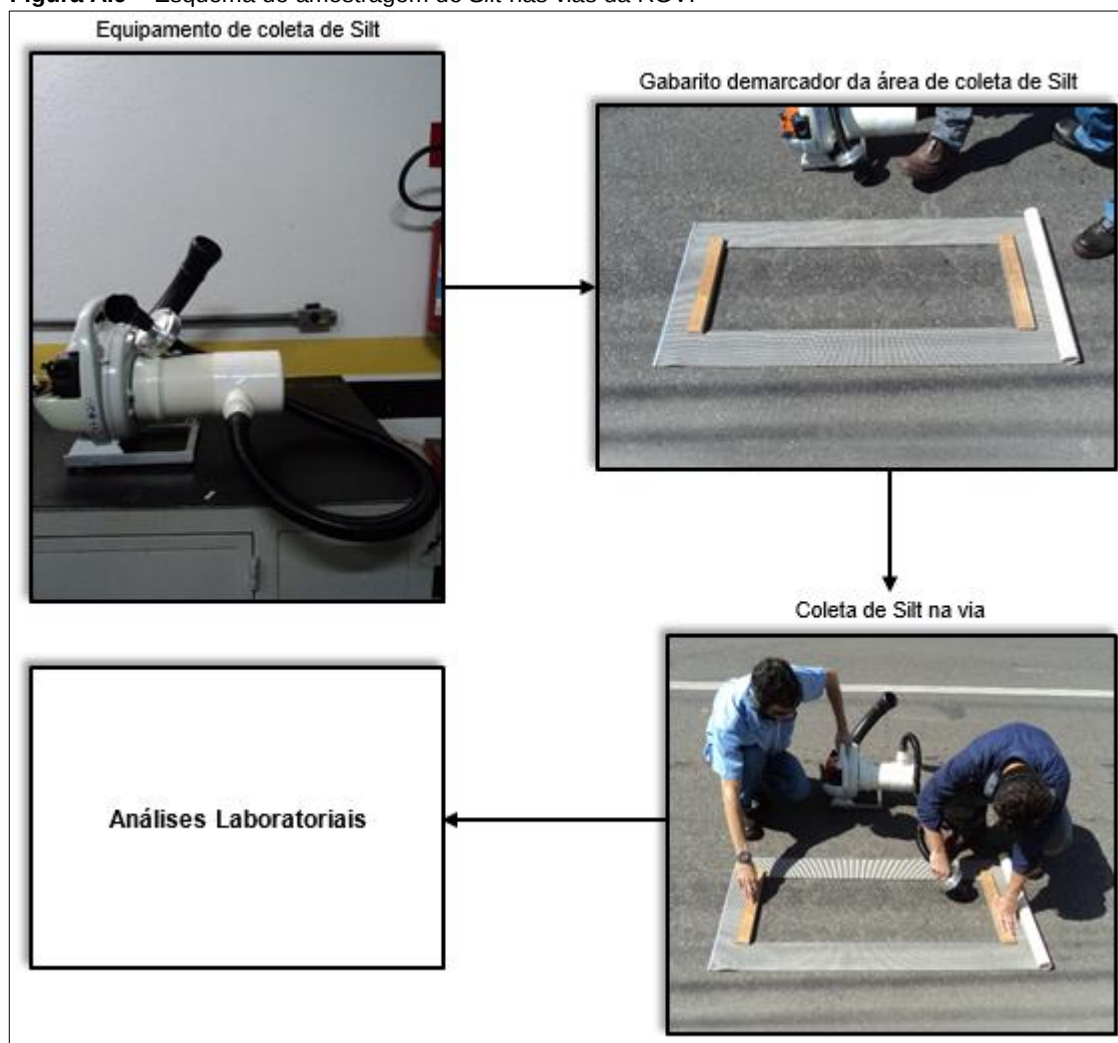
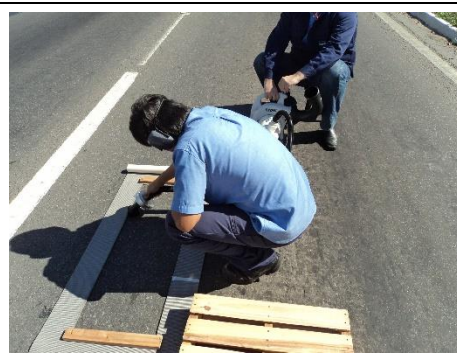


Figura A.10 – Amostragem de *silt* em vias da RGV



BR-101 Contorno - Cariacica



BR-262 - Cariacica



Rua José Sete - Cariacica



Rua México - Cariacica



Avenida das Laranjeiras - Serra



Avenida Copacabana - Serra



BR-101 Contorno - Serra



Avenida Eldes Scherrer Souza - Serra



BR-101 - Viana



BR-262 - Viana



Rua Florentino Ávidos - Viana



Rua Nossa Senhora Auxiliadora - Viana

Continuação da Figura A.10 – Amostragem de silt em vias da RGV



Avenida Carlos Lindemberg – Vila Velha



Luciano das Neves - Vila Velha



Rua Manaus – Vila Velha



Rodovia do Sol – Vila Velha



Avenida Santa Leopoldina – Vila Velha



Rua Jose Guilherme Nefa - Vitória



Reta da Penha (ponto 1) - Vitória



Reta da Penha (ponto 2) - Vitória



Reta da Penha (ponto 3) - Vitória



Reta da Penha (ponto 4) - Vitória



Reta do Aeroporto - Vitória



Avenida Rio Branco - Vitória

Para aplicação do resultado do teor de *silt* observado nas vias para estimativa das emissões de ressuspensão, foi considerado o valor médio conforme a classificação de cada tipo de via. Essa classificação foi baseada no documento da USEPA “*Paved Road Particulate Emissions*” (COWHERD; ENGLEHART, 1984), sendo as vias categorizadas em função do volume médio de tráfego diário (ADT), como:

- *Freeway/Expressway* (expressa) – ADT > 50.000 veículos/dia;
- *Highway/Major* (arterial) – 10.000 < ADT < 50.000 veículos/dia;
- *Collector* (coletora) – 500 < ADT < 10.000 veículos/dia;
- *Local* (local) – ADT < 500 veículos/dia.

A Tabela A.7 apresenta o teor médio de *silt*, em g/m², utilizado para estimativa das emissões de ressuspensão de material particulado nas vias de tráfego da RGV conforme a classificação das vias.

Tabela A.7 – Teor de *silt* utilizado para estimativa das emissões de ressuspensão em vias de tráfego

Classificação da Via	Número de Vias Amostradas	Teor de <i>Silt</i> [g/m ²]
Expressa	5	0,26
Arterial	10	0,61
Coletora e Local	5	1,94

No que diz respeito ao teor de *silt* utilizado nas classes de vias, coletora e local, foi considerado um único valor médio devido à pequena representatividade amostral das vias coletoras.

Com relação às vias primárias, para os locais onde houveram amostragem de *silt* foi utilizado o valor obtido para a via amostrada, e para as demais foi aplicado o teor médio de *silt* conforme a classificação da via (Tabela A.7). Para as vias secundárias, foi considerado o teor médio de *silt* obtido para as vias locais (1,94 g/m²), uma vez que as vias secundárias são aquelas que apresentam um menor fluxo veicular.

Peso Médio dos Veículos (W)

O peso médio dos veículos que trafegam nas vias foi calculado aplicando uma média ponderada do peso médio da categoria (motocicletas, veículos leves e veículos pesados) com sua respectiva distância média trafegada (DMT), conforme apresentado na Equação A.19.

$$P = \frac{P_M \cdot DMT_M + P_{VL} \cdot DMT_{VL} + P_{VP} \cdot DMT_{VP}}{DMT_M + DMT_{VL} + DMT_{VP}}$$

(Equação A.19)

Onde:

P = peso médio dos veículos que trafegam na via [t];

P_M = peso médio de motocicletas [t];

P_{VL} = peso médio de veículos leves [t];

P_{VP} = peso médio de veículos pesados [t];

DMT_M = distância média trafegada de motocicletas [km/h];

DMT_{VL} = distância média trafegada de veículos leves [km/h];
 DMT_{VP} = distância média trafegada de veículos pesados [km/h].

Para o caso das vias secundárias, o peso médio foi ponderado a partir do peso médio dos veículos pela distância média trafegada de vias secundárias (DMT_s) para cada mancha urbana da RGV.

A.2.3. Método para Estimativa do Tráfego de Veículos

A estimativa do volume de tráfego foi realizada extrapolando-se uma amostra pontual do fluxo de veículos nas vias com o uso de curvas típicas de tráfego. A amostragem pontual do volume de tráfego consiste em uma contagem do número de veículos durante um determinado intervalo de tempo.

As curvas típicas de tráfegos são oriundas das vias de tráfego que possuem monitoramento do fluxo veicular na RGV. Os dados foram obtidos com a Secretaria de Trânsito (SETRAN) do município de Vitória e a Concessionária Rodosol. Para as demais vias que não possuem monitoramento, foi assumido que o comportamento sazonal (horário, mensal e semanal) foi similar às vias que possuem dados de monitoramento em toda a RGV.

A Figura A.11 e a Tabela A.8 apresentam um exemplo da variação sazonal do fluxo de veículos através das funções de tráfego (horária, mensal e semanal), para uma determinada via da região da RGV, considerando o período de dados de um ano (01/09/2015 à 31/08/2016).

O cálculo das funções de tráfego horária, mensal e semanal é realizado de acordo com as seguintes Equações A.20, A.21 e A.22.

$$FTh_i = \frac{\overline{NV}_i}{(\sum_{i=0}^{23} \overline{NV}_i / 24)}$$

(Equação A.20)

$$FTm_j = \frac{NVT_j}{(\sum_{j=1}^{12} NVT_j / 12)}$$

(Equação A.21)

$$FTs_k = \frac{\overline{NVD}_k}{(\sum_{k=1}^7 \overline{NVD}_k / 7)}$$

(Equação A.22)

Onde:

FTh_i = Função de tráfego horária na hora i;

$\overline{NV}_i$ = Número de veículos médios na hora i;

FTm_j = Valor da função de tráfego mensal no mês j;

NVT_j = Total do número de veículos no mês j;

FTs_k = Valor da função de tráfego semanal no dia da semana k (1=segunda-feira e 7=sexta-feira);

$\overline{NVD}_k$ = Média diária do número de veículos no dia da semana k (1=segunda-feira e 7=sexta-feira).

Figura A.11 – Funções de tráfego da Avenida Nossa Senhora dos Navegante (em frente ao Palácio do Café)

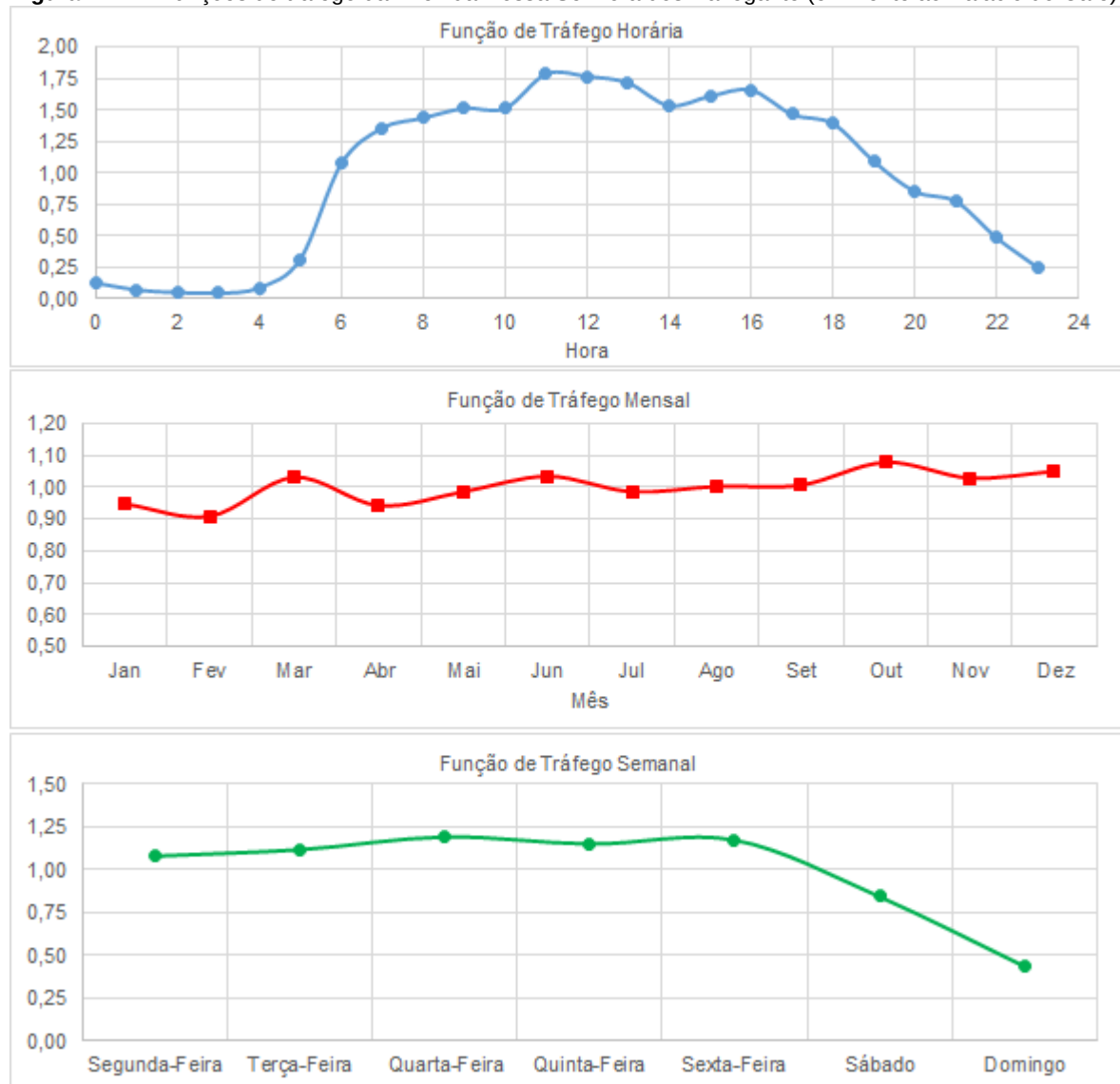


Tabela A.8 – Funções de tráfego (horária, mensal e semanal) da avenida Nossa Senhora dos Navegantes (em frente ao Palácio do café)

Hora	Nº Médio Veículos	FT Horária	Mês	Acumulado Mensal	FT Mensal	Dia Semana	Média Diária	FT Dia Semana
0	239	0,1283	Janeiro	1.224.743	0,9474	Segunda-Feira	45.787	1,0811
1	135	0,0726	Fevereiro	1.175.236	0,9091	Terça-Feira	47.367	1,1184
2	98	0,0525	Março	1.332.342	1,0306	Quarta-Feira	50.503	1,1925
3	86	0,0461	Abril	1.218.372	0,9424	Quinta-Feira	48.766	1,1515
4	166	0,0889	Maio	1.274.346	0,9857	Sexta-Feira	49.722	1,1740
5	591	0,3171	Junho	1.336.827	1,0340	Sábado	35.752	0,8442
6	2.000	1,0740	Julho	1.274.065	0,9855	Domingo	18.562	0,4383
7	2.529	1,3579	Agosto	1.296.139	1,0026	Média	42.351	1,0000
8	2.678	1,4379	Setembro	1.301.358	1,0066			
9	2.822	1,5153	Outubro	1.393.368	1,0778			
10	2.823	1,5155	Novembro	1.329.877	1,0287			
11	3.330	1,7876	Dezembro	1.357.026	1,0497			
12	3.294	1,7687	Média	1.292.808	1,0000			
13	3.197	1,7161						
14	2.861	1,5361						
15	3.001	1,6113						
16	3.091	1,6594						
17	2.733	1,4674						
18	2.595	1,3934						
19	2.036	1,0931						
20	1.591	0,8541						
21	1.443	0,7745						
22	901	0,4838						
23	463	0,2484						
Média	1.863	1,0000						

Nota:

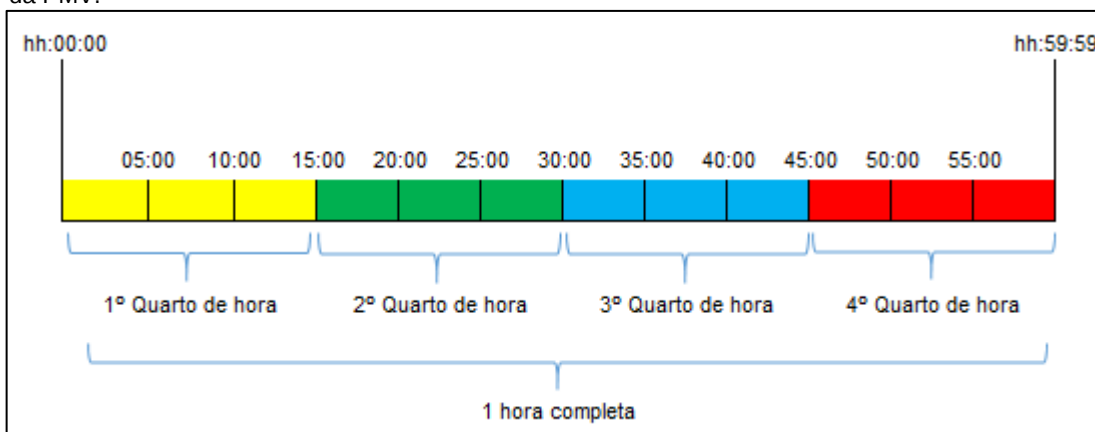
FT – Função de Tráfego

A amostragem do fluxo de tráfego para o inventário foi realizada durante o intervalo de tempo de 15 minutos. O método de amostragem foi baseado no documento da USEPA “*Paved Road Particulate Emissions*” (COWHERD; ENGLEHART, 1984), onde também foi utilizado um intervalo de tempo de 15 a 40 minutos para contagem do fluxo de veículos e, posteriormente, foi feita uma extrapolação para obtenção do fluxo médio horário de veículos.

Uma vez que o proposto e utilizado não corresponde a um estudo de tráfego com monitoramento contínuo ao longo de vários dias, com o objetivo de validar a hipótese de que o tempo de 15 minutos é suficiente para caracterizar o fluxo de tráfego correspondente a 1 hora, foram realizadas análises estatísticas a partir dos dados de monitoramento automático de algumas vias do município de Vitória obtidos na SETRAN.

A frequência do monitoramento do fluxo de tráfego realizado pela PMV (Prefeitura Municipal de Vitória) é de 5 minutos, e a partir disso, os dados brutos foram analisados sob 5 perspectivas, conforme apresentado na Figura A.12.

Figura A.12 – Perspectivas consideradas para análise dos dados brutos de monitoramento de tráfego da PMV.



Um quarto de hora representa um intervalo de 15 minutos e, cada quarto de hora foi extrapolado para representar 60 minutos (multiplicando-os por um fator de 4), sendo comparado com a série completa de 1 hora, a fim de observar se de fato uma contagem de 15 minutos, quando extrapolada, representa satisfatoriamente o intervalo de 1 hora.

Para validação do método proposto, foram selecionados dois pontos de monitoramento de tráfego em duas vias de Vitória para realização das análises estatísticas, considerando um período de 1 ano de monitoramento. Dessa forma, adotou-se a seguinte nomenclatura para os testes de validação:

❑ **Análise 1**

Via: Av. Nossa Senhora dos Navegante (em frente ao Palácio do Café)

Período da Análise: 01/09/2015 à 31/08/2016. Lastros: TCS603 [1 – 8]

❑ **Análise 2**

Via: Av. Presidente Florentino Avidos (em frente a Dadalto)

Período da Análise: 01/09/2015 à 31/08/2016. Lastros: TCS114 [4 – 6]

Os resultados das **Análises 1 e 2** são apresentados a seguir na Tabela A.9 e Figuras A.13 a A.17, e na Tabela A.10 e Figuras de A.18 a A.22, respectivamente.

Ao observar a estatística descritiva apresentada nas Tabelas A.9 e A.10, comparando as 5 perspectivas das **Análises 1 e 2**, verifica-se que todos os parâmetros observados se encontram na mesma ordem de grandeza.

Além disso, a correlação entre a série de 1 hora com as séries dos quartos de hora extrapolados, apresentadas pelas Figuras A.13 a A.22, indica uma boa convergência dos dados, com r^2 variando entre 94,62% e 99,07%.

Diante disso, verifica-se que os resultados de uma amostragem do volume de tráfego com período de medição de 15 minutos, quando extrapolados, representam satisfatoriamente o volume de tráfego para o intervalo de 1 hora.

Análise 1

Tabela A.9 – Estatística descritiva da série de 1 hora e dos quartos de hora extrapolados – Análise 1

Estatística	Número de Veículos				
	Série de 1 hora	1º quarto extrapolado	2º quarto extrapolado	3º quarto extrapolado	4º quarto extrapolado
Mínimo	0	0	0	0	0
1º Quartil	452	388	441	452	416
Mediana	1.813	1.788	1.838	1.788	1.760
3º Quartil	3.147	3.144	3.164	3.212	3.184
Máximo	4.179	4.636	4.300	4.560	4.588
Média	1.827	1.817	1.841	1.858	1.843
Desvio Padrão	1.336	1.316	1.342	1.374	1.356
Variância	1.783.841	1.731.037	1.802.195	1.886.757	1.839.831
Desvio Médio	1.197	1.168	1.200	1.227	1.209
Desvio Quartílico	1.347	1.378	1.362	1.380	1.384
Total Nº Veículos	15.513.699	15.277.380	15.486.400	15.676.836	15.614.180

Figura A.13 – Boxplot da Série de 1 Hora e dos Quartos de Hora Extrapolados – Análise 1

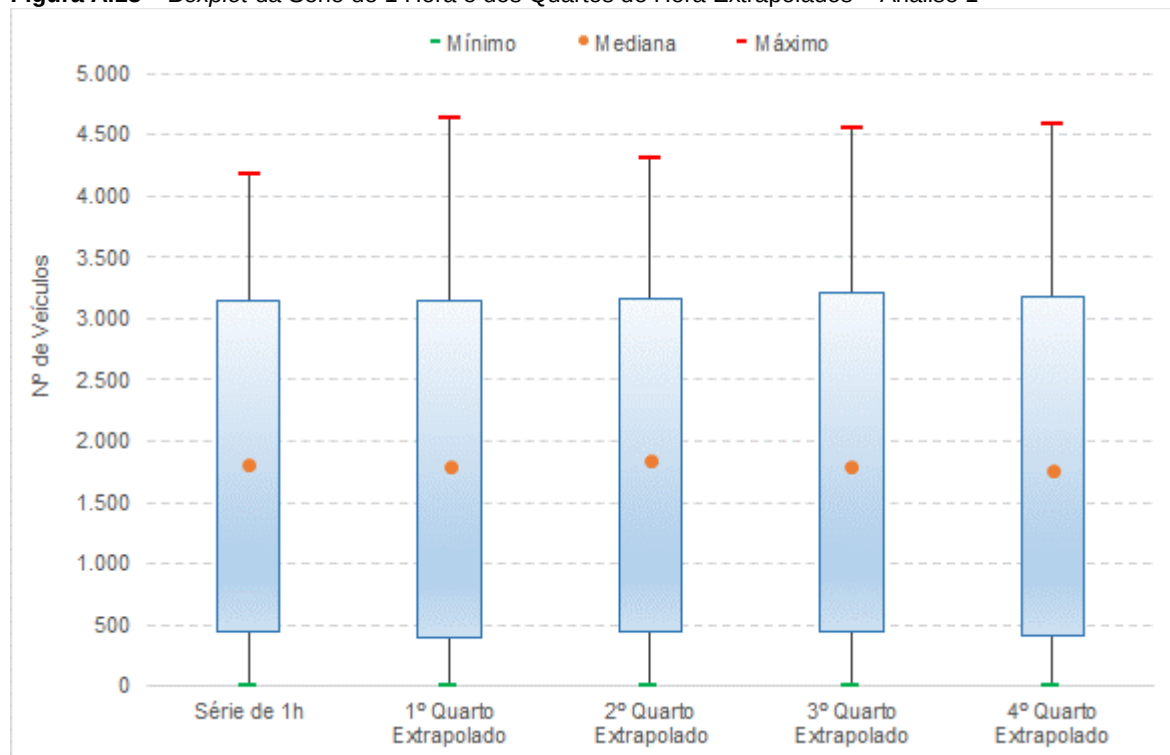


Figura A.14 – Correlação entre a série utilizando o 1º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 1

