



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



Faculdade de Engenharia Civil
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Dissertação DE MESTRADO

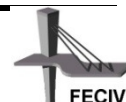
**ESTUDO DA EMISSÃO DE POLUENTES POR VEÍCULOS
ORIUNDOS DE UM POLO GERADOR DE VIAGENS: A
ESTIMATIVA DA ROTA AMBIENTAL PARA ÔNIBUS
INTERMUNICIPAIS NA CIDADE DE UBERABA, MG.**

Luis César de Oliveira

UBERLÂNDIA, JANEIRO DE 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



**ESTUDO DA EMISSÃO DE POLUENTES POR VEÍCULOS
ORIUNDOS DE UM POLO GERADOR DE VIAGENS: A
ESTIMATIVA DA ROTA AMBIENTAL PARA ÔNIBUS
INTERMUNICIPAIS NA CIDADE DE UBERABA, MG.**

Luis César de Oliveira

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**.

Orientador: Prof. Dr. José Aparecido Sorratini

Co-orientador: Prof. Dr. José Eduardo Alamy Filho

Uberlândia, 31 de janeiro de 2014



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

ATA Nº: 122/2014

CANDIDATO: Luis César de Oliveira

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Aparecido Sorratini

TÍTULO: “Estudo da emissão de poluentes por veículos oriundos de um polo gerador de viagens:
a estimativa da rota ambiental para ônibus intermunicipais na cidade de Uberaba/MG”

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Urbana

LINHA DE PESQUISA: Planejamento e Operações de Transportes

DATA DA DEFESA: 31 de janeiro de 2014

LOCAL: Sala de Reuniões da FECIV

HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA: 08:25 - 10:50

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às arguições, os membros da Banca Examinadora decidem que o candidato foi:

☒ APROVADO

☐ REPROVADO

OBS:

Atenda as sugestões dos membros da Banca anotadas nos
exemplares.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que está assinada pelos membros da Banca:

José Apr. Sorratini

Professor Orientador: **Prof. Dr. José Aparecido Sorratini – FECIV/UFU**

André Luís Teixeira Fernandes

Membro externo: **Prof. Dr. André Luís Teixeira Fernandes – UNIUBE**

Alice Rosa da Silva

Membro: **Prof^a. Dr^a. Alice Rosa da Silva – FECIV/UFU**

Uberlândia, 31 de janeiro de 2014.

Dedico esse trabalho aos meus pais Flávio Alves (in memorian) e Cecília Moreira (in memorian), por terem me dado a vida e me ensinado os princípios da moral e da ética; A Fátima, minha amada esposa, pelo amor, compreensão, dedicação e carinho; aos meus filhos Leandro, Cairo e Flávia por suportarem as ausências necessária e a minha querida irmã Maria Solange pelas intenções.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a DEUS, por tudo o que Ele faz em minha vida, em especial por mais essa conquista.

Em seguida, não tenho palavras para agradecer a orientação dos meus professores, José Aparecido Sorratini e José Eduardo Alamy Filho, orientador e co-orientador, respectivamente.

Agradeço a toda equipe de Professores do Programa de Mestrado em Engenharia Civil, pelo respeito, carinho e dedicação com o qual me transmitiram o conhecimento necessário que me proporcionaram chegar até aqui.

Agradecimento ao Prof. Dr. André Luis Teixeira Fenandes, por ter aceitado o convite em participar da minha banca (de Defesa) e pelas contribuições enriquecedoras que trouxe para minha pesquisa e para minha vida acadêmica.

Aos meus colegas de trabalho, que sempre me proferiram palavras de apoio, em especial os professores Deusmaque Carneiro e Marcelo Lucas, que sempre, me deu todo apoio para chegar até aqui.

A todos que de uma forma ou de outra estiveram torcendo por mim.

Oliveira, L. C. Estudo da emissão de poluentes por veículos oriundos de um polo gerador de viagens: a estimativa da rota ambiental para ônibus intermunicipais na cidade de Uberaba, MG. Qualificação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

RESUMO

Este estudo analisou a emissão de massa de poluentes causada por veículos, tanto em um terminal rodoviário quanto no trajeto que os veículos usam para seus destinos. Foi utilizada uma base teórica e um *software* comercial, o TSIS, que possibilita verificar a emissão dos principais poluentes emitidos por ônibus do transporte intermunicipal e interestadual de passageiros, que utilizam o Terminal Rodoviário de Uberaba, MG. Foi simulada a emissão de poluentes emitidos pelos veículos e foram fornecidos subsídios para estudos de implantação de rotas em relação à geração de poluentes atmosféricos decorrentes da concentração veicular em polos geradores de viagens. Foram simuladas quatro rotas e encontrada aquela que induziu à emissão da menor massa de poluentes. Esta foi considerada como a rota ambiental. Espera-se contribuir com os órgãos responsáveis, municipal e estadual, na tomada de decisão eficaz para controlar a poluição atmosférica veicular, pois os gases automotivos podem provocar alterações na saúde da população e no meio ambiente.

Palavras-chaves: Poluição atmosférica, rota ambiental, simulação de emissões de poluentes.

Oliveira, L. C. Study of the emission of pollutants by vehicles coming from a trip generation hub: environmental route estimation by intercity buses in the city of Uberaba, MG. M.Sc. Dissertation, College of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2014.

ABSTRACT

This study analyzed the emission of pollutants caused by vehicles, both in a bus station as on the route that vehicles use to their destinations. It was used a theoretical basis and a commercial software, TSIS, that provides the mass discharge of major pollutants emitted by intercity and interstate buses using the bus station of Uberaba, MG. It was simulated the discharge of pollutants emitted by vehicles and it was provided subsidies to studies of routes in relation to the generation of air pollutants due to the concentration of vehicles in trip generation hubs. There were simulated four routes and it was founded the one with emmited the lesser air pollution quantity, which was considered as the environmental route. It is expected to contribute to the city and state agencies, which are in charge in taking an efficient decision to control the vehicular pollution, because automotive gases can cause damages on the population health and on the environment.

Keywords: Air pollution, environmental route, simulation of emission of pollutants.

SÍMBOLOS E SIGLAS

SÍMBOLOS

°C – Grau Celsius
HC – Hidrocarbonetos
CO – Monóxido de carbono
CO₂ – Dióxido de carbono
CO₂/L – Dióxido de carbono por litro
F – Número de veículos
F_{Conv} – Fator de conversão
F_{Corr} – Fator de correção
FE_i – Fator de emissão do gás i
GgC – Gigagramas de carbono
km – Quilômetro
NO₂ – Dióxido de Nitrogênio
NO_x – Óxidos de Nitrogênio
O₃ – Ozônio (Oxidante Fotoquímico)
SO_x – Óxidos de Enxofre
tEP – Fator de conversão da unidade física de medida da quantidade de combustível para tonelada equivalente de período
TJ – Terajoule

SIGLAS

CA – Consumo Aparente do Combustível
CC – Cálculo do Consumo de Energia
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CLP – Camada Limite Planetária
CNT – Confederação Nacional do Transporte
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
COV – Compostos Orgânicos Voláteis
ELC – Cálculo das Emissões Líquidas
EPA – Agência de Proteção Ambiental dos EUA
ERC – Cálculo das Emissões Reais de Carbono
ERCO₂ – Cálculo das Emissões Reais de CO₂
EUA – Estados Unidos da América
GEE – Gases de Efeito Estufa
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MERCOSUL – Mercado Comum do Sul
MP – Material Particulado
NTM – National Transport Model
ONU – Organização das Nações Unidas

PCS – Poder Calorífico Superior
PGV – Polos Geradores de Viagens
PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
QC – Cálculo da Quantidade de Carbono
QCF – Cálculo do Carbono Fixado
SEMA – Secretaria Especial do Meio Ambiente
TSIS – Traffic Software Integrated System
US EPA – US Environmental Protection Agency
UTM – Universa Transversa de Mercator

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Representação de uma rede criada no programa de simulação TSIS com representações de nós e links..... | 36 |
| Figura 2 - Rotas de saída do Terminal Rodoviário da cidade de Uberaba com respectivas extensões..... | 41 |
| Figura 3 - Análise e definição da rota 2. | 42 |
| Figura 4 - Traçado em planta das rotas pré-selecionadas sobre um sistema de coordenadas cartesianas UTM. Rota 1: 2,85 km; Rota 2: 3,28 km; Rota 3: 3,62 km; Rota 4: 2,26 km. . | 43 |
| Figura 5 - Modelo digital de superfície no setor de abrangência das rotas. | 44 |
| Figura 6 - Representação de um projeto criado no programa TSIS. | 49 |
| Figura 7 - Rotas, modelo tridimensional de terreno e localização do terminal (PGV). | 50 |
| Figura 8 – Rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 1. | 54 |
| Figura 9 – Projeto criado no programa TSIS para rota 1. | 54 |
| Figura 10 - Representação em planta dos fatores de emissão de hidrocarbonetos (HC) simulados para a rota 1. | 56 |
| Figura 11 - Representação em planta dos fatores de emissão de monóxido de carbono (CO) simulados para a rota 1..... | 57 |
| Figura 12 - Representação em planta dos fatores de emissão de óxido de nitrogênio (NO) simulados para a rota 1. | 57 |
| Figura 13 - Emissão de massa de material particulado (MP) ao longo da rota 1..... | 59 |
| Figura 14 - Emissão de massa de gás carbônico (CO ₂) ao longo da rota 1. | 59 |
| Figura 15 - Emissão de massa de hidrocarbonetos (HC) ao longo da rota 1..... | 60 |
| Figura 16 - Emissão de massa de monóxido de carbono (CO) ao longo da rota 1. | 60 |
| Figura 17 - Emissão de massa de óxido de nitrogênio (NO) ao longo da rota 1..... | 61 |
| Figura 18 - Perfil da rota 1: fatores de emissão e massas liberadas para hidrocarbonetos. | 62 |
| Figura 19 - Perfil da rota 1: fatores de emissão e massas liberadas para monóxido de carbono. | 62 |
| Figura 20 - Perfil da rota 1: fatores de emissão e massas liberadas para óxido de nitrogênio..... | 63 |
| Figura 21 - Perfil da rota 1: massas liberadas para gás carbônico..... | 64 |
| Figura 22 - Perfil da rota 1: massas liberadas para material particulado..... | 65 |

| | |
|---|----|
| Figura 23 - Emissão total de massa de poluentes na rota 1..... | 66 |
| Figura 24 - Rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 2..... | 67 |
| Figura 25 - Representação em planta dos fatores de emissão de hidrocarbonetos (HC) simulados para a rota 2. | 68 |
| Figura 26 - Representação em planta dos fatores de emissão de monóxido de carbono (CO) simulados para a rota 2..... | 69 |
| Figura 27 - Representação em planta dos fatores de emissão de óxido de nitrogênio (NO) simulados para a rota 2. | 69 |
| Figura 28 - Emissão de massa de material particulado (MP) ao longo da rota 2..... | 70 |
| Figura 29 - Emissão de massa de gás carbônico (CO ₂) ao longo da rota 2. | 71 |
| Figura 30 - Emissão de massa de hidrocarbonetos (HC) ao longo da rota 2..... | 71 |
| Figura 31 - Emissão de massa de monóxido de carbono (CO) ao longo da rota 2. | 72 |
| Figura 32 - Emissão de massa de óxido de nitrogênio (NO) ao longo da rota 2..... | 72 |
| Figura 33 - Perfil da rota 2: fatores de emissão e massas liberadas para hidrocarbonetos. | 73 |
| Figura 34 - Perfil da rota 2: fatores de emissão e massas liberadas para monóxido de carbono. | 74 |
| Figura 35 - Perfil da rota 2: fatores de emissão e massas liberadas para óxido de nitrogênio | 74 |
| Figura 36 - Perfil da rota 2: massas liberadas para gás carbônico..... | 75 |
| Figura 37 - Perfil da rota 2: massas liberadas para material particulado..... | 76 |
| Figura 38 - Emissão total de massa de poluentes na rota 2..... | 76 |
| Figura 39 - Rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 3..... | 77 |
| Figura 40 - Representação em planta dos fatores de emissão de hidrocarbonetos (HC) simulados para a rota 3. | 79 |
| Figura 41 - Representação em planta dos fatores de emissão de monóxido de carbono (CO) simulados para a rota 3..... | 79 |
| Figura 42 - Representação em planta dos fatores de emissão de óxido de nitrogênio (NO) simulados para a rota 3. | 80 |
| Figura 43 - Emissão de massa de material particulado (MP) ao longo da rota 3. | 81 |
| Figura 44 - Emissão de massa de gás carbônico (CO ₂) ao longo da rota 3. | 81 |
| Figura 45 - Emissão de massa de hidrocarbonetos (HC) ao longo da rota 3..... | 82 |
| Figura 46 - Emissão de massa de monóxido de carbono (CO) ao longo da rota 3. | 82 |
| Figura 47 - Emissão de massa de óxido de nitrogênio (NO) ao longo da rota 3..... | 83 |

| | |
|---|-----|
| Figura 48 - Perfil da rota 3: fatores de emissão e massas liberadas para hidrocarbonetos. | 84 |
| Figura 49 - Perfil da rota 3: fatores de emissão e massas liberadas para monóxido de carbono. | 84 |
| Figura 50 - Perfil da rota 3: fatores de emissão e massas liberadas para óxido de nitrogênio..... | 85 |
| Figura 51 - Perfil da rota 3: massas liberadas para gás carbônico..... | 86 |
| Figura 52 - Perfil da rota 3: massas liberadas para material particulado..... | 87 |
| Figura 53 - Emissão total de massa de poluentes na rota 3..... | 87 |
| Figura 54 - Rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 4..... | 88 |
| Figura 55 - Representação em planta dos fatores de emissão de hidrocarbonetos (HC) simulados para a rota 4. | 90 |
| Figura 56 - Representação em planta dos fatores de emissão de monóxido de carbono (CO) simulados para a rota 4..... | 90 |
| Figura 57 - Representação em planta dos fatores de emissão de óxido de nitrogênio (NO) simulados para a rota 4. | 91 |
| Figura 58 - Emissão de massa de material particulado (MP) ao longo da rota 4..... | 92 |
| Figura 59 - Emissão de massa de gás carbônico (CO ₂) ao longo da rota 4. | 92 |
| Figura 60 - Emissão de massa de hidrocarbonetos (HC) ao longo da rota 4..... | 93 |
| Figura 61 - Emissão de massa de monóxido de carbono (CO) ao longo da rota 4. | 93 |
| Figura 62 - Emissão de massa de óxido de nitrogênio (NO) ao longo da rota 4..... | 94 |
| Figura 63 - Perfil da rota 4: fatores de emissão e massas liberadas para hidrocarbonetos. | 94 |
| Figura 64 - Perfil da rota 4: fatores de emissão e massas liberadas para monóxido de carbono. | 95 |
| Figura 65 - Perfil da rota 4: fatores de emissão e massas liberadas para óxido de nitrogênio..... | 96 |
| Figura 66 - Perfil da rota 4: massas liberadas para gás carbônico..... | 97 |
| Figura 67 - Perfil da rota 4: massas liberadas para material particulado..... | 97 |
| Figura 68 - Emissão total de massa de poluentes na rota 4. | 98 |
| Figura 69 - Fatores de emissão adimensionais de HC para as 4 rotas..... | 99 |
| Figura 70 - Fatores de emissão adimensionais de CO para as 4 rotas..... | 100 |
| Figura 71 - Fatores de emissão adimensionais de CO para as 4 rotas..... | 101 |
| Figura 72 - Massas liberadas adimensionais de CO ₂ e MP para as 4 rotas. | 102 |
| Figura 73 - Massas liberadas adimensionais de HC para as 4 rotas..... | 103 |

| | |
|---|-----|
| Figura 74 - Massas liberadas adimensionais de CO para as 4 rotas..... | 104 |
| Figura 75 - Massas liberadas adimensionais de NO para as 4 rotas..... | 105 |
| Figura 76 - Emissão de massa de HC nas rotas em estudo. | 106 |
| Figura 77 - Emissão de massa de NO nas rotas em estudo. | 106 |
| Figura 78 - Emissão de massa de CO nas rotas em estudo. | 107 |
| Figura 79 - Emissão de massa de MP nas rotas em estudo. | 108 |
| Figura 80 - Emissão de massa de CO ₂ nas rotas em estudo. | 108 |
| Figura 81 - Comparação das quantidades totais de massa emitidas nas rotas..... | 110 |
| Figura 82 - Consumo total de óleo diesel por rota, por veículo. | 110 |
| Figura 83 - Comparações totais das quantidades de emissões de poluentes por rota para 10 veículos em todas as rotas. | 111 |
| Figura 84 - Comparações totais das quantidades de emissões de poluentes por rota para 12 veículos em todas as rotas. | 111 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA nº. 3, de 28/06/1990)..... | 22 |
| Tabela 2 - Padrões de qualidade do ar ambiente (US-EPA)..... | 23 |
| Tabela 3 - Principais fontes de poluentes atmosféricos e seus impactos negativos. | 27 |
| Tabela 4 - Limites de emissão de poluentes para veículos pesados. | 35 |
| Tabela 5 - Organização da rota 1 em função das coordenadas, distâncias entre os nós e as cotas altimétricas de cada nó. | 45 |
| Tabela 6 - Organização da rota 2 em função das coordenadas, distâncias entre os nós (links) e cotas de cada nó..... | 46 |
| Tabela 7 - Organização da rota 3 em função das coordenadas, distâncias entre os nós (links) e cotas de cada nó..... | 46 |
| Tabela 8 - Organização da rota 4 em função das coordenadas, distâncias entre os nós (links) e cotas de cada nó..... | 47 |
| Tabela 9 - Tempos de semáforos, em segundos, cronometrados nos respectivos nós de aplicação. | 48 |
| Tabela 10 - Fatores de emissão adotados para os cinco poluentes avaliados..... | 51 |
| Tabela 11 - Fatores médios de emissão dos veículos em uso na RMSP (Região Metropolitana de São Paulo), em 2005. | 51 |
| Tabela 12 - Consumo de combustível, emissões de poluentes e tempo de parada simulados pelo TSIS, nos links da rota 1..... | 55 |
| Tabela 13 - Consumo de combustível, emissões de poluentes e tempo de parada simulados pelo TSIS, nos links da rota 2..... | 67 |
| Tabela 14 - Consumo de combustível, emissões de poluentes e tempo de parada simulados pelo TSIS, nos links da rota 3..... | 78 |
| Tabela 15 - Consumo de combustível, emissões de poluentes simulados pelo TSIS e tempo de parada, nos links da rota 4. | 89 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 5 |
| ABSTRACT | 6 |
| SÍMBOLOS E SIGLAS | 7 |
| SÍMBOLOS | 7 |
| SIGLAS | 7 |
| LISTA DE FIGURAS | 9 |
| LISTA DE TABELAS | 13 |
| CAPÍTULO 1 | 16 |
| INTRODUÇÃO..... | 16 |
| CAPÍTULO 2 | 20 |
| 2. REVISÃO DA LITERATURA | 20 |
| 2.1 Padrões de qualidade do ar | 20 |
| 2.2 Efeitos da poluição atmosférica no ar..... | 25 |
| 2.3 Efeitos da poluição atmosférica na saúde humana | 28 |
| 2.4 Medidas reguladoras que minimizam os efeitos da poluição atmosférica no ar e na saúde humana | 29 |
| 2.5. Métodos | 31 |
| 2.5.1 Método Top-Down | 31 |
| 2.5.2 Método Botton-Up..... | 34 |
| 2.5.3 Método NTM..... | 35 |
| 2.5.4 Programa computacional <i>Traffic Software Integrated System</i> | 36 |
| 2.6 Adimensionalização ou normalização das rotas | 38 |
| CAPÍTULO 3 | 40 |
| 3. METODOLOGIA..... | 40 |
| 3.1 Área de estudo | 40 |
| 3.2 Estrutura e metodologia do estudo | 42 |

| | | |
|----------------------|--|-----|
| 3.2.1 | Elaboração e configuração da rede | 45 |
| 3.3 | Aspectos teóricos e conceituais | 50 |
| CAPÍTULO 4 | | 53 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 53 |
| 4.1 | Resultados..... | 53 |
| 4.1.1 | Rota 01..... | 53 |
| 4.1.2 | Rota 02..... | 66 |
| 4.1.3 | Rota 03..... | 77 |
| 4.1.4 | Rota 04..... | 88 |
| 4.2 | Confronto entre as rotas e seleção da rota ambiental | 98 |
| CAPÍTULO 5 | | 113 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | | 113 |
| REFERÊNCIAS | | 115 |
| ANEXO A | | 120 |
| ANEXO B | | 122 |
| ANEXO C | | 141 |
| ANEXO D | | 147 |
| ANEXO E | | 153 |

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A mecanização dos sistemas de produção teve início em meados do século XVIII, na Inglaterra, com a Revolução Industrial. O pioneirismo inglês deve-se, entre outros motivos, às grandes reservas de carvão mineral em seu subsolo, além das grandes reservas de minério de ferro, que eram, respectivamente, a principal fonte de energia e a principal matéria-prima utilizada na época. A Revolução Industrial representou a consolidação do capitalismo, sistema socioeconômico que tem na indústria sua atividade econômica de vanguarda. Esse sistema incentivou a produção e acúmulo de riquezas e redefiniu as estratégias para se alcançar o progresso: exploração e destruição dos recursos naturais (BROWN, 2003).

Foi a partir da industrialização que a poluição passou a ser um problema para o homem, pois levou à urbanização, que acarretou inúmeros problemas ambientais, tais como aumento da quantidade de resíduos sólidos, do volume de esgotos, das emissões de poluentes atmosféricos, entre outros.

Ao longo da evolução, novas tecnologias surgiram, as cidades cresceram e os problemas ambientais também aumentaram. No começo do século XXI a humanidade já se depara com problemas de poluição atmosférica, sonora, térmica, por elementos radioativos, por substâncias não biodegradáveis, por derramamento de petróleo, por eutrofização, além da destruição da camada de ozônio, o efeito estufa, a chuva ácida e a inversão térmica.

Segundo Brown (2003), os níveis atmosféricos de dióxido de carbono (CO₂) tem aumentado a cada ano, desde que as medições anuais foram iniciadas em 1959, tornando-se uma das mais previsíveis tendências ambientais. Apesar de existirem teorias controversas acerca do aquecimento global, segundo Pimental (2010), à medida que os níveis atmosféricos de CO₂ aumentam a temperatura da Terra também se eleva. Nas

últimas três décadas a temperatura média global aumentou de 13,99 °C, no período 1969-1971, para 14,43 °C, entre 1998-2000, ou seja, um ganho de 0,44 °C (PIMENTEL, 2010).

Os locais onde se pode observar grande diversidade de fontes poluentes são os centros urbanos. Indústrias e veículos automotores são os maiores responsáveis por emissões de poluentes. De alguma forma, o transporte, seja de pessoas ou de cargas, sempre esteve associado à geração de poluição. Os veículos automotivos que utilizam a energia gerada pela queima de combustíveis fósseis são os grandes responsáveis pelo aumento da concentração de gases na atmosfera e pela queda da qualidade do ar nos centros urbanos, o que interfere na qualidade de vida e na saúde da população.

As pessoas costumam associar o nível de poluição da cidade onde moram com a quantidade de veículos, principalmente os antigos e os de grande porte, que circulam pelas ruas. Outra associação feita é a de que somente os veículos de grande porte, tais como ônibus e caminhões, realmente poluem. No caso do transporte de passageiros, por exemplo, um ônibus que transporta 70 pessoas equivale a 50 automóveis nas ruas, deslocando-se com uma ocupação média de 1,5 pessoas por veículo, o que gera uma poluição por passageiro transportado muito menor no caso do transporte coletivo. Essa observação é baseada no tipo de poluente emitido, que no caso dos ônibus é de material particulado (fumaça preta), que é bem mais visível do que outros tipos de poluente (CARVALHO, 2011).

O inventário realizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) no período de 1990 a 2005 evidenciou um aumento de 65,2% das emissões antrópicas líquidas de dióxido de carbono (CO₂). Deste valor, 76,8% derivam do setor de mudança do uso da terra e floresta e 74,3% derivam do setor de energia, impulsionado pelos subsetores da indústria e do transporte. Particularmente, o modo rodoviário contribuiu com 72,1% e representou, aproximadamente, 40% das emissões do setor de energia no período inventariado (BRASIL, 2010).

Deve-se ainda considerar os chamados gases de efeito estufa indireto: monóxido de carbono (CO), óxido de nitrogênio (NO) e compostos orgânicos voláteis não metânicos – da sigla em inglês, *Non Methane Volatile Compounds (NMVOC)*. No período de 1990 a

2005, ocorreu um aumento de 17,1% das emissões totais de monóxido de carbono (CO), sendo 64,4% resultante do setor de mudança do uso da terra e florestas e 27,3% do setor de energia, com destaque para o subsetor de transporte. Em relação ao óxido de nitrogênio (NO), 40% são originários do subsetor de transporte, sobretudo rodoviário e 70,2% do do setor de energia. No caso de emissões de compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC), 44,5% das emissões são oriundas do setor de energia, apesar de uma diminuição de 6,2% do total de 85% de emissões de compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC) neste mesmo período (MOTTA, 2011).

O setor de transporte responde por 20% das emissões globais de CO₂, que é um dos principais gases causadores do efeito estufa, sem considerar a emissão de outros gases também nocivos ao meio ambiente. No Brasil, segundo informações do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o setor de transporte responde por cerca de 9% das emissões totais de CO₂ (CNT, 2009). Considerando apenas o transporte rodoviário no Brasil, os sistemas por ônibus, que respondem por mais de 60% dos deslocamentos urbanos e mais de 95% dos deslocamentos intermunicipais, são responsáveis por apenas 7% das emissões totais de CO₂. Os automóveis e veículos comerciais leves, com menos de 30% de participação no total das viagens realizadas, contribuem com metade das emissões desse poluente (CARVALHO, 2011).

O objetivo deste trabalho foi determinar uma rota ambiental em função da menor emissão de poluentes exclusivas por ônibus que utilizam o Terminal Rodoviário de Uberaba, MG, que é um polo gerador de viagens.

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos. A organização dos capítulos foi feita como segue:

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO: apresentação geral das principais causas que intensificam a poluição atmosférica e os setores que mais contribuem com emissões.

Capítulo 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: são descritos os padrões de qualidade do ar, os efeitos da poluição atmosférica no ar e na saúde humana, assim como métodos e medidas reguladoras para mensurar e minimizar o efeito da poluição atmosférica no ar e na saúde humana.

Capítulo 3 – METODOLOGIA: são propostas metodologias para mensurar as emissões de poluentes causados por ônibus convencionais e utilização de programa computacional que mostra resultados de emissão dos principais poluentes do ar.

Capítulo 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES: determinação da emissão de poluentes e, conseqüentemente, a definição de uma rota ambiental em função dessa emissão para os principais poluentes.

Capítulo 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS: são apresentados os resultados e recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo constitui de uma revisão geral que engloba a dispersão dos principais tipos de poluentes emitidos pelos veículos automotores, em especial, os ônibus intermunicipais, tanto no local da emissão, quanto nos arredores de um polo gerador de viagens, com destaque para as principais alterações na qualidade do ar devido à dispersão de poluentes na atmosfera, os métodos para mensuração da massa de poluentes e a adimensionalização dos fatores de emissão e massa de poluente.

2.1 Padrões de qualidade do ar

A resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº. 03, de 28 de junho de 1990, (BRASIL, 1990) define como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: (1) Impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; (2) Inconveniente ao bem-estar público; (3) Danoso aos materiais, à fauna e à flora; (4) Prejudicial à segurança, ao uso e ao gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (MOREIRA, 2012).

A determinação da qualidade do ar está restrita a um grupo de poluentes, quer por sua maior frequência de ocorrência, quer pelos efeitos adversos que causam ao meio ambiente. Os poluentes são: dióxido de enxofre (SO_2), partículas totais em suspensão (PTS), partículas inaláveis (PI), monóxido de carbono (CO), oxidantes fotoquímicos expressos como ozônio (O_3), hidrocarbonetos totais (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x) (INEA, 2009).

Os padrões de poluentes atmosféricos podem ser primários e secundários. São considerados padrões primários de um componente atmosférico aqueles lançados diretamente na atmosfera pelas fontes de emissão, que afetam a saúde da população ao

ultrapassar níveis toleráveis, como o CO, NO_x e o SO₂. Os padrões secundários são aqueles produzidos na atmosfera por meio de combinações entre substâncias químicas. O gás ozônio (O₃) é um dos principais poluentes secundários, formado pela reação de hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio na presença de luz solar. Assim, os padrões secundários são entendidos como o mais alto nível de concentração de poluentes, abaixo do qual não se prevê efeito maléfico ao bem-estar da população, assim como de menor risco à fauna e flora, aos materiais e ao meio ambiente. Para todos os poluentes há um padrão de curto tempo (horas) e outro que se aplica para longo tempo, exceto para o gás ozônio (O₃). Os padrões de curto tempo consideram os efeitos irritantes e agudos dos poluentes, enquanto aqueles de longo tempo consideram os efeitos acumuladores e crônicos. Os efeitos de curto tempo geralmente são reversíveis, enquanto os de longo tempo não o são.

Os padrões de qualidade do ar definem juridicamente o limite máximo para a concentração de um poluente na atmosfera que garanta a proteção da saúde e do meio ambiente. Os padrões nacionais foram aprovados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA nº. 03, (BRASIL, 1990), estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente – IBAMA. O termo padrão primário refere-se à concentração de poluentes acima da qual a saúde pública será afetada, ou seja, níveis máximos toleráveis de poluentes atmosféricos de prazo curto e médio. O termo padrão secundário refere-se à níveis desejados de concentração de poluentes de longo prazo, abaixo das quais se pressupõe o mínimo efeito contrário sobre o bem-estar público, fauna, flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Na Tabela 1 consta uma lista dos padrões nacionais de qualidade do ar ambiente, fixados na resolução CONAMA nº. 3, de 28 de junho de 1990 (BRASIL, 1990).

Tabela 1 - Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA n°. 3, de 28/06/1990).

| POLUENTE | TEMPO DE AMOSTRAGEM | PADRÃO PRIMÁRIO mg/m³ ⁽⁴⁾ | PADRÃO SECUNDÁRIO mg/m³ ⁽⁴⁾ | MÉTODO DE MEDIÇÃO |
|---------------------------------------|---|--|--|-------------------------------|
| Partículas totais em suspensão | 24 horas ⁽¹⁾ MGA ⁽²⁾ | 240 80 | 150 60 | Amostrador de grandes volumes |
| Dióxido de enxofre | 24 horas ⁽¹⁾ MAA ⁽³⁾ | 365 80 | 100 40 | Pararosanilina |
| Monóxido de carbono | 1 hora ⁽¹⁾ 8 horas ⁽¹⁾ | 40.000 (35 ppm) 10.000 (9 ppm) | 40.000 (35 ppm) 10.000 (9 ppm) | Infravermelho não dispersivo |
| Ozônio | 1 hora ⁽¹⁾ | 160 | 160 | Quimiluminescência |
| Fumaça | 24 horas ⁽¹⁾ MAA ⁽³⁾ | 150 60 | 100 40 | Refletância |
| Partículas inaláveis | 24 horas ⁽¹⁾ MAA ⁽³⁾ | 150 50 | 150 50 | Separação Inercial/filtração |
| Dióxido de nitrogênio | 1 hora ⁽¹⁾ MAA ⁽³⁾ | 320 100 | 190 100 | Quimiluminescência |

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

(2) Média Geométrica Anual (MGA)

(3) Média Aritmética Anual (MAA)

(4) A condição de referência para as concentrações é de 25 °C e pressão de 760 mmHg (1.013,2 milibares)

Na Tabela 2 consta uma lista dos padrões de qualidade, promulgados pela “US Environmental Protection Agency” (USEPA). Os termos primário, secundário e tempo de amostragem ou exposição utilizados na Tabela 2 referem-se ao padrão necessário para manter a saúde pública, proteger o bem-estar público e descrever a duração da exposição, respectivamente (KAWAMOTO, 2004).

Tabela 2 - Padrões de qualidade do ar ambiente (US-EPA).

| POLUENTE | TEMPO MÉDIO DE EXPOSIÇÃO | PADRÕES PRIMÁRIOS | PADRÕES SECUNDÁRIOS |
|--|--|---|--|
| Material particulado | Anual (média geom.) 24 horas ^b | 75 mg/m ³ | 60 mg/m ³ |
| Óxidos de enxofre | Anual (média geom.) | 260 mg/m ³ 80 mg/m ³ (0,03 ppm) | 150 mg/m ³ - |
| | 24 horas ^b | - | - |
| | 3 horas ^b | 365 mg/m ³ (0,14 ppm) | - |
| Monóxido de carbono | 8 horas ^b | 10 mg/m ³ (9 ppm) | 1300 mg/m ³ (0,5 ppm) 10 mg/m ³ (9 ppm) |
| | 1 hora ^b | 40 mg/m ³ (35 ppm) | 40 mg/m ³ (35 ppm) |
| Dióxido de nitrogênio | Anual (média geométrica) | 100 mg/m ³ (35 ppm) | 100 mg/m ³ (0,05 ppm) |
| Ozônio | 1 horas ^b | 100 mg/m ³ (0,05 ppm) | 100 mg/m ³ (0,05 ppm) |
| | | 235 mg/m ³ (0,12 ppm) | 235 mg/m ³ (0,12 ppm) |
| Hidrocarbonetos (não-metanos)^a | 3 horas ^b (6 a 9:00h da manhã) | 160 mg/m ³ (0,24 ppm) | 160 mg/m ³ (0,24 ppm) |

Fonte: Cohn; Mcvay, 1982

^a Um padrão que não está relacionado com a saúde, usado como guia para o controle de ozônio

^b Valor a ser excedido no máximo uma vez por ano

ppm = Partícula por milhões de partes de mistura de ar

Segundo a resolução CONAMA n°. 03, (BRASIL, 1990), o ponto crucial de poluição atmosférica ocorre na presença de altas concentrações de poluentes atmosféricos em um período de tempo curto, resultante da circunstância de condições meteorológicas contrárias à dispersão dos poluentes (PARANÁ, 2011).

Os poluentes locais causam impactos na área de entorno por onde é realizado o serviço de transporte, por exemplo, os ruídos gerados pelos motores dos veículos e a fuligem expelida pelos escapamentos que se acomodam nas ruas, nos passeios e nas fachadas dos imóveis. Podem ser considerados ainda nesta categoria os poluentes que se deslocam de uma região para outra pelas correntes de ar, no caso de gases que causam a chuva ácida, por exemplo, ou o efeito *smog*, que é a formação de uma névoa densa devido à grande concentração de ozônio (O₃) no ar. Os poluentes globais são gases que são expelidos para a atmosfera e impactam todo o planeta pelo aquecimento global, no caso da

emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). Um dos poluentes nesta categoria é o dióxido de carbono (CO_2), que serve também como unidade de equivalência para os demais GEE (CARVALHO, 2011).

O efeito estufa também é benéfico para o planeta, pois faz com que a temperatura média global do ar fique próxima de 15 °C, caso contrário, a temperatura da superfície seria de 18 °C abaixo de zero, o que inviabilizaria a existência da vida na terra como se conhece. Porém, se a concentração de CO_2 atingir níveis muito elevados, poderá haver um aumento de temperatura cujos efeitos seriam catastróficos (MOLION, 2008).

As condições atmosféricas e as fontes de poluição permitem identificar a qualidade ambiental de uma localidade ou região, que varia no tempo e no espaço. A carga de poluente no ar depende tanto dos mecanismos de dispersão como de sua produção e remoção. A topografia e as condições meteorológicas influem na capacidade de dispersão. Neste contexto, relacionam-se os seguintes aspectos:

- Nos vales, principalmente naqueles localizados entre encostas muito íngremes, há uma tendência de maior concentração de substâncias em virtude das limitações na dispersão lateral dos poluentes;
- A velocidade e a direção dos ventos proporcionam o transporte e a dissipação dos poluentes atmosféricos, direção e possíveis alcances. Em situações perenes, ocorre um aumento nas concentrações de poluentes devido à menor dispersão.
- As chuvas atuam como agentes eficientes na remoção dos poluentes do ar, com menor ou maior eficiência, dependendo da sua intensidade. São normalmente relacionadas com as penetrações de frentes frias que intensificam os ventos.
- A precipitação pluviométrica passa a ser o único mecanismo de remoção dos poluentes em locais onde o escoamento do ar é obstruído por grandes barreiras naturais ou artificiais, principalmente em locais onde não há corredores de ventos. Mas, deve-se considerar a transposição dos poluentes para o solo e para águas superficiais (SZWARCFITER, 2004).

Vários fatores influenciam a participação de cada modalidade na matriz de emissão de CO_2 , entre os quais se destacam a composição da matriz modal de deslocamentos das cidades, principalmente em relação à participação do transporte individual motorizado, que

é mais poluente, e a distância média das viagens motorizadas realizadas pela população. Quanto maior for a distância, maior será a quantidade de GEE lançada na atmosfera (CARVALHO, 2011).

Os veículos movidos a óleo diesel emitem mais CO₂ por unidade de volume ou peso de combustível em relação aos demais modos motorizados. Soares *et al.* (2009) utilizaram um fator de emissão médio de 2,6 kg de CO₂ para cada litro de diesel queimado na combustão, que somado com o valor médio de 0,5 kg de CO₂ emitido para produzir e distribuir o combustível chegou-se a uma taxa final de emissão de 3,2 kg de CO₂/L de diesel. Alguns locais que fornecem cálculos de emissões setoriais apresentam valores de emissões apenas na combustão, próximos ao considerado no trabalho, como 2,67 kg de CO₂/L, 2,4 kg CO₂/L e o valor calculado no manual do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) de 2,67 kg de CO₂/L, com dados de emissões de veículos pesados europeus que se equiparam com os veículos brasileiros (SOARES *et al.*, 2009).

Conforme cita Carvalho (2011, p. 15):

Os cálculos das emissões por passageiro por quilômetro percorrido, que por sua vez serve de base de ponderação para se calcular a matriz modal de emissão de CO₂, foram obtidos a partir dos dados de emissões por quilômetro, da capacidade de transporte e da matriz modal média dos deslocamentos urbanos. A matriz de deslocamento considerada foi construída a partir de valores médios de pesquisa origem-destino realizada nos grandes centros urbanos brasileiros, apresentando a seguinte estrutura: veículos utilitários a diesel (1%), motocicleta (3%), sistemas sobre trilhos (4%), automóvel (32%) e sistemas de ônibus e micro-ônibus (60%).

2.2 Efeitos da poluição atmosférica no ar

Estudos mostram que mesmo em pequenas concentrações os poluentes atmosféricos estão associados com efeitos na saúde. Nos grandes centros urbanos, como São Paulo, estudos mostram que os níveis de poluição são danosos à saúde da população. Poluentes atmosféricos em níveis diários foram associados a mortes de idosos, internações por doenças respiratórias na infância, internações e mortes por doenças cardiovasculares e também mortes fetais tardias. Com base nesses estudos, a Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo propôs o estabelecimento de vigilância dos efeitos na saúde decorrentes da poluição atmosférica (FREITAS *et al.*, 2004).

O grande problema da poluição do ar é que os gases e as partículas lançadas na atmosfera, além de lá permanecerem durante muito tempo e poderem ser transportados pelas correntes aéreas para outros lugares, têm o efeito cumulativo, ao contrário da poluição sonora, que desaparece com a remoção da fonte de emissão.

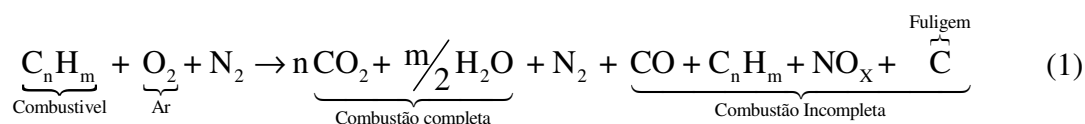
Os GEE têm impacto primordial no clima, ou seja, impacto indireto nos seres vivos, enquanto os poluentes convencionais têm impacto direto. Na Tabela 3 constam os principais poluentes de fontes comuns e seus efeitos adversos (MOTTA *et al.*, 2011).

Tabela 3 - Principais fontes de poluentes atmosféricos e seus impactos negativos.

| POLUENTE | FONTES PRINCIPAIS | EFEITOS GERAIS SOBRE A SAÚDE | EFEITOS GERAIS AO MEIO AMBIENTE |
|---|---|--|--|
| CO₂ | Queima de combustíveis fósseis e biomassa não renovável por indústria, veículos etc. | | Aumento do efeito estufa |
| CH₄ | Produção e distribuição de gás natural e petróleo, ou como subproduto da mineração do carvão, da queima incompleta dos combustíveis e da decomposição anaeróbica de matéria orgânica. | | Aumento do efeito estufa |
| N₂O | Produto de ácido adípico, fertilização de solos agrícolas e combustão. | | Aumento do efeito estufa |
| Partículas Totais em Suspensão (PTS) | Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa e queima de biomassa | Quanto menor o tamanho da partícula, maior o efeito danoso à saúde, principalmente em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite | Danos à vegetação (natural e cultivos), deterioração da visibilidade e contaminação do solo |
| MP₁₀ e fumaça | Processos de combustão (indústria e veículos automotores) e aerossol secundário (formado na atmosfera) | Aumento de atendimentos hospitalares e mortes prematuras | Danos à vegetação (natural e cultivos), deterioração da visibilidade e contaminação do solo |
| SO_x | Queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel e produção de polpa e papel | Desconforto na respiração, doenças respiratórias, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas de coração e pulmão são mais sensíveis ao SO ₂ | Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação. Por outro lado, contribui para a redução do efeito estufa |
| NO_x | Processos de combustão envolvendo veículos automotores – inclusive etanol e biodiesel – processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás e incinerações. | Aumento da sensibilidade à asma e à bronquite e redução da resistência às infecções respiratórias | Pode levar a formação de chuva ácida e causar danos a vegetação |
| CO | Combustão incompleta em veículos automotores – inclusive etanol e biodiesel | Altos níveis de CO estão associados à redução da visão e dos reflexos bem como da capacidade de estimar intervalos de tempo, de aprendizado e de realizar trabalhos. | |
| O₃ | Não é emitido diretamente à atmosfera. e produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis | Irritação nos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar. Exposição a altas concentrações pode resultar em problemas pulmonares. | Danos à vegetação |
| COV | Grande número de compostos de carbono que são voláteis, como solventes, combustíveis etc.; e reagem para formar ozônio | Alguns COV são cancerígenos, causam problemas respiratórios, entre outros | |

Fontes: CETESB (2005), para poluentes locais e IPCC (2001b), para poluentes globais.

Na Equação 1 é representado o processo de combustão completa e incompleta. A combustão completa gera dióxido de carbono (CO₂), vapor d'água (H₂O) e nitrogênio (N₂) que não reagiu. A combustão incompleta, gera, aldeídos (C_nH_{2n}O), hidrocarbonetos (HC), material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SO_x) e óxidos de nitrogênio (NO_x) que são lançados na atmosfera pelos veículos automotores.



2.3 Efeitos da poluição atmosférica na saúde humana

Dentre os principais produtos relacionados ao transporte destacam-se: aldeídos (R-CHO), água (H₂O), chumbo (Pb), dióxido de carbono (CO₂), hidrocarbonetos não ou parcialmente oxidados (HC), material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SO_x) e óxidos de nitrogênio (NO_x). O ozônio troposférico (O₃), outro importante poluente, tem a sua formação associada à presença de HC e NO_x (MENDES, 2004).

O monóxido de carbono (CO) combina prontamente com a hemoglobina, a maior responsável pelo transporte de oxigênio para as células. A afinidade da hemoglobina por CO é mais de 210 vezes a sua afinidade por oxigênio e a carboxihemoglobina é um composto mais estável do que oxihemoglobina. Em consequência, uma exposição muito prolongada do ser humano a CO resulta em danos à visão e à faculdade de julgamento, modificações cardiovasculares, de forma que extremas concentrações de CO provocam morte (ASSUNÇÃO e RIBEIRO, 2002).

O óxido de nitrogênio (NO) em concentrações ambientais, especificamente o NO₂, pode corroer materiais (por meio da formação de ácidos), matar folhagens de plantas e causar danos ao tecido pulmonar (KAWAMOTO, 2004).

Alguns hidrocarbonetos são mais críticos do que outros com relação a efeitos diretos à saúde, pois favorecem a reação fotoquímica, produzindo outros compostos agressivos como os aldeídos (fórmico e acroleína). Em baixas concentrações causam desde

irritações nos olhos e vias respiratórias até pneumonia e, em altas concentrações, podem levar à morte. A exposição por um tempo demorado ao hidrocarboneto benzeno proveniente, principalmente, da emissão de carros a gasolina, de refinarias de petróleo e de algumas indústrias químicas pode resultar em redução considerável do número de células vermelhas – potencial carcinogênico (DIP, 2004).

O dióxido de enxofre (SO_2) é um gás incolor de odor desagradável e provoca irritação no aparelho respiratório, sendo tóxico a plantas e animais. Quando reage na atmosfera forma ácido sulfúrico e outros sulfatos provocando o fenômeno da chuva ácida. Por sua vez, o material particulado (MP) é um minúsculo fragmento de matéria dispersa, líquida ou sólida, com diâmetro que varia de 0,002 a 500 microns. Dependendo de sua composição, o material particulado (MP) pode causar danos às plantas quando interfere na sua função estômata. No entanto, a sua interação potencialmente coesa com outros poluentes, tal como SO_2 , é preocupante do ponto de vista da saúde pública (KAWAMOTO, 2004).

Nos veículos a diesel a tonalidade da fuligem está associada a menor ou maior quantidade de poluentes que são expelidos, dependendo do combustível, do tipo de motor, da idade, do estado de manutenção e da velocidade aplicada (FEPAM, 2011).

O chumbo (Pb) é um veneno metabólico que quando ingerido por longo período de tempo causa uma doença chamada saturnismo. Ao acumular nos ossos e tecidos moles pode causar anemias. No sistema nervoso são observadas neurites nos adultos e encefalopatias em crianças. Ao agredir os rins, prejudica os túbulos proximais; no aparelho digestivo causa dores abdominais (ROSEIRO, 2010).

2.4 Medidas reguladoras que minimizam os efeitos da poluição atmosférica no ar e na saúde humana

É fundamental focar em medidas que possam trazer uma coesão positiva entre políticas que contribuam para a redução das emissões de GEE ao mesmo tempo em que contribuam para melhorar as condições locais de poluição (MOTTA, 2011).

A legislação que estabelece os limites de emissões de CO, HC, MP e NO_x para veículos a diesel (BRASIL, 1993) e Mercosul (MERCOSUL, 1996) está desatualizada, já que existem tecnologias que proporcionam a redução das emissões desses poluentes.

A utilização do biodiesel em substituição total ou parcial ao diesel revela outros benefícios, além da redução das emissões dos poluentes CO, HC, MP e NO_x, como:

- Diminuição das emissões de gás carbônico, agente que contribui para o efeito estufa;
- Diminuição das emissões de enxofre e compostos aromáticos tóxicos (como o benzeno), uma vez que, o biodiesel não possui esses integrantes;
- Combustão mais completa, maior presença de oxigênio nas moléculas que compõem o biodiesel;
- Diminuição na importação de petróleo, contribuindo com a balança comercial do país; formação de mais empregos no setor primário, evitando o êxodo rural, mantendo os trabalhadores no campo.

Lideranças precisam considerar em suas políticas e projetos os impactos que traram tanto ao meio ambiente local quanto ao global, de modo a garantir que as opções tragam benefícios para ambos. Nesse sentido, as cidades dispõem de inúmeras oportunidades para reduzir as emissões de GEE quando implantam uma série de ações em benefício local destinadas ao gerenciamento de resíduos, ao uso do solo, ao uso de transporte, entre outras atribuições de sua responsabilidade. Dessa forma, ao executar ações para reduzir emissões de GEE, podem obter grande melhoria na qualidade de vida da população (MOTTA, 2011).

A resolução CONAMA nº. 315, de 29 de outubro de 2002, “... estabelece critérios para novos padrões de controle da poluição dos veículos automotores novos, com destino ao mercado interno, visando os seguintes objetivos:”. (BRASIL, 2002, p. 484)

- Reduzir os níveis de emissão de poluentes pelo escapamento e por evaporação, visando ao atendimento aos padrões nacionais de qualidade ambiental vigente;
- Promover o desenvolvimento tecnológico nacional, tanto na engenharia de projeto e fabricação, como também em métodos e equipamentos para o controle de emissão de poluentes;
- Promover a adequação dos combustíveis automotivos comercializados, para que resultem em produtos menos agressivos ao meio ambiente e à saúde

pública, e que permitam a adoção de tecnologias automotivas necessárias exigidas por esta resolução (BRASIL, 2002).

Para um controle mais efetivo das emissões veiculares por parte de órgãos responsáveis, deve-se estabelecer uma relação entre as fontes móveis de emissão e os principais poluentes, uma vez que a emissão de poluentes nocivos à saúde dos homens, animais e plantas, ou seja, ao meio ambiente, que são emitidas pelos veículos e a forma ou tempo que os mesmos levam para dispersar são indispensáveis para tomar medidas.

Para o cálculo das emissões destacam-se, por suas aplicabilidades, os seguintes métodos: Método Top-Down, Método Botton-Up, Método NTM e o uso de um programa computacional comercial TSIS.

2.5. Métodos

Os métodos indicados na seção anterior serão comentados nas seções seguintes.

2.5.1 Método Top-Down

O método *Top-Down*, apresentado por Mattos (2001), foi desenvolvido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), ligado à Organização das Nações Unidas (ONU). O método baseia-se exclusivamente nas emissões de dióxido de carbono (CO₂) e utiliza para seus cálculos os dados de produção e consumo de energia, sem levar em consideração como essa energia é consumida. Para o emprego da metodologia *top-Down*, é necessário realizar a seguinte sequência de passos (SÃO PAULO, 2005).

Passo 1: Determinação do consumo aparente dos combustíveis, conforme Equação 2. O Consumo Aparente (CA) representa a quantidade de combustível disponível no local de estudo.

$$CA = \alpha + \beta - \chi - \delta - E \quad (2)$$

Em que:

α = produção anual doméstica de energia primária, medida em unidade original do balanço energético (10³ tEP);

β = importação anual de energia primária e secundária, medida em unidade original do balanço energético (10^3 tEP);

χ = exportação anual de energia primária e secundária, medida em unidade original do balanço energético (10^3 tEP);

δ = energia anualmente embarcada nos bunkers internacionais medida em unidade original do balanço energético (10^3 tEP);

E = variação anual dos estoques de energia, medida em unidade original do balanço energético (10^3 tEP).

Passo 2: Conversão do consumo aparente para uma unidade comum de energia, conforme Equações 3 e 4:

Com a diferença de carbono no conteúdo de cada combustível, torna-se necessário a conversão da unidade original em uma unidade comum de energia, para tal será adotado a unidade terajoule (TJ). Para conversão será utilizada a Equação 3.

$$1 \text{ tEP padrão} = 41,868 \times 10^{-3} \text{ TJ} \quad (3)$$

Publicações mais atualizadas do Balanço Energético Nacional (BEN) têm como base o Poder Calorífico Inferior (PCI), adaptável a metodologia do IPCC para conversão de uma unidade comum de energia, conforme a Equação 4.

$$CC = CA \times 41,868 \times 10^{-3} \times F_{\text{CONV}} \quad (4)$$

Em que:

CC = consumo de energia (TJ);

CA = consumo aparente do combustível em unidades físicas;

F_{CONV} = fator de conversão da unidade física de medida que varia de acordo com o combustível para tonelada equivalente de petróleo (tEP/m³).

Passo 3: Cálculo da quantidade de carbono (QC), expresso em tC, conforme Equação 5:

Expressa a quantidade de carbono contida no combustível por unidade de energia do combustível

$$QC = CC \times F_{\text{emiss}} \quad (5)$$

Em que:

QC = quantidade de carbono (tC);

CC = consumo de energia (TJ);

F_{emiss} = fator de emissão de carbono (tC/TJ).

Passo 4: Cálculo da fração de carbono fixado ou estocado (QCF), conforme Equação 6:

$$QCF = QC \times FCF_{\text{fix}} \quad (6)$$

Em que:

QCF = quantidade de carbono fixado, em tC;

QC = quantidade de carbono no combustível, em tC;

FCFix = fração de carbono fixado (adimensional).

Passo 5: Cálculo das emissões líquidas (ELC), conforme Equação 7:

$$ELC = QC - QCF \quad (7)$$

Em que:

ELC = emissões líquidas de carbono (GgC);

QC = quantidade de carbono no combustível (GgC);

QCF = quantidade de carbono fixado (GgC).

Passo 6: Cálculo das emissões reais de carbono (ERC), conforme Equação 8:

$$ERC = ELC \times FCO \quad (8)$$

Em que:

ERC = emissões reais de carbono em GgC;

ELC = emissões líquidas de carbono em GgC;

FCO = fração de carbono oxidada (adimensional).

Passo 7: Cálculo das emissões reais de CO₂ (ERCO₂), conforme Equação 9:

$$ERCO_2 = ERC \times \left[\frac{44}{12} \right] \quad (9)$$

Em que:

ERCO₂ = emissões reais de CO₂ em tCO₂;

ERC = emissões reais de carbono em tC.

