



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Programa de Engenharia Urbana

Rivaíl Augusto Gibaja Gripp

ESTUDO DO IMPACTO PRODUZIDO PELA MOBILIDADE NO RUÍDO
URBANO NA ÁREA CENTRAL DE RIO DAS OSTRAS - RJ

Rio de Janeiro
2018

Rivail Augusto Gibaja Gripp

ESTUDO DO IMPACTO PRODUZIDO PELA MOBILIDADE NO RUÍDO
URBANO NA ÁREA CENTRAL DE RIO DAS OSTRAS - RJ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: Julio Cesar Boscher Torres

Rio de Janeiro
Novembro de 2018

ESTUDO DO IMPACTO PRODUZIDO PELA MOBILIDADE NO RUÍDO
URBANO NA ÁREA CENTRAL DE RIO DAS OSTRAS - RJ

Rivail Augusto Gibaja Gripp

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA – ESCOLA POLITÉCNICA,
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA URBANA.

Aprovada por:

Prof. Julio Cesar Boscher Torres, D.Sc.

Prof. Jules Ghislain Slama, D.Sc.

Prof. Edwin Benito Mitacc Meza, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
NOVEMBRO DE 2018

Gibaja Gripp, Rivail Augusto

ESTUDO DO IMPACTO PRODUZIDO PELA
MOBILIDADE NO RUÍDO URBANO NA ÁREA
CENTRAL DE RIO DAS OSTRAS - RJ/Rivail Augusto
Gibaja Gripp. – Rio de Janeiro: UFRJ/POLI, 2018.

XIII, 107 p.: il.; 29, 7cm.

Orientador: Julio Cesar Boscher Torres

Dissertação (mestrado) – UFRJ/POLI/Programa de
Engenharia Urbana, 2018.

Referências Bibliográficas: p. 74 – 79.

1. Ruído Urbano. 2. Mobilidade Urbana Sustentável.
3. Planejamento Urbano. 4. Diagnóstico Sonoro. I.
Boscher Torres, Julio Cesar. II. Universidade Federal do
Rio de Janeiro, POLI, Programa de Engenharia Urbana.
III. Título.

Agradecimentos

À Deus, pela Sublime Luz da Vida!

Aos meus pais, Ronald Gibaja Gibaja (in memorian) e Eliane H. Gripp Gibaja, pela oportunidade que me deram, de vir a este mundo e mostraram o caminho correto!

À minha amada de todas as horas, Ariane Salles Correa pela compreensão, dedicação e companheirismo ...!

Aos meus filhos, Elton Daniel, Ronald Emanuel e Anthony Augusto, por terem que abdicar do tempo deles para dedicá-lo ao estudo e ao trabalho ... causa do meu esforço.

Aos meus irmãos, Eliane Sonaly, Ronald, Christian, Patrick e Pierre, por compartilharem e participarem do aprendizado de todos os dias ...

Aos meus sobrinhos, Octávio, Victor (especial), Maitê, Lucas, Fernanda e Pedro, por representarem a continuidade do elo familiar.

Aos familiares, representados por Joel Gripp Jr, com seu apoio no início desta caminhada e Olger Gibaja, que, com poucas palavras deu-me incentivo.

Aos meus professores, desde a primeira letra aprendida ao meu orientador Julio, este faz representar à todos os mestres ...

Por contribuírem com ensinamentos e na construção do porvir ...

Aos amigos e amigas, Adiane, Alana, Alessandro, Ângela, Carol, Edson, Eduardo, Edwin, Elaine, Elizabeth, Fernando, Gustavo, Luiz Fernando, Luziara, Manoel, Marcelino, Marco, Mário, Monique, Nilson, Pedro, Reginaldo, Sérgio, Verônica, Zuleika e tantos outros ... Pela ajuda, incentivos e formas mais variadas pela conclusão desta ...

À todos, sem exceção, seja por espaço, esquecimento ou preconceito ... Por fazerem parte da minha evolução!

RESUMO

GIBAJA GRIPP, Rivail Augusto. **ESTUDO DO IMPACTO PRODUZIDO PELA MOBILIDADE NO RUÍDO URBANO NA ÁREA CENTRAL DE RIO DAS OSTRAS - RJ.** Rio de Janeiro, 2018. Dissertação (Mestrado). Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.

Este trabalho apresenta uma análise do ruído produzido pela mobilidade urbana na área central de Rio das Ostras, município localizado na Região dos Lagos do Estado do Rio de Janeiro. Primeiramente, é apresentada uma análise do Plano de Mobilidade Urbana (PMURO) desenvolvido pela Prefeitura da cidade de Rio das Ostras, destacando suas características e seus impactos no ruído urbano. Em seguida, é feita uma análise do ruído urbano, apresentando suas características, grandezas e indicadores. A análise considerou a influência do tráfego e da morfologia urbana através de medições "in loco" dos níveis de pressão sonora em diversos pontos da cidade e de modelos digitais da geometria urbana. Com base dos dados coletados, foram gerados, por simulação numérica, mapas de ruído relativos ao tráfego de veículos, para os períodos do dia. Os valores encontrados apontam um excesso dos níveis de ruído na cidade, principalmente no eixo viário mais importante da cidade. O estudo então correlaciona as características do plano de mobilidade da cidade com os mapas e apresenta algumas propostas de medidas mitigadoras do ruído, que podem ser implementadas em futuro processo de revisão do PMURO.

ABSTRACT

GIBAJA GRIPP, Rivail Augusto. **URBAN NOISE IMPACT STUDY PROMOTED BY MOBILITY IN CENTRAL AREA OF RIO DAS OSTRAS CITY - RJ**. Rio de Janeiro, 2018. Masters Thesis. Urban Engineering Program, Polytechnic School, Federal University of Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.

This work presents an analysis of the noise produced by urban mobility in the central area of Rio das Ostras, a municipality located in the Lakes Region of the State of Rio de Janeiro. Firstly, an analysis of the Urban Mobility Plan (PMURO), developed by the City of Rio das Ostras, highlighting its characteristics and its impacts on urban noise, is presented. Then, an analysis of urban noise is made, presenting its characteristics, variables and indicators. The analysis considered the influence of traffic and urban morphology through measurements "in loco" of sound pressure levels in several points of the city and through digital models of urban geometry. Based on the collected data, noise maps related to vehicular traffic were generated by numerical simulation for the periods of the day. The values found point out to an excess of noise levels in the city, mainly in the most important road axis of the city. The study then correlates the characteristics of the city mobility plan with the maps and presents some proposals for noise mitigation measures that can be implemented in the future process of revision of the PMURO.