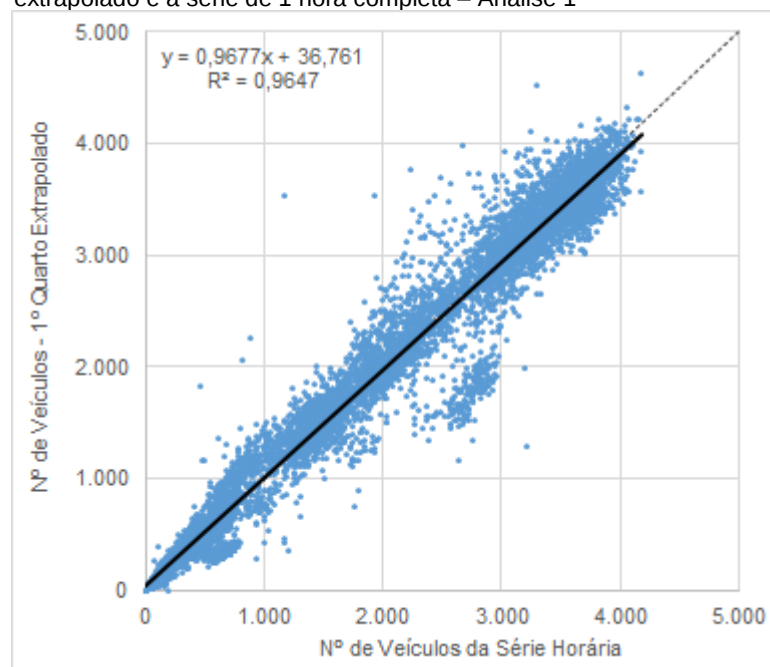


Figura A.15 – Correlação entre a série utilizando o 2º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 1

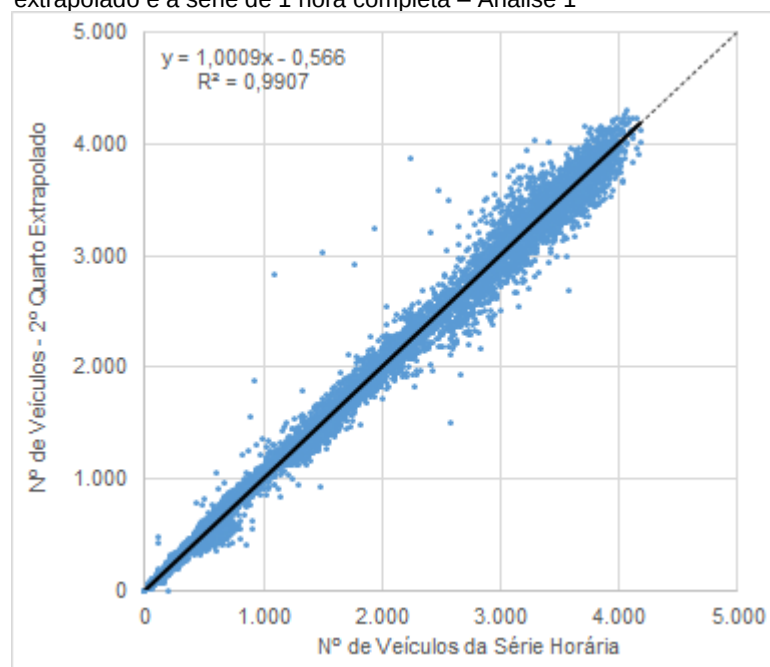


Figura A.16 – Correlação entre a série utilizando o 3º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 1

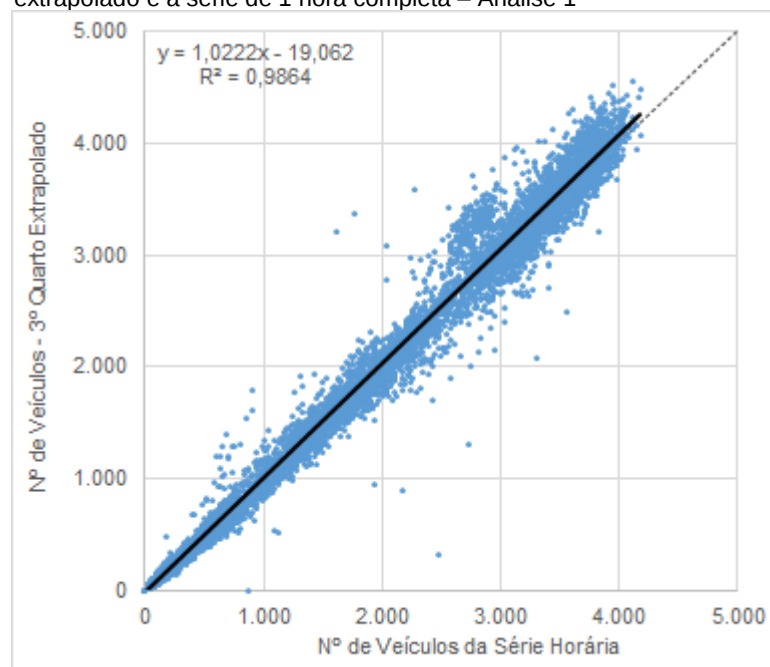
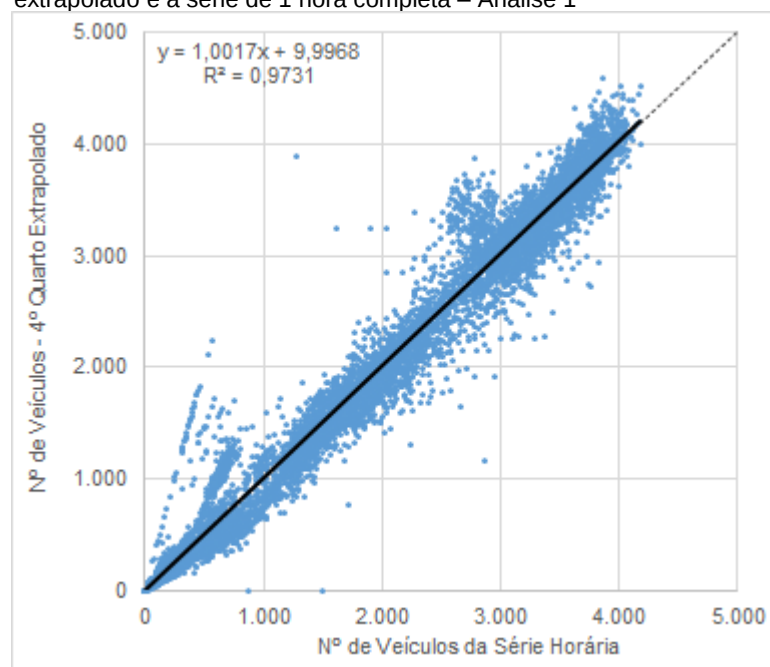


Figura A.17 – Correlação entre a série utilizando o 4º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 1



Análise 2

Tabela A.10 – Estatística descritiva da série de 1 hora e dos quartos de hora extrapolados – Análise 2

Estatística	Número de Veículos				
	Série de 1 hora	1º quarto extrapolado	2º quarto extrapolado	3º quarto extrapolado	4º quarto extrapolado
Mínimo	21	28	28	0	0
1º Quartil	529	436	508	516	464
Mediana	1.159	1.168	1.152	1.136	1.164
3º Quartil	1.621	1.624	1.628	1.608	1.644
Máximo	3.130	3.144	3.076	3.252	3.304
Média	1.078	1.084	1.073	1.068	1.096
Desvio Padrão	624	636	629	625	648
Variância	389.157	403.978	395.742	391.018	420.491
Desvio Médio	547	550	552	546	562
Desvio Quartílico	546	594	560	546	590
Total Nº Veículos	9.207.428	9.242.552	9.144.856	9.099.636	9.342.668

Figura A.18 – Boxplot da série de 1 hora e dos quartos de hora extrapolados – Análise 2

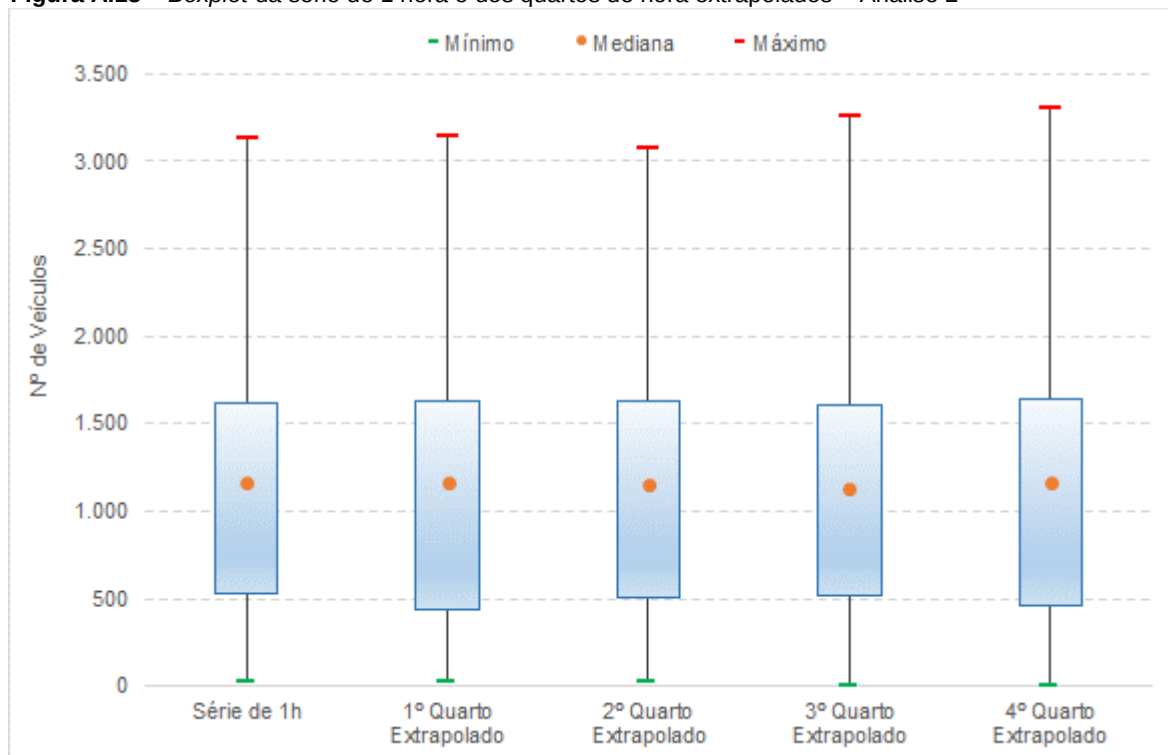


Figura A.19 – Correlação entre a série utilizando o 1º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 2

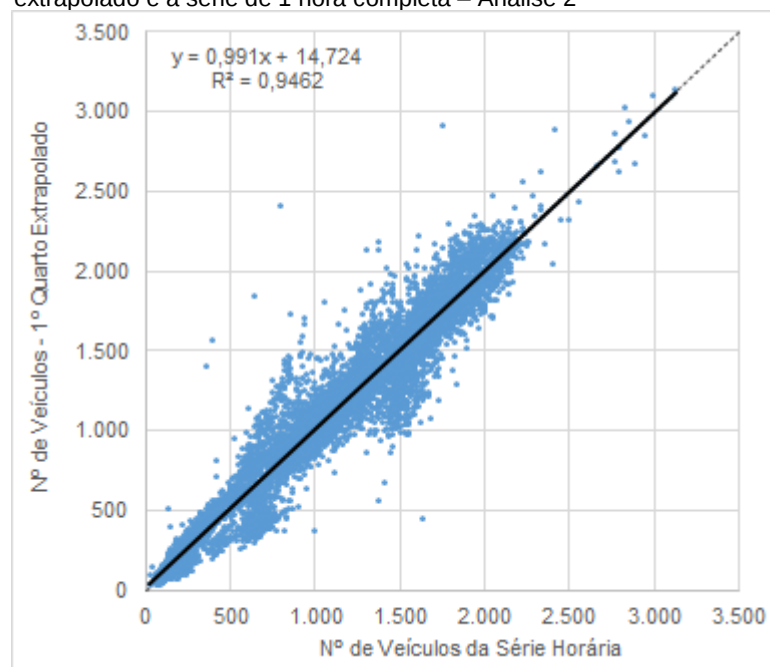


Figura A.20 – Correlação entre a série utilizando o 2º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 2

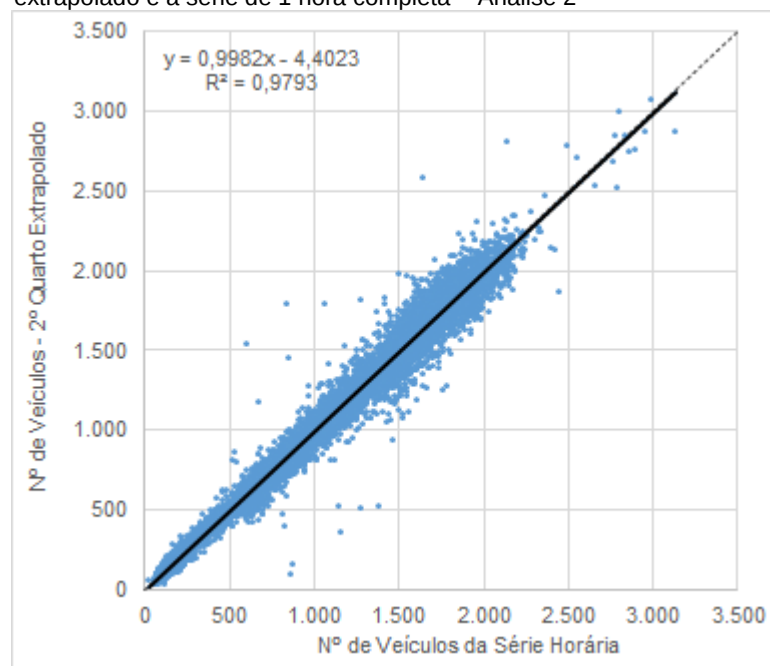


Figura A.21 – Correlação entre a série utilizando o 3º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 2

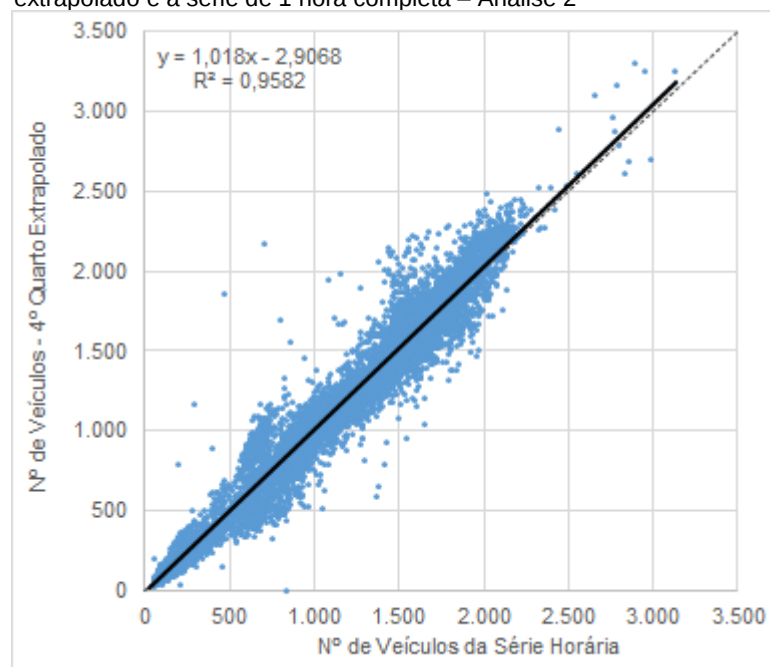
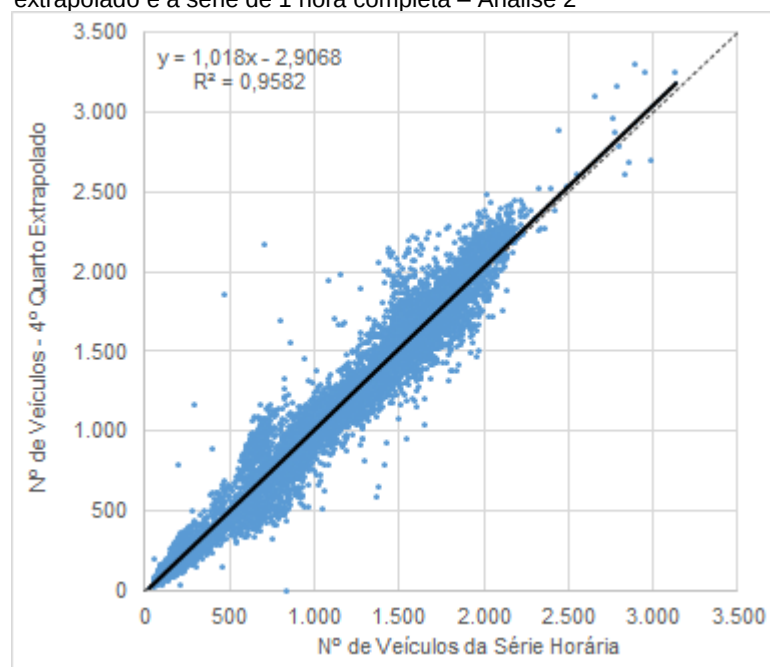


Figura A.22 – Correlação entre a série utilizando o 4º quarto de hora extrapolado e a série de 1 hora completa – Análise 2



Além das análises dos dados brutos sob as perspectivas analisadas acima, para complementação da validação, foram realizadas 10 simulações para cada análise (1 e 2), a fim de verificar se uma amostragem pontual do fluxo de tráfego durante 15 minutos é capaz de representar o volume de tráfego de 1 ano de forma satisfatória.

A Equação A.23 apresenta como foi feito o cálculo da extrapolação do valor da amostragem de 15 minutos para o número de veículos em qualquer data.

$$NV_{(a,b,c)} = \left[\frac{4 \cdot A_{(x,y,z)}}{FT_{h(x)} \cdot FT_{m(y)} \cdot FT_{s(z)}} \right] \cdot FT_{h(a)} \cdot FT_{m(b)} \cdot FT_{s(c)}$$

(Equação A.23)

Onde:

$NV_{(a,b,c)}$ = Número de veículos extrapolados para a hora a, no mês b e dia da semana c;

$A_{(x,y,z)}$ = Amostragem do volume de tráfego realizada em 15 minutos em uma hora x, mês y e dia da semana z;

$FT_{h(x)}$ = Valor da função de tráfego horária na hora x;

$FT_{m(y)}$ = Valor da função de tráfego mensal no mês y;

$FT_{s(z)}$ = Valor da função de tráfego semanal no dia da semana z;

$FT_{h(a)}$ = Valor da função de tráfego horária na hora a;

$FT_{m(b)}$ = Valor da função de tráfego mensal no mês b;

$FT_{s(c)}$ = Valor da função de tráfego semanal no dia da semana c.

A fim de exemplificar a extrapolação, considerando os dados da função de tráfego apresentados na Figura A.11 e Tabela A.8, suponha uma amostragem do fluxo veicular na Avenida Nossa Senhora dos Navegantes realizada no dia 08/03/2016 às 15:15h, que tenha registrado 936 veículos entre as 15:00 e 15:15h (1º quarto de hora). Portanto, a estimativa do número de veículos para o dia 05/08/2016 às 10:00h seria:

$$NV_{(10,08,sexta)} = \left[\frac{936 \cdot 4}{1,6113 \cdot 1,0306 \cdot 1,1184} \right] \cdot 1,5155 \cdot 1,0026 \cdot 1,1740$$

$$NV_{(10,08,sexta)} = 3.596 \text{ veículos}$$

As configurações utilizadas para realização dos 10 testes são apresentadas nas Tabelas A.11 e A.12. As simulações foram selecionadas para compreender a contagem de veículos em diferentes quartos de hora, conforme apresentado na coluna “Série de Referência”.

A nomenclatura utilizada nas análises foi mantida, a saber:

❑ **Análise 1**

Via: Av. Nossa Senhora dos Navegante (em frente ao Palácio do Café)

Período da Análise: 01/09/2015 à 31/08/2016. Lastros: TCS603 [1 – 8]

❑ **Análise 2**

Via: Av. Presidente Florentino Avidos (em frente à Dadalto)

Período da Análise: 01/09/2015 à 31/08/2016. Lastros: TCS114 [4 – 6]

Tabela A.11 – Configuração das 10 simulações realizadas – Análise 1

Simulação	Data Seleccionada da Amostragem	Série de Referência	Nº de Veículos da Amostragem	Nº de Veículos (Normalizado)
A	29/10/2015 14:30	2º Quarto	968	2.031
B	15/07/2016 17:30	2º Quarto	857	2.019
C	09/04/2016 12:30	2º Quarto	628	1.785
D	12/02/2016 09:15	1º Quarto	733	1.813
E	08/03/2016 15:45	3º Quarto	936	2.016
F	15/06/2016 17:15	1º Quarto	872	1.928
G	30/11/2015 17:30	2º Quarto	376	922
H	07/08/2016 06:59	4º Quarto	130	1.102
I	16/09/2015 22:45	3º Quarto	186	1.281
J	04/12/2015 04:15	1º Quarto	19	693

Tabela A.12 – Configuração das 10 simulações realizadas – Análise 2

Simulação	Data Seleccionada da Amostragem	Série de Referência	Nº de Veículos da Amostragem	Nº de Veículos (Normalizado)
A	29/10/2015 14:30	2º Quarto	449	1.086
B	15/07/2016 17:30	2º Quarto	517	1.116
C	09/04/2016 12:30	2º Quarto	356	1.202
D	12/02/2016 09:15	1º Quarto	400	1.194
E	08/03/2016 15:45	3º Quarto	478	1.137
F	15/06/2016 17:15	1º Quarto	506	1.070
G	30/11/2015 17:30	2º Quarto	494	1.110
H	07/08/2016 06:59	4º Quarto	169	837
I	16/09/2015 22:45	3º Quarto	154	766
J	04/12/2015 04:15	1º Quarto	39	631

O valor normalizado é calculado conforme a Equação A.24 e representa a expressão entre colchetes apresentada na Equação A.23. Foi adotada a nomenclatura “normalizado” pois representa o número de veículos desconsiderando os efeitos da sazonalidade em que foi medido, tendendo esse valor a representar a média do número de veículos.

$$NV_N = \left[\frac{4 \cdot A_{(x,y,z)}}{FTh(x) \cdot FTm(y) \cdot FTs(z)} \right]$$

(Equação A.24)

Onde:

NV_N = Número normalizado de veículos;

$A_{(x,y,z)}$ = Amostragem do volume de tráfego realizada em 15 minutos em uma hora x , mês y e dia da semana z ;

$FT_{h(x)}$ = Valor da função de tráfego horária na hora x ;

$FT_{m(y)}$ = Valor da função de tráfego mensal no mês y ;

$FT_{s(z)}$ = Valor da função de tráfego semanal no dia da semana z .

Os resultados das avaliações da Análises 1 e 2 são apresentados a seguir, nas Tabelas A.13 e A.14 e Figuras A.23 e A.24, respectivamente.

Analisando os resultados das simulações apresentados nas tabelas e figuras acima, é possível observar que quando o número de veículos normalizado se distancia do valor médio da série horária, a simulação não representa o fluxo de tráfego em 1 ano de forma satisfatória. Dessa forma, têm-se as seguintes observações:

- **Análise 1** – as simulações G, H, I e J apresentaram número de veículos normalizados de 922, 1.102, 1.281 e 693, respectivamente. O número de veículos médios da série horária (Tabela A.13) é de 1.827.
- **Análise 2** – comportamento similar foi observado para essa análise. As simulações H, I e J apresentaram número de veículos normalizados de 837, 766 e 631, respectivamente. O número de veículos médios da série horária (Tabela A.14) é de 1.078.

Quando o número normalizado de veículos se aproxima da média obtida na série horária, as simulações representam satisfatoriamente o fluxo de tráfego anual, a julgar principalmente pelo montante total de veículos (“Total Nº Veículos”) observados nas Tabelas A.13 e A.14.

O fato em questão é determinar qual a probabilidade de escolher uma amostragem que represente um valor normalizado que se aproxime da média da série 1 hora. Para isso, foi adotado como premissa que uma flutuação satisfatória do número de veículos normalizado está compreendida em um intervalo de $\pm 15\%$ do valor médio da série de 1 hora.

