



ANEXO II

Estudo de Dispersão Atmosférica das emissões provenientes do tráfego do Rodoanel - Trecho Norte

II.1. Considerações

Este relatório apresenta o resultado da modelagem das contribuições nas concentrações de monóxido de carbono, material particulado, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos totais na qualidade do ar, decorrentes das emissões de poluentes atmosféricos provocadas pelo futuro tráfego de veículos automotores no Trecho Norte do Rodoanel, através da aplicação de modelos de dispersão recomendados pela US-EPA – United States Environmental Protection Agency.

Os cenários previstos para a modelagem atmosférica do trecho Norte do Rodoanel referem-se aos anos de 2.014 e 2.024, onde foram consideradas as emissões de veículos leves (autos) e pesados (comerciais), utilizando conjuntos de dados meteorológicos, a saber, da estação CETESB Santana, da estação do Aeroporto de Guarulhos, dados gerados pelo software BRAMS e dados das condições mais desfavoráveis de dispersão (para efeito de “worst case”) e os volumes de tráfego previstos pela Assessoria de Planejamento da Secretaria de Transportes do Estado de São Paulo.. O traçado do Trecho Norte utilizado na modelagem representa a situação dos estudos de engenharia em 15 de agosto de 2010, tendo sido fornecido pela DERSA.

Os modelos de dispersão utilizados neste estudo são o AERMOD, da Lakes Environmental Software Inc., e os módulos CALINE4 e CAL3QHCR, que fazem parte do software CALRoadsView também da Lakes, conforme descrito no relatório

Os resultados das simulações foram compilados e apresentados em termos de máximas contribuições nas áreas próximas do trecho Norte do Rodoanel, sendo que os pontos de contribuições máximas naturalmente ocorrem nas pistas de rolamento, portanto, sempre internamente às faixas de domínio da rodovia. As contribuições nas áreas próximas das rodovias diminuem rapidamente com o afastamento da via onde, em praticamente todos os casos, as contribuições de poluentes atmosféricos apresentam valores menores que os padrões primários de qualidade do ar da Resolução CONAMA 03/90.

II.2. Meteorologia

Os dados meteorológicos utilizados nos estudos de dispersão foram elaborados nas seguintes condições técnicas:

- Dados simulados no formato do modelo ISCST3 (Industrial Source Short Term) para CAL3QHCR da US-EPA, elaborados através do software BRAMS. Foram simulados os

dados horários de um ano, tendo como base 2.005, pois este ano apresentou menores anomalias da TSM (Temperatura da Superfície do Mar) que os anos posteriores, refletindo menores influências de El Niño, podendo ser considerado como um ano padrão para este tipo de estudo, conforme descrito no anexo I – *caracterização meteorológica da Região Metropolitana de São Paulo: análise mensal e condições de dispersão associadas*, para seis pontos tomados como representativos do Trecho Norte do Rodoanel, conforme será discutido mais adiante, denominados neste estudo como P01, P03, P04, P07, P14 e P20 iniciando no município de São Paulo e terminando no de Arujá. Outros pontos foram também avaliados, porém não evidenciaram particularidades que merecessem simulações separadas.

- Dados reais no formato do modelo ISCST3 (Industrial Source Short Term) para CAL3QHCR da US-EPA, levantados a partir das medições regulares das estações meteorológicas da CETESB localizada em Santana, município de São Paulo, e do Aeroporto de Guarulhos para ano de 2.005, da mesma forma que para a modelagem BRAMS.
- Dados para condição meteorológica desfavorável conforme a recomendação constante no “User’s Guide for CL4: A User-Friendly Interface for the Caline4 Model for Transportation Project Impact Assessments”, que consiste em adotar a estabilidade atmosférica G (extremamente estável) e velocidade de vento igual a 1 m/s.
- Dados reais no formato do modelo AERMOD da US-EPA, levantados a partir das medições regulares da estação meteorológica do Aeroporto de Guarulhos para os anos de 2.005 a 2.009.

II.2.1 Dados obtidos pela modelagem BRAMS

O software BRAMS foi aplicado à RMSP, produzindo dados meteorológicos horários de toda a região correspondentes a todo o ano de 2005, tomado como referência. Desta simulação, foram selecionados cinco pontos considerados como representativos das principais características da região cortada pelo Rodoanel, cujas descrições estão apresentadas a seguir:

- ponto 1 (P02): UTM 322.800 e 7.409.350 metros (Município de São Paulo, no cruzamento do Rodoanel e Av. Raimundo P. Magalhães);
- ponto 3 (P03): UTM 326.500 e 7.406.200 metros (Município de São Paulo, Vila Brasilândia);

- ponto 4 (P04): UTM 328.000 e 7.406.000 metros (Município de São Paulo, no Rodoanel próximo da Av. Inajar de Sousa);
- ponto 7 (P07): UTM 339.300 e 7.408.500 metros (Município de São Paulo, no cruzamento do Rodoanel com Rodovia Fernão Dias);
- ponto 14 (P11): UTM 352.300 e 7.412.700 metros (Município de Guarulhos, próximo ao Aeroporto de Guarulhos);
- ponto 20 (P20): UTM 360.650 e 7.410.000 metros (Município de Arujá, no cruzamento do Rodoanel e Rodovia Presidente Dutra).

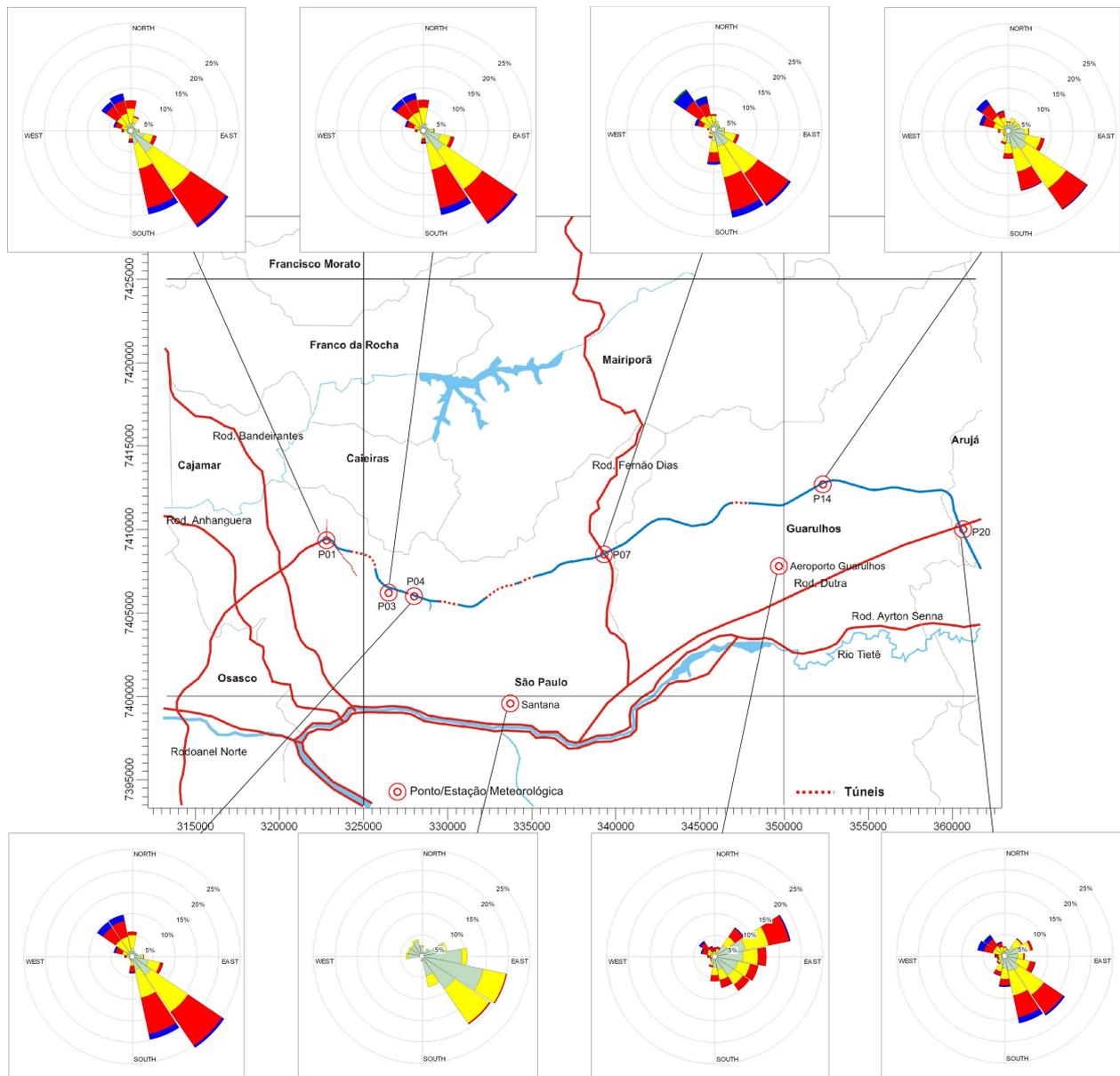


Figura II.1 - Localização dos Pontos Meteorológicos e Rosa dos Ventos determinadas pelo BRAMS e das Estações Meteorológicas de Santana e Guarulhos

II.2.2 Dados da Estação Meteorológica da CETESB Santana

Os dados de superfície de 2.005 consistem de parâmetros horários de direção e velocidade do vento, temperatura e desvio padrão da direção de vento da estação meteorológica da CETESB localizada no Bairro de Santana, município de São Paulo.

A estação meteorológica apresenta as seguintes características:

- Coordenada UTM: 333.718 e 7.399.568 metros
- Altura do sensor de vento: 10 metros
- Direção Norte: Norte Verdadeiro

Os dados meteorológicos foram processados em programas específicos de computador para a elaboração de arquivos meteorológicos horários, formatados para o modelo ISCST3, utilizando critérios recomendados pela US-EPA *“Meteorological Monitoring Guidance for Regulatory Modeling Applications”* e *“Industrial Source Complex (ISC) Dispersion Model User’s Guide”*.

II.2.3 Dados da Estação Meteorológica do Aeroporto de Guarulhos

Os dados processados e formatados do modelo ISCST3 para o ano de 2.005 e do modelo AERMOD para os anos de 2.005 a 2.009 do Aeroporto de Guarulhos foram fornecidos pela INFRAERO.

A estação meteorológica apresenta as seguintes características:

- Coordenada UTM: 350.167 e 7.407.746 metros
- Altura do sensor de vento: 8 metros
- Direção Norte: Norte Verdadeiro

Os dados meteorológicos horários no formato ISCST3 foram processados pelo software *Rammet View version 6.6.0* da *Lakes Environmental Consultants, Inc. Ontário-Canadá*, que integra o software *PCRAMMET* da US-EPA, constantes na referência da US-EPA *EPA 450/4-88-002 a “Industrial Source Complex (ISC) Dispersion Model User’s Guide” volume I, Dec 198,*.



II.2.4 Arquivos Meteorológicos BRAMS no Formato ISCST3

Os dados meteorológicos no formato ISCST3 para o ano de 2.005 é utilizado no software CAL3QHCR para simulação de cenários com variação horária de dados meteorológicos. Os arquivos utilizados nas simulações consistem de 6 (seis) pontos/locais processados pelo software BRAMS, Estação CETESB Santana e Estação do Aeroporto de Guarulhos.

Parâmetros Horários: direção (graus) e velocidade do vento (m/s), temperatura ambiente (K), estabilidade atmosférica, altura de camada de mistura rural (m) e altura de camada de mistura urbana (m).

Os parâmetros horários de velocidade e direção do vento, temperatura ambiente, estabilidade atmosférica e altura de camada de mistura foram organizados em arquivos eletrônicos no formato do modelo ISCST3, para o período de referência.

II.2.5 Arquivos Meteorológicos no Formato AERMOD

Os dados meteorológicos no formato AERMOD para os anos de 2.005 a 2.009 do Aeroporto de Guarulhos foram utilizados no software AERMOD para simulação de cenários com variação horária de dados meteorológicos para emissões atmosféricas dos túneis.

Os dados meteorológicos horários foram processados pelo software *Aermet View version 6.6.0* da *Lakes Environmental Consultants, Inc. Ontário-Canadá*, que integra o software *AERMET* da US-EPA, constantes na referência da US-EPA *EPA 454/B-03-002 "User's Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET)" november, 2004*, que processa e prepara os arquivos meteorológicos nos formatos (*.sfc e *.pfl).

II.2.6 Dados para Condições Desfavoráveis ("Worst Case")

A referência [1] apresenta como condição desfavorável para dispersão o seguinte conjunto de parâmetros:

- Velocidade de Vento: 0,5 a 1m/s (neste estudo foi utilizado 1 m/s conforme recomendação da US-EPA).
- Estabilidade Atmosférica: G (extremamente estável)
- Altura de Mistura: 1.000 metros

- Desvio Padrão da Direção de Vento: 5 a 30 (neste estudo foi utilizado 5, para ser conservador).

II.3. Modelos de Dispersão de Poluentes

Os modelos de dispersão utilizados nas simulações consistem de CALINE4, CAL3QHCR e AERMOD.

Os modelos de dispersão CALINE4 e CAL3QHCR baseiam-se em fonte tipo “linha”, isto é, as emissões de veículos automotores nas avenidas e rodovias são transformadas em uma linha imaginária, expressas em “gramas de poluente por veículo por milha de rodovia” (g/v-mi) e utilizam os seguintes dados de entrada para o modelo:

- Emissões de CO, NO_x, MP, SO₂ e HC: g/v-mi (emissão média por sentido da rodovia)
- Trecho para Simulação: definido pelo usuário em função das características da rodovia e da área de influência.
- Fonte Linha: trecho reto, representada por uma reta na rodovia; e trecho curvo – representada por diversas retas na rodovia.
- Volume de Veículos nas pistas
- Receptores: definidos pelo usuário.
- Meteorologia: dados reais ou dados simulados para a condição crítica.
- Resultados: são as contribuições do tráfego para as concentrações atmosféricas, referentes a CO (1 e 8 horas), NO₂ (1 hora), MP (diária e anual), SO₂ (diária e anual), HC (1 hora).

O modelo de dispersão AERMOD baseia-se em fontes tipo pontual, área, volume e linha utilizada principalmente para fontes estacionárias e utilizam os seguintes dados de entrada para o modelo:

- Emissões de CO, NO_x, MP, SO₂ e HC.
- Trecho para Simulação: definido pelo usuário em função das características das fontes e da área de influência.
- Fontes de Emissões: Linha, trecho reto, representada por uma reta na rodovia; e Volume, emissão representada por “paralelepípedo uniforme”.

- Receptores: definidos pelo usuário.
- Meteorologia: dados reais.
- Resultados: são as contribuições das fontes para as concentrações atmosféricas, referentes a CO (1 e 8 horas), NO₂ (1 hora), MP (diária e anual), SO₂ (diária e anual), HC (1 hora).