Observação: 1 tCO₂ = (44/12)tC

2.5.2 Método Botton-Up

O método *Botton-Up* é complementar ao método *Top-Down*, descrito por Álvares Jr. e Linke (2001), e baseado na metodologia utilizada pela CETESB que possibilita a quantificação e identificação dos GEE de forma desagregada. O método é uma adaptação da metodologia empregada pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA). Aparentemente, a aplicação da metodologia da EPA parece trivial, entretanto, o cálculo do Fator de Emissão (FE) é complexo, pois é baseado em informações amostrais e conhecimentos de diferentes tecnologias que utilizam o combustível. Para a realização dos cálculos foram obtidos, junto às empresas de ônibus de transportes rodoviários, os seguintes dados: o número de veículos; o consumo mensal da frota que opera no referido terminal; a quilometragem rodada; a idade média da frota e a periodicidade de manutenção dos motores. Após o levantamento dos dados foi quantificada a massa dos poluentes emitidos. A grande vantagem desse método é que ele permite que sejam estudados diversos outros gases, além do CO₂. Conforme Mattos (2001), o cálculo é realizado por meio da Equação 10.

$$\text{Emissões}_i = \text{FE}_{iabc} \times \text{Atividade}_{abc} \quad (10)$$

Em que:

Emissões_i: emissões de um gás i (g/Kwh);

FE_i: fator de emissão do gás i (g/Kwh);

Atividade: quantidade de energia consumida ou distância percorrida;

i: (tipo de poluente): CO₂, CO, NO_x, CH₄, material particulado (MP), N₂O, hidrocarbonetos (HC), compostos orgânicos voláteis (COV), além de outros poluentes.

a: tipo de combustível utilizado (querosene de aviação, gás natural, gasolina etc.);

b: tipo de veículo (avião, automóvel, moto etc.);

c: tecnologia de controle de emissões.

Para o cálculo das emissões, a partir da quilometragem rodada pelos veículos, foi utilizada a Equação 11:

$$\text{Emissões}_i = F \times \text{FE}_i \times \text{Km média} \quad (11)$$

Em que:

F: número de veículos

Km média: distância média percorrida.

Em relação aos fatores de emissão de poluentes por veículos movidos a diesel foram utilizados os limites estabelecidos na resolução nº 128/96 do tratado do MERCOSUL (MERCOSUL, 1996) e na Lei 8.723, de 28/10/1993 (BRASIL, 1993). A Tabela 4 ilustra os limites de emissão de poluentes para veículos pesados.

Tabela 4 - Limites de emissão de poluentes para veículos pesados.

| POLUENTE | LIMITES MERCOSUL (G/Kwh) | DATA DE IMPLANTAÇÃO ⁽¹⁾ |
|--|-----------------------------|---------------------------------------|
| Monóxido de Carbono (CO) | 4 | 01.01.2000 |
| Hidrocarboneto (HC) | 1,1 | 01.01.2000 |
| Óxidos de Nitrogênio (NOx) | 7 | 01.01.2000 |
| Material Particulado ⁽¹⁾ | 0,25/0,15 ⁽²⁾ | 01.01.2000 |
| Emissão de Gás de Cáter ⁽³⁾ | Nula | 01.01.2000 |

(1) aplicável somente para motores de ciclo Diesel

(2) 0,25 g/Kwh para motores de até 0,7 dm³ por cilindro e rotação superior a 3.000 rpm e 0,15 g/Kwh para os demais motores.

(3) exceto para os motores do ciclo Diesel turbo-alimentados

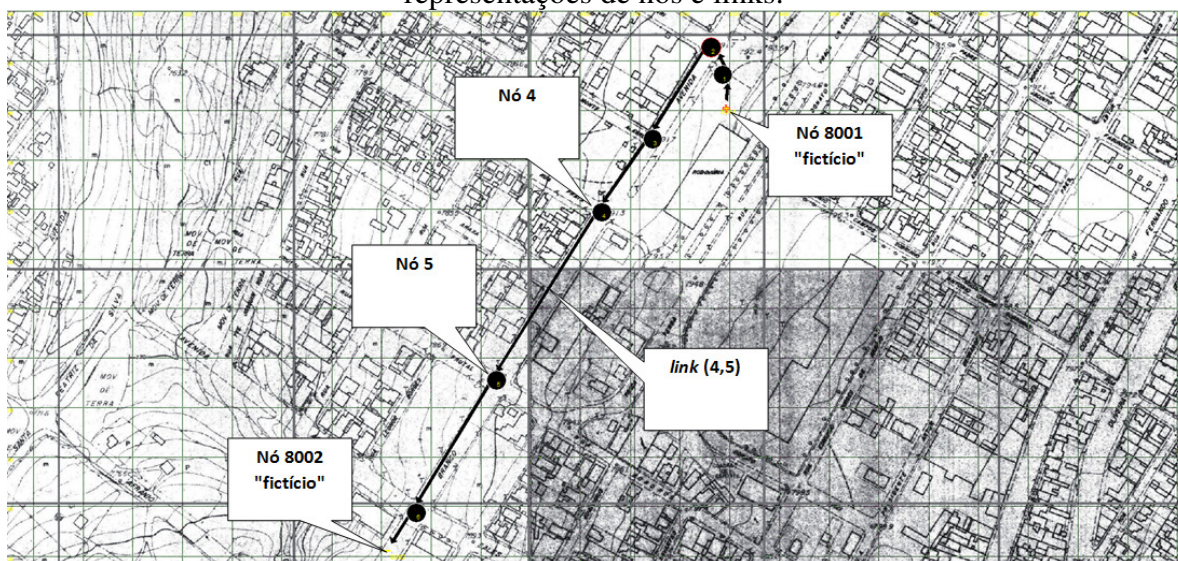
2.5.3 Método NTM

O método NTM, detalhado por Loo (2009), foi desenvolvido pela organização não governamental sueca *Network for Transport and Environment National Transport Model*. O método baseia-se em três níveis de detalhamento: (1) utilização média de carga do veículo, tipo de motor e a idade média do veículo; (2) a capacidade média de carga do veículo, utilização média dos motores, tipo de combustível e as diferenças entre os modelos; (3) cálculo da emissão de dióxido de carbono de cada tipo de veículo de uma companhia. Para a realização dos cálculos são necessários programas desenvolvidos pela própria NTM. O método é apropriado para realizar o cálculo de emissão de CO₂ e pode ser aplicado aos diversos modos de transporte (CRUVINEL *et al.*, 2012).

2.5.4 Programa computacional *Traffic Software Integrated System*

O programa TSIS (*Traffic Software Integrated System*) é um *software* computacional comercial utilizado para simulação e análise de indicadores operacionais, como consumo de combustível, valores médios de emissão veicular e as condições de tráfego das vias no entorno do referido polo gerador de viagens. O *software* é alimentado com informações das vias, tais como trajetos, comprimentos, declividades, tipos de veículos que trafegam etc. O programa é baseado na teoria dos grafos, que permite simular com animação dinâmica do tráfego constituído por arcos (*links*) (representação gráfica de trechos de ruas, rodovias) e por nós (um ponto comum a duas ou mais ligações), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Representação de uma rede criada no programa de simulação TSIS com representações de nós e links.



Fonte: TSIS

O TSIS possui ferramentas que propiciam definir e administrar projetos de engenharia de tráfego, como: “*TShell*”, “*CORSIM*”, “*TRAFED*”, “*TRAFVU*”, “*TSIS Text Editor*”, “*TSIS Script*” e o “*TSIS Translator*” (TSIS, 2006).

O “*TShell*” é uma interface gráfica que possibilita uma visão do projeto e facilita o seu gerenciamento no TSIS. Essa ferramenta permite obter dados dos fluxos de veículos e dos equipamentos de controle, ‘construir a rede com o editor “*TRAFED*”, verificar os dados de entrada, decidir intervenções nas definições dos cenários etc.

O “*TRAFED*” é um editor de interface gráfica de utilização, gera arquivo *.*tno* que será traduzido em um arquivo *.*trf* que é a entrada para o “*CORSIM*”, ou seja, permite criar e editar redes de tráfego e fazer a inserção de dados para o modelo “*CORSIM*”.

O “*CORSIM*” consiste em um conjunto integrado de dois modelos microscópicos de simulação, o “*NETSIM*” e o “*FRESIM*”. O “*NETSIM*” representa o tráfego urbano e o “*FRESIM*” o tráfego em estradas. Simulações microscópicas modelam os movimentos individuais dos veículos, inclusive levando-se em conta o comportamento dos motoristas. Com isso, os efeitos, por exemplo, do reposicionamento de um ponto de ônibus, ou restrições de estacionamentos podem ser avaliados.

O “*TRAFVU*” exibe a rede de tráfego, anima a simulação das operações de fluxo de veículos, anima e exibe o rendimento de medidas de efetividade da simulação e mostra as especificações de utilização dos parâmetros de entrada para a rede simulada.

O “*TSIS Text Editor*” é um editor de texto padrão que tem uma capacidade adicional de “entender” o arquivo com formato do programa *CORSIM*. O *TSIS*, criado com base nos padrões norte-americanos, limita as análises pelo fato de que a regulamentação de trânsito brasileira pode ser diferente da dos Estados Unidos. É o que ocorre, por exemplo, com as diferenças na geometria das vias e dimensões e tipos de veículos. O *TSIS* permite, por meio da geração de diferentes cenários, visualizar as condições operacionais da área de estudo e analisar os indicadores operacionais, como: consumo de combustível, velocidade média, comprimento de fila, níveis exclusivos de emissões produzidas de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e óxido de nitrogênio (NO).

Na escolha da metodologia foram levados em consideração alguns fatores. O método *Top-Down* utiliza informações reais e depende de informações fornecidas pelas empresas, o que pode inviabilizar o estudo, além de não fornecer dados de outros gases, além do CO₂. O método *Bottom-Up* é complementar ao método *Top-Down*. Trata-se de um método mais complexo e oneroso para ser implantado, pois requer "dados locais detalhados e confiáveis sobre a tecnologia de motorização utilizada ou outras informações

que podem não estar disponíveis" (ÁLVARES JR. e LINKE, 2001). O método NTM é utilizado para mensurar o impacto ambiental provocado pela emissão de dióxido de carbono e utiliza seus próprios *softwares* para os cálculos necessários. O TSIS, por meio de simulação, possibilita a geração de diferentes cenários com visualização gráfica das condições operacionais da área de estudo de forma rápida e precisa, economizando recursos financeiros e tempo.

A simulação é uma ferramenta que tem por finalidade avaliar o desempenho de um sistema viário real ou idealizado de forma simplificada por modelos matemáticos integrados a um programa computacional. Por meio da simulação, é possível analisar alternativas, situações onde não são possíveis de serem realizados experimentos na prática ou quando não é possível interferir no sistema real por questões de segurança ou custo (LIMA, 2004). O início das atividades de simulação computacional deve ser a formulação do problema e o planejamento do estudo, visto que uma solução satisfatória depende de uma boa compreensão do problema e da criação de um plano para sua apreciação. O planejamento deve considerar sistemas alternativos e a competência desses sistemas. Além disso, devem ser definidos pontos importantes como: objetivos do estudo, configurações do sistema a ser modelado, equipamento e programa de simulação (processos e restrições). Após o planejamento inicia-se o processo de simulação pela construção do modelo, passando da transformação do modelo conceitual a um modelo computacional (CARVALHO, 2006).

2.6 Adimensionalização ou normalização das rotas

Para propiciar as comparações entre as emissões nas diferentes rotas, os fatores de emissão de cada tipo de poluente foram adimensionalizados e tomados, como referência, os maiores valores verificados ao longo de todos os subtrechos. É representado, na Equação 12, o gradiente de emissão adimensionalizado:

$$FE' = \frac{FE}{FE_{máx}} \quad (12)$$

Em que:

FE' = fator de emissão adimensionalizado;

FE = fator de emissão de poluente em cada subtrecho de cada rota;

$FE_{máx}$ = fator de emissão máximo de poluente entre todas as rotas.

Nem sempre a rota que apresenta o gradiente de emissão mais crítico é aquela que resulta na liberação de mais massa. Neste sentido, as massas emitidas também foram normalizadas, tomando por base a maior massa liberada nas quatro rotas, de acordo com a Equação 13:

$$M' = \frac{M}{M_{máx}} \quad (13)$$

Em que:

M' = massa emitida adimensionalizada;

M = massa emitida de poluente em cada subtrecho de cada rota;

$M_{máx}$ = massa máxima de poluente entre todas as rotas.

Este capítulo teve como objetivo conhecer os padrões de qualidade do ar, os efeitos da poluição atmosférica ao ser humano, animais e vegetais, os métodos para determinação da massa de poluentes e a adimensionalização dos poluentes. O próximo capítulo terá como objetivo propor metodologias para mensurar a emissão de poluentes provocada por ônibus que saem do Terminal Rodoviário de Uberaba com direção à rodovia mais próxima.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGIA

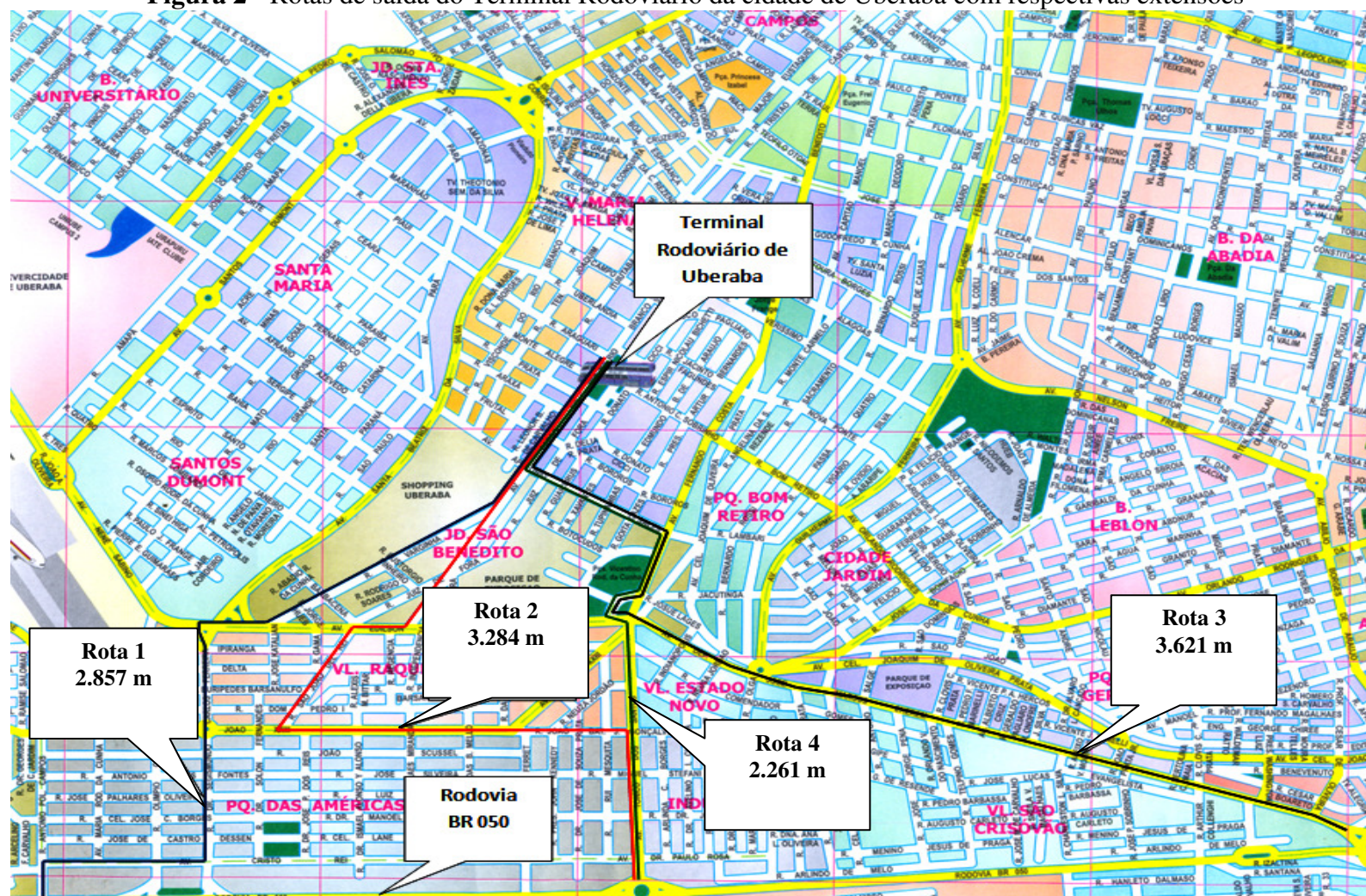
Este capítulo trata da definição de uma rota para os ônibus que saem do terminal rodoviário e que chegam à rodovia BR050, para seus destinos. A seleção da rota foi baseada em um critério ambiental, utilizando, como principal critério, as massas dos principais poluentes emitidos pelos ônibus intermunicipais. Estas emissões foram estimadas através de simulações com programa computacional TSIS e com base na literatura.

3.1 Área de estudo

A área de estudo foi definida como a cidade de Uberaba, MG, localizada na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. O município de Uberaba ocupa uma área geográfica de 4.536,36 km², da qual apenas 256 km² são ocupados pelo perímetro urbano. A sede do município está a 764 m de altitude, com altitude máxima de 1.031 m (Serra de Ponte Alta) e mínima de 522 m (divisa com o Estado de São Paulo).

O estudo foi realizado levando-se em consideração os vários trajetos de saídas dos ônibus intermunicipais e interestaduais do terminal rodoviário até chegar à rodovia BR050, principal via de saída e chegada dos itinerários vinculados ao Terminal Rodoviário de Uberaba. Foram selecionadas quatro rotas e foi utilizado como critério de escolha trajetos por avenidas, evitando-se ruas estreitas, conforme se observa na Figura 2.

Figura 2 - Rotas de saída do Terminal Rodoviário da cidade de Uberaba com respectivas extensões



Fonte: o autor

Na Figura 3 são mostradas a rota 2, de 3.284 m de extensão, e a rota 2 "opcional" de 2.667 m de extensão. A rota 2 "opcional" foi preterida devido à chegada a um ponto de congestionamento onde o tempo de parada para conversão seria de difícil mensuração.

Figura 3 - Análise e definição da rota 2.

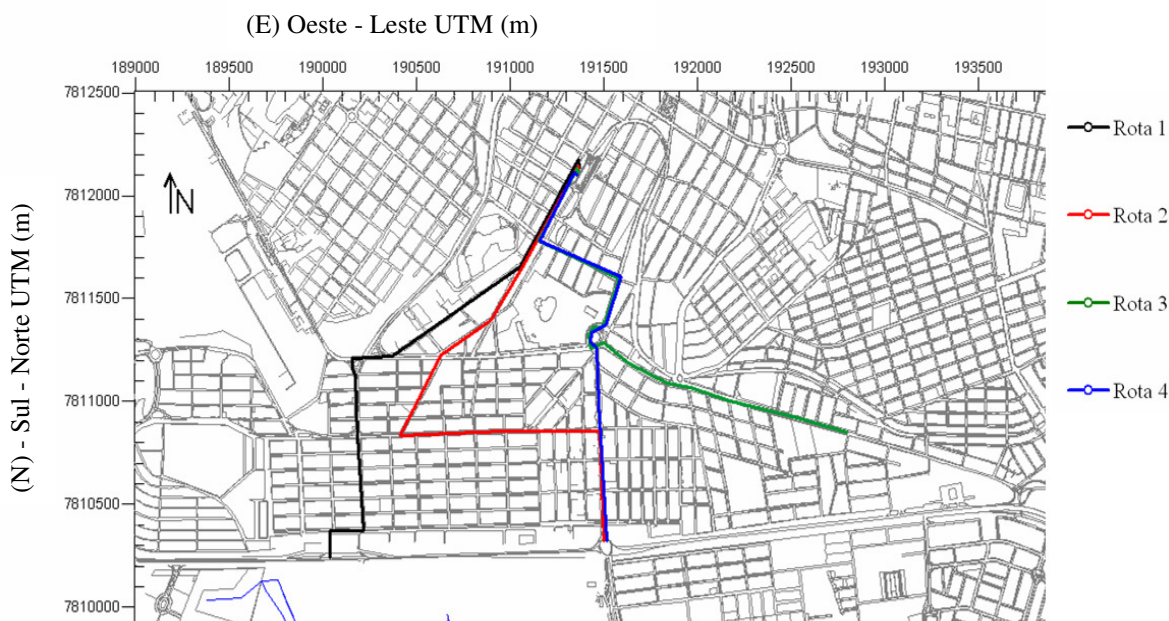


Fonte: o autor

3.2 Estrutura e metodologia do estudo

Foi utilizado um mosaico georreferenciado da cidade de Uberaba e, sobre o mesmo, foram definidas rotas a serem analisadas, levando em consideração coordenadas no sistema *Universa Transversa de Mercator* (UTM) dos cruzamentos entre vias, nas direções Oeste-Leste e Sul-Norte (E, N). O traçado em planta das rotas é ilustrado na Figura 4. Os valores numéricos das coordenadas e as distâncias entre os nós estão resumidos no Anexo A.

Figura 4 - Traçado em planta das rotas pré-selecionadas sobre um sistema de coordenadas cartesianas UTM. Rota 1: 2,85 km; Rota 2: 3,28 km; Rota 3: 3,62 km; Rota 4: 2,26 km.

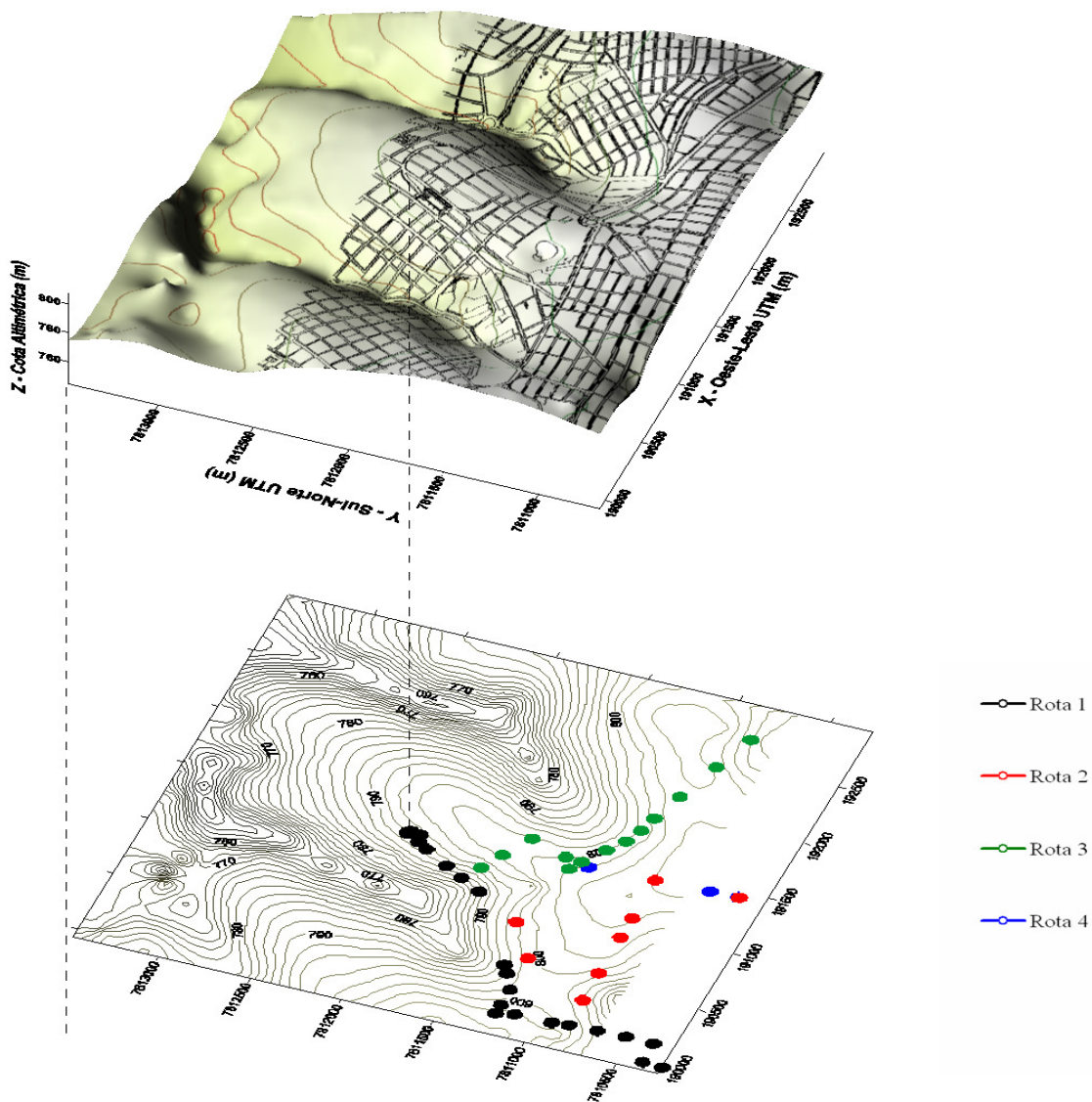


Fonte: Programa *surfer*

A emissão dos poluentes gasosos ou particulados a partir de fontes móveis veiculares está ligada a fatores topográficos, distâncias, velocidades, tipos de veículos e sinalizações, que são importantes fatores em uma via, consequentemente, na emissão de poluentes pelos escapamentos. Assim, não é somente o comprimento de uma rota o fator determinante para maiores ou menores emissões. Por isto, para melhor definição de rotas foi necessário a visualização e compreensão dos fatores topográficos. Na modelagem digital do terreno e obtenção do mapa da região em estudo em superfícies tridimensionais (3D), conforme apresentado na Figura 5, foi utilizado o programa *Surfer 10*. O programa é um interpolador espacial que também permite a visualização de superfícies. Neste trabalho foram levantados 531 pontos, obtidos a partir de cartas planialtimétricas dentro de uma área de abrangência (terminal rodoviário e rotas), conforme Anexos B e C. Os pontos, basicamente, estão situados nos cruzamentos das vias, para os quais foi possível extrair as cotas altimétricas (Z), além das coordenadas planas (E, N). A partir do levantamento pontual, o aplicativo *Surfer* produziu uma malha estruturada de elementos retangulares, cujas linhas de grade se interceptam em pontos (nós) regularmente espaçados e coordenadas (E, N, Z) geradas pelo programa O

procedimento de interpolação resultou em um modelo digital de superfície de 100 por 100 nós, perfazendo 10.000 pontos.

Figura 5 - Modelo digital de superfície no setor de abrangência das rotas.



Fonte: programa *Surfer*

Este trabalho levou em consideração as chamadas externalidades negativas, tais como a poluição atmosférica gerada por veículos automotores, cujos custos da poluição do ar, que afetam a sociedade como um todo, impactam a qualidade de vida e a saúde das pessoas sem compensação por nenhum consumidor desses veículos. Desta forma, foram estimadas as emissões veiculares oriundas da queima de combustíveis fósseis,

que indicaram, finalmente, a rota ambiental, aquela que resultou na menor emissão de poluentes.

3.2.1 Elaboração e configuração da rede

A malha viária foi elaborada tendo como fundo o mosaico da área em estudo e as coordenadas definidas por cruzamentos de ruas sobre uma carta topográfica. A malha viária foi definida para quatro rotas, conforme Tabelas 5 a 8.

Tabela 5 - Organização da rota 1 em função das coordenadas, distâncias entre os nós e as cotas altimétricas de cada nó.

| Nó | Links | Coordenada (E) Oeste - Leste (m) | Coordenada (N) Sul – Norte (m) | Comprimento (m) | Comprimento acumulado (m) | Cota Z (m) |
|-------------|------------|--|--------------------------------------|--------------------|------------------------------|------------|
| 8001 | (8001; 01) | 191.364,53 | 7.812.121,00 | 15,00 | 15,00 | 792,40 |
| 1 | (01; 02) | 191.361,49 | 7.812.150,38 | 27,51 | 42,51 | 792,40 |
| 2 | (02; 03) | 191.373,10 | 7.812.175,32 | 25,53 | 68,04 | 792,40 |
| 3 | (03; 04) | 191.353,42 | 7.812.191,58 | 95,56 | 163,60 | 791,70 |
| 4 | (04; 05) | 191.305,40 | 7.812.108,96 | 75,99 | 239,59 | 791,70 |
| 5 | (05; 06) | 191.262,41 | 7.812.046,30 | 171,18 | 410,77 | 791,30 |
| 6 | (06; 07) | 191.169,55 | 7.811.902,50 | 126,96 | 537,72 | 789,30 |
| 7 | (07; 08) | 191.101,41 | 7.811.795,38 | 147,01 | 684,74 | 787,20 |
| 8 | (08; 09) | 191.027,27 | 7.811.668,43 | 627,82 | 1.312,56 | 786,10 |
| 9 | (09; 10) | 190.499,24 | 7.811.328,80 | 74,44 | 1.387,00 | 795,20 |
| 10 | (10; 11) | 190.435,52 | 7.811.290,32 | 138,23 | 1.525,23 | 796,20 |
| 11 | (11; 12) | 190.313,40 | 7.811.225,56 | 132,40 | 1.657,63 | 797,90 |
| 12 | (12; 13) | 190.181,00 | 7.811.224,87 | 76,41 | 1.734,04 | 801,70 |
| 13 | (13; 14) | 190.104,59 | 7.811.224,87 | 98,31 | 1.832,35 | 801,70 |
| 14 | (14; 15) | 190.130,07 | 7.811.129,92 | 199,62 | 2.031,97 | 802,20 |
| 15 | (15; 16) | 190.133,66 | 7.810.930,33 | 91,42 | 2.123,39 | 800,20 |
| 16 | (16; 17) | 190.148,40 | 7.810.840,11 | 153,92 | 2.277,31 | 799,40 |
| 17 | (17; 18) | 190.153,17 | 7.810.686,26 | 154,05 | 2.431,36 | 795,50 |
| 18 | (18; 19) | 190.158,12 | 7.810.532,29 | 150,54 | 2.581,90 | 790,50 |
| 19 | (19; 20) | 190.156,62 | 7.810.381,76 | 165,24 | 2.747,14 | 785,70 |
| 20 | (20; 21) | 189.991,43 | 7.810.377,61 | 110,01 | 2.857,15 | 786,40 |
| 21 | (21; 8002) | 189.985,18 | 7.810.267,78 | | 2.857,15 | 782,85 |

Tabela 6 - Organização da rota 2 em função das coordenadas, distâncias entre os nós (links) e cotas de cada nó.

| Nó | Links | Coordenada (E) Oeste - Leste (m) | Coordenada (N) Sul – Norte (m) | Comprimento (m) | Comprimento acumulado (m) | Cota Z (m) |
|-------------|------------|--|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|------------|
| 8001 | (8001; 01) | 191.364,53 | 7.812.121,00 | 15,00 | 15,00 | 792,40 |
| 1 | (01; 02) | 191.361,49 | 7.812.150,38 | 27,51 | 42,51 | 792,40 |
| 2 | (02; 03) | 191.373,10 | 7.812.175,32 | 25,53 | 68,04 | 792,40 |
| 3 | (03; 04) | 191.353,42 | 7.812.191,58 | 95,56 | 163,60 | 791,70 |
| 4 | (04; 05) | 191.305,40 | 7.812.108,96 | 75,99 | 239,59 | 791,70 |
| 5 | (05; 06) | 191.262,41 | 7.812.046,30 | 171,17 | 410,76 | 791,30 |
| 6 | (06; 07) | 191.169,55 | 7.811.902,51 | 126,96 | 537,72 | 789,30 |
| 7 | (07; 08) | 191.101,41 | 7.811.795,38 | 147,01 | 684,74 | 787,20 |
| 8 | (08; 09) | 191.027,27 | 7.811.668,43 | 316,98 | 1.001,71 | 786,10 |
| 9 | (09; 10) | 190.857,31 | 7.811.400,87 | 312,89 | 1.314,61 | 797,60 |
| 10 | (10; 11) | 190.591,49 | 7.811.235,82 | 447,36 | 1.761,96 | 799,50 |
| 11 | (11; 12) | 190.367,60 | 7.810.848,52 | 237,38 | 1.999,34 | 796,80 |
| 12 | (12; 13) | 190.604,93 | 7.810.853,50 | 322,39 | 2.321,73 | 799,50 |
| 13 | (13; 14) | 190.927,29 | 7.810.857,89 | 168,40 | 2.490,13 | 803,20 |
| 14 | (14; 15) | 191.095,69 | 7.810.857,48 | 341,89 | 2.832,03 | 804,40 |
| 15 | (15; 16) | 191.437,53 | 7.810.863,51 | 452,52 | 3.284,55 | 806,60 |
| 16 | (16; 8002) | 191.456,80 | 7.810.411,40 | | 3.284,55 | 804,80 |

Tabela 7 - Organização da rota 3 em função das coordenadas, distâncias entre os nós (links) e cotas de cada nó.

| Nó | Links | Coordenada (E) Oeste - Leste (m) | Coordenada (N) Sul – Norte (m) | Comprimento (m) | Comprimento acumulado (m) | Cota Z (m) |
|-------------|------------|--|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------|
| 8001 | (8001; 01) | 191.364,53 | 7.812.121,00 | 15,00 | 15,00 | 792,40 |
| 1 | (01; 02) | 191.361,49 | 7.812.150,38 | 27,51 | 42,51 | 792,40 |
| 2 | (02; 03) | 191.373,10 | 7.812.175,32 | 25,53 | 68,04 | 792,40 |
| 3 | (03; 04) | 191.353,42 | 7.812.191,58 | 95,56 | 163,60 | 791,70 |
| 4 | (04; 05) | 191.305,40 | 7.812.108,96 | 75,99 | 239,59 | 791,70 |
| 5 | (05; 06) | 191.262,41 | 7.812.046,30 | 171,17 | 410,76 | 791,30 |
| 6 | (06; 07) | 191.169,55 | 7.811.902,51 | 126,96 | 537,72 | 789,30 |
| 7 | (07; 08) | 191.101,41 | 7.811.795,38 | 132,03 | 669,75 | 787,20 |
| 8 | (08; 09) | 191.216,81 | 7.811.731,24 | 151,65 | 821,40 | 793,80 |
| 9 | (09; 10) | 191.353,68 | 7.811.665,93 | 203,10 | 1.024,51 | 797,90 |
| 10 | (10; 11) | 191.534,62 | 7.811.573,67 | 228,58 | 1.253,08 | 798,50 |
| 11 | (11; 12) | 191.455,56 | 7.811.359,20 | 101,65 | 1.354,73 | 799,13 |
| 12 | (12; 13) | 191.367,65 | 7.811.308,17 | 86,96 | 1.441,69 | 801,13 |
| 13 | (13; 14) | 191.444,81 | 7.811.268,07 | 160,68 | 1.602,37 | 800,80 |
| 14 | (14; 15) | 191.583,40 | 7.811.186,76 | 126,53 | 1.728,90 | 800,10 |
| 15 | (15; 16) | 191.689,80 | 7.811.118,28 | 115,01 | 1.843,91 | 800,40 |

Continuação da Tabela 7

| | | | | | | |
|-----------|-----------|------------|--------------|--------|----------|--------|
| 16 | (16; 17) | 191.798,08 | 7.811.079,51 | 125,19 | 1.969,11 | 800,40 |
| 17 | (17; 18) | 191.920,66 | 7.811.054,07 | 221,39 | 2.190,49 | 802,90 |
| 18 | (18; 19) | 192.134,04 | 7.810.995,07 | 307,58 | 2.498,07 | 805,10 |
| 19 | (19; 20) | 192.429,68 | 7.810.910,20 | 292,78 | 2.790,86 | 806,80 |
| 20 | (20; 21) | 192.711,12 | 7.810.829,50 | 480,81 | 3.271,66 | 800,50 |
| 21 | (21; 22) | 193173,23 | 7810696,72 | 349,92 | 3.621,58 | 800,00 |
| 22 | (22;8002) | 193509,73 | 7810600,74 | | 3.621,58 | 800,00 |

Tabela 8 - Organização da rota 4 em função das coordenadas, distâncias entre os nós (links) e cotas de cada nó.

| Nó | Links | Coordenada (E) Oeste - Leste (m) | Coordenada (N) Sul – Norte (m) | Comprimento (m) | Comprimento acumulado (m) | Cota Z (m) |
|-------------|--------------|---|---|----------------------------|--|-------------------|
| 8001 | (8001; 01) | 191.364,53 | 7.812.121,00 | 15,00 | 15,00 | 792,40 |
| 1 | (01; 02) | 191.361,49 | 7.812.150,38 | 27,51 | 42,51 | 792,40 |
| 2 | (02; 03) | 191.373,10 | 7.812.175,32 | 25,53 | 68,04 | 792,40 |
| 3 | (03; 04) | 191.353,42 | 7.812.191,58 | 95,56 | 163,60 | 791,70 |
| 4 | (04; 05) | 191.305,40 | 7.812.108,96 | 75,99 | 239,59 | 791,70 |
| 5 | (05; 06) | 191.262,41 | 7.812.046,30 | 171,17 | 410,76 | 791,30 |
| 6 | (06; 07) | 191.169,55 | 7.811.902,51 | 126,96 | 537,72 | 789,30 |
| 7 | (07; 08) | 191.101,41 | 7.811.795,38 | 132,03 | 669,75 | 787,20 |
| 8 | (08; 09) | 191.216,81 | 7.811.731,24 | 151,65 | 821,40 | 793,80 |
| 9 | (09; 10) | 191.353,68 | 7.811.665,93 | 203,10 | 1.024,51 | 797,90 |
| 10 | (10; 11) | 191.534,62 | 7.811.573,67 | 228,58 | 1.253,08 | 798,50 |
| 11 | (11; 12) | 191.455,56 | 7.811.359,20 | 101,65 | 1.354,73 | 799,13 |
| 12 | (12; 13) | 191.367,65 | 7.811.308,17 | 100,67 | 1.455,40 | 801,13 |
| 13 | (13; 14) | 191.417,40 | 7.811.220,65 | 357,89 | 1.813,29 | 802,10 |
| 14 | (14; 15) | 191.436,66 | 7.810.863,28 | 295,50 | 2.108,80 | 806,60 |
| 15 | (15; 16) | 191.449,63 | 7.810.568,06 | 152,26 | 2.261,06 | 806,40 |
| 16 | (16; 8002) | 191.456,37 | 7.810.415,95 | | 2.261,06 | 804,80 |

Além dos dados levantados nas Tabelas 5 a 8, referentes às rotas (*links* e comprimento entre os mesmos), foram cronometrados os tempos de todos os semáforos (verde, amarelo e vermelho), conforme Tabela 9 e os volumes de ônibus no Terminal Rodoviário de Uberaba em 24 h de operação (Anexo E).

Tabela 9 - Tempos de semáforos, em segundos, cronometrados nos respectivos nós de aplicação.

| Rota 1 | Rota 2 | Rota 3 | Rota 4 |
|---|---|---|---|
| Nó 3 Semáforo 14 VERDE 3 AMARELO 29 VERMELHO | Nó 3 Semáforo 14 VERDE 3 AMARELO 29 VERMELHO | Nó 3 Semáforo 14 VERDE 3 AMARELO 29 VERMELHO | Nó 3 Semáforo 14 VERDE 3 AMARELO 29 VERMELHO |
| Nó 6 Semáforo 37 VERDE 3 AMARELO 40 VERMELHO | Nó 6 Semáforo 37 VERDE 3 AMARELO 40 VERMELHO | Nó 6 Semáforo 37 VERDE 3 AMARELO 40 VERMELHO | Nó 6 Semáforo 37 VERDE 3 AMARELO 40 VERMELHO |
| Nó 7 Semáforo 23 VERDE 3 AMARELO 54 VERMELHO | Nó 7 Semáforo 23 VERDE 3 AMARELO 54 VERMELHO | Nó 7 Semáforo 23 VERDE 3 AMARELO 54 VERMELHO | Nó 7 Semáforo 23 VERDE 3 AMARELO 54 VERMELHO |
| Nó 12 Semáforo 32 VERDE 3 AMARELO 45 VERMELHO | Nó 10 Semáforo 28 VERDE 3 AMARELO 45 VERMELHO | Nó 10 Semáforo 28 VERDE 3 AMARELO 45 VERMELHO | Nó 10 Semáforo 28 VERDE 3 AMARELO 45 VERMELHO |
| | Nó 15 Semáforo 23 VERDE 3 AMARELO 54 VERMELHO | Nó 15 Semáforo 23 VERDE 3 AMARELO 54 VERMELHO | Nó 15 Semáforo 36 VERDE 3 AMARELO 40 VERMELHO |
| | Nó 16 Semáforo 36 VERDE 3 AMARELO 40 VERMELHO | Nó 18 Semáforo 36 VERDE 3 AMARELO 40 VERMELHO | |
| | | Nó 21 Semáforo 36 VERDE 3 AMARELO 40 VERMELHO | |

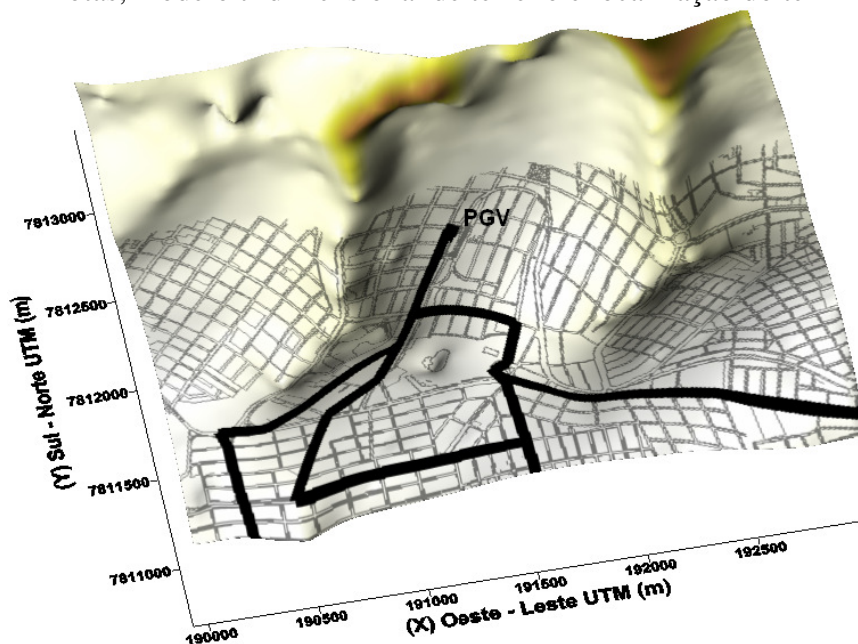
Depois da criação da malha, foram inseridos os atributos dos nós e dos arcos. No caso dos arcos foram inseridos: o volume de ônibus rodoviários que transitam pelo cruzamento ou interseção, programação dos semáforos, distâncias entre nós, declividade, velocidade na via, largura e número de faixas etc.

3.3 Aspectos teóricos e conceituais

De uma maneira geral, para avaliação das rotas pré-selecionadas e consequente identificação da rota ambiental, este estudo considerou as emissões dos poluentes HC, CO e NO calculadas no TSIS, além das emissões de CO₂ e MP encontrados na literatura por Álvares Jr. e Link (2001) e CETESB (2005), respectivamente. A chamada rota ambiental foi aquela que apresentou as menores massas de poluentes emitidas ao longo de toda sua extensão; portanto, aquela que apresentou a menor emissão global. No delineamento das rotas, os veículos, representados por ônibus intermunicipais, partiram do Terminal Rodoviário de Uberaba, considerado o polo gerador de viagens (PGV). As posições dos veículos são especificadas em termos de suas coordenadas, com a topografia considerada a partir de um modelo digital de superfície. Dessa forma, as cotas dos nós que delimitaram cada subtrecho (*link*) foram extraídas de um mapa planialtimétrico. Nesse contexto, também foram estabelecidos pontos de parada, como semáforos e sinais de “PARE” e “DÊ A PREFERÊNCIA”, por exemplo.

Observa-se, na Figura 7, o problema que foi tratado com destaque para a rota de partida, além da topografia local.

Figura 7 - Rotas, modelo tridimensional de terreno e localização do terminal (PGV).



Fonte: Programa Surfer.

Para o cálculo do CO₂ foi definido o método *Bottom-Up* descrito por Álvares Jr. e Linke (2001), Mattos (2001) e Kozerski e Hess (2006), cujos fatores de emissão foram encontrados na literatura por Álvares Jr. e Linke (2001), conforme Tabela 10.

Tabela 10 - Fatores de emissão adotados para os cinco poluentes avaliados.

| COMBUSTÍVEL | CO (g.Kwh ⁻¹) | HC (g.Kwh ⁻¹) | NOx (g.Kwh ⁻¹) | MP (g.Kwh ⁻¹) | CO ₂ (g.Km ⁻¹) |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Diesel | 0,85 ⁽¹⁾ | 0,15 ⁽¹⁾ | 4,66 ⁽¹⁾ | 0,082 ⁽¹⁾ | 770⁽²⁾ |
| Biodiesel 100% | 0,86 ⁽³⁾ | 0,09 ⁽³⁾ | 7,0 ⁽³⁾ | 0,03 ⁽³⁾ | N.d |
| Gás Natural | 0,87 ⁽³⁾ | 0,09 ⁽³⁾ | 1,10 ⁽³⁾ | N.d ⁽³⁾ | 550 ⁽²⁾ |

Fonte: (1) CETESB (2006); (2) Álvares Jr. e Linke (2001); (3) Siqueira *et al.* (2007)

Para o cálculo de MP (fuligem), também foi utilizado o método *Bottom-Up* descrito por Álvares Jr. e Linke (2001), Mattos (2001) e Kozerski e Hess (2006), cujos fatores de emissão foram encontrados na literatura CETESB (2005), conforme Tabela 11.

Tabela 11 - Fatores médios de emissão dos veículos em uso na RMSP (Região Metropolitana de São Paulo), em 2005.

| FONTES DE EMISSÃO | TIPO DE VEÍCULO | FATOR DE EMISSÃO (g/km) | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | CO | HC | NO _x | SO _x | MP |
| Tubo de escapamento | Gasolina C ¹ | 10,7 | 1,11 | 0,66 | 0,1 | 0,08 |
| | Álcool | 19,7 | 2,12 | 1,16 | - | - |
| | Flex (Álcool) | 0,44 | 0,15 | 0,11 | - | - |
| | Diesel ² | 15 | 2,36 | 10,74 | 0,21 | 0,57 |
| | Táxi ³ | 0,8 | 0,44 | 0,9 | - | - |
| | Motocicleta e similares | 16,4 | 2,18 | 0,12 | 0,03 | 0,05 |
| Emissão do cárter e evaporativa | Gasolina C ¹ | - | 2 | - | - | - |
| | Álcool | - | 1,5 | - | - | - |
| | Motocicleta e similares | - | 1,4 | - | - | - |
| Pneus | Todos os tipos | - | - | - | - | 0,07 |

Fonte: CETESB (2005)

1 – Gasolina C: gasolina contendo 22% de álcool anidro e 500ppm de enxofre (massa)

2 – Diesel: tipo metropolitano com 1100ppm de enxofre (massa) nos meses de janeiro e fevereiro, e com 350 ppm a partir de março de 2005.

3 – Considerou-se toda a frota movida a gás natural (GNV)

No caso das emissões de CO₂ e MP, já que o fator de emissão se encontra em g/km, a energia consumida é dispensável, bastando multiplicar a quilometragem média percorrida pelo fator de emissão de CO₂ na Equação 9.

Para o cálculo de HC, CO e NO foi utilizado o TSIS (*Traffic Software Integrated System*), pela eficiência e objetividade, mas, principalmente, pelo fato do simulador permitir estimativas de emissões que podem variar em função das características de cada subtrecho (link), como as declividades de rampas, sinalizações, semáforos, entre outros. Com isso, foram obtidos resultados teoricamente mais confiáveis, uma vez que as características locais das rotas são levadas em conta.

Foi pesquisado, ainda, o quadro de horários de embarque no Terminal Rodoviário, cuja demanda chega a 165 ônibus diários, conforme Anexo E. Existem dois momentos considerados como pico, às 06 horas, com 10 saídas, e às 12 horas, com 12 saídas, que podem elevar quantidade de emissões para valores consideráveis.

Este capítulo teve como objetivo analisar metodologias e propor a criação e configuração da rede viária para quatro possíveis rotas de saída do Terminal Rodoviário de Uberaba. O próximo capítulo terá como objetivo, a partir dos resultados encontrados, decidir sobre a melhor rota ambiental a ser utilizada para saída dos ônibus do terminal.

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após as simulações no *TSIS* (*TSIS text*) foram obtidas as quantidades de massas emitidas dos poluentes: CO, HC e NO. Os fatores de emissão, em gramas por quilômetro, para os três poluentes, variaram entre subtrecho (*link*), mantendo-se constante dentro de um mesmo subtrecho. No caso do CO₂ e de MP foram utilizados valores fixos dos fatores de emissão, os quais foram encontrados na literatura, conforme comentado no Capítulo 2.

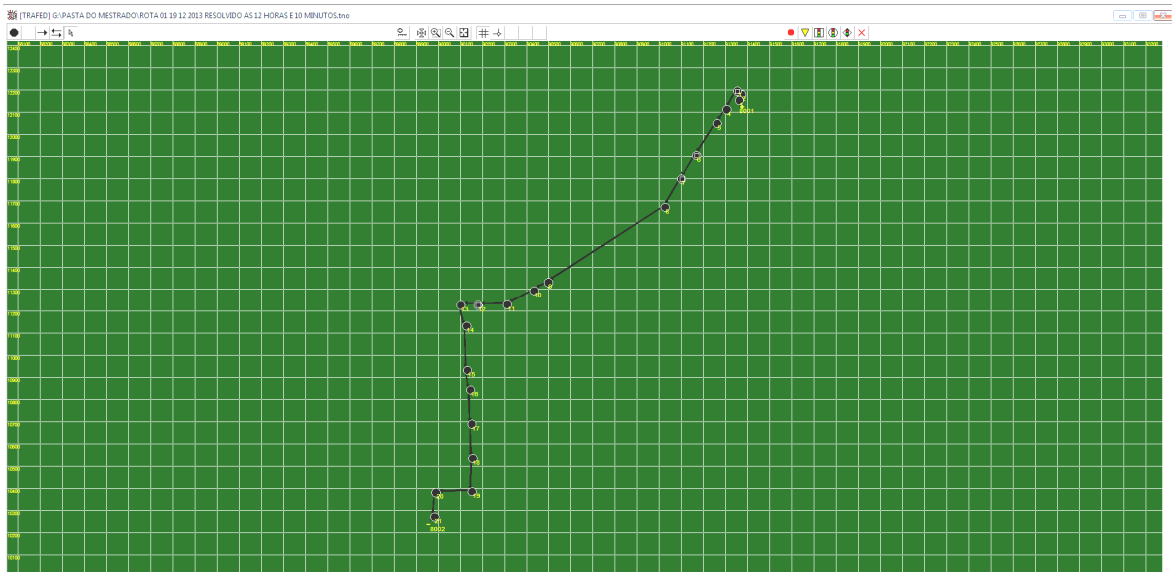
4.1 Resultados

De posse dos fatores, as massas de poluentes emitidas foram calculadas no final de cada subtrecho, em que a soma dessas massas é o total emitido para a atmosfera em determinada rota.

4.1.1 Rota 01

Na Figura 8 é representada a rota criada no programa de simulação *TSIS* para a rota 1, de 2.857 m de extensão e formatada em 22 *links*.

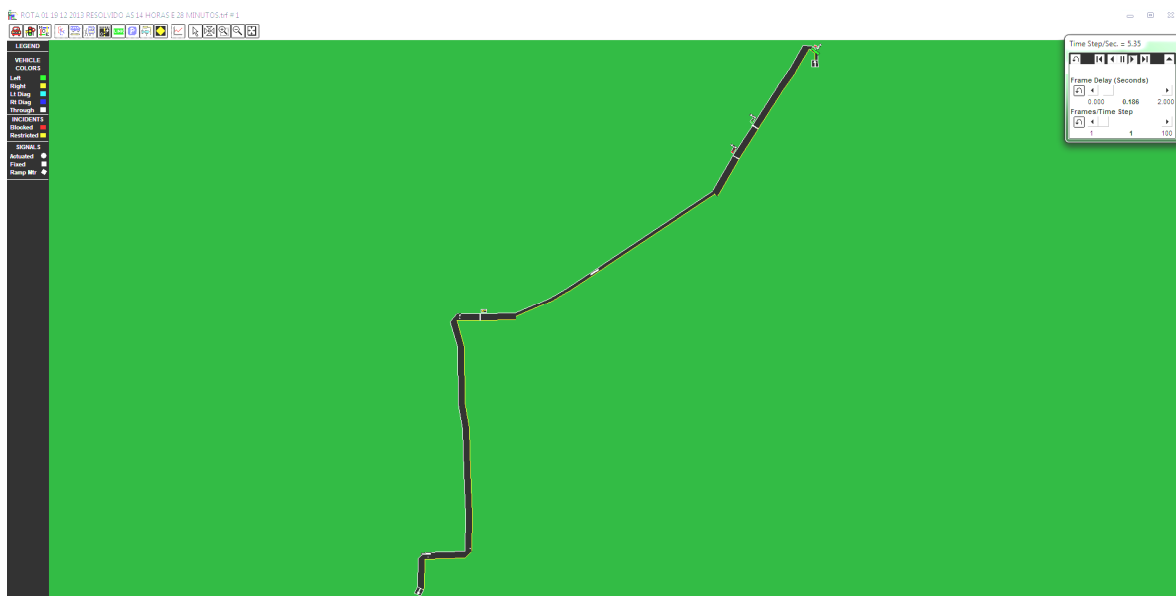
Figura 8 – Rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 1.