Sumário

Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xiii
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Metodologia	3
1.3 Delimitação do Problema	4
1.4 Estrutura do Trabalho	4
2 O Ruído	6
2.1 Conceitos de Som e Ruído	6
2.2 Quantificação e Percepção do Ruído	7
2.3 Métricas de Avaliação do Ruído	9
2.3.1 Níveis equivalentes para diferentes períodos do dia	9
2.3.2 Níveis de Médios de Ruído	9
2.4 O Ruído e Meio Ambiente	10
2.4.1 Ruído Noturno	13
2.5 Efeitos do Ruído na Saúde	14
2.5.1 Fontes de Ruído nas Cidades	17
2.6 Legislação sobre o Ruído	20
3 Mobilidade Urbana e Ruído	25
3.1 Aspectos Gerais da Mobilidade Urbana	25
3.1.1 Mobilidade Urbana Sustentável	26
3.1.2 Plano de Mobilidade Urbana Sustentável	27
3.2 Elaboração de um PMUS	30
3.2.1 Preparação	30
3.2.2 Metas e Objetivos	31
3.2.3 Elaboração do PMUS	33
3.2.4 Implementação do PMUS	34
3.3 PMUS e o Ruído Urbano	35

3.4	Experiências de Ruído Integrado ao PMUS	37
3.4.1	Curitiba - Paraná	38
3.4.2	Catanduva - São Paulo	39
3.4.3	Joinville - Santa Catarina	40
3.4.4	Viana do Castelo - Portugal	41
4	Estudo de Caso: Município de Rio das Ostras	43
4.1	Histórico da Cidade	43
4.2	Características do Município de Rio das Ostras	44
4.3	O Plano de Diretrizes da Mobilidade Urbana de Rio das Ostras - PDMURO	45
4.3.1	A Evolução do PDMURO	46
4.3.2	Diagnósticos do PDMURO	48
4.3.3	Conquistas e Desdobramentos do PMURO	52
5	Impacto da Mobilidade no Ruído Urbano	53
5.1	Elaboração do Mapa de Ruído	55
5.1.1	A Construção para o Mapa de Ruído	56
5.2	Validação do Mapa	60
5.2.1	Pontos de Aferição	61
5.2.2	Validação do Mapa	64
5.3	Mapas de Ruído de Rio das Ostras	66
5.4	Medidas Mitigatórias	70
6	Conclusões e Considerações	72
6.1	Considerações Gerais	73
6.2	Trabalhos Futuros	73
	Referências Bibliográficas	74
A	Anexo I - Pontos de Medição	80
A.1	Rodovia Amaral Peixoto/RJ 106	80
A.1.1	Ponto 01 – Mirante do Poeta	80
A.1.2	Ponto 02 – PJPC Praça José Pereira Câmara	81
A.1.3	Ponto 03 – Igreja Presbiterisana	82
A.1.4	Ponto 04 – Av. AMAZONAS (Feira do Artesão)	84
A.1.5	Ponto 05 – Shopping HOLIDAY	86
A.1.6	Ponto 06 – Bangu	88
A.2	Pontos Aferidos nas Vias Secundárias	90
A.2.1	Ponto 07 – Colégio Célio Sarzedas	90
A.2.2	Ponto 08 – Av. Amazonas/Guaporé	91

A.2.3	Ponto 09 – Maracanã/Flamengo	93
A.2.4	Ponto 10 - Jovem Vianna/Jandira Moraes Pimentel	94
A.2.5	Ponto 11 - Praça São Pedro	95
A.2.6	Ponto 12 - Tijuca/Mayer	96
A.2.7	Ponto 13 - Praça Zarour/Bangu	97
A.2.8	Ponto 14 - Av. BRASIL	98
A.2.9	Ponto 15 - JOÃO VIANA	100

Lista de Figuras

2.1	Curvas de Isofonia.	8
2.2	Curvas de Ponderação	8
2.3	Efeitos de Lden acima de 55 dBA sobre seres humanos	15
2.4	Pirâmide dos Efeitos do Ruído	17
2.5	Percepção Subjetiva do Ruído	19
2.6	Valores dB(A) e Curva de avaliação de ruído - NCA	24
3.1	Sistema de Mobilidade Urbana	26
3.2	Preparação do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável	30
3.3	Metas e Objetivos do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável	32
3.4	Elaboração do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável	33
3.5	Implementação do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável	34
3.6	Círculo Vicioso da Mobilidade Urbana – Causas, Consequências e Cenários	36
3.7	Forest Corridor – Highway Noise Barrier	38
4.1	Estimativa da População.	44
4.2	Referência Geográfica e Política	45
4.3	Mapa de Rio das Ostras	46
4.4	Áreas de Interesse do PMU	47
4.5	Demanda por Faixa Hora	50
4.6	Distribuição e classificação do uso de veículos nas viagens	51
5.1	Situação do Fluxo de Veículos na RJ 106, Rio das Ostras	54
5.2	Área Central da Malha Urbana de Rio das Ostras	55
5.3	Base do GE com AutoCAD	57
5.4	Dxf como base para interface do CadnaA	57
5.5	Exemplo de importação de vias no CadnaA	58
5.6	Exemplo de importação de receptores no CadnaA	59
5.7	Inserção das Informações Viárias no software CadnaA	59
5.8	Visualização do modelo de simulação no CadnaA	60
5.9	Identificação dos Pontos de Medição na Área Central	62

5.10	Locais de medição.	63
5.11	Gráfico com Níveis de Ruído Máximo, Médio e Mínimo	64
5.12	Mapa de Ruído (Dia) da Região Central de Rio das Ostras	67
5.13	Mapa de Ruído (Tarde) da Região Central de Rio das Ostras	67
5.14	Mapa de Ruído (Noite) da Região Central de Rio das Ostras	68
5.15	Mapa de Ruído Dia-Tarde-Noite (L_{DEN}) da Região Central de Rio das Ostras	69
A.1	Foto do Ponto 01 – Mirante do Poeta / Local de aferição sinalizado .	80
A.2	Localização do Ponto 01 – Mirante do Poeta / Raio de 100 metros . .	82
A.3	Foto do Ponto 02 – Praça José Pereira Câmara / Local de aferição sinalizado	83
A.4	Localização do Ponto 02 – Praça José Pereira Câmara / Raio de 100 metros	84
A.5	Foto do Ponto 03 – Igreja Presbiteriana / Local de aferição sinalizado	85
A.6	Localização do Ponto 03 – Igreja Presbiteriana / Raio de 100 metros .	85
A.7	Foto do Ponto 04 – Feira do Artesão - Av Amazonas / Local de aferição sinalizado	86
A.8	Localização do Ponto 04 – Feira do Artesão / Raio de 100 metros . .	87
A.9	Foto do Ponto 05 – Cruzamento da rua Flamengo para a Jovem Viana e da rua Bento Costa Júnior para a RJ 106 / Local de aferição sinalizado	88
A.10	Localização do Ponto 05 – Shopping Holiday/ Raio de 100 metros . .	89
A.11	Foto do Ponto 06 – Cruzamento das ruas Bangu e João Viana na Rj 106 / Local de aferição sinalizado	89
A.12	Localização do Ponto 06 – Sapataria Passo Feliz / Raio de 100 metros	91
A.13	Foto do Ponto 07 – Cruzamento da rua Guaporé com a rua Paranaíba / Local de aferição sinalizado	92
A.14	Localização do Ponto 07 – Colégio Prefeito Célio Sarzedas / Raio de 100 metros	93
A.15	Foto do Ponto 08 – Cruzamento da rua Guaporé com a av Amazonas / Local de aferição sinalizado	94
A.16	Localização do Ponto 08 – Canteiro da Av Amazonas com rua Guaporé / Raio de 100 metros	95
A.17	Foto do Ponto 09 – Cruzamento da Rua Flamengo com Maracanã / Local de aferição sinalizado	96
A.18	Localização do Ponto 09 – Rua Maracanã x Flamengo / Raio de 100 metros	97
A.19	Foto do Ponto 10 – Cruzamento das Ruas Jovem Viana com São Francisco Xavier e Jandira Moraes Pimentel / Local de aferição sinalizado	98