O modelo AERMOD foi utilizado para simulações de emissões de veículos automotores provenientes de túneis, transformando as emissões em fontes tipo volume

II.3.1 Emissões de Veículos

Os fatores médios de emissão, já ponderados pelos fluxos de veículos leves e pesados (Otto e Diesel) em cada rodovia, foram baseados nos seguintes critérios:

- Monóxido de Carbono (CO): fator de emissão (gramas por veículo-milha) que resulte na máxima emissão horária (gramas por hora-milha), obtido através da multiplicação de volume médio de veículos por hora (v/h) e fator de emissão correspondente (g/v-milha) correspondente a cada período do dia (1:00 as 24:00 horas).
- Hidrocarbonetos (HC): fator de emissão (gramas por veículo-milha) que resulte na máxima emissão horária (gramas por hora-milha), obtido através da multiplicação de volume médio de veículos por hora (v/h) e fator de emissão correspondente (g/v-milha) correspondente a cada período do dia (1:00 as 24:00 horas).
- Óxidos de Nitrogênio (NO_x): fator de emissão (gramas por veículo-milha) que resulte na máxima emissão horária (gramas por hora-milha), obtido através da multiplicação de volume médio de veículos por hora (v/h) e fator de emissão correspondente (g/v-milha) correspondente a cada período do dia (1:00 as 24:00 horas).
- Material Particulado (MP): fator de emissão (gramas por veículo-milha) correspondente ao volume médio de veículos (veículos por hora) do dia.
- Óxidos de Enxofre (SO_x): fator de emissão (gramas por veículo-milha) correspondente ao volume médio de veículos (veículos por hora) do dia.

Observe-se que o pacote CalRoadsView não possui opção para uso de unidade de distância no sistema métrico, motivo pelo qual os fatores de emissão foram convertidos para gramas de poluente por veículo por milha de rodovia.

Para as simulações das concentrações de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂) e hidrocarbonetos totais (HC), que se referem a períodos curtos (1 e 8 horas) foram utilizados os volumes de tráfego do horário de pico. No caso do material particulado (MP) e dióxido de enxofre (SO₂), cujas concentrações se referem a períodos longos (diário e anual), foram utilizados os valores do tráfego médio.

II.3.2 Simulação de Trechos e Túneis

Simulação de Trechos

Os modelos Caline4 e Cal3QHCR trabalham com fontes tipo "linha" que são representados por vetores, sendo que uma curva pode ser representada por um, dois ou mais vetores. Porém o modelo foi concebido para avaliação de impactos de trechos curtos onde há máxima contribuição e/ou de interesse, nestas condições a quantidade de vetores está limitada a 20. Assim, devido à impossibilidade de simulação de todo o trecho e considerando que em sub-trechos que apresentem mesmo volume de tráfego e mesmas condições meteorológicas, os resultados da modelagem serão similares, optou-se por escolher os sub-trechos mais significativos do ponto de vista do carregamento e traçado da via, distribuídos ao longo de todo o Trecho Norte, considerando-se que as contribuições neles calculadas serão representativas de todo o trecho em questão. Com base nestes preceitos, foram selecionados os três cruzamentos principais (máximo volume de tráfego) e dois segmentos (um quase reto e outro em forma de S) para melhor representação, identificados de 01 a 06, iniciando no município de São Paulo e terminando no de Arujá, conforme indicado na figura a seguir.

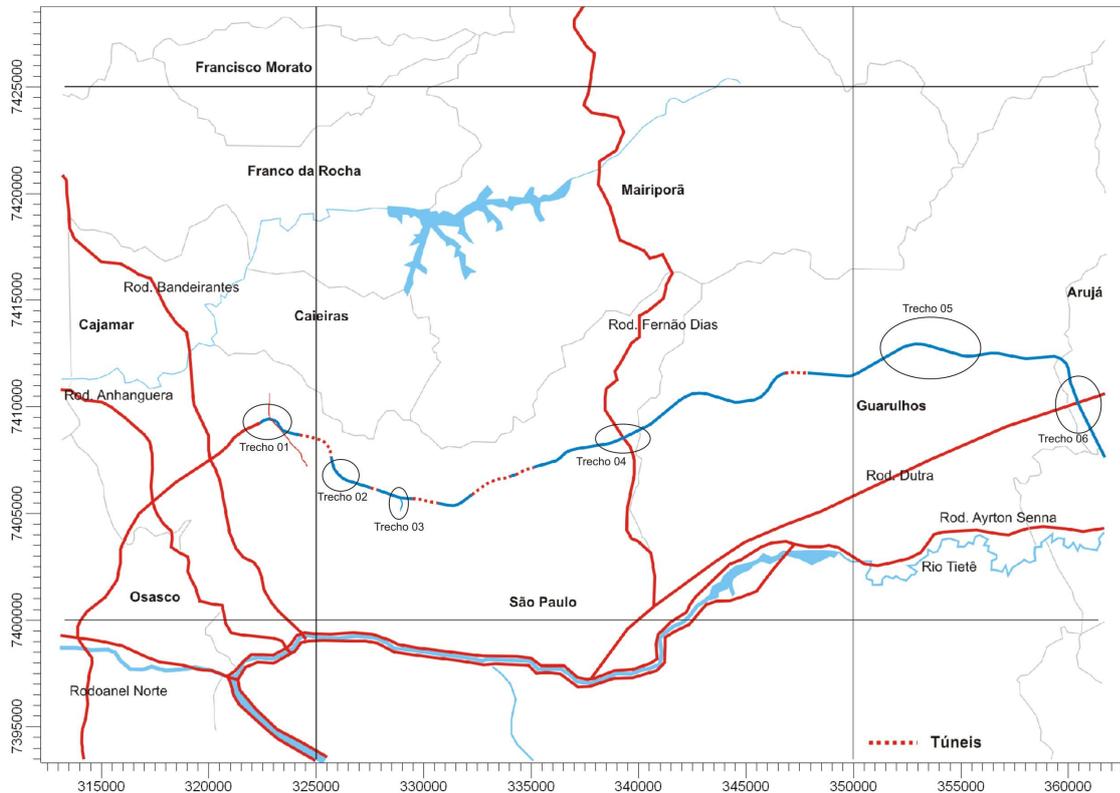


Figura II.2 - Trechos para Simulação nos Modelos de Dispersão

Simulação de Túneis

As emissões decorrentes da movimentação dos veículos automotores no interior de cada túnel são liberadas para o ambiente no desemboque do túnel e são emitidas como jatos, que podem ter comprimento de 30 a 320 metros, dependendo das condições meteorológicas e características do túnel, conforme o estudo “Air Quality Impact Assessment – Vic Park Tunnel Project, Auckland, New Zealand, de Junho 2006”. A agência “Highways Department – Hong Kong Government” aplicou no estudo de modelagem atmosférica (ISCST3) da saída do túnel do Projeto “Route 9 between Tsing Yi and Cheung Sha Wan Detailed Feasibility Study August 1999” o comprimento de jato de 100 metros, representado como série de fontes volumes.

As simulações de túneis foram realizadas utilizando modelo AERMOD nas seguintes condições técnicas:

- As emissões de veículos automotores das saídas dos túneis (sentido de fluxo) como fontes volumes de 100 metros de comprimento;
- As emissões de veículos nas entradas e saídas dos túneis como fontes linhas;
- Simulação para cada túnel (total de 5 simulações);

- Dados meteorológicos do Aeroporto de Guarulhos (2005 a 2009);
- Topografia: opção de terreno complexo;
- As contribuições de NO₂ (dióxido de nitrogênio) foram determinadas utilizando o método PVMRM (Plume Volume Molar Ratio Method), que consiste na aplicação de algoritmos para conversão de NO_x para NO₂, este método faz parte da opção de modelagem de NO_x no AERMOD. Para simulação foram utilizados “NO₂/NO_x – 0.90” (guideline), “In-Stack NO₂/NO_x Ratio – 0.075” (referencia Hong Kong Environmental Protection Department) e “Ozone Value – 42,7 ppb” (médias das concentrações horárias máximas das estações de monitoramento da CETESB);
- Emissões horárias variáveis de veículos automotores no decorrer do dia (1:00 as 24:00 horas).

Com base nestes preceitos, foram selecionadas cinco simulações dos seis túneis identificados de 01 a 06, iniciando no município de São Paulo e terminando no de Guarulhos, conforme indicado na figura a seguir. Os túneis 04 e 05 foram modelados simultaneamente devido à distância entre as saídas ser relativamente curta.

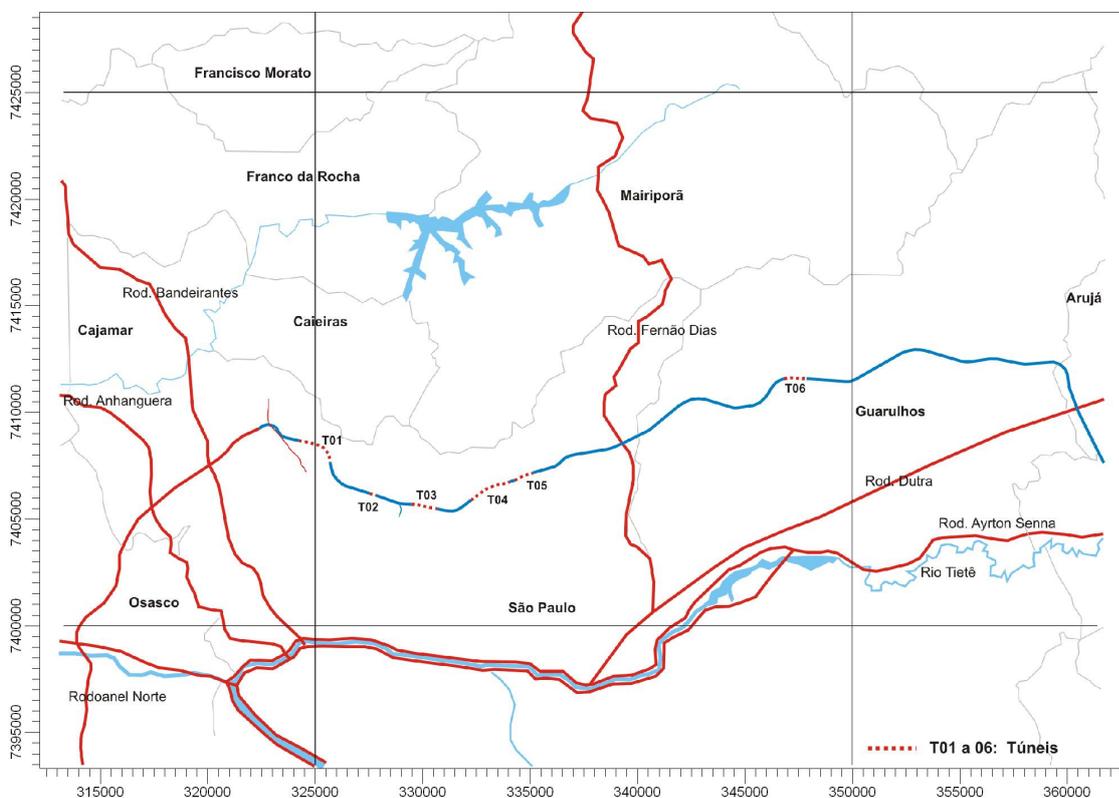
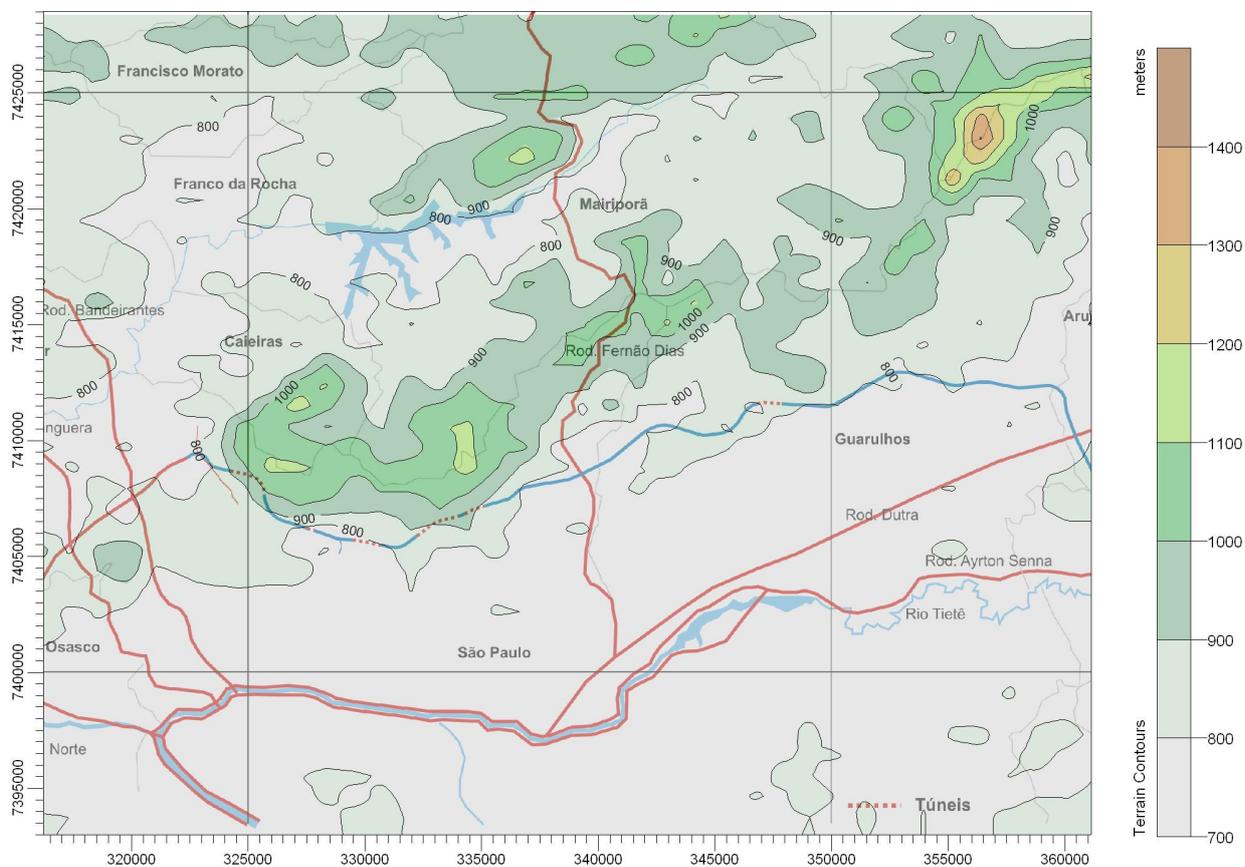


Figura II.3 - Túneis para Simulação nos Modelos de Dispersão

Diferentemente do pacote CalRoadsView, o AERMOD permite a simulação das contribuições de emissões na qualidade do ar considerando a topografia local, o que foi particularmente importante neste estudo devido à disponibilidade de séries de cinco anos de dados meteorológicos apenas do Aeroporto de Cumbica, no formato requerido para esta modelagem. Assim, foi feita uma modelagem simplificada da topografia ao longo do Trecho Norte do Rodoanel, conforme mostrado na figura II.4.



**Figura II.4 - Curvas de Nível da Região do Estudo de Dispersão
(metros em relação ao nível do mar)**

II.3.3 Fontes Linha e Receptores para os Trechos da Simulação

As fontes linha de cada trecho da simulação para modelos CALINE4 e CAL3HQCR estão apresentadas nos quadros a seguir. Cada sentido da rodovia é representado por grupos

de fontes linha denominados de G01, G02, G03 e G04 indicados nos mapas das figuras a seguir, sendo que cada grupo é constituído por mais de uma fonte linha correspondente a cada vetor indicado em azul, determinada conforme o traçado da via apresente características diversas e assim o exija.