Fonte: TSIS

Na Figura 9 é mostrado o projeto criado no programa de simulação TSIS para a rota 1. Após a simulação, o programa faz a animação, mostra o deslocamento dos veículos e a realização de manobras, ajustada com as fases dos semáforos, como se os veículos estivessem transitando em tempo real.

Figura 9 – Projeto criado no programa TSIS para rota 1.



Fonte: TSIS

Na Tabela 12 são mostrados os resultados simulados pelo TSIS para a rota 1: os fatores de emissão dos poluentes HC, CO e NO, em g/km, e o consumo de óleo diesel, em litros, por *link* da rota em estudo.

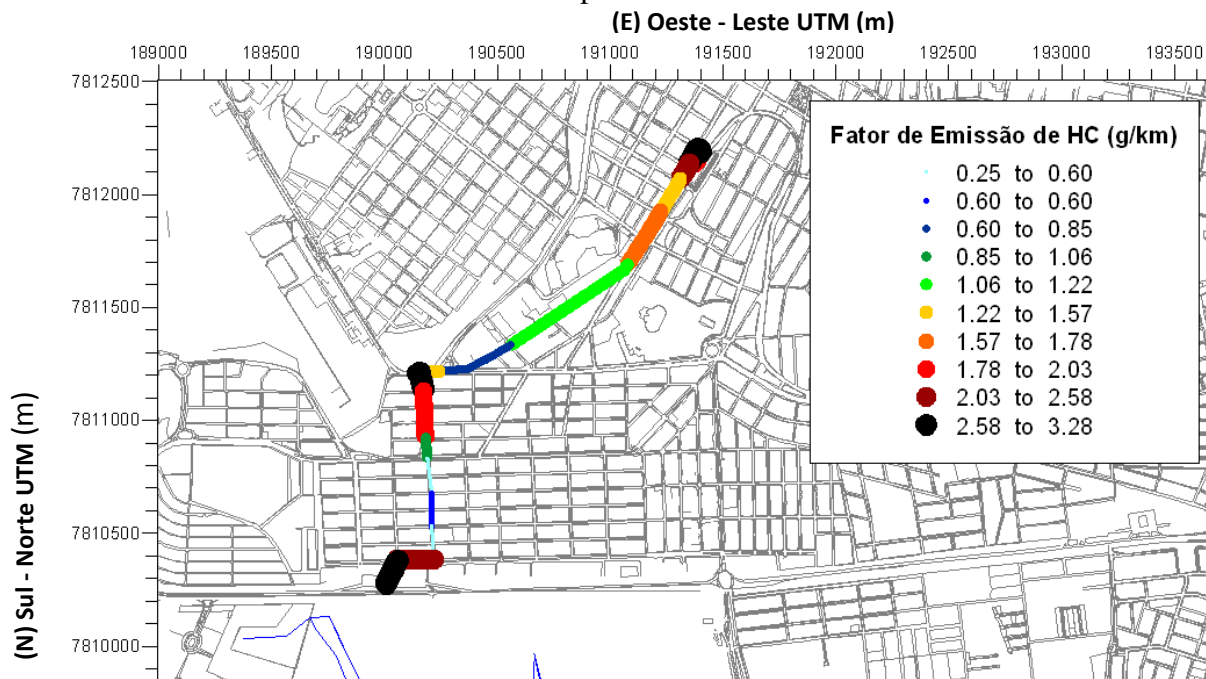
Tabela 12 - Consumo de combustível, emissões de poluentes e tempo de parada simulados pelo TSIS, nos links da rota 1.

| <i>Links</i> | Consumo de combustível por veículo (L) | Emissão de HC (g/km) (TSIS) | Emissão de CO (g/km) (TSIS) | Emissão de NO (g/km) (TSIS) | Tempo de parada(s) |
|--------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| (8001; 1) | 0,00 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0 |
| (01; 02) | 0,05 | 1,87157003 | 30,98281039 | 4,89143403 | 0,3 |
| (02; 03) | 0,04 | 1,22285851 | 14,71282709 | 1,01034956 | 7,1 |
| (03; 04) | 0,36 | 3,27711167 | 56,60443013 | 8,67434184 | 0 |
| (04; 05) | 0,19 | 2,14248787 | 37,14929810 | 5,80236419 | 0 |
| (05; 06) | 0,28 | 1,46519327 | 25,54954068 | 3,39517219 | 7,3 |
| (06; 07) | 0,25 | 1,73983934 | 28,44513044 | 4,27130558 | 4,4 |
| (07; 08) | 0,23 | 1,57206912 | 27,23097113 | 3,92706593 | 0,6 |
| (08; 09) | 0,67 | 1,06378748 | 17,21695299 | 2,63585660 | 0 |
| (09; 10) | 0,05 | 0,60273006 | 8,73026525 | 1,37571582 | 0 |
| (10; 11) | 0,09 | 0,60273006 | 8,71783783 | 1,36950211 | 0 |
| (11; 12) | 0,08 | 0,60273006 | 8,78991689 | 1,06751571 | 4,7 |
| (12; 13) | 0,11 | 1,33843355 | 21,58146425 | 3,41132785 | 0,1 |
| (13; 14) | 0,23 | 2,65325499 | 45,36258252 | 7,17559453 | 0 |
| (14; 15) | 0,31 | 1,78333532 | 31,60418158 | 4,49997017 | 0 |
| (15; 16) | 0,06 | 0,85003579 | 13,82053806 | 1,90388133 | 0 |
| (16; 17) | 0,09 | 0,59403086 | 8,55628132 | 1,32103515 | 0 |
| (17; 18) | 0,09 | 0,59775909 | 8,61841844 | 1,33967629 | 0 |
| (18; 19) | 0,04 | 0,24854848 | 3,27214070 | 0,37033723 | 0 |
| (19; 20) | 0,26 | 2,03436928 | 34,91981826 | 5,32639386 | 0 |
| (20; 21) | 0,23 | 2,57869045 | 44,01544977 | 7,00036785 | 0 |
| (21; 8002) | 0,00 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0 |
| Total | 3,71 | 28,84156528 | 475,8808558 | 70,76920782 | 24,5 |

Com utilização de um mapa base com as vias da cidade, construído em *AutoCad* e o programa *Surfer 10*, foi possível estabelecer o traçado em planta da rota analisada (Figuras 10 a 12). A plotagem dos fatores de emissão sobre o traçado permite uma visualização mais clara dos subtrechos mais propícios à emissão de poluentes. Nota-se que os fatores de emissão são constantes para cada *link* e representam, fisicamente, a massa de poluente emitida por unidade de comprimento do subtrecho. Trata-se, portanto, de um gradiente de massa liberada para a atmosfera em função do

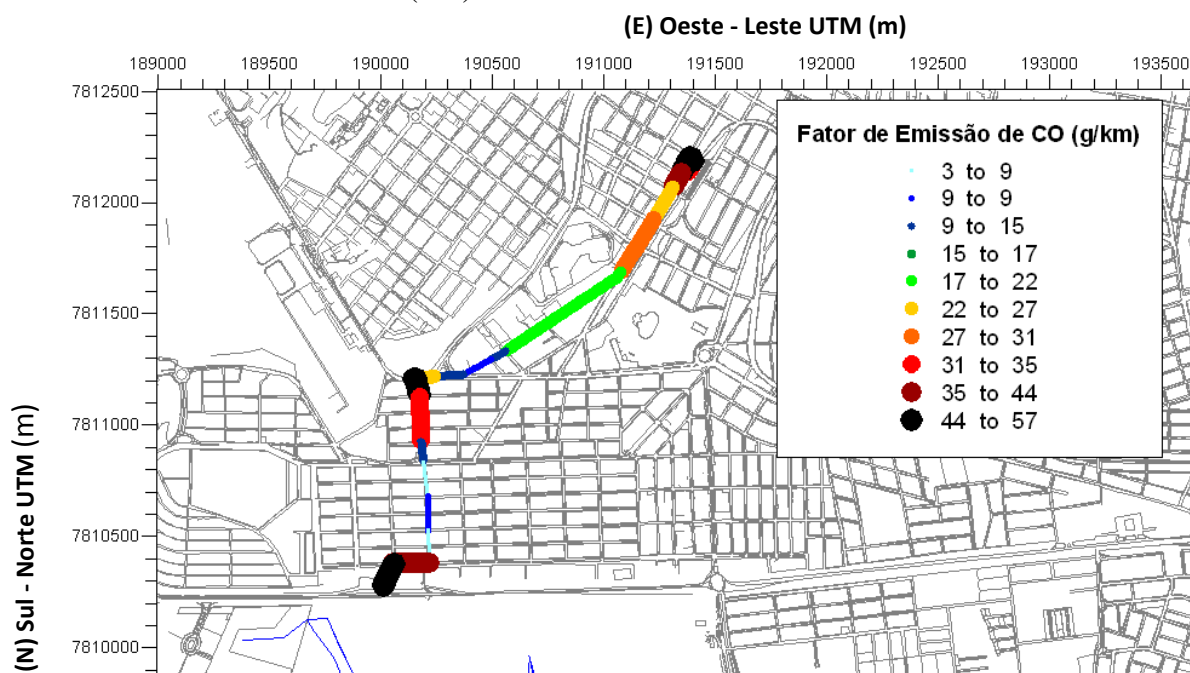
deslocamento do veículo e da consequente queima de combustível (no caso, óleo diesel) nos diversos segmentos que compõem a rota. Salienta-se que os resultados apresentados são correspondentes à emissão por um único veículo.

Figura 10 - Representação em planta dos fatores de emissão de hidrocarbonetos (HC) simulados para a rota 1.



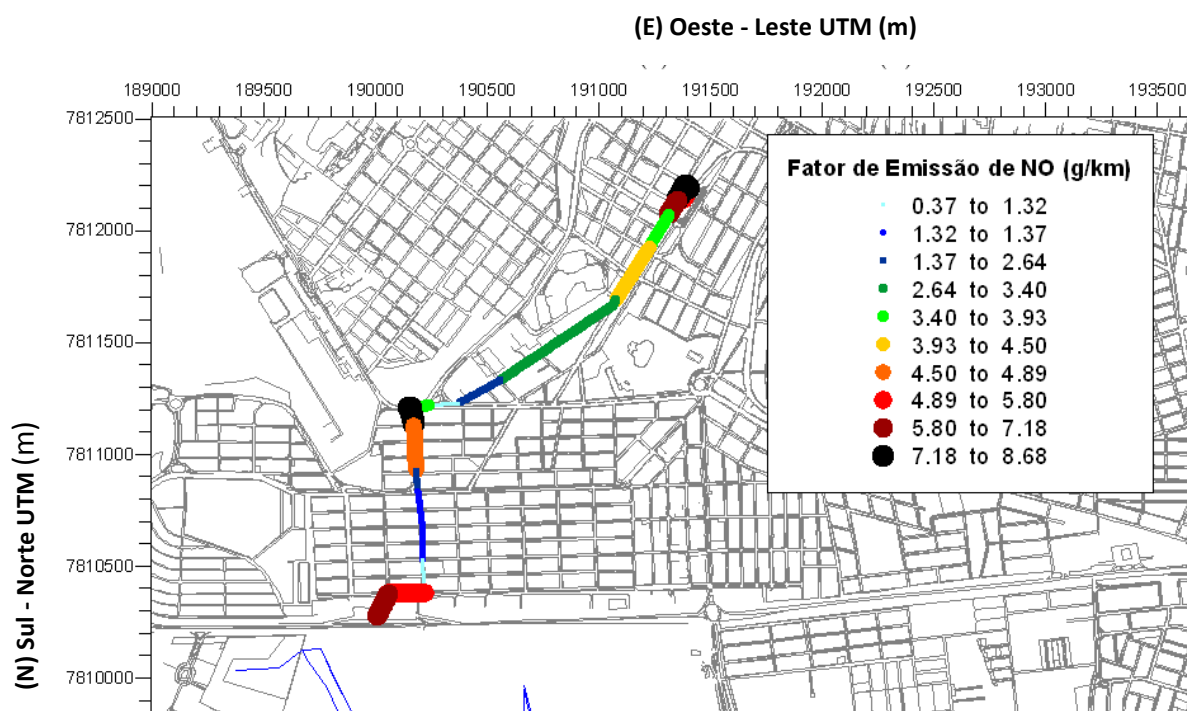
Fonte: o autor

Figura 11 - Representação em planta dos fatores de emissão de monóxido de carbono (CO) simulados para a rota 1.



Fonte: o autor

Figura 12 - Representação em planta dos fatores de emissão de óxido de nitrogênio (NO) simulados para a rota 1.



Fonte: o autor

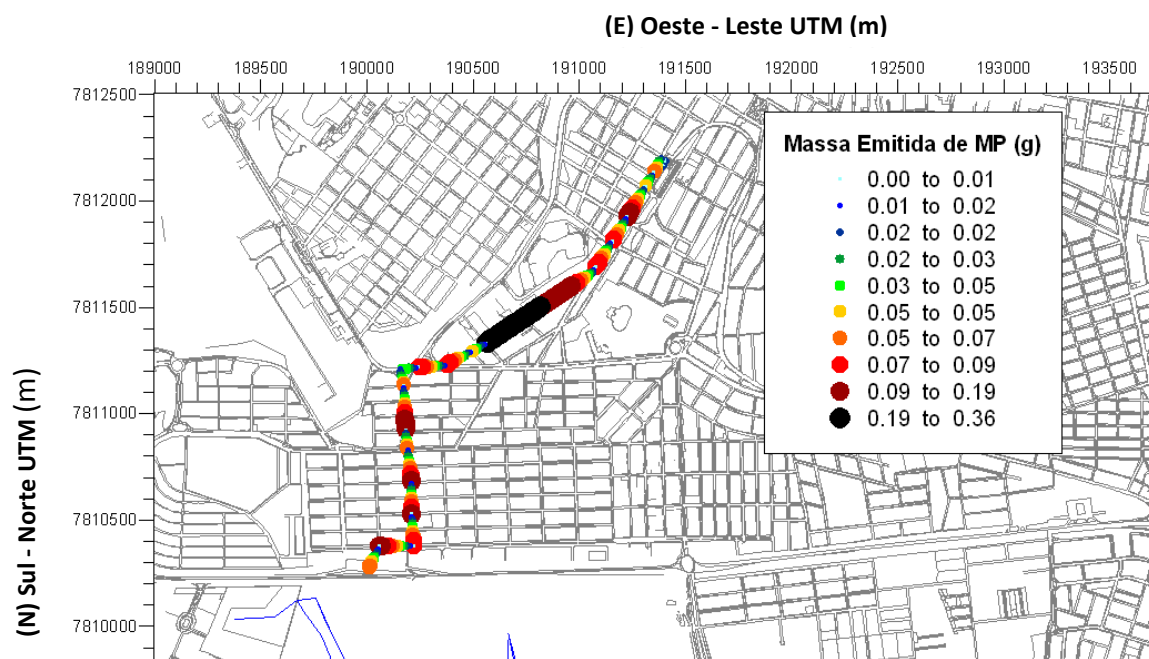
É interessante notar que os maiores fatores de emissão ocorreram em trechos relativamente curtos, nos extremos da rota, bem como em um trecho intermediário. No extremo inicial (próximo ao PGV), os *links* (3, 4) e (4, 5), basicamente, consistem de trechos de baixa velocidade, nos quais os veículos realizam mudança brusca de direção (aproximadamente 180°) para saírem da área restrita ao terminal rodoviário e entrarem na primeira via pública da rota. Análise equivalente pôde ser feita para o *link* intermediário (13, 14), representando trecho de baixa velocidade e de mudança de direção (contorno de rotatória). Na chegada à BR050, no *link* (20, 21), tem-se, para os três poluentes, fatores de emissão igualmente elevados, equiparados ao *link* intermediário (13, 14). Ao longo de toda a rota 1, os três poluentes analisados tiveram seus fatores de emissão máximos no *link* (3, 4) na saída do terminal rodoviário.

Salienta-se que não foram realizadas análises dos fatores de emissão de material particulado (MP), nem de gás carbônico (CO₂), haja vista que essas substâncias não são simuladas pelo TSIS. No caso específico destes dois poluentes foram utilizados valores constantes de 0,57 g/km, para MP (CETESB, 2005), e de 770 g/km, para CO₂ (ÁLVARES JR. e LINKE, 2001). Esta observação também é válida para as demais rotas.

Ainda que os fatores de emissão forneçam uma excelente noção acerca dos trechos mais propícios à liberação de poluentes atmosféricos pelos veículos, a análise exclusiva desta variável pode levar a interpretações falsas. Isto porque as massas efetivamente emitidas dependem, também, da extensão e declividade dos trechos. Assim, é possível que trechos com baixo fator de emissão tenham elevadas massas liberadas no seu final, desde que tenham extensão suficientemente grande para isso. Isto sugere que o estudo quantitativo das massas emitidas pode fornecer critérios mais adequados para a identificação da rota ambiental. Entretanto, não há como quantificar a emissão de massa sem conhecer o fator de emissão em cada subtrecho. Esta observação também é válida para as demais rotas.

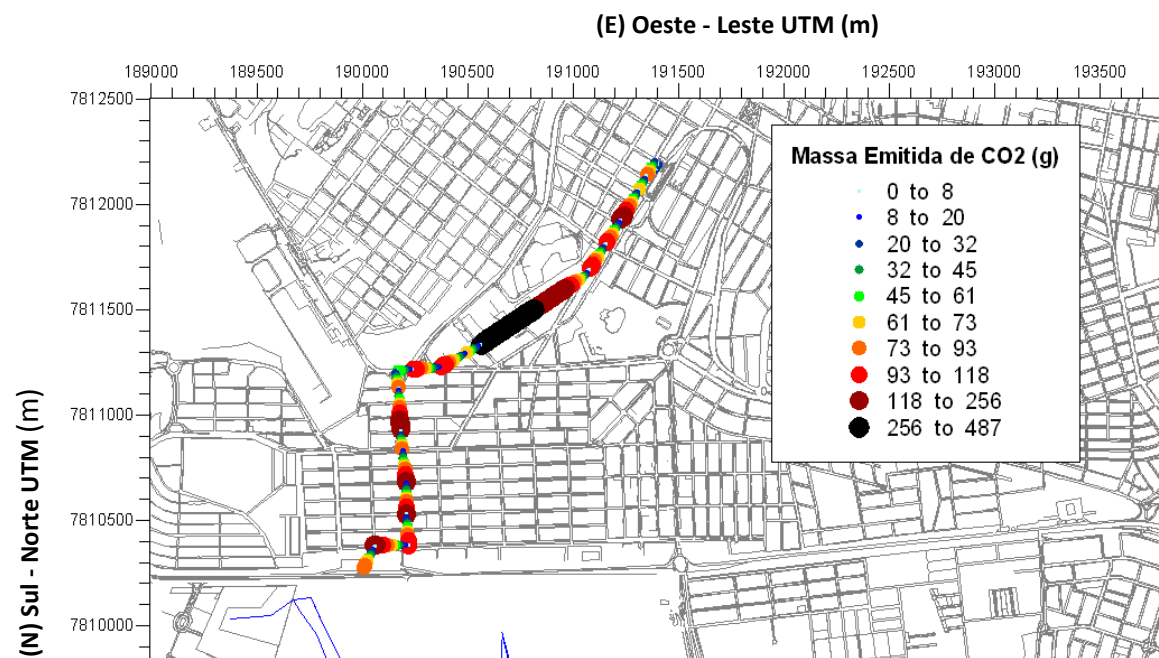
Nas Figuras 13 a 17 é mostrada a distribuição, em planta, das massas emitidas para os cinco poluentes considerados neste estudo. Note-se que os trechos com elevados fatores de emissão não mais coincidem com aqueles nos quais há maior liberação de massa.

Figura 13 - Emissão de massa de material particulado (MP) ao longo da rota 1.

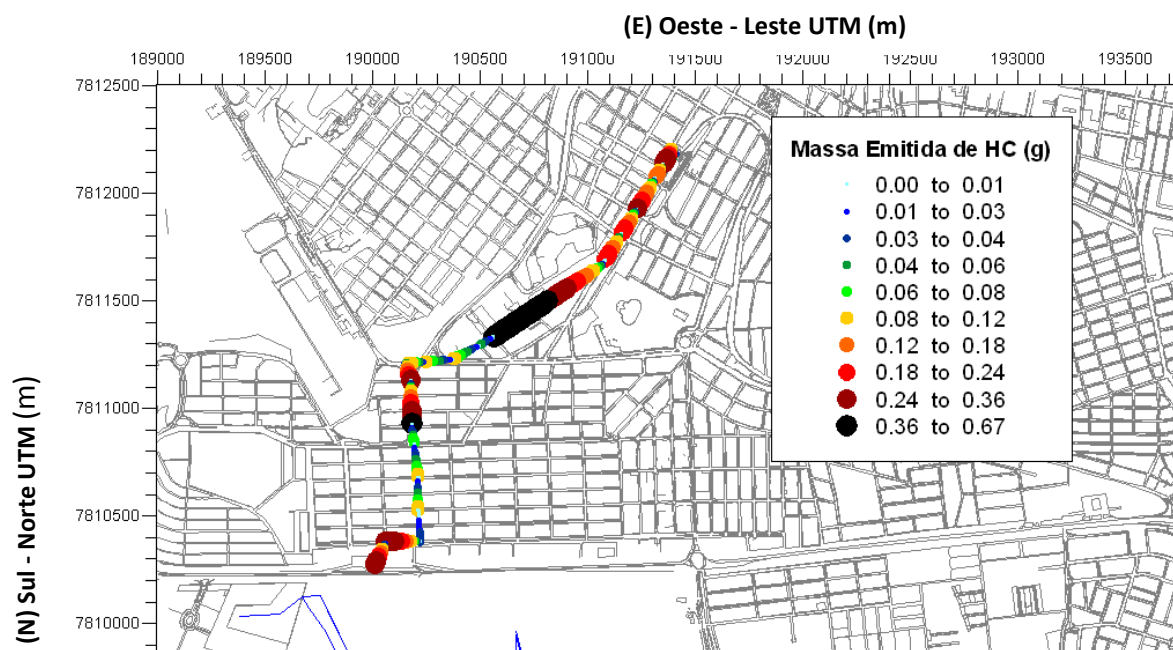


Fonte: o autor

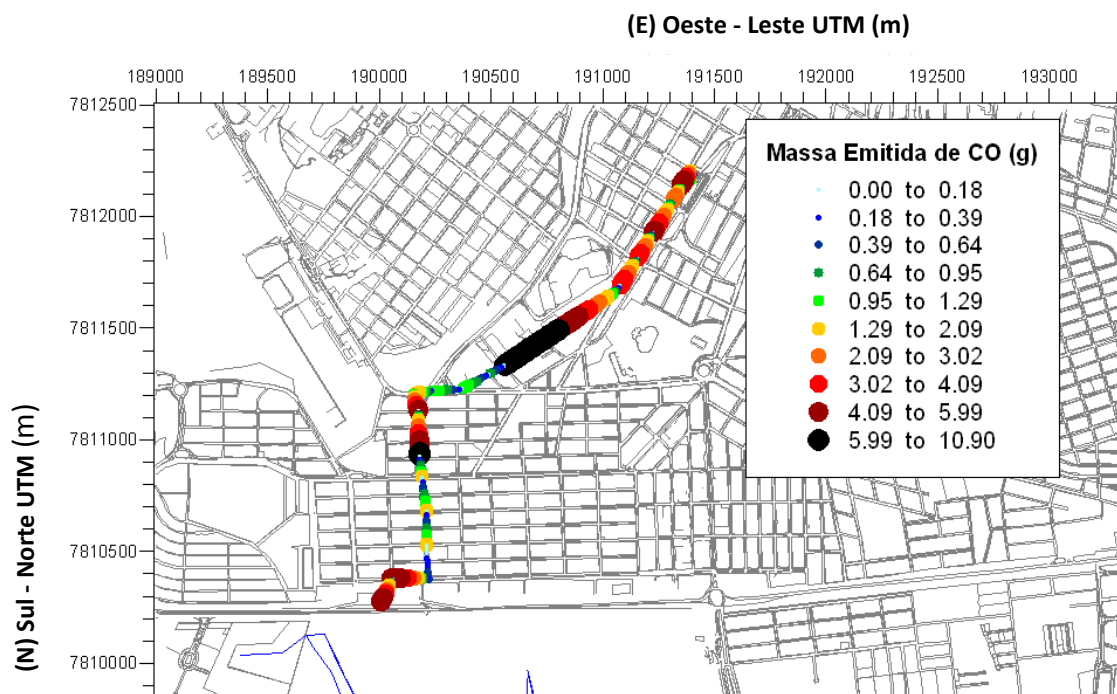
Figura 14 - Emissão de massa de gás carbônico (CO₂) ao longo da rota 1.



Fonte: o autor

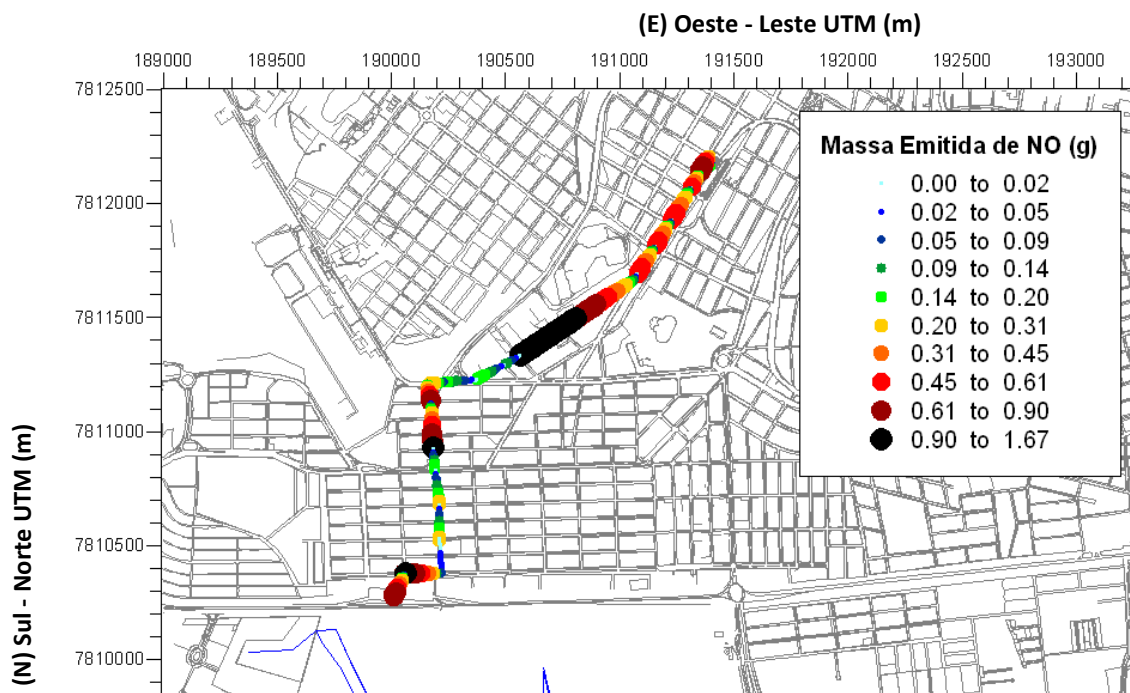
Figura 15 - Emissão de massa de hidrocarbonetos (HC) ao longo da rota 1.

Fonte: o autor

Figura 16 - Emissão de massa de monóxido de carbono (CO) ao longo da rota 1.

Fonte: o autor

Figura 17 - Emissão de massa de óxido de nitrogênio (NO) ao longo da rota 1.



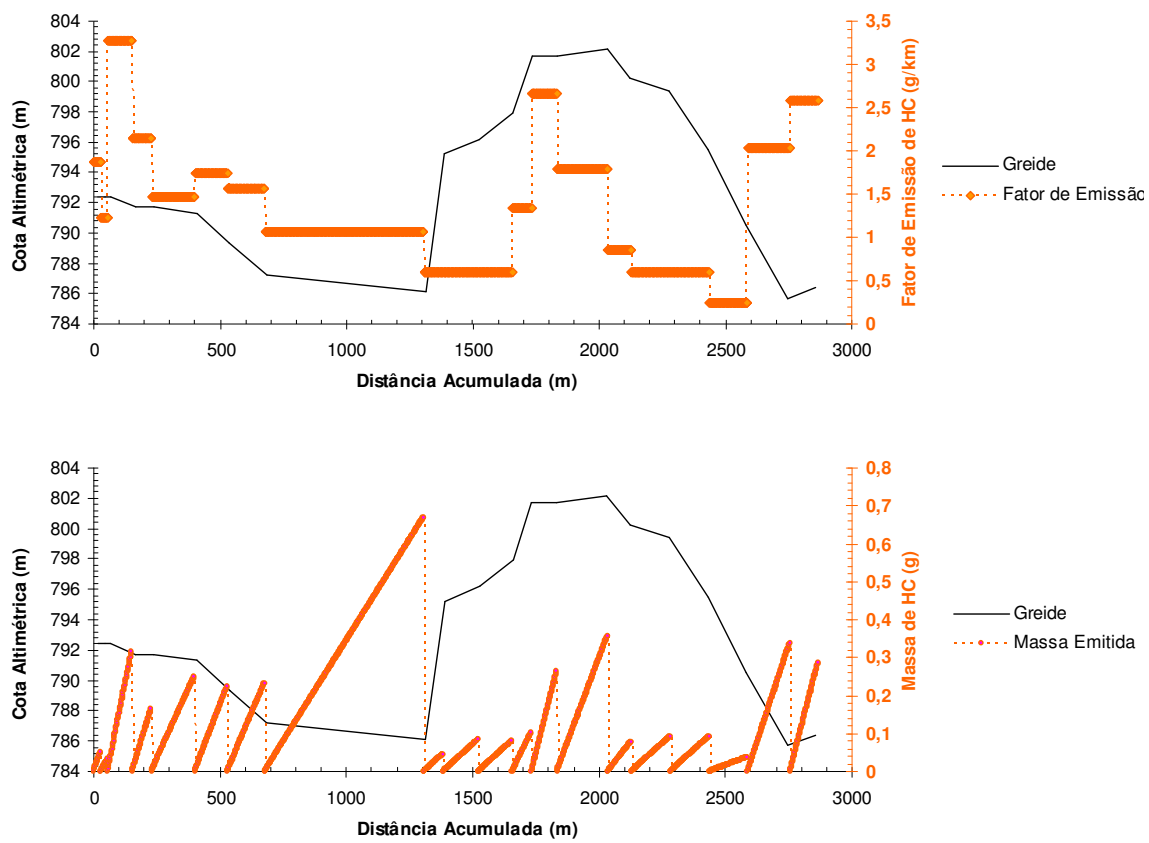
Fonte: o autor

Note-se que, nas Figuras 13 a 17, há emissão crescente de massa ao longo de cada subtrecho, o que ocorre sob um gradiente de massa (fator de emissão) constante. Os valores de interesse são aqueles localizados no final dos subtrechos, pois eles representam a massa total emitida em cada *link*.

Levando-se em conta a emissão total de massa no final de cada subtrecho verifica-se que o *link* (8, 9) foi o que induziu às maiores emissões, para todos os cinco poluentes analisados. Trata-se de um trecho em declive suave, com fatores de emissão moderados, mas com grande comprimento.

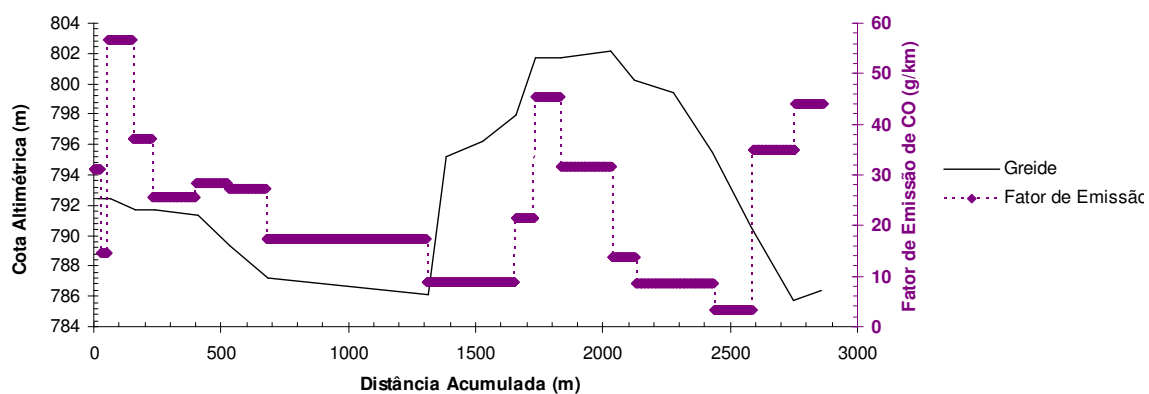
Nas Figuras 18 a 20 são mostrados os perfis da rota 1, com as distribuições espaciais dos fatores de emissão, confrontando-os com as massas de poluentes emitidas. Note-se que as variações de massa são representadas por segmentos de reta, os quais representam emissões sob um gradiente constante. Conforme já foi discutido, a extremidade final de cada segmento é de especial interesse, pelo fato dela indicar a massa total liberada em cada subtrecho.

Figura 18 - Perfil da rota 1: fatores de emissão e massas liberadas para hidrocarbonetos.

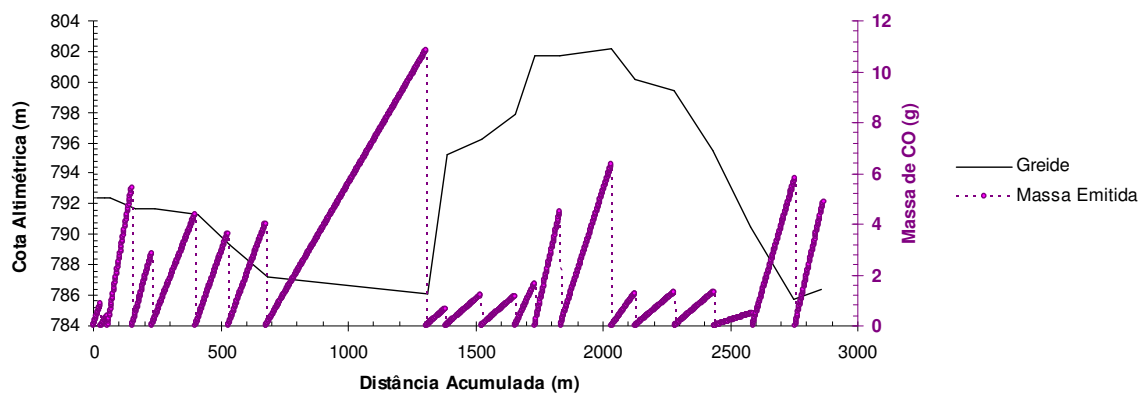


Fonte: o autor

Figura 19 - Perfil da rota 1: fatores de emissão e massas liberadas para monóxido de carbono.

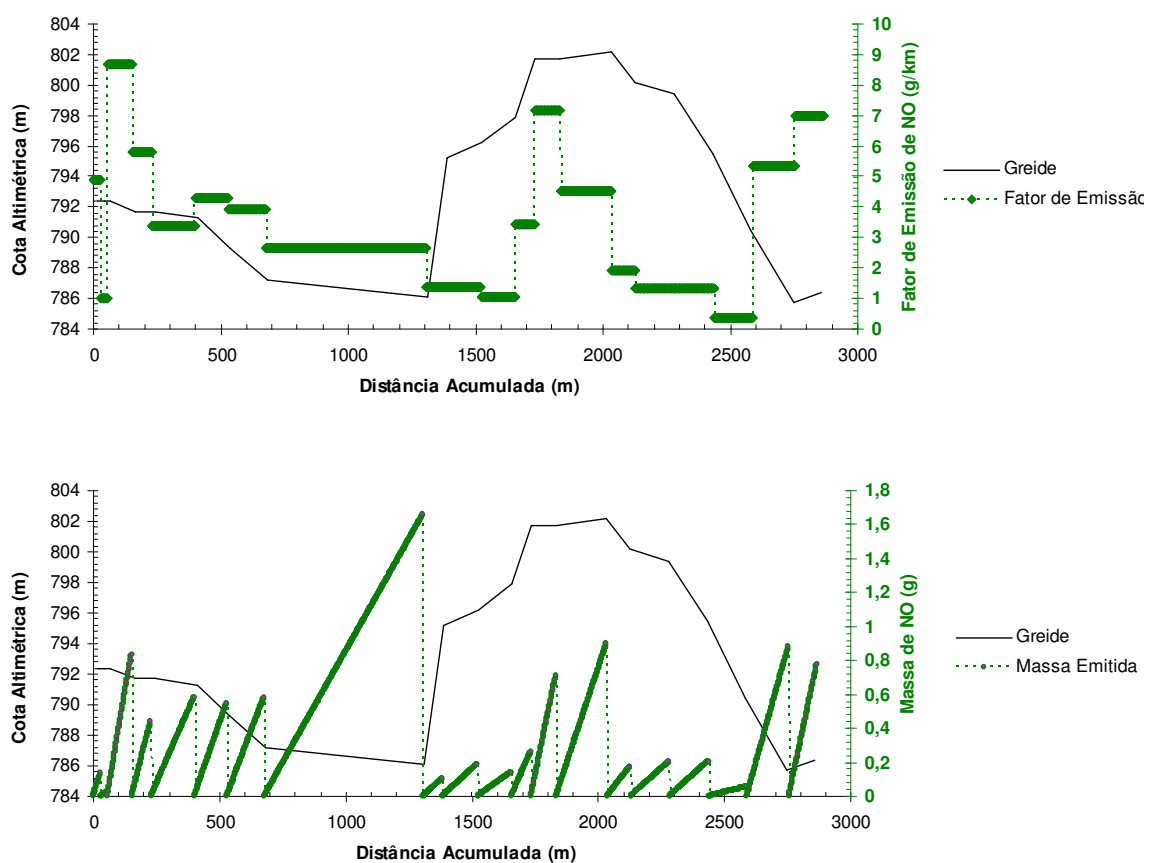


Continuação da Figura 19



Fonte: o autor

Figura 20 - Perfil da rota 1: fatores de emissão e massas liberadas para óxido de nitrogênio.

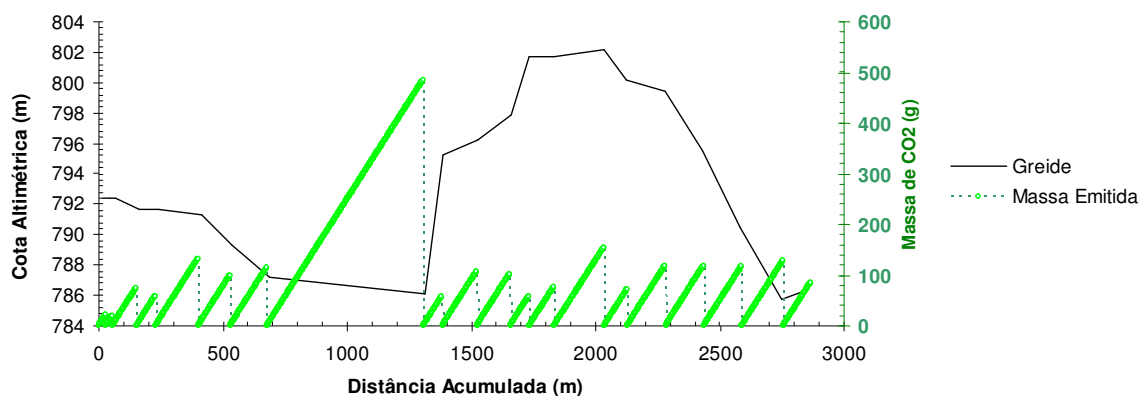


Fonte: o autor

Houve, na rota 1, menor emissão de massa HC no *link* (2, 3) de 25,53 m de extensão, de 0,03121 g e a maior emissão de massa de 0,6678 g no *link* (8, 9) de 627,82 m de extensão. A menor emissão de massa de NO foi verificada no *link* (2, 3) de 25,53 m de extensão, de 0,02579 g e a maior emissão de massa de 1,65485 g no *link* (8, 9) de 627,82 m de extensão. Houve, na rota, menor emissão de massa CO no *link* (2, 3) de 25,53 m de extensão, de 0,37559 g e a maior emissão de massa de 10,8092 g no *link* (8, 9), de 627,82 m de extensão. Os *links* (8001, 01) e (21, 8002) são fictícios, ou seja, não carregados com veículos.

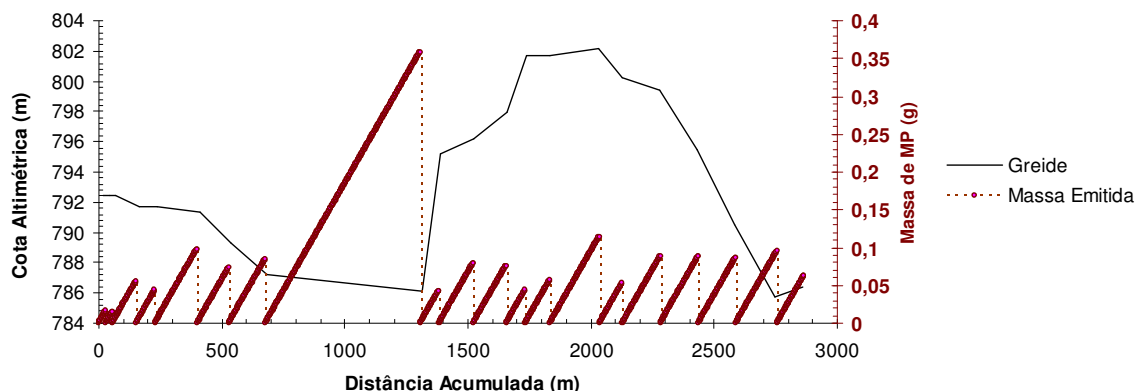
Para CO₂, cuja emissão foi considerada sob um gradiente constante de 770 g/km (ÁLVARES Jr. e LINKE, 2001) e para MP, com fator de emissão de 0,57 g/km (CETESB, 2005), as massas liberadas em cada subtrecho estão representadas nas Figuras 21 e 22.

Figura 21 - Perfil da rota 1: massas liberadas para gás carbônico.



Fonte: o autor

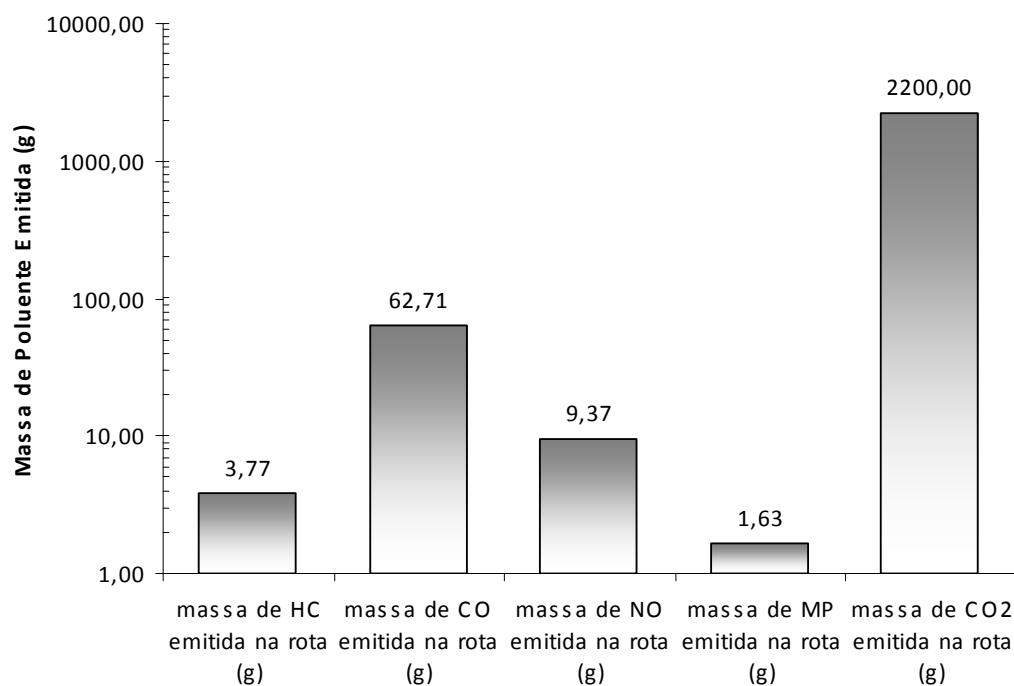
Figura 22 - Perfil da rota 1: massas liberadas para material particulado.



Fonte: o autor

Finalmente, na Figura 23 é mostrada a quantidade total de massa emitida (HC, CO, NO, MP e CO₂), na rota 1 pelos ônibus convencionais que saem do terminal rodoviário. Note-se que há maior emissão de gás carbônico (CO₂), gás que apresenta fator de emissão de até duas ordens de grandeza maiores em relação às outras substâncias consideradas neste estudo. O CO₂ é, de todos, o componente menos nocivo à saúde, uma vez que faz parte da constituição natural da atmosfera. Seu acúmulo na troposfera durante anos de emissão é, todavia, um causador de poluição em escala global: o efeito estufa. Por outro lado, as liberações de monóxido de carbono, composto que afeta mais diretamente a saúde, comprovam que não há combustão completa do combustível.

Figura 23 - Emissão total de massa de poluentes na rota 1.

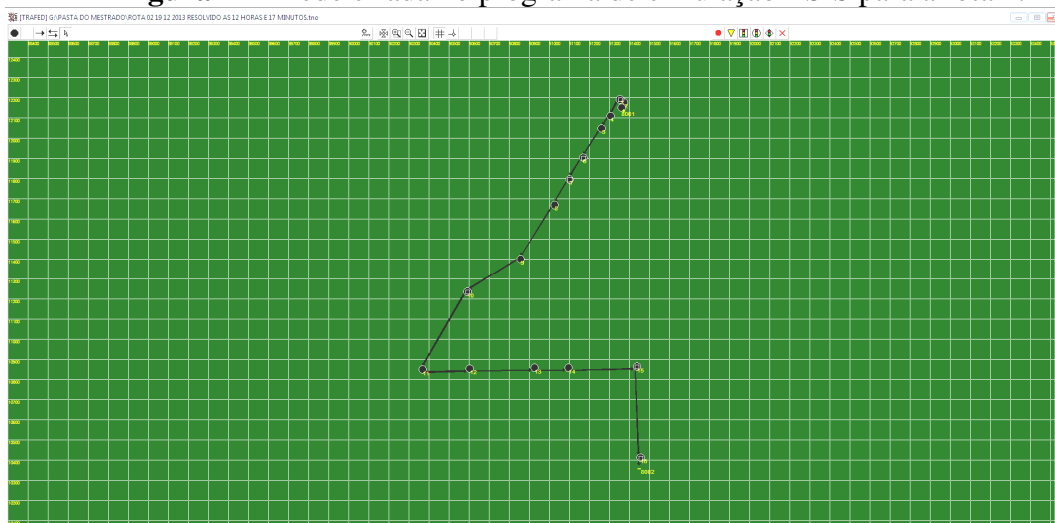


Fonte: o autor

Os resultados globais para a rota 1, ilustrados na Figura 23, são valores importantes nesta análise, haja vista que os mesmos serão confrontados com as massas totais emitidas nas outras rotas. Tratam-se, portanto, de resultados determinantes para a seleção da rota ambiental.

4.1.2 Rota 02

Na Figura 24 é mostrada a rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 2, de 3.284 m de extensão e formatada em 17 *links*.

Figura 24 - Rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 2.

Fonte: TSIS

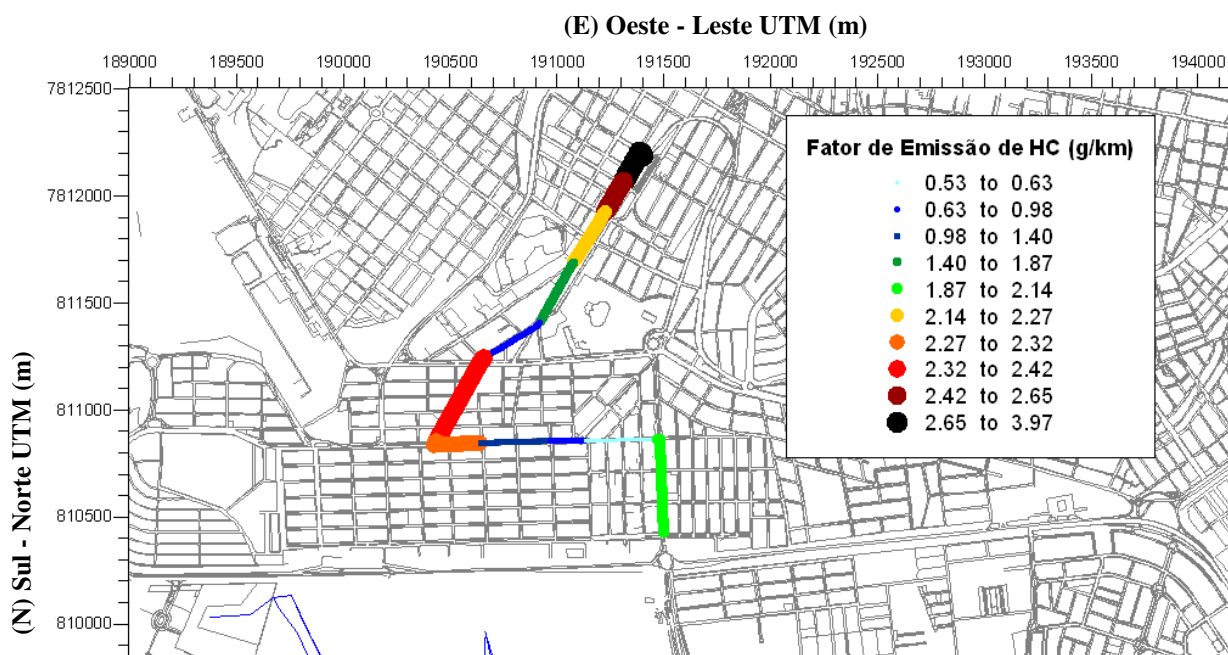
Na Tabela 13 são mostrados os resultados simulados pelo TSIS para a rota 2: os fatores de emissão dos poluentes HC, CO e NO, medidos em g/km e o consumo de óleo diesel consumido, em litros, por *link* da rota em estudo.