A.20	Localização do Ponto 10 – Rua Jovem Viana x São Francisco Xavier x Jandira Moraes Pimentel / Raio de 100 metros	99
A.21	Foto do Ponto 11 – Esquina da Rua Bento Costa Junior com Av. Cristóvão Barcelos – Praça São Pedro / Local de aferição sinalizado .	99
A.22	Localização do Ponto 11 – Rua Bento Costa Junioir x Av. Cristóvão Barcelos / Raio de 100 metros	101
A.23	Foto do Ponto 12 – Esquina da Rua Mayer com Rua Tijuca / Local de aferição sinalizado	102
A.24	Localização do Ponto 12 – Rua Mayer x Rua Tijuca / Raio de 100 metros	102
A.25	Foto do Ponto 13 – Bifurcação da Rua Bangu na Praça Gilson Zarour com Henrique Sarzedas / Local de aferição sinalizado	103
A.26	Localização do Ponto 13 – Praça Gilson Zarour, Ruas Bangu e Hen- rique Sarzedas / Raio de 100 metros	104
A.27	Foto do Ponto 14 – Cruzamento da Av. Brasil com Rua Pernambuco / Local de aferição sinalizado	104
A.28	Localização do Ponto 14 – Av Brasil x Rua Pernambuco / Raio de 100 metros	105
A.29	Foto do Ponto 15 – Rua João Viana / Local de aferição sinalizado . .	106
A.30	Localização do Ponto 15 – Rua João Viana / Raio de 100 metros . . .	106

Lista de Tabelas

2.1	Situações dos Níveis de Pressão Sonora / Ruído	16
3.1	Diferenças entre Planejamento Tradicional e Sustentável	42
4.1	Cronograma do PDMURO	47
4.2	Extratificação por Faixa Hora	49
4.3	Índices Operacionais do Sistema de Transporte Coletivo	51
5.1	Localidades e respectivo habitantes fixos que recebem o Impacto da Mobilidade sobre o Ruído Urbano - IMRU.	54
5.2	Contagens e coleta de dados das Vias	58
5.3	Dados de campo utilizados para elaboração dos mapas.	63
5.4	Comparação entre valores medidos e simulados nos pontos de aferição (L_D - Dia).	65
5.5	Comparação entre valores medidos e simulados nos pontos de aferição (L_N - Noite).	65
5.6	Variação no Nível de Ruído entre o Dia e a Noite.	70
A.1	Características da Via - Ponto 1	81
A.2	Características da Via - Ponto 2	83
A.3	Características da Via - Ponto 3	86
A.4	Características da Via - Ponto 4	88
A.5	Características da Via - Ponto 5	90
A.6	Características da Via - Ponto 6	92
A.7	Características da Via - Ponto 7	94
A.8	Características da Via - Ponto 8	96
A.9	Características da Via - Ponto 9	98
A.10	Características da Via - Ponto 10	100
A.11	Características da Via - Ponto 11	100
A.12	Características da Via - Ponto 12	103
A.13	Características da Via - Ponto 13	103
A.14	Características da Via - Ponto 14	105

A.15 Características da Via - Ponto 15	107
--	-----

Capítulo 1

Introdução

O efeito da expansão urbana, em todos os continentes, revela a transformação do perfil da população de rural em urbana. Um exemplo disso está na observação dos dados levantados pelas Nações Unidas [1] onde em 1950 o Brasil possuía 63,8% de sua população em áreas rurais, em 1964 esse número se reduziu para 50,1% e, atualmente, é de 13,4%. Com 86,6% da população vivendo em áreas urbanas, surgem evidentes problemas referentes à infraestrutura, ao abastecimento, à mobilidade e principalmente à poluição, em seus mais diversos níveis.

Coforme Fernandes [2], sob o aspecto da mobilidade urbana, atualmente, o meio de deslocamento mais utilizado é o transporte rodoviário pessoal (carros particulares) que, nas últimas décadas, vem causando uma saturação na infraestrutura existente. Ainda Fernandes [2], por exemplo, destaca que "a mobilidade urbana das médias e grandes cidades, baseia-se principalmente na intensificação do uso do automóvel individual e tem elevados custos ambientais."

Pode-se definir como "Mobilidade Urbana" a capacidade de uma determinada população em se deslocar de um centro a outro, utilizando-se dos meios e infraestruturas disponíveis. O Plano de Mobilidade Urbana (PMU) tem por objetivo definir políticas públicas e estratégias para melhoria do uso do solo e o deslocamento das pessoas e serviços. Dessa forma, pode influenciar diretamente na capacidade de deslocamento populacional, de bens e da produção, além de promover a sustentabilidade e melhor qualidade de vida [3].

Dados do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID [4] mostram que a mobilidade é um grande desafio das cidades da América Latina e Caribe. Em 2010, existiam 60 milhões de automóveis na região e a expectativa para 2025 é a de incorporação de mais 80 milhões de veículos a esta frota. Esses veículos circulam pelas vias públicas e contribuem para o aumento dos congestionamentos, dos acidentes graves, das emissões de gases poluentes e do efeito estufa.

Um dos grandes problemas da alta concentração de veículos - em contraposição ao transporte de alta capacidade - é a poluição ambiental. Dentre os tipos de poluição

ambiental destaca-se a sonora, que, devido ao seu aumento, tem provocado efeitos adversos na população urbana. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), os resultados preliminares do projeto *Environmental Burden of Disease* (EBD - Carga Ambiental das Doenças) - na Europa, relatados na Conferência Ministerial realizada em Parma/2010, apontam que o ruído do tráfego ficou em segundo lugar em termos de impacto na saúde pública, considerando a pesquisa desenvolvida em seis países europeus[5]. Atualmente, a poluição sonora já ultrapassa a poluição das águas e a coloca atrás apenas da poluição atmosférica [6]. Estudos recentes indicam que grande parte das cidades brasileiras possuem níveis alarmantes de ruído, acima daqueles indicados pela OMS como aceitáveis [7].

No Brasil, o Estatuto das Cidades, prevê a aplicação de ordenamentos junto ao Plano Diretor e ao Plano de Mobilidade Urbana como forma preventiva da questão do ruído, conforme a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 182 [8]. Porém, segundo Balzan [9], “grande parte dos centros urbanos não dispõe de controle e fiscalização quanto aos níveis de pressão sonora permitidos”. Porém, o grande entrave para o controle da poluição sonora é a aplicabilidade de tais ordenamentos.

As políticas públicas no Brasil ainda carecem na garantia ações efetivas para tratar do assunto específico do ruído e que muito tem afetado a população, principalmente na saúde.

Conforme Andrade [10], “a poluição sonora é qualquer alteração das propriedades físicas do meio ambiente causada por sons inadmissíveis ou ruído, que de forma direta ou indireta possam lesar fisiologicamente e/ou, psicologicamente, a saúde, a segurança e o bem estar dos seres vivos, podendo provocar efeitos clínicos, estresse, dificuldades mentais e emocionais e até a surdez progressiva e imediata. A ação maléfica da poluição sonora depende de fatores ligados ao indivíduo, da suscetibilidade individual, de elementos do próprio agente ruído, tais como: a intensidade, o tipo, o tempo de exposição, o espectro sonoro etc. e de contribuintes do meio ambiente, região do espaço de propagação do ruído”.

De acordo com pesquisas e estudos baseados na OMS [5], apresentam-se dos mais variados prejuízos causados pelo ruído à saúde, onde em cada três pessoas, uma tem incômodo durante o dia e em cada cinco pessoas, uma tem distúrbio do sono causadas pelo ruído do tráfego.

Dessa forma, verifica-se que há uma relação direta entre a mobilidade e o ruído urbano, sendo fundamental que as questões relativas ao ruído e sua mitigação sejam considerados durante as etapas de elaboração dos planos de mobilidade urbana. Segundo Portugal [11], os impactos negativos causados pela mobilidade em ambientes naturais e sociais estão aumentando dramaticamente.