A largura da Zona de Mistura de uma rodovia é definida pela largura total da pista de rolamento de cada sentido, acrescida de 3 metros para cada lado.

Quadro II.1 - Grupo de Fontes Linha – Trecho 01

Grupo		Coordenada UTM Inicial (m)		Coordenada UTM Final (m)		Largura da Mistura (m)
G01	1	321634	7408747	322500	7409273	20,4
	2	322500	7409273	322851	7409345	20,4
	3	322851	7409345	323091	7409222	20,4
	4	323091	7409222	323374	7408826	20,4
	5	323374	7408826	323474	7408767	20,4
	6	323474	7408767	323981	7408643	20,4
G02	7	323984	7408667	323462	7408806	20,4
	8	323462	7408806	323381	7408866	20,4
	9	323381	7408866	323099	7409264	20,4
	10	323099	7409264	322836	7409371	20,4
	11	322836	7409371	322467	7409290	20,4
	12	322467	7409290	321617	7408774	20,4
G03	13	322753	7410406	322750	7409541	13,2
	14	322750	7409541	322831	7409365	13,2
	15	322831	7409365	323214	7408982	13,2
	16	323214	7408982	323482	7408561	13,2
G04	17	323497	7408581	323214	7409011	13,2
	18	323214	7409011	322851	7409362	13,2
	19	322851	7409362	322761	7409547	13,2
	20	322761	7409547	322776	7410406	13,2

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Av. Raimundo Magalhães no sentido da Capital; G04 – Av. Raimundo Magalhães no sentido do Interior

Quadro II.2 - Grupo de Fontes Linha – Trecho 02

Grupo		Coordenada UTM Inicial (m)		Coordenada UTM Final (m)		Largura da Mistura (m)
G01	1	325674	7407403	325791	7407068	20,4
	2	325791	7407068	325896	7406875	20,4
	3	325896	7406875	326057	7406700	20,4
	4	326057	7406700	326264	7406544	20,4
	5	326264	7406544	326417	7406475	20,4
	6	326417	7406475	326595	7406413	20,4
	7	326595	7406413	326977	7406304	20,4
G02	8	326984	7406326	326562	7406449	20,4
	9	326562	7406449	326395	7406511	20,4
	10	326395	7406511	326231	7406598	20,4
	11	326231	7406598	326024	7406773	20,4
	12	326024	7406773	325911	7406908	20,4
	13	325911	7406908	325809	7407086	20,4
	14	325809	7407086	325747	7407261	20,4
	15	325747	7407261	325700	7407406	20,4

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel;

Quadro II.3- Grupo de Fontes Linha – Trecho 03

Grupo		Coordenada UTM Inicial (m)		Coordenada UTM Final (m)		Largura da Mistura (m)
G01	1	327998	7405985	328795	7405704	20,4
	2	328795	7405704	328915	7405669	20,4
	3	328915	7405669	329000	7405651	20,4
	4	329000	7405651	329392	7405645	20,4
G02	5	329398	7405674	328988	7405680	20,4
	6	328988	7405680	328909	7405698	20,4
	7	328909	7405698	328800	7405730	20,4
	8	328800	7405730	327998	7406014	20,4
G03	9	328900	7405677	328991	7405408	13,2
	10	328991	7405408	328885	7405027	13,2
	11	328885	7405027	328906	7404931	13,2
	12	328906	7404931	328894	7404814	13,2
G04	13	328918	7404819	328921	7404954	13,2
	14	328921	7404954	328906	7405024	13,2
	15	328906	7405024	329017	7405414	13,2
	16	329017	7405414	328921	7405677	13,2

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Av. Inajar no sentido da Capital; G04 – Av. Inajar no sentido do Interior

Quadro II.4 - Grupo de Fontes Linha – Trecho 04

Grupo		Coordenada UTM Inicial (m)		Coordenada UTM Final (m)		Largura da Mistura (m)
G01	1	338203	7408145	338552	7408198	20,4
	2	338552	7408198	338798	7408266	20,4
	3	338798	7408266	339307	7408490	20,4
	4	339307	7408490	339998	7408822	16,8
	5	339998	7408822	340387	7409036	16,8
G02	6	340383	7409064	339920	7408811	16,8
	7	339920	7408811	339297	7408515	16,8
	8	339297	7408515	338851	7408316	20,4
	9	338851	7408316	338591	7408237	20,4
	10	338591	7408237	338206	7408173	20,4
G03	11	338509	7409591	338691	7409189	20,4
	12	338691	7409189	339265	7408505	20,4
	13	339265	7408505	339489	7408202	20,4
	14	339489	7408202	339671	7407853	20,4
	15	339671	7407853	339774	7407532	20,4
G04	16	339795	7407536	339685	7407881	20,4
	17	339685	7407881	339510	7408234	20,4
	18	339510	7408234	339304	7408508	20,4
	19	339304	7408508	338702	7409217	20,4
	20	338702	7409217	338538	7409599	20,4

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Rodovia Fernão Dias no sentido da Capital; G04 – Rodovia Fernão Dias no sentido do Interior

Quadro II.5 - Grupo de Fontes Linha – Trecho 05

Grupo		Coordenada UTM Inicial (m)		Coordenada UTM Final (m)		Largura da Mistura (m)
G01	1	351404	7412162	352453	7412749	16,8
	2	352453	7412749	352701	7412833	16,8
	3	352701	7412833	352999	7412883	16,8
	4	352999	7412883	353192	7412892	16,8
	5	353192	7412892	353397	7412862	16,8
	6	353397	7412862	353796	7412758	16,8
	7	353796	7412758	354996	7412380	16,8
	8	354996	7412380	355198	7412325	16,8
	9	355198	7412325	355395	7412304	16,8
G02	10	355395	7412329	355180	7412356	16,8
	11	355180	7412356	354980	7412408	16,8
	12	354980	7412408	353707	7412805	16,8
	13	353707	7412805	353346	7412902	16,8
	14	353346	7412902	353043	7412911	16,8
	15	353043	7412911	352709	7412860	16,8
	16	352709	7412860	352512	7412802	16,8
	17	352512	7412802	352188	7412638	16,8
	18	352188	7412638	351408	7412189	16,8

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel

Quadro II.6 - Grupo de Fontes Linha – Trecho 06

Grupo		Coordenada UTM Inicial (m)		Coordenada UTM Final (m)		Largura da Mistura (m)
G01	1	360145	7411596	360199	7411193	16,8
	2	360199	7411193	360356	7410712	16,8
	3	360356	7410712	360632	7410004	16,8
	4	360632	7410004	361408	7408432	16,8
G02	5	361423	7408442	360656	7410014	16,8
	6	360656	7410014	360371	7410731	16,8
	7	360371	7410731	360219	7411203	16,8
	8	360219	7411203	360170	7411601	16,8
G03	9	362194	7410407	360961	7410117	16,8
	10	360961	7410117	360636	7410014	16,8
	11	360636	7410014	359015	7409518	16,8
G04	12	359020	7409479	360651	7409985	16,8
	13	360651	7409985	361010	7410093	16,8
	14	361010	7410093	362189	7410368	16,8

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Rodovia Dutra no sentido da Interior; G04 – Rodovia Dutra no sentido da Capital

As figuras a seguir apresentam os grupos de fontes linha dos seis trechos estudados e os receptores (espaçados em malha de 200 por 200 metros).



Figura II.5 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Trecho 01 (CALINE4 e CAL3QHCR)



Figura II.6 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Trecho 02 (CALINE4 e CAL3QHCR)



Figura II.7 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Trecho 03 (CALINE4 e CAL3QHCR)



Figura II.8 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Trecho 04 (CALINE4 e CAL3QHCR)

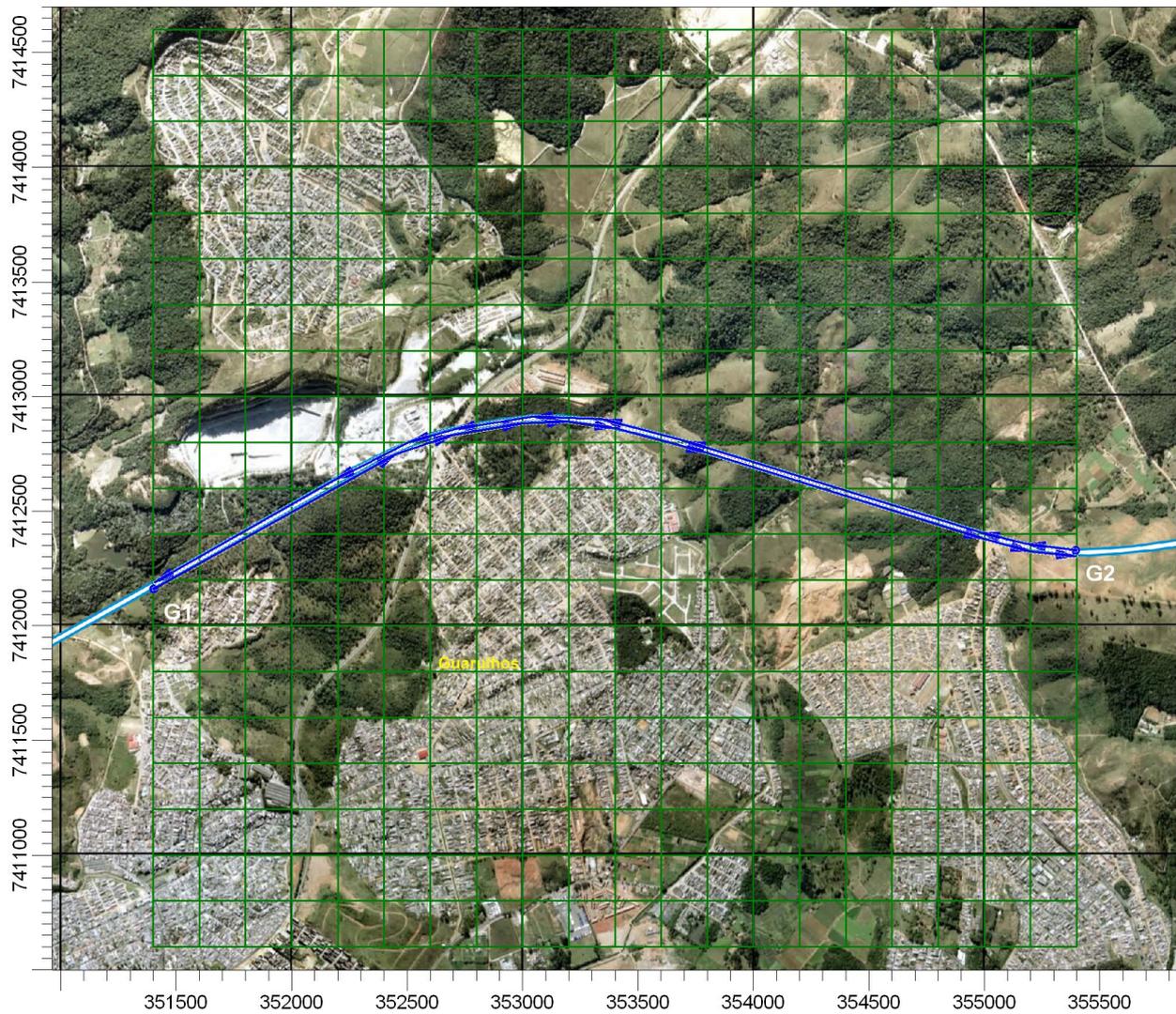


Figura II.9 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Trecho 05 (CALINE4 e CAL3QHCR)

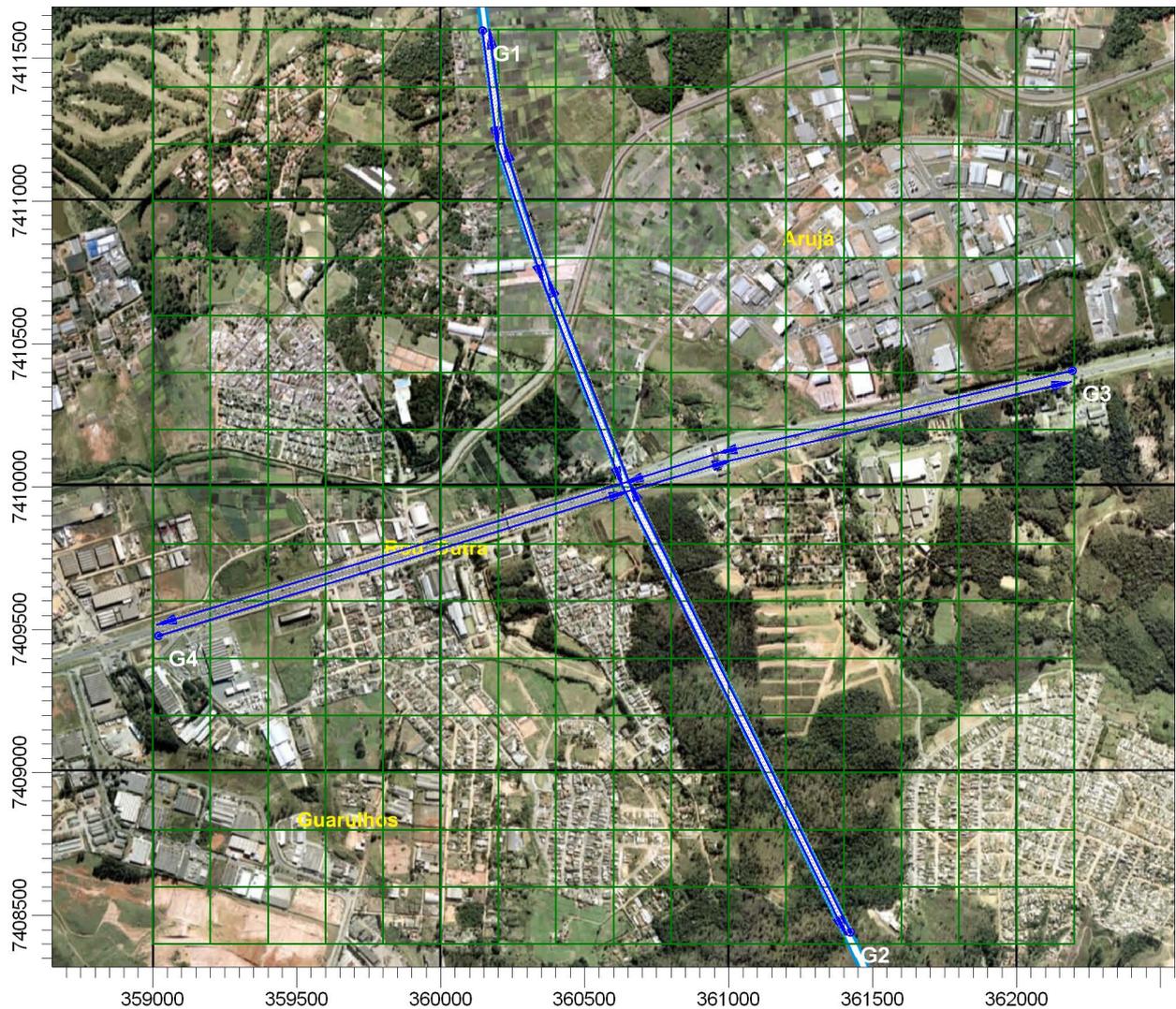


Figura II.10 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Trecho 06 (CALINE4 e CAL3QHCR)

II.3.4 Fontes Volumes (Túneis) e Receptores para os Trechos da Simulação

As fontes volumes de cada túnel da simulação para modelo AERMOD estão apresentadas nos quadros a seguir. Cada saída do túnel é representada por cinco fontes volumes e por fontes linhas na entrada e saída.