Tabela A.13 – Estatística descritiva da série de 1 hora, das séries dos quartos de hora extrapolados e das simulações – Análise 1

Estatística	Série de 1h	Séries dos Quartos de Hora Extrapoladas				Simulação									
		1º Quarto	2º Quarto	3º Quarto	4º Quarto	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Mínimo	0	0	0	0	0	37	37	33	33	37	35	17	20	24	13
1º Quartil	452	388	441	452	416	571	567	502	509	566	542	259	310	360	195
Mediana	1.813	1.788	1.838	1.788	1.760	2.037	2.025	1.790	1.818	2.021	1.933	924	1.105	1.285	695
3º Quartil	3.147	3.144	3.164	3.212	3.184	3.401	3.381	2.989	3.036	3.376	3.228	1.543	1.845	2.145	1.161
Máximo	4.179	4.636	4.300	4.560	4.588	4.666	4.639	4.102	4.165	4.631	4.429	2.117	2.531	2.943	1.593
Média	1.827	1.817	1.841	1.858	1.843	2.034	2.022	1.788	1.816	2.019	1.931	923	1.104	1.283	694
Desvio Padrão	1.336	1.316	1.342	1.374	1.356	1.434	1.426	1.261	1.280	1.424	1.361	651	778	905	490
Desvio Médio	1.197	1.168	1.200	1.227	1.209	1.298	1.290	1.141	1.159	1.288	1.232	589	704	819	443
Desvio Quartílico	1.347	1.378	1.362	1.380	1.384	1.415	1.407	1.244	1.263	1.405	1.343	642	768	893	483
Total Nº Veículos	$1,55 \times 10^7$	$1,53 \times 10^7$	$1,55 \times 10^7$	$1,57 \times 10^7$	$1,56 \times 10^7$	$1,79 \times 10^7$	$1,78 \times 10^7$	$1,57 \times 10^7$	$1,59 \times 10^7$	$1,77 \times 10^7$	$1,70 \times 10^7$	$8,11 \times 10^6$	$9,69 \times 10^6$	$1,13 \times 10^7$	$6,10 \times 10^6$

Figura A.23 – Boxplot da série de 1 hora, das séries dos quartos de hora extrapolados e das simulações – Análise 1

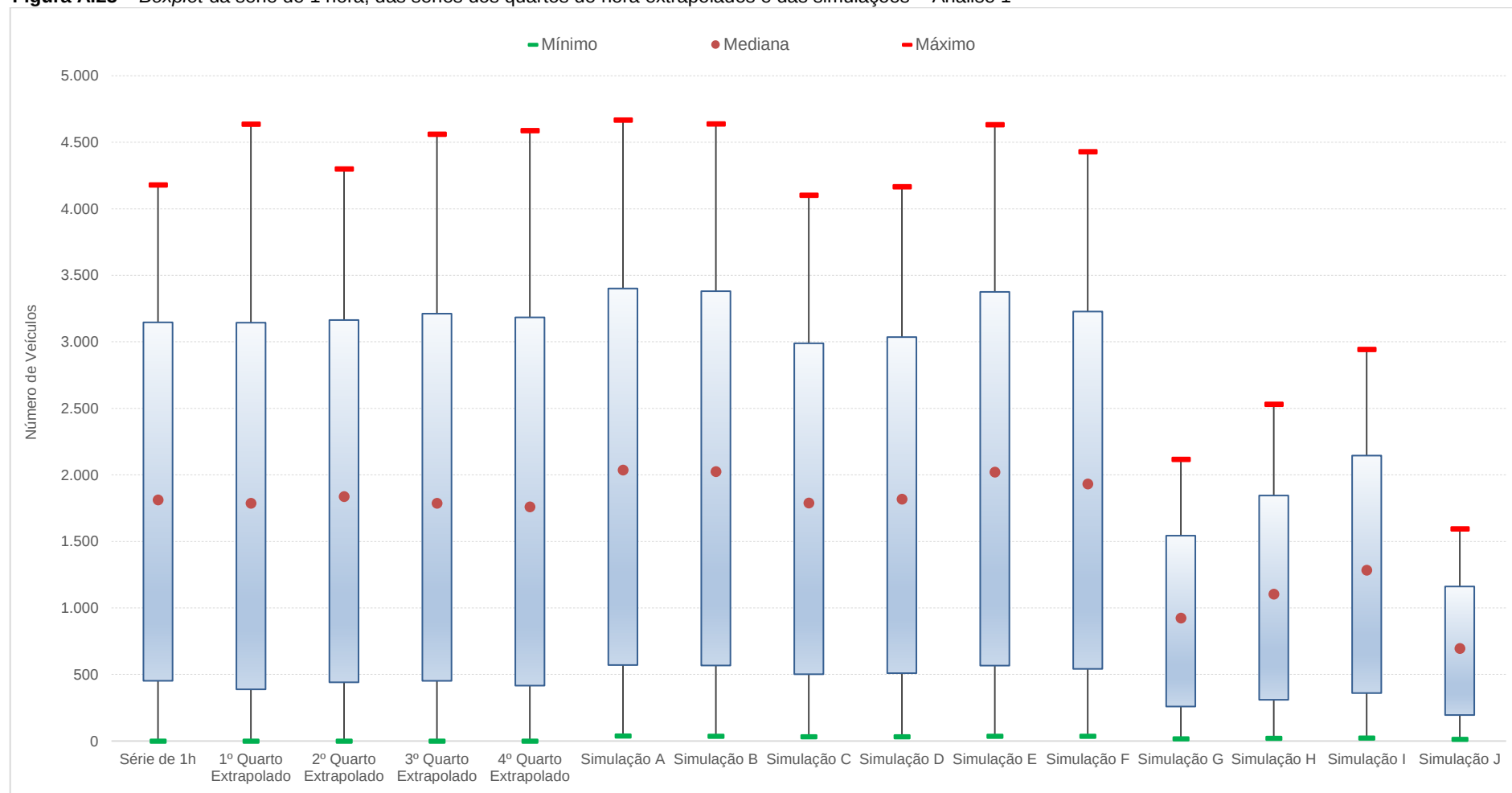
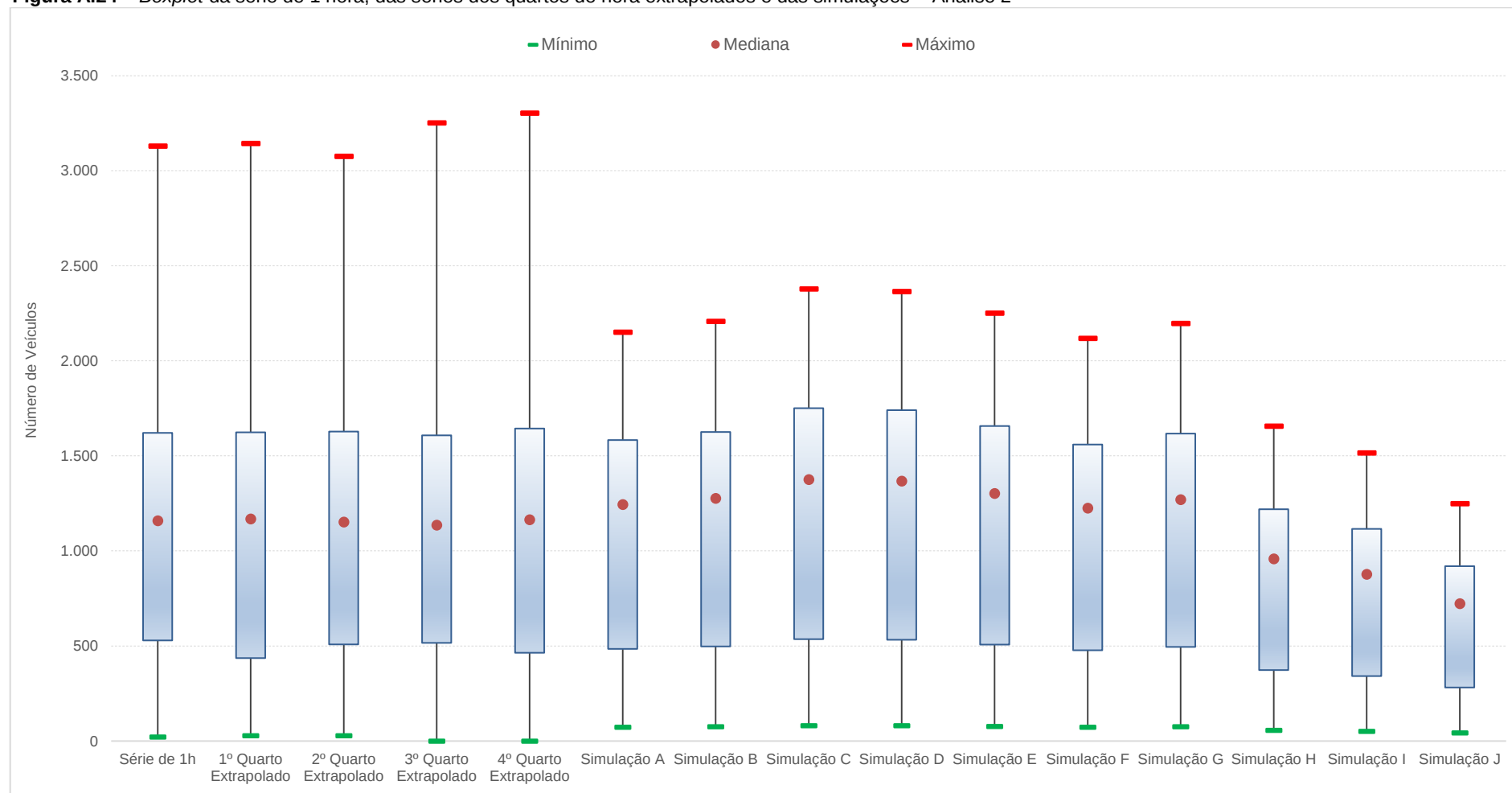


Tabela A.14 – Estatística descritiva da série de 1 hora, das séries dos quartos de hora extrapolados e das simulações – Análise 2

Estatística	Serie de 1h	Séries dos Quartos de Hora Extrapoladas				Simulação									
		1º Quarto	2º Quarto	3º Quarto	4º Quarto	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Mínimo	21	28	28	0	0	73	75	81	81	77	72	75	56	52	43
1º Quartil	529	436	508	516	464	484	497	536	533	507	477	495	373	341	281
Mediana	1.159	1.168	1.152	1.136	1.164	1.244	1.277	1.376	1.368	1.302	1.226	1.271	958	877	723
3º Quartil	1.621	1.624	1.628	1.608	1.644	1.583	1.626	1.751	1.741	1.657	1.560	1.617	1.219	1.116	920
Máximo	3.130	3.144	3.076	3.252	3.304	2.151	2.208	2.378	2.364	2.251	2.119	2.197	1.656	1.516	1.249
Média	1.078	1.084	1.073	1.068	1.096	1.087	1.116	1.202	1.195	1.138	1.071	1.111	837	766	632
Desvio Padrão	624	636	629	625	648	596	612	659	655	624	587	609	459	420	346
Desvio Médio	547	550	552	546	562	520	533	575	571	544	512	531	400	366	302
Desvio Quartílico	546	594	560	546	590	549	564	608	604	575	541	561	423	387	319
Total Nº Veículos	9,21 x 10 ⁶	9,24 x 10 ⁶	9,14 x 10 ⁶	9,10 x 10 ⁶	9,34 x 10 ⁶	9,55 x 10 ⁶	9,81 x 10 ⁶	1,06 x 10 ⁷	1,05 x 10 ⁷	1,00 x 10 ⁷	9,41 x 10 ⁶	9,76 x 10 ⁶	7,36 x 10 ⁶	6,73 x 10 ⁶	5,55 x 10 ⁶

Figura A.24 – Boxplot da série de 1 hora, das séries dos quartos de hora extrapolados e das simulações – Análise 2



Dessa forma, para cada quarto de hora foi estruturada uma série anual com o número normalizado de veículos (aplicação da Equação A.24 para todos os valores do ano). Classificando essa série entre os horários aproximados em que foram planejadas as contagens do fluxo de tráfego (de 09h às 17h, de segunda-feira à sexta-feira), verifica-se que o percentual de registros em que o número de veículos normalizado está em um intervalo de $\pm 15\%$ do valor médio da série de 1 hora é superior a 73%, conforme pode ser observado na Tabela A.15.

Tabela A.15 – Percentual de registros em que o número de veículos normalizado está em um intervalo de $\pm 15\%$ do valor médio da série de 1 hora

Objeto	Série de Referência			
	1º Quarto de hora	2º Quarto de hora	3º Quarto de hora	4º Quarto de hora
Análise 1	80%	85%	81%	80%
Análise 2	80%	80%	80%	73%

Diante das análises realizadas para amostragem do fluxo de veículos na RGV, com duração de 15 minutos, foi observado que o método pode ser aplicado para estimativa do tráfego horário.

A.2.4. Procedimento para Amostragem da Quantidade de *Silt* Depositado em Superfícies de Vias de Tráfego Pavimentadas

O procedimento descrito a seguir foi aplicado para a determinação da variável *sL* (*silt loading*, teor ou quantidade de *silt*, em g/m²) em vias pavimentadas. A variável *sL* é requerida pelo modelo de emissão de material particulado devido à ressuspensão de material particulado em vias de tráfego pavimentadas, publicado no AP-42 (Seção 13.2.1 – *Paved Roads*) pela USEPA (2011). Esse procedimento baseou-se no Appendix C.1 do AP-42 (*Procedures for Sampling Surface/Bulk Dust Loading*) (USEPA, 1993).

A.2.4.1. Definições

- Coleta – cada uma das partes que integram uma amostra;
- Amostra – composta por um conjunto de coletas, a amostra representa o total de *silt* coletado durante uma campanha de amostragem;
- *Silt* - fração de partículas com diâmetro físico menor ou igual a 75 µm (que passam por uma peneira de 200 mesh);
- *sL*- teor ou quantidade de *silt* (*silt loading*) na superfície da via de tráfego pavimentada, em g/m².

A.2.4.2. Equipamentos e Materiais Utilizados

Para quantificação do *silt* depositado em vias de tráfego foram necessários os equipamentos listados a seguir:

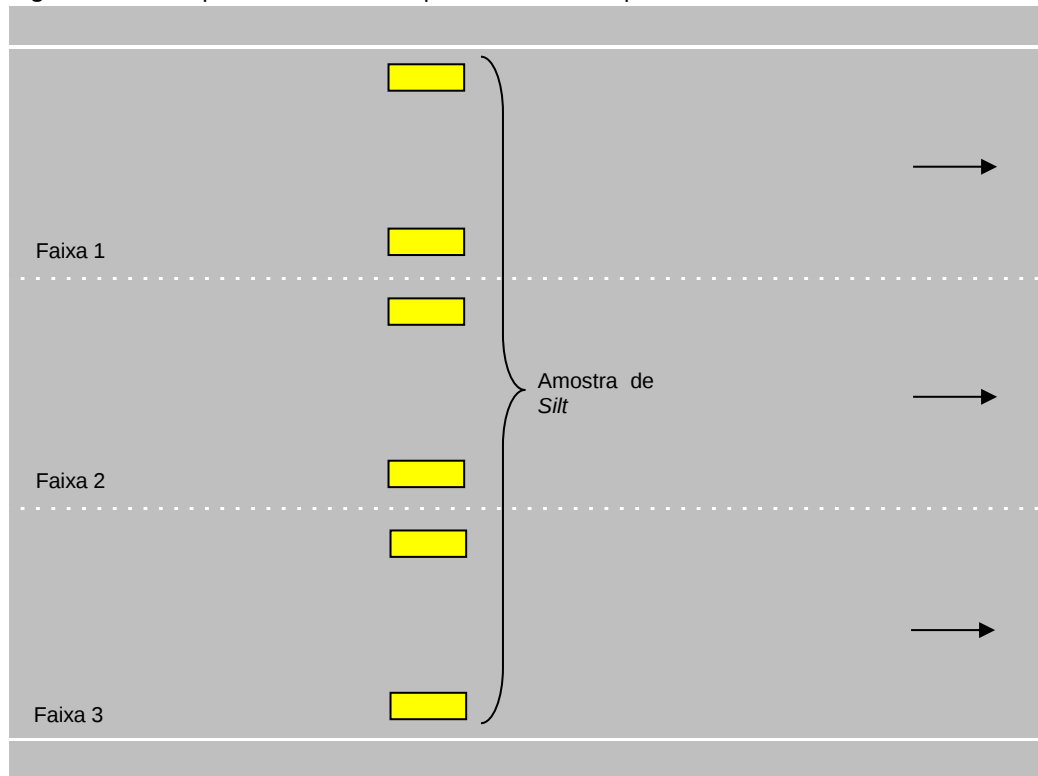
- Gabarito – objeto utilizado para delimitação da área da superfície de coleta de partículas durante o processo de amostragem. O gabarito consistiu em um retângulo com dimensões de 0,35 x 1,0 m (área de coleta de 0,35 m²);
- Aspirador – equipamento utilizado para sucção das partículas dispostas na superfície da via de tráfego pavimentada. O aspirador possuía em seu duto de sucção um suporte para filtro e uma peneira de 200 mesh, posicionada na entrada e destinada a excluir as frações mais grossas das partículas na amostra coletada;
- Filtro – utilizado como elemento de retenção das partículas de *silt* na via de tráfego pavimentada. O filtro possuía qualidade de fabricação, porosidade e gramatura similar aos utilizados para o monitoramento da qualidade do ar em amostradores de grandes volumes;
- Balança – de precisão com incremento digital de 1.10⁻⁴ g, utilizada para a determinação da massa dos filtros, antes e após a coleta de amostras em campo;
- Estufa – utilizada para a secagem dos filtros a uma temperatura de 105 °C. O principal objetivo desta etapa foi remover umidade do filtro, antes e após a amostragem.

A.2.4.3. Procedimentos

1. Certificou-se que a via oferecia segurança e visibilidade aos motoristas para que a equipe de amostragem pudesse desenvolver as atividades de coleta de forma segura;

2. A faixa de rolamento que estava sob o processo de coleta de amostra teve seu tráfego interrompido. A amostragem só foi realizada após a paralisação total do fluxo de tráfego pelas entidades pertinentes;
3. A amostra de *silt* obtida em cada via foi resultante da composição das coletas realizadas em cada faixa de rolamento com viabilidade para execução das coletas, conforme apresentado na Figura A.25;

Figura A.25 – Esquema de coletas de partículas em vias pavimentadas



4. As coletas foram realizadas, preferencialmente, na trilha de rodas com a utilização da área definida pelo gabarito de amostragem;
5. As áreas existentes no centro das faixas de rolamento e nas linhas divisórias de faixas de rolamento (pintadas) não foram consideradas durante a amostragem. E também, foram evitadas áreas com acúmulo excessivo de material particulado, anormais à condição operacional da via de tráfego (exemplo: acúmulo devido à queda de materiais e resíduos durante a realização de uma obra) e áreas das faixas de rolamento com pavimento asfáltico degradado, apresentando buracos ou trincas;
6. Ao início de cada nova campanha de amostragem, foi instalado no suporte de filtro existente no aspirador de partículas um filtro limpo, seco e pesado previamente;
7. Ao final da amostragem, o filtro foi cuidadosamente retirado do suporte de filtro contido no aspirador, a fim de evitar perda de material. Em seguida, o filtro foi devidamente acondicionado para envio ao laboratório, e posterior realização do procedimento de pesagem;
8. No laboratório, o filtro contendo a amostra coletada foi seco em estufa (105 °C) e pesado em balança analítica para a determinação da massa de *silt* coletada;

9. O processo de pesagem do filtro limpo e filtro sujo foi executado em balança analítica de precisão com resolução de 1×10^{-4} g. O resultado final da massa contida no filtro foi obtido a partir da média aritmética de 4 pesagens consecutivas para o mesmo filtro;
10. A massa de *silt* coletada em cada campanha de amostragem foi calculada por meio da diferença entre a massa do filtro sujo e filtro limpo:

$$ms = mf_1 - mf_0$$

(Equação A.25)

Onde:

ms = massa de silt coletada [g];

mf_1 = massa média do filtro sujo – após as coletas [g];

mf_0 = massa média do filtro limpo – antes das coletas [g].

11. A área de amostragem, em m^2 , foi definida pelo produto entre o número de coletas e a área do gabarito de amostragem;

$$As = n \cdot Ag$$

(Equação A.26)

Onde:

As = área total de amostragem [m^2];

n = número de coletas;

Ag = área do gabarito de amostragem [m^2].

12. A quantidade de *silt* (sL) resultante de cada campanha de amostragem foi obtida, em g/m^2 , considerando o quociente entre a massa de *silt* coletada e a área total de amostragem;

$$sL = \frac{ms}{As}$$

(Equação A.27)

Onde:

sL = quantidade de silt [g/m^2];

ms = massa de silt [g];

As = área total de amostragem [m^2].

13. Todos os dados foram registrados mediante o formulário específico contendo os principais dados, características e resultados de cada campanha de amostragem.

A.2.5 Emissões Veiculares e Ressuspensão nas Vias de Tráfego dos Empreendimentos

A estimativa das emissões veiculares em vias de tráfego internas existentes nos empreendimentos inventariados foi realizada utilizando a mesma metodologia aplicada para as vias de tráfego primárias da RGV, sendo adotada a equação apresentada a seguir.

$$TE_i = \frac{FeRGV_i \cdot DMT}{10^3}$$

(Equação A.28)

Onde:

TE_i = taxa de emissão da via primária referente ao poluente i [kg/h];

$FeRGV_i$ = fator de emissão médio do poluente i [g/km];

DMT = distância média trafegada da via [km/h].

10^3 = conversão de grama para quilograma.

O fator de emissão utilizado foi o valor médio obtido para a RGV, conforme apresentado na Tabela A.1. A distância média trafegada (DMT) foi estimada com base nas informações de quantitativo de veículos e extensão das vias informadas pelos empreendimentos através dos processos de licenciamento ambiental ou ofícios.

Em relação às emissões de ressuspensão de material particulado nas vias internas dos empreendimentos, foram utilizadas as metodologias propostas pelas seções do AP-42, 13.2.1 *Paved Roads* (USEPA, 2011) e 13.2.2 *Unpaved Roads* (USEPA, 2006).

Para a estimativa das emissões em vias pavimentadas, foi aplicada a Equação A.18 para a obtenção do fator de emissão, apresentada anteriormente na subseção A.2.2. As variáveis empregadas na formulação foram provenientes das seguintes fontes de informações:

- Fator multiplicador ou constante de tamanho da partícula (k) – Tabela A.3 deste documento;
- Peso médio dos veículos que trafegam na via (W) – estimado a partir de informações fornecidas pelo empreendimento ou através de dados obtidos em literatura disponível;
- Teor de *silt* da superfície da via (sL) – em geral, foi utilizada a faixa média de *silt* conforme o tipo de atividade produtiva, obtida na Tabela 13.2.1-3 “*Typical silt content and loading values for paved roads at industrial facilities*” da seção 13.2.1 *Paved Roads* (USEPA, 2011) do AP-42;
- Fator de atenuação por precipitação – 0,95. Mesmo valor utilizado na seção A.2.2 deste documento.

A estimativa das emissões de ressuspensão de material particulado em vias não pavimentadas dos empreendimentos inventariados foi realizada através da aplicação da Equação A.29.

$$TE_i = \frac{FEa_i \cdot DMT}{10^3} \cdot \left(1 - \frac{EC}{100}\right)$$

(Equação A.29)

Onde:

TE_i = taxa de emissão da via primária referente ao poluente i [kg/h];

FEa_i = fator de emissão com atenuação por precipitação, para MP com diâmetro aerodinâmico $\leq i$ μm [g/km];

DMT = distância média trafegada da via [km/h].

EC = eficiência de controle [%];

10^3 = conversão de grama para quilograma.

Alguns empreendimentos empregavam medidas de controle de emissões atmosféricas em vias de tráfego não pavimentadas. Dentre as tecnologias comumente utilizadas, têm-se a umectação das vias com água, sendo a eficiência de redução das emissões de material particulado variável em função das condições operacionais. Portanto, para as vias com frequência de umectação de 2 a 3 vezes por dia, foi considerado um percentual de controle de 55%, sendo este valor obtido no “*Western Regional Air Partnership’s Fugitive Dust Handbook*” (Countess Environmental, 2006). Para as demais tecnologias de controle aplicadas, além do documento citado anteriormente, também foi utilizado o “*National Pollutant Inventory*” (Australian Government, 2012) para obtenção das eficiências de controle de emissão de material particulado.