O Plano de Mobilidade Urbana de Rios das Ostras (PMURO / 2015)[12] considera que o transporte público da população é realizado, em sua maioria, por “vans“

veículos de pequeno porte (VPP), veículo com capacidade de transportar entre 16 a 21 passageiros sentados, inclusive motorista [13], também denominado por veículos de baixa capacidade [14] e o transporte privado por veículos particulares e bicicletas, facilitado pela topografia plana da região. Esse plano segue diretrizes relevantes para promover mudanças no deslocamento, passando em parte, de motorizados para não-motorizados. Em teoria, ocasionaria alteração nas condições de trafegabilidade e possível redução dos níveis de ruído. Todavia, é inexistente qualquer estudo, controle, fiscalização, mensurações e/ou levantamentos de dados para essa questão na cidade.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é avaliar quais impactos o Plano de Mobilidade Urbana de Rio das Ostras produziu no conforto acústico e no ruído, na região central da Cidade.

A análise do impacto produzido pela mobilidade urbana possibilitará compreender as causas e efeitos e, secundariamente, elaborar alternativas ao PMURO para solução de questões relativas à poluição sonora e à mobilidade em regiões especificamente afetadas, que gerem prejuízos para a população local.

1.2 Metodologia

Nesse trabalho a análise do impacto que o Plano de Mobilidade Urbana de Rio das Ostras tem sobre o ruído urbano é realizada através de uma investigação sobre as características do próprio plano e da correlação existente entre a situação real da mobilidade com o cenário encontrado da poluição sonora.

Essa comparação dá-se através do levantamento das condições viárias e de tráfego da região central da cidade de Rio das Ostras e da elaboração de mapas de ruído para a mesma região.

Com os dados levantados elaborar através de simulador de ruído urbano, o CadnaA, mapas de ruído, que apresentam, graficamente, os resultados dos níveis de ruído distribuídos espacialmente na região.

Além disso, também é requerido um modelo geométrico da região em estudo, considerando as edificações com suas alturas e as vias, com características de largura, comprimento e elevações.

Dessa forma, é possível identificar os locais onde há excesso de ruído, considerando as normativas federais e municipais e correlacioná-los com os elementos da mobilidade urbana.

1.3 Delimitação do Problema

Delimitam-se nas definições sobre o ruído e a mobilidade urbana, os problemas, que devem ser analisados com dados da bibliografia levantada e dos impactos proporcionados na região central de Rio das Ostras.

O primeiro, o ruído, tem-se a preocupação na saúde, que afeta diretamente a população, e apresenta em paralelo aos dados de órgão internacionais, implicações provocadas pelo tráfego intenso de veículos e que satura a infraestrutura da cidade.

O problema pode ser minimizado ou agravado com um plano de mobilidade. Na dependência disto, a mobilidade urbana, de forma a estabelecer procedimentos para a implantação estratégica e baseada em um ciclo e etapas, para o desenvolvimento com visão de sustentabilidade

Através dessa compreensão, local e geral da região, é possível identificar métodos e meios para implementação de soluções e fiscalizações para a manutenção das prerrogativas do Plano de Mobilidade Urbano de Rio das Ostras e o seu Plano Diretor Urbanístico.

1.4 Estrutura do Trabalho

A estrutura deste trabalho, tem início no **Capítulo 1 - "Introdução"**, com a análise realizada do efeito da expansão urbana, provocada pela saturação da infraestrutura urbana com o congestionamento das vias, pelo elevado tráfego de veículos motorizados nos centros urbanos, que causam diversos tipos de poluição, onde se destaca a poluição sonora. Como base para o estudo tem-se o Plano de Mobilidade de Rio das Ostras.

O ruído é definido e quantificado por meio de fórmulas matemáticas no **Capítulo 2 - "O Ruído"**. Neste, são demonstrados graficamente sua percepção. No capítulo se destacam estudos, aplicações de diretrizes internacionais e a preocupação dos malefícios causados na saúde humana. A legislação aplicada sobre o ruído também é tratada.

O sistema que envolve a mobilidade é analisada no **Capítulo 3 - "Mobilidade Urbana e Ruído"**, em que distingue o planejamento tradicional do sustentável. Demonstra o desenvolvimento de um Plano de Mobilidade Urbana Sustentável com a inclusão e as experiências de planos de ação para redução do ruído urbano.

Destaca-se a localidade que é realizado o estudo no **Capítulo 4 - "Estudo de Caso: Município de Rio das Ostras"**, com várias informações, principalmente os relativos as diretrizes da mobilidade urbana da cidade.

A área que define cada ponto de medição para a elaboração dos mapas é apresentada no **Capítulo 5 - "Impacto da Mobilidade no Ruído Urbano"**, como fo-

ram realizados os procedimentos para se chegar aos resultados obtidos. Apresentam-se os mapas de cada período e as medidas mitigatórias.

Finalizando o estudo, provoca-se uma reflexão sobre os principais elementos que relacionam a mobilidade e o ruído urbano no **Capítulo 6 - "Conclusões e Recomendações"**. Com base nas conclusões alcançadas e nas recomendações sugeridas de ações.

Capítulo 2

O Ruído

Nesse capítulo são apresentados os principais conceitos abordados na análise do ruído em função da mobilidade urbana.

2.1 Conceitos de Som e Ruído

Os indivíduos possuem uma noção abstrata de ruído e intuitivamente todos o entendem por experiências do dia a dia. Segundo Murphy [15] o som é o resultado das variações de pressão num meio - normalmente no ar. As flutuações de pressão acima e abaixo da pressão atmosférica são detectadas pelo ouvido humano e isto resulta na sensação de audição.

A definição de ruído segundo NBR 12.179/1992 é a “Mistura de sons cujas frequências não seguem nenhuma lei precisa, e que diferem entre si por valores imperceptíveis ao ouvido humano” [16].

Porém, o homem que os distingue, comparando que o nível sonoro produzido por um mosquito (30 dB (A)) é inferior àquele produzido por uma orquestra (90 dB (A)), mas mesmo assim causa grande incomodo.

Um som (ou ruído) tem origem numa variação de pressão do ar que, uma vez estimulado (por exemplo por cordas vocais ou um equipamento) transmite esse estímulo às partículas de ar adjacentes até chegarem ao ouvido. Se o resultado subjectivo dessa vibração (no cérebro) for agradável ou tiver significado auditivo será classificado como Som; se não tiver significado auditivo ou for desagradável a designação passa a Ruído [17].

Apesar desse carácter subjectivo de classificação entre som e ruído, verifica-se a necessidade de definir parâmetros objetivos que permitam quantificar o incômodo produzido pelo ruído no ser humano.

2.2 Quantificação e Percepção do Ruído

O ouvido humano percebe a amplitude ou volume sonoro de acordo com a intensidade da onda acústica. A amplitude do som percebido varia de acordo com a distância até fonte e a energia dissipada na trajetória do som [18–20].

O som somente é perceptível ao ser humano para valores de pressão acima de $20 \times 10^{-6} Pa$. Por outro lado, o som só é suportável, sem causar danos ao sistema auditivo até valores próximos a $60 Pa$. Dessa forma, é conveniente utilizar o Decibel (dB) para trabalhar com valores com ordens de grandeza tão distintos (variação de pressão da ordem de 300.000).

A fim de quantificar a energia de uma onda sonora, a norma brasileira NBR 10151:2000 [21] define o Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{eq}), que expressa uma média energética para um período de tempo T . A definição é dada pela Equação (2.1), segundo [20]:

$$L_{eq, T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right], \quad (2.1)$$

onde $p(t)$ é a pressão instantânea no tempo t , p_0 é a pressão sonora de referência ($20 \times 10^{-6} Pa$) e T é o período de cálculo do nível equivalente.