Tabela 13 - Consumo de combustível, emissões de poluentes e tempo de parada simulados pelo TSIS, nos links da rota 2.

| <i>Links</i> | Consumo de combustível por veículo (L) | Emissão de HC (g/km) (TSIS) | Emissão de CO (g/km) (TSIS) | Emissão de NO (g/km) (TSIS) | Tempo de parada(s) |
|--------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| (8001; 01) | 0,00 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0,00 |
| (01; 02) | 0,01 | 1,44779488 | 24,00046230 | 3,88667681 | 0,30 |
| (02; 03) | 0,02 | 1,39808518 | 16,19790424 | 0,80032610 | 7,10 |
| (03; 04) | 1,32 | 3,97056192 | 68,11471009 | 10,59437883 | 0,00 |
| (04; 05) | 0,68 | 2,65325499 | 45,74721129 | 7,20976994 | 0,00 |
| (05; 06) | 0,13 | 2,42334765 | 43,51648871 | 5,87382188 | 7,30 |
| (06; 07) | 0,11 | 2,23072258 | 37,72344508 | 5,41835680 | 4,40 |
| (07; 08) | 0,11 | 2,13751690 | 36,48256681 | 5,57059274 | 0,60 |
| (08; 09) | 0,12 | 1,72119820 | 30,31670047 | 4,25639267 | 0,00 |
| (09; 10) | 0,07 | 0,77671399 | 11,03120278 | 1,71063489 | 0,00 |
| (10; 11) | 0,23 | 2,32392826 | 41,07574266 | 5,93409489 | 0,00 |
| (11; 12) | 0,01 | 2,26800485 | 34,25619383 | 5,93409489 | 4,70 |
| (12; 13) | 0,14 | 0,98176648 | 16,43526803 | 2,39227909 | 0,10 |
| (13; 14) | 0,05 | 0,63379862 | 9,44484212 | 1,55342798 | 0,00 |
| (14; 15) | 0,09 | 0,53437923 | 7,81436411 | 1,26759723 | 0,00 |
| (15; 16) | 0,29 | 1,87032729 | 32,77111668 | 4,73484848 | 0,00 |
| (16; 8002) | 0,00 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0 |
| Total | 3,38 | 27,37140102 | 454,9282192 | 67,13729322 | 24,5 |

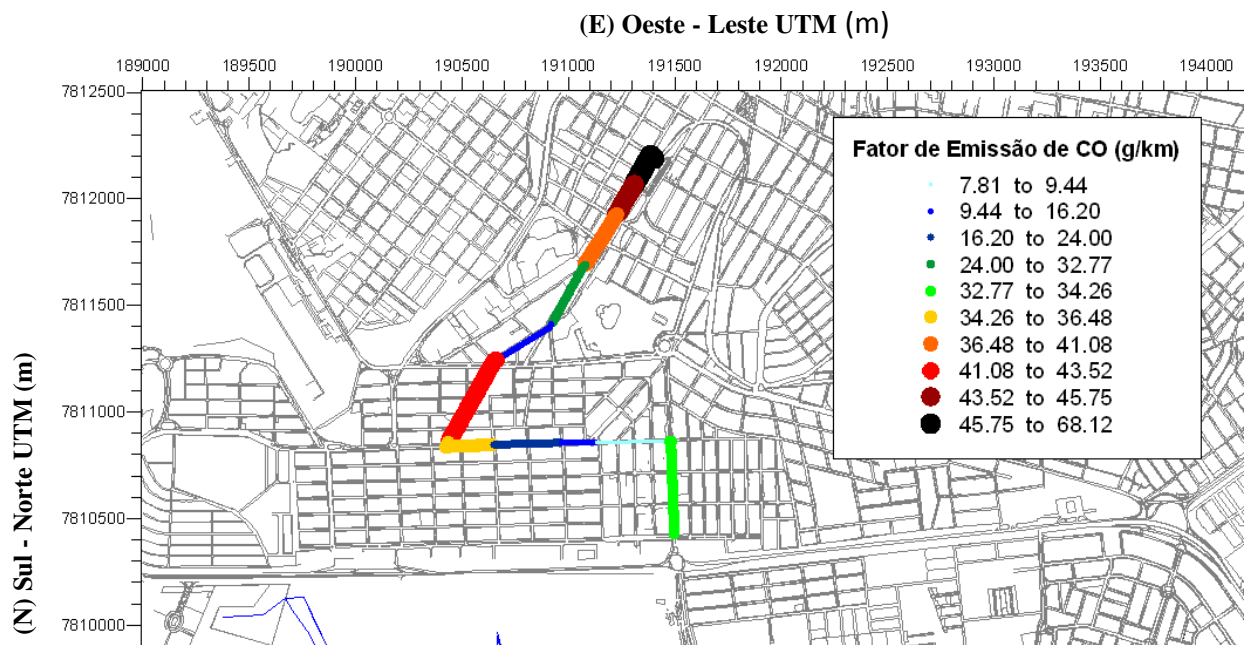
Assim, como na seção 4.1.1, os fatores de emissão foram dispostos em planta, permitindo melhor visualização da sua distribuição ao longo da rota 2. Os resultados são ilustrados nas Figuras 25 a 27. Vale lembrar que, para MP e CO₂ foram adotados os mesmos valores da rota 1, os quais permanecem constantes nos trechos. Como apenas HC, CO e NO são simulados no TSIS, seus gradientes de emissão sofreram alterações em cada "link".

Figura 25 - Representação em planta dos fatores de emissão de hidrocarbonetos (HC) simulados para a rota 2.



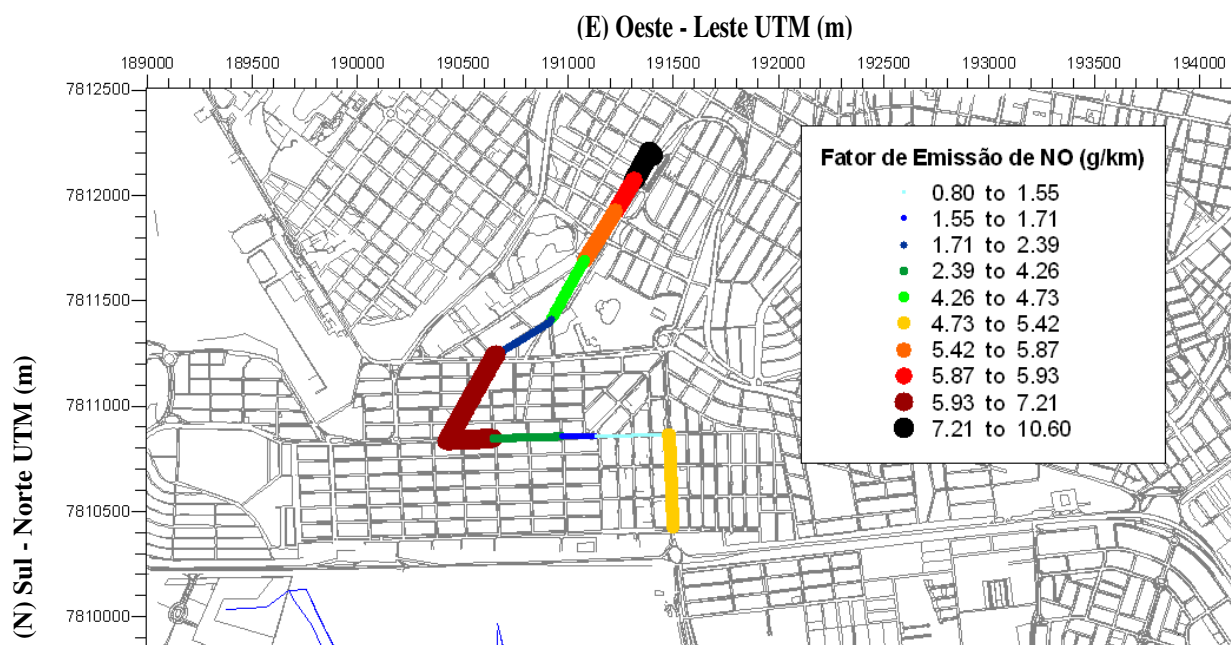
Fonte: o autor

Figura 26 - Representação em planta dos fatores de emissão de monóxido de carbono (CO) simulados para a rota 2.



Fonte: o autor

Figura 27 - Representação em planta dos fatores de emissão de óxido de nitrogênio (NO) simulados para a rota 2.

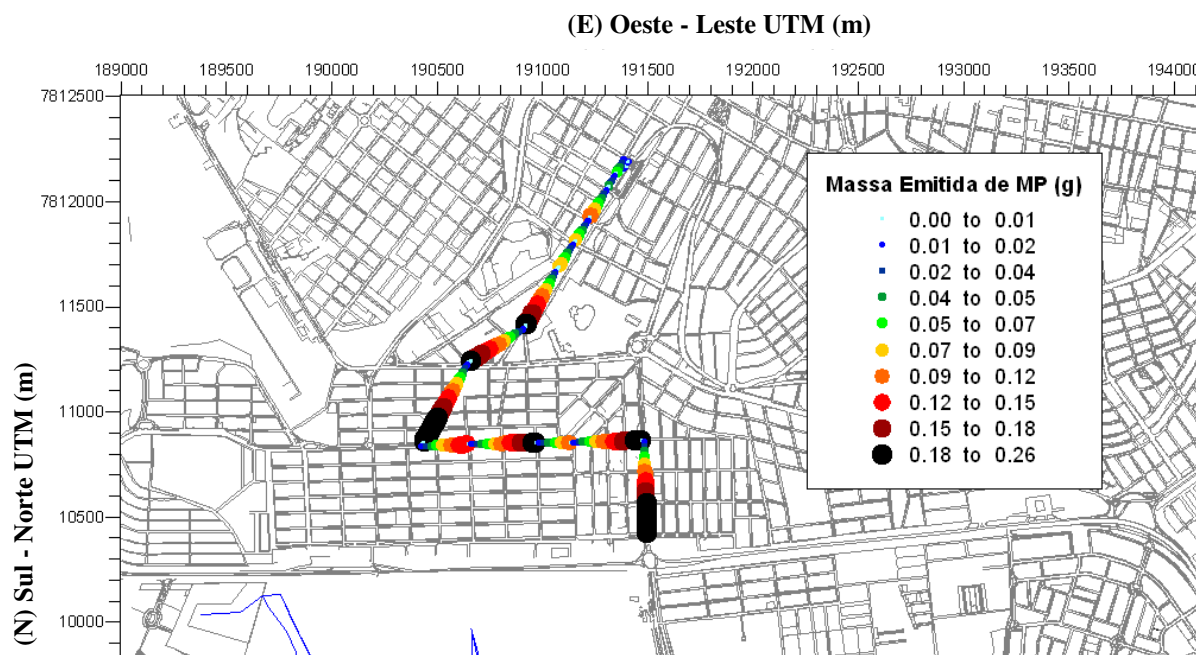


Fonte: o autor

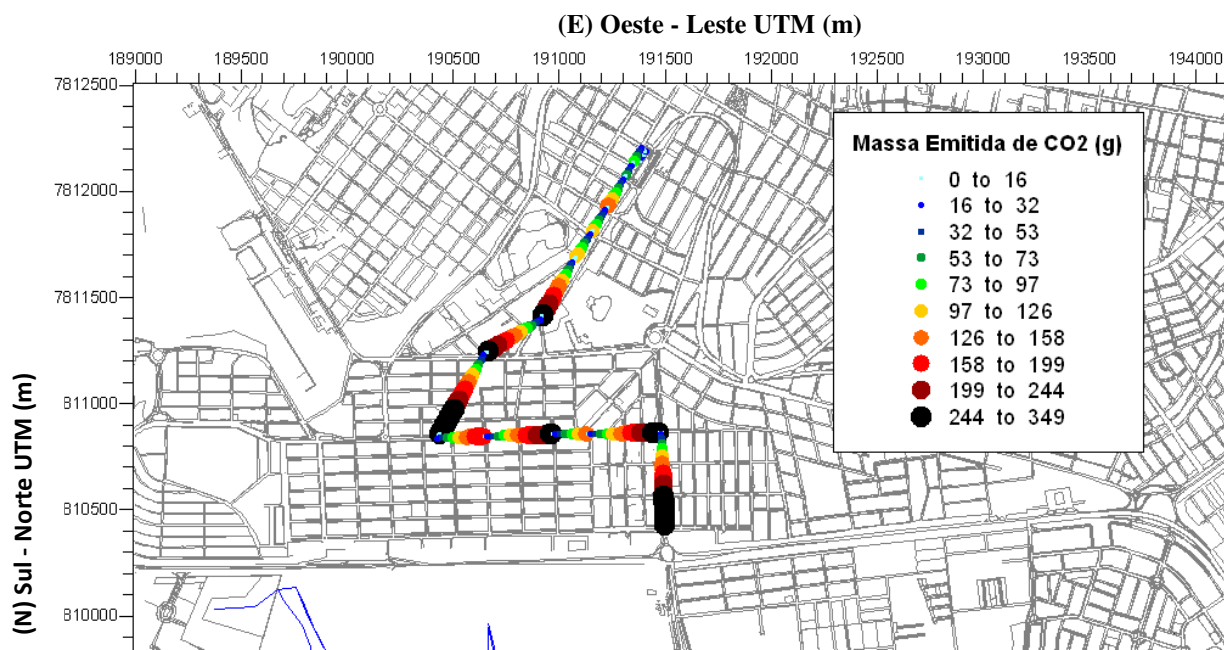
Nota-se que as maiores emissões ocorreram em trechos relativamente curtos, bem como em trechos intermediários de extensões relativamente longas. Os *links* (3, 4) e (4, 5) consistem em trechos de baixa velocidade, nos quais há mudança brusca de direção para os ônibus saírem da área restrita ao terminal todoviário e entrarem na via pública da rota e para os *links* intermediários (10, 11) e (11, 12) devido à baixa velocidade por mudança de direção e tempo de parada. Ao longo de toda a rota 2, os 3 poluentes analisados tiveram seus fatores de emissão máximos no *link* (3, 4) na saída da área do terminal.

Nas Figuras 28 a 32 é mostrada a distribuição, em planta, das massas emitidas para os cinco poluentes considerados neste estudo. Note-se que os trechos com elevados fatores de emissão não mais coincidem com aqueles nos quais há maior liberação de massa.

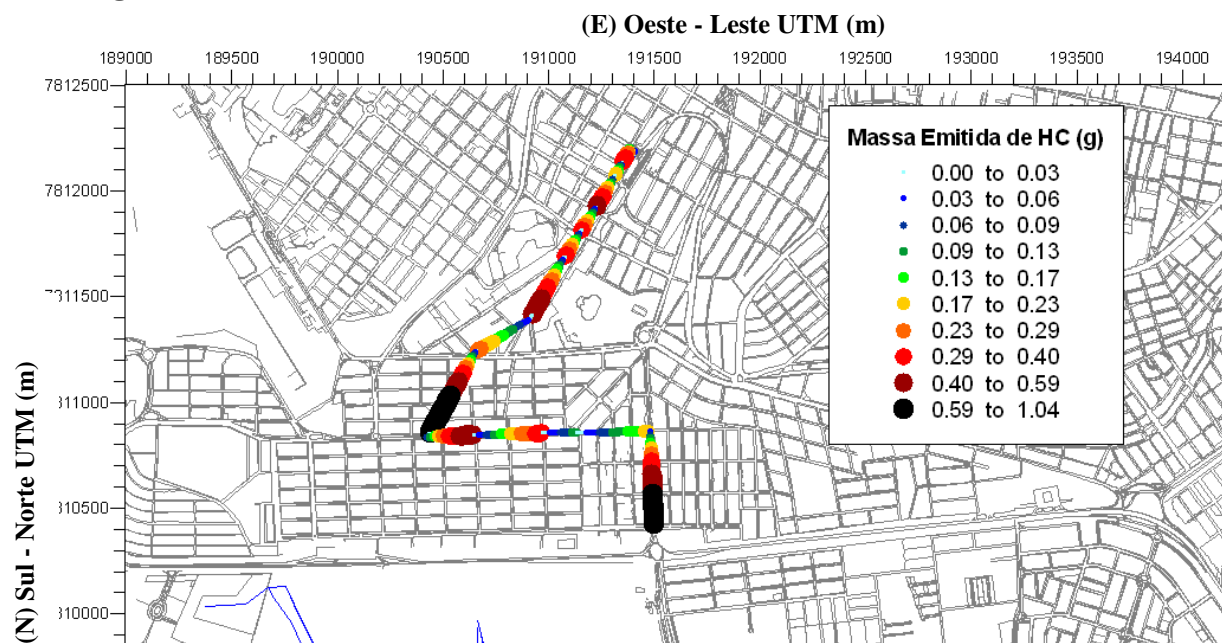
Figura 28 - Emissão de massa de material particulado (MP) ao longo da rota 2.



Fonte: o autor

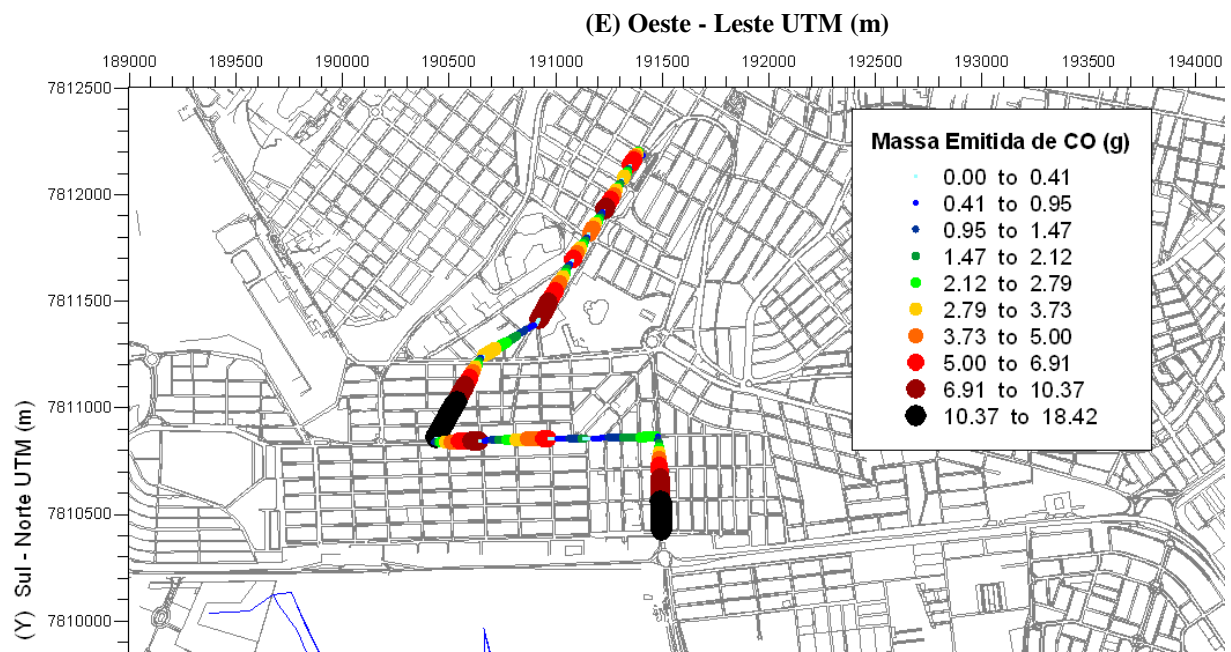
Figura 29 - Emissão de massa de gás carbônico (CO₂) ao longo da rota 2.

Fonte: o autor

Figura 30 - Emissão de massa de hidrocarbonetos (HC) ao longo da rota 2.

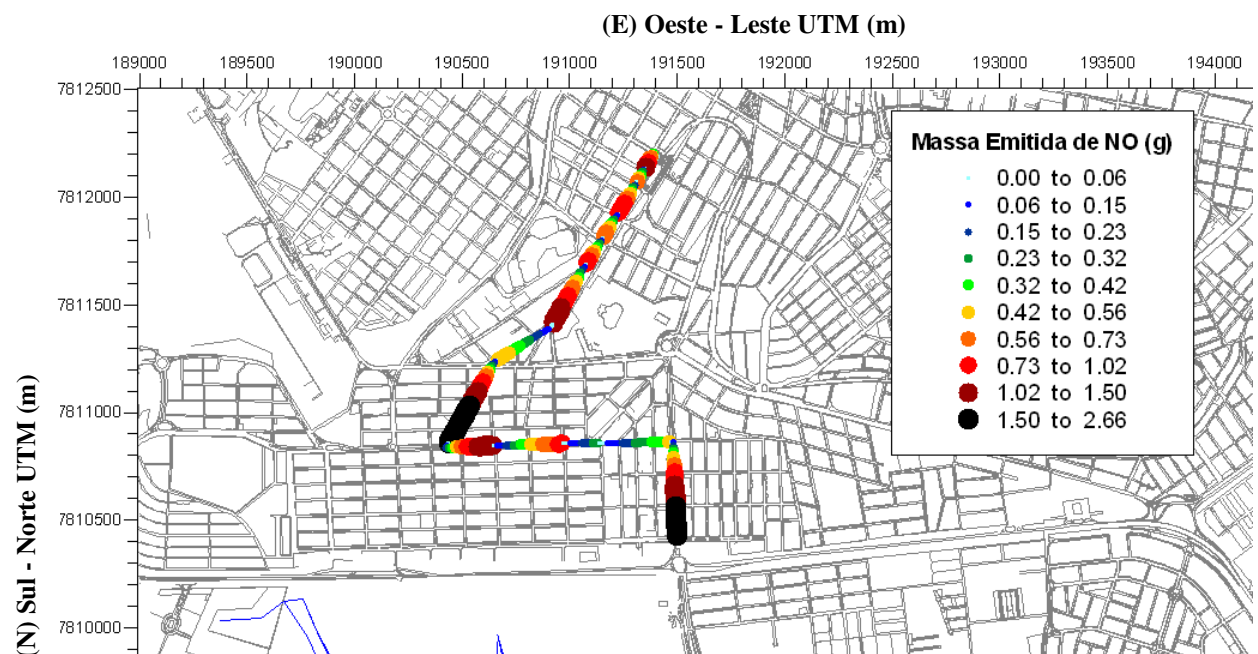
Fonte: o autor

Figura 31 - Emissão de massa de monóxido de carbono (CO) ao longo da rota 2.



Fonte: o autor

Figura 32 - Emissão de massa de óxido de nitrogênio (NO) ao longo da rota 2.

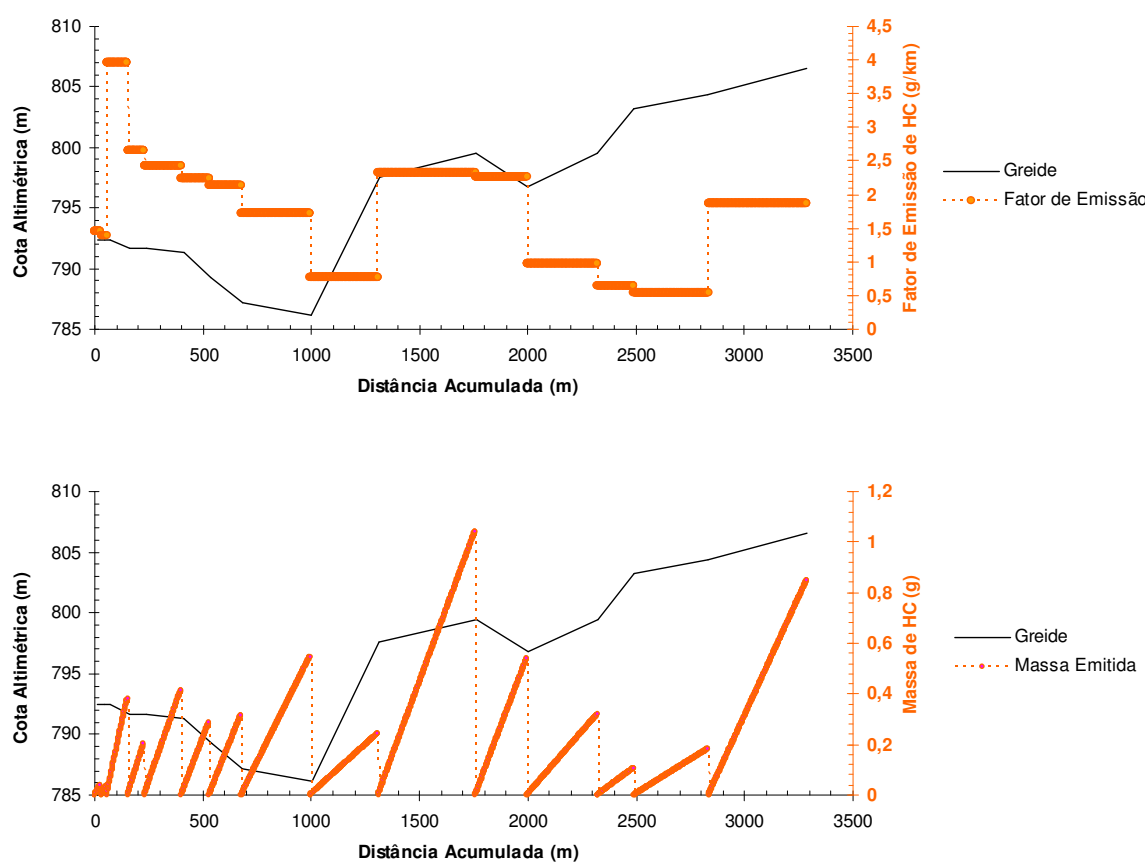


Fonte: o autor

Levando em conta a emissão total de massa no final de cada subtrecho, verifica-se que os *links* (10, 11) e (15, 16) foram os que induziram às maiores emissões, para os cinco poluentes analisados. Trata-se de um trecho em aclive suave, com fatores de emissão moderados, mas com grande comprimento em relação aos demais *links*.

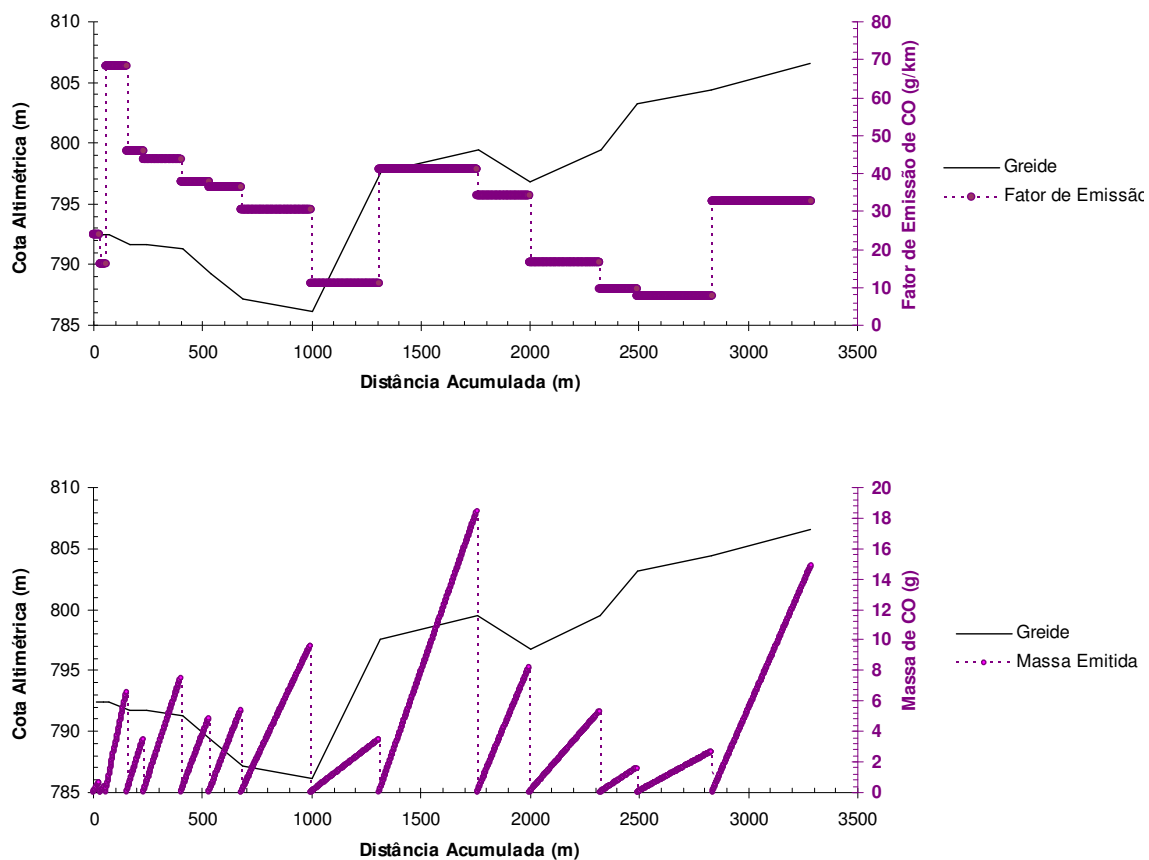
Nas Figuras 33 a 35 são mostrados os perfis da rota, com as distribuições espaciais dos fatores de emissão, confrontando-os com as massas de poluentes emitidas.

Figura 33 - Perfil da rota 2: fatores de emissão e massas liberadas para hidrocarbonetos



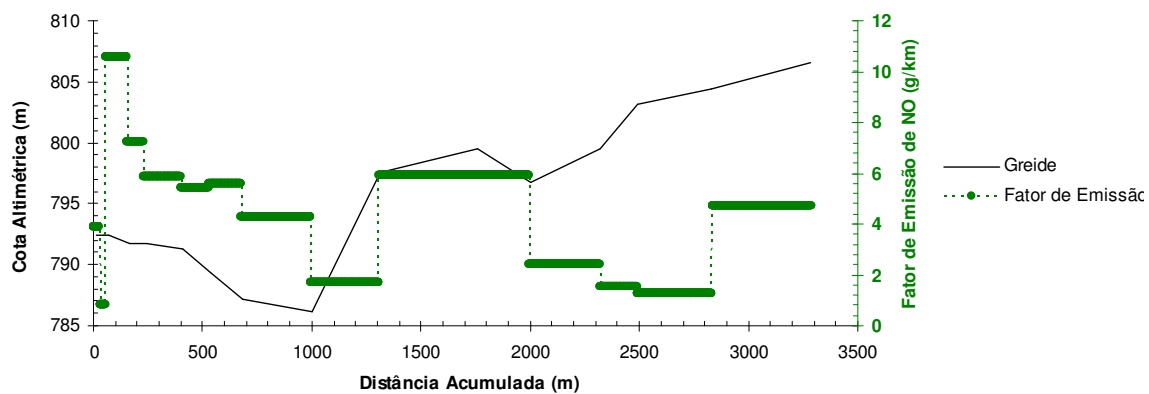
Fonte: o autor

Figura 34 - Perfil da rota 2: fatores de emissão e massas liberadas para monóxido de carbono.

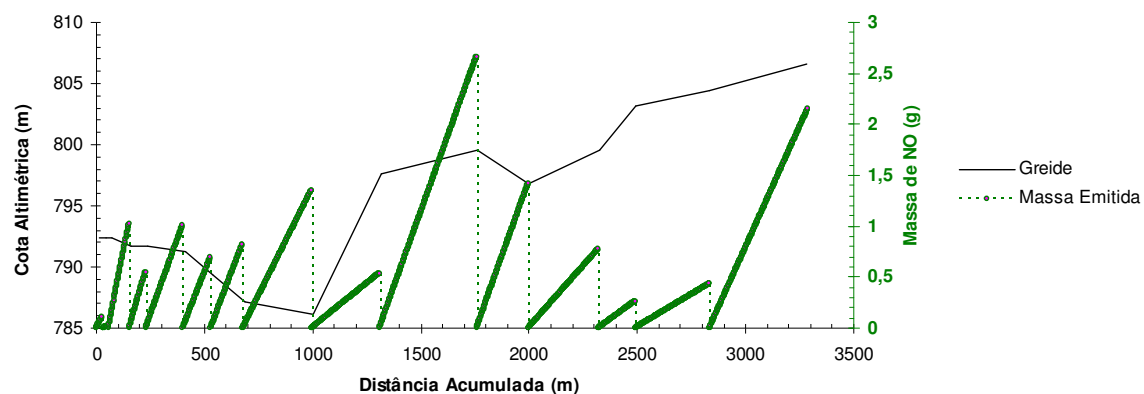


Fonte: o autor

Figura 35 - Perfil da rota 2: fatores de emissão e massas liberadas para óxido de nitrogênio

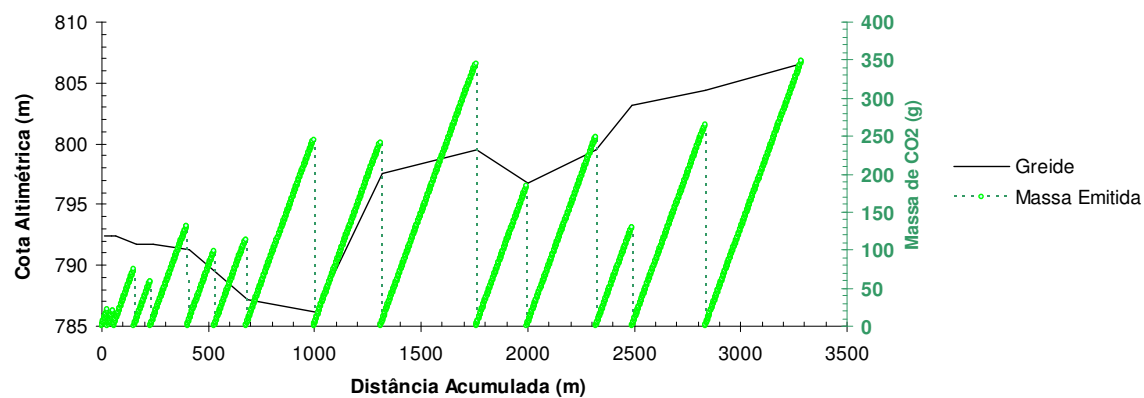


Continuação da Figura 35



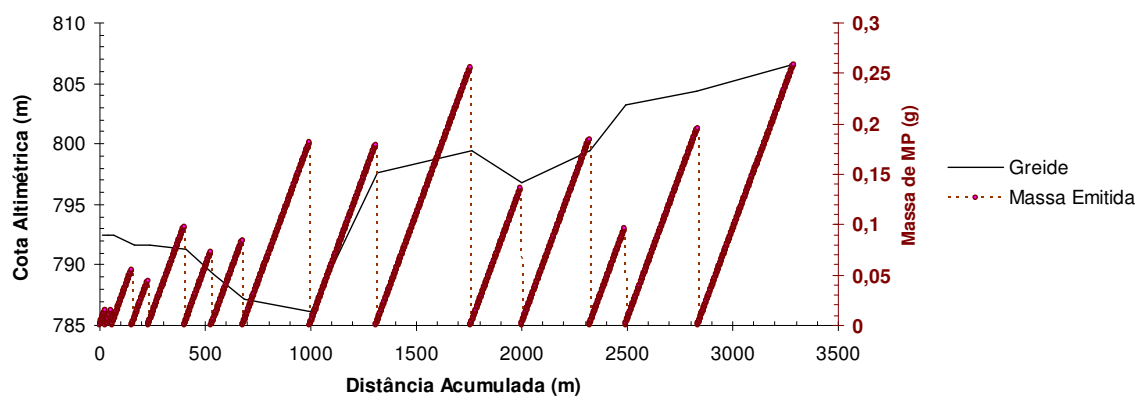
Fonte: o autor

Figura 36 - Perfil da rota 2: massas liberadas para gás carbônico.



Fonte: o autor

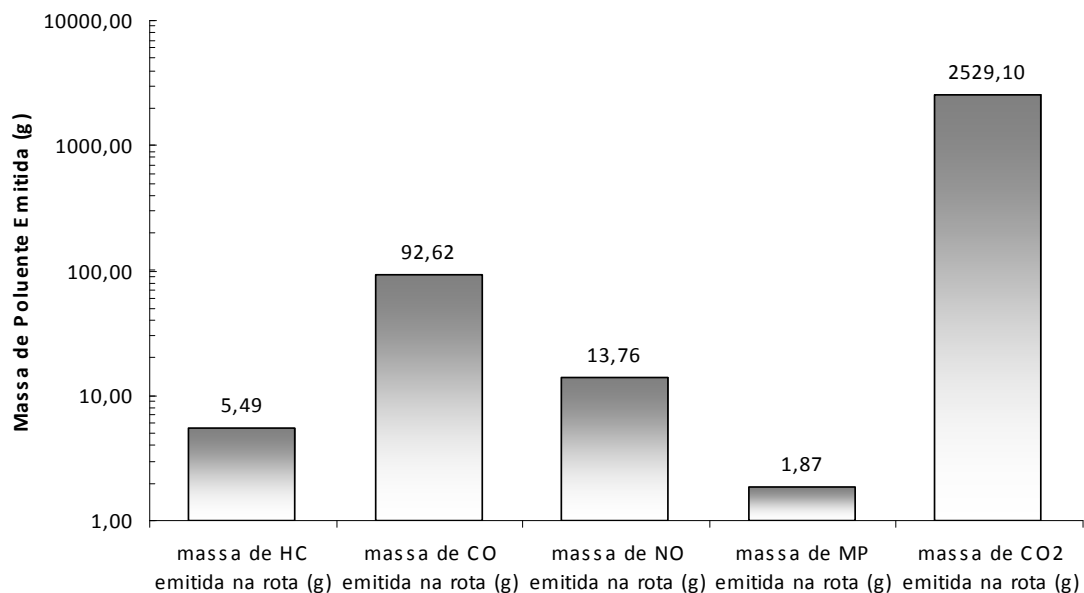
Figura 37 - Perfil da rota 2: massas liberadas para material particulado.



Fonte: o autor

Na Figura 38 é mostrada a quantidade total de massa emitida (HC, CO, NO, MP e CO₂), na rota 2 pelos ônibus convencionais que saem do Terminal Rodoviário.

Figura 38 - Emissão total de massa de poluentes na rota 2.



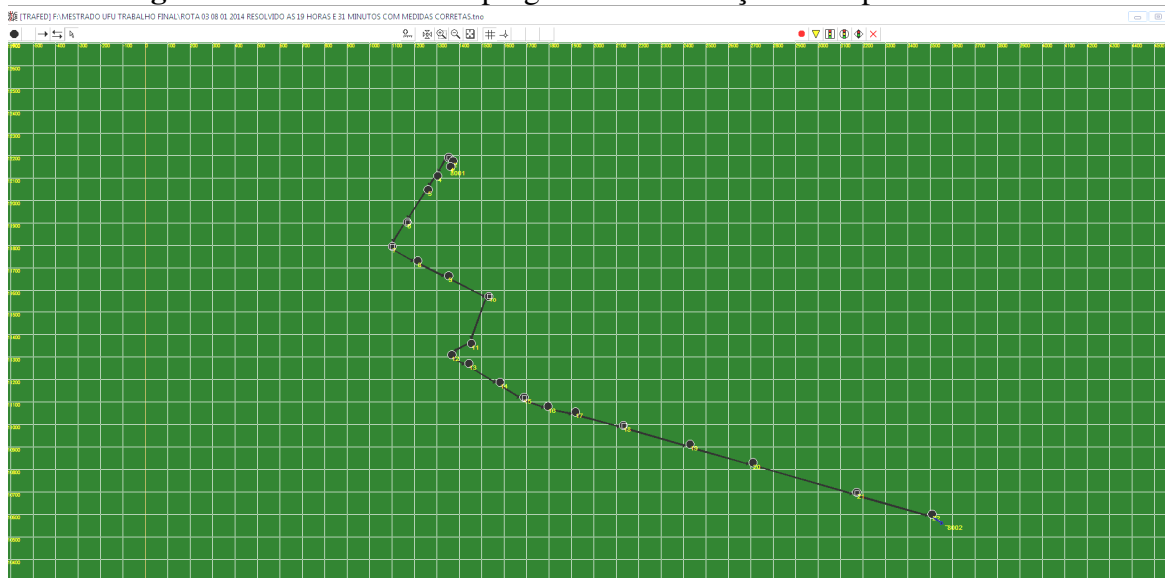
Fonte: o autor

Os resultados globais para a rota 2, ilustrados na Figura 38, foram confrontados e, portanto, determinantes para a seleção da rota ambiental.

4.1.3 Rota 03

Na Figura 39 é ilustrada a rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 3, de 3.621 m de extensão, formatada em 23 *links*.

Figura 39 - Rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 3.



Fonte: TSIS

Na Tabela 14 são mostrados os resultados simulados pelo TSIS para a rota 3: os poluentes: HC, CO e NO medidos em g/km e o consumo de óleo diesel consumido, em litros, por *link* da rota em estudo.

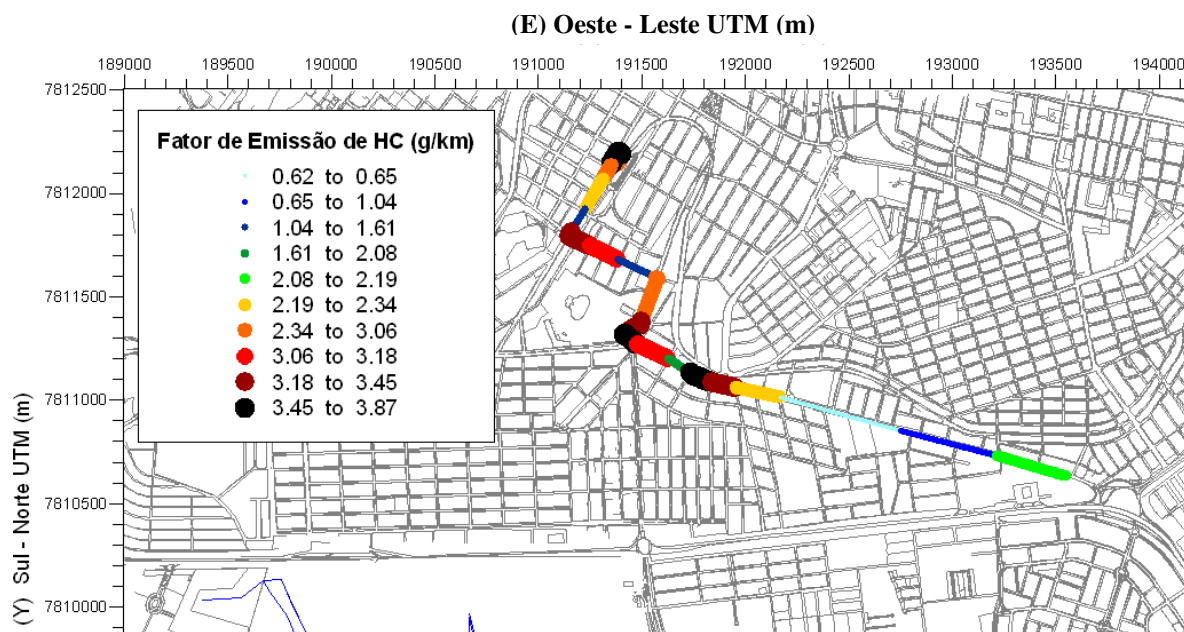
Consumo de combustível, emissões de poluentes e tempo de parada simulados pelo TSIS, nos *links* da rota 3.

Tabela 14 - Consumo de combustível, emissões de poluentes e tempo de parada simulados pelo TSIS, nos links da rota 3.

| <i>Links</i> | Consumo de combustível por veículo (L) | Emissão de HC (g/km) (TSIS) | Emissão de CO (g/km) (TSIS) | Emissão de NO (g/km) (TSIS) | Tempo parada (s) |
|--------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| (8001; 01) | 0,00 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0 |
| (01; 02) | 0,01 | 2,51655333 | 42,38372902 | 7,02770818 | 0 |
| (02; 03) | 0,01 | 1,60935139 | 18,64734948 | 0,91962936 | 9,7 |
| (03; 04) | 0,11 | 3,45482383 | 59,85668695 | 9,22736220 | 0 |
| (04; 05) | 0,07 | 2,80859779 | 49,49221546 | 7,47509544 | 0 |
| (05; 06) | 0,13 | 2,29285970 | 41,10370437 | 5,40592937 | 9,7 |
| (06; 07) | 0,06 | 1,23652867 | 20,80972123 | 3,00122286 | 0 |
| (07; 08) | 0,13 | 3,17520679 | 54,72416090 | 8,58734988 | 0 |
| (08; 09) | 0,11 | 3,15035194 | 58,99298099 | 7,82306331 | 0 |
| (09; 10) | 0,05 | 1,03768989 | 16,23642925 | 1,70255707 | 30 |
| (10; 11) | 0,12 | 2,34256939 | 39,71183290 | 6,11429253 | 0 |
| (11; 12) | 0,05 | 3,24355762 | 54,94785453 | 8,51278533 | 0 |
| (12; 13) | 0,03 | 3,50453352 | 59,91882407 | 9,41998727 | 0 |
| (13; 14) | 0,06 | 3,06335998 | 55,47602004 | 7,88520043 | 0 |
| (14; 15) | 0,03 | 1,87032729 | 33,26821363 | 4,01405790 | 15 |
| (15; 16) | 0,57 | 3,86492882 | 66,35622962 | 10,35204406 | 0 |
| (16; 17) | 0,04 | 3,26219876 | 60,17979997 | 8,19588603 | 0 |
| (17; 18) | 0,04 | 2,19344031 | 39,97280880 | 5,46806649 | 0 |
| (18; 19) | 0,08 | 0,62137119 | 9,15901137 | 1,50993200 | 0 |
| (19; 20) | 0,08 | 0,62137119 | 9,15901137 | 1,50993200 | 0 |
| (20; 21) | 0,08 | 0,65243975 | 9,86116082 | 1,64663366 | 0 |
| (21; 22) | 0,16 | 2,07537978 | 37,72344508 | 5,25058657 | 0 |
| (22;8002) | 0,00 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0 |
| Total | 2,02 | 48,59744000 | 837,98119000 | 121,04932000 | 64,4 |

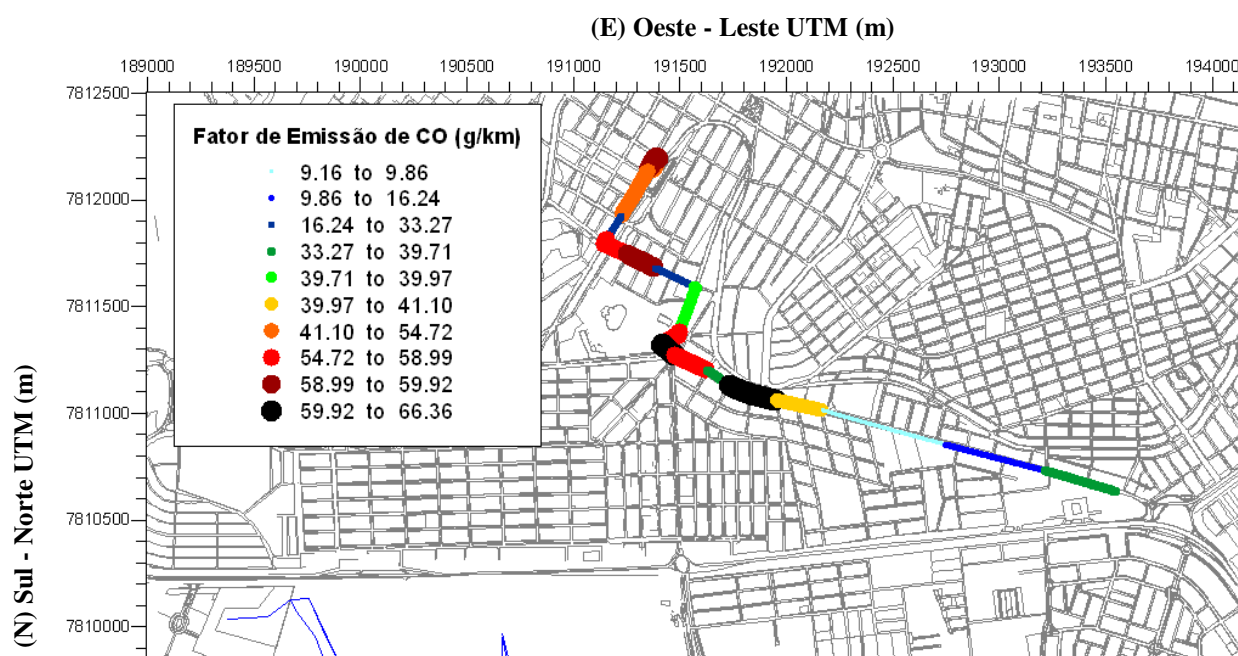
Assim, como na seção 4.1.2, os fatores de emissão foram dispostos em planta, permitindo melhor visualização da sua distribuição ao longo da rota 3. Os resultados são ilustrados nas Figuras 40 a 42. Vale lembrar que, para MP e CO₂ foram adotados os mesmos valores da rota 1, os quais permanecem constantes nos trechos. Como apenas HC, CO e NO são simulados no TSIS, seus gradientes de emissão sofreram alterações em cada "link".

Figura 40 - Representação em planta dos fatores de emissão de hidrocarbonetos (HC) simulados para a rota 3.



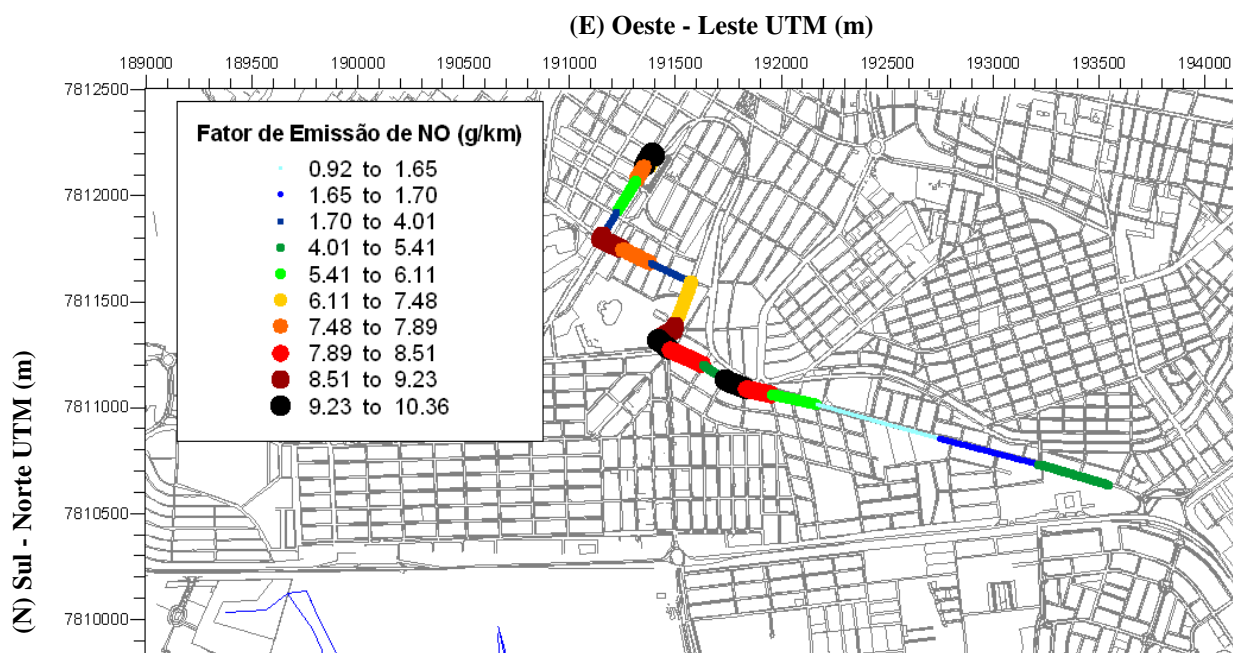
Fonte: o autor

Figura 41 - Representação em planta dos fatores de emissão de monóxido de carbono (CO) simulados para a rota 3.



Fonte: o autor

Figura 42 - Representação em planta dos fatores de emissão de óxido de nitrogênio (NO) simulados para a rota 3.

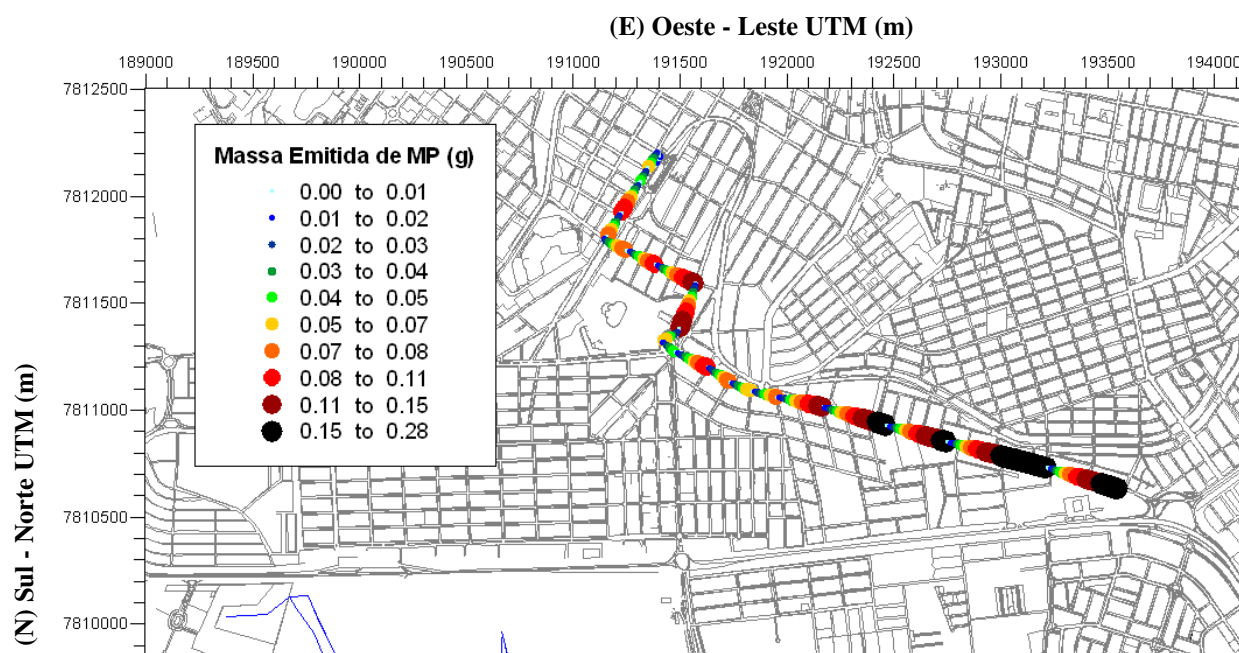


Fonte: o autor

Nota-se que as maiores emissões ocorreram em trechos relativamente curtos, bem como em trechos intermediários. Os *links* (3, 4) e (4, 5) consistem em trechos de baixa velocidade, nos quais há mudança brusca de direção para os ônibus saírem da área restrita ao terminal rodoviário e entrarem na primeira via pública da rota e para os *links* intermediários (12, 13) e (15, 16) devido à baixa velocidade por mudança de direção e tempo de parada. Ao longo de toda a rota 3, os 3 poluentes analisados tiveram seus fatores de emissão máximos no *link* (15, 16).