O fator de emissão para ressuspensão de material particulado em vias não pavimentadas foi estimado através da Equação A.30.

$$FEa_i = \left[\left(k_i \cdot \left(\frac{s}{12} \right)^a \cdot \left(\frac{W}{3} \right)^b \right) \cdot \left(\frac{365 - P}{365} \right) \right] \cdot 281,9$$

(Equação A.30)

Onde:

FEa_i = fator de emissão com atenuação por precipitação, para MP com diâmetro aerodinâmico $\leq i$ μm [g/km];

k_i = constante de tamanho das partículas com diâmetro aerodinâmico $\leq i$ μm [lb/VMT]. Onde o VMT representa a quantidade de milhas trafegada por veículo];

s = teor de *silt* da superfície da via [%];

W = peso médio dos veículos que trafegam na via [t];

P = número de dias com no mínimo 0,254 mm de precipitação durante o período de referência;

a e b = constantes apresentadas na Tabela A.16;

281,9 = conversão de lb/VMT para g/VKT.

As constantes (k , a e b) utilizadas para estimativas das emissões de ressuspensão em vias não pavimentadas industriais são apresentadas na Tabela A.16.

Tabela A.16 – Constantes de utilizadas para estimativas das emissões de ressuspensão em vias não pavimentadas

Constante	Parâmetros – Vias Industriais		
	MP ₃₀ *	MP ₁₀	MP _{2.5}
k (lb/VMT)	4,90	1,50	0,15
a	0,70	0,90	0,90
b	0,45	0,45	0,45

Fonte: Adaptado de USEPA (2006)

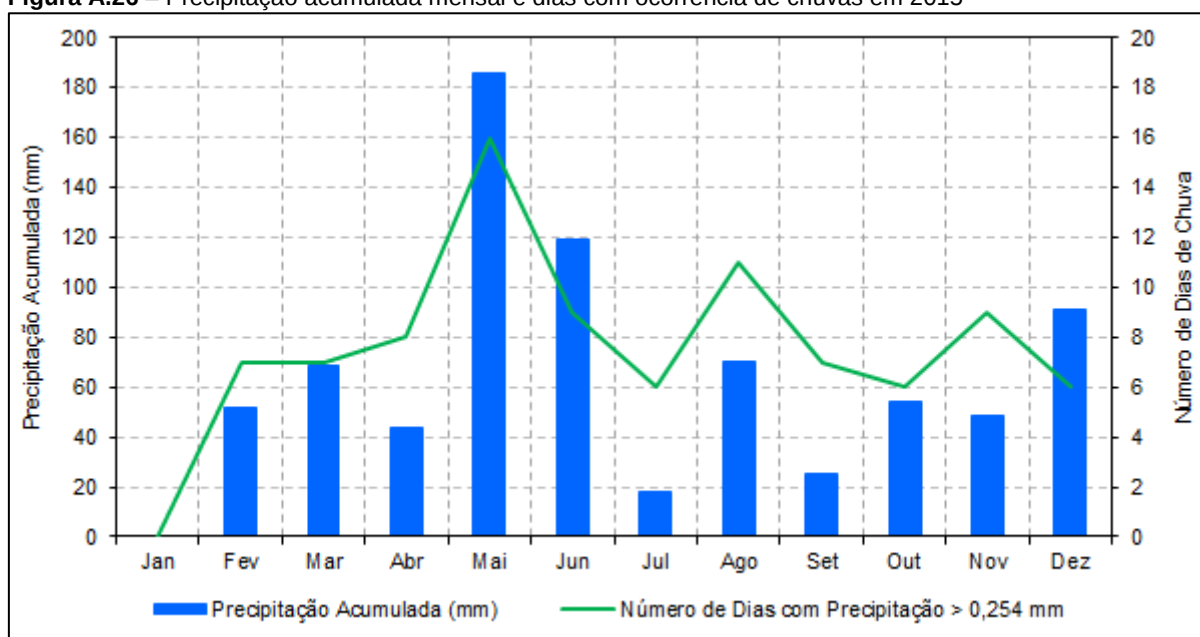
Nota:

* Equivalente a material particulado total (MP).

As demais variáveis (W, s e P) foram obtidas através das fontes de dados apresentadas a seguir:

- Peso médio dos veículos que trafegam na via (W) – estimado a partir de informações fornecidas pelo empreendimento ou através de dados obtidos em literatura disponível;
- Teor de *silt* da superfície da via (s) – em geral, foi utilizada a faixa média de *silt* conforme o tipo de atividade produtiva, obtida na Tabela 13.2.2-1 “*Typical silt content values of surface material on industrial unpaved roads*” da seção 13.2.2 *Unpaved Roads* (USEPA, 2006) do AP-42;
- Número de dias com precipitação inferior a 0,254 mm (P) – os dados de precipitação para o ano de 2015 foram obtidos no INMET, conforme pode ser observado na Figura A.26. O termo final da Equação A.30 permite a obtenção de um fator de atenuação por precipitação, sendo utilizado o valor de 0,75 para aplicação da atenuação das emissões de ressuspensão em vias não pavimentadas.

Figura A.26 – Precipitação acumulada mensal e dias com ocorrência de chuvas em 2015



A.3. EROSAO EÓLICA EM PILHA DE MATERIAIS

A quantificação das emissões atmosféricas devido ao processo de erosão eólica nas pilhas de materiais foi realizada a partir da aplicação da metodologia apresentada na seção 13.2.5 *Industrial Wind Erosion* do AP-42 (USEPA, 2006), descrita sucintamente a seguir. O fator de emissão é determinado pela equação:

$$FE_i = k_i \cdot \sum_{j=1}^N P_j$$

(Equação A.31)

Onde:

FE_i = fator de emissão para MP com diâmetro aerodinâmico $\leq i$ μm [g/m^2];

k_i = constante de tamanho das partículas com diâmetro aerodinâmico $\leq i$ μm ;

N = número de distúrbios na pilha;

P_j = potencial de erosão correspondente ao evento de velocidade do vento *fastest mile* observado (ou provável) para o período j entre os distúrbios [g/m^2].

O valor multiplicador da constante de tamanho das partículas (k) utilizado é apresentado na Tabela A.17.

Tabela A.17 – Constante de tamanho das partículas para estimativa de erosão eólica em pilhas de materiais

Multiplicador de Tamanho da Partícula (k)		
MP ₃₀ *	MP ₁₀	MP _{2.5}
4,90	1,50	0,15

Fonte: Adaptado de USEPA (2006)

O potencial de erosão da pilha provocado pela ação do vento foi calculado pela equação:

$$P_j = 58 \cdot (u^* - u_t^*)^2 + 25 \cdot (u^* - u_t^*)$$

$$P_j = 0 \text{ para } u^* \leq u_t^*$$

(Equação A.32)

Onde:

P_j = potencial de erosão correspondente ao evento de velocidade do vento *fastest mile* observado (ou provável) para o período j entre os distúrbios [g/m^2];

u^* = velocidade de fricção [m/s];

u_t^* = velocidade de fricção limiar para arraste eólico [m/s].

Velocidade de Fricção

A velocidade de fricção (u^*) apresenta variação em cada parte da pilha. Para isso, foram utilizadas as relações u_s/u_r (u_s - velocidade superficial do vento e u_r - velocidade de aproximação do vento) apresentadas para cada subárea da pilha conforme a sua configuração e ângulo de incidência do vento, para estimativa da velocidade de fricção. Cada

subárea da pilha também corresponde a uma fração de sua área superficial, utilizada no cálculo da emissão.

Para pilhas com formato cônico, foi utilizada a relação u_s/u_r nas subáreas da pilha obtida no AP-42 (USEPA, 2006), conforme apresentado na Tabela A.18. Já para pilhas com formato de prisma triangular ou trapezoidal foi aplicada a relação u_s/u_r nas subáreas da pilha conforme proposto por Furieri et al. (2014) e apresentado na Tabela A.19, pois apresenta uma distribuição mais refinada, sendo considerado para estimativa das emissões o ângulo de incidência do vento de 30°.

Tabela A.18 – Regime de distribuição de subárea de u_s/u_r

Subárea da Pilha	Percentual da Área da Superfície da Pilha			
	Pilha A	Pilha B1	Pilha B2	Pilha B3
0,2a	5	5	3	3
0,2b	35	2	28	25
0,2c	n.a	29	n.a	n.a
0,6a	48	26	29	28
0,6b	n.a	24	22	26
0,9	12	14	15	14
1,1	n.a	n.a	3	4

Fonte: Adaptado de USEPA (2006).

Nota: n.a – não aplicável.

Tabela A.19 – Regime de distribuição de áreas erodíveis de u_s/u_r

u_s / u_r	Percentual de Áreas Erodíveis na Pilha		
	90°	60°	30°
0,05	9,5	6	2,7
0,15	28,2	11,7	5,6
0,25	20,2	9,9	7,3
0,35	6,7	9,8	9,7
0,45	7,1	11,1	15,9
0,55	7,4	13	20,3
0,65	6,7	13,9	15,3
0,75	5,9	12,2	10,9
0,85	5,4	7,5	5,4
0,95	2,9	2,3	3,5
1,05	0	1,4	2,4
1,15	0	0,9	0,6
1,25	0	0,3	0,3
1,35	0	0	0,1
1,45	0	0	0
1,55	0	0	0
1,65	0	0	0

Fonte: Adaptado de Furieri et al. (2014).

A formulação empregada para determinação da velocidade de fricção é apresentada pela Equação A.33:

$$u^* = 0,1 \cdot \frac{u_s}{u_r} \cdot u_{10}^+$$

(Equação A.33)

Onde:

u^* = velocidade de fricção [m/s];

u_s/u_r = relação entre a velocidade superficial do vento / velocidade de aproximação do vento. Obtido na Tabela A.18 ou A.19.

u_{10}^+ = velocidade correspondente a milha mais rápida (*fastest mile*), referente a um anemômetro localizado a 10 metros de altura.

Para os empreendimentos que não informaram dados suficientes para caracterização da pilha (formato e dimensões), foi utilizada o formato pilha tipo “FLAT” (pilha plana), não havendo aplicação da relação u_s/u_r conforme a subárea erodível da pilha, conforme apresentado nas Tabelas A.18 e A.19. Dessa forma, a velocidade de fricção foi determinada através da Equação A.34.

$$u^* = 0,053 \cdot u_{10}^+$$

(Equação A.34)

Onde:

u^* = velocidade de fricção [m/s];

u_{10}^+ = velocidade correspondente a milha mais rápida (*fastest mile*), referente a um anemômetro localizado a 10 metros de altura.

Cabe ressaltar que o ajuste do valor da velocidade de fricção apresentado nas equações acima também depende da variável *fastest mile* (u_{10}^+). Essa variável representa a velocidade do vento correspondente ao trajeto percorrido de uma milha no menor intervalo de tempo. A velocidade *fastest mile* era comumente utilizada no dimensionamento de estruturas prediais, entretanto as atuais metodologias de medição do vento não medem essa variável, sendo aplicada a velocidade de rajada de vento (*3-second gust wind speed*) (ASCE, 2002).

Na literatura disponível, existem documentos que apresentam conversão de velocidade de rajada de vento para *fastest mile* através de gráficos, tabelas ou fatores de rajada (AAWE, 2007; ASCE, 2013; IBC, 2003; WAHBA et al., 2003; WMO, 2008). No entanto, são aplicados para ventos medidos em tempestades, furacões e tornados, fato bem diferente da realidade para estimativa das emissões atmosféricas em pilhas da RGV.

No Brasil, não há medição de velocidade *fastest mile* e pouca disponibilidade de dados de velocidade de rajada de ventos, sendo estes apenas disponíveis em algumas estações meteorológicas do INMET. Dessa forma, foi utilizado o fator de rajada para conversão da velocidade média do vento em rajada de vento conforme apresentado na subseção A.3.1 deste documento. Os dados de velocidade do vento utilizados foram obtidos da estação meteorológica do Aeroporto de Vitória (SBVT) através do NOAA (2015).

Velocidade de Fricção Limiar

Ainda, no que diz respeito à determinação do potencial eólico de uma pilha de materiais, houve uma lacuna de informações sobre o limiar da velocidade de fricção para a vasta gama de materiais que foram movimentados nos empreendimentos da RGV. Dessa forma, foi solicitado ao empreendimento inventariado que quando não disponíveis essas informações, que o mesmo realizasse ensaios granulométricos conforme o método de Gillette et al. (1980), para caracterização da granulometria dos materiais e, conseqüentemente, obtenção da velocidade de fricção limiar conforme a faixa granulométrica obtida (Tabela A.20).

Tabela A.20 – Determinação da velocidade de fricção limiar conforme aplicação do método de Gillette et al. (1980)

Número da Peneira Tyler	Abertura [mm]	Midpoint [mm]	u_t^* [cm/s]
5	4	-	-
9	2	3	100
16	1	1,5	76
32	0,5	0,75	58
60	0,25	0,375	43

Fonte: Adaptado de USEPA (2006).

Entretanto, a maioria dos empreendimentos não forneceu as informações solicitadas para obtenção da velocidade de fricção limiar. Dessa forma, devido à inexistência de informações sobre os materiais movimentados nos empreendimentos, foi considerado o menor valor de u_t^* (0,43 m/s) para empresas que não informaram a curva granulométrica do material ou que não tenham realizado o ensaio de Gillette para viabilizar a estimativa da velocidade de fricção limiar.

Número de Distúrbios

O fator de emissão para estimativa da emissão de material particulado devido à erosão eólica em pilhas de materiais é determinado através de duas variáveis principais: o potencial de erosão eólica (P) e o número de distúrbios (N), conforme apresentado anteriormente.

O número de distúrbios é a variável que representa o fenômeno de perturbação ou movimentação da pilha que, por sua vez, contribui para ocorrência das emissões, pois segundo a metodologia proposta pelo AP-42, a emissão atmosférica só será passível de ocorrer se houver algum distúrbio provocado na pilha.

Dessa forma, foi solicitado aos empreendimentos que enviassem dados operacionais das pilhas de estocagem de materiais para determinação do número de distúrbios. Para os casos onde foi possível estimá-lo, foram consideradas as seguintes variáveis:

- Quantidade de material movimentado na pilha;
- Capacidade de estocagem da pilha;
- Tipo de empilhamento e recuperação.

Primeiramente, foi determinado o número de pilhas formadas no ano de 2015 (n) através da Equação A.35:

$$n = \frac{Q}{C}$$

(Equação A.35)

Onde:

n = número de pilhas formadas;

Q = quantidade de material movimentado [t];

C = capacidade de estocagem da pilha [t].

Após a quantificação do número de pilhas formadas foi estimado o número de vezes em que a área superficial da pilha é movimentada em função do tipo de empilhamento e recuperação, ou seja, foi determinado o número de distúrbios durante a formação e recuperação de uma pilha. Por exemplo, para um empilhamento do tipo *Windrow* e recuperação feita em bancadas o número de vezes que a pilha movimentada foi determinado da seguinte forma:

Informações:

- O empilhamento é feito em lotes, onde cada lote da pilha possui uma altura de 1,5 metros;

- A recuperação é feita em bancadas, onde cada bancada possui uma altura de 5,0 metros;

A pilha possui altura total de 15 metros.

Determinação do número de vezes em que a área superficial da pilha é movimentada:

- Número de lotes no empilhamento

$$N_e = \frac{h_p}{h_l}$$

(Equação A.36)

Onde:

N_e = número de distúrbios ocorridos durante o empilhamento da pilha;

h_p = altura total da pilha [m];

h_l = altura do lote [m].

Aplicação dos valores na fórmula:

$$N_l = \frac{15}{1,5} = 10 \text{ lotes}$$

- Número de bancadas na recuperação

$$N_b = \frac{h_p}{h_b}$$

(Equação A.37)

Onde:

N_r = número de distúrbios ocorridos durante a recuperação da pilha;

h_p = altura total da pilha [m];

h_l = altura da bancada [m].

Aplicação dos valores na fórmula:

$$N_b = \frac{15}{5} = 3 \text{ bancadas}$$

Através da utilização Equação A.37. foi determinado o número distúrbios provocados na área superficial da pilha durante o empilhamento e recuperação, que para o exemplo apresentado acima é de 13 vezes.

$$N = N_e + N_r$$

(Equação A.38)

Onde:

N = número distúrbios na pilha;

N_e = número de distúrbios ocorridos durante o empilhamento da pilha;

N_r = número de distúrbios ocorridos durante a recuperação da pilha.

Desta forma, o número total de distúrbios ocorridos em uma pilha de materiais foi determinado através da equação apresentada a seguir:

$$N_T = n \cdot N$$

(Equação A.39)

Onde:

N_T = número total de distúrbios na pilha;

n = número de pilhas formadas;

N = número de distúrbios para o empilhamento e recuperação de uma pilha.

Esta abordagem foi considerada para as seguintes empresas: Vale, ArcelorMittal Tubarão e *Coqueria Heat Recovery*. Para os demais empreendimentos devido principalmente à ausência de informações, foram utilizadas algumas considerações conforme a particularidade de cada um.

Taxa de Emissão

A emissão de material particulado proveniente de pilhas de materiais foi obtida através da seguinte equação:

$$E_i = \frac{FE_i \times A}{10^3} \cdot \left(1 - \frac{EC}{100}\right)$$

(Equação A.40)

Onde:

E_i = emissão do poluente i [kg];

FE_i = fator de emissão para MP com diâmetro aerodinâmico $\leq i$ μm [g/m²];

A = Área afetada da pilha ou área superficial da pilha [m²];

EC = eficiência de controle [%].

A área superficial da pilha depende da geometria (cônica, prisma triangular, trapezoidal, dentre outras) e dimensões dos pátios de estocagem (altura, largura e comprimento). Como nos grandes pátios de estocagem de materiais há uma diversidade de tamanhos e configurações de pilhas, foi adotada a geometria da pilha que representasse o caso mais típico no pátio, de forma a simplificar os cálculos e viabilizar a estimativa das emissões.

Segundo a formulação para erosão eólica da USEPA (2006), a emissão ocorre no evento de velocidade registrada pelo anemômetro, com decaimento da ordem de poucos minutos. Assim, é razoável dizer que a massa emitida calculada está associada a referência temporal analisada, dessa forma, nos memoriais de cálculo dos empreendimentos, a taxa de emissão é apresentada em kg/evento de emissão e kg/período. De forma a facilitar o entendimento, as emissões também foram apresentadas em kg/dia e kg/h.

Eficiência de Controle

Vale ressaltar que alguns pátios de estocagem contam com aplicação de controles simultâneos para redução da emissão de material particulado, como por exemplo, sistema de *wind fence* e/ou utilização de umectação e supressores de poeira. Portanto, a eficiência com aplicação de controles simultâneos foi obtida através da equação a seguir:

$$EC = [(1 - EC_1) \cdot (1 - EC_2) \dots (1 - EC_n)] \cdot 100$$

(Equação A.41)

Onde:

EC = eficiência de controle [%];

EC_1 = eficiência da medida de controle 1;

EC_2 = eficiência da medida de controle 2;

EC_n = eficiência da medida de controle n .

Em relação aos valores dos percentuais de redução de emissão das medidas de controle, foram priorizados quando informados pelo empreendimento ou obtidos no processo de licenciamento ambiental do IEMA. Para os casos onde não haviam informações fornecidas, foi aplicado o menor valor da faixa da eficiência de redução de emissão para a tecnologia utilizada, sendo obtido em: “*Western Regional Air Partnership’s Fugitive Dust Handbook*” (Countess Environmental, 2006) e “*National Pollutant Inventory*” (Australian Government, 2012).

A.3.1 Conversão da Velocidade do Vento

Para obtenção da velocidade de rajada do vento, foi aplicado o fator de rajada para transformar a velocidade média monitorada em velocidade de rajada.

Segundo Fisch (1999) o estudo das rajadas de vento é uma das formas de se analisar a estrutura da turbulência de um determinado local, sendo que estas podem ser definidas como aumento/diminuição repentina da velocidade do vento em ciclos muito pequenos e contínuos. O fator ou pico de rajadas é um parâmetro de engenharia normalmente utilizado para estabelecer quanto os valores máximos são superiores aos valores médios.

O fator de rajada (G) é o valor obtido a partir da relação entre a velocidade de rajada e a velocidade média (Equação A.42), que em geral varia entre 1,3 e 2,5, dependendo da rugosidade do terreno e do intervalo de tempo sobre o qual seja calculada a média.

$$G = \frac{V_{max}}{V_m} \quad \text{(Equação A.42)}$$

Onde:

G = fator de rajada;

V_{max} = velocidade de rajada [m/s];

V_m = velocidade média, medida com anemômetro a 10 metros de altura [m/s].

As velocidades de rajadas são medidas sobre intervalos curtos de tempo (2 ou 3 segundos). A Tabela A.21 apresenta fatores de rajada obtidos em estudos realizados no Brasil por alguns autores.

Tabela A.21 – Fator de rajada

Fator de Rajada	Autor
1,52 ^a ; 1,67 ^b ; 2,04 ^c	Galindez (1979)
1,60 – 1,70	Fisch (1999)
1,49 – 1,55	Eletrosul (2010)
1,30 – 1,80	Marciotto e Fisch (2011)
2,34	Silva (2007)

Nota:

a: Exposição 1 – zona plana, sem obstruções, superfície de água

b: Exposição 3 – zonas onduladas ou florestas, zonas urbanas com edificação de altura média inferior a 10 m.

c: Exposição 4 – superfícies com numerosas obstruções, centros de grandes cidades com edificação irregular com mais de 25 m de altura.

Dessa forma, a velocidade de rajada do vento foi estimada através do produto entre o fator encontrado a partir de dados de medição ou adotado valor da tabela acima e a velocidade média do vento monitorada a uma altura de 10 metros, conforme a equação a seguir:

$$V_{max} = G \times V_m \quad \text{(Equação A.43)}$$

Onde:

V_{max} = velocidade de rajada [m/s];

G = fator de rajada;

V_m = velocidade média, medida com anemômetro a 10 metros de altura [m/s].

O fator de rajada (G) utilizado para o presente inventário foi de 1,67, conforme a classificação de exposição 3 proposta por Galindez (1979), apresentada na Tabela A.21.

A.4. CONSTRUÇÃO CIVIL

A.4.1 Medição de Material Particulado na Construção Civil

Inicialmente, pretendeu-se realizar a estimativa de material particulado em empreendimentos da construção civil predial através da realização de seis campanhas de monitoramento, a fim de identificar um fator de emissão de material particulado em relação a cada fase da obra: (1) preparo do terreno/fundação, (2) superestrutura e (3) acabamento.

A necessidade de monitoramento das emissões atmosféricas de empreendimentos da construção civil no inventário da RGV, para obtenção de fatores de emissão, deve-se ao fato que os fatores de emissão propostos pela USEPA e EMEP/EEA são característicos de tecnologias aplicadas na construção de edifícios que ainda não são amplamente aplicadas no Brasil, como *wood frame* e *steel frame*. No Brasil, são predominantes edifícios construídos em alvenaria, tecnologia que acarreta numa maior geração de resíduos. Dessa forma, na tentativa de conhecer melhor a dinâmica de ocorrência das emissões de material particulado na construção civil, foram propostas as campanhas de monitoramento de material particulado em empreendimentos da Região da Grande Vitória.

As seis campanhas de monitoramento foram compostas por duas medições para cada fase da obra (fundação, superestrutura e acabamento) em empreendimentos distintos, totalizando três empreendimentos (Tabela A.22), sendo estes selecionados em conjunto com o IEMA.

Tabela A.22 – Empreendimentos onde foram realizadas as medições de material particulado

Data da Medição	Empreendimento	Etapa	Coordenadas [°]	
			Latitude	Longitude
24/05/2018 14/06/2018	Edifício Facilitá	Fundação	-20,312665	-40,302444
14/06/2018 21/06/2018	Edifício Mar Dourado	Acabamento	-20,371181	-40,303882
21/06/2018 06/06/2018	Edifício Mar do Caribe	Superestrutura	-20,373508	-40,304731

A metodologia adotada para o monitoramento das atividades de construção civil predial é conhecida como método do perfil de exposição (*exposure-profiling method*), aplicada por diversos órgãos internacionais, tais como USEPA (2013); *Western Regional Air Partnership's* (WRAP) em conjunto com a *Countess Environmental* e *Midwest Research Institute* (MRI) (2006).