Contudo, a frequência (f) do som também influencia na sensibilidade auditiva. Sons com mesma intensidade sonora são percebidos de forma diferente pelo sistema auditivo. A curva apresentada na Figura 2.1 representa a percepção do ser humano aos diferentes estímulos de frequência que possuem o mesmo nível de pressão sonora.

Pode-se observar na Figura 2.1 que quanto maior é o nível de pressão sonora ao qual a pessoa está exposta, mais uniforme é a sensibilidade auditiva. Para níveis baixos, a diferença na percepção da intensidade entre sons graves e agudos é mais pronunciada. Dessa forma, sons graves em nível mais elevados podem produzir um incômodo equivalente ao de um som agudo que tenha baixo nível de pressão sonora.

A fim de compensar essas diferenças de percepção de nível em função da frequência – características do sistema auditivo do ser humano – são utilizadas as curvas de ponderação apresentadas na Figura 2.2, onde a curva (A) compensa as características da curva de 40 Fones da Figura 2.1. Dessa forma, avaliação do impacto sonoro no ser humano deve considerar tanto as características de nível quanto de frequência, sendo essa correção indicada pela ponderação A, em dB(A).

Aplicando-se a ponderação (A) às componentes de frequência de $p(t)$, tem-se o Nível Equivalente Ponderado em (A) (L_{Aeq}):

$$L_{Aeq, T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right], \quad (2.2)$$

onde $p_A(t)$ é a função de pressão ponderada na escala "A".

O impacto sonoro não se restringe à medição do ruído isoladamente, mas sim

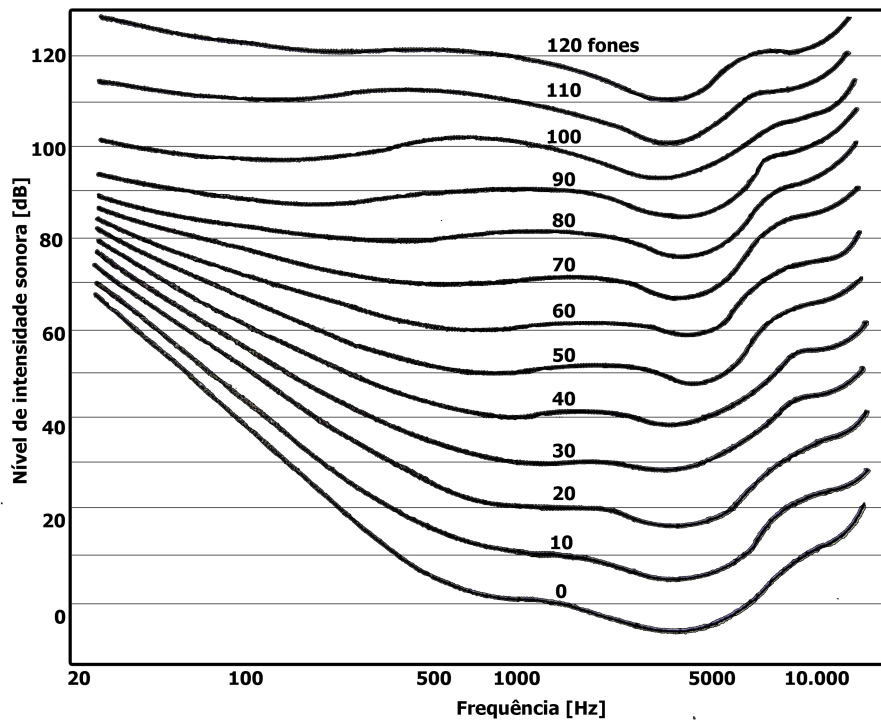


Figura 2.1: Curvas de Isofonia.
 Fonte: Dan Taufner, 2018 [22]

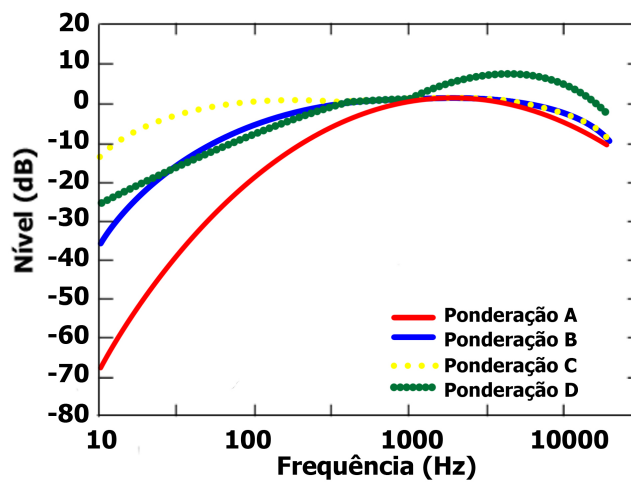


Figura 2.2: Curvas de Ponderação
 Fonte: Dan Taufner, 2018 [22]

de forma contínua e integrada ao longo de um período de tempo. Conforme Silva [20] as métricas de avaliação do impacto sonoro devem relacionar grandezas físicas com o incômodo que o ruído causa nas pessoas, em função da "representatividade temporal" do ruído.

2.3 Métricas de Avaliação do Ruído

2.3.1 Níveis equivalentes para diferentes períodos do dia

Segundo Dan Daufner [22], "o Nível de Ruído Equivalente para um determinado período do dia é calculado a partir do Nível de Pressão Sonora Equivalente L_{Aeq} usando-se os valores de pressão medidos durante o horário e período de tempo de interesse. Os principais períodos são: Dia (L_D , entre 07:00 e 19:00 h), Tarde (L_E , de 19:00 às 22:00 h) e Noite (L_N , de 22:00 às 07:00 do dia seguinte). Ainda segundo Dan Taufner, essa métrica pode ser utilizada pelas autoridades municipais para determinação dos níveis de conforto e aceitabilidade acústica, sendo indicada pela norma de conforto acústico NBR 10151:2000 [21].

Cabe observar que esses período de tempo definidor para cada indicador podem variar conforme a regulamentação de cada país, estado ou até município. Nesse caso, as equações devem ser corrigidas para os respectivos períodos de tempo.

O níveis por períodos do dia L_D, L_E e L_N são definidos pelas Equações 2.3 a 2.5 [20, 22], onde os períodos de tempo $[D1; D2]$, $[E1; E2]$ e $[N1; N2]$, correspondem aos horários de início e fim dos períodos definidos para Dia, Tarde e Noite, respectivamente e em segundos.

$$L_D = 10 \log\left(\sum_{t=D1}^{D2} 10^{\frac{L_{Aeq}(t)}{10}}\right) - 10 \log(D2 - D1)[dB(A)] \quad (2.3)$$

$$L_E = 10 \log\left(\sum_{t=E1}^{E2} 10^{\frac{L_{Aeq}(t)}{10}}\right) - 10 \log(E2 - E1)[dB(A)] \quad (2.4)$$

$$L_N = 10 \log\left(\sum_{t=N1}^{N2} 10^{\frac{L_{Aeq}(t)}{10}}\right) - 10 \log(N2 - N1)[dB(A)] \quad (2.5)$$

2.3.2 Níveis de Médios de Ruído

O Nível de Ruído Médio Dia-Noite (*Day-Night Average Noise Level* - DNL) ou L_{DN} representa um valor médio do nível de pressão sonora, em dB, para um período de 24h. Para o período entre 22h a 7h são adicionados 10 dB, como forma de penalizar o incômodo que o ruído apresenta no período noturno.

O L_{DN} é definido pela Equação 2.6 [20], considerando o tempo em segundos:

$$L_{DN} = 10 \log_{10} \left(\sum_{t=D1}^{N1} 10^{\frac{L_{Aeq}(t)}{10}} + \sum_{t=N1}^{D1*} 10^{\frac{L_{Aeq}(t)+10}{10}} \right) - 10 \log_{10}(86400)[dB], \quad (2.6)$$

sendo $D1^*$ o horário de início do período diurno do dia seguinte.