Quadro II.7 - Grupo de Fontes Volume e Linha – Túnel 01

Fonte		Coordenada UTM			Volume	
		X	Y	Z	Largura (m)	Altura (m)
Volume (Pista Interna Rodoanel)	101	325653	7407571	861	20	7
	102	325655	7407551	862	20	7
	103	325657	7407530	863	20	7
	104	325659	7407510	864	20	7
	105	325660	7407491	865	20	7
Volume (Pista Externa Rodoanel)	106	324179	7408634	835	20	7
	107	324158	7408638	834	20	7
	108	324138	7408643	833	20	7
	109	324118	7408649	832	20	7
	110	324097	7408654	831	20	7
Linha (Lado Leste do Túnel)	inicio	325669	7407578	861	40,8	3,5
	fim	325784	7407096	861	40,8	3,5
Linha (Lado Oeste do Túnel)	inicio	324189	7408613	835	40,8	3,5
	fim	324700	7408723	810	40,8	3,5

Quadro II.8 - Grupo de Fontes Volume e Linha – Túnel 02

Fonte		Coordenada UTM			Volume	
		X	Y	Z	Largura (m)	Altura (m)
Volume (Pista Interna Rodoanel)	201	327859	7406035	779	20	7
	202	327880	7406026	779	20	7
	203	327900	7406019	778	20	7
	204	327920	7406012	778	20	7
	205	327941	7406006	777	20	7
Volume (Pista Externa Rodoanel)	206	327507	7406168	786	20	7
	207	327487	7406174	786	20	7
	208	327466	7406181	787	20	7
	209	327446	7406188	787	20	7
	210	327426	7406195	788	20	7
Linha (Lado Leste do Túnel)	inicio	327854	7406050	779	40,8	3,5
	fim	327326	7405885	769	40,8	3,5
Linha (Lado Oeste do Túnel)	inicio	327512	7406147	786	40,8	3,5
	fim	327033	7406292	796	40,8	3,5

Quadro II.9 - Grupo de Fontes Volume e Linha – Túnel 03

Fonte		Coordenada UTM			Volume	
		X	Y	Z	Largura (m)	Altura (m)
Volume (Pista Interna Rodoanel)	301	330724	7405413	780	20	7
	302	330744	7405407	782	20	7
	303	330764	7405403	783	20	7
	304	330784	7405401	785	20	7
	305	330803	7405396	787	20	7
Volume (Pista Externa Rodoanel)	306	329456	7405676	767	20	7
	307	329436	7405676	766	20	7
	308	329416	7405675	765	20	7
	309	329396	7405675	763	20	7
	310	329376	7405675	762	20	7
Linha (Lado Leste do Túnel)	inicio	330712	7405426	780	40,8	3,5
	fim	331204	7405330	822	40,8	3,5
Linha (Lado Oeste do Túnel)	inicio	329471	7405659	767	40,8	3,5
	fim	328973	7405672	737	40,8	3,5

Quadro II.10 - Grupo de Fontes Volume e Linha – Túnel 04 e 05

Fonte		Coordenada UTM			Volume	
		X	Y	Z	Largura (m)	Altura (m)
Túnel 04, Volume (Pista Interna Rodoanel)	401	334121	7406680	840	20	7
	402	334141	7406685	840	20	7
	403	334162	7406694	840	20	7
	404	334182	7406701	840	20	7
	405	334202	7406708	840	20	7
Túnel 05, Volume (Pista Interna Rodoanel)	406	332237	7405836	805	20	7
	407	332217	7405821	803	20	7
	408	332197	7405806	801	20	7
	409	332177	7405790	799	20	7
	410	332156	7405774	797	20	7
Linha (Entre Túnel 04 e 05)	inicio	334108	7406689	840	40,8	3,5
	fim	304308	7406761	836	40,8	3,5
Túnel 05, Volume (Pista Externa Rodoanel)	501	335208	7407109	807	20	7
	502	335228	7407114	806	20	7
	503	335248	7407120	805	20	7
	504	335268	7407125	803	20	7
	505	335288	7407130	802	20	7
Túnel 04, Volume (Pista Externa Rodoanel)	506	334293	7406773	836	20	7
	507	334273	7406766	836	20	7
	508	334253	7406759	837	20	7
	509	334233	7406752	877	20	7
	510	334213	7406745	838	20	7
Linha (Lado Leste do Túnel 5)	inicio	335190	7407119	807	40,8	3,5
	fim	335674	7407248	777	40,8	3,5
Linha (Lado Oeste do Túnel 4)	inicio	332253	7405830	805	40,8	3,5
	fim	331857	7405525	763	40,8	3,5

Quadro II.11 - Grupo de Fontes Linha – Túnel 06

Fonte		Coordenada UTM			Volume	
		X	Y	Z	Largura (m)	Altura (m)
Volume (Pista Interna Rodoanel)	601	347933	7411513	795	20	7
	602	347954	7411511	795	20	7
	603	347975	7411509	795	20	7
	604	347995	7411508	795	20	7
	605	348015	7411506	795	20	7
Volume (Pista Externa Rodoanel)	606	346826	7411543	798	20	7
	607	346806	7411535	798	20	7
	608	346785	7411527	798	20	7
	609	346765	7411520	798	20	7
	610	346745	7411513	798	20	7
Linha (Lado Leste do Túnel)	inicio	347927	7411523	795	33,6	3,5
	fim	348424	7411482	795	33,6	3,5
Linha (Lado Oeste do Túnel)	inicio	346838	7411529	798	33,6	3,5
	fim	346405	7411287	798	33,6	3,5

As figuras a seguir apresentam os grupos de fontes volume e linha dos seis túneis estudados e os receptores (espaçados em malha de 200 por 200 metros).

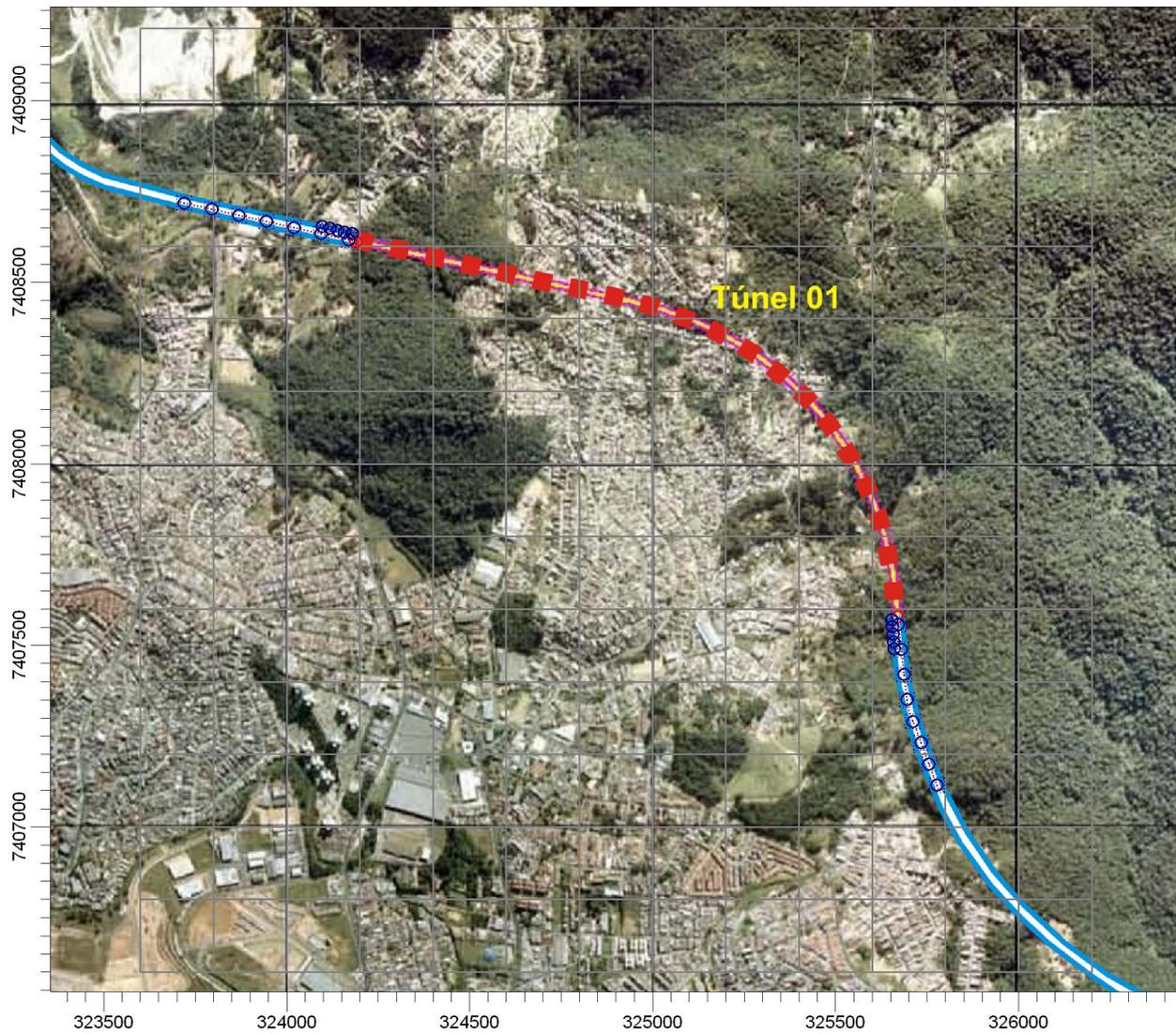


Figura II.11 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Túnel 01 (AERMOD)



Figura II.12 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Túnel 02 (AERMOD)



Figura II.13 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Túnel 03 (AERMOD)

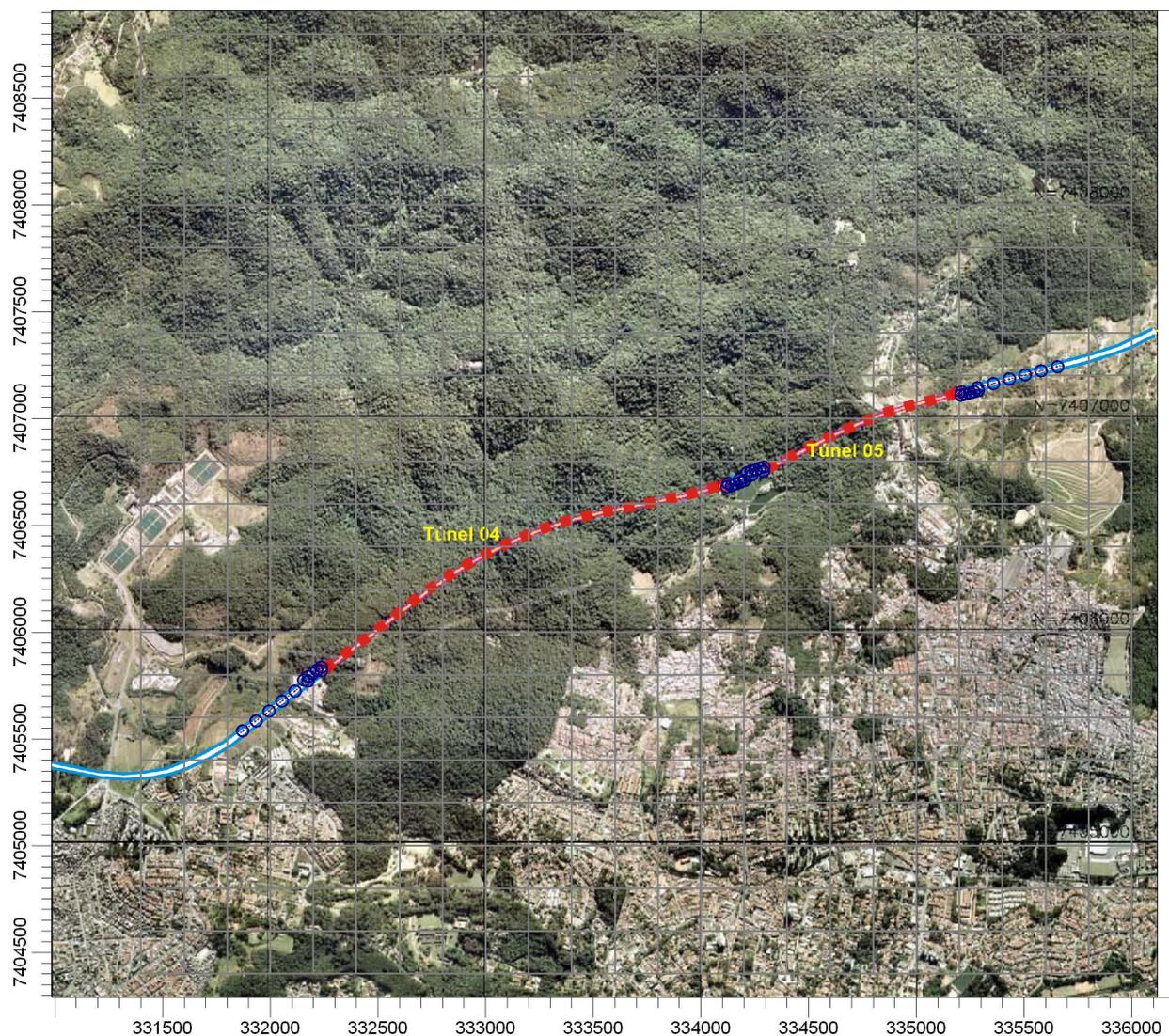


Figura II.14 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Túnel 04 e 05 (AERMOD)