O método do perfil de exposição utiliza o conceito de amostragem através de um perfil vertical posicionado a *downwind* da fonte, em que o vento ambiente assume o papel de direcionador do escoamento da pluma até o sistema de monitoramento instalado, onde as concentrações são medidas em diferentes pontos traçando um perfil de concentrações.

Para a medição de emissões difusas de material particulado na fase de fundação, utilizando o método supracitado, um sistema de monitoramento foi estruturado sob um perfilador a sotavento (*downwind*) da fonte emissora (denominado Perfilador Móvel), ilustrado na Figura A.27, contendo:

- ❑ Amostradores de PTS, distribuídos verticalmente a uma altura máxima de 12 metros, em 3 diferentes pontos de tomada de amostra em relação ao solo;
- ❑ Sensores de velocidade e direção do vento.

Ainda, foi posicionado a barlavento (*upwind*) do local de preparo do terreno, um tripé contendo um amostrador de partículas para medição da concentração de background no local, com operação simultânea ao Perfilador Móvel.

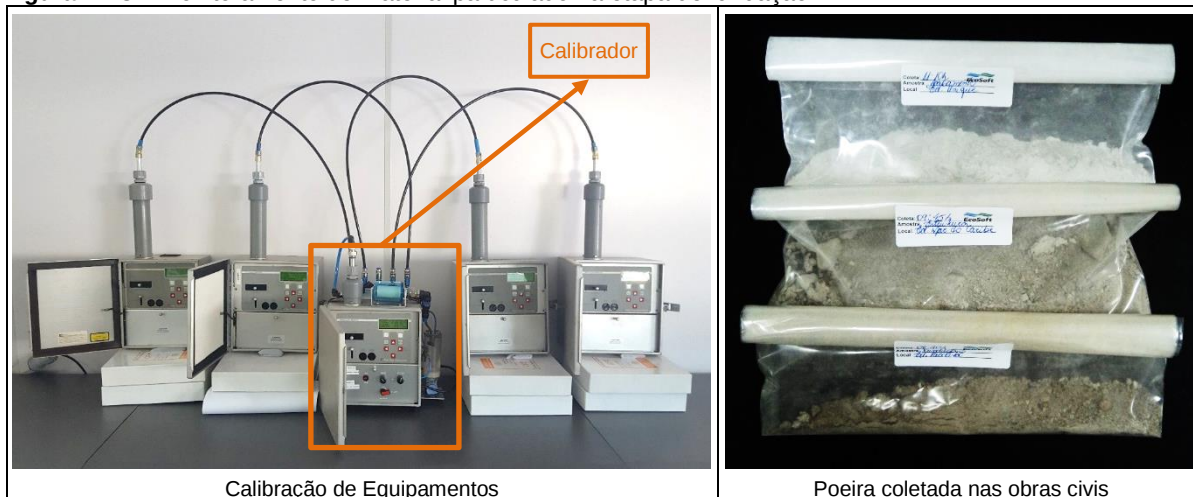
Figura A.27 – Monitoramento de material particulado na etapa de fundação



A medição das concentrações de PTS (Partículas Totais em Suspensão) nas fases de superestrutura e acabamento foi realizada em relação ao perfil horizontal da edificação, sendo: 1 amostrador de background na abertura de entrada do vento e 3 amostradores distribuídos horizontalmente na abertura de saída do vento.

Os monitores utilizados para medição das concentrações de partículas na condição barlavento e sotavento foram do tipo E-Sampler, fabricados pela *Met One Instruments*. Esses monitores foram devidamente calibrados com o material particulado coletado nos empreendimentos, conforme apresentado na Figura 28. O monitoramento realizado em cada empreendimento teve duração média de amostragem de 1 hora.

Figura A.28 – Monitoramento de material particulado na etapa de fundação



O E-Sampler é um monitor que combina duas tecnologias consagradas para a medição de partículas na atmosfera: *light scatter* (ou difração de luz) e gravimetria. No primeiro método, denominado *light scatter*, o equipamento usa a fração de luz que se dispersa através da amostra de ar forçada a passar por um feixe luminoso, possibilitando a determinação em tempo real das concentrações de material particulado.

A gravimetria utiliza o tradicional método gravimétrico para determinação das concentrações avaliadas. O material particulado presente na amostra de ar, que é introduzida a uma vazão constante no equipamento, deposita-se em um filtro, específico para esse fim, que foi previamente desidratado e pesado. Após o período de coleta, o filtro é novamente seco e pesado. A Equação A.44 apresenta a formulação utilizada para determinação da concentração média de material particulado.

$$C_m = \frac{m_1 - m_0}{V_a}$$

(Equação A.44)

Onde:

C_m = concentração média da amostra [mg/m³];

m_1 = massa média do filtro sujo [mg];

m_0 = massa média do filtro limpo [mg];

V_a = volume total amostrado [m³].

Após a medição das concentrações, a Equação A.45 representa a integração da distribuição espacial do fluxo de massa (perfil de exposição), que em conjunto com as concentrações e a velocidade do vento, possibilitaram a obtenção da taxa de emissão de particulado na fonte analisada.

$$R = \int_A C(h, w) u(h, w) dh dw$$

(Equação A.45)

Onde:

R = Taxa de emissão [g/s];

C = Concentração total amostrada [g/m³];

u = Velocidade do vento [m/s];

h = Coordenada da distância vertical [m];

w = Coordenada da distância horizontal [m];

A = Área transversal efetiva da pluma [m²].

As informações para determinação das variáveis h , w e A foram obtidas nos locais durante a medição.

Os resultados de monitoramento de PTS obtidos foram analisados e discutidos com o corpo acadêmico da FEST e, apesar do resultado obtido médio para MP (0,08 g/m².h) ser muito próximo do fator de emissão do EMEP (EEA, 2016) (0,11 g/m².h), foi acordado que deveria ser utilizado o fator de emissão de MP proposto pela EEA (2016), pois a amostragem da medição de material particulado para construção civil foi pouco representativa estatisticamente para os diversos empreendimentos existentes na RGV.

A.4.2 Fator de Emissão

A taxa de emissão de material particulado em empreendimentos da construção civil foi determinada por meio da Equação A.46, proveniente da seção 2.A.5.b: *Construction and Demolition* do EMEP (EEA, 2016).

$$TE_{MP_{10}} = \frac{FE_{MP_{10}} \cdot A_{afetada} \cdot d \cdot \left(1 - \frac{EC}{100}\right) \cdot \left(\frac{24}{PE}\right) \cdot \left(\frac{s}{9\%}\right)}{8760}$$

(Equação A.46)

Onde:

$TE_{MP_{10}}$ = Taxa de emissão de MP₁₀ [kg/h];

$FE_{MP_{10}}$ = Fator de emissão do MP₁₀ [kg/m².ano];

$A_{afetada}$ = Área afetada pela atividade da construção [m²];

d = Duração da construção [ano];

EC = Eficiência do controle da emissão [%];

PE = Índice de precipitação-evaporação de *Thornthwaite*;

s = Teor de *silt* do solo [%];

8.760 = conversão de unidade de ano para hora.

Para a estimativa da emissão das outras frações de material particulado (MP e MP_{2.5}), o documento do EMEP (EEA, 2016) recomenda que a emissão de MP_{2.5} seja da ordem de 10% da emissão do MP₁₀. Além disso, do total de MP emitido, cerca de 30% representa a fração de MP₁₀ (USEPA, 1999). As frações do MP_{2.5} e MP supracitadas são representadas pelos seus

respectivos fatores de emissão apresentados na Tabela A.23. Dessa forma, tais fatores de emissão foram utilizados para estimar a emissão de MP e MP_{2.5}.

O quantitativo de empreendimentos e características das obras foi fornecido pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado do Espírito Santo (SINDUSCON, 2015).

Fator de emissão

Uma vez que as construções civis na RGV durante o ano de 2015 compreenderam majoritariamente obras de construção de casas e edifícios, foi utilizado os fatores de emissão de material particulado correspondentes à cada categoria da fonte (construção de casas ou edifícios), de acordo com a Tabela A.23.

Tabela A.23 – Fatores de emissão utilizados para obras da construção civil por categoria de fonte

Categoria da Fonte	Fator de Emissão do Poluente [kg/m ² .ano]		
	MP	MP ₁₀	MP _{2.5}
Construção de Casas	0,29	0,086	0,0086
Construção de Edifícios	1	0,3	0,03

Fonte: Adaptado de EEA (2016)

Área afetada pela atividade da construção

A área afetada pela atividade da construção representa a área total na qual a atividade de construção exerce influência (EEA, 2016). Para a determinação da área afetada, foi utilizada as informações enviadas pelo SINDUSCON (2015) referente à área de cada empreendimento em construção durante o ano de 2015.

Duração da construção

Tendo em vista que o inventário compreende como base o ano de 2015, foi considerada a duração de construção equivalente a 1 ano. Dessa forma, cabe ressaltar que o resultado das emissões não representa a emissão total da construção do empreendimento, uma vez que as obras podem apresentar durações superiores a 1 ano.

Eficiência do controle da emissão

Uma vez que as informações sobre as medidas de controle de emissão nas obras de construção civil não foram fornecidas e/ou estavam disponíveis, não foi considerada a eficiência do controle na estimativa das emissões.

Índice de precipitação-evaporação de *Thornthwaite*

O Índice de precipitação-evaporação de *Thornthwaite* (PE) é um indicador do teor de umidade do solo (EEA, 2016), e é calculado a partir da precipitação mensal e da temperatura média, conforme a Equação A.47.

$$PE = 3,16 \sum_{i=0}^{12} \left(\frac{P_i}{1,8 T_i + 22} \right)^{\frac{10}{9}}$$

(Equação A.47)

Onde:

PE = Índice de precipitação-evaporação de *Thornthwaite*;

P_i = Precipitação mensal [mm];

T_i = Temperatura média [°C].

Utilizou-se para a aplicação da Equação A.47 os dados de temperatura média e precipitação mensal do ano de 2015, obtidos da Estação Meteorológica Automática de Vitória (A612) do INMET.

Teor de *silt* do solo

O *silt* é a parcela do solo mais suscetível à emissão de poeira. Sendo assim, a estimativa da emissão das obras de construção civil deve considerar o teor de *silt* do solo da área afetada. Devido à impossibilidade de medição do teor de *silt* em cada solo da área da obra da construção civil, é recomendado para a estimativa da emissão a utilização do teor de *silt* médio. Nesse sentido, de acordo com EEA (2016), para áreas urbanas, o teor de *silt* médio encontra-se próximo ao teor de *silt* de superfícies com areia. Portanto, foi considerado o valor típico de 12% para o teor de *silt* em superfícies com areia (USEPA, 1999).

A.5. AEROPORTO

As emissões atmosféricas relacionadas ao Aeroporto de Vitória (Eurico de Aguiar Salles) compreenderam em duas componentes: as emissões referentes às atividades regulares de funcionamento do aeródromo e as atividades relacionadas às obras de construção do novo aeroporto de Vitória.

Quanto às atividades regulares de funcionamento do aeródromo, foi utilizado como referência o último Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas da Aviação Civil publicado (ANAC, 2014). Nesse inventário, cujo ano base é de 2013, constam as emissões atmosféricas de pouso e decolagem das aeronaves, assim como as emissões provenientes da Unidade Auxiliar de Potência no Aeroporto de Vitória. Adicionalmente, foi considerada as emissões de máquinas e equipamentos (metodologia apresentada na seção A.12 deste documento) utilizados no auxílio das atividades de funcionamento do aeródromo durante o ano de 2015, cujas informações foram fornecidas através de ofícios pela INFRAERO.

Em relação às obras de construção do novo aeroporto de Vitória, foram consideradas os seguintes processos passíveis de emissões: operação de máquinas e equipamentos (seção A.12); erosão eólica em pilhas de materiais (seção A.3); vias de tráfego (subseção A.2.5); transferência de materiais (subseção A.1.2); e compactação do terreno.

Para as emissões relacionadas à compactação do terreno, foi utilizada a equação proveniente da seção 11.9 *Western Surface Coal Mining* do AP-42 (USEPA, 1998), para a operação de escavação e compactação, conforme as Equações A.48, A.49 e A.50:

$$TE_{MP} = \frac{2,6 \cdot (s)^{1,2}}{(M)^{1,3}} \cdot n \cdot \left(1 - \frac{EC}{100}\right)$$

(Equação A.48)

$$TE_{MP_{10}} = \left(\frac{0,45 \cdot (s)^{1,5}}{(M)^{1,4}} \right) \cdot 0,75 \cdot n \cdot \left(1 - \frac{EC}{100}\right)$$

(Equação A.49)

$$TE_{MP_{2.5}} = TE_{MP} \cdot 0,105 \cdot n \cdot \left(1 - \frac{EC}{100}\right)$$

(Equação A.50)

Onde:

- TE_{MP} = Taxa de emissão de MP [kg/h];
- $TE_{MP_{10}}$ = Taxa de emissão de MP₁₀ [kg/h];
- $TE_{MP_{2.5}}$ = Taxa de emissão de MP_{2.5} [kg/h];
- s = Teor de *silt* [%];
- M = Teor de umidade do material [%];
- n = número de horas trabalhadas do equipamento [horas];
- EC = eficiência de controle de emissão [%].

O teor de *silt* (s) e o teor de umidade do material (M) utilizados foram os valores médios apresentados na Tabela 13.2.4.1 do AP-42 seção 13.2 *Aggregate Handling And Storage Piles* (USEPA, 2006).

Nas vias de tráfego da obra do aeroporto era aplicada umectação para controle de material particulado, sendo considerado o valor de 55% obtido no “WRAP Fugitive Dust Handbook” (Countess Environmental, 2006).

A.6. PORTOS

A quantificação das emissões atmosféricas devido à movimentação de navios nos portos localizados na RGV foi fundamentada nos fatores de emissão disponíveis pela EC (2002) e publicados pelo EMEP/EEA *Emission Inventory Guidebook*. A equação geral utilizada na formulação é apresentada abaixo (Equação A.51) e considera o período de manobra do navio e o tempo em espera no porto.

$$TE_i = \frac{QE_m \cdot EF_{m,i} + QE_e \cdot EF_{e,i}}{8760}$$

(Equação A.51)

Onde:

- TE_i = Taxa de emissão do poluente i [kg/h];

QE_m = Quantidade de energia utilizada pelo navio durante a manobra [kWh/ano];
 QE_e = Quantidade de energia utilizada pelo navio durante a espera no porto [kWh/ano];
 $EF_{m,i}$ = Fator de emissão para o poluente i durante a manobra do navio [kg/kWh];
 $EF_{e,i}$ = Fator de emissão para o poluente i durante a espera do navio no porto [kg/kWh].
 8.760 = Conversão de unidade de ano para horas;

A quantidade de energia utilizada em cada operação do navio é estimada em relação a potencial total da embarcação. De acordo com a EC (2002), existe uma relação entre a demanda dos motores principais e auxiliares em relação a potência do navio, durante a manobra e na espera no porto, conforme apresentado na Tabela 27.

Tabela A.24 – Demanda dos motores principais e auxiliares em relação a potência do navio

Operação	Motor principal	Tempo*	Motores auxiliares
Espera no porto	20%	5%	40%
Manobra	20%	100%	50%

(*) Percentual do tempo em que todo o motor principal funciona durante cada operação

Fonte: EC (2002)

Dessa forma, a quantidade de energia utilizada em cada operação é estimada de acordo com as seguintes equações:

$$QE_m = N. (0,2.P + 0,5.P).Tm \quad (\text{Equação A.52})$$

$$QE_e = N. (0,2.0,05.P + 0,4.P).Te \quad (\text{Equação A.53})$$

Onde:

N = número de navios atracados no porto durante o ano de 2015;
 P = Potência do navio [kW];
 Tm = tempo de espera do navio durante a manobra [h];
 Te = tempo de espera do navio durante a espera no porto [h];

A utilização de rebocadores nas operações de manobra também foi objeto das estimativas de emissões atmosféricas. Contudo, a abordagem utilizada em cada caso está relacionada às informações disponíveis. Nos casos onde havia o consumo de combustível dos rebocadores, utilizou-se os fatores de emissões propostos, agora expressos por tonelada de combustível utilizado. Em outros casos, foi utilizada a mesma abordagem dos navios em geral, considerando, porém, apenas a operação de manobra.

Alguns portos possuem movimentação de grãos e outros materiais cuja emissões podem ser estimadas através das seções A.1.2 e A.1.3. Além disso, foram estimadas as emissões que ocorrem nas vias de tráfego utilizando a seção A.2.5 deste documento.

A.7. FERROVIAS

As emissões atmosféricas de gases e partículas provenientes dos motores de locomotivas movidas a diesel foram estimadas utilizando fatores de emissão disponibilizados no *Technical Highlights – Emission Factor for Locomotives* do Escritório de Transporte e Qualidade do Ar da USEPA (2009). A quantificação das emissões provenientes de locomotivas foi realizada através da Equação A.54:

$$TE_{ij} = EF_i \cdot C_j$$

(Equação A.54)

Onde:

TE_{ij} = taxa de emissão média do poluente i no trecho j da ferrovia [kg/h];

EF_i = fator de emissão para o poluente i [kg/L];

C_j = consumo de diesel da locomotiva no trecho j [L/h];

Os trechos da ferrovia que foram considerados no inventário compreendem o início da ferrovia no trecho urbano da RGV até a empresa Vale ou até o porto de Capuaba. O consumo de combustível em cada trecho da ferrovia é estimado através do produto do consumo específico da locomotiva, expressa em L/TKB, com a quantidade de tonelada bruta transportada por quilômetro. A tonelada bruta envolve a quantidade de material transportado e o peso dos vagões.

A.8. POSTOS DE COMBUSTÍVEIS

Os postos de combustível foram inventariados conforme metodologia apresentada na seção 1.B.2.a.v *Distribution of oil products* do EMEP (EEA, 2016).

Para este inventário, foram consideradas as emissões que ocorrem no armazenamento do tanque (durante o seu enchimento e respiro) e as emissões do reabastecimento da frota veicular (incluindo vazamentos e gotejamentos), provenientes do manuseio da gasolina, etanol e do diesel. A equação para a estimativa das emissões supracitadas é dada por:

$$ME = \frac{EF \cdot Vol_{disp} \cdot TVP}{1000 \cdot 8760}$$

(Equação A.55)

Onde:

ME = Massa emitida [kg/h];

EF = Fator de emissão [g/m³ consumo/kPa TVP];

Vol_{disp} = Volume de gasolina armazenado [m³];

TVP = Pressão de Vapor Real na gasolina estocada a temperatura ambiente [kPa];

8.760 = Conversão de unidade de ano para horas;

1.000 = Conversão de unidade de g para kg.

Os fatores de emissão dos processos de armazenamento do tanque e reabastecimento de veículos utilizados encontram-se nas Tabelas 3-8 a 3-11 na seção 1.B.2.a.v (EEA, 2016) e são apresentados na Tabela A.28.

O volume armazenado dos combustíveis (parâmetro Vol_{disp} da Equação A.55) gasolina, etanol e diesel durante o ano de 2015 foram disponíveis pela ANP.

Tabela A.25 – Fatores de emissão para estimativa de COV em postos de combustíveis

Processo		Fator de Emissão NMVOC ^a [g/m ³ consumo/kPa TVP]
Tanque de Armazenamento	Enchimento	24
	Respiro	3
Reabastecimento de veículos	Reabastecimento sem controle de emissão	37
	Vazamentos e Gotejamentos	2

Fonte: Adaptado de EEA (2016).

Nota:

^a NMVOC – compostos orgânicos voláteis não metano.

Os fatores de emissão apresentados acima são referentes ao combustível gasolina. Para os combustíveis etanol e diesel, foi adotada a abordagem por similaridade para estimativa das emissões de COV, considerando as características pertinentes a estes combustíveis (pressão de vapor, temperatura, etc.).

Para a aplicação dos fatores de emissão apresentados na Tabela A.28, é necessário determinar a Pressão de Vapor Real (TVP), dada pela Equação A.56.

$$TVP = RVP \cdot 10^{AT+B} \quad (\text{Equação A.56})$$

Onde:

T = Temperatura [°C];

RVP = Pressão de Vapor de Reid [kPa];

$A = 0,000007047 \cdot RVP + 0,0132$

$B = 0,0002311 \cdot RVP - 0,5236$

De acordo com EEA (2016), a variável T pode ser obtida pela média anual da temperatura ambiente. Dessa forma, utilizou-se a temperatura média na RGV (24,8°C), valor obtido através da normal climatológica de temperatura para os anos de 1991 a 2010 (INMET, 2018). Os dados da RVP para cada combustível (gasolina, etanol e diesel) foram obtidos na resolução da ANP Nº 40/2013 e de FISPQs – Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos (PETROBRAS, 2017).

A.9. TERMINAIS DE ESTOCAGEM DE COMBUSTÍVEIS

As emissões fugitivas de compostos orgânicos voláteis em terminais de estocagem de combustíveis são lançadas para atmosfera através dos respiros existentes no tanque, principalmente, durante o abastecimento e descarregamento de combustível.

As emissões provenientes destes terminais foram quantificadas conforme os modelos de emissão apresentados na seção 7.1 *Organic Liquid Storage Tanks* do AP-42 (USEPA, 2006). Para a realização das estimativas foram considerados dados operacionais e características dos tanques e líquidos estocados, dentre as quais se destacam:

- Tipo de tanque (teto fixo ou flutuante);
- Quantidade de combustível movimentada em cada tanque;
- Tipologia dos combustíveis armazenados (etanol, gasolina, óleo diesel e óleo combustível marítimo, etc.);
- Características físico-químicas do combustível (massa molecular de vapor, temperatura e pressão); e
- Características de armazenamento (volume do tanque, pressão do tanque taxa de insolação, etc.).

Além disso, foram estimadas as emissões de COV provenientes das estações de carregamento de combustíveis, através da equação apresentada na seção A.8 deste Apêndice.

A.10. ENVASADORAS DE GLP

O processo de envase de botijões com GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) pode promover o lançamento de compostos orgânicos voláteis para atmosfera. As emissões de COV no durante o envase de GLP podem ser estimadas de acordo com a Equação A.57:

$$TE_{COV} = \frac{EF_i \cdot n_i}{8.760}$$

(Equação A.57)

Onde:

TE_{COV} = Taxa de emissão de COV [kg/h];

EF_i = Fator de emissão do botijão de tamanho i [kg/botijão de tamanho i envasado];

n_i = Número total de botijões de tamanho i envasados no ano;

8.760 = Conversão de unidade de ano para horas;

Foi fornecido pela Nacional Gás Butano, através da aplicação de princípios de engenharia, o fator de emissão para o envase de botijão do tamanho P-13, cujo valor é de 0,0014 kg de COV/botijão P-13 envasado.

Cabe ressaltar que o fator de emissão apresentado é para botijões do tamanho P-13 (13kg). Dessa forma, para a estimativa da emissão de COV, o número de botijões envasados também deveria corresponder ao tipo P-13. No entanto, na maioria dos casos, a informação de envasamento de botijões P-13 não esteve disponível, mas sim a informação sobre o volume total de envase (kg) no ano de 2015. Sendo assim, para esses casos, o volume total de envase realizado pelas envasadoras de GLP foi considerado como sendo totalmente destinado para o enchimento de botijões do tamanho P-13.

A.11. ATERROS DE RESÍDUOS

As emissões atmosféricas provenientes das atividades existentes em um aterro de resíduos sólidos foram inventariadas segundo metodologia disponibilizada pelo AP-42 da USEPA (2018). Nos aterros inventariados foram estimadas as emissões atmosféricas provenientes das seguintes fontes: células dos aterros (decomposição anaeróbia), *flare*, escavação das células do aterro e do material de cobertura, transferências de materiais, vias (veiculares e ressuspensão), máquinas e equipamentos.

As emissões oriundas da decomposição anaeróbia dos resíduos foram estimadas através do software LandGEM (*Landfill Gas Model*), sendo este embasado nas formulações apresentadas na seção 2.4 *Municipal Solid Waste Landfills* do AP-42 (USEPA, 2008). O LandGEM utiliza como principal fonte de informação a quantidade de resíduos movimentada ao longo dos anos de operação, sendo este dado fornecido pelos empreendimentos.