Cabe notar que na métrica L_{DN} há uma penalização do ruído no período noturno, dado pela parcela de 10 dB adicionados aos níveis equivalentes medidos durante a noite. Essa penalização tem o objetivo de dar maior peso ao ruído noturno, quando comparado ao ruído produzido ao longo do período Dia.

Outra métrica utilizada é o Nível de Ruído Médio Dia-Tarde-Noite (*Day-Evening-Night Average Noise Level* - L_{DEN}), cuja definição é dada pela Equação 2.7.

$$L_{DEN} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{24} \left(12 \times 10^{\frac{L_D}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_E+5}{10}} + 9 \times 10^{\frac{L_N+10}{10}} \right) \right] [dB] \quad (2.7)$$

Onde o L_D é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 12h/dia (entre 7h e 19h), medido com o filtro de frequências na ponderação A; L_E é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 3h/entardecer (19h e 22h), medido com o filtro de frequências na ponderação A; L_N é o nível de pressão sonora equivalente e contínua referente a um período corresponde às 9h/noite (entre 22h e 7h), medido com o filtro de frequências na ponderação A.

Apresenta-se o indicador L_{DEN} , na equação, que representa o nível de pressão sonora médio nas 24h do dia, com a aplicação de uma ponderação diferenciada para os ruídos emitidos durante o período do entardecer (correção + 5 dB) e da noite (correção + 10 dB).

2.4 O Ruído e Meio Ambiente

No ambiente urbano, o conjunto de todo o ruído proveniente de inúmeras fontes sonoras, tais como meios de transporte, atividades de lazer, de obras, indústria, etc, causa o que vem sendo definido como poluição sonora, ou seja, uma sobreposição de sons indesejáveis que provocam perturbação.

A Cúpula da Terra ou Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) endossa a Agenda 21, uma ação mundial para o desenvolvimento sustentável. Nesse evento discutiu-se a modificação de conceitos e práticas referentes ao desenvolvimento econômico e social. Considerou-se naquele momento que o ruído era a terceira maior causa de poluição ambiental, atrás da poluição da água e do ar [23].

A Associação Brasileira para a Qualidade Acústica - ProAcústica, destaca que dados mais recentes da Organização Mundial da Saúde estimam que 10% (dez por cento) da população mundial está exposta a níveis de pressão sonora que potencialmente podem causar perda auditiva induzida por ruído [24]. Em aproximadamente metade destas pessoas o prejuízo auditivo pode ser atribuído ao ruído intenso.

Com base em estudos desenvolvidos pela OMS [25] na Europa, especialistas aconselham os Estados Membros no desenvolvimento da legislação e de ações políticas futuras na área de avaliação e controle da exposição ao ruído.

As orientações com base na saúde decorrem da necessidade de diretrizes, deste modo, na União Europeia estabeleceu-se, em parte, a Diretiva 2002/49/CE (*Environmental Noise Directive 2002/49/EC* - **END**) em que se tem avaliação e gestão do ruído ambiental [26].

Quando se coloca nas questões urbanas por Murphy e King [15], ao se basear que não é exclusividade de Nova York ter problemas com o nível de ruído, pelo contrário, é um bom exemplo típico do som ambiente que ocorre nas cidades modernas. Enquanto, se percebe, que as cidades europeias são mais silenciosas do que as norte americanas.

Com a rápida urbanização e o aumento da concentração de atividades humanas em áreas relativamente pequenas resultam que os ambientes norte-americanos são mais ruidosos do que os centros urbanos europeus.

A Agência Europeia do Ambiente destaca que um grande número de europeus é afetado pelo ruído, considerado como um dos maiores problemas ambientais [27]. Afeta nos níveis fisiológico e psicológico e interfere nas atividades básicas como o sono, o descanso, os estudos e a comunicação.

A Organização Mundial de Saúde(OMS) estima que cerca de 40% da população da União Europeia é exposta a níveis de ruído de tráfego rodoviário superiores a 55 dB(A) e que mais de 30% está exposta a níveis superiores a 55 dB(A) durante a noite [5].

A área urbana tem apresentado estes aspectos mais contundente onde possuem maior volume de tráfego. Para reduzir os males provocados pela poluição sonora, a UE implantou algumas medidas, entre elas figuram normas técnicas destinadas a limitar as emissões de ruído na origem (por exemplo, o selo nos pneus para que os consumidores identifiquem os "mais silenciosos").

A diretiva sobre avaliação do ruído ambiental vem complementar estas normas. Um dos objetivos é a melhoria da qualidade dos dados coletados a fim de aprimorar a relação entre os residentes e o tráfego. A elaboração de planos de ação para as principais fontes de ruído na mobilidade e para as áreas urbanas de maior concentração, também segue como uma das exigências para reduzir o impacto à população afetada (e se necessário redução do próprio ruído), assim, como protege as zonas tranquilas, àquelas livres da poluição acústica. São planos de ação efetivos no terceiro ciclo quinquenal de 2017, que se prolongam até 2018 [28].

Os impactos do ruído são potenciados ao interagirem com outros fatores de perturbação do ambiente, tais como a poluição atmosférica e as substâncias químicas.

A aplicação da Diretiva 2002/49/CE obriga aos Estados-Membros, a elaborarem

e publicarem, de cinco em cinco anos, os mapas de ruído e os planos de ação para a gestão do ruído nas aglomerações com mais de 100.000 habitantes [28].

Na União Europeia a diretiva relativa ao ruído ambiental Diretiva 2002/49/CE é o principal instrumento legislativo para controlar a poluição sonora. Exige que os Estados-Membros preparem mapas de ruído para determinar a exposição ao ruído ambiental das principais fontes de transporte e indústria. Estes mapas de ruído servem de base para a adoção de planos de ação destinados a prevenir e reduzir a exposição prejudicial [26].

A Diretiva 2002/49/CE define certos indicadores de ruído a serem aplicados no mapeamento de ruído e no planeamento de ação. Esses indicadores representam uma escala física para descrever o ruído ambiental, que está vinculado a seus efeitos nocivos. Os principais indicadores são o L_{DEN} e o L_N .

A Diretiva 2002/49/CE exige que os Estados-Membros preparem e publiquem planos de ação de gerenciamento de ruído. No entanto, os tipos específicos de medidas incluídas nestes planos de ação são decididos a nível dos Estados-Membros.

Para as aglomerações urbanas, as medidas visando o gerenciamento do tráfego rodoviário são mais comumente listadas. Exemplos de tais medidas incluem substituir as superfícies rodoviárias, melhorar o fluxo de tráfego e introduzir menores limites de velocidade. Seguem-se as medidas relacionadas ao uso da terra e ao planeamento urbano.

Existem também planos de ação que visam promover a utilização de modos de transporte mais ecológicos, evitar aumentos no fluxo de tráfego e aumentar a conscientização sobre o ruído como um problema ambiental.

Dados os fatores que determinam os níveis de ruído ambiental, uma única medida, por si só, muitas vezes não é suficiente para lidar eficazmente com o problema dos altos níveis de ruído. Em vez disso, há necessidade que os Estados-Membros desenvolvam planos de ação que visem as sinergias e os benefícios que podem ser obtidos integrando a gestão do ruído com outras áreas de trabalho, como a qualidade do ar, os transportes, a mobilidade, o planeamento urbano e a forma como as cidades são planejadas[29].