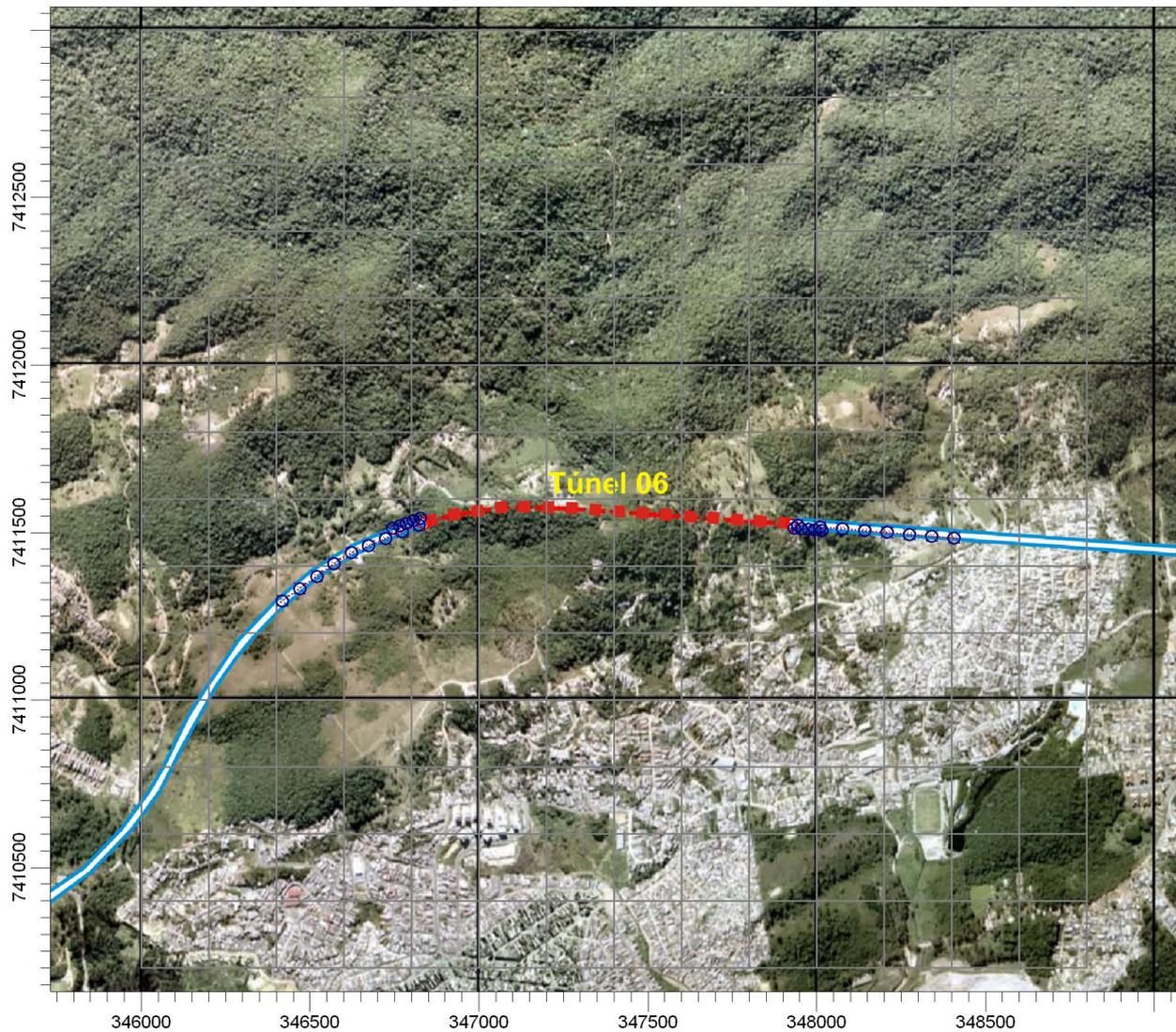


Figura II.15 - Grupo de Fontes Linha e Receptores – Túnel 06 (AERMOD)

II.3.5 Emissões de Poluentes e Volume Tráfego de Veículos nas Pistas

As emissões de poluentes atmosféricos e volumes de tráfego de veículos nas pistas das rodovias utilizados nos modelos CALINE4 e CAL3HQCR foram calculados conforme a metodologia exposta no volume do EIA e estão apresentados nos quadros a seguir.

Quadro II.12 – Veículos e Emissões Atmosféricas – Trecho 01: 2014

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 2	1517	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37
	3 – 6	1762	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37
G02	7 – 10	1762	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37
	11 – 12	1517	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37
G03	13 – 14	1320	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37
	15 – 16	943	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37
G04	17 – 18	943	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37
	19 – 20	1320	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Av. Raimundo Magalhães no sentido da Capital; G04 – Trecho da Av. Raimundo Magalhães no sentido do Interior

Quadro II.13 - Veículos e Emissões Atmosféricas – Trecho 02: 2014

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 7	1762	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37
G02	8 – 14	1762	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel

Quadro II.14 - Veículos e Emissões Atmosféricas – Trecho 03: 2014

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 2	1762	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37
	3 – 4	1760	9,41	2,09	6,87	0,43	0,39
G02	5 – 6	1760	9,41	2,09	6,87	0,43	0,39
	7 – 8	1762	9,32	2,07	6,59	0,42	0,37
G03	9 – 12	1931	9,41	2,09	6,87	0,43	0,39
G04	13 – 16	1931	9,41	2,09	6,87	0,43	0,39

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Av. Inajar no sentido da Capital; G04 – Trecho da Av. Inajar no sentido do Interior

Quadro II.15 - Veículos e Emissões Atmosféricas – Trecho 04: 2014

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 3	1760	9,41	2,09	6,87	0,43	0,39
	4 – 5	833	9,51	2,12	7,21	0,45	0,41
G02	6 – 7	833	9,51	2,12	7,21	0,45	0,41
	8 – 10	1760	9,41	2,09	6,87	0,43	0,39
G03	11 -12	3120	9,51	2,12	7,21	0,45	0,41
	13 – 15	3126	9,51	2,12	7,21	0,45	0,41
G04	16 – 18	3126	9,51	2,12	7,21	0,45	0,41
	19 – 20	3120	9,51	2,12	7,21	0,45	0,41

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Rodovia Fernão Dias no sentido da Capital; G04 – Trecho da Rodovia Fernão Dias no sentido do Interior

Quadro II.16 - Veículos e Emissões Atmosféricas – Trecho 05: 2014

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 9	670	9,83	2,2	8,26	0,51	0,47
G02	10 – 18	670	9,83	2,2	8,26	0,51	0,47

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel

Quadro II.17 - Veículos e Emissões Atmosféricas – Trecho 06: 2014

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 3	670	9,83	2,2	8,26	0,51	0,47
	4	145	9,83	2,2	8,26	0,51	0,47
G02	5	145	9,83	2,2	8,26	0,51	0,47
	6 – 8	670	9,83	2,2	8,26	0,51	0,47
G03	9 – 10	3345	9,83	2,2	8,26	0,51	0,47
	11	4084	9,83	2,2	8,26	0,51	0,47
G04	12	4084	9,83	2,2	8,26	0,51	0,47
	13 – 14	3345	9,83	2,2	8,26	0,51	0,47

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Rodovia Dutra no sentido da Capital; G04 – Trecho da Rodovia Dutra no sentido do Interior

Quadro II.18 - Volumes de Veículos (v/h) – Trecho 01: 2024

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 2	2812	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06
	3 – 6	3150	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06
G02	7 – 10	3150	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06
	11 – 12	2812	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06
G03	13 – 14	1630	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06
	15 – 16	1282	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06
G04	17 – 18	1282	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06
	19 – 20	1630	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Av. Raimundo Magalhães no sentido da Capital; G04 – Trecho da Av. Raimundo Magalhães

Quadro II.19 - Volumes de Veículos (v/h) – Trecho 02: 2024

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 7	3150	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06
G02	8 – 14	3150	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel

Quadro II.20 - Volumes de Veículos (v/h) – Trecho 03: 2024

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 2	3150	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06
	3 – 4	3157	5,23	1,37	3,11	0,14	0,07
G02	5 – 6	3157	5,23	1,37	3,11	0,14	0,07
	7 – 8	3150	5,14	1,35	2,99	0,13	0,06
G03	9 – 12	3511	5,23	1,37	3,11	0,14	0,07
G04	13 – 16	3511	5,23	1,37	3,11	0,14	0,07

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Av. Inajar no sentido da Capital; G04 – Trecho da Av. Inajar no sentido do Interior

Quadro II.21 - Volumes de Veículos (v/h) – Trecho 04: 2024

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 3	3157	5,23	1,37	3,11	0,14	0,07
	4 – 5	1721	5,39	1,39	3,32	0,14	0,07
G02	6 – 7	1721	5,39	1,39	3,32	0,14	0,07
	8 – 10	3157	5,23	1,37	3,11	0,14	0,07
G03	11 -12	4024	5,39	1,39	3,32	0,14	0,07
	13 – 15	4286	5,39	1,39	3,32	0,14	0,07
G04	16 – 18	4286	5,39	1,39	3,32	0,14	0,07
	19 – 20	4024	5,39	1,39	3,32	0,14	0,07

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Rodovia Fernão Dias no sentido da Capital; G04 – Trecho da Rodovia Fernão Dias no sentido do Interior

Quadro II.22 - Volumes de Veículos (v/h) – Trecho 05: 2024

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 9	1421	5,60	1,43	3,59	0,15	0,08
G02	10 – 18	1421	5,60	1,43	3,59	0,15	0,08

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel

Quadro II.23 - Volumes de Veículos (v/h) – Trecho 06: 2024

Grupo		Veículo (v/h)	Emissão (g/v-milha)				
			CO	HC	NO _x	MP	SO _x
G01	1 – 3	1421	5,60	1,43	3,59	0,15	0,08
	4	352	5,60	1,43	3,59	0,15	0,08
G02	5	352	5,60	1,43	3,59	0,15	0,08
	6 – 8	1421	5,60	1,43	3,59	0,15	0,08
G03	9 – 10	4466	5,60	1,43	3,59	0,15	0,08
	11	5070	5,60	1,43	3,59	0,15	0,08
G04	12	5070	5,60	1,43	3,59	0,15	0,08
	13 – 14	4466	5,60	1,43	3,59	0,15	0,08

Nota: G01 – Pista interna do Rodoanel; G02 – Pista externa do Rodoanel; G03 – Trecho da Rodovia Dutra no sentido da Capital; G04 – Trecho da Rodovia Dutra no sentido do Interior

II.3.6 Emissões de Poluentes e Volume Tráfego de Veículos nos Túneis e nas Pistas

As emissões de poluentes atmosféricos e volumes de tráfego de veículos nos túneis e nas pistas das rodovias utilizados no modelo AERMOD foram calculados conforme a metodologia exposta no volume do EIA e estão apresentados nos quadros a seguir.

Quadro II.24 – Veículos e Emissões Atmosféricas no Trecho Entre Av. Raimundo Magalhães e Av. Inajar : 2014

Horas	Veículos (v/h)	Emissão Média (g/s-km)				
		CO	HC	NOx	MP	SO ₂
1	244	0,433	0,097	0,408	0,025	0,023
2	195	0,362	0,082	0,377	0,023	0,022
3	162	0,311	0,070	0,348	0,021	0,020
4	183	0,358	0,081	0,417	0,025	0,024
5	572	1,107	0,251	1,266	0,075	0,074
6	1615	2,933	0,660	2,932	0,177	0,169
7	2854	4,788	1,068	3,886	0,240	0,222
8	3059	4,857	1,076	3,259	0,207	0,183
9	2405	3,771	0,834	2,404	0,154	0,134
10	2719	4,393	0,975	3,147	0,198	0,178
11	2468	4,026	0,894	2,982	0,187	0,169
12	2400	3,904	0,867	2,863	0,180	0,162
13	2211	3,595	0,798	2,635	0,165	0,149
14	2335	3,856	0,858	2,976	0,185	0,169
15	2550	4,168	0,926	3,109	0,195	0,176
16	2861	4,651	1,033	3,406	0,214	0,193
17	3647	5,852	1,297	4,086	0,258	0,230
18	3836	5,869	1,293	3,359	0,220	0,186
19	2977	4,427	0,972	2,187	0,147	0,119
20	2082	3,010	0,658	1,246	0,087	0,066
21	1129	1,684	0,370	0,846	0,057	0,046
22	730	1,145	0,253	0,734	0,047	0,041
23	453	0,737	0,164	0,541	0,034	0,031
24	347	0,634	0,143	0,641	0,039	0,037

Quadro II.25 – Veículos e Emissões Atmosféricas no Trecho Entre Av. Inajar e Rod. Fernão Dias: 2014

Horas	Veículos (v/h)	Emissão Média (g/s-km)				
		CO	HC	NOx	MP	SO ₂
1	248	0,442	0,099	0,426	0,026	0,025
2	199	0,371	0,084	0,394	0,024	0,023
3	166	0,321	0,073	0,364	0,022	0,021
4	188	0,370	0,084	0,436	0,026	0,025
5	587	1,144	0,259	1,323	0,079	0,077
6	1641	3,005	0,677	3,062	0,184	0,177
7	2867	4,857	1,084	4,055	0,250	0,232
8	3051	4,888	1,084	3,396	0,215	0,191
9	2395	3,788	0,838	2,504	0,160	0,140
10	2717	4,432	0,985	3,281	0,206	0,186
11	2470	4,067	0,905	3,110	0,194	0,177
12	2401	3,942	0,877	2,985	0,187	0,169
13	2212	3,630	0,807	2,747	0,172	0,156
14	2341	3,902	0,869	3,104	0,193	0,177
15	2553	4,212	0,937	3,242	0,202	0,184
16	2862	4,697	1,044	3,552	0,222	0,201
17	3642	5,898	1,309	4,260	0,268	0,241
18	3807	5,874	1,296	3,496	0,227	0,194
19	2944	4,411	0,969	2,273	0,152	0,124
20	2052	2,986	0,653	1,293	0,090	0,069
21	1117	1,678	0,369	0,880	0,059	0,048
22	726	1,151	0,255	0,765	0,049	0,043
23	453	0,744	0,166	0,564	0,035	0,032
24	353	0,650	0,146	0,670	0,040	0,039

Quadro II.26 – Veículos e Emissões Atmosféricas no Trecho Entre Rod. Fernão Dias e Rod. Dutra: 2014

Horas	Veículos (v/h)	Emissão Média (g/s-km)				
		CO	HC	NOx	MP	SO ₂
1	100	0,186	0,042	0,196	0,012	0,011
2	83	0,160	0,036	0,182	0,011	0,011
3	71	0,141	0,032	0,168	0,010	0,010
4	81	0,164	0,037	0,202	0,012	0,012
5	252	0,504	0,115	0,611	0,036	0,036
6	676	1,283	0,290	1,411	0,084	0,082
7	1121	1,983	0,445	1,861	0,113	0,107
8	1151	1,927	0,429	1,551	0,096	0,088
9	896	1,480	0,329	1,142	0,071	0,065
10	1037	1,767	0,395	1,502	0,092	0,086
11	948	1,632	0,365	1,424	0,087	0,082
12	920	1,579	0,353	1,367	0,084	0,078
13	847	1,454	0,325	1,258	0,077	0,072
14	906	1,578	0,353	1,423	0,087	0,082
15	982	1,692	0,379	1,485	0,091	0,085
16	1096	1,880	0,420	1,626	0,100	0,093
17	1384	2,341	0,523	1,948	0,120	0,111
18	1402	2,256	0,500	1,590	0,100	0,090
19	1065	1,658	0,366	1,028	0,066	0,057
20	729	1,098	0,241	0,581	0,039	0,032
21	405	0,633	0,140	0,398	0,026	0,022
22	272	0,450	0,100	0,349	0,022	0,020
23	174	0,298	0,067	0,258	0,016	0,015
24	146	0,278	0,063	0,309	0,018	0,018

Quadro II.27 – Veículos e Emissões Atmosféricas no Trecho Entre Av. Raimundo Magalhães e Av. Inajar : 2024