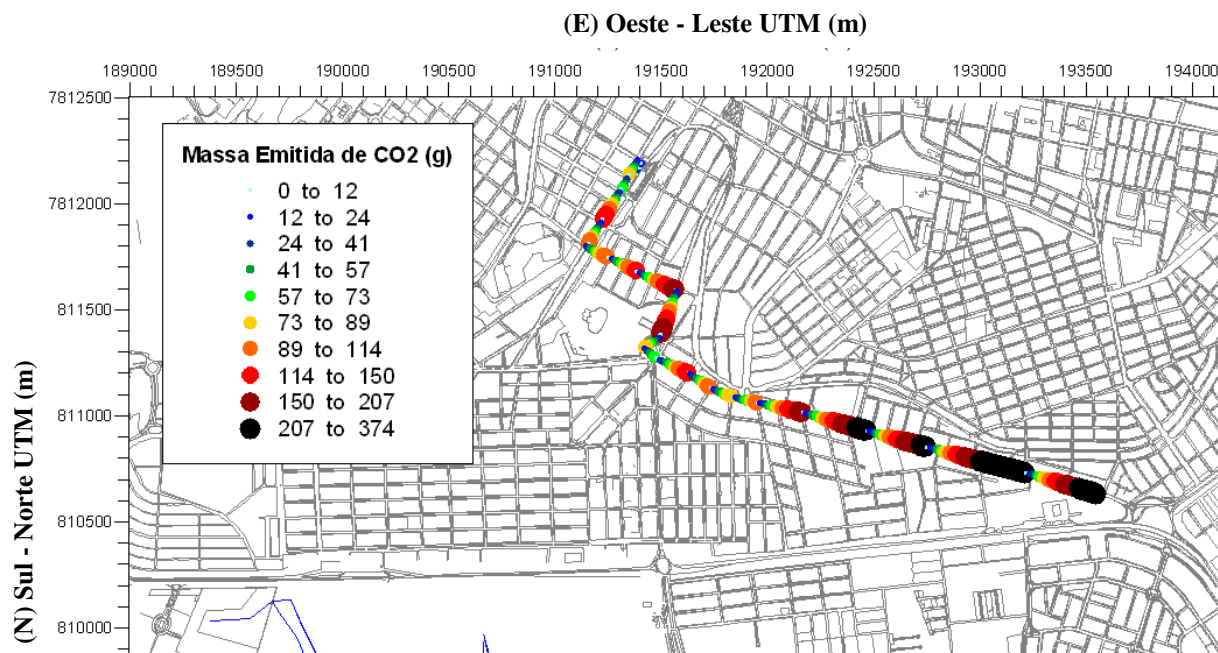
Nas Figuras 43 a 47 é mostrada a distribuição, em planta, das massas emitidas para os cinco poluentes considerados neste estudo. Note-se que os trechos com elevados fatores de emissão não mais coincidem com aqueles nos quais há maior liberação de massa.

Figura 43 - Emissão de massa de material particulado (MP) ao longo da rota 3.



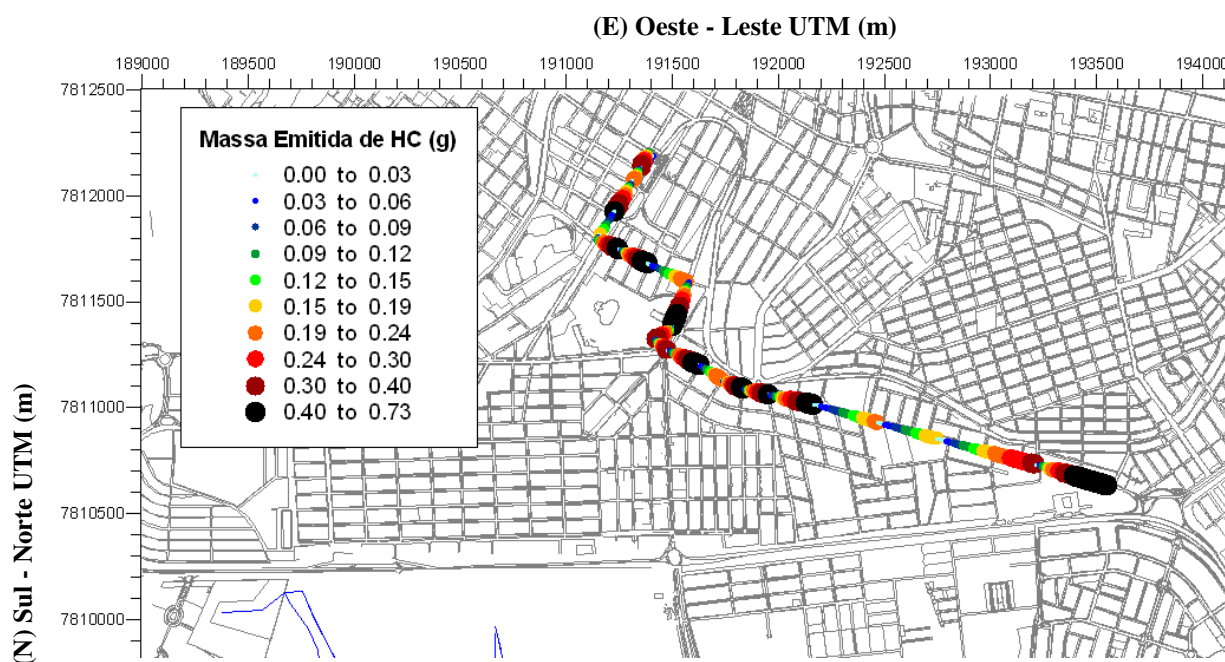
Fonte: o autor

Figura 44 - Emissão de massa de gás carbônico (CO₂) ao longo da rota 3.



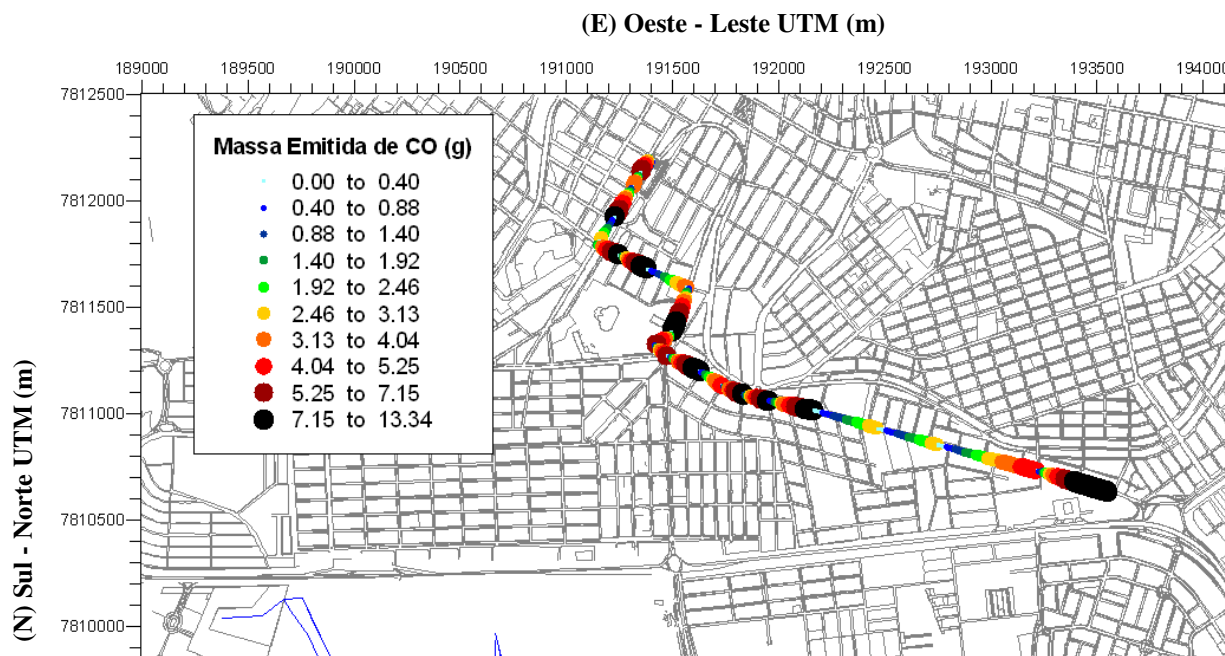
Fonte: o autor

Figura 45 - Emissão de massa de hidrocarbonetos (HC) ao longo da rota 3.



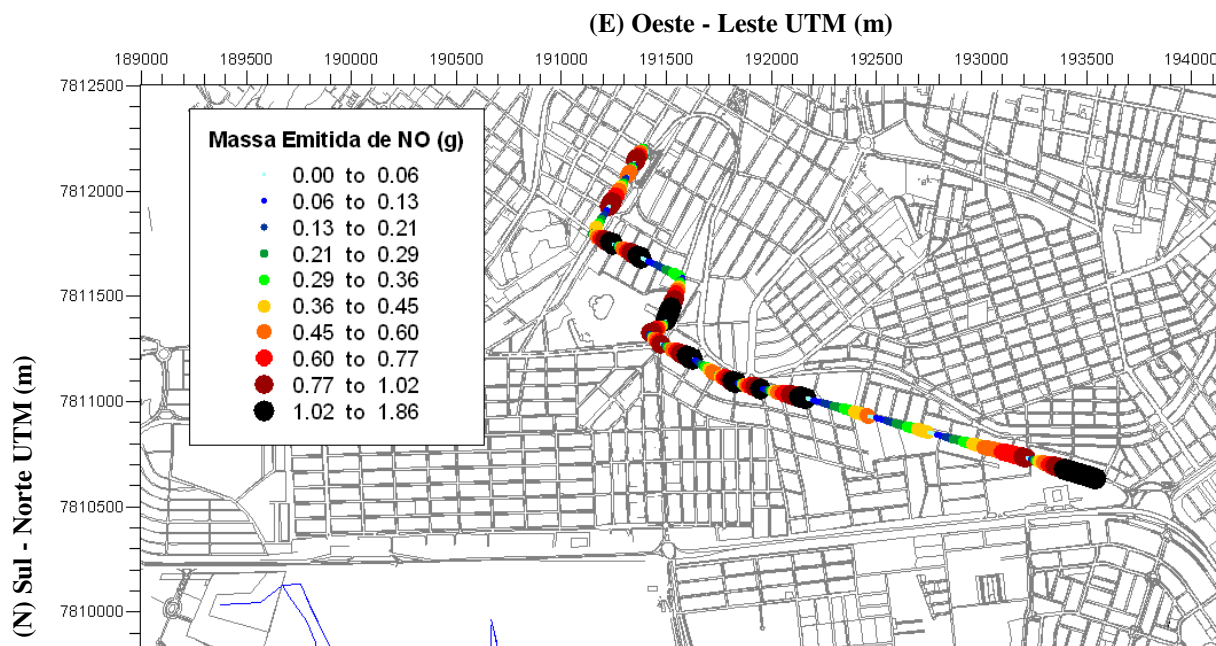
Fonte: o autor

Figura 46 - Emissão de massa de monóxido de carbono (CO) ao longo da rota 3.



Fonte: o autor

Figura 47 - Emissão de massa de óxido de nitrogênio (NO) ao longo da rota 3.

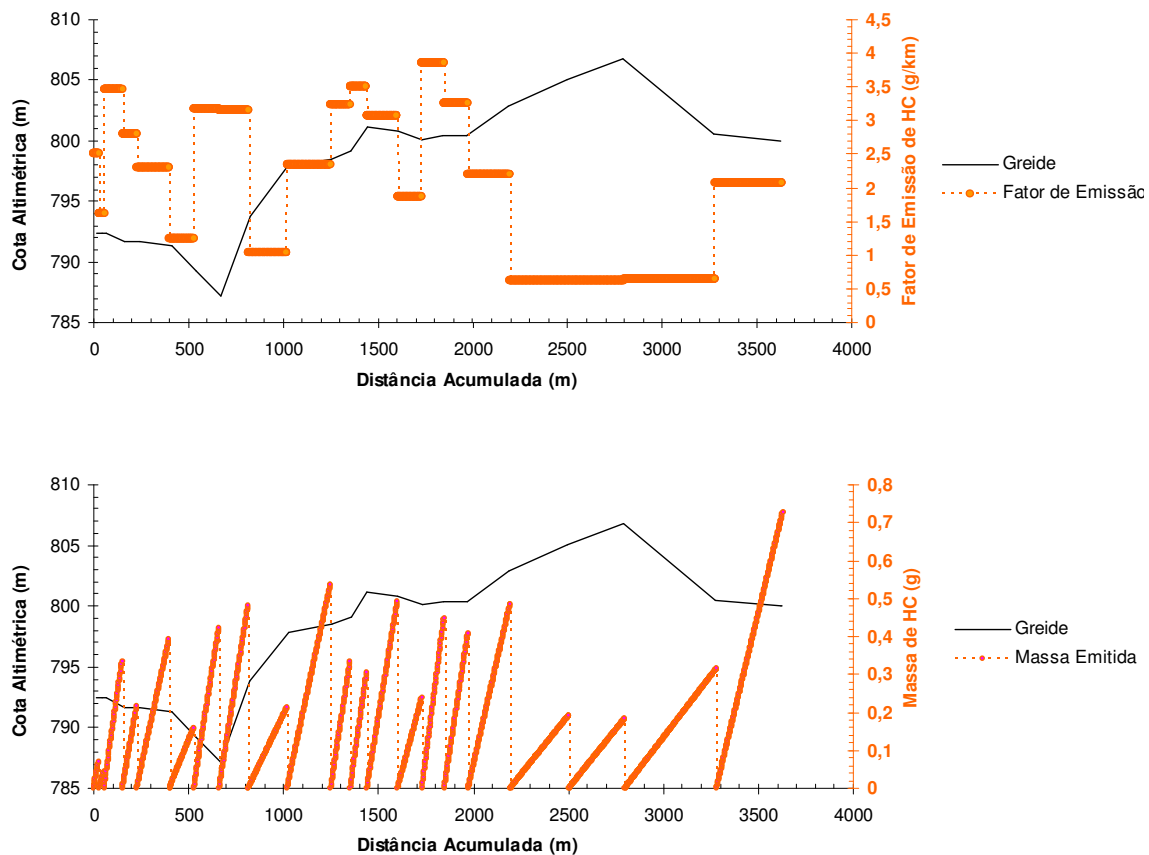


Fonte: o autor

Levando em conta a emissão total de massa no final de cada subtrecho, verifica-se que o "link" (21, 22) foi o que induziu a maior emissão, para os três principais poluentes analisados (HC, CO e NO). Trata-se de um trecho em declive suave, com fatores de emissão moderados, mas com grande comprimento em relação aos demais "links".

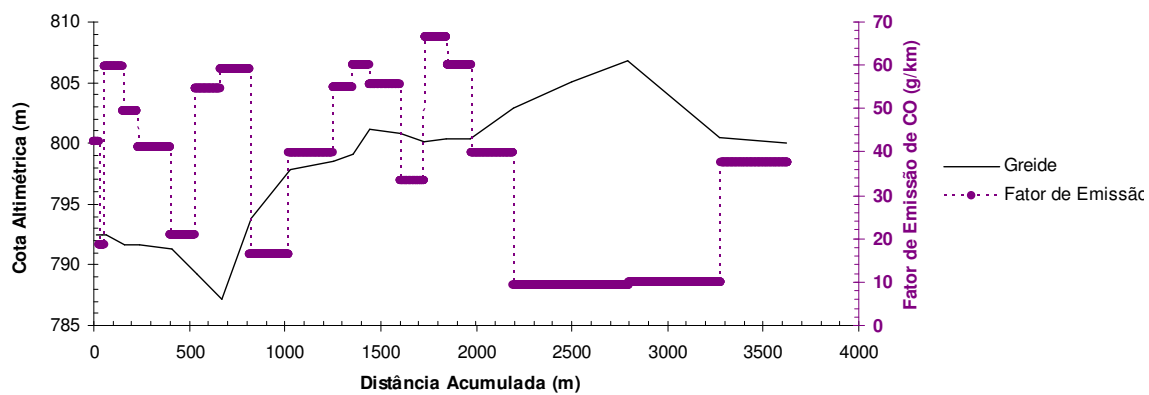
Nas Figuras 48 a 50 são ilustrados os perfis da rota, com as distribuições espaciais dos fatores de emissão, confrontando-os com as massas de poluentes emitidas.

Figura 48 - Perfil da rota 3: fatores de emissão e massas liberadas para hidrocarbonetos.

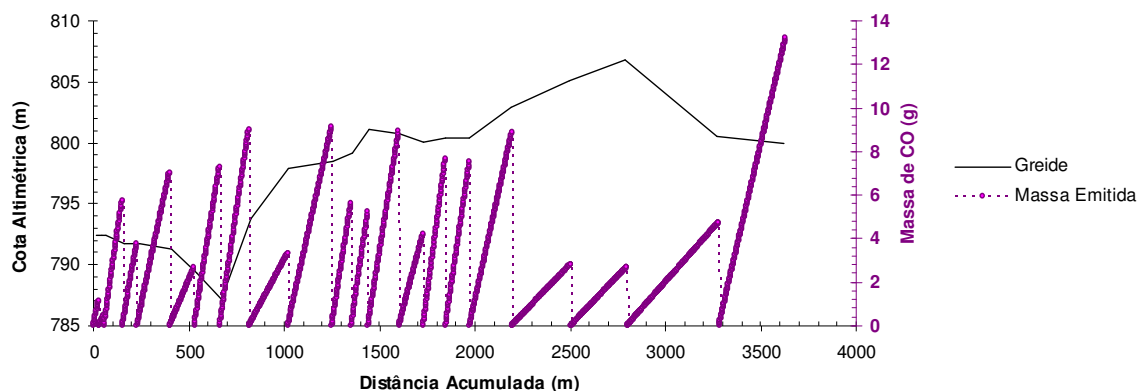


Fonte: o autor

Figura 49 - Perfil da rota 3: fatores de emissão e massas liberadas para monóxido de carbono.

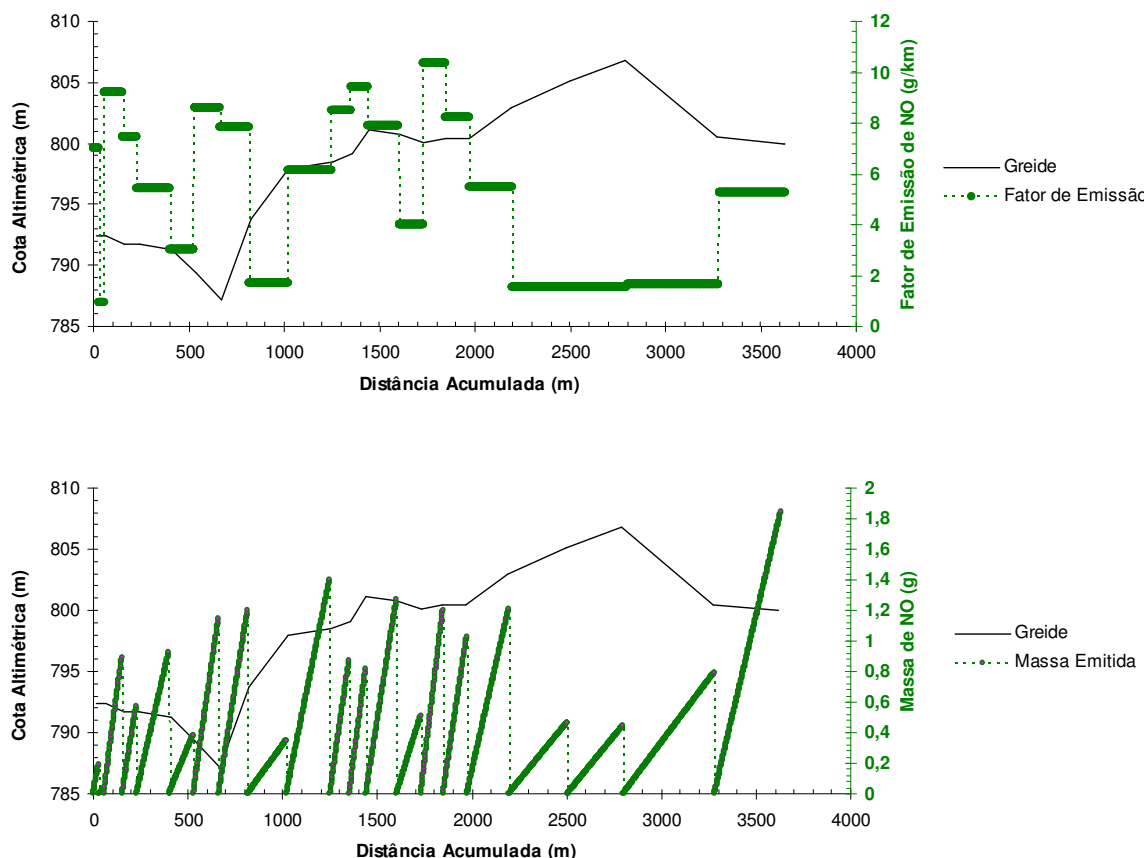


Continuação da Figura 49



Fonte: o autor

Figura 50 - Perfil da rota 3: fatores de emissão e massas liberadas para óxido de nitrogênio.



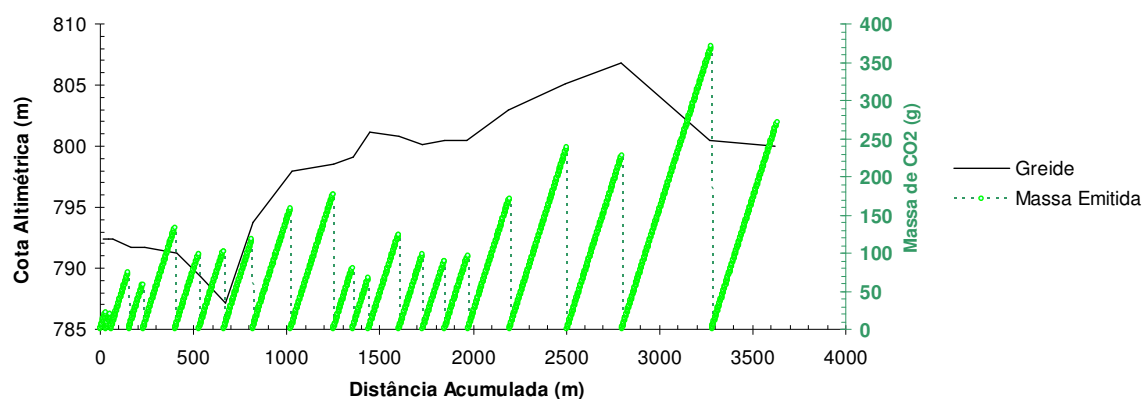
Fonte: o autor

Houve, na rota 3, menor emissão de massa HC no *link* (2, 3), de 25,53 m de extensão, de 0,04108 g e a maior emissão de massa de 0,72621g no *link* (21, 22), de

349,92 m de extensão. A menor emissão de massa de NO foi verificada no *link* (2, 3) de 25,53 m de extensão, de 0,02347 g e a maior emissão de massa de 1,83728 g no *link* (21, 22) de 349,92 m de extensão. Houve, na rota, menor emissão de massa CO no *link* (2, 3) de 25,53 m de extensão, de 0,47603 g e a maior emissão de massa de 13,20020 g no *link* (21, 22) de 349,92 m de extensão. Os *links* (8001, 01) e (22, 8002) são fictícios, ou seja, não carregados com veículos.

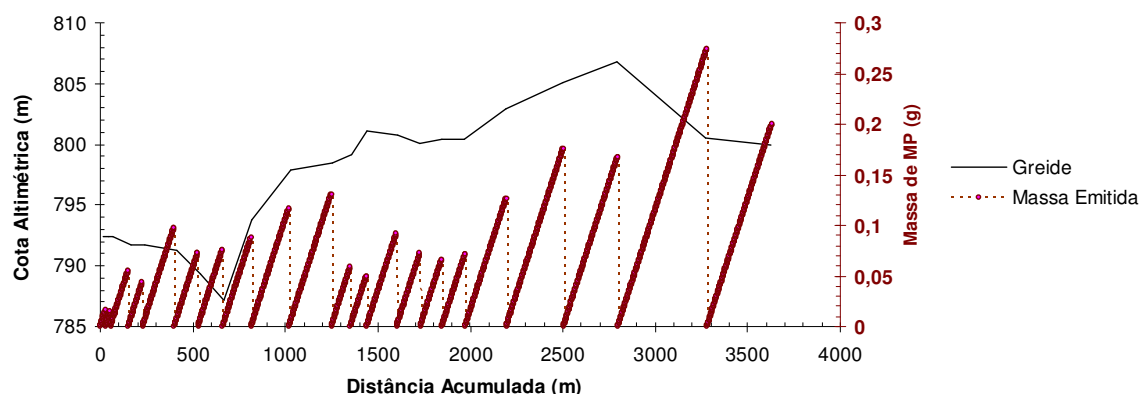
As massas liberadas em cada subtrecho estão representadas nas Figuras 51 e 52, com base no gradiente constante 770 g/km para CO₂ (ÁLVARES JR. e LINKE, 2001) e 0,57 g/km para MP (CETESB, 2005).

Figura 51 - Perfil da rota 3: massas liberadas para gás carbônico.



Fonte: o autor

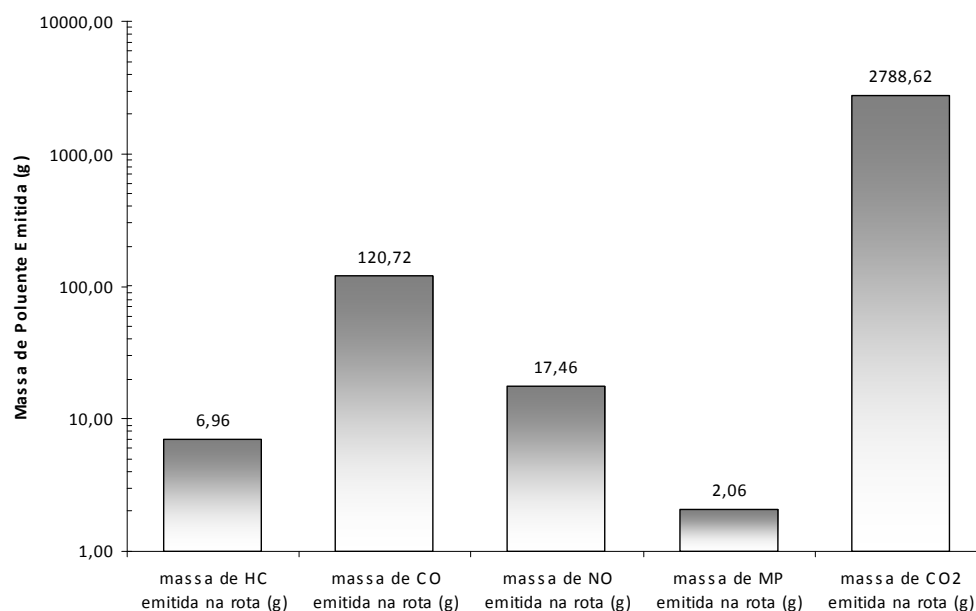
Figura 52 - Perfil da rota 3: massas liberadas para material particulado.



Fonte: o autor

Na Figura 53 é ilustrada a quantidade total de massa emitida (HC, CO, NO, MP e CO₂), na rota 3 pelos ônibus convencionais que saem do Terminal Rodoviário.

Figura 53 - Emissão total de massa de poluentes na rota 3.



Fonte: o autor

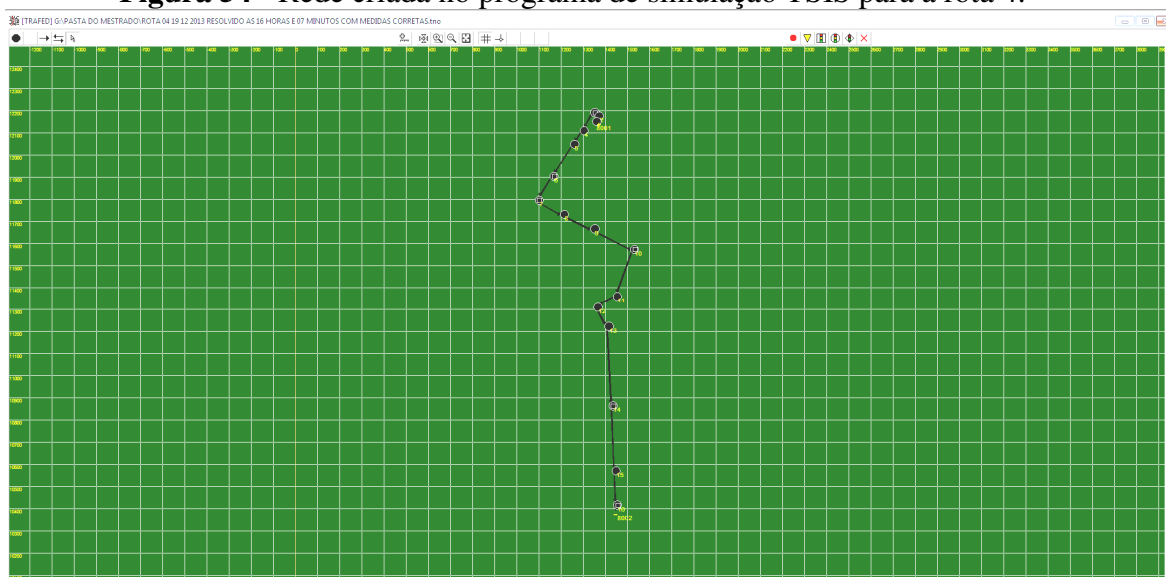
Os resultados globais para a rota 3, ilustrados na Figura 53, são valores importantes nesta análise, haja vista que os mesmos serão confrontados com as massas

totais emitidas nas outras rotas. Tratam-se, portanto, de resultados determinantes para a seleção da rota ambiental.

4.1.4 Rota 04

Na Figura 54 é ilustrada a rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 4, de 2.261 m de extensão, formatada em 17 *links*.

Figura 54 - Rede criada no programa de simulação TSIS para a rota 4.



Fonte: TSIS

Na Tabela 15 são mostrados os resultados simulados pelo TSIS para a rota 4: os poluentes: HC, CO e NO medidos em g/km e o consumo de óleo diesel consumido, em litros, por *link* da rota em estudo.

Tabela 15 - Consumo de combustível, emissões de poluentes simulados pelo TSIS e tempo de parada, nos links da rota 4.

| Links | Consumo de combustível por veículo (L) | Emissão de HC (g/km) (TSIS) | Emissão de CO (g/km) (TSIS) | Emissão de NO (g/km) (TSIS) | Tempo parada (s) |
|-------------------|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| (8001; 01) | 0,00 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0 |
| (01; 02) | 0,01 | 1,44779488 | 24,00356916 | 3,88978366 | 0,3 |
| (02; 03) | 0,02 | 1,39808518 | 16,19914698 | 0,80156884 | 7,1 |
| (03; 04) | 0,13 | 3,97056192 | 68,11471009 | 10,59437883 | 0 |
| (04; 05) | 0,07 | 2,65325499 | 45,74534717 | 7,20790583 | 0 |
| (05; 06) | 0,13 | 2,42334765 | 43,51462459 | 5,87195777 | 7,3 |
| (06; 07) | 0,08 | 1,68391593 | 28,33452637 | 3,82764654 | 4,4 |
| (07; 08) | 0,14 | 3,41132785 | 58,85006562 | 9,17765251 | 0,6 |
| (08; 09) | 0,11 | 3,11306967 | 57,93043625 | 7,76092619 | 0 |
| (09; 10) | 0,06 | 1,20546011 | 18,61628092 | 2,09402092 | 0 |
| (10; 11) | 0,12 | 2,36742424 | 40,23378470 | 6,19507079 | 0 |
| (11; 12) | 0,03 | 5,38107452 | 92,45381969 | 13,99327925 | 4,7 |
| (12; 13) | 0,18 | 2,23693629 | 37,71723137 | 5,96516345 | 0,1 |
| (13; 14) | 0,14 | 1,49129086 | 24,23347650 | 3,29326732 | 0 |
| (14; 15) | 0,53 | 1,92625070 | 34,17541557 | 5,03310666 | 0 |
| (15; 16) | 0,16 | 0,74564543 | 11,68177841 | 1,49129086 | 0 |
| (16; 8002) | 0,00 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0,00000000 | 0 |
| Total | 1,91 | 35,45544022 | 601,8042134 | 87,19701942 | 24,5 |

Assim, como na seção 4.1.3, os fatores de emissão foram dispostos em planta, permitindo melhor visualização da sua distribuição ao longo da rota 4. Os resultados são ilustrados nas Figuras 55 a 57. Vale lembrar que, para MP e CO₂, foram adotados os mesmos valores da rota 1, os quais permanecem constantes nos trechos. Como apenas HC, CO e NO são simulados no TSIS, seus gradientes de emissão sofreram alterações em cada link.

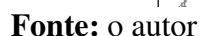


Figura 56 - Representação em planta dos fatores de emissão de monóxido de carbono (CO) simulados para a rota 4.

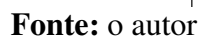
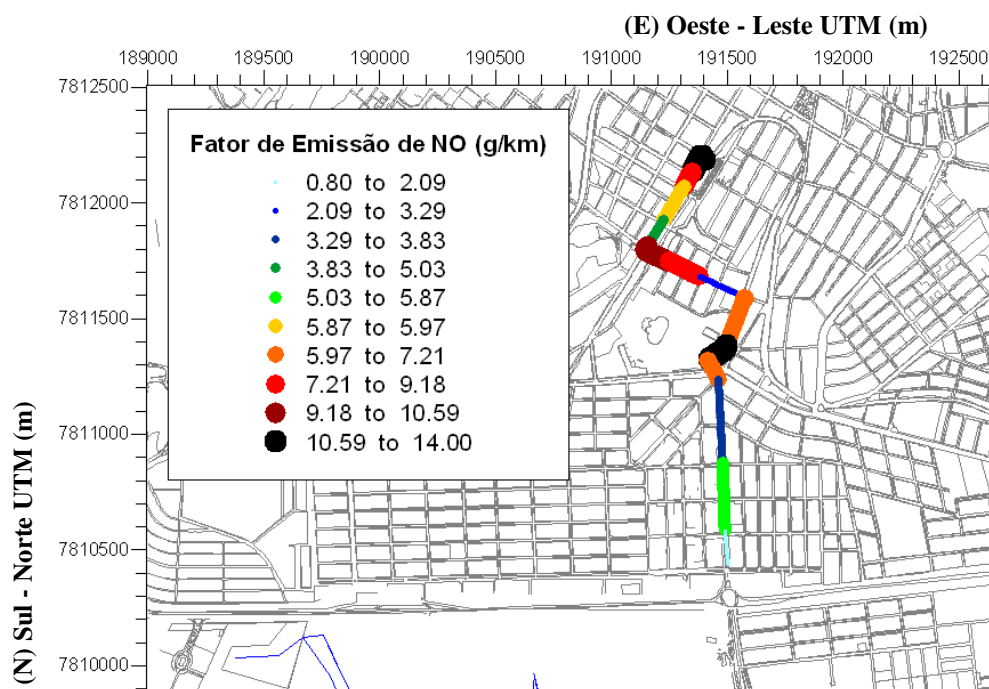


Figura 57 - Representação em planta dos fatores de emissão de óxido de nitrogênio (NO) simulados para a rota 4.

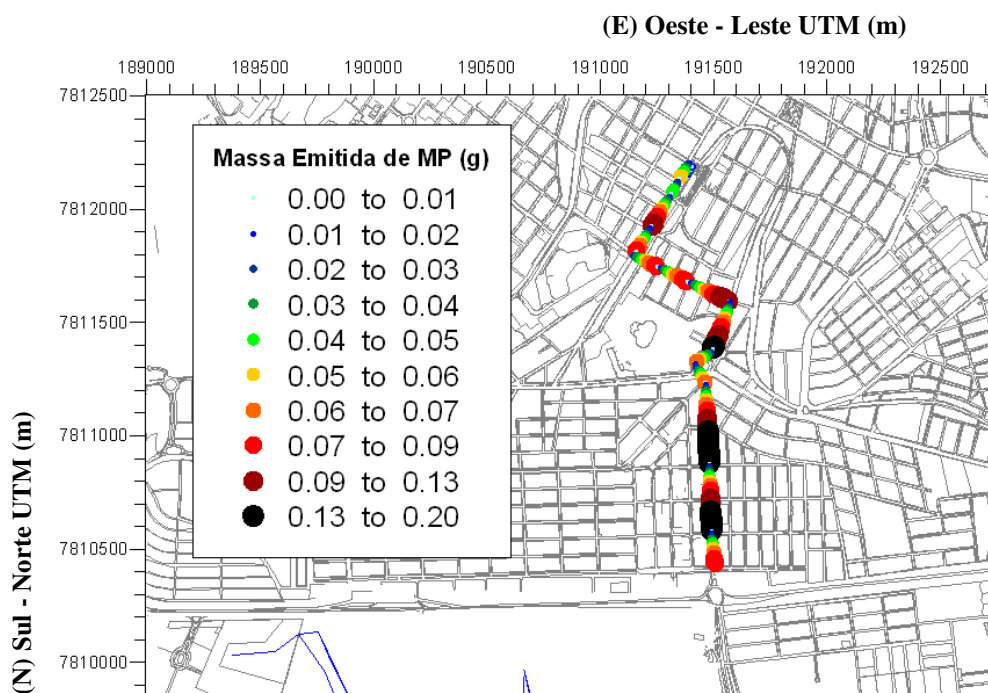


Fonte: o autor

Nota-se que as maiores emissões ocorreram em trechos relativamente curtos, bem como em um trecho intermediário. Os *links* (3, 4) e (4, 5) consistem em trechos de baixa velocidade, nos quais há mudança brusca de direção para saírem da área restrita ao terminal e entrarem na primeira via pública da rota e para o *link* intermediário (11, 12) devido à baixa velocidade por mudança de direção e tempo de parada. Ao longo de toda a rota 4, os 3 poluentes analisados tiveram seus fatores de emissão máximos no *link* (11, 12).

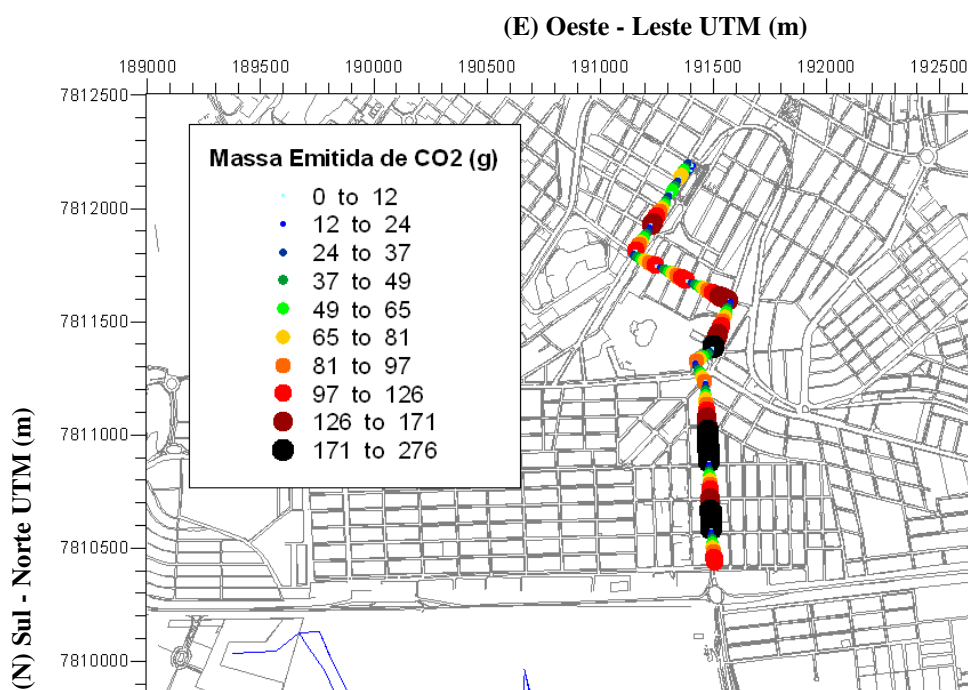
As Figuras 58 a 62 ilustram a distribuição, em planta, das massas emitidas para os cinco poluentes considerados neste estudo. Note-se que os trechos com elevados fatores de emissão não mais coincidiram com aqueles nos quais houve maior liberação de massa.

Figura 58 - Emissão de massa de material particulado (MP) ao longo da rota 4.

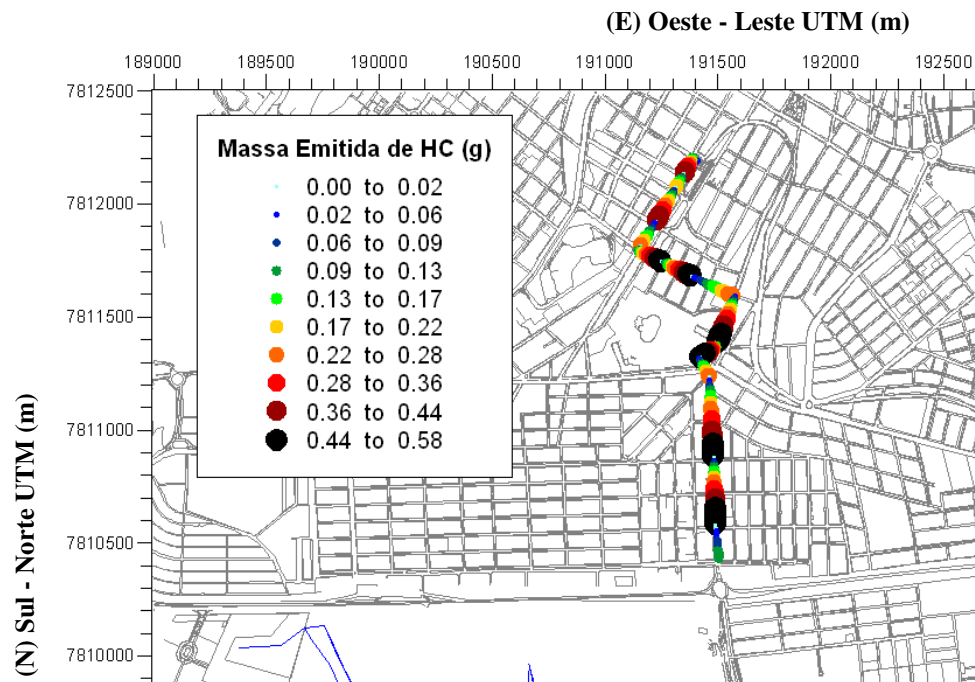


Fonte: o autor

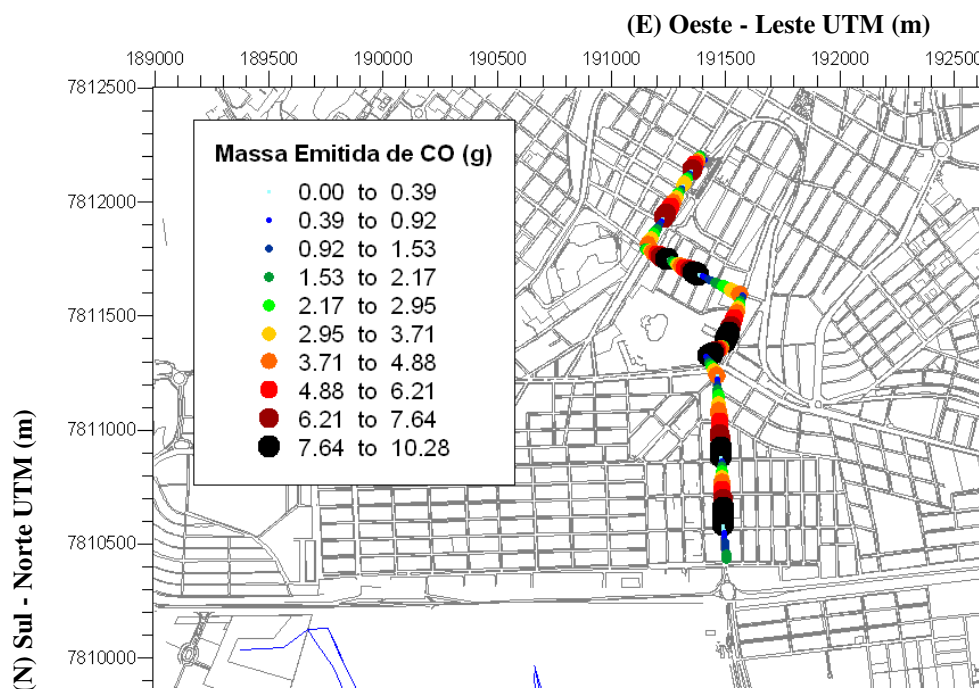
Figura 59 - Emissão de massa de gás carbônico (CO₂) ao longo da rota 4.



Fonte: o autor

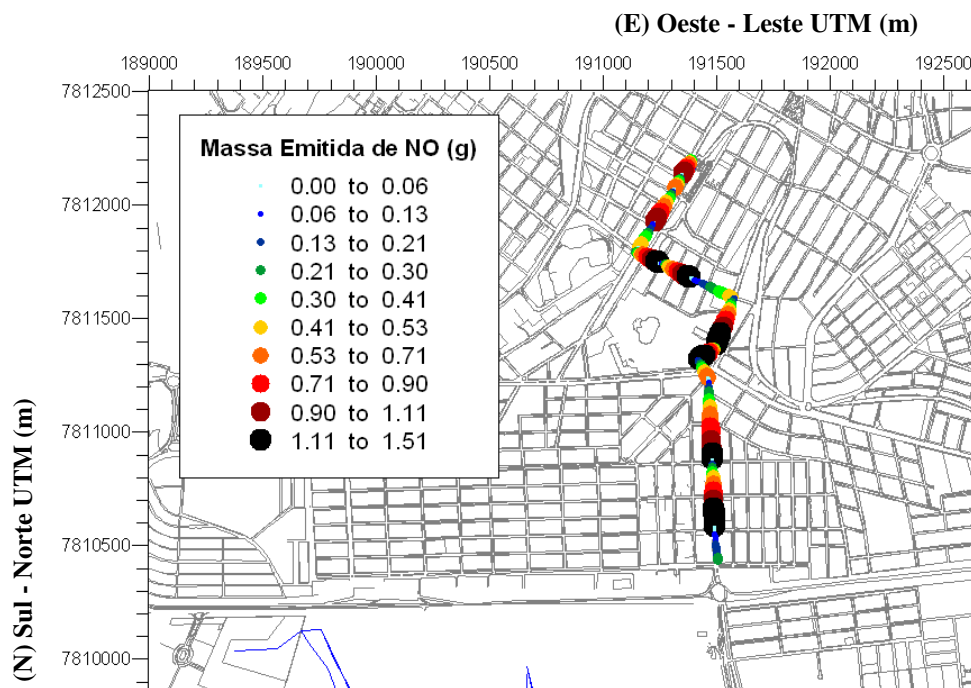
Figura 60 - Emissão de massa de hidrocarbonetos (HC) ao longo da rota 4.

Fonte: o autor

Figura 61 - Emissão de massa de monóxido de carbono (CO) ao longo da rota 4.

Fonte: o autor

Figura 62 - Emissão de massa de óxido de nitrogênio (NO) ao longo da rota 4.

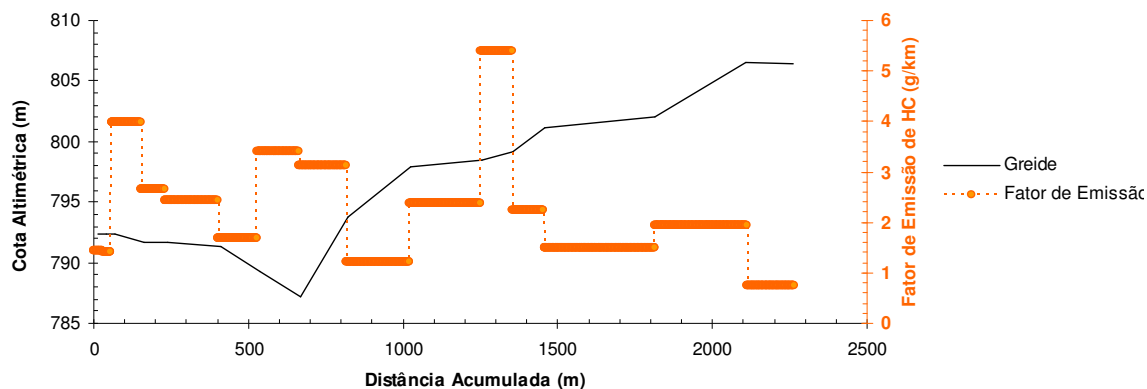


Fonte: o autor

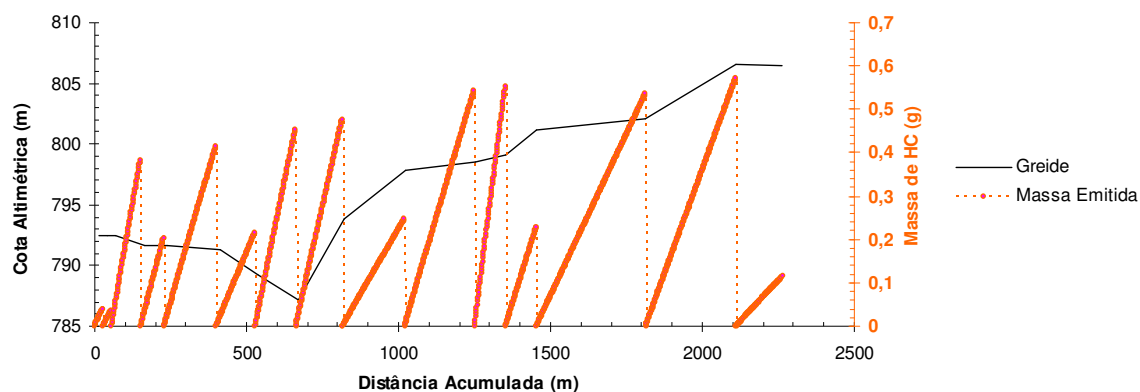
Levando em conta a emissão total de massa no final de cada subtrecho, verificou-se que o "link" (14, 15) foi o que induziu às maiores emissões, para todos os três principais poluentes analisados. Trata-se de um trecho em active, com fatores de emissão moderados e de 295,50 m de extensão.

Nas Figuras 63 a 65 são ilustrados os perfis da rota, com as distribuições espaciais dos fatores de emissão, confrontando-os com as massas de poluentes emitidas.

Figura 63 - Perfil da rota 4: fatores de emissão e massas liberadas para hidrocarbonetos.