Em Portugal, a elaboração de mapas de ruído para análise e informação de dados, em relação ao ano de referência de 2011, está concluída para as aglomerações em apenas 33%, para os principais eixos rodoviários em 68%, para os eixos ferroviários em 47% e para os principais aeroportos está completa. Foram aprovados planos de ação para a gestão do ruído no período corrente para apenas 17% das aglomerações, dos eixos rodoviários 5%, dos eixos ferroviários não obteve aprovação, e em relação aos aeroportos foram cumpridas as todas as obrigações[30]. Logo a Diretiva sugere conclusão da elaboração dos mapas de ruído e planos de ação para a gestão do ruído nas zonas urbanas em Portugal [29].

Exemplos de políticas desenvolvidas na capital sueca, Estocolmo, em que se consistiu investimentos em veículos não poluentes e na criação do sistema de pedágio urbano. Implementou-se baseado em várias medidas integradas no CIVITAS - Associação para a Defesa e Promoção dos Direitos dos Cidadãos, entidade declarada de utilidade pública e reconhecida internacionalmente, em particular devido às atividades que desenvolve no âmbito da Federação Internacional dos Direitos do Homem. Os problemas de qualidade do ar (altas concentrações de NOx e material particulado) e altos níveis de ruído no centro da cidade, impulsionou a administração municipal a combatê-los, substituindo a frota de veículos municipais por veículos não poluentes, movidos por eletricidade, etanol e biogás. Estocolmo estabeleceu ainda um regime de pedágio urbano convertendo grandes áreas do centro da cidade em zonas para pedestres, restringindo o acesso de veículos pesados ao centro da cidade e aumentando as taxas de estacionamento, sendo isentos os veículos limpos. Resultou na redução de tráfego de 22% (vinte dois por cento) e um aumento de cerca de 3% (três por cento) no uso de transportes públicos entre 2006 e 2011. O percentual de veículos não poluentes aumentou para cerca de 8% (oito por cento). Após o período de janeiro a julho de 2006, os cidadãos reconheceram os benefícios do sistema de pedágio urbano e, em referendo, 52% (cinquenta e dois por cento) da população foram a favor de sua continuidade [31].

As administrações urbanas têm várias possibilidades de contribuir para a melhoria significativa do sistema de transporte e, também para a saúde dos cidadãos, melhorando a qualidade do ar e a redução dos níveis de ruído no centro da cidade, no caso de Estocolmo.

2.4.1 Ruído Noturno

Documento finalizado em 2006, sobre as diretrizes do ruído noturno para a Europa, revela que há evidências científicas disponíveis sobre os efeitos do ruído noturno na saúde da população [5].

A Diretiva 2002/49/CE estabelece os limiares de exposição ao ruído noturno (L_N). O intuito é proteger o público, como por exemplo os vulneráveis, como crianças, enfermos crônicos e idosos, quando o nível encontram-se acima de 40 dB(A) [26].

A partir de meados de 2007, Diretiva 2002/49/CE, obriga os Estados-Membros da União Europeia a produzirem mapas de ruído e informações a respeito da exposição sonora noturna [26].

Apesar de países da Comunidade Européia (CE) terem legislação própria para o controle à exposição ao ruído à noite, as informações, até 2007 eram mínimas ou inexistentes sobre os efeitos causados na população [25].

Ainda, conforme a CE propôs, os resultados vieram apresentando novos fatos. Com os diagnósticos levantados, estima-se que há um número de pessoas altamente impactadas pelo ruído durante o sono. Em alguns países, números revelados demonstraram que parte considerável da população está exposta a níveis que colocam em risco a saúde, a qualidade de vida e o bem-estar.

Estudos desenvolvidos pela OMS [32] comprovam que, em média, uma pessoa que vive nas cidades mais ruidosas tem perda auditiva equivalente a de quem viveu mais 10 a 20 anos. No geral, os resultados mostraram uma correlação de 64% entre a perda auditiva e a poluição sonora.

No mesmo estudo, onde cinquenta cidades no mundo foram investigadas, Guangzhou, na China, classificou-se como tendo os piores níveis de poluição sonora do mundo, seguida por Cairo, Paris, Pequim e Delhi. Destas cidades destacou-se Zurique com o menor nível de poluição sonora.

O estudo conclui que as cidades estão barulhentas, no mundo afora, e que providências devem ser tomadas quanto a legislação a ser seguida e melhorá-la, principalmente com diminuição das fontes ruidosas, tais como os veículos automotores.

Para avaliar o distúrbio do sono em uma população exposta, a Diretriz recomenda a aplicação de um indicador L_N , com um limite de 50 dB.

2.5 Efeitos do Ruído na Saúde

A Organização Mundial de Saúde faz recomendações importantes com relação ao controle de ruído, pois populações expostas a níveis de ruído prolongados e/ou altos podem exibir reações de estresse, mudanças no estágio do sono e sintomas clínicos, como a hipertensão, mais de 900 (novecentos) mil casos de hipertensão são causados por ruído ambiental a cada ano, além de doenças cardiovasculares [27].

Também pode levar a sérios efeitos na saúde mediados pelo sistema endócrino humano e pelo cérebro, como o distúrbio do sono. Estima-se que 8 (oito) milhões de pessoas sofram distúrbios do sono devido ao ruído ambiental. Destacam-se também o aborrecimento, um sentimento de desconforto que afeta o bem-estar geral, a deficiência cognitiva e problemas de saúde mental [27].

O "Livro Verde da UE Futura Política de Ruído" [33] afirma que cerca de 20% (vinte por cento) da população da União Europeia é afetada por níveis de ruído considerados inaceitáveis por agentes da saúde, ou seja, que podem causar incômodo, perturbação do sono e efeitos prejudiciais para a saúde.

A Organização Mundial de Saúde [4] relata o aparecimento de efeitos adversos para a saúde em seres humanos expostos a níveis de ruído à noite acima de 40 decibéis (dB). A saúde é definida pela OMS como um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade. Portanto,

um alto nível de incômodo causado pelo ruído é considerado como um dos encargos de saúde e, portanto, é levado em consideração ao estimar os efeitos do ruído sobre a saúde humana.

A Figura 2.3 apresenta alguns dados adaptados de relatório da EEA [27] onde observa-se a quantidade de pessoas impactadas por ruído de tráfego com níveis L_{DEN} acima de 55 dB (A) e de 65 dB (A). Os dados recentes indicam que essa exposição ao ruído ambiental faz com que quase 20 (vinte) milhões de europeus experimentem desconforto em estado de estresse, 8 (oito) milhões sofram de distúrbios do sono, 43 (quarenta e três) mil hospitalizações e pelo menos 10 (dez) mil mortes prematuras são registradas.



Figura 2.3: Efeitos de Lden acima de 55 dBA sobre seres humanos
Fonte: Adaptado pelo autor [27]

O resultado de estudo de diferentes setores, entre o ruído de tráfego e hipertensão realizado no sul da Suécia [25], indicou que os impactos provocados pelo ruído do tráfego rodoviário, causa efeitos cardiovasculares, a partir de níveis médios superiores a 60 dB(A).

Rossi [34] destaca que a principal consequência da exposição a níveis de pressão sonora excessivos é a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) definida como sendo alteração irreversível e progressiva, decorrente da lesão das células ciliadas do Órgão de Corti.

No Brasil, o Ministério da Saúde define como principais sintomas da PAIR, a perda auditiva, a dificuldade de compreensão de fala, o zumbido, a intolerância a sons intensos, a dificuldade de sono, cefaléia, tontura, irritabilidade, e até problemas digestivos [34].

Na Tabela 2.1 é apresentada uma correlação entre os níveis equivalentes L_{Aeq} e as características psicoacústicas da percepção humana.