A Equação A.58 apresenta a estimativa de poluentes provenientes do biogás gerado lançado diretamente para atmosfera, a partir do resultado gerado pelo LandGEM.

$$TE_i = \frac{TE_{i, LandGEM} \cdot \frac{G}{100} \cdot 1000}{8760}$$

(Equação A.58)

Onde:

TE_i = taxa de emissão para poluente i [kg/h];

$TE_{i, LandGEM}$ = taxa de emissão para poluente i estimada pelo LandGEM [t/ano];

G = fração de biogás que é lançado para atmosfera [%];

1.000 = conversão de unidade de tonelada para quilograma;

8.760 = conversão de unidade de ano para hora.

Os aterros sanitários empregam a tecnologia *flare* para tratamento do biogás gerado. A estimativa das emissões foi feita através da aplicação da Equação A.59.

$$TE_i = FE_i \cdot Q$$

(Equação A.59)

Onde:

TE_i = taxa de emissão para poluente i [kg/h];

Q = vazão de biogás queimado no *flare* [kg/10⁻⁶ dscm];

O fator de emissão foi obtido na seção 2.4 *Municipal Solid Waste Landfills* do AP-42 (USEPA, 2008), conforme apresentado na Tabela A.29.

Tabela A.26 – Fatores de emissão para *flare*

Poluente	Fator de Emissão [kg/10 ⁶ dscm]
NO ₂	631
CO	737
MP	238

Fonte: Adaptado de USEPA (2008).

Para estimativa da emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) no *flare*, foi aplicada a Equação A.60.

$$TE_{COV} = \frac{TE_{COV, LandGEM} \cdot \frac{G}{100} \cdot 1000}{8760} \cdot \left(1 - \frac{EC}{100}\right) \quad (\text{Equação A.60})$$

Onde:

TE_{COV} = taxa de emissão de COV [kg/h];

$TE_{COV, LandGEM}$ = taxa de emissão de COV estimada pelo LandGEM [t/ano];

G = fração de biogás que é queimado no *flare* [%];

1.000 = conversão de unidade de tonelada para quilograma;

8.760 = conversão de unidade de ano para hora;

EC = eficiência de controle de COV. A eficiência de controle do *flare* utilizada foi de 86%, valor obtido na Tabela 2.4-3 do AP-42 (USEPA, 2008).

Já estimava das emissões oriundas de transferência de materiais, escavação, vias (veiculares e ressuspensão) e máquinas e equipamentos foi realizada conforme as metodologias apresentadas nas seções A.1.2, A.5, A.2.5 e A.12.

A.12. MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

A emissão atmosférica proveniente da movimentação de máquinas e equipamentos foi estimada conforme o número de horas trabalhadas e modelo do equipamento, utilizando fatores de emissão obtidos no *Air Quality Management District* (AQMD, 2016). A Equação A.61 apresenta a formulação utilizada para determinação da taxa de emissão.

$$TE_i = n \cdot \frac{H}{24} \cdot EF_i \cdot 0,45 \quad (\text{Equação A.61})$$

Onde:

TE_i = taxa de emissão do poluente i [kg/h];

n = número de equipamentos de um determinado modelo;

H = número de horas por dia de operação do equipamento [hora/dia];

EF_i = fator de emissão do poluente i [kg/h];

0,45 = fator de conversão de libra para quilograma.

A.13. EMISSÕES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS

As emissões provenientes de residências e comércios foram estimadas considerando os processos de combustão de gás natural e gás liquefeito de petróleo (GLP) no preparo de alimentos, e também, devido ao uso de produtos de limpeza e higiene pessoal. A equação para a estimativa das emissões é dada pela Equação A.62.

$$TE_i = A \cdot FE_i$$

(Equação A.62)

Onde:

TE_i = taxa de emissão do poluente i;

A = taxa de atividade;

FE_i = fator de emissão do poluente i;

Para a estimativa da emissão de gás natural e de GLP, os dados da taxa de atividade A referem-se ao volume comercializado de cada combustível referente ao ano de 2015, fornecido pela ANP e pela BR Distribuidora. Já para o uso de solventes, o dado relativo à taxa de atividade representa o número de habitantes da RGV, obtidos na estimativa disponível pelo IBGE para o ano de 2015.

Quanto aos fatores de emissão, a USEPA fornece fatores específicos para cada processo (combustão de gás natural, combustão de GLP e uso de solventes). Portanto, esses fatores foram utilizados, e são obtidos nas seguintes seções:

- Consumo de gás natural: Seção 1.4 *Natural Gas Combustion* do AP-42 (USEPA, 1998);
- Consumo de GLP: Seção 1.5 *Liquefied Petroleum Gas Combustion* do AP-42 (USEPA, 2008);
- Uso de Solvente: Seção 4.10 *Commercial/Consumer Solvent Use* do AP-42 (USEPA, 1981).

APÊNDICE B – EMPRESAS NÃO CONSIDERADAS NO INVENTÁRIO

Do total de 136 empresas selecionadas, 33 não foram consideradas no presente inventário, o que corresponde a cerca de 24% do total. Tais empreendimentos não foram inventariados pois enquadraram-se em um dos seguintes aspectos:

- Empresas que estavam inoperantes;
- Empresas que não responderam ao ofício enviado pelo IEMA;
- Empresas onde não foi possível contatar devido à ausência de informações de cadastro atualizadas;
- Atividade da empresa para o ano base do inventário não era mais passível de emissão atmosférica.

Dessa forma, a Tabela B.1 apresenta a lista de empresas que não foram consideradas no inventário de emissões atmosféricas, e sua respectiva justificativa por não compor o inventário da RGV.

Tabela B.1 – Empresas não consideradas no Inventário de Emissões Atmosféricas da RGV

Município	Empresa	Justificativa
Cariacica	CRV Comércio de Metais Ltda	Inoperante
	GC Transporte e Comércio Ltda	Inoperante
	Montalvani Engenharia Ltda	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
	Transportes Gabardo Ltda	Inoperante
	Travix Vitória Terminais Retroportuários de Apoio	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
	Universo Empreendimentos Imobiliários Ltda	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
	Vinpar Viana Empreendimentos Imobiliários	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
Serra	Benetec Indústria e Comércio Ltda	Inoperante
	Benemec Carbon Indústria e Comércio Ltda	Inoperante
	Brick Engenharia e Comércio Ltda	Inoperante
	Concretomix Engenharia de Concreto Ltda	Não foi possível envio do Ofício pelo IEMA
	Ferreira Gonçalves Mineração Ltda	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
	Granitos Capixaba Indústria e Comércio Ltda	Inoperante
	Holcim Concreteira – Holcim Brasil S.A	Inoperante
	Isoalloys Indústria e Comércio de Metais S.A	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
	Poltex Polido Têxtil S.A	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
	Tintas Iquine Ltda	Inoperante
	Tracomal Terraplanagem e Construções Machado Ltda	Inoperante
	Ureserra Comércio e Gerenciamento de Resíduos Ltda	Não foi possível envio do Ofício pelo IEMA
Viana	ABN Transportes Ltda	Não foi possível envio do Ofício pelo IEMA
	Novaforma Química e Reciclagem Ltda	Não foi possível envio do Ofício pelo IEMA
	Perfil Alumínio do Brasil S.A	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA

Tabela B.1 (Conclusão) – Empresas não consideradas no Inventário de Emissões Atmosféricas da RGV

Município	Empresa	Justificativa
Viana	Rotasol Implementos Rodoviários Ltda	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
	Vitaplast Indústria e Comércio de Embalagens Plásticas Ltda	Inoperante
Vila Velha	Agro Industrial Vila Velha Importação e Exportação Ltda	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
	Construtora Terra Brasil Ltda	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
Vila Velha	Liquiport Vila Velha S.A	Ausência de atividade passível de emissão atmosférica ⁽¹⁾
	Mar e Terra Serviços e Marítimos e Transportes Ltda	Inoperante
	Perim Incorporações Ltda	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
	Terra Vermelha Indústria e Comércio Ltda	Não respondeu ao Ofício enviado pelo IEMA
	Torrefação e Moagem Tropical Indústria e Comércio Ltda	Inoperante
	Vem Terra Ltda	Inoperante
Vitória	Jacuhv Empreendimentos e Lazer Ltda	Inoperante

Nota:

(1) O parecer técnico GCA/CAIA Nº 13/13 apresentou uma análise técnica para ampliação da Liquiport visando a adição de 7 tanques de graneis líquidos (óleo diesel, gasolina, álcool anidro, etanol e resíduos). Os líquidos combustíveis armazenados em tanques emitem compostos orgânicos voláteis para atmosfera. Entretanto, no ano de 2015, havia apenas o armazenamento de hidróxido de sódio, não sendo um composto relevante em termos de emissões atmosféricas.

APÊNDICE C – TAXA DE EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DAS VIAS DE TRÁFEGO PRIMÁRIAS DA REGIÃO DA GRANDE VITÓRIA

A Tabela C.1 apresenta a taxa de emissão de emissões veiculares e de ressuspensão de material particulado, em kg/h, para cada via de tráfego primária mapeada na RGV.

Tabela C.1 – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Cariacica	Avenida 1 (1)	1,69	0,34	0,09	0,35	0,01	0,44	0,20
	Avenida 1 (2)	3,48	0,69	0,18	0,71	0,02	0,82	0,39
	Avenida América (1)	0,42	0,08	0,02	0,10	<0,01	0,12	0,07
	Avenida América (2)	1,59	0,31	0,08	0,11	<0,01	0,13	0,06
	Avenida América (3)	4,63	0,90	0,22	0,34	0,01	0,44	0,20
	Av. Brasil	2,87	0,56	0,14	0,20	0,01	0,23	0,09
	Av. Cariacica	3,19	0,63	0,17	0,62	0,02	0,77	0,27
	Av. Espírito Santo (1)	1,65	0,33	0,09	0,35	0,01	0,51	0,22
	Av. Espírito Santo (2)	1,15	0,23	0,06	0,24	0,01	0,35	0,16
	Av. Espírito Santo (3)	10,36	2,06	0,55	1,95	0,06	1,83	0,72
	Av. Espírito Santo (4)	3,41	0,68	0,18	0,66	0,02	0,58	0,28
	Av. Espírito Santo (5)	4,11	0,82	0,22	0,79	0,02	0,72	0,31
	Av. Expedito Garcia (1)	2,73	0,54	0,14	0,56	0,02	0,74	0,32
	Av. Expedito Garcia (2)	0,88	0,17	0,05	0,18	<0,01	0,26	0,11
	Av. Expedito Garcia (3)	0,65	0,13	0,03	0,14	<0,01	0,17	0,08
	Av. Expedito Garcia (4)	0,54	0,11	0,03	0,11	<0,01	0,13	0,07
	Av. Florentino Ávidos	2,95	0,57	0,14	0,22	0,01	0,36	0,14
	Av. Mariano Firme (1)	3,29	0,65	0,17	0,65	0,02	0,92	0,34
	Av. Mariano Firme (2)	1,63	0,32	0,09	0,33	0,01	0,50	0,18
	Av. Min. Eurico Sales de Aguiar	1,70	0,33	0,08	0,14	<0,01	0,25	0,12
	Av. Vale do Rio Doce (1)	1,83	0,36	0,10	0,39	0,01	0,72	0,26
	Av. Vale do Rio Doce (3)	1,54	0,31	0,08	0,32	0,01	0,54	0,21

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Cariacica	Av. Vale do Rio Doce (2)	6,73	1,34	0,35	1,45	0,04	2,45	1,02
	BR-101 (1)	38,48	7,63	2,02	7,00	0,24	3,98	1,89
	BR-101 (2)	9,97	2,47	1,02	16,14	0,55	8,11	4,04
	BR-101 (3)	15,17	3,76	1,55	24,48	0,84	11,49	5,88
	BR-101 Rodovia do Contorno (1)	1,59	0,40	0,16	2,72	0,09	2,22	1,07
	BR-101 Rodovia do Contorno (2)	1,44	0,36	0,15	2,40	0,08	1,75	0,79
	BR-101 Rodovia do Contorno (3)	3,22	0,80	0,33	5,31	0,18	3,57	1,61
	BR-101 Rodovia do Contorno (4)	4,34	1,08	0,44	7,09	0,24	4,18	1,95
	BR-262 (1)	1,29	0,30	0,11	1,58	0,04	1,90	0,92
	BR-262 (2)	1,31	0,30	0,11	1,60	0,04	2,04	0,92
	BR-262 (3)	2,58	0,60	0,21	3,21	0,09	4,14	2,00
	BR-262 (4)	2,94	0,68	0,24	3,62	0,10	4,40	2,13
	BR-262 (5)	1,32	0,31	0,11	1,64	0,04	2,24	1,02
	BR-262 (6)	1,74	0,40	0,14	2,11	0,06	2,65	1,17
	BR-262 (7)	1,55	0,36	0,13	1,87	0,05	1,86	1,00
	BR-262 (8)	3,11	0,72	0,26	3,64	0,11	3,46	1,67
	BR-262 (9)	3,30	0,76	0,27	3,69	0,12	2,63	1,25
	BR-262 (10)	2,86	0,66	0,23	3,44	0,10	3,67	1,85
	ES-080 (1)	1,01	0,22	0,07	0,80	0,02	1,20	0,49
	ES-080 (2)	1,02	0,22	0,07	0,77	0,02	0,87	0,35
	ES-080 (3)	1,13	0,25	0,08	0,86	0,03	0,96	0,42
	ES-080 (4)	3,33	0,72	0,23	2,61	0,07	3,04	1,48
	ES-080 (5)	0,63	0,14	0,04	0,50	0,01	0,75	0,30
	ES-080 (6)	0,64	0,14	0,05	0,50	0,01	0,61	0,26
	ES-080 (7)	2,53	0,55	0,18	1,88	0,06	2,09	0,82
	ES-080 (8)	2,40	0,52	0,17	1,78	0,06	1,85	0,76
	ES-080 (9)	1,42	0,31	0,10	1,07	0,03	1,10	0,48

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Cariacica	Estrada Boca do Mato	8,96	1,74	0,44	0,58	0,02	0,46	0,19
	Rua Alfredo Alcure	0,57	0,11	0,03	0,13	<0,01	0,22	0,11
	Rua Antônio Peixoto	6,65	1,32	0,35	1,31	0,04	1,39	0,62
	Rua Argeu Pinheiro	0,26	0,05	0,01	0,02	<0,01	0,06	0,02
	Rua B	2,28	0,44	0,11	0,16	<0,01	0,24	0,08
	Rua Bolívar de Abreu	0,79	0,16	0,04	0,17	<0,01	0,29	0,13
	Rua Castelo Branco (1)	3,68	0,71	0,18	0,27	0,01	0,49	0,17
	Rua Castelo Branco (2)	0,58	0,11	0,03	0,04	<0,01	0,06	0,02
	Rua Chile	0,70	0,14	0,03	0,06	<0,01	0,13	0,05
	Rua Clárcio Alves Ribeiro (1)	1,90	0,37	0,09	0,14	<0,01	0,22	0,10
	Rua Clárcio Alves Ribeiro (2)	7,20	1,40	0,35	0,52	0,01	0,61	0,30
	Rua Dom Bosco	1,31	0,26	0,06	0,10	<0,01	0,23	0,08
	Rua Dom Luís Scortegagna	0,25	0,05	0,01	0,02	<0,01	0,03	0,01
	Rua Dom Pedro II (1)	1,38	0,27	0,07	0,30	0,01	0,51	0,22
	Rua Dom Pedro II (2)	2,33	0,46	0,12	0,52	0,01	1,18	0,42
	Rua Duckla Coutinho	2,94	0,57	0,14	0,21	0,01	0,30	0,11
	Rua Eng. José Himério Silva Oliveira	1,12	0,22	0,05	0,07	<0,01	0,05	0,03
	Rua Eng. José Sertã	2,42	0,47	0,12	0,15	0,01	0,10	0,04
	Rua Getúlio Vargas	0,49	0,10	0,02	0,04	<0,01	0,06	0,03
	Rua Humaitá	1,05	0,20	0,05	0,09	<0,01	0,15	0,08
	Rua Leopoldina	4,24	0,82	0,21	0,30	0,01	0,40	0,15
	Rua Manoel Freire Correa	2,88	0,57	0,15	0,60	0,02	1,04	0,38
	Rua Manoel Joaquim dos Santos (1)	0,70	0,14	0,04	0,13	<0,01	0,15	0,06
	Rua Manoel Joaquim dos Santos (4)	0,98	0,20	0,05	0,20	0,01	0,28	0,11
	Rua Manoel Joaquim dos Santos (3)	1,06	0,21	0,06	0,21	0,01	0,28	0,12
	Rua Manoel Joaquim dos Santos (2)	1,37	0,27	0,07	0,28	0,01	0,39	0,17
	Rua Padre Osorio	0,18	0,04	0,01	0,02	<0,01	0,04	0,02

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Cariacica	Rua Palestina	3,75	0,74	0,20	0,71	0,02	0,65	0,26
	Rua Paraguai	1,99	0,39	0,10	0,16	<0,01	0,40	0,15
	Rua Pedro Nolasco (1)	3,82	0,74	0,19	0,30	0,01	0,38	0,21
	Rua Pedro Nolasco (2)	3,14	0,61	0,15	0,23	0,01	0,41	0,16
	Rua Peregrino	1,53	0,30	0,08	0,34	0,01	0,76	0,27
	Rua Pres. Getúlio Vargas	1,79	0,35	0,09	0,33	0,01	0,36	0,11
	Rua Pres. Venceslau Braz	0,59	0,11	0,03	0,04	<0,01	0,08	0,02
	Rua Quinze de Novembro	0,32	0,06	0,02	0,03	<0,01	0,07	0,03
	Rua Santo Antônio	0,63	0,13	0,03	0,13	<0,01	0,19	0,08
	Rua São José	4,29	0,83	0,21	0,32	0,01	0,39	0,20
	Rua São João	0,21	0,04	0,01	0,02	<0,01	0,05	0,02
	Rua Tito Olímpio Santana	0,01	0,00	0,00	<0,01	<0,01	<0,01	0,00
	Rua Valfredo Ferreira Paiva	6,05	1,17	0,29	0,45	0,01	0,66	0,29
	Rod. dos Imigrantes	7,18	1,39	0,35	0,51	0,01	0,58	0,27
	Rua Principal	10,34	2,05	0,55	1,98	0,06	2,60	0,83
	Via de Ligação BR-101 / ES-080	1,45	0,28	0,07	0,10	<0,01	0,09	0,04
	Via de Ligação ES-080 / Rua Pedro Nolasco (1)	2,44	0,49	0,13	0,50	0,01	0,66	0,27
	Via de Ligação ES-080 / Rua Pedro Nolasco (2)	0,90	0,18	0,05	0,18	0,01	0,22	0,09
	Rua São Jorge	4,24	0,82	0,21	0,31	0,01	0,36	0,18
	Av. Leopoldina	1,01	0,20	0,05	0,22	0,01	0,50	0,18
	Rua das Caviúnas	8,72	1,73	0,46	1,66	0,05	1,54	0,66
	Av. Gov. Gérson Camata	5,94	1,18	0,31	1,24	0,03	2,15	0,79
	Rua Principal	1,83	0,36	0,10	0,38	0,01	0,66	0,24
	Rua São Luís	1,39	0,28	0,07	0,29	0,01	0,50	0,19
	Rua Vasco da Gama	5,39	1,07	0,28	1,03	0,03	0,95	0,41
	Rua Honório Fraga	4,65	0,92	0,24	0,89	0,03	0,82	0,35
	Rua Sabino Vieira	1,58	0,31	0,08	0,30	0,01	0,28	0,12

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Serra	Av. Bahia	3,23	0,63	0,16	0,23	0,01	0,31	0,13
	Acesso a BR-101 (19)	1,39	0,27	0,07	0,10	<0,01	0,11	0,06
	Acesso a Norte-Sul	0,37	0,07	0,02	0,08	<0,01	0,10	0,06
	Acesso a Rod Norte-Sul (Cesan) (1)	0,62	0,12	0,03	0,13	<0,01	0,18	0,09
	Acesso a Rod Norte-Sul (Cesan) (2)	3,42	0,68	0,18	0,62	0,02	0,40	0,17
	Acesso BR-101 e ES-264	1,26	0,24	0,06	0,08	<0,01	0,07	0,02
	Alameda Jorge Monteiro de Carvalho	1,18	0,23	0,06	0,08	<0,01	0,08	0,03
	Av. August Saint Hilaire (1)	0,97	0,19	0,05	0,07	<0,01	0,08	0,03
	Av. August Saint Hilaire (2)	0,84	0,16	0,04	0,07	<0,01	0,09	0,06
	Av. Colatinense	2,86	0,56	0,14	0,21	0,01	0,37	0,13
	Av. Belo Horizonte	2,66	0,52	0,13	0,19	0,01	0,32	0,12
	Av. Bicanga	6,12	1,19	0,30	0,41	0,01	0,37	0,17
	Av. BNH	1,78	0,35	0,09	0,33	0,01	0,18	0,09
	Av. Brasil	10,64	2,11	0,56	2,16	0,06	3,04	1,21
	Av. Brasília (2)	7,72	1,53	0,40	1,63	0,04	2,00	1,03
	Av. Brasília (1)	9,32	1,85	0,49	1,98	0,05	2,55	1,30
	Av. Braúna	3,89	0,76	0,19	0,29	0,01	0,38	0,19
	Av. Brigadeiro Eduardo Gomes (1)	1,21	0,24	0,06	0,24	0,01	0,22	0,11
	Av. Brigadeiro Eduardo Gomes (2)	3,78	0,75	0,20	0,75	0,02	0,69	0,37
	Av. Carapebus (1)	4,16	0,82	0,22	0,83	0,02	0,78	0,41
	Av. Carapebus (2)	2,45	0,49	0,13	0,47	0,01	0,38	0,20
	Av. Carapebus (3)	1,41	0,28	0,07	0,29	0,01	0,30	0,16
	Av. Central (1)	1,17	0,23	0,06	0,27	0,01	0,42	0,22
	Av. Central (2)	0,63	0,13	0,03	0,15	<0,01	0,24	0,13
	Av. Central (3)	0,33	0,07	0,02	0,07	<0,01	0,10	0,05
	Av. Central (4)	0,65	0,13	0,03	0,15	<0,01	0,32	0,14
	Av. Central (5)	0,60	0,12	0,03	0,14	<0,01	0,32	0,14

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Serra	Av. Central B (1)	5,01	0,99	0,26	1,01	0,03	0,99	0,53
	Av. Central B (2)	5,45	1,08	0,29	1,11	0,03	0,97	0,59
	Av. Civit (1)	5,60	1,11	0,29	1,10	0,03	1,19	0,52
	Av. Civit (2)	6,10	1,21	0,32	1,12	0,04	0,78	0,34
	Av. Civit (3)	16,18	3,14	0,79	1,04	0,04	0,59	0,29
	Av. Civit (4)	0,91	0,18	0,04	0,06	<0,01	0,03	0,02
	Av. Colares Júnior	4,55	0,88	0,22	0,34	0,01	0,60	0,23
	Av. Copacabana (1)	2,36	0,47	0,12	0,42	0,01	0,42	0,24
	Av. Copacabana (2)	1,28	0,25	0,07	0,24	0,01	0,28	0,15
	Av. Copacabana (3)	3,27	0,65	0,17	0,63	0,01	0,64	0,46
	Av. Des. José Antônio Miguel Feu Rosa (1)	3,26	0,63	0,16	0,22	0,01	0,20	0,09
	Av. Des. José Antônio Miguel Feu Rosa (2)	4,92	0,96	0,24	0,37	0,01	0,48	0,25
	Av. Dona Teresa Cristina	0,99	0,19	0,05	0,08	<0,01	0,12	0,08
	Av. dos Metalúrgicos	2,38	0,47	0,13	0,44	0,01	0,31	0,14
	Avenida Doutor Milton David (2)	3,53	0,69	0,17	0,27	0,01	0,54	0,20
	Av. Eldes Scherrer Souza (1)	9,58	1,89	0,50	1,64	0,05	1,21	0,68
	Av. Eldes Scherrer Souza (2)	9,56	1,89	0,49	1,72	0,05	1,60	0,90
	Av. Eldes Scherrer Souza (3)	16,48	3,26	0,85	2,95	0,08	2,61	1,52
	Av. Eldes Scherrer Souza (4)	0,57	0,11	0,03	0,12	<0,01	0,18	0,12
	Av. Getúlio Vargas (1)	0,77	0,15	0,04	0,05	<0,01	0,07	0,03
	Av. Getúlio Vargas (2)	0,99	0,20	0,05	0,21	0,01	0,32	0,14
	Av. Industrial	4,01	0,80	0,21	0,82	0,02	0,96	0,46
	Av. Iri	1,11	0,22	0,05	0,08	<0,01	0,09	0,05
	Av. Jones dos Santos Neves	10,13	1,97	0,49	0,67	0,02	0,51	0,24
	Av. José Rato	4,91	0,98	0,26	1,04	0,03	1,21	0,66
	Av. João Palácio (1)	0,87	0,17	0,05	0,19	<0,01	0,23	0,13