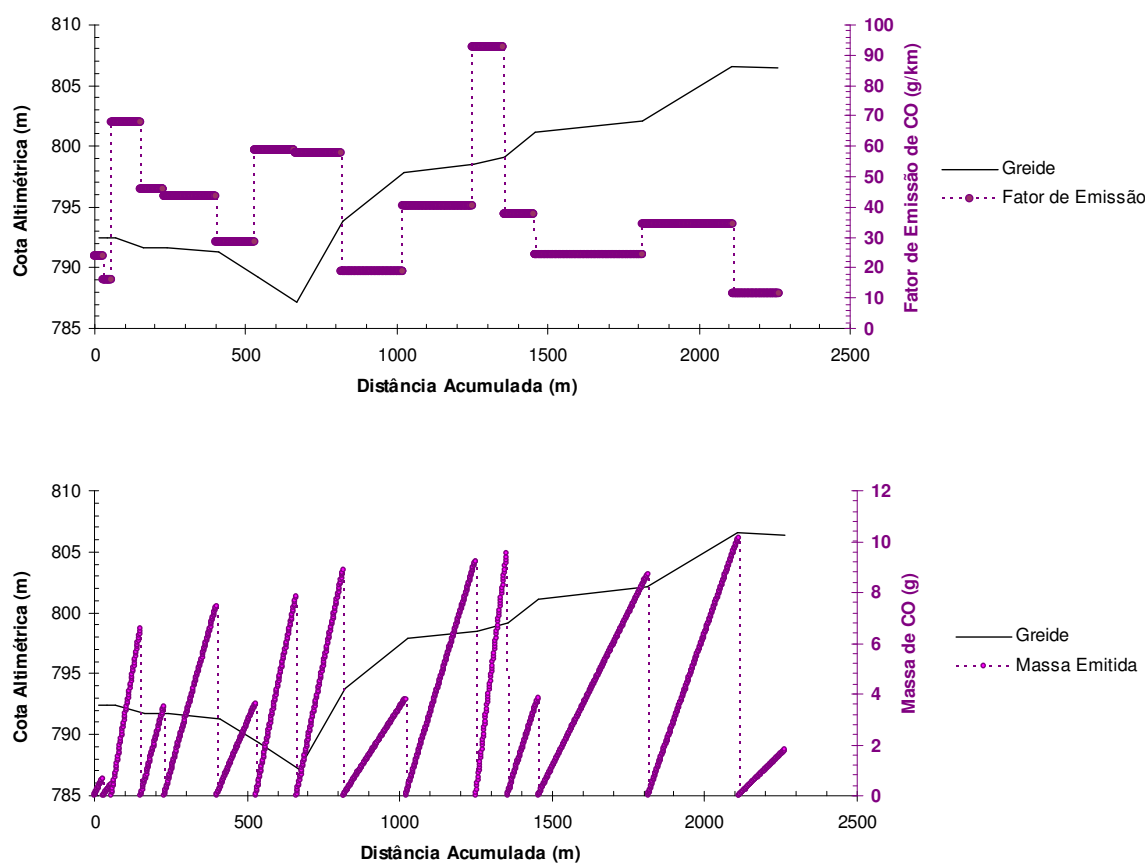


Continuação da Figura 63



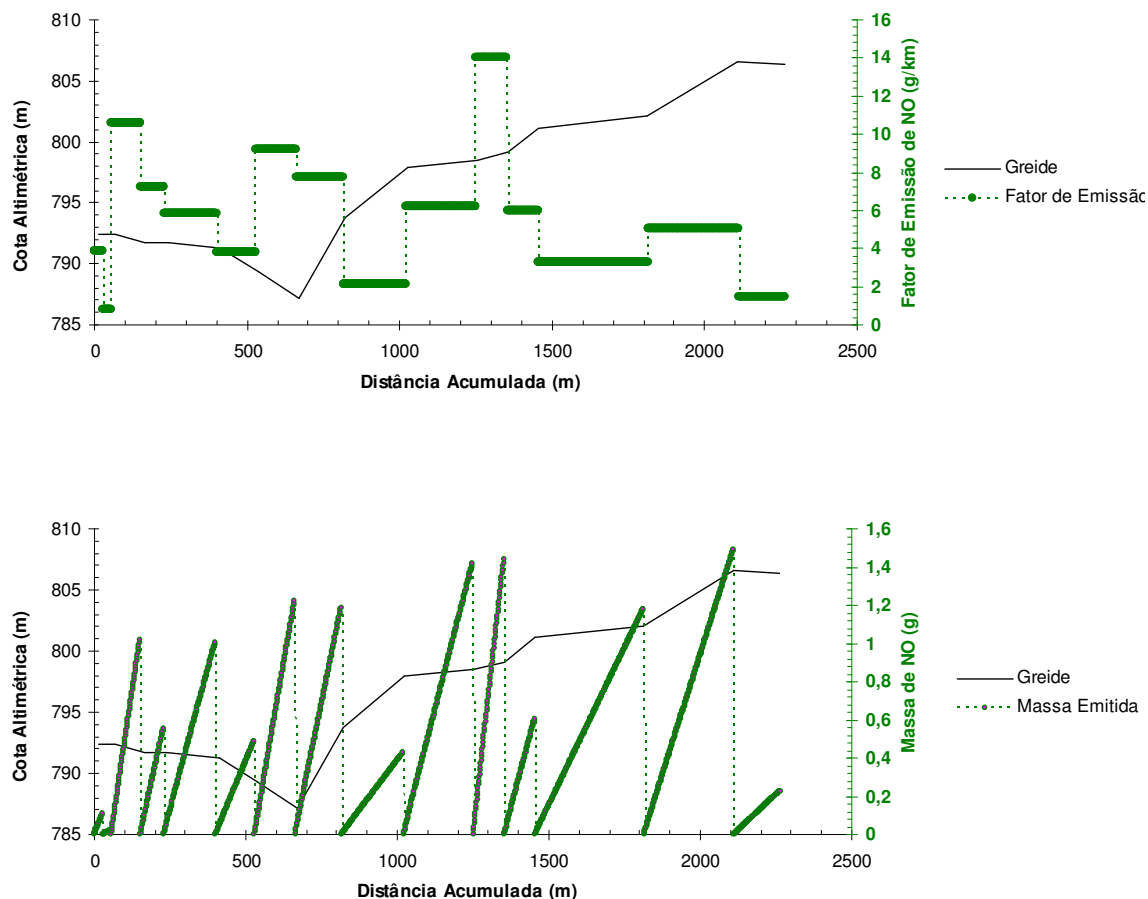
Fonte: o autor

Figura 64 - Perfil da rota 4: fatores de emissão e massas liberadas para monóxido de carbono.



Fonte: o autor

Figura 65 - Perfil da rota 4: fatores de emissão e massas liberadas para óxido de nitrogênio.

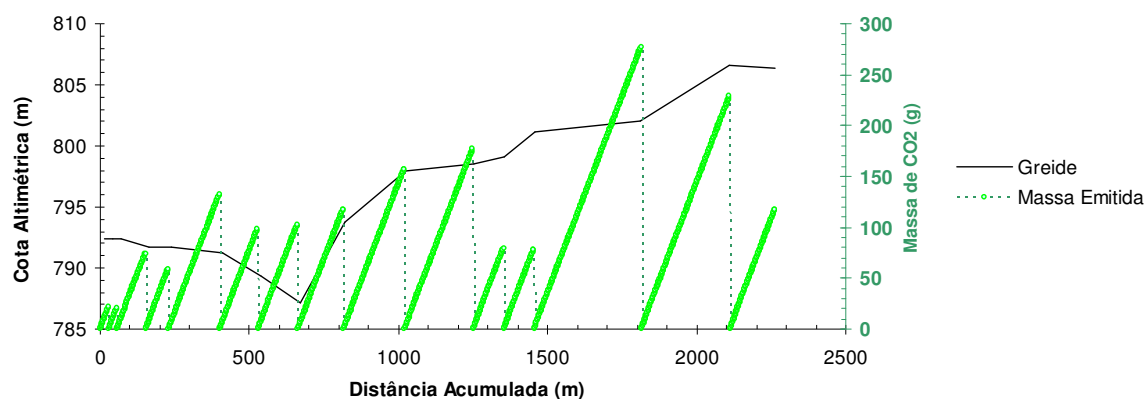


Fonte: o autor

Houve, na rota 1, menor emissão de massa HC no *link* (2, 3) de 25,53 m de extensão, de 0,03569 g e a maior emissão de massa de 0,56921 g no *link* (14, 15) de 295,50 m de extensão. A menor emissão de massa de NO foi verificada no *link* (2, 3) de 25,53 m de extensão, de 0,20462 g e a maior emissão de massa de 1,48730 g no *link* (14, 15) de 295,50 m de extensão. Houve, na rota, menor emissão de massa CO no *link* (2, 3) de 25,53 m de extensão, de 0,41353 g e a maior emissão de massa de 10,09899 g no *link* (14, 15) de 295,50 m de extensão.

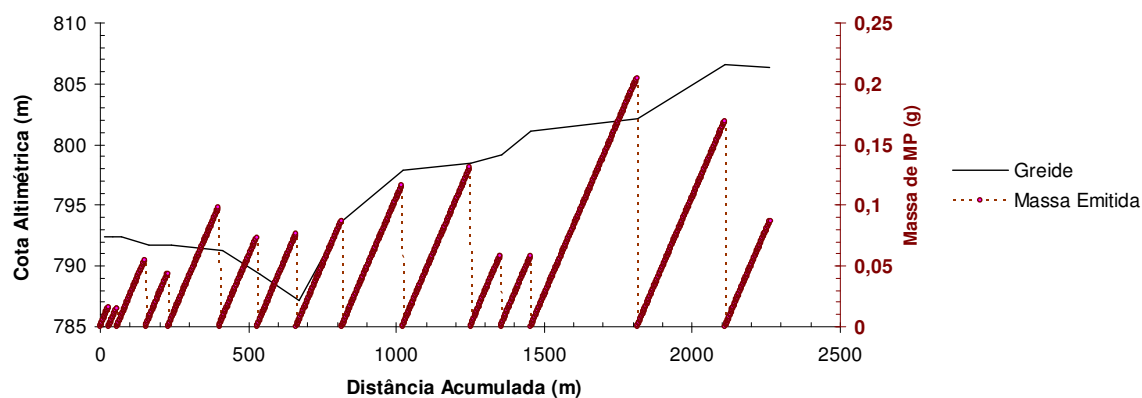
As massas liberadas em cada subtrecho estão representadas nas Figuras 66 e 67, com base no gradiente constante 770 g/km para CO₂ (ÁLVARES Jr. e LINKE, 2001) e 0,57 g/km para MP (CETESB, 2005).

Figura 66 - Perfil da rota 4: massas liberadas para gás carbônico.



Fonte: o autor

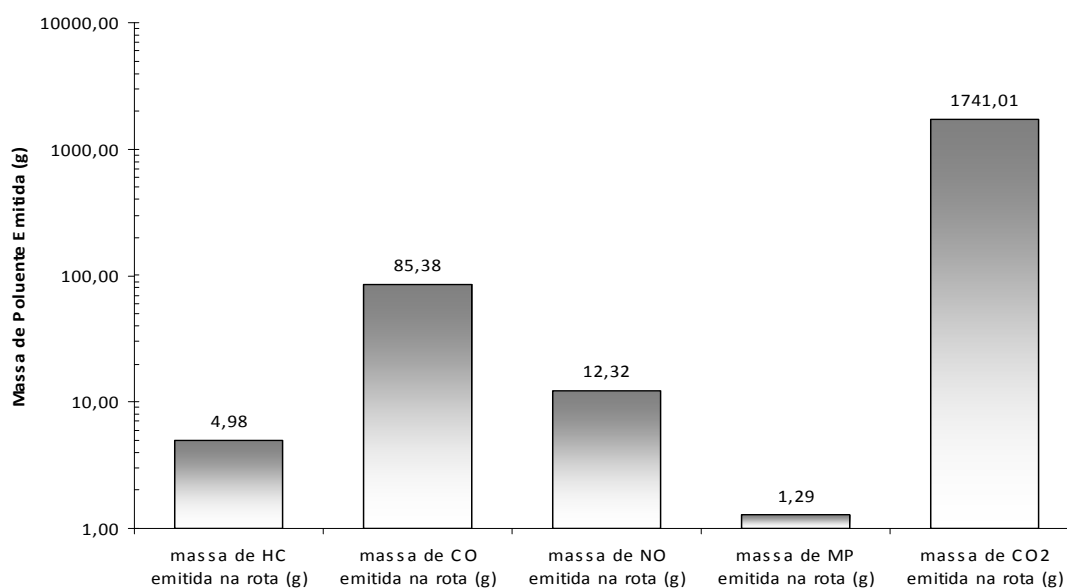
Figura 67 - Perfil da rota 4: massas liberadas para material particulado.



Fonte: o autor

Finalmente, na Figura 68 é mostrada a quantidade total de massa emitida (HC, CO, NO, MP e CO₂), na rota 4 pelos ônibus convencionais que saem do Terminal Rodoviário.

Figura 68 - Emissão total de massa de poluentes na rota 4.



Fonte: o autor

Os resultados globais para a rota 4, ilustrados na Figura 68, são valores importantes nesta análise, haja vista que os mesmos serão confrontados com as massas totais emitidas nas outras rotas. Tratam-se, portanto, de resultados determinantes para a seleção da rota ambiental.

4.2 Confronto entre as rotas e seleção da rota ambiental

Primeiramente foram feitas análises de cada uma das quatro rotas para, finalmente, confrontá-las e detectar qual delas induziu à emissão, em termos globais, das menores massas de poluentes. Esta foi considerada a rota ambiental.

Os resultados dos fatores de emissão adimensionalizados (FE'), conforme a Equação 12, são ilustrados nas Figuras 69 a 71, que permitem visualizações bastante explícitas de qual subtrecho é o mais crítico para emissão de um determinado poluente, bem como da rota em que tais condições extremas ocorreram. Salienta-se que a análise somente foi realizada para HC, CO e NO, pois são estes os únicos compostos simulados pelo TSIS.

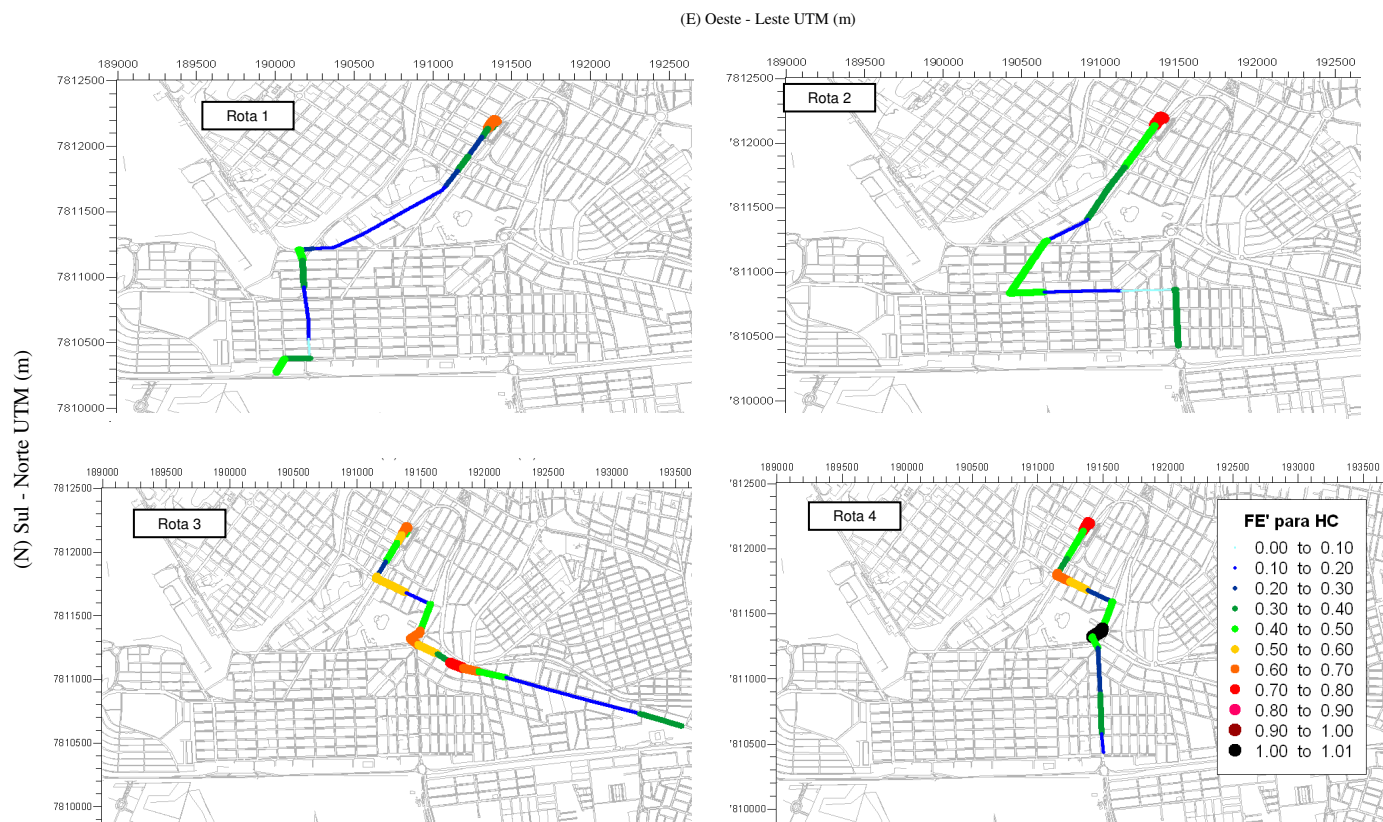
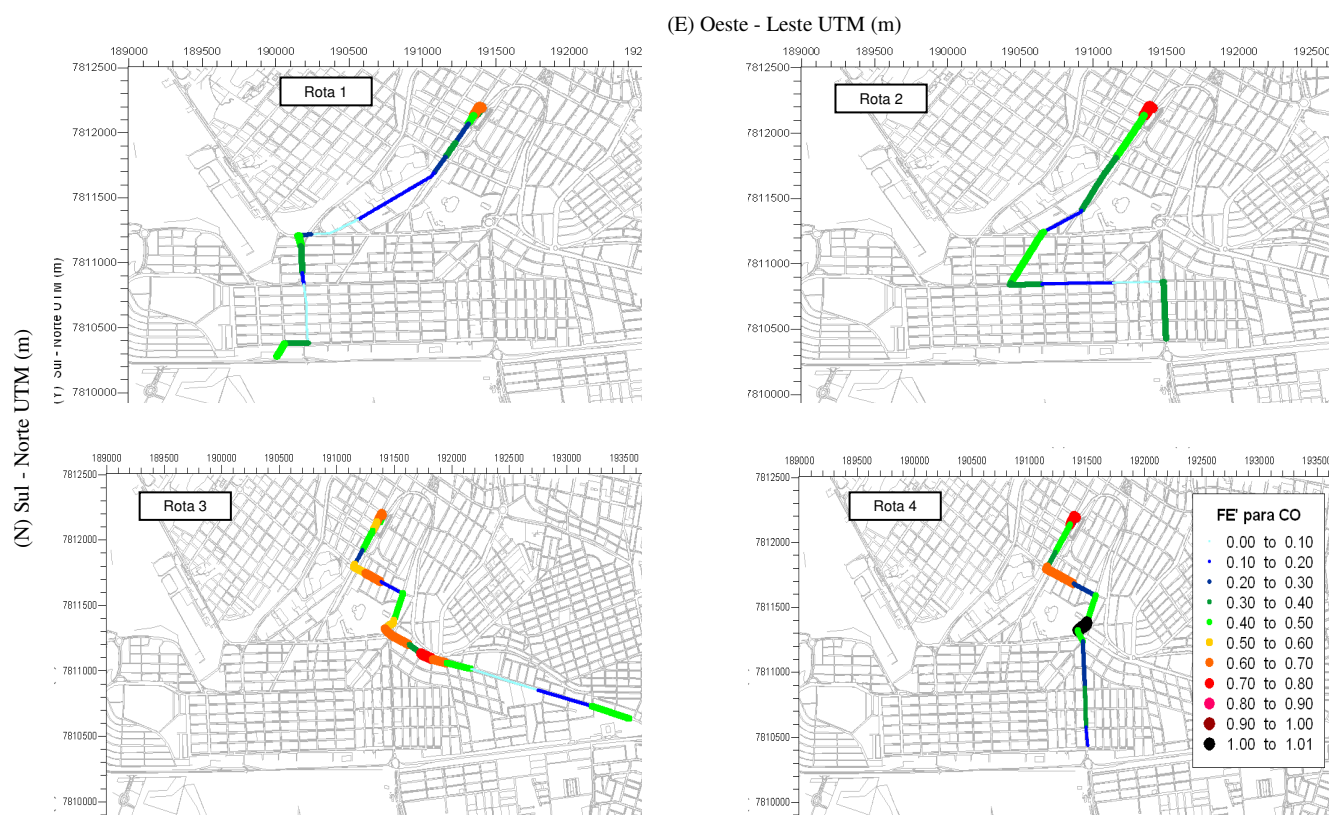
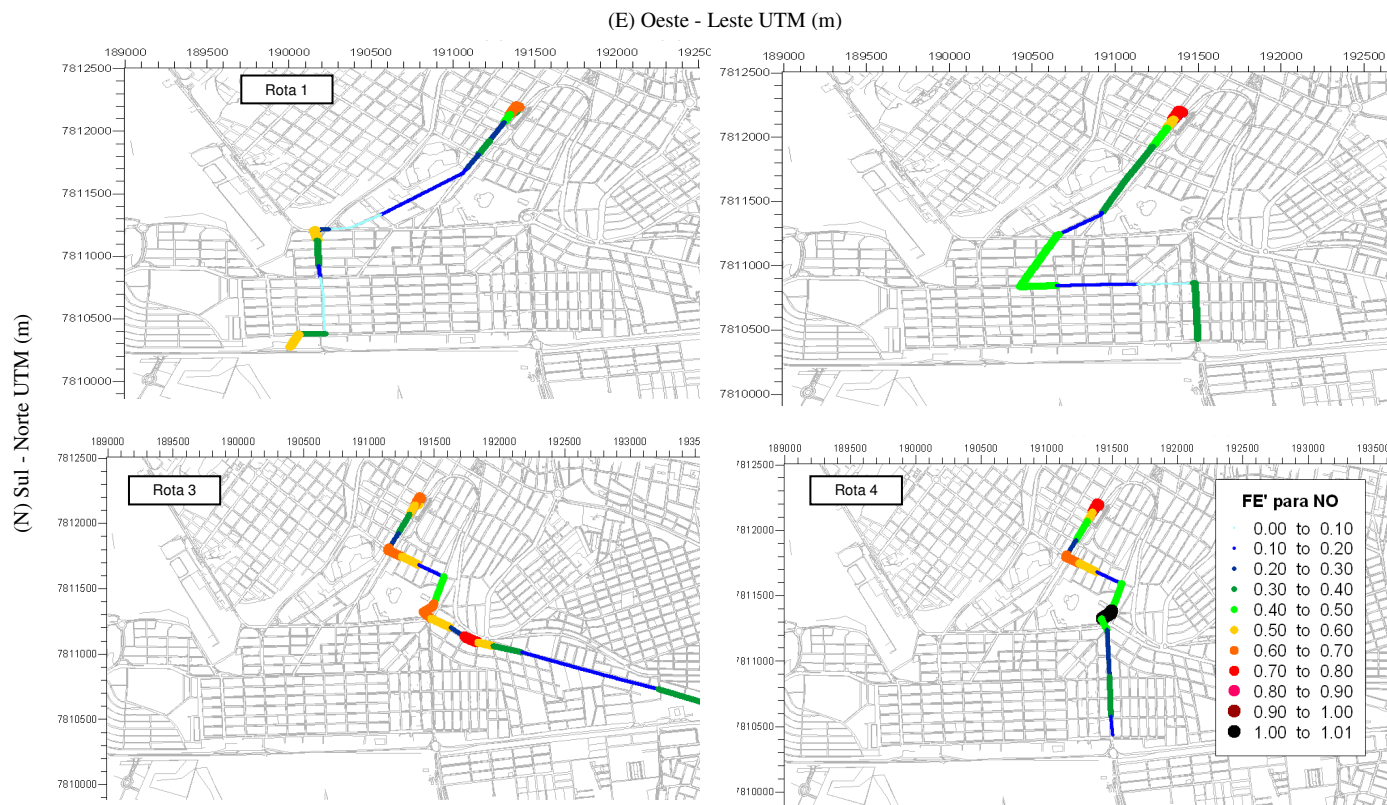
Figura 69 - Fatores de emissão adimensionais de HC para as 4 rotas.

Figura 70 - Fatores de emissão adimensionais de CO para as 4 rotas.

Fonte: o autor

Figura 71 - Fatores de emissão adimensionais de CO para as 4 rotas.

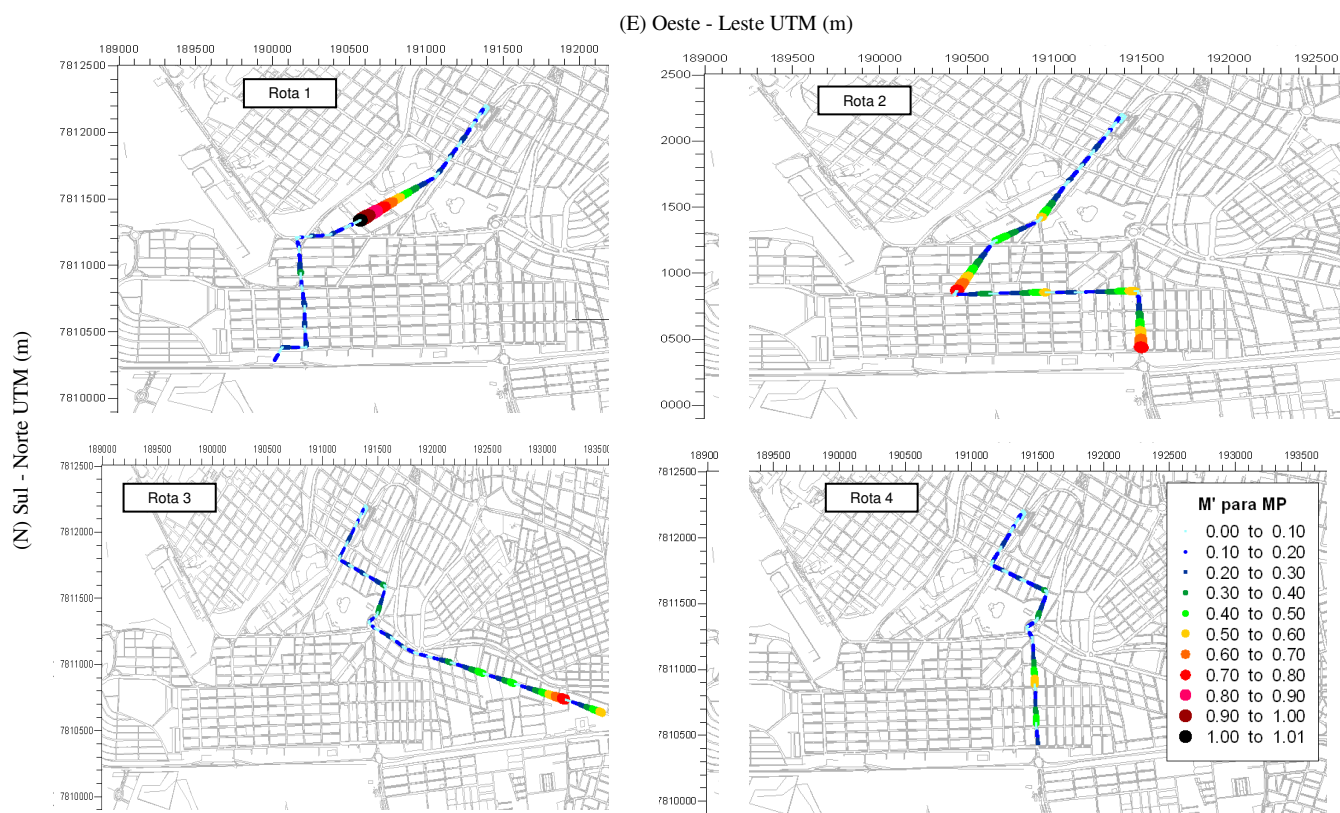


Fonte: o autor

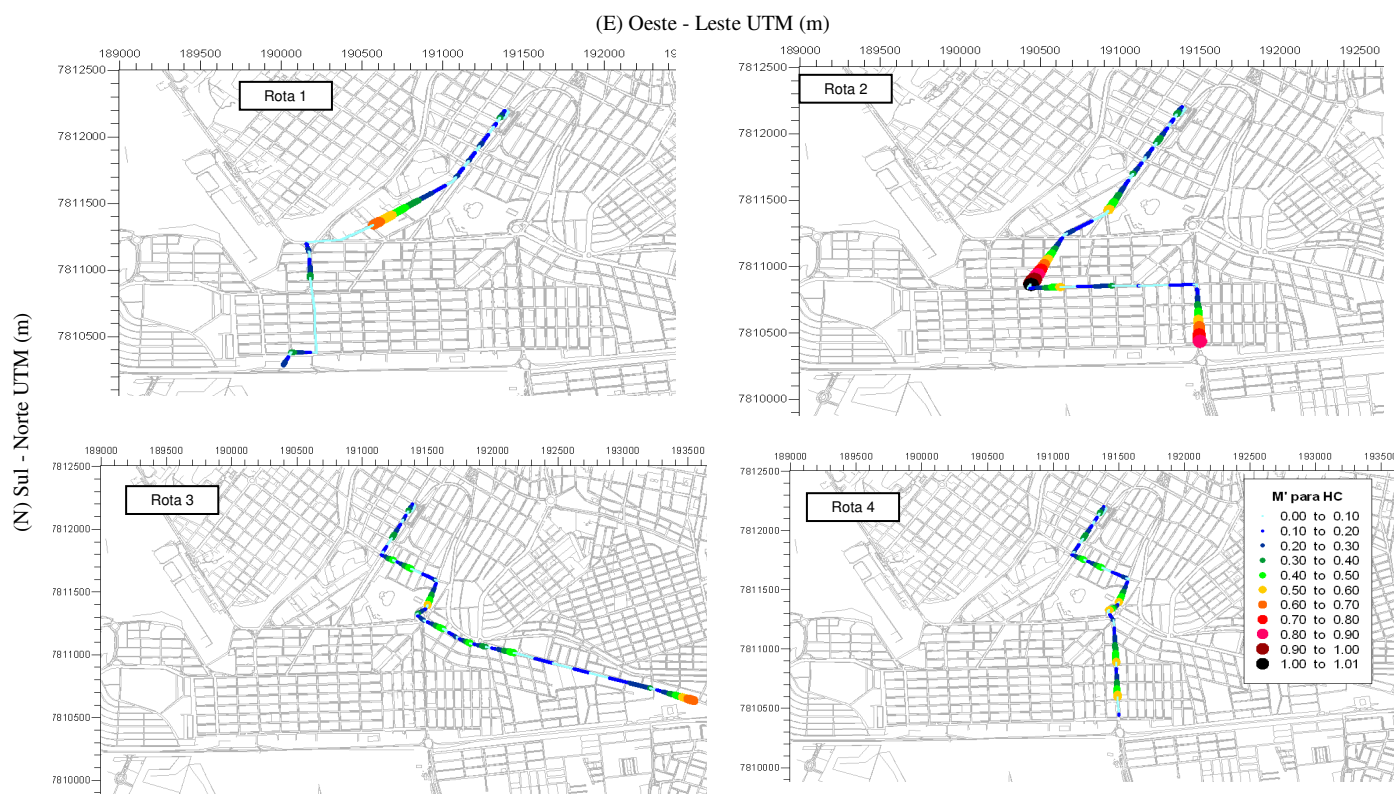
Os resultados evidenciam que, para todos os poluentes, os maiores gradientes de emissão ocorrem na rota 4, nos *links* 11 e 12, durante parte do contorno de uma rotatória com alto volume veicular na cidade. De uma maneira geral, a rota 1 foi a que apresentou, ao longo dos seus trechos, menores fatores de emissão relativos. Tomando por base o critério utilizado neste estudo, a rota ambiental será aquela que induzir a menores emissões totais de massa ao longo de todo o seu percurso. Por isto, nem sempre a rota que apresenta o gradiente de emissão mais crítico é aquela que resulta na liberação de mais massa.

As distribuições das massas adimensionalizadas (M'), conforme a Equação 13, são ilustradas nas Figuras 72 a 75. Neste contexto, também são consideradas as substâncias CO₂ e MP.

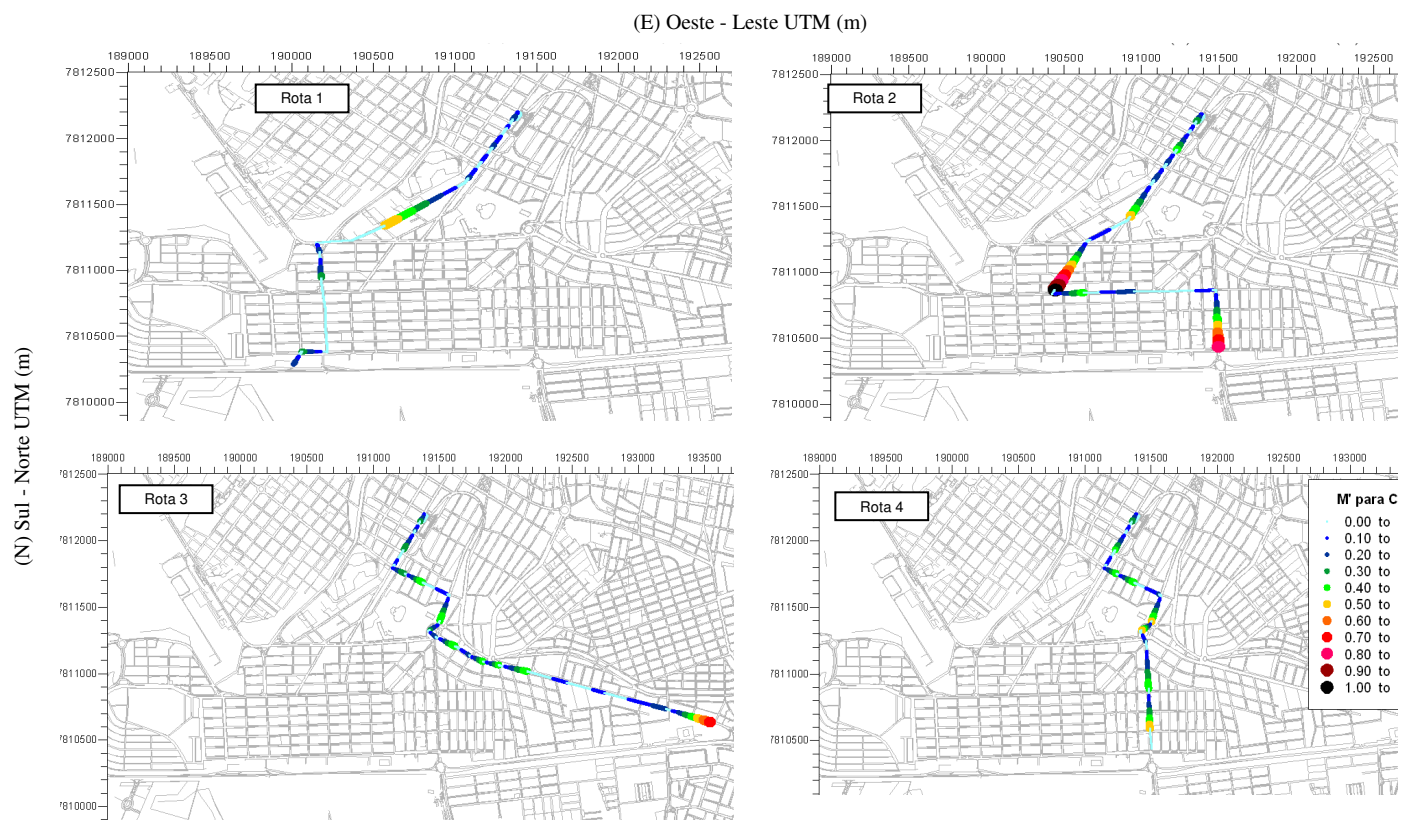
Figura 72 - Massas liberadas adimensionais de CO₂ e MP para as 4 rotas.



Fonte: o autor

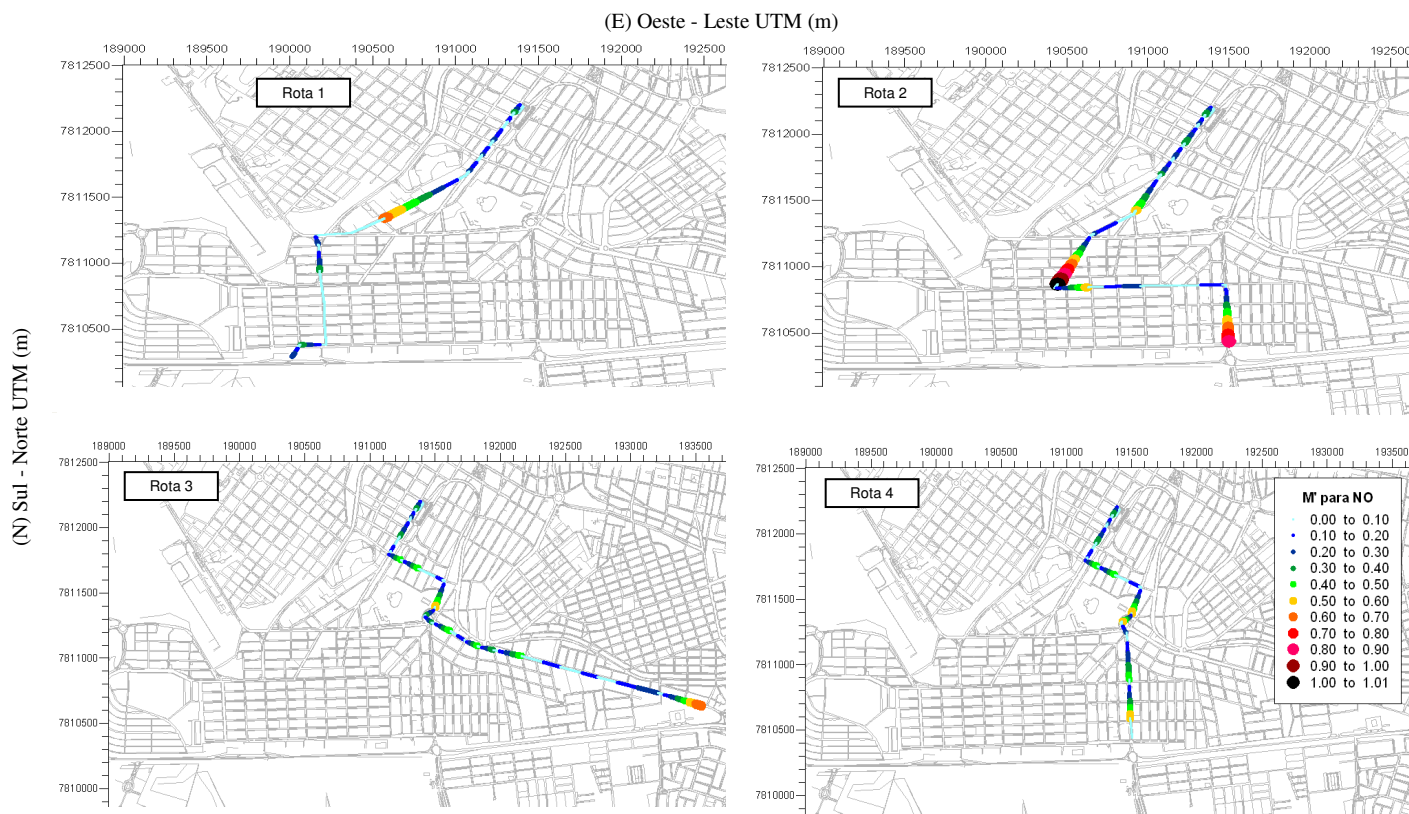
Figura 73 - Massas liberadas adimensionais de HC para as 4 rotas.

Fonte: o autor

Figura 74 - Massas liberadas adimensionais de CO para as 4 rotas.

Fonte: o autor

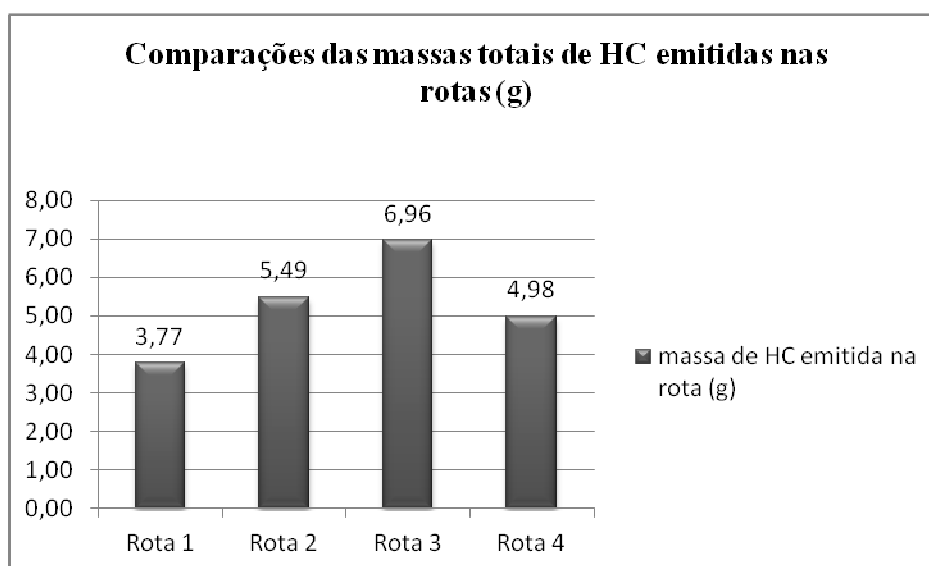
Figura 75 - Massas liberadas adimensionais de NO para as 4 rotas.



Fonte: o autor

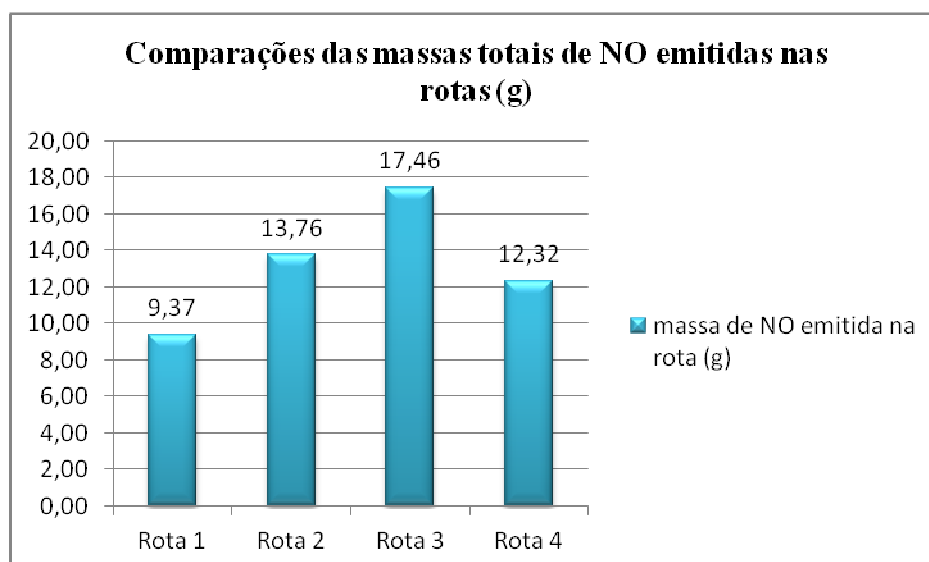
Ao analisar as Figuras 72 a 75 percebe-se que a rota 1 apresentou o subtrecho com maiores massas de MP e CO₂ emitidas. Para os demais poluentes, a rota 2 apresentou os setores mais críticos. No critério de emissão de massas, nota-se que as rotas 1 e 4 são as que apresentaram menores liberações nas extremidades finais dos seus *links*. A rota ambiental será uma delas.

Na Figura 76 são ilustradas as massas de HC totais emitidas nas quatro (4) rotas pré-selecionadas. Nota-se que a liberação total na rota 1 foi de 3,77 g por veículo, ao passo que, na rota 4, houve a emissão de 4,98 g por veículo.

Figura 76 - Emissão de massa de HC nas rotas em estudo.

Fonte: o autor

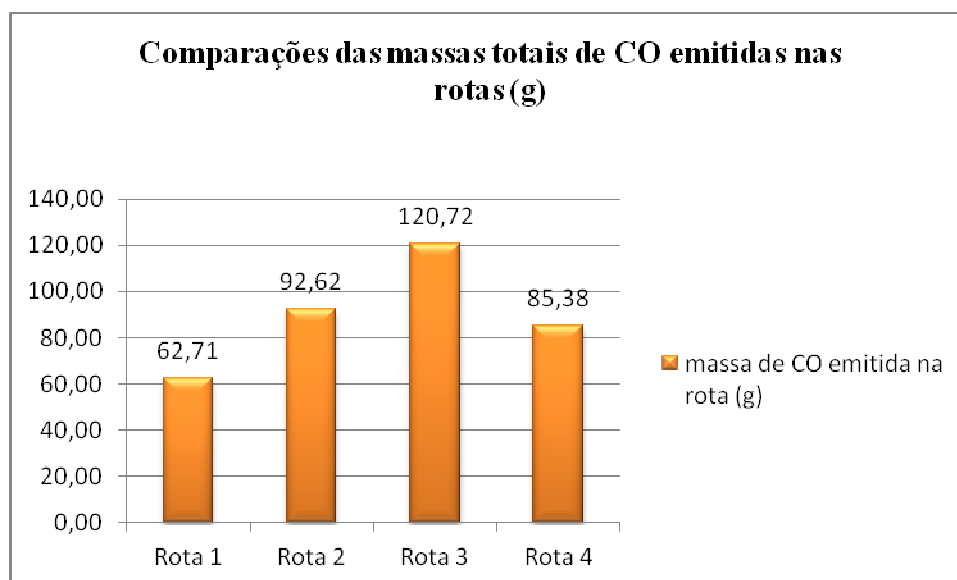
Na Figura 77 são ilustradas as massas de NO totais emitidas nas quatro (4) rotas para tomada de decisão acerca da rota ambiental. Seguindo a tendência de emissão de hidrocarbonetos, nota-se que a liberação total na rota 1 foi de 9,37 g por veículo, ao passo que, na rota 4, houve a emissão de 12,32 g por veículo.

Figura 77 - Emissão de massa de NO nas rotas em estudo.

Fonte: o autor

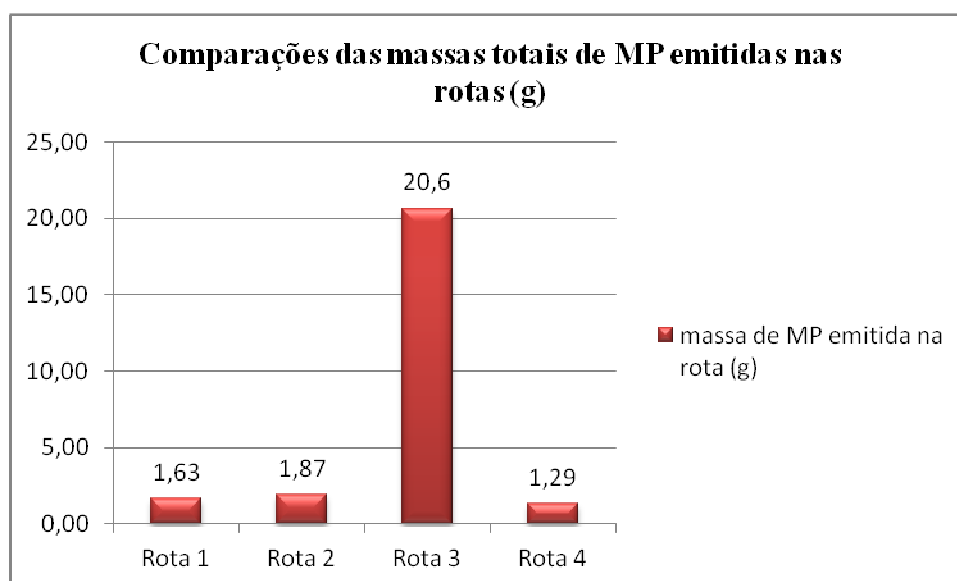
Na Figura 78 são ilustradas as massas de CO totais liberadas no percurso nas quatro (4) rotas. A liberação total na rota 1 foi de 62,71 g por veículo, ao passo que, na rota 4, houve a emissão de 85,38 g por veículo.

Figura 78 - Emissão de massa de CO nas rotas em estudo.



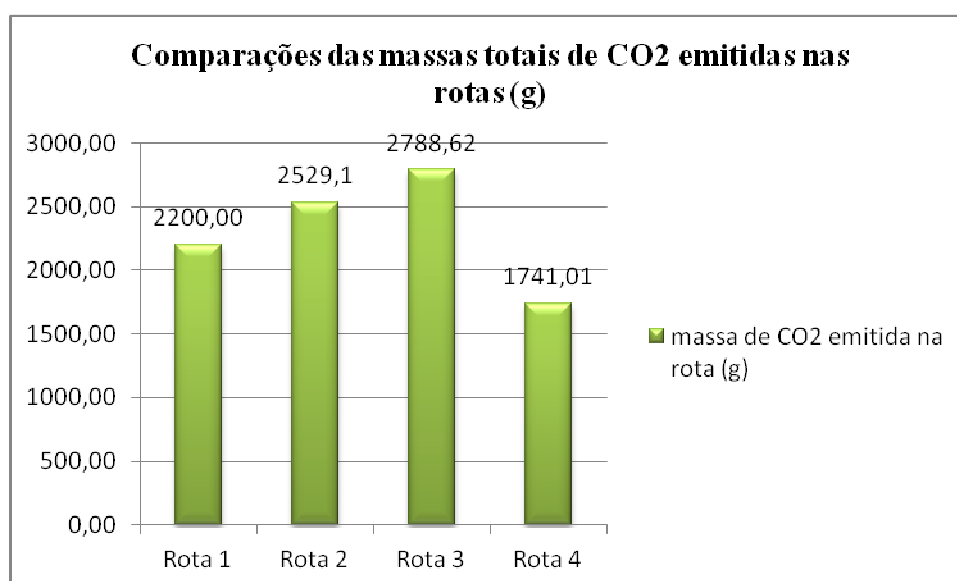
Fonte: o autor

Na Figura 79 são ilustradas as massas de MP globais emitidas nas quatro (4) rotas. Neste caso, a rota 4 foi mais favorável, com emissão total de 1,29 g de MP por veículo. A emissão na rota 1 foi ligeiramente superior, com 1,63 g de MP por veículo.

Figura 79 - Emissão de massa de MP nas rotas em estudo.

Fonte: o autor

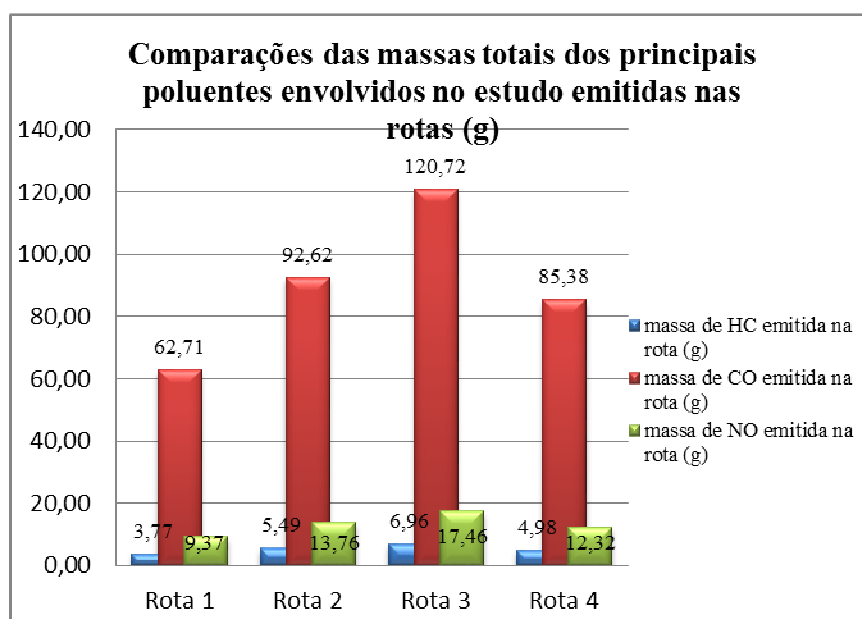
Na Figura 80 são ilustradas as massas de CO₂ totais emitidas nas quatro (4) rotas. Neste caso, fica bem mais evidente que a rota 4 foi a que menos induz à emissão de gás carbônico. Foram 1.741 g por veículo, ao passo que a emissão na rota 1 foi estimada em 2.200 g por veículo.

Figura 80 - Emissão de massa de CO2 nas rotas em estudo.

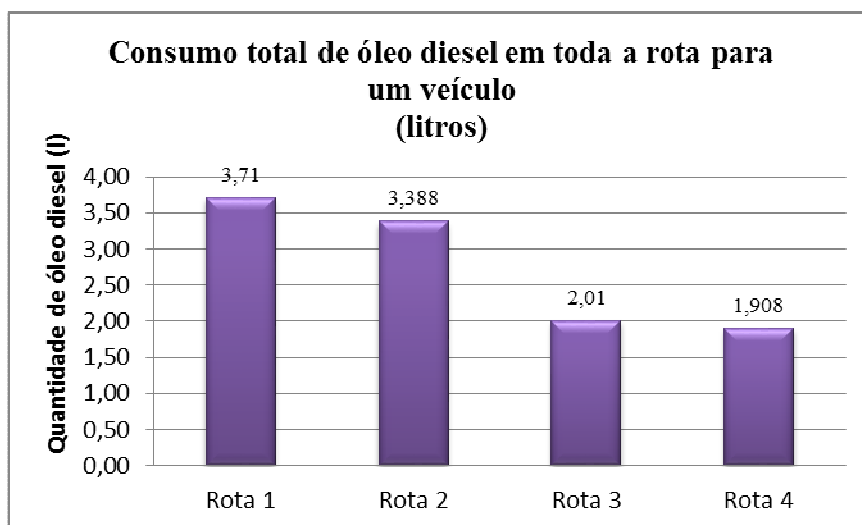
Fonte: o autor

Ressalta-se que o cálculo das emissões de CO₂ e MP basearam-se em gradientes de emissão constantes, retirados da literatura e independentes das características geométricas e de tráfego nas vias. Assim, a rota de menor comprimento resultaria na menor liberação dessas substâncias. Isto resultou nas menores emissões na rota mais curta, portanto, na rota 4. Em contrapartida, quando as condições particulares dos trechos são consideradas para os poluentes HC, CO e NO, a rota de menor emissão global foi a 1, que é um pouco mais extensa que a 4. Levando em conta que as estimativas dos fatores de emissão pelo TSIS representam com maior fidelidade as liberações nas vias analisadas e que os poluentes HC, CO e NO são mais nocivos à saúde, optou-se pela escolha da rota 1 como a rota ambiental.

Em uma análise mais simples, para tomada de decisão sobre qual é a rota ambiental, foi levada em consideração aquela cuja quantidade de emissão de massa tivesse a maior liberação de monóxido de carbono (CO), por ser o poluente mais prejudicial à saúde do homem, podendo causar a morte em altas concentrações. Para uma análise mais profunda, foram construídos os gráficos de colunas, para uma melhor análise e comparação das quantidades de emissões dos principais poluentes emitidos, Figura 81, e o consumo de óleo diesel, Figura 82, por um único ônibus que sai do Terminal Rodoviário de Uberaba, MG. Por meio das Figuras 81 e 82 pode-se observar que a rota 1 constituiu a de menor massa emitida de poluentes, seguida pelas rotas 2 e 4, sendo que a rota 3 foi a de maior emissão de poluente. Isso ocorreu, ainda que as estimativas informassem que a rota 1 proporcionou o maior consumo de óleo diesel, seguida pelas rotas 2 e 3, sendo que a rota 4 foi a que proporcionou o menor consumo.

Figura 81 - Comparação das quantidades totais de massa emitidas nas rotas.