Horas	Veículos (v/h)	Emissão Média (g/s-km)				
		CO	HC	NOx	MP	SO ₂
1	428	0,463	0,113	0,329	0,012	0,007
2	338	0,399	0,095	0,304	0,011	0,007
3	279	0,352	0,082	0,280	0,010	0,006
4	312	0,411	0,094	0,335	0,011	0,007
5	978	1,262	0,292	1,017	0,034	0,023
6	2810	3,194	0,768	2,361	0,086	0,052
7	5058	4,895	1,246	3,145	0,128	0,068
8	5487	4,724	1,257	2,651	0,121	0,056
9	4326	3,622	0,975	1,959	0,092	0,041
10	4858	4,343	1,139	2,555	0,112	0,055
11	4401	4,014	1,044	2,419	0,104	0,052
12	4283	3,883	1,012	2,323	0,100	0,050
13	3945	3,575	0,932	2,138	0,092	0,046
14	4154	3,888	1,002	2,411	0,101	0,052
15	4546	4,165	1,082	2,522	0,108	0,054
16	5105	4,624	1,206	2,764	0,120	0,059
17	6527	5,747	1,516	3,321	0,148	0,071
18	6932	5,503	1,513	2,748	0,139	0,057
19	5411	4,028	1,138	1,799	0,100	0,037
20	3805	2,654	0,772	1,033	0,065	0,020
21	2050	1,537	0,433	0,695	0,038	0,014
22	1312	1,102	0,296	0,598	0,028	0,013
23	808	0,733	0,191	0,439	0,019	0,009
24	603	0,693	0,166	0,516	0,019	0,011

Quadro II.28 – Veículos e Emissões Atmosféricas no Trecho Entre Av. Inajar e Rod. Fernão Dias: 2024

Horas	Veículos (v/h)	Emissão Média (g/s-km)				
		CO	HC	NOx	MP	SO ₂
1	434	0,477	0,116	0,344	0,013	0,008
2	345	0,413	0,098	0,318	0,011	0,007
3	286	0,366	0,085	0,293	0,010	0,007
4	321	0,428	0,098	0,351	0,012	0,008
5	1005	1,312	0,302	1,064	0,036	0,024
6	2860	3,301	0,790	2,468	0,089	0,054
7	5094	5,020	1,269	3,283	0,132	0,071
8	5490	4,812	1,271	2,764	0,124	0,059
9	4321	3,684	0,984	2,041	0,094	0,043
10	4870	4,434	1,154	2,666	0,115	0,057
11	4417	4,103	1,060	2,524	0,107	0,054
12	4297	3,967	1,027	2,423	0,103	0,052
13	3958	3,653	0,946	2,230	0,095	0,048
14	4175	3,979	1,018	2,516	0,104	0,054
15	4564	4,258	1,098	2,631	0,111	0,057
16	5122	4,725	1,224	2,884	0,123	0,062
17	6538	5,863	1,535	3,463	0,151	0,074
18	6906	5,577	1,523	2,861	0,141	0,060
19	5373	4,065	1,141	1,870	0,101	0,038
20	3767	2,665	0,770	1,072	0,066	0,021
21	2037	1,552	0,434	0,723	0,039	0,015
22	1311	1,121	0,299	0,624	0,029	0,013
23	811	0,749	0,194	0,458	0,019	0,010
24	614	0,716	0,171	0,540	0,019	0,012

Quadro II.29 – Veículos e Emissões Atmosféricas no Trecho Entre Rod. Fernão Dias e Rod. Dutra: 2024

Horas	Veículos (v/h)	Emissão Média (g/s-km)				
		CO	HC	NOx	MP	SO ₂
1	205	0,239	0,057	0,180	0,006	0,004
2	166	0,210	0,049	0,166	0,006	0,004
3	140	0,187	0,043	0,154	0,005	0,003
4	159	0,220	0,050	0,184	0,006	0,004
5	496	0,673	0,153	0,558	0,018	0,012
6	1365	1,663	0,391	1,292	0,045	0,029
7	2338	2,462	0,608	1,711	0,065	0,037
8	2455	2,305	0,593	1,434	0,060	0,031
9	1921	1,754	0,456	1,057	0,045	0,023
10	2196	2,141	0,543	1,385	0,056	0,030
11	2000	1,989	0,501	1,313	0,052	0,028
12	1944	1,921	0,485	1,260	0,050	0,027
13	1790	1,769	0,447	1,160	0,046	0,025
14	1902	1,939	0,484	1,310	0,051	0,029
15	2069	2,066	0,520	1,369	0,054	0,030
16	2316	2,288	0,578	1,499	0,060	0,033
17	2938	2,822	0,720	1,798	0,074	0,039
18	3037	2,622	0,697	1,477	0,067	0,031
19	2333	1,880	0,514	0,961	0,048	0,020
20	1616	1,211	0,341	0,547	0,030	0,011
21	886	0,719	0,196	0,372	0,018	0,008
22	583	0,534	0,139	0,323	0,014	0,007
23	367	0,363	0,092	0,238	0,010	0,005
24	294	0,362	0,085	0,283	0,010	0,006

Quadro II.30 – Emissões Máximas (17 horas) no Túnel 01: 2.014 e 2.024

Poluente		2.014		
		Túnel (1.985 m)	Pista (500 m) (Lado Leste)	Pista (500 m) (Lado Oeste)
CO	g/s	11,650	1,4672	1,4672
HC	g/s	2,575	0,3244	0,3244
NOx	g/s	8,111	1,0216	1,0216
MP	g/s	0,513	0,0646	0,0646
SO ₂	g/s	0,457	0,0576	0,0576
		2.024		
CO	g/s	11,409	1,4369	1,4369
HC	g/s	3,009	0,3789	0,3789
NOx	g/s	6,591	0,8301	0,8301
MP	g/s	0,294	0,0370	0,0370
SO ₂	g/s	0,140	0,0177	0,0177

Quadro II.31 – Emissões Máximas (17 horas) no Túnel 02: 2.014 e 2.024

Poluente		2.014		
		Túnel (330 m)	Pista (500 m) (Lado Leste)	Pista (500 m) (Lado Oeste)
CO	g/s	1,937	1,4672	1,4672
HC	g/s	0,428	0,3244	0,3244
NOx	g/s	1,348	1,0216	1,0216
MP	g/s	0,085	0,0646	0,0646
SO ₂	g/s	0,076	0,0576	0,0576
		2.024		
CO	g/s	1,897	1,4369	1,4369
HC	g/s	0,500	0,3789	0,3789
NOx	g/s	1,096	0,8301	0,8301
MP	g/s	0,049	0,0370	0,0370
SO ₂	g/s	0,023	0,0177	0,0177

Quadro II.32 – Emissões Máximas (17 horas) no Túnel 03: 2.014 e 2.024

Poluente		2.014		
		Túnel (830 m)	Pista (500 m) (Lado Leste)	Pista (500 m) (Lado Oeste)
CO	g/s	4,895	1,4744	1,4744
HC	g/s	1,087	0,3273	0,3273
NOx	g/s	3,535	1,0649	1,0649
MP	g/s	0,222	0,0670	0,0670
SO ₂	g/s	0,200	0,0602	0,0602
		2.024		
CO	g/s	4,866	1,4657	1,4657
HC	g/s	1,274	0,3838	0,3838
NOx	g/s	2,874	0,8658	0,8658
MP	g/s	0,126	0,0379	0,0379
SO ₂	g/s	0,061	0,0185	0,0185

Quadro II.33 – Emissões Máximas (17 horas) no Túnel 04: 2.014 e 2.024

Poluente		2.014		
		Túnel (1.985 m)	Pista (210 m) (Lado Leste)	Pista (500 m) (Lado Oeste)
CO	g/s	11,707	0,6193	1,4744
HC	g/s	2,599	0,1375	0,3273
NOx	g/s	8,455	0,4472	1,0649
MP	g/s	0,532	0,0281	0,0670
SO ₂	g/s	0,478	0,0253	0,0602
		2.024		
CO	g/s	11,638	0,6156	1,4657
HC	g/s	3,047	0,1612	0,3838
NOx	g/s	6,874	0,3636	0,8658
MP	g/s	0,301	0,0159	0,0379
SO ₂	g/s	0,147	0,0078	0,0185

Nota: Os túneis 04 e 05 foram modelados simultaneamente devido a distancia entre as saídas ser relativamente menor.

Quadro II.34 – Emissões Máximas (17 horas) no Túnel 05: 2.014 e 2.024

Poluente		2.014		
		Túnel (865 m)	Pista (500 m) (Lado Leste)	Pista (210 m) (Lado Oeste)
CO	g/s	5,101	1,4744	-
HC	g/s	1,132	0,3273	-
NOx	g/s	3,684	1,0649	-
MP	g/s	0,232	0,0670	-
SO ₂	g/s	0,208	0,0602	-
		2.024		
CO	g/s	5,071	1,4657	-
HC	g/s	1,328	0,3838	-
NOx	g/s	2,996	0,8658	-
MP	g/s	0,131	0,0379	-
SO ₂	g/s	0,064	0,0185	-

Nota: Os túneis 04 e 05 foram modelados simultaneamente devido a distancia entre as saídas ser relativamente menor.

Quadro II.35 – Emissões Máximas (17 horas) no Túnel 06: 2.014 e 2.024

Poluente		2.014		
		Túnel (1.090 m)	Pista (500 m) (Lado Leste)	Pista (500 m) (Lado Oeste)
CO	g/s	2,552	0,5852	0,5852
HC	g/s	0,570	0,1306	0,1306
NOx	g/s	2,123	0,4870	0,4870
MP	g/s	0,131	0,0300	0,0300
SO ₂	g/s	0,121	0,0278	0,0278
		2.024		
CO	g/s	3,076	0,7055	0,7055
HC	g/s	0,785	0,1800	0,1800
NOx	g/s	1,960	0,4496	0,4496
MP	g/s	0,080	0,0184	0,0184
SO ₂	g/s	0,042	0,0097	0,0097

II.3.7 Seleção de Modelos para Trechos do Rodoanel

Os modelos de dispersão CALINE4 e CAL3QHCR, recomendados pela US-EPA e utilizados neste estudo, fazem parte do software CALRoadsView da Lakes Environmental Software Inc. O referido software é largamente utilizado para determinar as contribuições das emissões veiculares na qualidade do ar das áreas próximas das avenidas e rodovias e tem como princípio básico as emissões de veículos nas rodovias como “fontes tipo linha”, que utiliza dispersão de pluma Gaussiana a partir da zona de mistura sobre a pista carroçável.

O CALINE4 foi utilizado para determinar o cenário “mais crítico” de dispersão de poluentes (“worst case”), o qual dificilmente ocorrerá por depender da simultaneidade das piores condições de dispersão, de tráfego e de emissão. O modelo pode estimar as contribuições de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂), gases inertes e material particulado (MP) para períodos curtos (1 hora), não necessitando de dados meteorológicos de estações muito próximas, geralmente inexistentes na fase de projeto ou mesmo durante a operação. Os valores calculados por este modelo, entretanto, devem ser vistos com ressalvas, posto que ao utilizar uma simulação de “worst case” em termos de meteorologia, assume uma situação muito crítica de estabilidade atmosférica (classe de estabilidade G e velocidade do vento de 1 m/s), cuja ocorrência é eventual e a persistência ao longo de vários dias é muito pouco provável. Este tipo de situação pode ocorrer em períodos de inverno, sob o domínio de um sistema de anticiclone, o qual desvia a entrada de frentes

frias em direção ao oceano, principalmente durante as primeiras horas da manhã. Como nessas condições atmosféricas não há a ocorrência de nuvens, entretanto, o aquecimento diferencial de áreas com e sem vegetação e o próprio efeito de ilha de calor ao longo induz à geração de ventos, aumentando a dispersão e reduzindo as concentrações, de modo que os picos mencionados não persistem ao longo das 24h. Particularmente, em se tratando de uma rodovia, essa alta estabilidade não ocorre conjuntamente com um alto fluxo de veículos, pois o próprio tráfego induz à geração de ventos superficiais sobre a via, promovendo a dispersão e diluição dos poluentes.

O CAL3QHCR, versão refinada para o uso de séries temporais de condições meteorológicas, necessita de dados no formato do modelo ISCST3 (US-EPA) e pode estimar as contribuições de monóxido de carbono (CO) para períodos de 1 e 8 horas, dióxido de enxofre (SO₂) e material particulado (MP) para os períodos de 24 horas e anual.

Os quadros a seguir apresentam as combinações de simulações de contribuições de poluentes, períodos de referência de concentrações e dados meteorológicos com estes modelos, que foram possíveis neste estudo.

Quadro II.36 - Modelo de Dispersão e Poluentes Atmosféricos

Modelo	Meteorologia	CO		NO ₂	MP		SO ₂		HC
		1 h	8 h	1 h	24 h	Anual	24 h	Anual	1 h
CALINE4	Crítica	x	-	x	-	-	-	-	x
CAL3QHCR	Brams	x	x	-	x	x	x	x	-
	GUA/SAN	x	x	-	x	x	x	x	-

Nota: Meteorologia Crítica: v – 1m/s, estabilidade atmosférica – G, altura de mistura – 1.000 m, temperatura ambiente – 20 °C e desvio padrão da direção de vento – 5.

Meteorologia BRAMS – 1 ano de dados horários (2005) no formato ISCST3 para os seis pontos ao longo do Rodoanel.

Meteorologia GUA/SAN: GUA – Estação do Aeroporto de Guarulhos, SAN – Estação da CETESB Santana, representando 1 ano de dados horários (2005) no formato ISCST3.

Quadro II.37 - Dados Meteorológicos Utilizados nos Trechos do Rodoanel

Meteorologia	Trecho do Rodoanel					
	1	2	3	4	5	6
Crítica	x	x	x	x	x	x
Brams	x	x	x	x	x	x
GUA/SAN	SAN	SAN	SAN	GUA	GUA	GUA

As simulações de dióxido de nitrogênio (NO₂) foram realizadas utilizando o modelo CALINE4 considerando as seguintes condições:

- Taxa de Conversão de NO₂ (photolysis rate constant): 0,004 1/s.
- Concentrações “Background” de O₃, NO e NO₂: médias de 42,7 ppb, 64,8 ppb e 28,5 ppb respectivamente, determinados dos valores monitorados nas estações automáticas de qualidade do ar da CETESB para o período de 2005 a 2009, conforme os quadros a seguir.

Quadro II.38 – Ozônio (O₃): Média das Máximas Horárias do Dia

Estação Qar	Média das Máximas Horárias do Dia (µg/m ³)					Média
	2005	2006	2007	2008	2009	
Nossa Senhora do O	68,9	80,4	96,4	84,3	75,7	81,1
Santana	-	86,0	97,7	77,8	85,1	86,7
Média (µg/m³)						83,9
Média (ppb)						42,7

Fonte: Cetesb

Quadro II.39 – Monóxido de Nitrogênio (NO): Média Anual

Estação Qar	Média Anual (µg/m ³)					Média
	2005	2006	2007	2008	2009	
Osasco	83	-	-	-	96	89,5
Taboão da Serra	100	64	69	62	52	69,4
Média (µg/m³)						79,5
Média (ppb)						64,8

Fonte: Cetesb

Quadro II.40 – Dióxido de Nitrogênio (NO₂): Média Anual

Estação Qar	Média Anual (µg/m ³)					Média
	2005	2006	2007	2008	2009	
Osasco	59	-	-	-	64	61,5
Taboão da Serra	57	45	45	44	37	45,6
Média (µg/m³)						53,6
Média (ppb)						28,5

Fonte: Cetesb

As simulações de hidrocarbonetos totais (HC) foram realizadas no CALINE4 utilizando a opção de gás inerte, período de 60 minutos e massa molecular de 86 (como hexano).