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Serra	Av. João Palácio (2)	2,31	0,46	0,12	0,49	0,01	0,53	0,30
	Av. Laranjeiras x Yahoo (1)	4,70	0,93	0,25	1,01	0,03	1,20	0,68
	Av. Laranjeiras x Yahoo (2)	3,64	0,72	0,19	0,73	0,02	0,62	0,36
	Av. Martin Pescador	4,00	0,78	0,19	0,32	0,01	0,55	0,25
	Av. Minas Gerais	6,29	1,22	0,31	0,44	0,01	0,47	0,22
	Av. Nossa Senhora dos Navegantes	2,79	0,54	0,13	0,23	<0,01	0,35	0,21
	Av. Porto Canoa	2,63	0,52	0,14	0,54	0,01	0,60	0,31
	Av. Raul Leão Castelo (1)	2,49	0,49	0,13	0,51	0,01	0,55	0,29
	Av. Raul Leão Castelo (2)	1,48	0,29	0,07	0,11	<0,01	0,15	0,08
	Av. Região Sudeste (1)	5,13	1,00	0,25	0,37	0,01	0,37	0,19
	Av. Região Sudeste (2)	2,55	0,51	0,13	0,56	0,01	0,61	0,40
	Av. São Pedro	1,50	0,29	0,07	0,11	<0,01	0,16	0,08
	Av. Talma Rodrigues Ribeiro (1)	7,55	1,50	0,40	1,52	0,04	1,58	0,80
	Av. Talma Rodrigues Ribeiro (2)	8,92	1,77	0,47	1,79	0,05	1,72	0,91
	Av. Talma Rodrigues Ribeiro (3)	23,29	4,62	1,22	4,72	0,13	5,12	2,56
	Av. Talma Rodrigues Ribeiro (4)	4,36	0,85	0,21	0,28	0,01	0,20	0,09
	Av. Talma Rodrigues Ribeiro (5)	2,50	0,49	0,12	0,17	0,01	0,14	0,06
	Av. Talma Rodrigues Ribeiro (6)	0,62	0,12	0,03	0,04	<0,01	0,03	0,01
	Av. Ártica	8,35	1,62	0,41	0,62	0,02	0,73	0,38
	BR-101 (1)	2,83	0,68	0,26	4,52	0,12	5,09	2,86
	BR-101 (10)	0,34	0,08	0,03	0,51	0,02	0,47	0,24
	BR-101 (11)	1,16	0,28	0,11	1,74	0,05	1,47	0,83
	BR-101 (12)	1,49	0,36	0,14	2,23	0,07	2,10	1,06
	BR-101 (13)	0,62	0,15	0,06	0,93	0,03	0,84	0,42
	BR-101 (14)	1,90	0,46	0,17	2,89	0,08	2,84	1,49
	BR-101 (15)	1,12	0,27	0,10	1,68	0,05	1,43	0,81

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Serra	BR-101 (16)	7,44	1,79	0,68	11,22	0,33	9,34	5,44
	BR-101 (17)	3,58	0,86	0,33	5,32	0,16	4,59	2,41
	BR-101 (18)	1,86	0,45	0,17	2,79	0,08	2,30	1,30
	BR-101 (19)	1,72	0,41	0,16	2,58	0,08	2,21	1,21
	BR-101 (2)	0,56	0,14	0,05	0,88	0,02	0,97	0,50
	BR-101 (20)	1,54	0,37	0,14	2,23	0,07	1,56	0,87
	BR-101 (21)	1,29	0,31	0,12	1,94	0,06	1,79	0,94
	BR-101 (22)	0,74	0,18	0,07	1,10	0,03	0,90	0,48
	BR-101 (23)	0,50	0,12	0,05	0,74	0,02	0,55	0,31
	BR-101 (24)	1,57	0,38	0,15	2,31	0,07	1,75	0,97
	BR-101 (25)	0,83	0,20	0,08	1,26	0,04	1,21	0,63
	BR-101 (26)	1,46	0,35	0,14	2,17	0,07	2,03	0,99
	BR-101 (27)	1,85	0,44	0,17	2,74	0,08	2,26	1,21
	BR-101 (28)	23,35	5,59	2,18	32,71	1,09	18,19	9,65
	BR-101 (29)	0,92	0,22	0,08	1,38	0,04	1,11	0,63
	BR-101 (3)	0,72	0,17	0,07	1,17	0,03	1,45	0,78
	BR-101 (30)	0,78	0,19	0,07	1,14	0,04	0,84	0,46
	BR-101 (31)	0,43	0,10	0,04	0,63	0,02	0,53	0,28
	BR-101 (32)	8,67	2,07	0,80	12,51	0,40	6,85	4,59
	BR-101 (33)	1,55	0,37	0,14	2,24	0,07	1,23	0,82
	BR-101 (4)	0,31	0,08	0,03	0,47	0,01	0,41	0,23
	BR-101 (5)	0,29	0,07	0,03	0,40	0,01	0,22	0,11
	BR-101 (6)	2,80	0,67	0,26	3,88	0,13	2,29	1,06
	BR-101 (7)	8,25	1,97	0,77	11,32	0,39	5,45	2,73
	BR-101 (8)	1,55	0,37	0,14	2,34	0,07	2,11	1,14
	BR-101 (9)	0,11	0,03	0,01	0,19	<0,01	0,30	0,16

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Serra	ES-010 (1)	1,54	0,31	0,08	0,34	0,01	0,61	0,26
	ES-010 (10)	7,29	1,45	0,38	1,52	0,04	1,74	0,93
	ES-010 (11)	1,10	0,22	0,06	0,24	0,01	0,25	0,15
	ES-010 (12)	2,11	0,42	0,11	0,43	0,01	0,45	0,25
	ES-010 (13)	3,71	0,74	0,20	0,74	0,02	0,80	0,37
	ES-010 (14)	6,79	1,35	0,36	1,39	0,04	1,75	0,80
	ES-010 (15)	30,21	5,99	1,58	6,24	0,17	7,27	3,67
	ES-010 (16)	8,92	1,77	0,47	1,86	0,05	2,21	1,13
	ES-010 (17)	0,52	0,10	0,03	0,11	<0,01	0,13	0,07
	ES-010 (2)	1,99	0,39	0,10	0,41	0,01	0,40	0,25
	ES-010 (18)	2,03	0,40	0,11	0,42	0,01	0,51	0,25
	ES-010 (3)	12,28	2,44	0,64	2,43	0,07	2,03	1,16
	ES-010 (4)	11,54	2,29	0,60	2,35	0,07	2,23	1,29
	ES-010 (5)	14,45	2,98	0,86	6,46	0,18	7,15	3,71
	ES-010 (6)	10,21	2,02	0,53	2,12	0,06	2,37	1,26
	ES-010 (7)	2,58	0,51	0,13	0,55	0,01	0,72	0,37
	ES-010 (8)	4,76	0,94	0,25	0,99	0,03	1,10	0,59
	ES-010 (9)	2,40	0,48	0,13	0,50	0,01	0,52	0,31
	Avenida Doutor Milton David (1)	2,93	0,58	0,15	0,61	0,02	0,74	0,37
	Acesso a BR-101 (10)	0,14	0,03	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,00
	Rua 1A (1)	2,44	0,48	0,13	0,49	0,01	0,44	0,24
	Rua 1A (2)	4,13	0,80	0,20	0,30	0,01	0,33	0,18
	Rua 2	1,93	0,37	0,09	0,12	<0,01	0,07	0,03
	Rua 7	0,48	0,09	0,02	0,04	<0,01	0,05	0,03
	Rua Adão Bandeira (1)	4,48	0,89	0,23	0,95	0,02	1,08	0,60
	Rua Adão Bandeira (2)	3,23	0,64	0,17	0,69	0,02	0,94	0,47

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Serra	Rua Anchieta (1)	0,48	0,09	0,02	0,04	<0,01	0,06	0,04
	Rua Anchieta (2)	0,70	0,14	0,03	0,06	<0,01	0,06	0,04
	Rua Antônio Carom	1,53	0,30	0,07	0,12	<0,01	0,17	0,08
	Rua Antônio Francisco	0,28	0,06	0,01	0,02	<0,01	0,02	0,01
	Rua Atalides Moreira de Souza	22,37	4,34	1,09	1,39	0,05	0,62	0,27
	Rua Basílio da Gama	0,75	0,15	0,04	0,07	<0,01	0,14	0,07
	Rua C	1,35	0,26	0,07	0,09	<0,01	0,13	0,05
	Rua Carioca	2,46	0,48	0,12	0,16	0,01	0,12	0,05
	Rua Carlos Gomes	3,88	0,75	0,19	0,30	0,01	0,47	0,22
	Rua Cassiano Castelo	0,66	0,13	0,03	0,06	<0,01	0,10	0,06
	Rua Ceciliano Abel de Almeida (1)	0,60	0,12	0,03	0,05	<0,01	0,07	0,04
	Rua Ceciliano Abel de Almeida (2)	0,19	0,04	0,01	0,01	<0,01	0,03	0,01
	Rua Comendador Alcides Simão Helou	4,42	0,86	0,22	0,29	0,01	0,30	0,11
	Rua Crisalida	0,58	0,11	0,03	0,04	<0,01	0,05	0,03
	Rua da Magnólia	1,47	0,29	0,07	0,12	<0,01	0,21	0,10
	Rua Dom Pedro II	0,49	0,09	0,02	0,04	<0,01	0,06	0,03
	Rua Dom Pedro II (1)	2,27	0,44	0,11	0,15	<0,01	0,13	0,04
	Rua Dom Pedro II (2)	1,10	0,22	0,06	0,20	0,01	0,11	0,06
	Rua Domineu Rody Santana	0,30	0,06	0,01	0,02	<0,01	0,03	0,01
	Rua Domingos Martins	2,58	0,50	0,13	0,17	0,01	0,15	0,06
	Rua Edson Pompermayer	5,60	1,09	0,27	0,35	0,01	0,22	0,08
	Rua Elesbão Alexandre Miranda	0,67	0,13	0,03	0,05	<0,01	0,08	0,03
	Rua Euclides da Cunha (1)	3,24	0,63	0,16	0,25	0,01	0,44	0,18
	Rua Euclides da Cunha (2)	1,77	0,34	0,09	0,14	<0,01	0,24	0,12
	Rua Floriano Peixoto	1,59	0,31	0,08	0,11	<0,01	0,12	0,06
	Rua Geraldo Del Pupo (1)	1,35	0,26	0,07	0,09	<0,01	0,08	0,04

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Serra	Rua Geraldo Del Pupo (2)	2,80	0,54	0,14	0,19	0,01	0,15	0,08
	Av. Meridional	9,17	1,82	0,48	1,88	0,05	2,76	1,11
	Rua Guarapari (1)	2,01	0,39	0,10	0,17	<0,01	0,21	0,14
	Rua Guarapari (2)	2,05	0,40	0,10	0,16	<0,01	0,22	0,11
	Rua Guarapari (3)	1,08	0,21	0,06	0,23	0,01	0,31	0,16
	Rua Herman Stern (1)	0,32	0,06	0,02	0,02	<0,01	0,01	0,01
	Rua Herman Stern (2)	0,45	0,09	0,02	0,04	<0,01	0,09	0,04
	Rua Holdercim	9,41	1,87	0,49	1,81	0,06	1,33	0,75
	Rua Humberto de Campos	0,56	0,11	0,03	0,04	<0,01	0,02	0,02
	Rua Hélio Viana (1)	2,85	0,55	0,14	0,18	0,01	0,14	0,06
	Rua Hélio Viana (2)	1,53	0,30	0,07	0,11	<0,01	0,10	0,06
	Rua Irene Teresinha Grechi Basílio	0,80	0,15	0,04	0,06	<0,01	0,06	0,03
	Rua Jair Dessaune	0,93	0,18	0,05	0,07	<0,01	0,10	0,03
	Rua José Bonifácio	1,51	0,29	0,07	0,13	<0,01	0,24	0,12
	Rua João Evangelista de Souza	3,26	0,63	0,16	0,25	0,01	0,23	0,16
	Rua Maestro Manoel Xavier	1,53	0,30	0,07	0,11	<0,01	0,10	0,05
	Rua Major Pissara	1,72	0,34	0,08	0,13	<0,01	0,19	0,08
	Av. Braúna	7,04	1,37	0,34	0,45	0,02	0,33	0,13
	Rua Pequiá	0,45	0,09	0,02	0,09	<0,01	0,08	0,04
	Rua Princesa Isabel	0,78	0,15	0,04	0,06	<0,01	0,08	0,04
	Rua Rômulo Castelo	0,42	0,08	0,02	0,03	<0,01	0,05	0,02
	Rua Sabino Rosa	0,24	0,05	0,01	0,02	<0,01	0,05	0,02
	Rua Santo Pinto	1,18	0,23	0,06	0,09	<0,01	0,13	0,05
	Rua Severino Zanol Pome (1)	1,46	0,29	0,08	0,29	0,01	0,32	0,15
	Rua Severino Zanol Pome (2)	0,95	0,19	0,05	0,17	0,01	0,09	0,04
	Rua São José	1,13	0,22	0,06	0,25	0,01	0,37	0,19

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Serra	Rua São Paulo	1,34	0,26	0,07	0,10	<0,01	0,11	0,07
	Rod Contorno de Jacaraípe (1)	2,68	0,53	0,14	0,55	0,02	0,71	0,31
	Rod Contorno de Jacaraípe (2)	2,74	0,54	0,14	0,56	0,02	0,76	0,32
	Rod Norte-Sul (1)	2,36	0,47	0,12	0,55	0,01	0,76	0,46
	Rod Norte-Sul (10)	2,43	0,48	0,13	0,53	0,01	0,75	0,39
	Rod Norte-Sul (11)	4,72	0,94	0,25	1,00	0,03	1,09	0,63
	Rod Norte-Sul (12)	3,26	0,65	0,17	0,69	0,02	0,80	0,43
	Rod Norte-Sul (13)	1,90	0,38	0,10	0,38	0,01	0,35	0,19
	Rod Norte-Sul (14)	5,65	1,12	0,30	1,14	0,03	1,10	0,60
	Rod Norte-Sul (15)	12,60	2,50	0,66	2,55	0,07	2,83	1,37
	Rod Norte-Sul (16)	4,55	0,88	0,22	0,34	0,01	0,39	0,21
	Rod Norte-Sul (17)	3,82	0,76	0,20	0,78	0,02	0,99	0,45
	Rod Norte-Sul (18)	2,48	0,49	0,13	0,53	0,01	0,58	0,36
	Rod Norte-Sul (2)	3,02	0,60	0,16	0,65	0,02	0,78	0,45
	Rod Norte-Sul (3)	1,95	0,39	0,10	0,44	0,01	0,63	0,34
	Rod Norte-Sul (4)	3,49	0,69	0,18	0,76	0,02	0,90	0,54
	Rod Norte-Sul (5)	6,34	1,26	0,33	1,33	0,04	1,38	0,81
	Rod Norte-Sul (6)	3,66	0,73	0,19	0,74	0,02	0,69	0,38
	Rod Norte-Sul (7)	4,27	0,88	0,25	1,96	0,05	2,35	1,23
	Rod Norte-Sul (8)	0,71	0,14	0,04	0,15	<0,01	0,17	0,10
	Rod Norte-Sul (9)	0,87	0,17	0,05	0,19	<0,01	0,23	0,14
	Rod Serra - Jacaraípe (1)	4,97	0,99	0,26	0,96	0,03	1,01	0,42
	Rod Serra - Jacaraípe (2)	14,05	2,73	0,68	0,99	0,03	1,12	0,51
	Rod Serra - Jacaraípe (3)	1,93	0,38	0,10	0,38	0,01	0,42	0,19
	Rod Serra - Jacaraípe (4)	5,28	1,03	0,26	0,37	0,01	0,37	0,18
	Rod Serra - Jacaraípe (5)	24,96	4,85	1,21	1,76	0,05	2,66	0,95

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Serra	Av. Civit	1,42	0,28	0,07	0,12	<0,01	0,19	0,11
	Av. Hilário Sonegheti	1,89	0,37	0,09	0,13	<0,01	0,14	0,07
	Rua Venceslau Brás	0,75	0,15	0,04	0,05	<0,01	0,08	0,03
	Rua Alfredo Galeno	0,74	0,14	0,04	0,05	<0,01	0,07	0,03
Viana	Acesso Rua Santa Helena	4,47	0,87	0,22	0,33	0,01	0,38	0,19
	Av. Central	1,58	0,31	0,08	0,11	<0,01	0,14	0,04
	Av. Vitória	4,07	0,79	0,20	0,30	0,01	0,55	0,20
	BR-101 (1)	22,21	4,40	1,17	4,08	0,13	2,92	1,40
	BR-101 (2)	84,16	16,68	4,42	15,47	0,50	10,59	5,27
	BR-101 (3)	61,11	12,11	3,21	10,86	0,37	6,11	2,81
	BR-101 (4)	51,02	10,10	2,68	8,96	0,31	3,96	2,03
	BR-101 (5)	93,10	18,44	4,89	16,13	0,57	6,63	3,11
	BR-262 (1)	9,21	1,89	0,54	3,57	0,11	2,72	1,34
	BR-262 (2)	9,58	1,96	0,56	3,61	0,12	1,75	1,08
	ES-476	70,21	13,63	3,41	4,56	0,15	2,20	1,36
	Estrada A	3,85	0,75	0,19	0,28	0,01	0,37	0,15
	Estrada Areinha	0,95	0,18	0,05	0,06	<0,01	0,05	0,01
	Estrada Banhia Nova	4,17	0,81	0,20	0,27	0,01	0,19	0,08
	Rua Elísio Neves	0,43	0,08	0,02	0,03	<0,01	0,04	0,01
	Rua Espírito Santo (1)	1,70	0,33	0,08	0,12	<0,01	0,13	0,05
	Rua Espírito Santo (2)	4,26	0,83	0,21	0,31	0,01	0,41	0,17
	Rua Espírito Santo (3)	5,29	1,03	0,26	0,39	0,01	0,69	0,26
	Rua Luiza Cazoti	3,08	0,60	0,15	0,21	0,01	0,23	0,10
	Rua Maceió	7,34	1,43	0,36	0,52	0,02	0,70	0,27
	Rua Minas Gerais	1,82	0,35	0,09	0,12	<0,01	0,15	0,04
	Rua Tonoleiro	1,42	0,28	0,07	0,09	<0,01	0,11	0,03

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Viana	Rua Principal (1)	1,29	0,25	0,06	0,09	<0,01	0,11	0,04
	Rua Principal (2)	6,62	1,29	0,32	0,43	0,01	0,39	0,15
	Rua Rio de Janeiro (1)	0,42	0,08	0,02	0,03	<0,01	0,03	0,02
	Rua Rio de Janeiro (2)	0,43	0,08	0,02	0,03	<0,01	0,03	0,01
	Rua Santa Helena (1)	0,71	0,14	0,03	0,05	<0,01	0,10	0,03
	Rua Santa Helena (2)	5,40	1,05	0,26	0,36	0,01	0,51	0,15
	Rua Santa Helena (3)	3,85	0,75	0,19	0,27	0,01	0,36	0,14
	Rua Santa Helena (4)	1,68	0,33	0,08	0,12	<0,01	0,16	0,07
	Sentido Fazenda Incaper	2,57	0,50	0,13	0,17	0,01	0,12	0,05
	Via Projetada	1,61	0,31	0,08	0,12	<0,01	0,15	0,07
	Avenida Guarapari	4,57	0,89	0,22	0,30	0,01	0,34	0,10
	Rua Graça Aranha	0,11	0,02	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,00
	Rua Monte Negro	0,10	0,02	0,00	0,01	<0,01	0,01	0,00
	Avenida Principal	1,21	0,24	0,06	0,09	<0,01	0,18	0,06
	Rua Vesúvio	0,42	0,08	0,02	0,03	<0,01	0,06	0,02
	Rua Antônio Freire	2,55	0,50	0,12	0,17	0,01	0,20	0,06
	Rua Getúlio Vargas	0,59	0,11	0,03	0,04	<0,01	0,04	0,02
Vila Velha	Av. Francisco Lacerda Aguiar	0,90	0,18	0,05	0,19	0,01	0,22	0,11
	Rua Magno Coutinho	1,93	0,38	0,10	0,39	0,01	0,38	0,19
	Av. Senador Robert Kennedy (2)	6,97	1,38	0,37	1,38	0,04	1,51	0,67
	Av. Senador Robert Kennedy (3)	1,04	0,21	0,05	0,20	0,01	0,20	0,09
	Av. Darly Santos (4)	20,92	4,15	1,10	4,26	0,12	4,32	2,34
	Av. Sérgio Cardoso (3)	4,73	0,92	0,23	0,35	0,01	0,47	0,23
	Av. Antônio Gil Veloso (2)	3,04	0,60	0,16	0,74	0,01	0,90	0,67
	Rua Erotides Pena Medina (1)	0,26	0,05	0,01	0,02	<0,01	0,03	0,02
	Rua Erotides Pena Medina (2)	0,96	0,19	0,05	0,24	<0,01	0,30	0,22

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Vila Velha	Av. da Vala	2,66	0,53	0,14	0,64	0,01	0,81	0,58
	Av. Jerônimo Monteiro (2)	4,46	0,89	0,23	0,96	0,02	1,38	0,66
	Av. Jerônimo Monteiro (3)	1,35	0,27	0,07	0,29	0,01	0,36	0,20
	Av. Jerônimo Monteiro (4)	1,31	0,26	0,07	0,29	0,01	0,38	0,20
	Rua Sta. Teresinha	4,28	0,85	0,22	0,92	0,02	1,32	0,62
	Av. Capixaba	1,29	0,26	0,07	0,32	0,01	0,63	0,32
	Rua Cristóvão Colombo	0,84	0,17	0,04	0,19	<0,01	0,25	0,15
	Rua Alan Kardec	0,73	0,14	0,04	0,18	<0,01	0,40	0,19
	Rua Antônio Ataíde (1)	4,19	0,83	0,22	0,92	0,02	1,31	0,67
	Rua Antônio Ataíde (2)	6,48	1,29	0,34	1,40	0,03	1,35	0,95
	Av. Carioca (3)	1,85	0,37	0,10	0,42	0,01	0,49	0,33
	Rod. do Sol (1)	1,04	0,22	0,06	0,59	0,01	0,79	0,44
	Rod. do Sol (2)	1,81	0,38	0,11	1,03	0,02	1,09	0,75
	Av. José Júlio de Souza (1)	3,41	0,68	0,18	0,81	0,02	1,19	0,72
	Rua Natal	0,61	0,12	0,03	0,14	<0,01	0,25	0,12
	Av. Antônio Gil Veloso (4)	1,30	0,26	0,07	0,32	0,01	0,44	0,30
	Av. Antônio Gil Veloso (3)	1,50	0,30	0,08	0,37	0,01	0,51	0,35
	Rua Dr. Jair de Andrade (1)	0,92	0,18	0,04	0,08	<0,01	0,14	0,08
	Rua Dr. Jair de Andrade (2)	1,32	0,26	0,06	0,11	<0,01	0,19	0,09
	Av. Hugo Musso (1)	1,95	0,39	0,10	0,45	0,01	0,62	0,38
	Av. Resplendor (1)	2,61	0,51	0,13	0,22	<0,01	0,27	0,19
	Av. Hugo Musso (2)	1,42	0,28	0,07	0,33	0,01	0,40	0,28
	Av. Hugo Musso (3)	7,18	1,42	0,37	1,70	0,03	1,93	1,48
	Av. Luciano das Neves (3)	2,24	0,47	0,14	1,52	0,04	1,85	1,15
	Av. Luciano das Neves (2)	1,86	0,39	0,12	1,24	0,03	1,41	0,88
	Av. Henrique Moscoso (3)	0,96	0,19	0,05	0,22	<0,01	0,37	0,20