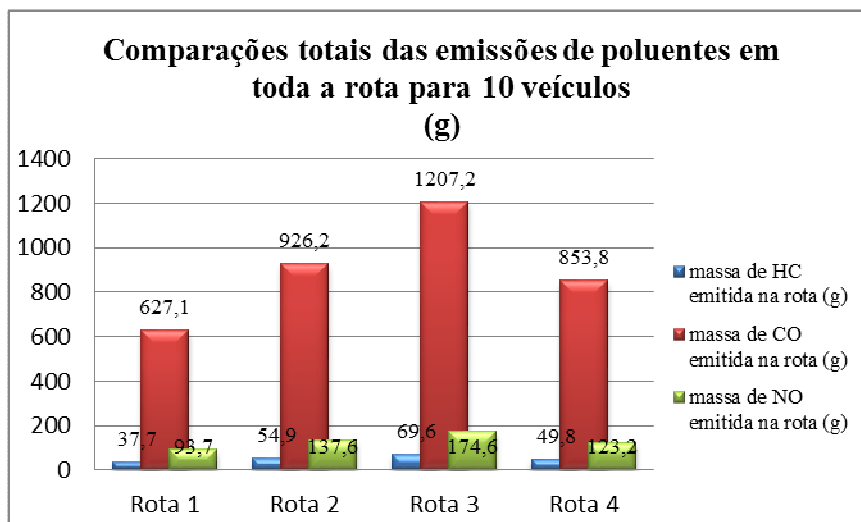
Fonte: o autor

Figura 82 - Consumo total de óleo diesel por rota, por veículo.

Fonte: o autor

Para o horário de pico de 06 horas, conforme quadro de horários de embarque no terminal (Anexo E), foi obtido o seguinte cenário, como mostrado na Figura 83.

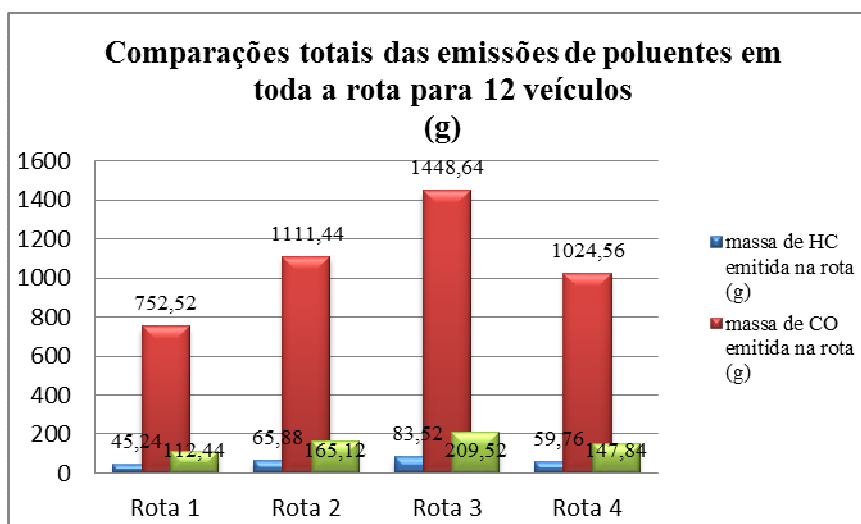
Figura 83 - Comparações totais das quantidades de emissões de poluentes por rota para 10 veículos em todas as rotas.



Fonte: o autor

Para o horário de pico da 12 horas foi obtido o seguinte cenário, como mostrado na Figura 84.

Figura 84 - Comparações totais das quantidades de emissões de poluentes por rota para 12 veículos em todas as rotas.



Fonte: o autor

Desta forma, com base nas comparações apresentados nas Figuras 81, 83 e 84, constatou-se que a melhor rota ambiental foi a rota 1, com menor emissão de massa: 3,77 g de hidrocarbonetos, 62,71 g de monóxido de carbono e 9,37 g de óxido nítrico para um veículo, chegando a valores de 37,7 g, 627,1 g e 93,7 g às 06 horas e 45,24 g,

752,52 g e 112,44 g às 12 horas, considerados horários de pico para os ônibus que saem do Terminal Rodoviário de Uberaba, com 3,71 litros de consumo de óleo diesel. A rota 1 não constituiu nem o maior e nem o menor percurso. Trata-se de uma rota de 2.857 m de extensão, com uma quantidade de quatro paradas em semáforos e com uma declividade 0,677%, em média, em todo o trajeto.

Este capítulo teve como objetivo a obtenção e interpretação dos resultados encontrados para a tomada de decisão em função da rota ambiental, em função, primeiramente, do monóxido de carbono (CO), por ser mais letal e, posteriormente, pelos demais poluentes. O próximo capítulo apresentará as conclusões do trabalho e recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo feito foi baseado em dados que podem ser facilmente obtidos, como curvas de nível, vias trafegadas pelos veículos, horários de partida da frota e tipos de poluentes emitidos. Em suma, pretende-se com este estudo definir sobre qual a melhor rota cuja aplicação dependa de dados relativamente simples, que estão disponíveis ou que podem ser levantados na maioria das cidades de portes médio e grande do país.

Com base no estudo realizado para ônibus intermunicipais que partem do Terminal Rodoviário de Uberaba, chegou à conclusão que a melhor rota ambiental foi a rota 1, pois nela foi emitida a menor quantidade de massa de poluentes gerados por veículos. A conclusão focou na liberação de compostos considerados prejudiciais a saúde do ser humano (HC, CO e NO). O fato de relevância para uma menor emissão de poluentes não esteve relacionado a distância, pois a rota 1 não foi a menor nem a maior rota em extensão. O fato é que a rota 1 apresentou menos pontos de parada, como semáforos e sinais de “PARE” e “DÊ A PREFERÊNCIA”, com isso o tráfego fluíu melhor e a trajetória resultou mais em nível. Atualmente, os veículos que saem do Terminal Rodoviário de Uberaba para acesso a rodovia BR050 utilizam duas rotas: 3 e 4, que não correspondem à rota ambiental, de acordo com o resultado encontrado neste trabalho.

Espera-se, com os resultados obtidos, que melhorias possam ser alcançadas nas operações de veículos e, ao mesmo tempo, gerenciadas as emissões atmosféricas.

Políticas públicas deverão ser adotadas para amenizar os impactos ambientais, controlar as emissões, incentivar as misturas aos combustíveis fósseis e melhorar a qualidade do diesel para reduzir o potencial poluidor.

Políticas específicas de diminuição da poluição do ar devem incentivar a modernização da frota, o uso de tecnologias mais limpas e inspeções periódicas. Espera-se, com essas medidas, reduzir o impacto direto no sistema de saúde brasileiro, porque quanto menor a poluição, menor a possibilidade de danos à saúde, em especial ao trato respiratório.

Novas pesquisas devem estudar implantações de terminais rodoviários em áreas mais adequadas e rotas de saída mais apropriadas, onde os ventos e a topografia do local contribuam para a redução de impactos ambientais. Isso pode contribuir com a minimização dos problemas de saúde causados por alguns contaminantes expelidos pela emissão de poluentes provocados pela parada e movimentação dos ônibus intermunicipais.

REFERÊNCIAS

ÁLVARES JUNIOR, O. M.; LINKE, R. R. A. **Metodologia simplificada de cálculo das emissões de gases do efeito estufa de frotas de veículos no Brasil**. São Paulo: CETESB, 2001. 182 p.

ASSUNÇÃO, J. V. RIBEIRO, H. **Efeitos das queimadas na saúde humana**. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v16n44/v16n44a08.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2013

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução CONAMA nº. 3, de 28 de junho de 1990.

_____. **Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993**. Disponível em: <<http://www.prpe.mpf.gov.br/internet/Legislacao/Meio-Ambiente-e-Urbanismo/Leis/LEI-N1-8.723-DE-28-DE-OUTUBRO-DE-1993>>. Acesso em: 05 jul. 2012.

_____. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução CONAMA nº. 315, de 29 de outubro de 2002.

_____. **Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)**. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília, 2010, 2 v. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/publicacoes/impactos_vulnerabilidade/portugues/2comunicacao_nacional_v1.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2012

BROWN, L. Eco-economia Lester Brown. **EPI – Earth Policy Institute**. UMA – Universidade Livre da Mata Atlântica. 2003. Disponível em: <www.uma.org.br>. Acesso em: 07 dez. 2011.

CARVALHO, C. H. R. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2011. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

CARVALHO, L. S. **Análise das potencialidades e vantagens do uso da simulação computacional em operações logísticas complexas, como ferramenta de auxílio à tomada de decisões: estudo de caso em uma organização industrial**. Salvador, 2006, Disponível em: <<http://www.adm.ufba.br/sites/default/files/publicacao/arquivo/1313.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2013.

COHN, L. F; MCVOY, G. R. **Environmental analysis of transportation systems**. New York: John Wiley & Sons, 1982. 374p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SP). **Relatório anual de qualidade do ar no Estado de São Paulo – 2005**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoes-e-relatorios>>. Acesso em: 20 fev. 2013

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (Brasil). **Oficina nacional: transporte e mudança climática**. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Boletim%20Estat%20C3%ADstico/BoletimEstatistico.2009.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº 315, de 29 de outubro de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 nov. 2002, n. 224, Seção 1, p. 90-92. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2002_315.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2012.

CRUVINEL, R. R. S.; PINTO, P. V. H.; GRANEMANN, S. R. **Mensuração econômica da emissão de CO₂ da frota dos transportadores autônomos de cargas brasileiros**. Brasília, DF: UnB. Disponível em: <<http://www.pesquisaemtransportes.net.br/relit/index.php/relit/article/viewArticle/257>>. Acesso em: 16 fev. 2013.

DIP, T. M. **Otimização de condições operacionais de processo visando a minimização da emissão de material particulado na incineração industrial de resíduos perigosos**. 2004. 298 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-14022005-132933/pt-br.php>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

FREITAS, C. BREMNER, S.A. GOUVEIA, N. PEREIRA, L.A.A. SALDIVA, P.H.N. Interações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 751-757, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102004000600001&script=sci_arttext>. Acesso em: 29 mar. 2013.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **Relatório da qualidade do ar**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/downloads/relatorios/qualidade_ar_2009.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2013.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2001: the scientific basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. Disponível em: <<http://www.acrim.com/%5C/Reference%20Files/CLIMATECHANGE%202001%20-%20The%20Scientific%20Basis.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

KAWAMOTO, E. **Análise de sistemas de transportes**. 2. ed. São Carlos: USP, 2004.

KOZERKI, G. R.; HESS, S. C. Estimativa dos poluentes emitidos pelos ônibus e microônibus de Campo Grande/MS, empregando como combustível diesel, biodiesel ou gás natural. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 11, n.2, p. 113-117. 2006. Disponível em: <http://www.abes-dn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v11n02/v11n02nt02_037_05.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2011

LIMA, E. P.; GIMENES, M. L.; DEMARCHI, S. H.; BERTONCINI, B. V.; COLELLA, D. A. T. Estudo da emissão de poluentes veiculares através do simulador de tráfego Integration. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em resíduos e desenvolvimento sustentável, 2004, Florianópolis; ciclo de conferências sobre política e gestão ambiental, 2004, Florianópolis. **Anais...** São Paulo: ICTR, 2005. Disponível em: <<http://www.ipen.br/biblioteca/cd/ict/2004/ARQUIVOS%20PDF/12/12-021.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

LOO, R. **A Methodology for calculating CO₂ emissions from transport and an evaluation of the impact of European Union emission regulations**. 2009. 54 sheet. Thesis (Master Science) Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 2009. Disponível em: <<http://alexandria.tue.nl/extra1/afstversl/tm/te%20Loo%202009.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2011.

MATTOS, L. B. R. **A Importância do setor de transportes na emissão de gases do efeito estufa: o caso do município do Rio de Janeiro**. 2001. 178 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001.

MENDES, F. E. **Avaliação de programas de controle de poluição atmosférica por veículos leves no Brasil**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2004.

MERCOSUL. **GMC Resolução nº 128 de 1996**. Regulamento técnico de limites máximos de emissão de gases poluentes e ruído para veículos automotores. Disponível em: <http://www.mercosur.int/msweb/Normas/normas_web/Resoluciones/PT/96128.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2012.

MOLION, L. C. B. Aquecimento Global: uma visão crítica. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 3/4, p. 7-24, ago. 2008. Disponível em: <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Resenha-Aquecimento-Global-Uma-Vis%C3%A3o-Cr%C3%ADtica/30466190.html>>. Acesso em: 12 fev. 2014.

MOREIRA, L.C. O. **Comparação entre os poluentes atmosféricos emitidos por uma caldeira flamotubular movida a gás natural e a óleo combustível BPF 2A. Interações (Campo Grande)** [online]. 2012, v. 13, n. 1, p. 49-57. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/inter/v13n1/a04v13n1.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2012

MOTTA, R. S.; HARGRAVE, J.; LUEDEMAN, G.; GUTIERREZ, M. B. S. **Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília, DF: Ipea, 2011. 440 p. Disponível em

<<http://observatoriodoredd.org.br/site/pdf/livromudancadoclima.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2011

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano de controle de poluição veicular: PCPV**, 2011. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/outros/pcpv_estado_do_parana_2012.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2012.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono de plantas cultivadas e o aumento de CO₂ e de O₃ atmosférico: situação e previsões**. Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n1/v70n1a02.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2011.

PROGRAMA ESTADUAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO (Rio Grande do Sul) **1º inventário de emissões atmosféricas das fontes moveis do estado do rio grande do sul – ano base: 2009**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://www.detran.rs.gov.br/uploads/1290704272Inventario_emissoes_atmosfericas.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2013.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado do Ambiente. **Resolução CONAMA nº 418, de 25 de novembro de 2009**. Aprova o Plano de Controle da Poluição Veicular - PCPV para o Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. 2011. Disponível em: <http://download.rj.gov.br/documentos/10112/177088/DLFE-55597.pdf/Res_CONEMA_34.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2013.

ROSEIRO, M. N. V. **Poluentes atmosféricos: algumas consequências respiratórias na saúde humana**. 2010. Disponível em: <www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistafafibeonline/sumario/10/19042010082434.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2013.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo. **Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de São Paulo – SVMA**. 2005. Disponível em: <http://www.respirasaopaulo.com.br/Inventario_SVMA_SP.pdf>. Acesso em: 20 out. 2013.

SIQUEIRA, M. R. D. Estimativa dos poluentes emitidos pelos ônibus e microônibus de Cuiabá e Várzea Grande, MT, empregando como combustível diesel, biodiesel ou gás natural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 2007. Disponível em: <http://www.abes-dn.org.br/eventos/abes/24cbes/progr_sess_orais.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2013.

SOARES, L. H. B. **Mitigação da emissão de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana de açúcar produzido no Brasil**. Embrapa, abr. 2009 (Circular Técnica, n. 27).

SZWARCFITER, L. Opções para o aprimoramento do controle de emissões de poluentes atmosféricos por veículos leves no Brasil: uma avaliação do potencial de programas de inspeção, manutenção e de renovação acelerada da frota. 2004. 253 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

TSIS User's Guide Version 6.0. ITT INDUSTRIES; FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. 2006. Disponível em:
<<http://www.et.byu.edu/~msaito/CE662MS/User%20manuals/TSIS/TSISUsersGuide.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2013.

ANEXO A

Coordenadas referentes às rotas ambientais

| ROTA 1 | | | | ROTA 2 | | | |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------------|--------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| <i>Links</i> | Coordenada X (m) | Coordenada Y (m) | Distâncias (m) | <i>Links</i> | Coordenada X (m) | Coordenada Y (m) | Distâncias (m) |
| (8001; 1) | 191364,53 | 7812121 | 15,00 | (8001; 1) | 191.364,53 | 7.812.121,00 | 15,00 |
| (01; 02) | 191361,49 | 7812150,38 | 27,51 | (01; 02) | 191.361,49 | 7.812.150,38 | 27,51 |
| (02; 03) | 191373,1 | 7812175,32 | 25,53 | (02; 03) | 191.373,10 | 7.812.175,32 | 25,53 |
| (03; 04) | 191353,42 | 7812191,58 | 95,56 | (03; 04) | 191.353,42 | 7.812.191,58 | 95,56 |
| (04; 05) | 191305,4 | 7812108,96 | 75,99 | (04; 05) | 191.305,40 | 7.812.108,96 | 75,99 |
| (05; 06) | 191262,41 | 7812046,3 | 171,17 | (05; 06) | 191.262,41 | 7.812.046,30 | 171,17 |
| (06; 07) | 191169,55 | 7811902,51 | 126,96 | (06; 07) | 191.169,55 | 7.811.902,51 | 126,96 |
| (07; 08) | 191101,41 | 7811795,38 | 132,03 | (07; 08) | 191.101,41 | 7.811.795,38 | 147,01 |
| (08; 09) | 191216,81 | 7811731,24 | 151,65 | (08; 09) | 191.027,27 | 7.811.668,43 | 316,98 |
| (09; 10) | 191353,68 | 7811665,93 | 203,10 | (09; 10) | 190.857,31 | 7.811.400,87 | 312,89 |
| (10; 11) | 191534,62 | 7811573,67 | 228,58 | (10; 11) | 190.591,49 | 7.811.235,82 | 447,36 |
| (11; 12) | 191455,56 | 7811359,2 | 101,65 | (11; 12) | 190.367,60 | 7.810.848,52 | 237,38 |
| (12; 13) | 191367,65 | 7811308,17 | 86,96 | (12; 13) | 190.604,93 | 7.810.853,50 | 322,39 |
| (13; 14) | 191444,81 | 7811268,07 | 160,68 | (13; 14) | 190.927,29 | 7.810.857,89 | 168,40 |
| (14; 15) | 191583,4 | 7811186,76 | 126,53 | (14; 15) | 191.095,69 | 7.810.857,48 | 341,89 |
| (15; 16) | 191689,8 | 7811118,28 | 115,01 | (15; 16) | 191.437,53 | 7.810.863,51 | 452,52 |
| (16; 17) | 191798,08 | 7811079,51 | 125,19 | (16; 8002) | 191.456,80 | 7.810.411,40 | |
| (17; 18) | 191920,66 | 7811054,07 | 221,39 | | | | |
| (18; 19) | 192134,04 | 7810995,07 | 307,58 | | | | |
| (19; 20) | 192429,68 | 7810910,2 | 292,78 | | | | |
| (20; 21) | 192711,12 | 7810829,5 | 480,81 | | | | |
| (21; 22) | 193173,23 | 7810696,72 | 349,92 | | | | |
| (22; 8002) | 193509,73 | 7810600,74 | | | | | |

| ROTA 3 | | | | ROTA 4 | | | |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------------|--------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| <i>Links</i> | Coordenada X (m) | Coordenada Y (m) | Distâncias (m) | <i>Links</i> | Coordenada X (m) | Coordenada Y (m) | Distâncias (m) |
| (8001; 1) | 191.364,53 | 7.812.121,00 | 15,00 | (8001; 1) | 191.364,53 | 7.812.121,00 | 15,00 |
| (01; 02) | 191.361,49 | 7.812.150,38 | 27,51 | (01; 02) | 191.361,49 | 7.812.150,38 | 27,51 |
| (02; 03) | 191.373,10 | 7.812.175,32 | 25,53 | (02; 03) | 191.373,10 | 7.812.175,32 | 25,53 |
| (03; 04) | 191.353,42 | 7.812.191,58 | 95,56 | (03; 04) | 191.353,42 | 7.812.191,58 | 95,56 |
| (04; 05) | 191.305,40 | 7.812.108,96 | 75,99 | (04; 05) | 191.305,40 | 7.812.108,96 | 75,99 |
| (05; 06) | 191.262,41 | 7.812.046,30 | 171,17 | (05; 06) | 191.262,41 | 7.812.046,30 | 171,17 |
| (06; 07) | 191.169,55 | 7.811.902,51 | 126,96 | (06; 07) | 191.169,55 | 7.811.902,51 | 126,96 |
| (07; 08) | 191.101,41 | 7.811.795,38 | 132,03 | (07; 08) | 191.101,41 | 7.811.795,38 | 132,03 |
| (08; 09) | 191.216,81 | 7.811.731,24 | 151,65 | (08; 09) | 191.216,81 | 7.811.731,24 | 151,65 |
| (09; 10) | 191.353,68 | 7.811.665,93 | 203,10 | (09; 10) | 191.353,68 | 7.811.665,93 | 203,10 |
| (10; 11) | 191.534,62 | 7.811.573,67 | 228,58 | (10; 11) | 191.534,62 | 7.811.573,67 | 228,58 |
| (11; 12) | 191.455,56 | 7.811.359,20 | 101,65 | (11; 12) | 191.455,56 | 7.811.359,20 | 101,65 |
| (12; 13) | 191.367,65 | 7.811.308,17 | 86,96 | (12; 13) | 191.367,65 | 7.811.308,17 | 100,67 |
| (13; 14) | 191.444,81 | 7.811.268,07 | 160,68 | (13; 14) | 191.417,40 | 7.811.220,65 | 357,89 |
| (14; 15) | 191.583,40 | 7.811.186,76 | 126,53 | (14; 15) | 191.436,66 | 7.810.863,28 | 295,50 |

| | | | | | | | |
|-----------|------------|--------------|--------|------------|------------|--------------|--------|
| (15; 16) | 191.689,80 | 7.811.118,28 | 115,01 | (15; 16) | 191.449,63 | 7.810.568,06 | 152,26 |
| (16; 17) | 191.798,08 | 7.811.079,51 | 125,19 | (16; 8002) | 191.456,37 | 7.810.415,95 | |
| (17; 18) | 191.920,66 | 7.811.054,07 | 221,39 | | | | |
| (18; 19) | 192.134,04 | 7.810.995,07 | 307,58 | | | | |
| (19; 20) | 192.429,68 | 7.810.910,20 | 292,78 | | | | |
| (20; 21) | 192.711,12 | 7.810.829,50 | 480,81 | | | | |
| (21; 22) | 193173,23 | 7810696,72 | 349,92 | | | | |
| (22;8002) | 193509,73 | 7810600,74 | | | | | |

ANEXO B

Coordenadas referentes a área de estudo

| Cruzamento | Ponto | Coordenada x | Coordenada y | Cota z |
|---|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| Rua Monte Alegre Av. Baão do Rio Branco | 1 | 191.306,07 | 7.812.110,00 | 791,70 |
| Rua Prata Av. Barão do Rio Branco | 2 | 191.262,87 | 7.812.047,14 | 791,30 |
| Rua Prata Rua Donato Cicci | 3 | 191.310,09 | 7.812.014,86 | 793,20 |
| Rua Antonio Campos Rua Donato Cicci | 4 | 191.407,87 | 7.812.084,12 | 794,90 |
| Rua Araguari Av. Barão do Rio Branco | 5 | 191.356,38 | 7.812.189,93 | 791,70 |
| Rua Araguari Rua Ituitaba | 6 | 191.249,02 | 7.812.258,35 | 786,90 |
| Rua Donato Cicci Praça Carlos Terra | 7 | 191.452,26 | 7.812.156,79 | 794,60 |
| Praça Carlos Terra Estacionamento do Terminal Rodoviário | 8 | 191.419,41 | 7.812.189,10 | 793,50 |
| Praça Carlos Terra Estacionamento do Terminal Rodoviário | 9 | 191.370,50 | 7.812.184,60 | 792,40 |
| Rua Donato Cicci Rua Padre Jacinto Fagundes | 10 | 191.500,13 | 7.812.226,12 | 794,60 |
| Rua Espir Nicolau Bichueti Rua Padre Jacinto Fagundes | 11 | 191.561,12 | 7.812.191,19 | 795,90 |
| Rua Edmundo Borges de Araújo Rua Padre Jacinto Fagundes | 12 | 191.621,28 | 7.812.155,29 | 797,10 |
| Rua Espir Nicolau Bichueti Rua Antonio Campos Sobrinho | 13 | 191.474,89 | 7.812.044,67 | 796,30 |
| Rua Edmundo Broges de Araújo Rua Antonio Campos Sobrinho | 14 | 191.536,15 | 7.812.005,29 | 797,70 |
| Rua Uberlândia Av. Barão do Rio Branco | 15 | 191.417,56 | 7.812.294,76 | 791,50 |
| Rua Ituiutaba Rua Uberlândia | 16 | 191.313,55 | 7.812.362,89 | 787,20 |
| Rua Tenente Joaquim Rosa Rua Uberlândia | 17 | 191.214,03 | 7.812.426,21 | 780,60 |
| Rua Ituiutaba Rua Campo Formoso | 18 | 191.376,53 | 7.812.461,96 | 785,80 |
| Rua Tenente Joaquim Rosa Rua Campo Formoso | 19 | 191.274,63 | 7.812.523,40 | 781,60 |

| | | | | |
|---|----|------------|--------------|--------|
| Rua Verissimo Rua Ituitaba | 20 | 191.442,53 | 7.812.564,50 | 784,90 |
| Rua Verissimo Av. Barão do Rio Branco | 21 | 191.548,03 | 7.812.499,59 | 788,40 |
| Rua Rodolfo Machado Borges Rua Verissimo | 22 | 191.649,90 | 7.812.436,21 | 791,60 |
| Rua Conceição das Alagoas Rua Ituitaba | 23 | 191.507,08 | 7.812.667,17 | 783,50 |
| Rua Conceição das Alagoas Av. Barão do Rio Branco | 24 | 191.612,39 | 7.812.603,33 | 786,80 |
| Rua Onofre da Cunha Resende Rua Ituitaba | 25 | 191.555,13 | 7.812.723,94 | 782,20 |
| Rua Tristão de Castro Rua Alberto Martins Fontoura Borges | 26 | 191.602,72 | 7.812.751,17 | 782,60 |
| Rua Major Eustáquio Rua Boa Esperança | 27 | 191.584,93 | 7.812.772,37 | 781,80 |
| Rua Major Eustáquio Rua Novo Horizonte | 28 | 191.626,38 | 7.812.832,87 | 780,50 |
| Rua Onofre da Cunha Resende Rua Tenente Joaquim Rosa | 29 | 191.462,36 | 7.812.833,81 | 777,10 |
| Rua Conceição das Alagoas Rua Tenente Joaquim Rosa | 30 | 191.402,44 | 7.812.734,98 | 779,10 |
| Rua Alberto Martins Fontoura Borges Av. Barão do Rio Branco | 31 | 191.677,57 | 7.812.705,48 | 784,50 |
| Rua Vera Cruz Av. Barão do Rio Branco | 32 | 191.734,49 | 7.812.783,58 | 783,30 |
| Rua Alberto Martins Fontoura Borges Rua Rodolfo Machado Borges | 33 | 191.778,91 | 7.812.639,79 | 786,90 |
| Rua José de Alencar Rua Tristão de Castro | 34 | 191.708,28 | 7.812.882,61 | 779,40 |
| Rua Major Eustáquio Rua Dr. Rafa Cecílio | 35 | 191.668,59 | 7.812.896,31 | 778,70 |
| Rua Tenente Joaquim Rosa Rua Novo Horizonte | 36 | 191.557,46 | 7.812.925,15 | 775,70 |
| Rua Tenente Joaquim Rosa Rua Boa Esperança | 37 | 191.508,76 | 7.812.879,37 | 776,70 |
| Rua Conquista Rua Onofre da Cunha Resende | 38 | 191.422,67 | 7.812.887,52 | 774,40 |
| Rua Boa Esperança Rua Cruzeiro | 39 | 191.456,44 | 7.812.956,87 | 773,50 |
| Rua Onofre da Cunha Resende Rua Cruzeiro | 40 | 191.384,71 | 7.812.939,46 | 772,20 |
| Rua Tupaciguara Rua Onofre da Cunha Resende | 41 | 191.355,87 | 7.812.961,19 | 771,70 |

| | | | | |
|---|----|------------|--------------|--------|
| Rua Graciela Matias Rua Visconde do Rio Branco | 42 | 191.310,33 | 7.812.852,96 | 773,40 |
| Rua Visconde do Rio Branco Rua Particular | 43 | 191.338,31 | 7.812.922,72 | 772,40 |
| Rua Visconde do Rio Branco Rua Conceição das Alagoas | 44 | 191.290,97 | 7.812.802,09 | 774,50 |
| Rua Conquista Rua Conceição das Alagoas | 45 | 191.346,18 | 7.812.770,36 | 777,60 |
| Rua Visconde do Rio Branco Beco do Braga | 46 | 191.263,19 | 7.812.738,28 | 774,20 |
| Rua Visconde do Rio Branco Rua Wilson Prata | 47 | 191.244,43 | 7.812.688,37 | 774,60 |
| Rua Campo Formoso Rua Barão do Rio Branco | 48 | 191.484,09 | 7.812.397,58 | 789,50 |
| AV Francisco Pagliario Rua Donato Cicci | 49 | 191.547,79 | 7.812.315,48 | 793,80 |
| Rua Campo Formoso Av. Francisco Pagliario | 50 | 191.575,96 | 7.812.333,46 | 793,30 |
| Rua Nicolau Bichueti Av. Francisco Pagliario | 51 | 191.644,34 | 7.812.338,46 | 794,30 |
| Rua Edmundo Borges de Araújo Av. Francisco Pagliario | 52 | 191.716,62 | 7.812.316,80 | 794,10 |
| Rua Veríssimo (*) em frente a Pça. Jorge Frange | 53 | 191.751,09 | 7.812.377,33 | 793,10 |
| Rua Artur Bernardes Av. Francisco Pagliario | 54 | 191.773,04 | 7.812.264,90 | 794,80 |
| Rua São Benedito Rua Veríssimo | 55 | 191.838,36 | 7.812.321,08 | 793,90 |
| Rua São Benedito Av. Francisco Pagliario | 56 | 191.806,49 | 7.812.201,53 | 795,40 |
| Av. Fernando Costa Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 57 | 191.804,58 | 7.812.160,57 | 796,10 |
| Rua Capitão Manoel Prata Rua Monte Carmelo | 58 | 191.980,31 | 7.812.274,78 | 790,50 |
| Rua Monte Carmelo Rua Veríssimo | 59 | 191.962,50 | 7.812.239,08 | 791,10 |
| Rua Sacramento Rua Veríssimo | 60 | 192.039,84 | 7.812.187,57 | 787,90 |
| Rua Bernardo Rossi Rua Veríssimo | 61 | 192.106,73 | 7.812.138,33 | 784,20 |
| Rua Veríssimo Rua Passa Quatro | 62 | 192.170,15 | 7.812.097,72 | 779,50 |
| Av. Guilherme Ferreira (*) próximo a Rua. Veríssimo | 63 | 192.359,46 | 7.812.068,91 | 762,80 |

| | | | | |
|--|----|------------|--------------|--------|
| (*) próximo a Av. Guilherme Ferreira | 64 | 192.405,24 | 7.812.091,91 | 762,30 |
| (*) próximo a Av. Guilherme Ferreira | 65 | 192.461,74 | 7.812.013,75 | 770,00 |
| (*) próximo a Av. Guilherme Ferreira | 66 | 192.485,53 | 7.812.078,74 | 760,00 |
| (*) próximo a Rua do Contorno | 67 | 192.565,83 | 7.812.196,55 | 770,00 |
| Av. Guilherme Ferreira Rua Conceição das Alagoas | 68 | 192.417,28 | 7.812.200,12 | 759,90 |
| Av. Guilherme Ferreira entre Conceição das Alagoas e Dr. Ludovice | 69 | 192.410,18 | 7.812.271,67 | 758,90 |
| Av. Guilherme Ferreira Rua Dr. Ludovice | 70 | 192.401,48 | 7.812.335,76 | 758,40 |
| Rua Conceição das Alagoas Rua Passa Quatro | 71 | 192.247,49 | 7.812.219,06 | 774,70 |
| Rua Bernardo Rossi Rua Conceição das Alagoas | 72 | 192.157,02 | 7.812.261,61 | 782,10 |
| Rua Marechal Deodoro da Fonseca Rua Conceição das Alagoas | 73 | 192.139,31 | 7.812.274,37 | 782,30 |
| Rua Alberto Martins Fontoura Borges Rua Duque de Caxias | 74 | 192.264,71 | 7.812.338,52 | 773,80 |
| Rua Alberto Martins Fontoura Borges Rua Bernardo Rossi | 75 | 192.196,57 | 7.812.378,47 | 779,30 |
| Rua Alberto Martins Fontoura Borges Rua Marechal Deodoro da Fonseca | 76 | 192.158,83 | 7.812.401,54 | 782,20 |
| Av. Guilherme Ferreira (*) acima da Rua Dr. Ludovice | 77 | 192.397,93 | 7.812.394,13 | 757,50 |
| Av. Guilherme Ferreira (*) Acima do Ponto 77 | 78 | 192.395,95 | 7.812.480,13 | 757,60 |
| Av. Guilherme Ferreira Rua Felipe dos Santos | 79 | 192.424,80 | 7.812.534,93 | 757,60 |
| Rua José de Alencar Rua Do Carmo | 80 | 192.505,90 | 7.812.655,38 | 761,10 |
| Rua José de Alencar Av. Guilherme Ferreira | 81 | 192.449,66 | 7.812.671,30 | 756,50 |
| Rua Vigario Carlos Rua José de Alencar | 82 | 192.387,23 | 7.812.689,00 | 761,40 |
| Rua José de Alencar Rua Duque de Caxias | 83 | 192.305,32 | 7.812.714,65 | 772,40 |
| Rua José de Alencar Rua Marechal Deodoro da Fonseca | 84 | 192.203,83 | 7.812.741,75 | 778,20 |
| Rua Vigario Carlos Rua Da Constituição | 85 | 192.439,74 | 7.812.858,79 | 756,90 |

| | | | | |
|---|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Da Constituição Rua Duque de Caxias | 86 | 192.362,05 | 7.812.879,32 | 767,50 |
| Rua Da Constituição Rua Marechal Deodoro da Fonseca | 87 | 192.226,53 | 7.812.913,92 | 776,20 |
| Rua Da Constituição Av. Capitão Manoel Prata | 88 | 192.112,15 | 7.812.937,71 | 777,90 |
| Rua José de Alencar Av. Capitão Manoel Prata | 89 | 192.076,96 | 7.812.776,12 | 780,90 |
| Rua Teófilo Otoni Rua São Benedito | 90 | 191.957,79 | 7.812.876,86 | 780,60 |
| Rua José de Alencar Rua São Benedito | 91 | 191.947,01 | 7.812.816,35 | 782,30 |
| Rua Rodolfo Machado Borges Rua José de Alencar | 92 | 191.870,84 | 7.812.837,21 | 781,80 |
| Rua Veríssimo Rua Tenente Joaquim Rosa | 93 | 191.339,14 | 7.812.631,60 | 780,50 |
| Rua José de Alencar Av. Barão do Rio Branco | 94 | 191.791,10 | 7.812.859,91 | 780,10 |
| Rua Godofredo Rodrigues da Cunha Rua São Benedito | 95 | 191.911,97 | 7.812.648,09 | 786,70 |
| Rua Godofredo Rodrigues da Cunha Av. Capitão Manoel Prata | 96 | 192.045,96 | 7.812.619,48 | 784,20 |
| Rua Alberto Martins Fontoura Borges Rua São Benedito | 97 | 191.894,69 | 7.812.569,76 | 788,00 |
| Rua Alberto Martins Fontoura Borges Av. Capitão Manoel Prata | 98 | 192.018,59 | 7.812.489,31 | 787,00 |
| Vila Santa Luzia Rua Marechal Deodoro da Fonseca | 99 | 192.170,66 | 7.812.488,74 | 780,00 |
| Rua Godofredo Rodrigues da Cunha Rua Marechal Deodoro da Fonseca | 100 | 192.185,48 | 7.812.594,09 | 780,00 |
| Rua Godofredo Rodrigues da Cunha Rua Bernardo Rossi | 101 | 192.256,78 | 7.812.580,83 | 775,80 |
| Rua Godofredo Rodrigues da Cunha Rua Duque de Caxias | 102 | 192.286,28 | 7.812.575,43 | 773,90 |
| Rua Conceição das Alagoas (*) abaixo da R. Rodolfo Machado | 103 | 191.813,91 | 7.812.475,64 | 791,20 |
| Rua Conceição das Alagoas Rua São Benedito | 104 | 191.865,96 | 7.812.444,30 | 791,30 |
| Rua Conceição das Alagoas Av. Capitão Manoel Prata | 105 | 191.993,25 | 7.812.364,40 | 789,20 |
| Rua Conceição das Alagoas Av. Monte Carmelo | 106 | 192.031,55 | 7.812.343,58 | 788,10 |
| Rua Conceição das Alagoas Rua Rodolfo Machado Borges | 107 | 191.714,95 | 7.812.539,51 | 789,80 |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Padre Jacinto Fagundes Av. Fernando Costa | 108 | 191.752,16 | 7.812.074,30 | 797,10 |
| Rua Nova Ponte Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 109 | 191.788,10 | 7.812.064,16 | 796,40 |
| Rua Nova Ponte Rua Monte Carmelo | 110 | 191.842,08 | 7.812.053,65 | 794,30 |
| Rua São Lourenço Rua Nova Ponte | 111 | 191.865,51 | 7.812.043,51 | 794,50 |
| Rua Da Constituição Av. Guilherme Ferreira | 112 | 192.494,81 | 7.812.843,01 | 757,36 |
| Rua Felipe dos Santos Rua Do Carmo | 113 | 192.528,63 | 7.812.505,15 | 766,10 |
| Rua Frei Paulino Rua Capitão Domingos | 114 | 192.699,03 | 7.812.264,16 | 779,40 |
| Rua Felipe dos Santos Rua Capitão Domingos | 115 | 192.610,12 | 7.812.489,11 | 773,10 |
| Rua Tenente Joaquim Rosa Rua Araxá | 116 | 191.023,01 | 7.812.109,95 | 778,10 |
| Rua Tenente Joaquim Rosa Rua Prata | 117 | 191.057,29 | 7.812.174,24 | 778,90 |
| Rua Monte Alegre Rua Tenente Joaquim Rosa | 118 | 191.094,90 | 7.812.233,91 | 779,90 |
| Rua Monte Alegre Rua Visconde do Rio Branco | 119 | 191.052,45 | 7.812.260,46 | 777,20 |
| Rua Tenente Joaquim Rosa Rua Araguari | 120 | 191.147,03 | 7.812.186,35 | 780,40 |
| Rua Araxá Av. Santa Beatriz da Silva | 121 | 190.894,27 | 7.812.171,91 | 763,20 |
| Rua Monte Alegre Rua Dona Maria da Gloria Leão Borges | 122 | 190.966,44 | 7.812.312,69 | 770,10 |
| Rua Paraná Rua Paraíba | 123 | 190.792,96 | 7.812.163,75 | 773,20 |
| Rua Santa Catarina Rua Rio Grande do Norte | 124 | 190.789,56 | 7.812.302,89 | 775,10 |
| Rua Santa Catarina Rua Paraíba | 125 | 190.724,67 | 7.812.209,78 | 778,40 |
| Rua Pernambuco Rua Paraná | 126 | 190.730,15 | 7.812.063,60 | 777,40 |
| Rua Pernambuco Rua Santa Catarina | 127 | 190.657,31 | 7.812.119,88 | 782,20 |
| Rua Rio Grande do Sul Rua Paraíba | 128 | 190.648,88 | 7.812.266,65 | 782,80 |
| Rua Rio Grande do Sul Rua Rio Grande do Norte | 129 | 190.718,66 | 7.812.359,28 | 779,50 |

| | | | | |
|---|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Paraíba Rua Mato Grosso | 130 | 190.573,74 | 7.812.326,13 | 786,10 |
| Rua Rio Grande do Norte Rua Mato Grosso | 131 | 190.642,16 | 7.812.418,06 | 783,80 |
| Rua Ceará Av. Pará | 132 | 190.820,74 | 7.812.426,84 | 773,80 |
| Av. Santa Beatriz da Silva (*) próximo Rua Tupaciguara | 133 | 191.094,68 | 7.812.946,75 | 752,90 |
| Rua Ceará Rua Rio Grande do Sul | 134 | 190.787,07 | 7.812.449,26 | 775,90 |
| Rua Mato Grosso Rua Ceará | 135 | 190.712,42 | 7.812.507,76 | 780,50 |
| Av. Santa Beatriz da Silva Rua Araguari | 136 | 190.947,20 | 7.812.470,96 | 761,90 |
| Av. Pará Rua Araguari | 137 | 190.856,94 | 7.812.542,00 | 772,20 |
| Rua Uberlândia Rua Dona Maria da Gloria Leão Borges | 138 | 191.092,85 | 7.812.484,51 | 772,80 |
| Rua Visconde do Rio Branco Rua Araguari | 139 | 191.100,60 | 7.812.356,40 | 777,60 |
| Rua Uberlândia Rua Visconde do Rio Branco | 140 | 191.152,89 | 7.812.462,84 | 776,10 |
| Rua Visconde do Rio Branco Rua Campo Formoso | 141 | 191.195,30 | 7.812.566,32 | 775,20 |
| Av. Santa Beatriz da Silva (*) próximo a Rua Wilson José Prata | 142 | 191.081,09 | 7.812.737,76 | 755,60 |
| Av. Santa Beatriz da Silva (*) acima da Rua Wilson José Prata | 143 | 191.090,81 | 7.812.864,98 | 753,90 |
| Av. Pará Travessa Jerônimo Semeão da Silva | 144 | 190.914,49 | 7.812.795,45 | 771,70 |
| Av. Pará Rua Maranhão | 145 | 190.894,43 | 7.812.662,03 | 771,80 |
| Rua Maranhão Rua Mato Grosso | 146 | 190.851,01 | 7.812.693,39 | 774,20 |
| Rua Goiás Rua Maranhão | 147 | 190.780,31 | 7.812.752,55 | 777,20 |
| Rua Mato Grosso Rua Piauí | 148 | 190.781,54 | 7.812.599,10 | 777,40 |
| Rua Goiás Rua Piauí | 149 | 190.706,10 | 7.812.656,83 | 779,90 |
| Rua Minas Gerais Rua Maranhão | 150 | 190.704,68 | 7.812.809,10 | 777,70 |
| Rua Piauí Rua Minas Gerais | 151 | 190.632,42 | 7.812.711,92 | 780,80 |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Goiás Rua Ceará | 152 | 190.637,77 | 7.812.566,04 | 782,70 |
| Rua Ceará Rua Minas Gerais | 153 | 190.563,60 | 7.812.623,07 | 783,40 |
| Rua Acre Rua Piauí | 154 | 190.558,03 | 7.812.769,15 | 780,30 |
| Rua Acre Av. Maranhão | 155 | 190.631,97 | 7.812.864,19 | 777,70 |
| Av. Santos Dumont Rua Piauí | 156 | 190.481,91 | 7.812.828,62 | 778,60 |
| Rua Acre Rua Ceará | 157 | 190.490,43 | 7.812.679,26 | 783,10 |
| Rua Santos Dumont Rua Ceará | 158 | 190.411,87 | 7.812.739,22 | 780,70 |
| Rua Amapá Rua Ceará | 159 | 190.334,07 | 7.812.799,37 | 777,20 |
| Av. Santos Dumont Rua Rio Grande do Norte | 160 | 190.343,07 | 7.812.649,03 | 783,10 |
| Rua Acre Rua Rio Grande do Norte | 161 | 190.420,64 | 7.812.589,43 | 785,50 |
| Rua Minas Gerais Rua Rio Grande do Norte | 162 | 190.492,36 | 7.812.532,13 | 786,10 |
| Rua Goiás Rua Rio Grande do Norte | 163 | 190.569,45 | 7.812.475,10 | 785,80 |
| Rua Goiás Rua Paraíba | 164 | 190.499,57 | 7.812.382,68 | 787,80 |
| Rua Minas Gerais Rua Paraíba | 165 | 190.425,02 | 7.812.440,49 | 788,50 |
| Rua Acre Rua Paraíba | 166 | 190.350,37 | 7.812.498,50 | 788,10 |
| Rua Pernambuco Rua Minas Gerais | 167 | 190.354,65 | 7.812.349,53 | 790,50 |
| Rua Pernambuco Rua Acre | 168 | 190.282,44 | 7.812.405,59 | 790,40 |
| Av. Santos Dumont Rua Paraíba | 169 | 190.273,16 | 7.812.558,16 | 785,60 |
| Av. Santos Dumont Rua Pernambuco | 170 | 190.202,91 | 7.812.465,55 | 788,40 |
| Rua Amapá Rua Paraíba | 171 | 190.194,55 | 7.812.617,65 | 782,60 |
| Rua Pernambuco Rua Amapá | 172 | 190.124,27 | 7.812.526,05 | 784,60 |
| Rua Acre Av. Afrânio de Azevedo | 173 | 190.209,25 | 7.812.311,50 | 792,60 |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Acre Rua Sergipe | 174 | 190.138,95 | 7.812.221,01 | 795,00 |
| Rua Minas Gerais Av. Afrânio de Azevedo | 175 | 190.284,88 | 7.812.255,93 | 792,80 |
| Rua Pernambuco Rua Goiás | 176 | 190.429,80 | 7.812.292,98 | 789,60 |
| Rua Mato Grosso Rua Pernambuco | 177 | 190.505,88 | 7.812.236,13 | 787,80 |
| Rua Pernambuco Rua Rio Grande do Sul | 178 | 190.579,56 | 7.812.177,14 | 785,80 |
| Rua Goiás Av. Afrânio de Azevedo | 179 | 190.359,01 | 7.812.199,08 | 791,50 |
| Rua Mato Grosso Av. Afrânio de Azevedo | 180 | 190.434,15 | 7.812.140,58 | 789,90 |
| Rua Rio Grande do Sul Av. Afrânio de Azevedo | 181 | 190.510,27 | 7.812.085,01 | 787,80 |
| Rua Santa Catarina Av. Afrânio de Azevedo | 182 | 190.582,97 | 7.812.025,74 | 785,50 |
| Rua Mato Grosso Rua Sergipe | 183 | 190.364,37 | 7.812.049,14 | 792,20 |
| Rua Goiás Rua Sergipe | 184 | 190.288,26 | 7.812.107,92 | 793,90 |
| Rua Sergipe Rua Minas Gerais | 185 | 190.213,60 | 7.812.164,47 | 794,80 |
| Rua Minas Gerais Rua Bahia | 186 | 190.145,78 | 7.812.074,28 | 795,70 |
| Rua Bahia Rua Goiás | 187 | 190.219,94 | 7.812.016,96 | 795,40 |
| Rua Amapá Rua Rio Grande do Norte | 188 | 190.264,11 | 7.812.705,95 | 780,10 |
| Rua Monte Alegre Rua Ituitaba | 189 | 191.196,50 | 7.812.172,94 | 786,60 |
| Rua José Pedro de Freitas Rua Rio Grande do Norte | 190 | 190.190,32 | 7.812.762,87 | 773,80 |
| Rua José Pedro de Freitas Rua Ceará | 191 | 190.257,03 | 7.812.854,78 | 770,40 |
| Rua Ituitaba Rua Araxá | 192 | 191.121,57 | 7.812.048,41 | 785,50 |
| Rua Ituitaba Rua Prata | 193 | 191.159,09 | 7.812.111,75 | 786,20 |
| Rua Espírito Santo Rua Acre | 194 | 189.999,99 | 7.812.037,89 | 797,70 |
| Av. Santos Dumont Rua Bahia | 195 | 189.990,11 | 7.812.188,27 | 795,60 |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| Av. Santos Dumont Rua Sergipe | 196 | 190.059,46 | 7.812.278,22 | 793,90 |
| Rua José Pedro Rua Paraíba | 197 | 190.119,95 | 7.812.673,41 | 777,90 |
| Av. Edilson Lamartine Mendes Rua Oliveira | 198 | 190.874,47 | 7.811.285,03 | 800,00 |
| Rua Juiz de Fora Av. Barão do Rio Branco | 199 | 190.859,76 | 7.811.398,57 | 797,60 |
| Centro da Rua Varginha | 200 | 190.850,20 | 7.811.551,59 | 792,10 |
| Rua Varginha Rua Barão do Rio Branco | 201 | 191.028,10 | 7.811.665,35 | 786,10 |
| Rua Guaicurus Rua Botocudus | 202 | 191.150,75 | 7.811.605,22 | 794,70 |
| Rua Varginha Rua Eustógio Pinheiro | 203 | 190.682,65 | 7.811.440,72 | 794,20 |
| Centro da Rua Juiz de Fora | 204 | 190.729,19 | 7.811.318,47 | 798,50 |
| Av. Barão do Rio Branco Av. Edilson Lamartine Mendes | 205 | 190.748,47 | 7.811.214,43 | 800,50 |
| Av. Edilson Lamartine Mendes Rua São João Del Rey | 206 | 190.585,95 | 7.811.213,28 | 799,50 |
| Rua Gama Av. Edilson Lamartine Mendes | 207 | 190.474,83 | 7.811.212,63 | 798,70 |
| Rua Varginha Rua Particular | 208 | 190.436,81 | 7.811.285,99 | 796,20 |
| Rua Varginha Rua Barbacena | 209 | 190.500,40 | 7.811.325,61 | 795,20 |
| Rua Rio de Janeiro Rua Paraná (*) nas proximidades | 210 | 190.416,08 | 7.811.570,87 | 790,00 |
| Av. Edilson Lamartine Mendes Rua José Kahtalian | 211 | 190.335,73 | 7.811.213,19 | 798,60 |
| Rua Varginha Av. Edilson Lamartine Mendes | 212 | 190.313,40 | 7.811.225,56 | 797,90 |
| Av. Edilson Lamartine Mendes Rua Segismundo Carlos Ferreira | 213 | 190.104,59 | 7.811.224,87 | 801,70 |
| Alameda Petropolis (*) próximo | 214 | 190.181,76 | 7.811.358,39 | 800,00 |
| Rua Rio Grande do Sul Rua Marcos Lombardi | 215 | 190.179,73 | 7.811.651,19 | 800,60 |
| Rua Rio Grande do Sul Rua Rio de Janeiro | 216 | 190.228,90 | 7.811.714,73 | 798,70 |
| Rua Rio de Janeiro Rua Mato Grosso | 217 | 190.155,80 | 7.811.773,28 | 799,80 |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Juiz de Fora Rua Apolonio Sales | 218 | 191.150,81 | 7.811.765,68 | 789,30 |
| Rua Rio Grande do Sul Rua Espirito Santo | 219 | 190.299,71 | 7.811.807,67 | 796,60 |
| Rua Mato Grosso Rua Espirito Santo | 220 | 190.227,90 | 7.811.864,81 | 797,50 |
| Rua Espirito Santo Rua Goias | 221 | 190.344,89 | 7.811.217,39 | 797,50 |
| Rua Rio Grande do Sul Rua Bahia | 222 | 190.368,42 | 7.811.899,10 | 793,50 |
| Rua Rio Grande do Sul Rua Sergipe | 223 | 190.438,98 | 7.811.988,66 | 790,70 |
| Rua Santa Catarina Rua Sergipe | 224 | 190.515,34 | 7.811.933,54 | 788,30 |
| Rua Paraná Rua Sergipe | 225 | 190.589,98 | 7.811.876,16 | 784,80 |
| Rua Paraná Av. Afranio de Azevedo | 226 | 190.660,27 | 7.811.967,62 | 781,20 |
| Rua São Paulo Av. Afranio de Azevedo | 227 | 190.716,97 | 7.811.923,37 | 776,60 |
| Av. Santa Beatriz da Silva Av. Afranio de Azevedo | 228 | 190.776,03 | 7.811.875,57 | 771,60 |
| Av. Afranio de Azevedo (*) após Av. Santa Beatriz da Silva | 229 | 190.851,83 | 7.811.817,92 | 776,50 |
| Av. Apolonio Sales (*) próximo a Av. Santa Beatriz da Silva | 230 | 190.901,00 | 7.811.942,06 | 770,00 |
| Rua Frutal Rua Ituiutaba | 231 | 191.070,68 | 7.811.964,67 | 783,50 |
| Rua Frutal Rua Leonor Borges Carvalho | 232 | 191.125,53 | 7.811.930,55 | 786,90 |
| Rua Frutal Av. Barão do Rio Branco | 233 | 191.172,49 | 7.811.903,32 | 789,30 |
| Terreno entre Av. Apolonio Sales e Av. Afranio de Azevedo | 234 | 191.015,25 | 7.811.784,00 | 780,00 |
| Av. Barão do Rio Branco Av. Apolonio Sales | 235 | 191.103,85 | 7.811.790,00 | 787,20 |
| Rua Minas Gerais Rua Rio de Janeiro | 236 | 190.006,94 | 7.811.891,89 | 799,90 |
| Rua Minas Gerais Rua Espirito Santo | 237 | 190.076,61 | 7.811.979,93 | 797,80 |
| Rua Rio de Janeiro Rua Goias | 238 | 190.080,83 | 7.811.832,57 | 800,20 |
| Rua Osorio Rodrigues da Cunha Rua Mato Grosso | 239 | 190.070,14 | 7.811.655,49 | 803,30 |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Sinei Higa Rua Rio Grande do Sul | 240 | 190.092,78 | 7.811.542,60 | 803,20 |
| Rua Alexis Miguel Bitar Rua Professor Euripedes Barsanufu | 241 | 190.594,88 | 7.811.003,72 | 800,70 |
| Rua Regencia Rua Ipiranga | 242 | 190.705,74 | 7.811.147,63 | 801,30 |
| Rua Alan Kardec Rua Regência | 243 | 190.705,74 | 7.811.078,91 | 801,90 |
| Rua Professor Euripedes Barsanufu Rua Regência | 244 | 190.704,60 | 7.811.008,67 | 801,90 |
| Rua da Independência Rua Euripedes Barsanufu | 245 | 190.763,40 | 7.811.008,81 | 802,50 |
| Rua do Império Rua Ipiranga | 246 | 190.884,03 | 7.811.154,14 | 802,20 |
| Rua Império Rua Professor Euripedes Barsanufu | 247 | 190.891,36 | 7.811.011,52 | 802,20 |
| Rua Ipiranga Rua da República | 248 | 191.028,56 | 7.811.156,24 | 803,10 |
| Rua da República Rua Alan Kardec | 249 | 191.034,61 | 7.811.083,63 | 803,80 |
| Rua da República Rua Professor Euripedes Barsanufu | 250 | 191.027,69 | 7.811.015,85 | 804,40 |
| Rua Fernando Sabino de Freitas Rua Alan Kardec | 251 | 191.132,73 | 7.811.076,01 | 804,50 |
| Av Edilson Lamartine Mendes Rua da Republica | 252 | 191.028,31 | 7.811.228,26 | 802,30 |
| Dentro da IFET | 253 | 191.099,92 | 7.811.354,15 | 800,00 |
| Pista do Parque da Exposição | 254 | 191.169,20 | 7.811.436,33 | 793,50 |
| Av. Edilson Lamartine Mendes Rua do Império | 255 | 190.882,28 | 7.811.216,73 | 801,30 |
| Rua Dom Pedro Rua Dr. Ismael Alonso | 256 | 190.601,80 | 7.810.933,27 | 800,40 |
| Rua Dom Pedro Rua Independência | 257 | 190.754,15 | 7.810.940,13 | 802,50 |
| Rua Dom Pedro Rua Império | 258 | 190.890,28 | 7.810.942,73 | 803,70 |
| Av. João XXIII Rua Dr. Mozart Moraes Miranda | 259 | 190.765,55 | 7.810.778,48 | 801,50 |
| Rua João Scussel Rua Epaminondas Bandeira | 260 | 190.929,60 | 7.810.778,48 | 801,80 |
| Av. João XXIII Rua Da República | 261 | 190.034,92 | 7.810.865,16 | 803,80 |