As simulações de dióxido de enxofre (SO₂) foram realizadas no CAL3QHCR utilizando a opção de Material Particulado. Esta condição foi necessária devido à não disponibilidade da opção de modelar o parâmetro SO₂ (diária e anual).

Quadro II.41 - Opções Utilizadas na Modelagem

Trecho Rodoanel	Modelo	Área	Rugosidade Superficial - cm (a)	Tipo de Pista (b)
01	CALINE4/CAL3QHCR	Urbana	100 (suburban)	“at grade”
02	CALINE4/CAL3QHCR	Urbana	200 (urban)	“at grade”
03	CALINE4/CAL3QHCR	Urbana	200 (urban)	“at grade”
04	CALINE4/CAL3QHCR	Urbana	200 (urban)	“at grade”
05	CALINE4/CAL3QHCR	Urbana	100 (suburban)	“at grade”
06	CALINE4/CAL3QHCR	Urbana	100 (suburban)	“at grade”

Nota: (a) Rugosidade Superficial (cm) – rugosidade média da região onde se encontra o trecho estudado, em cm

(b) “at grade” – representa pista e área de influência com característica plana em perfil perpendicular ao vetor de emissão.

Note-se que a opção de utilizar toda a via com pista “at grade” é mais uma forma de se trabalhar em favor da segurança, pois aumenta as possibilidades de dispersão horizontal ao nível do solo e, portanto, o alcance da pluma emitida sobre as comunidades vizinhas na modelagem. Nos casos em que há viadutos, as emissões são feitas a um nível acima das casas, onde a velocidade do vento tende a ser maior, reduzindo as concentrações, de modo que nos trechos de viaduto previstos as contribuições sobre as comunidades calculadas pela modelagem estão, muito provavelmente, superestimadas.

As simulações foram realizadas para os cinco trechos do Rodoanel, nos dois cenários de operação previstos (2.014 e 2.024), considerando os parâmetros descritos anteriormente, totalizando 90 simulações de CALINE4 e CAL3QHCR.

II.3.8 Seleção de Modelos para Túneis do Rodoanel

O AERMOD, versão refinada para o uso de séries temporais de condições meteorológicas e de emissões de poluentes, e pode estimar as contribuições de monóxido de carbono (CO) para períodos de 1 e 8 horas, hidrocarbonetos (HC) para período de 1 hora, dióxido de nitrogênio (NO₂) para períodos de 1 hora e anual, dióxido de enxofre (SO₂) e material particulado (MP) para os períodos de 24 horas e anual.

As contribuições de NO₂ (dióxido de nitrogênio) foram determinadas utilizando o método PVMRM (Plume Volume Molar Ratio Method), que consiste na aplicação de algoritmos para conversão de NO_x para NO₂, este método faz parte da opção de modelagem de NO_x no AERMOD. Para simulação foram utilizados “NO₂/NO_x – 0.90” (guideline), “In-Stack NO₂/NO_x Ratio – 0.075” (vehicle emissions tailpipe) e “Ozone Value – 42,7 ppb” (médias das concentrações horárias máximas das estações de monitoramento da CETESB).

As opções utilizadas no AERMOD, que foram possíveis neste estudo;

- Emissões: variáveis ao longo do dia;
- Área Urbana;
- Dados meteorológicos do período de 2005 a 2009 do Aeroporto de Guarulhos;
- Topografia: Complexa;
- Concentrações para Primeira Máxima.

II.4. Resultados da Modelagem

As contribuições máximas indicadas pela modelagem representam sempre os valores encontrados sobre as pistas de rolamento (ponto de valor máximo), no interior das faixas de domínio das rodovias, sendo que as contribuições nas áreas lindeiras (áreas contidas nas curvas de isovalores apresentadas no anexo III) diminuem rapidamente com o afastamento da rodovia, onde as contribuições de poluentes atmosféricos apresentam valores geralmente menores que os padrões primários de qualidade do ar da Resolução CONAMA 03/90. Exceção deve ser feita apenas ao NO₂ que, em alguns casos isolados e em condições extremamente desfavoráveis de dispersão atmosféricas e de pequena duração, cuja probabilidade de ocorrência é muito baixa, poderá apresentar contribuição que ultrapasse o PQAr.

II.4.1 Resultados para Trechos do Rodoanel

Os quadros a seguir apresentam as contribuições máximas indicadas pelas simulações realizadas pelos modelos CALINE 4 e CAL3QHCR, para cada cenário e por poluente.

Quadro II.42 - Concentrações Máximas (ppm) das Simulações

Cenário: 2014 – Poluente: Monóxido de Carbono (CO) – 1 hora

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	34,9 (40000 µg/m³)	3,6	Rodoanel x Av. Raimundo	1,7	Rodoanel x Av. Raimundo	1,6	Rodoanel x Av. Raimundo
2		2,8	Rodoanel	1,4	Rodoanel	1,3	Rodoanel
3		2,8	Rodoanel	1,4	Rodoanel	1,4	Rodoanel
4		5,0	Fernão Dias	2,6	Fernão Dias	2,6	Fernão Dias
5		1,8	Rodoanel	0,7	Rodoanel	0,7	Rodoanel
6		1,8	Rodoanel x Dutra	3,9	Rodoanel x Dutra	3,7	Rodoanel x Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.43 - Concentrações Máximas (ppm) das Simulações

Cenário: 2014 – Poluente: Monóxido de Carbono (CO) – 8 horas

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	8,7 (10000 µg/m³)	-	-	1,23	Rodoanel x Av. Raimundo	1,3	Rodoanel x Av. Raimundo
2		-	-	1,15	Rodoanel	1,18	Rodoanel
3		-	-	1,0	Rodoanel	1,2	Rodoanel
4		-	-	2,06	Fernão Dias	1,97	Fernão Dias
5		-	-	0,50	Rodoanel	0,54	Rodoanel
6		-	-	3,38	Rodoanel x Dutra	2,97	Rodoanel x Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.44 - Concentrações Máximas (ppm) das Simulações

Cenário: 2014 – Poluente: Dióxido de Nitrogênio (NO_x) – 1 hora

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	0,17 (320 µg/m ³)	0,35	Rodoanel x Av. Raimundo	-	-	-	-
2		0,22	Rodoanel	-	-	-	-
3		0,23	Rodoanel	-	-	-	-
4		0,32	Fernão Dias	-	-	-	-
5		0,27	Rodoanel	-	-	-	-
6		0,41	Rodoanel x Dutra	-	-	-	-

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.45 - Concentrações Máximas (µg/m³) das Simulações

Cenário: 2014 – Poluente: Material Particulado (MP) – 24 horas

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	150	-	-	42,5	Rodoanel	47,5	Rodoanel
2		-	-	39,6	Rodoanel	43,6	Rodoanel
3		-	-	41,2	Rodoanel	51,7	Rodoanel
4		-	-	74,5	Fernão Dias	84,1	Fernão Dias
5		-	-	18,9	Rodoanel	17,9	Rodoanel
6		-	-	100,7	Dutra	104,4	Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.46 - Concentrações Máximas (µg/m³) das Simulações

Cenário: 2014 – Poluente: Material Particulado (MP) – Anual

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	50	-	-	17,4	Rodoanel	26,9	Rodoanel
2		-	-	19,6	Rodoanel	28,6	Rodoanel
3		-	-	17,2	Rodoanel	30,2	Rodoanel
4		-	-	36,7	Fernão Dias	34,5	Fernão Dias
5		-	-	8,7	Rodoanel	9,6	Rodoanel
6		-	-	42,7	Rodoanel x Dutra	57,3	Rodoanel x Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.47 - Concentrações Máximas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) das Simulações

Cenário: 2014 – Poluente: Dióxido de Enxofre (SO_2) – 24 horas

Trecho	PQAR	Caline4		Ca13HQCR - BRAMS		Ca13HQCR - GUA/SAN	
1	365	-	-	37,5	Rodoanel	41,9	Rodoanel
2		-	-	34,9	Rodoanel	38,4	Rodoanel
3		-	-	36,3	Rodoanel	45,6	Rodoanel
4		-	-	67,9	Fernão Dias	76,6	Fernão Dias
5		-	-	17,4	Rodoanel	16,5	Rodoanel
6		-	-	92,8	Dutra	96,2	Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.48 - Concentrações Máximas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) das Simulações

Cenário: 2014 – Poluente: Dióxido de Enxofre (SO_2) – Anual

Trecho	PQAR	Caline4		Ca13HQCR - BRAMS		Ca13HQCR - GUA/SAN	
1	80	-	-	15,3	Rodoanel	23,7	Rodoanel
2		-	-	17,3	Rodoanel	25,2	Rodoanel
3		-	-	15,2	Rodoanel	26,7	Rodoanel
4		-	-	33,4	Fernão Dias	31,5	Fernão Dias
5		-	-	8,0	Rodoanel	8,84	Rodoanel
6		-	-	39,3	Rodoanel x Dutra	52,8	Rodoanel x Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.49 - Concentrações Máximas (ppm) das Simulações

Cenário: 2014 – Poluente: Hidrocarbonetos Totais (HC) como Hexano – 1 hora

Trecho	PQAR	Caline4		Ca13HQCR - BRAMS		Ca13HQCR - GUA/SAN	
1	-	0,30	Rodoanel x Av. Raimundo	-	-	-	-
2		0,20	Rodoanel	-	-	-	-
3		0,20	Rodoanel e Av. Inajar	-	-	-	-
4		0,40	Fernão Dias	-	-	-	-
5		0,10	Rodoanel	-	-	-	-
6		0,50	Rodoanel x Dutra	-	-	-	-

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados



GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro: 50 - Concentrações Máximas (ppm) das Simulações

Cenário: 2024 – Poluente: Monóxido de Carbono (CO) – 1 hora

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	34,9 (40000 µg/m³)	2,8	Rodoanel x Av. Raimundo	1,4	Rodoanel x Av. Raimundo	1,4	Rodoanel x Av. Raimundo
2		2,5	Rodoanel	1,4	Rodoanel	1,3	Rodoanel
3		2,5	Rodoanel	1,4	Rodoanel	1,4	Rodoanel
4		3,6	Fernão Dias	1,9	Fernão Dias	1,9	Fernão Dias
5		1,9	Rodoanel	0,8	Rodoanel	0,9	Rodoanel
6		4,7	Dutra	2,8	Dutra	2,8	Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.51 - Concentrações Máximas (ppm) das Simulações

Cenário: 2024 – Poluente: Monóxido de Carbono (CO) – 8 horas

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	8,7 (10000 µg/m³)	-	-	1,09	Rodoanel	1,26	Rodoanel
2		-	-	1,15	Rodoanel	1,12	Rodoanel
3		-	-	0,99	Rodoanel	1,19	Rodoanel
4		-	-	1,50	Fernão Dias	1,5	Fernão Dias
5		-	-	0,59	Rodoanel	0,64	Rodoanel
6		-	-	2,37	Rodoanel x Dutra	2,15	Rodoanel x Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.52 - Concentrações Máximas (ppm) das Simulações

Cenário: 2024 – Poluente: Dióxido de Nitrogênio (NO_x) – 1 hora

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	0,17 (320 µg/m³)	0,29	Rodoanel x Av. Raimundo	-	-	-	-
2		0,18	Rodoanel	-	-	-	-
3		0,19	Rodoanel	-	-	-	-
4		0,23	Fernão Dias	-	-	-	-
5		0,23	Rodoanel	-	-	-	-
6		0,28	Rodoanel x Dutra	-	-	-	-

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.53 - Concentrações Máximas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) das Simulações

Cenário: 2024 – Poluente: Material Particulado (MP) – 24 horas

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	150	-	-	20,2	Rodoanel	26,3	Rodoanel
2		-	-	21,9	Rodoanel	24,1	Rodoanel
3		-	-	22,9	Rodoanel	28,7	Rodoanel
4		-	-	30,0	Fernão Dias	34,0	Fernão Dias
5		-	-	11,8	Rodoanel	11,2	Rodoanel
6		-	-	38,4	Rodoanel x Dutra	39,9	Rodoanel x Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.54 - Concentrações Máximas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) das Simulações

Cenário: 2024 – Poluente: Material Particulado (MP) – Anual

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	50	-	-	8,0	Rodoanel	14,0	Rodoanel
2		-	-	10,9	Rodoanel	15,8	Rodoanel
3		-	-	9,5	Rodoanel	16,8	Rodoanel
4		-	-	14,7	Fernão Dias	13,9	Fernão Dias
5		-	-	5,4	Rodoanel	6,0	Rodoanel
6		-	-	16,2	Rodoanel x Dutra	21,9	Rodoanel x Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.55 - Concentrações Máximas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) das Simulações

Cenário: 2024 – Poluente: Dióxido de Enxofre (SO_2) – 24 horas

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	365	-	-	9,3	Rodoanel	12,2	Rodoanel
2		-	-	10,1	Rodoanel	11,1	Rodoanel
3		-	-	10,6	Rodoanel	13,4	Rodoanel
4		-	-	15,0	Fernão Dias	16,9	Fernão Dias
5		-	-	6,2	Rodoanel	5,9	Rodoanel
6		-	-	20,5	Rodoanel x Dutra	21,3	Rodoanel x Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.56 - Concentrações Máximas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) das Simulações

Cenário: 2024 – Poluente: Dióxido de Enxofre (SO_2) – Anual

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	80	-	-	3,7	Rodoanel	6,5	Rodoanel
2		-	-	5,0	Rodoanel	7,3	Rodoanel
3		-	-	4,4	Rodoanel	7,8	Rodoanel
4		-	-	7,3	Fernão Dias	6,9	Fernão Dias
5		-	-	2,9	Rodoanel	3,2	Rodoanel
6		-	-	8,6	Rodoanel x Dutra	11,7	Rodoanel x Dutra

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Quadro II.57 - Concentrações Máximas (ppm) das Simulações

Cenário: 2024 – Poluente: Hidrocarbonetos Totais (HC) – 1 hora

Trecho	PQAR	Caline4		Cal3HQCR - BRAMS		Cal3HQCR - GUA/SAN	
1	-	0,20	Rodoanel x Av. Raimundo	-	-	-	-
2		0,20	Rodoanel	-	-	-	-
3		0,20	Rodoanel Av. Inajar	-	-	-	-
4		0,30	Fernão Dias	-	-	-	-
5		0,20	Rodoanel	-	-	-	-
6		0,40	Rodoanel x Dutra	-	-	-	-

Notas: PQAR – Padrão de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03/90

BRAMS – Dados meteorológicos simulados

GUA/SAN – Dados meteorológicos da Estação de Guarulhos ou Santana

Compilando-se os máximos resultados obtidos com as simulações, pode-se concluir que as contribuições do tráfego para os poluentes regulamentados (Resolução CONAMA 03/90), resultarão em redução para o cenário de 2.024, mesmo considerando os casos mais severos de modelagem para cada aplicação, conforme sumarizado nos quadros a seguir.