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Vila Velha	Av. Henrique Moscoso (4)	2,61	0,52	0,14	0,62	0,01	0,92	0,54
	Av. Luciano das Neves (1)	0,50	0,11	0,03	0,33	0,01	0,52	0,25
	Av. Jerônimo Monteiro (1)	2,00	0,40	0,10	0,45	0,01	0,67	0,36
	Av. Champagnat (2)	0,41	0,08	0,02	0,09	<0,01	0,13	0,07
	Rod. Carlos Lindemberg (5)	3,45	0,79	0,27	4,22	0,11	5,70	2,93
	Rod. Carlos Lindemberg (4)	3,91	0,90	0,31	4,93	0,12	8,70	3,85
	Rod. Carlos Lindemberg (6)	1,26	0,29	0,10	1,52	0,04	1,94	1,00
	Rod. Carlos Lindemberg (7)	2,22	0,51	0,18	2,70	0,07	3,80	1,84
	Rod. Carlos Lindemberg (8)	0,29	0,07	0,02	0,34	0,01	0,42	0,21
	Rod. Darly Santos (1)	23,28	4,62	1,22	4,54	0,14	4,15	2,02
	Rod. Darly Santos (2)	19,45	3,86	1,02	3,68	0,12	2,80	1,37
	Av. Leila Diniz (2)	5,24	1,04	0,27	1,07	0,03	1,19	0,61
	Av. São Gabriel da Palha	12,40	2,46	0,65	2,32	0,08	2,38	0,82
	Rod. Darly Santos (3)	4,53	0,90	0,24	0,89	0,03	0,87	0,43
	Rod. do Sol (9)	18,73	3,91	1,15	10,02	0,27	12,39	6,20
	Rod. do Sol (8)	2,45	0,51	0,15	1,30	0,04	1,24	0,76
	Av. Sérgio Cardoso (2)	2,31	0,46	0,12	0,48	0,01	0,67	0,30
	Av. Itapetinga	1,57	0,31	0,08	0,37	0,01	0,74	0,34
	Rua Maria de Oliveira Maresguia	1,18	0,23	0,06	0,27	0,01	0,35	0,22
	Rua Itagarça (2)	1,64	0,33	0,09	0,34	0,01	0,39	0,21
	Av. Vitória Régia (2)	2,47	0,49	0,13	0,53	0,01	0,90	0,37
	Rod. Carlos Lindemberg (3)	2,49	0,57	0,20	3,05	0,08	4,34	2,12
	Rod. Carlos Lindemberg (2)	0,71	0,16	0,06	0,88	0,02	1,19	0,63
	Rod. Carlos Lindemberg (1)	0,94	0,22	0,07	1,19	0,03	1,57	0,89
	Av. Champagnat (1)	6,82	1,35	0,36	1,50	0,04	1,82	1,08
	Av. Capuaba	6,05	1,20	0,32	1,15	0,04	1,10	0,45

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Vila Velha	Av. Sérgio Cardoso (1)	3,01	0,60	0,16	0,67	0,02	1,04	0,53
	Rod. do Sol (7)	2,69	0,56	0,16	1,54	0,04	1,81	1,18
	Av. José Júlio de Souza (5)	5,31	1,05	0,28	1,19	0,03	1,75	0,93
	Av. José Júlio de Souza (4)	5,13	1,02	0,27	1,15	0,03	1,41	0,87
	Rua Itagarça (1)	0,28	0,06	0,01	0,07	<0,01	0,08	0,06
	Rod. do Sol (6)	0,54	0,11	0,03	0,30	0,01	0,34	0,20
	Rua Itaiabaia (2)	1,14	0,22	0,06	0,09	<0,01	0,12	0,06
	Rua Quatro	0,59	0,12	0,03	0,13	<0,01	0,17	0,09
	Av. Sta. Leopoldina (1)	15,53	3,01	0,75	0,99	0,02	1,24	0,82
	Av. Sta. Leopoldina (2)	8,43	1,63	0,40	0,56	0,01	0,93	0,52
	Rua Itaiabaia (1)	0,58	0,11	0,03	0,05	<0,01	0,06	0,04
	Rod. do Sol (5)	4,16	0,87	0,26	2,27	0,06	2,47	1,49
	Av. José Júlio de Souza (3)	3,46	0,69	0,18	0,82	0,02	1,03	0,71
	Av. Sta. Leopoldina (3)	5,41	1,05	0,26	0,36	0,01	0,56	0,33
	Av. Luciano das Neves (5)	1,87	0,40	0,12	1,25	0,03	1,60	0,92
	Av. Luciano das Neves (4)	0,44	0,09	0,03	0,31	0,01	0,40	0,26
	Rua Luís José	1,88	0,37	0,10	0,43	0,01	0,48	0,34
	Rod. Do Sol (3)	1,22	0,25	0,07	0,71	0,02	0,92	0,56
	Av. Resplendor (2)	0,97	0,19	0,05	0,08	<0,01	0,10	0,06
	Rua Dr. Jair de Andrade (3)	1,95	0,38	0,09	0,15	<0,01	0,15	0,12
	Av. José Júlio de Souza (2)	2,26	0,45	0,12	0,53	0,01	0,61	0,44
	Av. Ministro Salgado Filho (1)	3,07	0,61	0,16	0,73	0,02	1,35	0,67
	Av. Ministro Salgado Filho (2)	2,13	0,42	0,11	0,47	0,01	0,59	0,35
	Av. Rui Braga Ribeiro (3)	1,80	0,36	0,09	0,40	0,01	0,77	0,32
	Av. Rui Braga Ribeiro (2)	4,90	0,95	0,24	0,38	0,01	0,58	0,27
	Av. João Mendes (1)	0,77	0,15	0,04	0,16	<0,01	0,19	0,10

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Vila Velha	Av. Rui Braga Ribeiro (1)	0,97	0,19	0,05	0,19	0,01	0,20	0,10
	Rua Cravo	0,96	0,19	0,05	0,23	<0,01	0,40	0,21
	Rua 19	3,02	0,59	0,15	0,21	0,01	0,25	0,11
	Av. Vitória Régia (1)	3,87	0,75	0,19	0,30	0,01	0,54	0,22
	Av. Nossa Senhora da Penha	0,76	0,15	0,04	0,19	<0,01	0,44	0,20
	Rua Pres. John Kennedy	0,95	0,18	0,05	0,07	<0,01	0,10	0,04
	Rua Santa Apolônia	1,29	0,25	0,06	0,10	<0,01	0,13	0,08
	Rua Olegário Mariano	0,59	0,12	0,03	0,14	<0,01	0,21	0,12
	Rua Guarajas	1,53	0,30	0,08	0,33	0,01	0,39	0,23
	Rua Alberto de Oliveira Santos	2,70	0,52	0,13	0,21	0,01	0,32	0,16
	Av. Henrique Moscoso (1)	1,32	0,26	0,06	0,11	<0,01	0,11	0,09
	Av. Henrique Moscoso (2)	1,83	0,36	0,09	0,46	0,01	0,66	0,47
	Av. Antônio Gil Veloso (1)	4,68	0,93	0,24	1,03	0,02	0,97	0,74
	Av. Jeronimo Monteiro (5)	3,89	0,77	0,20	0,85	0,02	1,57	0,64
	Av. Jeronimo Monteiro (6)	2,35	0,47	0,12	0,49	0,01	0,88	0,32
	Av. Jeronimo Monteiro (7)	6,03	1,20	0,32	1,29	0,03	2,32	0,91
	Av. Capuaba (1)	15,76	3,06	0,77	0,99	0,03	0,66	0,24
	Av. Capuaba (2)	4,09	0,81	0,22	0,76	0,02	0,65	0,26
	Av. Fernando Antônio da Silveira	5,04	0,98	0,25	0,34	0,01	0,42	0,14
	Rua 3 Irmãos	2,10	0,42	0,11	0,42	0,01	0,59	0,22
	Rua Ana Siqueira (1)	2,27	0,45	0,12	0,50	0,01	0,96	0,37
	Rua Ana Siqueira (2)	3,78	0,73	0,18	0,30	0,01	0,52	0,23
	Rua Felicidade Siqueira	1,22	0,24	0,06	0,11	<0,01	0,21	0,10
	Av. João Francisco Gonçalves	5,99	1,19	0,31	1,24	0,03	1,90	0,77
	Rua Papa João XXIII	2,11	0,42	0,11	0,44	0,01	0,79	0,29
	Av. São Paulo (1)	1,21	0,24	0,06	0,10	<0,01	0,12	0,08

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Vila Velha	Av. São Paulo (2)	1,44	0,28	0,07	0,12	<0,01	0,14	0,10
	Av. São Paulo (3)	3,12	0,61	0,15	0,26	0,01	0,27	0,21
	Av. Carioca (1)	2,99	0,61	0,17	1,52	0,03	1,79	1,29
	Av. Carioca (2)	1,26	0,26	0,07	0,65	0,01	0,87	0,58
	Rua Inácio Higino (1)	0,65	0,13	0,03	0,15	<0,01	0,20	0,13
	Rua Inácio Higino (2)	0,57	0,11	0,03	0,12	<0,01	0,12	0,09
	Rua Inácio Higino (3)	0,68	0,14	0,04	0,16	<0,01	0,24	0,13
	Rua Des. Augusto Botelho (1)	6,22	1,21	0,30	0,45	0,01	0,32	0,25
	Rua Des. Augusto Botelho (2)	0,17	0,03	0,01	0,02	<0,01	0,02	0,02
	Av. Leila Diniz (1)	1,39	0,28	0,07	0,30	0,01	0,43	0,22
	Rua Curitiba (1)	2,37	0,46	0,11	0,19	<0,01	0,30	0,16
	Rua Curitiba (2)	2,07	0,40	0,10	0,17	<0,01	0,26	0,16
	Rua Crisântemo	1,96	0,38	0,10	0,16	<0,01	0,36	0,15
	Av. Cel. Pedro Maia de Carvalho	3,82	0,74	0,19	0,29	0,01	0,41	0,20
	Rua João Cipreste Filho	1,40	0,27	0,07	0,11	<0,01	0,18	0,10
	Av. João Mendes (2)	3,01	0,60	0,16	0,70	0,01	1,01	0,61
	Av. Délio Silva Britto	2,79	0,54	0,13	0,25	<0,01	0,54	0,27
	Av. José Ribeiro	1,17	0,23	0,06	0,10	<0,01	0,17	0,09
	Av. Cel. José Gabriel Marquês Filho	1,47	0,29	0,07	0,11	<0,01	0,13	0,08
	Rua Dr. Moacir Gonçalves	1,81	0,35	0,09	0,14	<0,01	0,21	0,11
	Av. Senador Robert Kennedy (1)	0,78	0,16	0,04	0,16	<0,01	0,16	0,08
	Rua Castelo Branco	5,40	1,07	0,28	1,25	0,03	1,49	1,04
	Rod. do Sol (4)	1,50	0,31	0,09	0,85	0,02	1,03	0,62
	ES-060 (Rod Sol)	33,95	7,08	2,09	18,44	0,48	22,01	11,99
	Av. Brasil	3,48	0,68	0,17	0,26	0,01	0,51	0,17
	Av. Ana Meroto Stefanon (1)	3,09	0,60	0,15	0,23	0,01	0,25	0,14

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Vila Velha	Rua Guaraná	9,21	1,79	0,45	0,64	0,02	0,78	0,31
	Rua Valério Coser	1,63	0,32	0,09	0,33	0,01	0,41	0,19
	Av. Ana Meroto Stefanon (2)	9,09	1,80	0,48	1,88	0,05	1,89	1,08
	Rua Fernando Antônio	12,84	2,50	0,62	0,95	0,03	1,68	0,61
	Rua Quinze de Novembro	4,43	0,86	0,21	0,37	0,01	0,43	0,32
	Rua Santa Catarina	1,69	0,33	0,08	0,15	<0,01	0,28	0,16
	Rua Maranhão	2,29	0,44	0,11	0,17	<0,01	0,16	0,12
	Rua Humberto Serrano	1,85	0,36	0,09	0,16	<0,01	0,27	0,16
	Rua Itaquari	0,94	0,18	0,05	0,08	<0,01	0,14	0,09
Vitória	Av. Adalberto Simão Nader (1)	3,83	0,76	0,20	0,84	0,02	0,93	0,58
	Av. Adalberto Simão Nader (2)	3,64	0,72	0,19	0,81	0,02	1,01	0,61
	Av. Adalberto Simão Nader (3)	2,54	0,50	0,13	0,57	0,01	0,70	0,43
	Av. Alexandre Buaiz	3,19	0,63	0,17	0,65	0,02	0,81	0,37
	Av. Anísio Fernandes Coelho	6,00	1,19	0,31	1,43	0,03	1,91	1,26
	Av. Armando Duarte Rabelo	1,97	0,39	0,10	0,42	0,01	0,41	0,27
	Av. Carlos Gomes de Sá	1,29	0,26	0,07	0,30	0,01	0,44	0,26
	Av. Carlos Martins	2,85	0,57	0,15	0,74	0,01	1,34	0,80
	Av. Cesar Hilal (1)	3,62	0,72	0,19	0,80	0,02	1,03	0,59
	Av. Cesar Hilal (2)	0,97	0,19	0,05	0,08	<0,01	0,15	0,08
	Av. Cleto Nunes	1,56	0,31	0,08	0,33	0,01	0,42	0,22
	Av. Dante Michelini (5)	6,27	1,29	0,37	3,20	0,07	4,36	2,76
	Av. Dante Michelini (6)	11,43	2,36	0,67	5,86	0,12	7,82	5,12
	Av. Dante Michelini (3)	3,95	0,81	0,23	1,92	0,04	2,59	1,49
	Av. Dante Michelini (2)	2,65	0,53	0,14	0,60	0,01	0,74	0,46
	Av. Dante Michelini (1)	4,08	0,81	0,21	0,94	0,02	1,15	0,76
	Av. Dante Michelini (4)	5,81	1,20	0,34	2,88	0,06	3,78	2,31

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Vitória	Av. Des. Dermeval Lirio	3,76	0,75	0,20	0,80	0,02	0,69	0,52
	Av. Des. Santos Neves (1)	3,89	0,77	0,20	0,93	0,02	1,24	0,82
	Av. Des. Santos Neves (2)	1,00	0,21	0,06	0,50	0,01	0,65	0,42
	Av. Dário Lourenço de Souza	6,04	1,17	0,29	0,41	0,01	0,34	0,18
	Av. Elias Miguel	4,71	0,97	0,28	2,18	0,06	2,80	1,43
	Av. Fernando Duarte Rabello	5,86	1,14	0,28	0,42	0,01	0,44	0,24
	Av. Fernando Ferrari (1)	24,22	4,96	1,41	10,19	0,26	11,87	6,56
	Av. Fernando Ferrari (2)	14,49	2,97	0,84	5,98	0,16	6,46	3,58
	Av. Fernando Ferrari (3)	2,74	0,56	0,16	1,15	0,03	1,43	0,75
	Av. Fernando Ferrari (4)	7,00	1,43	0,41	2,94	0,08	3,62	1,90
	Av. Francisco Generoso da Fonseca	0,68	0,13	0,03	0,06	<0,01	0,08	0,06
	Av. Governador Blei	7,75	1,54	0,41	1,67	0,04	3,42	1,22
	Av. Hugo Viola (1)	1,19	0,24	0,06	0,28	0,01	0,39	0,24
	Av. Hugo Viola (2)	1,11	0,22	0,06	0,27	0,01	0,43	0,25
	Av. Italina Pereira Mota	2,01	0,40	0,11	0,40	0,01	0,32	0,20
	Av. Jerônimo Monteiro	10,49	2,08	0,55	2,21	0,06	2,38	1,38
	Av. Jerônimo Vervloet	3,66	0,71	0,18	0,30	0,01	0,52	0,26
	Av. José Celso Cláudio (1)	3,72	0,72	0,18	0,27	0,01	0,23	0,15
	Av. José Celso Cláudio (2)	2,61	0,52	0,14	0,50	0,02	0,36	0,20
	Av. José Rato	3,32	0,66	0,17	0,71	0,02	0,95	0,48
	Av. João Batista Parra	3,74	0,73	0,18	0,29	0,01	0,37	0,22
	Av. Leitão da Silva (1)	2,31	0,46	0,12	0,49	0,01	0,64	0,31
	Av. Leitão da Silva (2)	4,54	0,90	0,24	1,05	0,02	1,71	0,87
	Av. Leitão da Silva (4)	1,84	0,36	0,10	0,43	0,01	0,58	0,37
	Av. Leitão da Silva (3)	3,21	0,64	0,17	0,75	0,02	1,10	0,64
	Av. Luiz Manoel Vellozo	1,00	0,20	0,05	0,09	<0,01	0,13	0,09

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Vitória	Av. Marechal Campos (1)	4,04	0,80	0,21	0,89	0,02	1,46	0,68
	Av. Marechal Campos (2)	2,61	0,52	0,14	0,62	0,01	0,98	0,54
	Av. Marechal Mascarenhas de Moraes (1)	17,63	3,50	0,92	3,85	0,09	4,87	2,74
	Av. Marechal Mascarenhas de Moraes (2)	17,14	3,40	0,89	3,83	0,09	5,41	2,93
	Av. Maruípe (1)	1,52	0,30	0,08	0,34	0,01	0,51	0,25
	Av. Maruípe (2)	3,47	0,71	0,21	1,52	0,04	1,74	0,81
	Av. Maruípe (3)	5,06	1,00	0,27	1,05	0,03	1,26	0,62
	Av. Maruípe (4)	4,27	0,85	0,22	0,93	0,02	1,19	0,66
	Av. Maruípe (5)	4,58	0,91	0,24	0,96	0,03	1,13	0,58
	Av. Maruípe (6)	2,94	0,58	0,15	0,61	0,02	0,71	0,38
	Av. Marília Rezende Scarton Coutinho	2,61	0,51	0,13	0,19	0,01	0,19	0,11
	Av. Nair Azevedo Silva	3,17	0,63	0,17	0,66	0,02	0,80	0,40
	Av. Norte Sul (2)	6,26	1,24	0,33	1,42	0,03	1,84	1,11
	Av. Nossa Senhora da Penha (1)	3,14	0,66	0,19	1,86	0,04	2,46	1,48
	Av. Nossa Senhora da Penha (2)	4,43	0,92	0,27	2,62	0,06	3,35	2,07
	Av. Nossa Senhora da Penha (3)	2,70	0,56	0,17	1,60	0,04	2,11	1,26
	Av. Nossa Senhora da Penha (4)	2,38	0,50	0,15	1,43	0,03	1,85	1,18
	Av. Nossa Senhora da Penha (5)	0,71	0,15	0,04	0,44	0,01	0,50	0,39
	Av. Nossa Senhora dos Navegantes (1)	5,95	1,23	0,35	3,05	0,06	4,18	2,67
	Av. Nossa Senhora dos Navegantes (2)	6,68	1,38	0,39	3,16	0,08	3,41	2,18
	Av. Paulino Muller (1)	2,02	0,39	0,10	0,16	<0,01	0,23	0,13
	Av. Paulino Muller (2)	4,80	0,95	0,25	0,98	0,03	1,05	0,53
	Av. Pres. Costa e Silva	2,75	0,53	0,13	0,23	<0,01	0,29	0,21
	Av. Pres. Florentino Ávidos	2,83	0,56	0,15	0,63	0,02	0,85	0,46
	Rua Pedro Nolasco	2,86	0,57	0,15	0,63	0,02	0,85	0,47
	Av. Rio Branco (1)	6,17	1,21	0,30	0,80	0,01	1,23	0,78

Tabela C.1 (Continuação) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Vitória	Av. Rio Branco (2)	10,81	2,11	0,53	1,29	0,03	1,45	1,01
	Av. Rosendo Serapião de Souza Filho	0,91	0,18	0,05	0,22	<0,01	0,28	0,19
	Av. Santo Antônio (1)	8,41	1,63	0,41	0,52	0,02	0,25	0,09
	Av. Saturnino de Brito	11,36	2,34	0,67	5,58	0,13	6,68	4,32
	Av. Saturnino Rangel Mauro	2,94	0,57	0,14	0,27	<0,01	0,51	0,28
	Av. Santo Antônio (2)	3,62	0,70	0,18	0,24	0,01	0,19	0,09
	Av. Vitória (1)	5,90	1,17	0,31	1,28	0,03	1,57	0,88
	Av. Vitória (2)	2,13	0,42	0,11	0,49	0,01	0,63	0,39
	Av. Vitória (3)	5,55	1,10	0,29	1,14	0,03	1,35	0,65
	Av. Norte Sul (1)	13,20	2,62	0,69	2,72	0,07	3,15	1,59
	Rua Aristóbulo Barbosa Leão	1,43	0,28	0,07	0,32	0,01	0,38	0,23
	Rua Ciro Vieira da Cunha	1,68	0,33	0,08	0,12	<0,01	0,14	0,06
	Rua Clóvis Machado	2,18	0,43	0,11	0,51	0,01	0,71	0,44
	Rua Comissário Otávio Queiroz	1,34	0,26	0,06	0,12	<0,01	0,19	0,13
	Rua das Palmeiras	4,07	0,81	0,21	0,91	0,02	1,52	0,72
	Rua Dona Maria Rosa	1,95	0,39	0,10	0,44	0,01	0,62	0,34
	Rua Dr. João Carlos de Souza	2,84	0,56	0,15	0,73	0,01	1,11	0,77
	Rua Filogônio Mota	1,18	0,23	0,06	0,09	<0,01	0,12	0,07
	Rua José Farias	1,11	0,22	0,05	0,09	<0,01	0,11	0,07
	Rua Renato Nascimento Daher Carneiro	1,60	0,31	0,08	0,13	<0,01	0,16	0,10
	Rod. Serafim Derenzi (1)	6,11	1,21	0,32	1,25	0,03	1,77	0,73
	Rod. Serafim Derenzi (2)	3,66	0,73	0,19	0,72	0,02	1,17	0,37
	Rod. Serafim Derenzi (3)	4,21	0,84	0,22	0,86	0,02	1,62	0,53
	Rod. Serafim Derenzi (4)	4,26	0,85	0,22	0,82	0,03	1,26	0,37
	Rod. Serafim Derenzi (5)	6,04	1,20	0,32	1,13	0,04	1,39	0,42
	Rod. Serafim Derenzi (6)	10,66	2,12	0,56	2,12	0,06	2,86	1,09

Tabela C.1 (Conclusão) – Taxas de emissões de poluentes atmosféricos das vias de tráfego primárias da RGV (emissões veiculares e ressuspensão de partículas)

Município	Nome da Via	Taxa de Emissão de Poluentes Atmosféricos [kg/h]						
		MP	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	SO ₂	CO	COV
Vitória	Rua Carlos Martins	2,74	0,53	0,13	0,21	0,01	0,25	0,14
	Rua Aleixo Neto	2,37	0,47	0,12	0,56	0,01	0,59	0,48
	Rua Chapot Presvot	0,59	0,12	0,03	0,15	<0,01	0,20	0,15
	Av. Desembargador Alfredo Cabral	2,27	0,44	0,11	0,17	<0,01	0,16	0,10
	Av. Entrada Aeroporto	2,72	0,54	0,14	0,63	0,01	0,75	0,52
	Rua Amélia da Cunha Ornelas	2,66	0,52	0,13	0,21	<0,01	0,32	0,17
	Rua João da Cruz	0,66	0,13	0,03	0,15	<0,01	0,17	0,11
	Rua Eugênio Neto	3,20	0,66	0,19	1,48	0,04	1,68	0,97
	Av. Carlos Moreira Lima	2,75	0,53	0,13	0,21	0,01	0,19	0,13
	Av. João Santos Filho	1,29	0,25	0,06	0,11	<0,01	0,15	0,10
	Rua Joaquim Lírio	2,00	0,39	0,10	0,18	<0,01	0,26	0,17
	Rua Constante Sodré	2,93	0,57	0,14	0,24	0,01	0,46	0,21
	Rua Aterro da Comdusa (1)	3,35	0,69	0,20	1,55	0,04	1,99	1,02
	Rua Aterro da Comdusa (2)	4,97	0,99	0,26	1,02	0,03	1,26	0,58
	Terceira Ponte	16,63	3,43	0,97	8,86	0,17	13,02	8,46
Total		2.575,23	516,57	140,44	699,65	19,99	702,08	366,69

Nota:

MP – Material particulado

MP_{2.5} – Material particulado <2,5 µm

SO₂ – Dióxido de enxofre;

COV – Compostos orgânicos Voláteis

MP₁₀ – Material particulado <10 µm

NO_x – Óxidos de nitrogênio

CO – Monóxido de carbono

ANEXO A – MEMORIAL DE CÁLCULO