| | | | | |
|---|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Da República Rua Fernando Sabino de Freitas | 262 | 191.037,98 | 7.810.983,10 | 804,50 |
| Rua João XXIII Rua Eng. Marçal Ponce Ferrete | 263 | 191.095,73 | 7.810.858,57 | 804,40 |
| Rua Eng. Marçal Ponce Ferrete Rua João Scussel | 264 | 191.102,85 | 7.810.781,01 | 803,40 |
| Rua Eng. Marçal Ponce Ferrete Rua José Silveira | 265 | 191.102,96 | 7.810.710,20 | 802,50 |
| Rua José Silveira Rua Presidente John Kenedy | 266 | 191.186,61 | 7.810.708,91 | 803,50 |
| Rua João XXIII Rua Presidente John Kenedy | 267 | 191.188,54 | 7.810.983,10 | 804,80 |
| Rua José de Souza Prata Rua Presidente John Kenedy | 268 | 191.260,27 | 7.810.946,35 | 806,20 |
| Rua João Batista Jack Gonçalves Rua Rui Mesquita | 269 | 191.348,15 | 7.810.861,85 | 805,90 |
| Rua João Batista Jack Gonçalves Rua José de Souza Prata | 270 | 191.246,14 | 7.810.860,06 | 805,20 |
| Rua José Silveira Rua José de Souza Prata | 271 | 191.265,40 | 7.810.711,49 | 804,90 |
| Rua José Silveira Rua Rui Mesquita | 272 | 191.351,14 | 7.810.714,80 | 806,10 |
| Rua José Silveira Av. Tonico dos Santos | 273 | 191.442,19 | 7.810.716,12 | 806,90 |
| Rua Arlinda Cruvinel Borges Rua José Silveira | 274 | 191.527,27 | 7.810.717,44 | 807,10 |
| Rua Avelino Inacio Rua Miguel Stefani | 275 | 191.594,17 | 7.810.720,17 | 807,40 |
| Rua Sergio Pereira Dias Rua Miguel Stefani | 276 | 191.660,14 | 7.810.720,17 | 807,70 |
| Rua João Batista Jaques Gonçalves Rua Avelino Inacio | 277 | 191.593,55 | 7.810.866,07 | 806,10 |
| Rua Neusa Jordão Rua Itapagipe | 278 | 191.594,46 | 7.810.957,49 | 804,50 |
| Rua Sergio Pereira Dias Rua Itapagipe | 279 | 191.658,18 | 7.810.922,27 | 805,10 |
| Rua Sergio Pereira Dias Rua João Batista Jaques Gonçalves | 280 | 191.657,77 | 7.810.866,07 | 806,10 |
| Rua Comendador Gomes Rua Olga | 281 | 191.786,13 | 7.810.989,26 | 802,90 |
| Rua Maria Cunha Oliveira Rua João Batista Jaques Gonçalves | 282 | 191.785,45 | 7.810.869,84 | 805,70 |
| Rua Joaquim Marajó de Carvalho Rua Itapagipe | 283 | 191.859,27 | 7.810.880,88 | 805,80 |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| (*) entre | 284 | 191.902,87 | 7.810.794,23 | 806,50 |
| Rua Joaquim Marajó de Carvalho | | | | |
| Rua Luiz Mário Molinar | | | | |
| Rua Itapagipe | 285 | 191.956,01 | 7.810.868,17 | 805,90 |
| Rua Dagoberto Prata | | | | |
| Rua Comendador Gomes | 286 | 191.936,59 | 7.810.969,60 | 804,60 |
| Rua Dagoberto Prata | | | | |
| Rua Coronel Bruno S. Oliveira | 287 | 192.033,45 | 7.810.938,42 | 805,30 |
| Rua Comendador Gomes | | | | |
| Rua Antonio Salge | 288 | 192.134,14 | 7.810.995,46 | 805,10 |
| Av. Deputado Marcus Cherém | | | | |
| Rua José Pedro de Freitas | 289 | 190.397,37 | 7.813.031,96 | 767,10 |
| Rua Maranhão | | | | |
| Av. Santos Dumont | 290 | 190.674,97 | 7.813.037,37 | 770,70 |
| Av. Pará | | | | |
| Av. Pedro Salomão | 291 | 190.605,26 | 7.813.232,47 | 756,50 |
| (*) próximo da Av. José Oscar de Castro | | | | |
| Av. Santos Dumont | 292 | 190.773,84 | 7.813.080,92 | 766,50 |
| Av. Amazonas | | | | |
| Av. Amazonas | 293 | 190.877,95 | 7.813.018,69 | 767,60 |
| Rua Minas Gerais | | | | |
| Av. Santos Dumont | 294 | 190.944,63 | 7.813.114,00 | 758,30 |
| Rua Tupaciguara | | | | |
| Rua Rogerio Batista | 295 | 190.902,99 | 7.813.374,53 | 772,50 |
| Rua Aristeu Pires | | | | |
| Rua Dr. José Silverio Bernardes | 296 | 190.052,53 | 7.813.378,88 | 770,50 |
| Rua Medalha Milagrosa | | | | |
| Rua Nacib Cury | 297 | 191.090,40 | 7.813.320,65 | 763,50 |
| Rua Medalha Milagrosa | | | | |
| Rua Irmão Afonso | 298 | 191.127,03 | 7.813.259,79 | 753,60 |
| Rua Medalha Milagrosa | | | | |
| Rua Isoldino Corrêa | 299 | 191.122,99 | 7.813.157,12 | 748,90 |
| AV. Santos Dumont | | | | |
| Rua Novo Horizonte | 300 | 191.204,50 | 7.813.391,11 | 767,00 |
| Rua Nacib Cury | | | | |
| Rua Novo Horizonte | 301 | 191.245,28 | 7.813.331,45 | 755,30 |
| Rua Irmão Afonso | | | | |
| Av. Santos Dumont | 302 | 191.348,29 | 7.813.299,74 | 744,90 |
| Rua Dr. Rafa Cecilio | | | | |
| Rua Paraíso | 303 | 191.420,49 | 7.813.438,27 | 759,70 |
| Rua Irmão Afonso | | | | |
| Rua Princesa do Sertão | 304 | 191.496,88 | 7.813.289,19 | 749,40 |
| Rua Paraíso | | | | |
| Rua Teresinha Campo Waack | 305 | 191.551,01 | 7.813.330,12 | 746,10 |
| Rua Princesa do Sertão | | | | |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Dolores Cunha Campos Rua Alexandre Campos | 306 | 191.660,18 | 7.813.322,88 | 754,80 |
| Rua Angélica Rua Eptácio Pessoa | 307 | 191.775,84 | 7.813.340,53 | 761,50 |
| Rua Angélica Av. Alexandre Campos | 308 | 191.725,16 | 7.813.275,61 | 761,50 |
| Rua Major Eustáquio Rua Coronel José Ferreira | 309 | 191.971,04 | 7.813.320,04 | 758,30 |
| Rua Major Eustáquio Rua Eptácio Pessoa | 310 | 191.919,34 | 7.813.248,64 | 770,40 |
| Rua Major Eustáquio Av. Alexandre Campos | 311 | 191.864,73 | 7.813.168,84 | 771,70 |
| Rua Tristão de Castro Travessa Raul Terra | 312 | 191.913,19 | 7.813.127,69 | 773,70 |
| Pça. Frei Eugênio Rua Tristão de Castro | 313 | 192.005,28 | 7.813.237,65 | 771,10 |
| Rua Olegário Maciel Pça. Frei Eugênio | 314 | 192.059,51 | 7.813.208,75 | 772,70 |
| Pça. Frei Eugênio Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 315 | 192.165,86 | 7.813.185,91 | 771,90 |
| Pça. Frei Eugênio Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 316 | 192.132,15 | 7.813.034,47 | 776,40 |
| Rua Marechal Deodoro da Fonseca Rua Floriano Peixoto | 317 | 192.242,77 | 7.813.055,67 | 773,70 |
| Rua Major Eustáquio Rua Teresinha Campos Waack | 318 | 191.771,90 | 7.813.039,06 | 773,10 |
| Rua Teresinha Campos Waack (*) próximo a Rua Vitorio Varoto | 319 | 191.642,19 | 7.813.135,88 | 758,70 |
| Rua Angélica Rua Bela Vista | 320 | 191.525,71 | 7.813.154,12 | 762,60 |
| Rua Paraíso Rua Angélica | 321 | 191.571,70 | 7.813.192,98 | 755,60 |
| Rua Dr. Rafa Cecilio Rua Angélica | 322 | 191.478,92 | 7.813.116,98 | 766,20 |
| Rua Novo Horizonte Rua Angélica | 323 | 191.431,92 | 7.813.078,53 | 767,60 |
| Rua Novo Horizonte Rua Princesa do Sertão | 324 | 191.354,05 | 7.813.178,98 | 760,20 |
| Av. Santos Dumont Rua Boa Esperança | 325 | 191.216,04 | 7.813.223,38 | 747,50 |
| Rua Princesa do Sertão Rua Boa Esperança | 326 | 191.305,51 | 7.813.133,30 | 761,60 |
| Rua Onofre da Cunha Resende Rua Princesa do Sertão | 327 | 191.254,15 | 7.813.092,02 | 762,90 |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Boa Esperança Rua Angélica | 328 | 191.384,78 | 7.813.040,19 | 768,70 |
| Rua Boa Vista Rua Vitorio Varoto | 329 | 191.623,42 | 7.813.034,67 | 769,40 |
| Travessa Raul Terra Rua São Benedito | 330 | 191.999,48 | 7.813.063,10 | 776,80 |
| Pça. Carlos Terra Rua Donato Cici | 331 | 191.317,40 | 7.811.937,04 | 795,20 |
| Rua Délia R. Prata Rua Bororós | 332 | 191.235,22 | 7.811.864,68 | 794,20 |
| Rua Guaicurus Rua Bororós | 333 | 191.275,53 | 7.811.833,44 | 795,10 |
| Av. Apolonio Sales Rua Xavantes | 334 | 191.285,33 | 7.811.699,20 | 796,60 |
| Av. Apolônio Sales Rua Goitacazes | 335 | 191.423,24 | 7.811.634,05 | 799,20 |
| Rua Botocudus Rua Goitacazes | 336 | 191.367,00 | 7.811.504,06 | 800,20 |
| Rua Botocudus Av. Fernando Costa | 337 | 191.510,84 | 7.811.504,74 | 798,80 |
| Rua Fernando Sabino de Freitas Av. Lamartine Mendes | 338 | 191.212,68 | 7.811.244,89 | 803,10 |
| Rua Ipiranga Rua Fernando Sabino de Freitas | 339 | 191.216,28 | 7.811.163,45 | 804,60 |
| Av. João XXIII Rua Ipiranga | 340 | 191.322,41 | 7.811.157,14 | 803,90 |
| Rua Neusa Jordão Rua Rui Mesquita | 341 | 191.344,65 | 7.811.033,04 | 804,90 |
| Av. Tônico dos Santos Rua Itapagipe | 342 | 191.435,62 | 7.811.046,59 | 804,20 |
| Rua Itapagipe Rua Indianópolis | 343 | 191.485,73 | 7.811.024,70 | 804,00 |
| Av. Lamartine Mendes Pça. Da Exposição | 344 | 191.351,94 | 7.811.258,14 | 802,80 |
| Av. Tônicos dos Santos Av. João XXIII | 345 | 191.411,80 | 7.811.220,76 | 802,10 |
| Av. Fernando Costa Pça. Da Exposição | 346 | 191.458,53 | 7.811.344,96 | 799,80 |
| Rua Josue Lage Rua Sacramento | 347 | 191.491,90 | 7.811.334,21 | 799,20 |
| Rua Jacutinga Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 348 | 191.612,12 | 7.811.352,30 | 796,30 |
| Rua Jacutinga Rua Bernardo Rossi | 349 | 191.707,86 | 7.811.364,11 | 792,70 |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Sacramento Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 350 | 191.628,81 | 7.811.539,96 | 795,80 |
| Rua Lambari Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 351 | 191.642,07 | 7.811.574,76 | 795,10 |
| Rua Angelina Silva Resende Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 352 | 191.666,50 | 7.811.746,03 | 796,10 |
| Rua Presidente Artur Bernardes Rua Donato Cici | 353 | 191.491,30 | 7.811.781,07 | 798,90 |
| Rua Donato Cici Rua Edmundo Borges de Araújo | 354 | 191.430,24 | 7.811.814,71 | 798,50 |
| Rua Presidente Artur Bernardes Rua Antonio Campos Sobrinho | 355 | 191.596,92 | 7.811.968,67 | 798,50 |
| Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata Rua Antonio Campos Sobrinho | 356 | 191.706,45 | 7.811.896,62 | 797,20 |
| Rua São Lourenço Rua Bom Retiro | 357 | 191.752,04 | 7.811.864,89 | 795,30 |
| Rua Sacramento Rua Bom Retiro | 358 | 191.808,88 | 7.811.831,90 | 793,20 |
| Rua Bernardo Rossi Rua Bom Retiro | 359 | 191.872,92 | 7.811.787,92 | 788,80 |
| Rua Passa Quatro Rua Bom Retiro | 360 | 191.938,98 | 7.811.746,62 | 782,40 |
| Rua Vigário Silva Rua Bom Retiro | 361 | 191.988,74 | 7.811.713,24 | 774,80 |
| Av. Guilherme Ferreira Rua Orlando Rodrigues da Cunha | 362 | 192.050,60 | 7.811.668,61 | 779,20 |
| Rua João Miguel Rua Orlando Rodrigues da Cunha | 363 | 192.101,97 | 7.811.607,54 | 784,30 |
| Rua Elias Ferreira Rua Orlando Rodrigues da Cunha | 364 | 192.180,84 | 7.811.510,20 | 791,50 |
| Rua Melvim Jones Rua João Miguel | 365 | 191.977,13 | 7.811.504,16 | 785,40 |
| Rua Melvim Jones Rua Elias Ferreira | 366 | 192.052,43 | 7.811.404,63 | 792,80 |
| Rua São João Rua Elias Ferreira | 367 | 191.973,81 | 7.811.339,42 | 793,30 |
| Rua São João Rua Felício Abrão Sobrinho | 368 | 192.048,93 | 7.811.234,39 | 799,30 |
| Rua Melvim Jones Rua Felício Abrão Sobrinho | 369 | 192.128,53 | 7.811.299,65 | 799,90 |
| Rua José Bonifácio Rua São José | 370 | 192.174,91 | 7.811.243,00 | 800,90 |
| Rua São João Rua Antonio Salge | 371 | 192.178,51 | 7.811.168,25 | 803,20 |

| | | | | |
|--|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Antonio Salge Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 372 | 192.165,52 | 7.811.123,96 | 803,50 |
| Rua São José Rua São Domingos | 373 | 192.310,60 | 7.811.241,05 | 802,90 |
| Rua São Domingos Rua São João | 374 | 192.303,20 | 7.811.179,37 | 804,30 |
| Rua São José Rua São Sergio | 375 | 192.439,83 | 7.811.220,87 | 804,90 |
| Rua Orlando Rodrigues da Cunha Rua São Sergio | 376 | 192.459,96 | 7.811.287,75 | 803,50 |
| Rua São Sergio Rua Granito | 377 | 192.463,93 | 7.811.313,85 | 803,30 |
| Rua Orlando Rodrigues da Cunha Rua São Domingos | 378 | 192.394,80 | 7.811.312,59 | 801,40 |
| Rua Orlando Rodrigues da Cunha Rua José Bonifácio | 379 | 192.304,43 | 7.811.345,62 | 800,20 |
| Rua Agua Marinho Rua São Sergio | 380 | 192.442,42 | 7.811.371,71 | 801,70 |
| Rua José Bonifácio Rua São Sergio | 381 | 192.424,49 | 7.811.433,24 | 799,50 |
| Rua Água Marinho Rua São Pedro | 382 | 192.547,01 | 7.811.402,83 | 802,60 |
| Rua Sarah Abdanur Rua São Pedro | 383 | 192.528,28 | 7.811.462,09 | 800,70 |
| Rua José Bonifácio Rua São Pedro | 384 | 192.511,47 | 7.811.505,61 | 798,80 |
| Rua Aristides Inacio de Oliveira Rua José Bonifácio | 385 | 192.479,29 | 7.811.483,22 | 799,20 |
| Rua Osório Joaquim Guimarães Rua José Bonifácio | 386 | 192.583,91 | 7.811.565,62 | 798,20 |
| Rua Santo André Rua José Bonifácio | 387 | 192.622,90 | 7.811.595,42 | 797,40 |
| Rua Osório Joaquim Guimarães Rua Miguel Árabe | 388 | 192.487,79 | 7.811.681,10 | 792,80 |
| Rua Aristides Inacio de Oliveira Rua Miguel Árabe | 389 | 192.385,25 | 7.811.596,67 | 793,80 |
| Rua Dr. Sergio Veludo Rua Elias Ferreira | 390 | 192.283,72 | 7.811.594,12 | 791,10 |
| Rua Aristides Inacio de Oliveira Rua Elias Ferreira | 391 | 192.344,20 | 7.811.645,90 | 790,60 |
| Rua Aristides Inacio de Oliveira Rua Guararapes | 392 | 192.298,99 | 7.811.695,27 | 786,90 |
| Rua José Bonifácio Rua Dona Filomena | 393 | 192.708,13 | 7.811.750,08 | 790,80 |

| | | | | |
|---|-----|------------|--------------|--------|
| Rua Osório Joaquim Guimarães Rua Fecilio Frange Hueb | 394 | 192.334,12 | 7.811.871,21 | 776,70 |
| Rua Aristides Inacio de Oliveira Rua Ovidio de Alencar Araripe | 395 | 192.163,15 | 7.811.847,70 | 768,40 |
| Rua Vigário Silva Rua Nova Ponte | 396 | 192.122,63 | 7.811.885,38 | 776,00 |
| Rua Nova Ponte Rua Passa Quatro | 397 | 192.061,83 | 7.811.938,01 | 781,90 |
| Rua Bernardo Rossi Rua Nova Ponte | 398 | 192.996,68 | 7.811.982,19 | 787,50 |
| Rua Lambari Rua Sacramento | 399 | 191.735,20 | 7.811.567,88 | 789,70 |
| Rua Bernardo Rossi Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 400 | 191.703,96 | 7.811.175,31 | 798,10 |
| Rua Neusa Jordão Av. Deputador José Marcus Cherém | 401 | 191.688,86 | 7.811.119,56 | 800,40 |
| Rua Neusa Jordão Rua Comendador Gomes | 402 | 191.640,26 | 7.811.037,96 | 802,80 |
| Rua Olga Av. Deputador José Marcus Cherém | 403 | 191.798,09 | 7.811.079,75 | 800,40 |
| Rua Dagoberto Prata Av. Deputador José Marcus Cherém | 404 | 191.920,33 | 7.811.053,87 | 802,90 |
| Rua Bruno da S. Oliveira Av. Deputador José Marcus Cherém | 405 | 192.016,15 | 7.811.025,86 | 804,50 |
| Rua Bruno da S. Oliveira Av. Coronel Joaquim de Oliveira Prata | 406 | 192.033,29 | 7.811.104,78 | 802,40 |

ANEXO C

Pontos com coordenadas e altitudes

| | | | |
|------------|------------|--------------|--------|
| 407 | 189.955,96 | 7.812.546,41 | 780,00 |
| 408 | 190.018,44 | 7.812.575,31 | 780,00 |
| 409 | 189.968,56 | 7.812.857,49 | 780,00 |
| 410 | 189.958,95 | 7.813.082,69 | 784,40 |
| 411 | 190.027,34 | 7.813.172,96 | 781,60 |
| 412 | 190.034,28 | 7.813.025,27 | 781,50 |
| 413 | 190.102,99 | 7.813.116,01 | 780,10 |
| 414 | 190.178,20 | 7.813.058,77 | 775,00 |
| 415 | 190.248,52 | 7.813.150,05 | 771,50 |
| 416 | 190.174,33 | 7.813.205,99 | 776,20 |
| 417 | 190.034,44 | 7.813.265,16 | 778,50 |
| 418 | 190.019,26 | 7.813.322,28 | 780,10 |
| 419 | 190.104,00 | 7.813.418,65 | 770,00 |
| 420 | 190.207,65 | 7.813.357,46 | 770,00 |
| 421 | 190.233,66 | 7.813.283,71 | 772,50 |
| 422 | 190.701,48 | 7.813.428,92 | 770,70 |
| 423 | 190.740,11 | 7.813.368,83 | 773,30 |
| 424 | 190.853,26 | 7.813.436,24 | 773,90 |
| 425 | 191.013,61 | 7.813.445,23 | 773,20 |
| 426 | 191.842,11 | 7.813.430,15 | 758,20 |
| 427 | 191.898,51 | 7.813.378,89 | 754,30 |

| | | | |
|------------|------------|--------------|--------|
| 428 | 192.007,11 | 7.813.376,24 | 756,10 |
| 429 | 192.125,12 | 7.813.376,12 | 766,50 |
| 430 | 192.164,96 | 7.813.344,21 | 766,40 |
| 431 | 192.123,22 | 7.813.291,01 | 768,40 |
| 432 | 192.306,01 | 7.813.266,19 | 764,70 |
| 433 | 192.331,78 | 7.813.351,09 | 759,70 |
| 434 | 192.438,32 | 7.813.254,68 | 754,60 |
| 435 | 192.408,96 | 7.813.017,07 | 763,40 |
| 436 | 192.490,05 | 7.813.252,14 | 750,10 |
| 437 | 192.556,79 | 7.813.241,38 | 747,50 |
| 438 | 192.493,53 | 7.813.364,66 | 748,50 |
| 439 | 192.426,03 | 7.813.468,40 | 748,80 |
| 440 | 192.544,93 | 7.813.449,03 | 744,60 |
| 441 | 192.717,70 | 7.813.411,51 | 748,90 |
| 442 | 192.707,16 | 7.813.371,75 | 749,50 |
| 443 | 192.665,32 | 7.813.220,90 | 752,00 |
| 444 | 192.550,48 | 7.813.106,34 | 749,60 |
| 445 | 192.595,80 | 7.812.965,42 | 755,70 |
| 446 | 192.556,49 | 7.812.825,99 | 757,90 |
| 447 | 192.759,36 | 7.812.579,81 | 781,20 |
| 448 | 192.693,00 | 7.812.937,91 | 766,20 |
| 449 | 192.722,49 | 7.813.069,08 | 765,00 |

| | | | |
|------------|------------|--------------|--------|
| 450 | 192.195,75 | 7.813.463,15 | 759,30 |
| 451 | 192.234,72 | 7.813.430,41 | 759,50 |
| 452 | 189.932,64 | 7.811.946,03 | 800,20 |
| 453 | 189.949,62 | 7.811.662,97 | 805,00 |
| 454 | 189.931,76 | 7.811.487,22 | 806,50 |
| 455 | 190.051,22 | 7.811.491,39 | 804,60 |
| 456 | 189.987,76 | 7.811.221,13 | 803,90 |
| 457 | 189.956,70 | 7.811.132,35 | 804,60 |
| 458 | 190.136,39 | 7.811.137,30 | 802,20 |
| 459 | 189.988,52 | 7.810.919,73 | 801,30 |
| 460 | 190.142,67 | 7.810.924,28 | 800,20 |
| 461 | 190.290,17 | 7.811.068,79 | 799,10 |
| 462 | 190.306,27 | 7.810.927,26 | 798,50 |
| 463 | 190.421,33 | 7.810.929,61 | 797,80 |
| 464 | 189.986,91 | 7.810.838,44 | 799,30 |
| 465 | 190.148,40 | 7.810.840,11 | 799,40 |
| 466 | 190.306,69 | 7.810.844,67 | 797,50 |
| 467 | 189.990,76 | 7.810.754,93 | 797,40 |
| 468 | 190.150,26 | 7.810.759,70 | 797,80 |
| 469 | 190.309,09 | 7.810.762,58 | 794,80 |
| 470 | 190.448,50 | 7.810.765,71 | 792,20 |
| 471 | 190.607,83 | 7.810.769,59 | 797,50 |

| | | | |
|------------|------------|--------------|--------|
| 472 | 190.767,79 | 7.810.773,20 | 800,30 |
| 473 | 190.135,24 | 7.811.065,79 | 795,60 |
| 474 | 190.139,46 | 7.810.995,19 | 795,50 |
| 475 | 190.309,49 | 7.810.689,07 | 790,30 |
| 476 | 190.450,30 | 7.810.692,24 | 786,30 |
| 477 | 190.610,22 | 7.810.695,53 | 795,60 |
| 478 | 190.769,28 | 7.810.698,54 | 798,60 |
| 479 | 190.929,21 | 7.810.703,32 | 800,20 |
| 480 | 191.726,88 | 7.810.721,47 | 807,60 |
| 481 | 191.861,70 | 7.810.723,56 | 806,90 |
| 482 | 191.981,37 | 7.810.726,88 | 805,80 |
| 483 | 192.070,29 | 7.810.747,54 | 805,30 |
| 484 | 192.051,86 | 7.810.842,29 | 805,90 |
| 485 | 192.147,79 | 7.810.905,81 | 805,80 |
| 486 | 192.165,20 | 7.810.811,62 | 805,90 |
| 487 | 192.182,20 | 7.810.717,22 | 805,60 |
| 488 | 192.286,10 | 7.810.687,21 | 803,60 |
| 489 | 192.267,52 | 7.810.781,95 | 805,40 |
| 490 | 192.248,70 | 7.810.879,46 | 805,80 |
| 491 | 192.362,48 | 7.810.933,25 | 807,00 |
| 492 | 192.413,14 | 7.811.123,21 | 805,80 |
| 493 | 192.582,74 | 7.811.284,25 | 805,60 |

| | | | |
|------------|------------|--------------|--------|
| 494 | 192.718,53 | 7.811.651,50 | 796,30 |
| 495 | 192.755,77 | 7.811.534,40 | 802,70 |
| 496 | 192.654,52 | 7.811.503,32 | 802,10 |
| 497 | 192.673,92 | 7.811.443,99 | 804,10 |
| 498 | 192.710,33 | 7.811.324,55 | 806,90 |
| 499 | 192.752,24 | 7.811.193,27 | 807,90 |
| 500 | 192.616,65 | 7.811.176,46 | 806,50 |
| 501 | 192.567,00 | 7.811.124,88 | 806,70 |
| 502 | 192.642,62 | 7.811.085,90 | 806,40 |
| 503 | 192.623,97 | 7.811.044,11 | 806,10 |
| 504 | 192.754,03 | 7.810.967,47 | 806,20 |
| 505 | 192.734,31 | 7.810.905,58 | 803,10 |
| 506 | 192.711,18 | 7.810.829,84 | 800,50 |
| 507 | 192.509,40 | 7.810.774,34 | 800,00 |
| 508 | 192.729,79 | 7.810.731,87 | 796,20 |
| 509 | 190.441,79 | 7.811.450,13 | 790,00 |
| 510 | 190.516,32 | 7.811.582,69 | 780,00 |
| 511 | 190.618,81 | 7.811.512,92 | 790,00 |
| 512 | 190.616,06 | 7.811.710,04 | 780,00 |
| 513 | 190.689,88 | 7.811.681,32 | 780,00 |
| 514 | 190.782,50 | 7.811.587,29 | 790,00 |
| 515 | 190.831,19 | 7.811.763,79 | 780,00 |

| | | | |
|-------------|------------|--------------|--------|
| 516 | 190.967,80 | 7.811.610,63 | 790,00 |
| 517 | 191.228,01 | 7.811.431,45 | 800,00 |
| 518 | 191.413,80 | 7.811.448,07 | 800,00 |
| 519 | 190.520,76 | 7.813.192,07 | 780,00 |
| 520 | 190.585,29 | 7.813.064,34 | 770,00 |
| 521 | 190.738,71 | 7.813.177,46 | 780,00 |
| 522 | 190.487,12 | 7.813.035,71 | 770,00 |
| 523 | 192.366,92 | 7.811.951,67 | 770,00 |
| 524 | 192.366,84 | 7.811.830,30 | 782,10 |
| 525 | 192.437,86 | 7.811.868,44 | 780,00 |
| 526 | 192.405,95 | 7.811.783,09 | 786,40 |
| 527 | 192.562,97 | 7.811.731,12 | 790,00 |
| 528 | 192.614,72 | 7.811.929,37 | 780,00 |
| 529 | 190.936,43 | 7.811.355,49 | 800,00 |
| 530 | 192.605,26 | 7.812.048,08 | 770,00 |
| 531 | 190.244,53 | 7.811.215,62 | 800,00 |
| 8001 | 191.367,65 | 7.812.161,41 | 792,40 |
| 8002 | 190.135,03 | 7.811.065,77 | 801,70 |
| 8003 | 191.304,23 | 7.812.064,10 | 791,50 |

ANEXO D

ROTA 01

TRAF SIMULATION MODEL
 DEVELOPED FOR
 U. S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
 FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION
 FHWA OFFICE OF OPERATIONS RESEARCH, DEVELOPMENT AND TECHNOLOGY

1
 0 DATE = 12/18/2013
 0 USER =
 0 AGENCY =

VALUE RUN CONTROL DATA
 RUN PARAMETERS AND OPTIONS

0 0 RUN IDENTIFICATION NUMBER
 1 RUN TYPE CODE = (1, 2, 3) TO RUN (SIMULATION, ASSIGNMENT, BOTH)
 (-1,-2,-3) TO CHECK (SIMULATION, ASSIGNMENT, BOTH) ONLY
 NETSIM ENVIRONMENTAL OPTIONS

 1 FUEL/EMISSION RATE TABLES ARE PRINTED
 0 SIMULATION: PERFORMED ENVIRONMENTAL MEASURES: CALCULATED
 RATE TABLES: EMBEDDED TRAJECTORY FILE: NOT WRITTEN
 0 CODE = (0,1,2) FOR UNIFORM DISTRIBUTION, NORMAL DISTRIBUTION, ERLANG DISTRIBUTION
 0 INITIALIZATION CODE (0,1) = (DO NOT, DO) FORCE FULL INITIALIZATION PERIOD
 0 INPUT UNITS CODE = (0,1) IF INPUT IS IN (ENGLISH, METRIC) UNITS
 0 OUTPUT UNITS CODE = (0,1,2,3) IF OUTPUT IS IN (SAME AS INPUT, ENGLISH, METRIC, BOTH) UNITS
 937 CLOCK TIME AT START OF SIMULATION (HHMM)
 0 SIGNAL TRANSITION CODE = (0,1,2,3) IF(NO, IMMEDIATE, 2-CYCLE, 3-CYCLE) TRANSITION WAS REQUESTED
 41456717 RANDOM NUMBER SEED
 67999630 RANDOM NUMBER SEED TO GENERATE TRAFFIC STREAM FOR NETSIM OR LEVEL I SIMULATION
 97165909 RANDOM NUMBER SEED TO GENERATE EMISSION HEADWAYS FOR NETSIM SIMULATION
 600 DURATION (SEC) OF TIME PERIOD NO. 1
 10 LENGTH OF A TIME INTERVAL, SECONDS
 60 MAXIMUM INITIALIZATION TIME, NUMBER OF TIME INTERVALS
 0 NUMBER OF TIME INTERVALS BETWEEN SUCCESSIVE STANDARD OUTPUTS

0 TIME INTERMEDIATE OUTPUT WILL BEGIN AT INTERVALS OF 0 SECS. FOR 0 SECS. FOR MICROSCOPIC MODELS
 0 NETSIM MOVEMENT-SPECIFIC OUTPUT CODE = (0,1) (IF NOT, IF) REQUESTED FOR NETSIM SUBNETWORK

1*****

TIME PERIOD 1 - NETSIM DATA

1

NETSIM LINKS

0 -LANES- -CHANNEL-

F C
U U

LOST Q DIS FREE LANE

LENGTH L PKT GRD LINK R DESTINATION NODE OPP. TIME HDWY. SPEED RTOR PED ALIGN STREET
 LINK FT/M L L R PCT TYPE B234567 LEFT THRU RGHT DIAG NODE SEC SEC MPH/KMPH CODE CODE -MENT NAME

(8001, 1) 0/ 0 2 0 0 1 0000000 0 2 0 0 0 2.0 1.8 0/ 0 0 0 1-1*
 (1, 2) 50/ 15 1 0 0 1 0000000 3 0 0 0 0 2.0 1.8 30/ 48 1 0 1-1*
 (2, 3) 50/ 15 1 0 0 1 0000000 4 0 0 0 0 2.0 1.8 30/ 48 1 0 1-1*
 (3, 4) 313/ 95 2 0 0 1 0000000 0 5 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 1 0 1-1*
 (4, 5) 249/ 76 2 0 0 -1 1 0000000 0 6 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 1 0 1-1*
 (5, 6) 561/ 171 2 0 0 -1 1 0000000 0 7 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 1 0 1-1*
 (6, 7) 435/ 133 2 0 0 -2 1 0000000 0 8 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 1 0 1-1*
 (7, 8) 475/ 145 2 0 0 -1 1 0000000 0 9 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (8, 9) 2060/ 628 1 0 0 1 1 0000000 0 10 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 1 0 1-1*
 (9, 10) 244/ 74 1 0 0 1 1 0000000 0 11 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (10, 11) 459/ 140 1 0 0 1 1 0000000 0 12 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (11, 12) 428/ 130 2 0 0 3 1 0000000 0 13 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (12, 13) 250/ 76 2 0 0 0 1 1900000 14 0 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (13, 14) 330/ 101 2 0 0 0 1 0000000 0 15 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (14, 15) 654/ 199 2 0 0 -1 1 0000000 0 16 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (15, 16) 299/ 91 2 0 0 -1 1 0000000 0 17 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (16, 17) 504/ 154 2 0 0 -3 1 0000000 0 18 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (17, 18) 503/ 153 2 0 0 -3 1 0000000 0 19 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (18, 19) 493/ 150 2 0 0 -3 1 0900000 0 0 20 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (19, 20) 542/ 165 2 0 0 0 1 1900000 21 0 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*
 (20, 21) 360/ 110 2 0 0 -3 1 0000000 0 8002 0 0 0 2.0 1.8 37/ 60 0 0 1-1*

* INDICATES DEFAULT VALUES WERE SPECIFIED

| | | | |
|-----------------------|---------------------|-------------------|------------------|
| LINK TYPE | LANE CHANNELIZATION | RTOR | PEDESTRIAN |
| | CODES | CODES | |
| IDENTIFIES THE | 0 UNRESTRICTED | 0 RTOR PERMITTED | 0 NO PEDESTRIANS |
| DISTRIBUTION USED FOR | 1 LEFT TURNS ONLY | 1 RTOR PROHIBITED | 1 LIGHT |

| <div> <div> (8001, 1) 9 </div> <div> 54 </div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|----|----|------|
| (1, 2) | 0.09 | 9 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.49 | 4.11 | 2.11 | 2.3 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0 | 54 | 14.6 |
| (2, 3) | 0.09 | 9 | 0.2 | 1.2 | 1.3 | 0.13 | 15.64 | 13.64 | 8.9 | 7.8 | 7.6 | 7.1 | 7.1 | 44 | 54 | 3.8 |
| (3, 4) | 0.59 | 10 | 1.0 | 0.6 | 1.6 | 0.62 | 2.64 | 1.01 | 9.4 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 60 | 22.7 |
| (4, 5) | 0.47 | 10 | 0.7 | 0.0 | 0.7 | 1.00 | 1.52 | 0.00 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 60 | 39.5 |
| (5, 6) | 1.06 | 10 | 1.7 | 1.3 | 3.1 | 0.56 | 2.89 | 1.26 | 18.4 | 8.0 | 8.4 | 7.3 | 7.3 | 50 | 60 | 20.8 |
| (6, 7) | 0.82 | 10 | 1.3 | 1.3 | 2.6 | 0.51 | 3.20 | 1.57 | 15.8 | 7.7 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 10 | 60 | 18.8 |
| (7, 8) | 0.90 | 10 | 1.5 | 0.4 | 1.9 | 0.79 | 2.06 | 0.43 | 11.1 | 2.3 | 1.4 | 0.6 | 0.6 | 60 | 60 | 29.2 |
| (8, 9) | 3.51 | 9 | 5.7 | 0.0 | 5.7 | 1.00 | 1.62 | 0.00 | 34.2 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 54 | 37.1 |
| (9, 10) | 0.42 | 9 | 0.6 | 0.0 | 0.6 | 1.00 | 1.32 | 0.00 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 54 | 45.4 |
| (10, 11) | 0.78 | 9 | 1.2 | 0.0 | 1.2 | 1.00 | 1.49 | 0.00 | 7.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 54 | 40.2 |
| (11, 12) | 0.73 | 9 | 1.2 | 0.8 | 2.0 | 0.61 | 2.67 | 1.04 | 13.0 | 5.1 | 5.2 | 4.7 | 4.7 | 44 | 54 | 22.4 |
| (12, 13) | 0.43 | 9 | 0.7 | 0.7 | 1.4 | 0.49 | 3.32 | 1.69 | 9.4 | 4.8 | 0.8 | 0.1 | 0.1 | 0 | 54 | 18.0 |
| (13, 14) | 0.50 | 8 | 0.8 | 0.4 | 1.2 | 0.66 | 2.47 | 0.84 | 9.1 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 48 | 24.3 |
| (14, 15) | 0.87 | 7 | 1.4 | 0.0 | 1.4 | 1.00 | 1.61 | 0.00 | 11.6 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 42 | 37.2 |
| (15, 16) | 0.40 | 7 | 0.6 | 0.0 | 0.6 | 1.00 | 1.43 | 0.00 | 4.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 42 | 42.0 |
| (16, 17) | 0.67 | 7 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.00 | 1.57 | 0.00 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 42 | 38.2 |
| (17, 18) | 0.67 | 7 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 1.00 | 1.47 | 0.00 | 8.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 42 | 40.7 |
| (18, 19) | 0.65 | 7 | 1.1 | 0.4 | 1.5 | 0.71 | 2.29 | 0.67 | 12.9 | 3.7 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 0 | 42 | 26.1 |
| (19, 20) | 0.72 | 7 | 1.2 | 0.8 | 2.0 | 0.60 | 2.71 | 1.08 | 16.7 | 6.7 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 42 | 22.1 |
| (20, 21) | 0.48 | 7 | 0.8 | 0.4 | 1.2 | 0.65 | 2.51 | 0.88 | 10.3 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 42 | 23.9 |
| OSUBNETWORK= | 14.83 | 7 | 0.39 | 0.14 | 0.54 | 0.74 | 2.17 | 0.57 | 3.25 | 0.86 | 0.49 | 0.39 | 0.39 | | | |
| <div> <div>-- VEHICLE - HOURS --</div> <div>--- MINUTES / VEHICLE-TRIP ---</div> <div>PER TRIP</div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | |

[illegible]

VEHICLE TYPES 1, 5 = AUTO, VEHICLE TYPES 2, 6, 7, 8 = TRUCK, VEHICLE TYPE 4 = TRANSIT BUS, VEHICLE TYPES 3, 9 = CARPOOL, VEHICLE TYPES 10 - 16 USER DEFINED

[illegible]

VEHICLE TYPES 1, 5 = AUTO, VEHICLE TYPES 2, 6, 7, 8 = TRUCK, VEHICLE TYPE 4 = TRANSIT BUS, VEHICLE TYPES 3, 9 = CARPOOL, VEHICLE TYPES 10 - 16 USER DEFINED

[illegible][illegible]

VEHICLE TYPES 1, 5 = AUTO, VEHICLE TYPES 2, 6, 7, 8 = TRUCK, VEHICLE TYPE 4 = TRANSIT BUS, VEHICLE TYPES 3, 9 = CARPOOL, VEHICLE TYPES 10 - 16 USER DEFINED

NETSIM CUMULATIVE VALUES OF EMISSION
 VEHICLE EMISSIONS BY VEHICLE TYPE (GRAMS / MILE)
 NO

| LINK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
|-------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (1, 2) | 0.00 | 60.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (2, 3) | 0.00 | 20.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (3, 4) | 0.00 | 62.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (4, 5) | 0.00 | 48.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (5, 6) | 0.00 | 21.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (6, 7) | 0.00 | 39.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (7, 8) | 0.00 | 27.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (8, 9) | 0.00 | 21.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (9, 10) | 0.00 | 10.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (10, 11) | 0.00 | 10.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (11, 12) | 0.00 | 9.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (12, 13) | 0.00 | 24.68 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (13, 14) | 0.00 | 57.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (14, 15) | 0.00 | 36.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (15, 16) | 0.00 | 15.52 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (16, 17) | 0.00 | 10.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (17, 18) | 0.00 | 10.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (18, 19) | 0.00 | 2.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (19, 20) | 0.00 | 42.61 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| (20, 21) | 0.00 | 56.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| SUBNETWORK- | 0.00 | 26.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

VEHICLE TYPES 1, 5 = AUTO, VEHICLE TYPES 2, 6, 7, 8 = TRUCK, VEHICLE TYPE 4 = TRANSIT BUS, VEHICLE TYPES 3, 9 = CARPOOL, VEHICLE TYPES 10 - 16 USER DEFINED

THE HIGHEST NUMBER OF VEHICLES ON THE NETWORK WAS 5 VEHICLES.
 THIS MAXIMUM OCCURRED AT 420 SECONDS.

ANEXO E

Quadro de horário de embarque

| | EMPRESA | PROCEDÊNCIA | |
|-------|---------------|------------------------------------|-------|
| Saída | Platina | Ituiutaba | 04:30 |
| Saída | São bento | Igarapava | 05:10 |
| Saída | São bento | Ribeirão preto | 05:20 |
| Saída | Platina | Carmo paranaíba | 05:30 |
| Saída | São bento | Araguari | 05:30 |
| Saída | Gontijo | Frutal via Pirajuba | 06:00 |
| Saída | Gontijo | Monte Carmelo | 06:00 |
| Saída | Gontijo | (-) domingo Campina Verde | 06:00 |
| Saída | União | (-)domingo Patrocínio | 06:00 |
| Saída | Platina | Ituiutaba | 06:00 |
| Saída | Gontijo | Iturama | 06:00 |
| Saída | São bento | Ribeirão Preto / Araguari | 06:00 |
| Saída | São bento | Miguelópolis | 06:00 |
| Saída | Gontijo | Sacramento | 06:00 |
| Saída | V.são geraldo | Sacramento | 06:00 |
| Saída | Nacional | Uberlândia | 06:10 |
| Saída | São bento | (-) sabado e domingo Igarapava | 06:40 |
| Saída | São bento | Miguelópolis | 07:00 |
| Saída | Triangulino | Franca | 07:00 |
| Saída | Gontijo | (-) domngo Salvador / Assunção | 07:00 |
| Saída | Itapemirim | São Luis | 07:00 |
| Saída | Gontijo | Belo Horizonte | 07:30 |
| Saída | Gontijo | Alexandrita | 07:30 |
| Saída | Gontijo | Belo Horizonte | 07:30 |
| Saída | Gontijo | Belo Horizonte | 07:30 |
| Saída | Gontijo | Patos de Minas | 08:00 |
| Saída | Eucatur | (-) quarta Aripuanã / São Paulo | 08:00 |
| Saída | Gontijo | São Gotardo | 08:10 |
| Saída | Real expresso | São Paulo | 08:15 |
| Saída | São bento | Igarapava | 08:20 |
| Saída | São bento | Ribeirão Preto | 08:30 |
| Saída | Gontijo | Campo Grande | 08:30 |
| Saída | Gontijo | Porto Velho - Mantena | 08:30 |
| Saída | Real expresso | Brasília | 08:30 |

| | | | |
|--------------|-----------------|-------------------------------|-------|
| | | só sábado | |
| Saída | São bento | Araguari | 08:30 |
| Saída | Itapemirim | Sobral | 08:30 |
| Saída | Gontijo | Natal /S.J.do R.Preto | 09:00 |
| | | só sexta e domingo | |
| Saída | São bento | Ribeirão Preto / Uberlândia | 09:00 |
| Saída | V.motta | Belo Horizonte / Campo Grande | 09:00 |
| Saída | Platina | Ituiutaba | 09:15 |
| Saída | V.penha | Curitiba | 09:40 |
| Saída | União | Paracatu | 10:00 |
| Saída | Transbrasiliana | Belém /São Paulo | 10:00 |
| Saída | Triangulino | Franca | 10:05 |
| | | (-) quarta | |
| Saída | São bento | Araguari / Rib. Preto | 10:10 |
| | | só sexta | |
| Saída | São bento | Rib. Preto /Araguari | 10:15 |
| | | só sexta | |
| Saída | Nacional | Uberlândia | 10:20 |
| Saída | São bento | Igarapava | 10:30 |
| Saída | Gontijo | Mantena / Porto Velho | 10:30 |
| Saída | São bento | Ribeirão Preto | 11:00 |
| Saída | Platina | Ituiutaba | 11:15 |
| Saída | Eucatur | Aripuanã / São Paulo | 12:00 |
| Saída | São bento | Igarapava | 12:00 |
| Saída | São bento | Ribeirão Preto | 12:00 |
| Saída | São bento | Ribeirão Preto | 12:00 |
| Saída | Gontijo | Iturama | 12:00 |
| Saída | Gontijo | Belo Horizonte | 12:00 |
| Saída | Nacional | Barra do Garça | 12:00 |
| Saída | União | Paracatu | 12:00 |
| Saída | Nacional | Goiânia | 12:00 |
| Saída | V. Motta | Rio de Janeiro/ Cuiabá | 12:00 |
| Saída | Motta | Cuiabá | 12:00 |
| | | (-) domingo e quinta | |
| Saída | Nacional | Foz do Iguaçu / Araguari | 12:00 |
| Saída | São bento | Araguari / Rib. Preto | 12:10 |
| Saída | Real expresso | Brasília | 12:30 |
| Saída | V.são geraldo | Sacramento | 12:30 |
| | | (-) domingo | |
| Saída | Gontijo | Patos de Minas | 12:30 |
| | | (-) quinta | |
| Saída | Real expresso | São Paulo | 12:30 |
| Saída | | | |
| Saída | Nacional | Uberlândia | 12:45 |
| | | (-) sabado e domingo | |
| Saída | Gontijo | Sacramento | 13:00 |

| | | | |
|--------------|---------------|-------------------------|-------|
| Saída | Platina | Ituiutaba | 13:00 |
| Saída | Real expresso | São paulo | 13:00 |
| Saída | Real expresso | transito | |
| Saída | Itapemirim | Brasília | 13:00 |
| Saída | | São Luis | 13:00 |
| Saída | São bento | Igarapava | 13:30 |
| Saída | Nacional | Goiânia | 13:30 |
| Saída | Gontijo | São Gotardo | 13:30 |
| Saída | São bento | Ribeirão Preto | 14:00 |
| Saída | Platina | Carmo Paranaíba | 14:00 |
| Saída | Gontijo | Barretos | 14:00 |
| Saída | Nacional | Uberlândia | 14:45 |
| Saída | São luiz | Jataí / Osasco | 15:00 |
| Saída | Gontijo | Porto Velho - São Paulo | 15:00 |
| Saída | São bento | Igarapava | 15:20 |
| Saída | São bento | Ribeirão Preto | 15:30 |
| Saída | Gontijo | Campina Verde | 16:00 |
| Saída | São bento | (-) quarta | |
| Saída | Gontijo | Ribeirão Preto | 16:00 |
| Saída | Gontijo | Foz do Iguaçu | 16:00 |
| Saída | Real expresso | Anápolis | 16:30 |
| Saída | Gontijo | sexta e domingo | |
| Saída | Platina | Monte Carmelo | 16:30 |
| Saída | Gontijo | Ituiutaba | 16:30 |
| Saída | Nacional | Iturama | 16:30 |
| Saída | Gontijo | Uberlândia | 16:40 |
| Saída | Santa rita | Assunção / Salvador | 17:00 |
| Saída | São bento | Agua Comprida | 17:00 |
| Saída | Gontijo | Igarapava | 17:00 |
| Saída | Real expresso | Patos de Minas | 17:00 |
| Saída | Emtram | (-) terça | |
| Saída | São bento | São Paulo | 17:00 |
| Saída | V.são geraldo | sexta e domingo | |
| Saída | União | Irecê | 17:00 |
| Saída | Gontijo | Miguelópolis | 17:30 |
| Saída | Gontijo | Sacramento | 17:30 |
| Saída | Gontijo | Rio de Janeiro | 17:30 |
| Saída | Gontijo | (convencional) | |
| Saída | Gontijo | Juiz de Fora | 17:30 |
| Saída | Gontijo | Sacramento | 17:45 |
| Saída | Platina | Ituiutaba | 18:00 |
| Saída | São bento | Araguari / Rib.Preto | 18:10 |
| Saída | São luiz | Trindade / São Paulo | 18:15 |

| | | | |
|--------------|---------------|------------------------------------|-------|
| Saída | Triangulino | Franca | 18:15 |
| Saída | Nacional | Uberlândia | 18:30 |
| Saída | São bento | Ribeirão Preto | 18:45 |
| Saída | Gontijo | S. José Rio Preto | 19:00 |
| Saída | São luiz | Osasco / Jataí | 19:00 |
| Saída | União | Rio de Janeiro | 19:00 |
| Saída | São bento | Leito (-)quarta (leito) | 19:30 |
| Saída | União | Ribeirão Preto | 19:30 |
| Saída | | Montes Claros | 19:30 |
| Saída | V.motta | Belo Horizonte/ São J. do R. Preto | 20:00 |
| Saída | Gontijo | Belo Horizonte | 20:00 |
| Saída | V.motta | São J. do R. Preto | 20:00 |
| Saída | São bento | Igarapava | 20:00 |
| Saída | São luiz | São Paulo / Trindade | 20:15 |
| Saída | V.garcia | Maringá | 20:15 |
| Saída | Motta | (-) terça, quinta e sábado | 20:30 |
| Saída | Real expresso | Campo Grande / Belo Horizonte | 20:30 |
| Saída | Gontijo | Catalão / Brasília | 20:45 |
| Saída | Gontijo | Conc. das Alagoas | 21:00 |
| Saída | Gontijo | só domingo | 21:00 |
| Saída | Gontijo | São J. do R. Preto / Recife | 21:15 |
| Saída | Real expresso | Brasília | 21:30 |
| Saída | Real expresso | São Paulo | 21:30 |
| Saída | Gontijo | Belo Horizonte | 21:30 |
| Saída | Real expresso | Santos | 21:30 |
| Saída | Motta | Cuiabá / Rio de Janeiro | 21:30 |
| Saída | Real expresso | Brasília | 22:00 |
| Saída | Gontijo | Belo Horizonte | 22:00 |
| Saída | Nacional | Anápolis | 22:00 |
| Saída | São bento | Araguari | 22:10 |
| Saída | V.motta | Rio de Janeiro | 22:20 |
| Saída | São bento | Ribeirão Preto | 23:00 |
| Saída | V. Penha | Curitiba / Brasília | 23:00 |
| Saída | Real expresso | São Paulo | 23:15 |
| Saída | Gontijo | Belo Horizonte | 23:30 |
| Saída | Nacional | Goiânia | 23:30 |
| | | trânsito | |