Quadro II.58 - Concentração Máxima de Monóxido de Carbono (CO)

Comparação dos Cenários 2.014 e 2.024

Trecho	Concentração CO (ppm)			
	1 hora		8 horas	
	2.014	2.024	2.014	2.024
01	3,6	2,8	1,30	1,26
02	2,8	2,5	1,18	1,12
03	2,8	2,5	1,20	1,19
04	5,0	3,6	2,06	1,50
05	1,8	1,9	0,54	0,64
06	6,8	4,7	3,38	2,37
PQAR – CONAMA 03/90	34,9 (40.000 µg/m³)		8,7 (10.000 µg/m³)	

Nota: PQAR-Padrão de Qualidade do Ar (Primário)

Quadro II.59 - Concentração Máxima de Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

Comparação dos Cenários 2.014 e 2.024

Trecho	Concentração NO ₂ (ppm)	
	1 hora	
	2.014	2.024
01	0,35	0,29
02	0,22	0,18
03	0,23	0,19
04	0,32	0,23
05	0,27	0,23
06	0,41	0,28
PQAR – CONAMA 03/90	0,17 (320 µg/m³)	

Nota: PQAR-Padrão de Qualidade do Ar (Primário)

Quadro II.60 - Concentração Máxima de Material Particulado (MP)

Comparação dos Cenários 2.014 e 2.024

Trecho	Concentração PI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Diária		Anual	
	2.014	2.024	2.014	2.024
01	47,5	26,3	26,9	14,0
02	43,6	24,1	28,6	15,8
03	51,7	28,7	30,2	16,8
04	84,1	34,0	34,5	13,9
05	18,9	11,8	8,7	6,0
06	104,4	39,9	57,3	21,9
PQAR – CONAMA 03/90	150		50	

Nota: PQAR-Padrão de Qualidade do Ar (Primário)

Quadro II.61 - Concentração Máxima de Dióxido de Enxofre (SO_2)

Comparação dos Cenários 2.014 e 2.024

Trecho	Concentração SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Diária		Anual	
	2.014	2.024	2.014	2.024
01	41,9	12,2	23,7	6,5
02	38,4	11,1	25,2	7,3
03	45,6	13,4	26,7	7,8
04	76,6	16,9	31,5	6,9
05	17,4	6,2	8,84	3,2
06	96,2	21,3	52,8	11,7
PQAR – CONAMA 03/90	365		80	

Nota: PQAR-Padrão de Qualidade do Ar (Primário)

Quadro II.62 - Concentração Máxima de Hidrocarbonetos (HC)

Comparação dos Cenários 2.014 e 2.024

Trecho	Concentração HC (PPM)	
	1 hora	
	2.014	2.024
01	0,30	0,20
02	0,20	0,20
03	0,20	0,20
04	0,40	0,30
05	0,10	0,20
06	0,50	0,40
PQAR – CONAMA 03/90	-	

Nota: PQAR-Padrão de Qualidade do Ar (Primário)

Observa-se que, para todos os casos, as contribuições máximas apresentaram características de redução para o cenário de 2.024. O anexo III apresenta os gráficos das isoconcentrações para os cenários 2.014 e 2.024 para melhor visualização das contribuições.

II.4.2 Resultados para Túneis do Rodoanel

Os quadros a seguir apresentam as contribuições máximas indicadas pelas simulações realizadas pelo modelo AERMOD, para cada cenário e por poluente. Salientando-se que as concentrações máximas ocorreram na faixa de domínio do Rodoanel e próximas das saídas dos túneis.

Quadro II.63 - Concentração Máxima de Monóxido de Carbono (CO) - Túnel

Comparação dos Cenários 2.014 e 2.024

Túnel	Concentração CO (ppm)			
	1 hora		8 horas	
	2.014	2.024	2.014	2.024
01	0,91	0,92	0,21	0,20
02	0,27	0,26	0,06	0,06
03	0,61	0,61	0,19	0,19
04 e 05	0,86	0,84	0,20	0,20
06	0,16	0,20	0,04	0,05
PQAR – CONAMA 03/90	34,9 (40.000 µg/m³)		8,7 (10.000 µg/m³)	

Nota: PQAR-Padrão de Qualidade do Ar (Primário)

Quadro II.64 - Concentração Máxima de Dióxido de Nitrogênio (NO₂) - Túnel

Comparação dos Cenários 2.014 e 2.024

Túnel	Concentração NO ₂ (ppm)	
	1 hora	
	2.014	2.024
01	0,18	0,17
02	0,10	0,08
03	0,17	0,17
04 e 05	0,24	0,19
06	0,08	0,08
PQAR – CONAMA 03/90	0,17 (320 µg/m³)	

Nota: PQAR-Padrão de Qualidade do Ar (Primário)

Quadro II.65 - Concentração Máxima de Material Particulado (MP) - Túnel

Comparação dos Cenários 2.014 e 2.024

Túnel	Concentração PI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Diária		Anual	
	2.014	2.024	2.014	2.024
01	5,8	3,2	1,58	0,92
02	1,9	1,1	0,60	0,34
03	5,3	3,0	0,85	0,48
04 e 05	5,8	3,2	1,75	0,97
06	2,0	1,2	0,35	0,22
PQAR – CONAMA 03/90	150		50	

Nota: PQAR-Padrão de Qualidade do Ar (Primário)

Quadro II.66 - Concentração Máxima de Dióxido de Enxofre (SO_2) - Túnel

Comparação dos Cenários 2.014 e 2.024

Túnel	Concentração SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Diária		Anual	
	2.014	2.024	2.014	2.024
01	5,1	1,6	1,41	0,43
02	1,7	0,53	0,54	0,16
03	4,8	1,5	0,77	0,23
04 e 05	5,3	1,6	1,58	0,48
06	1,8	0,64	0,32	0,11
PQAR – CONAMA 03/90	365		80	

Nota: PQAR-Padrão de Qualidade do Ar (Primário)

Quadro II.67 - Concentração Máxima de Hidrocarbonetos (HC) - Túnel

Comparação dos Cenários 2.014 e 2.024

Túnel	Concentração HC (PPM)	
	1 hora	
	2.014	2.024
01	0,065	0,076
02	0,020	0,023
03	0,045	0,052
04 e 05	0,062	0,073
06	0,012	0,016
PQAR – CONAMA 03/90	-	

Nota: PQAR-Padrão de Qualidade do Ar (Primário)

II.5. Conclusões

Apresentam-se a seguir os comentários e conclusões sobre os resultados de modelagem de dispersão de poluentes utilizando os modelos CALINE4 para “worst case” das condições mais críticas, e CAL3QHCR com dados meteorológicos horários reais das estações do aeroporto de Guarulhos e CETESB Santana e simulados pelo modelo BRAMS, para o ano de 2005, tomado como referência. A situação de “worst case” de condições atmosféricas foi utilizada particularmente para a modelagem de NO₂, porém sua ocorrência é improvável em se tratando da região em questão e da simulação em uma rodovia, onde as emissões mais altas dão-se apenas quando há fluxo intenso de veículos, os quais induzem a formação de vento longitudinal, facilitando a dispersão, conforme discutido no EIA.

As contribuições máximas de emissões provenientes dos túneis fora do domínio do Rodoanel, calculadas pelo modelo AERMOD, apresentam valores relativamente baixos em comparação com os padrões primários de qualidade do ar da Resolução CONAMA 03/90.

Os comentários principais referem-se às contribuições máximas obtidas nas simulações realizadas para os seis trechos do Rodoanel Norte.

II.5.1 Contribuições Máximas Sobre a Pista de Rolamento – Cenário 2.014

- Concentrações máximas de monóxido de carbono: média horária e de 8 horas de 6,8 e 3,38 ppm respectivamente ocorridas no trecho 06. As concentrações máximas representam 19,5% e 38,9% dos padrões de qualidade do ar, horário (34,9 ppm) e de 8 horas (8,7 ppm), respectivamente, da Resolução CONAMA 03/90.
- Concentração máxima de dióxido de nitrogênio (“worst case”): horária de 0,41 ppm ocorrida no trecho 06. A concentração máxima poderá representar até 141,2% acima do padrão horário de qualidade do ar (0,17 ppm) da Resolução CONAMA 03/90.
- Concentrações máximas de partículas inaláveis: diária e anual de 104,4 e 57,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ocorrida no trecho 06. As concentrações máximas representam 69,6% e 114,6% dos padrões de qualidade do ar diário (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e anual (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), respectivamente, da Resolução CONAMA 03/90.
- Concentrações máximas de dióxido de enxofre: diária e anual de 96,2 e 52,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ocorrida no trecho 06. As concentrações máximas representam 26,4% e 66% dos padrões de qualidade do ar diário (365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e anual (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), respectivamente da Resolução CONAMA 03/90.
- Concentrações máximas de hidrocarbonetos: horária de 0,5 ppm ocorrida no trecho 06, para as quais não há padrão nacional de qualidade do ar.

Note-se que todos os valores máximos encontrados situam-se no entroncamento do Rodoanel com a Rodovia Presidente Dutra, pois esta é uma via de alta densidade de tráfego, tanto de veículos leves como de veículos comerciais, de forma que grande parte das emissões consideradas já existem atualmente na região, não sendo devidas à implantação do Rodoanel. Por outro lado, pode-se supor que as emissões atuais devidas à Rodovia Presidente Dutra poderão ser, inclusive, atenuadas quando da plena operação do Rodoanel, devido à maior fluidez do tráfego proporcionada pelo desvio de veículos provenientes da Dutra que não têm destino na cidade de São Paulo, e que passarão a seguir viagem pelo Rodoanel, que deverá apresentar maior fluidez do que a Marginal do Rio Tietê, e vice versa, ou seja, veículos que cruzam a cidade, atingindo a Dutra através da Marginal passarão a fazê-lo beneficiando-se do Rodoanel.

A modelagem das contribuições de poluentes sobre a pista de rolamento da rodovia indicou um potencial de ocorrência de concentrações de NO₂, que pontualmente poderão ultrapassar o PQAr devido às condições extremamente desfavoráveis assumidas pelo modelo CALINE 4, tanto no que se refere à dispersão de poluentes quanto ao fato das emissões veiculares ocorrerem ao nível da pista. Mesmo nessa situação crítica, entretanto, as concentrações diminuem rapidamente e a probabilidade de ocorrência de ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar fora das faixas de domínio do rodoanel devido ao tráfego de veículos sobre a via é extremamente baixa.

II.5.2 Contribuições Máximas Sobre a Pista de Rolamento – Cenário 2.024

- Concentrações máximas de monóxido de carbono: média horária e de 8 horas de 4,7 ppm e 2,37 ppm ocorridas no Rodoanel Trecho 06. As concentrações máximas representam 13,5% e 27,2% dos padrões de qualidade do ar horário (34,9 ppm) e 8 horas (8,7 ppm), respectivamente, da Resolução CONAMA 03/90.
- Concentração máxima de dióxido de nitrogênio (“worst case”): horária de 0,29 ppm ocorrida no trecho 01. A concentração máxima poderá representar até 71% acima do padrão de qualidade do ar horário (0,17 ppm) da Resolução CONAMA 03/90
- Concentrações máximas de partículas inaláveis: diária e anual de 39,9 e 21,9 µg/m³ ocorridas no trecho 06. As concentrações máximas representam 26,6% e 43,8% dos padrões de qualidade do ar diário (150 µg/m³) e anual (50 µg/m³), respectivamente, da Resolução CONAMA 03/90
- Concentrações máximas de dióxido de enxofre: diária e anual de 21,3 e 11,7 µg/m³ ocorrida no trecho 06. As concentrações máximas representam 5,8% e 14,6% dos padrões de qualidade do ar diário (365 µg/m³) e anual (80 µg/m³), respectivamente, da Resolução CONAMA 03/90.
- Concentrações máximas de hidrocarbonetos: horária de 0,4 ppm ocorrida no trecho 06, para as quais não há padrão nacional de qualidade do ar.

A modelagem das contribuições de poluentes dentro da área do Rodoanel no cenário de 2024 novamente indicou um potencial de ocorrência de concentrações de NO₂, que pontualmente poderão ultrapassar o PQAr, porém tal potencial foi bastante reduzido em

relação ao cenário de 2014, dada a evolução esperada dos fatores de emissão dos veículos brasileiros. Ressaltamos que as concentrações mais altas, caso venham a ocorrer, serão apenas sobre as pistas de rolamento, sendo rapidamente reduzidas à medida que se afasta das mesmas, conforme os gráficos de isoconcentrações apresentados no anexo III.

Face às considerações apresentadas, as modelagens de dispersão considerando os futuros carregamentos previstos para o Trecho Norte do Rodoanel apresentaram valores menores que os padrões primários de qualidade do ar para os parâmetros: Monóxido de Carbono, Partículas Inaláveis e Dióxido de Enxofre da Resolução CONAMA 03/90, mesmo sobre as faixas de rolamento da rodovia, com indicações bastante claras de que em função do PROCONVE as contribuições de poluentes veiculares na qualidade do ar tendem a diminuir no cenário de 2024.

As únicas emissões que apresentaram a possibilidade de contribuição acima do PQAr são as de NOx, modeladas com base nas piores condições de dispersão atmosférica. A possibilidade de ocorrência dessas condições, entretanto, é extremamente restrita, conforme discutido no relatório e neste anexo. Tais contribuições, entretanto, reduzem-se, segundo a modelagem, com o aumento da distância em relação à pista de rolamento, vindo a atingir valores abaixo do PQAr nas proximidades do limite da faixa de domínio. As incertezas inerentes aos dados de volume de tráfego não permitem estabelecer com segurança se os valores de contribuição chegarão a atingir valores superiores ao PQAr nas vizinhanças da faixa de domínio, mas caso esta possibilidade venha a se confirmar, será em eventos extremamente esporádicos e de curta duração ao longo do dia (apenas algumas horas) e pouca repetibilidade em dias subseqüentes.

A questão das ultrapassagens de NOx, conforme comentado no corpo do relatório, refere-se principalmente à formação de ozônio troposférico, a qual corresponde a um fenômeno regional para o qual contribui o total das emissões de NOx e de HC da RMSP. Neste caso, a construção do Rodoanel terá pouca influência, posto que suas emissões são desprezíveis frente à emissão global da região, tendendo até mesmo a ser benéfica, pois melhora a fluidez do tráfego em outras vias, como a Marginal do Tietê, aumentando tanto a velocidade dos veículos que trafegarão pelo Rodoanel quanto a dos que permanecerem na Marginal, reduzindo as emissões totais deste poluente.

Devido à possibilidade de ocorrência de ultrapassagens pontuais do padrão de NOx dentro da faixa de domínio, entretanto, recomenda-se a instalação de ao menos uma estação



para monitoramento da qualidade do ar em local a ser definido conforme metodologia proposta no EIA.

II.6. Bibliografia

Caltrans – U.C. Davis Air Quality Project “User’s Guide for CL4: A User-Friendly Interface for the Caline4 Model for Transportation Project Impact Assessments” June 1998.

EPA 454/R-99-005 “Meteorological Monitoring Guidance for Regulatory Modeling Applications”, Feb 2000

EPA 450/4-88-002 a “Industrial Source Complex (ISC) Dispersion Model User’s Guide” volume I, Dec 1987