Tabela 2.1: Situações dos Níveis de Pressão Sonora / Ruído

Situações dos Níveis de Pressão Sonora / Ruído						
Escala			Acústica			
Percepção/Fonte	Condição	dB	Impacto	Efeito	Incômodo	
Limiar	Limiar do Som	0	Muito Baixo	Favorece o Descanso	Conforto	
Folhas na Brisa	Limite Inicial da Percepção	5				
Sussurro		10				
Pingo na Torneira		15				
Conversa Tom Baixo	Limite para o Sono	20	Baixo	Sensação de Bem Estar		
Tique-taque		25				
Biblioteca		30				
Enfermaria		35				
Sala de Estar Calma		40		Facilita a Concentração		
Ventilador	Limite do Conforto	45	Moderado	Facilita a Comunicação		
Chuva		50				
Choro de Bebê	Irritação	55	Normal	Facilita a Comunicação	Aceitável	
Escritório com Ar Condicionado	Irritação Tende Aumentar	60	Moderado com Risco	Permite a Comunicação	Alerta	
Cachorro Latindo	Limite da Irritação	65	Moderado Alto	Redução de Concentração	Danoso à Saúde	
Sala de Aula		70				
Aspirador		75				
Despertador		80				
Tráfego Intenso	Tolerância Diária de Exposição	8 h	Alto	Mal Estar e Desequilíbrio		
Moto		4 h		90		
Caminhão Pesado		2 h		95		
Helicóptero		1 h	100	Muito Alto		Surdez a Longo Prazo
Sirene de Viatura		30 min	105			
Britadeira		15 min	110			
Banda de Rock		7 min	115			
Furadeira Pneumática	Limiar da Dor	120	Altíssimo Risco (Grave)	Trauma Acústico, Rompimento do Tímpano		
Martelo Pneumático		125				
Buzina de Trem		130				
Foguete		135				
Explosão de Bomba		140				

Fonte: Adaptado pelo Autor (Escala NPS).

Quando o nível encontra-se acima de 60 dB, por exemplo, observa-se moderado risco auditivo, sem afetar a comunicação, porém requer alerta. A partir desse nível inicia-se o distúrbio de concentração, um processo de alterações na voz, em que o indivíduo aumenta a atividade mental e psicológica, sensíveis a sua saúde.

Para níveis entre 65 e 85 dB agravam-se os efeitos para a redução da concentração

e de comunicação verbal difícil, provocando uma condição do limite da irritação. O estágio é de incômodo, o ruído está bem presente e já provoca danos à saúde.

Em seguida, estabelece-se um impacto alto (de 85 dB a 100 dB), ampliando em efeitos de mal estar e desequilíbrio, afetando a surdez a longo prazo. Para essa faixa de níveis o tempo de exposição é determinante para a avaliação do impacto.

A Figura 2.4 apresenta exemplos de consequências provocadas pelo ruído, numa escala ordenada da gravidade e a relação com a quantidade de pessoas afetadas.

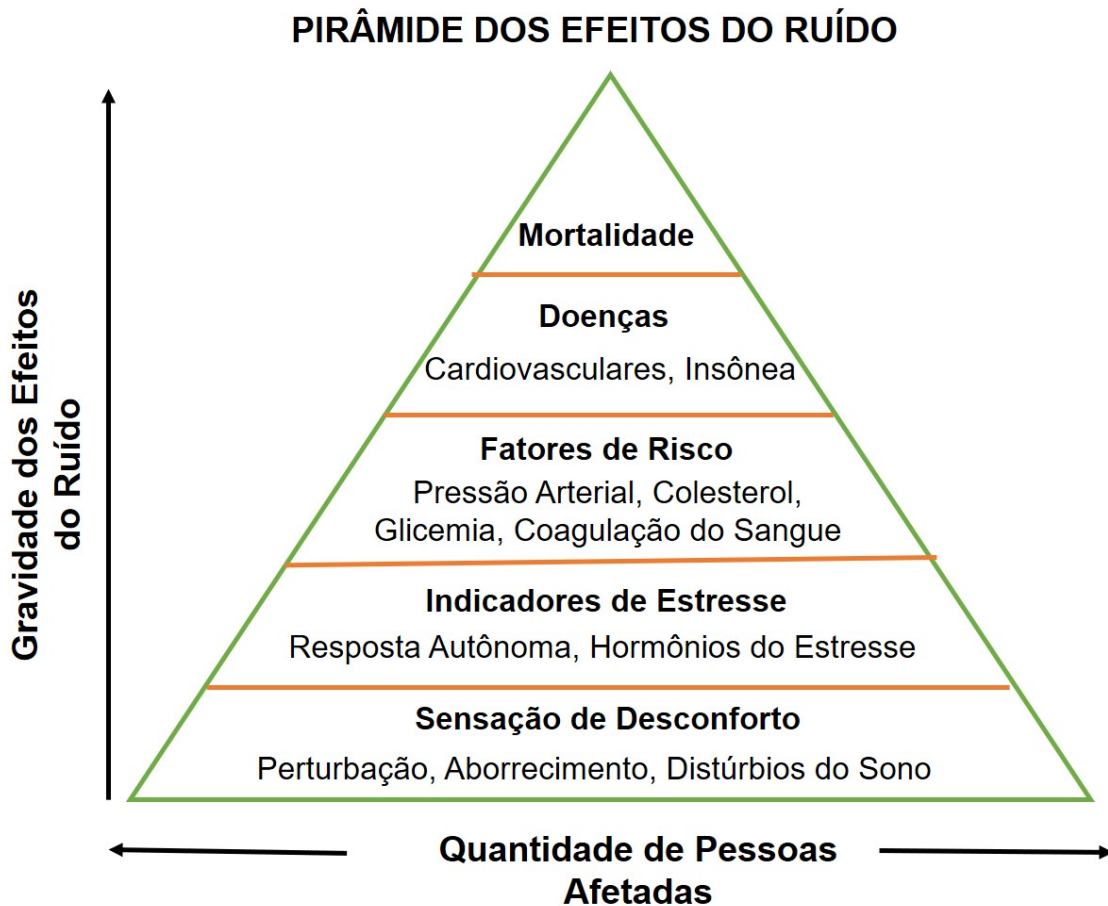


Figura 2.4: Pirâmide dos Efeitos do Ruído
Fonte: Adaptado pelo autor [25]

2.5.1 Fontes de Ruído nas Cidades

Com a aglomeração dos centros urbanos, as vias passam a abrigar grandes fluxos de veículos, entre outras fontes sonoras. Esses fatores, aliados à disposição e à volumetria das edificações, tornam o tráfego rodoviário um poluidor acústico responsável por níveis de pressão sonora altamente prejudiciais à saúde [9].

Nas cidades há uma diversidade de fontes sonoras, dentre as quais as pode-se citar as principais:

- Ruído de tráfego - passagem de veículos, trens e aeronaves;
- Tráfego de veículos - som dos motores, buzinas, sirenes, entre outras formas;
- Obras de construção civil - martelletes, bate-estacas, betoneiras, furadeiras, lixadeiras, serras e outros;
- Fábricas e indústrias em geral - Diversos maquinários, como prensas, tornos, dentre outros;
- Comércio em geral - propaganda em áudio de lojas, aparelhos de som e televisão em bares e restaurantes;
- Estabelecimentos de serviços - mecânica de autos, serralheria e outros;
- Propaganda volante - carros, motos e bicicletas com som;
- Sistemas de som permanente e ruído de outras atividades cujo funcionamento afeta o bem-estar das populações residentes nas suas proximidades.

Dentre essas fontes, o ruído de tráfego rodoviário se destaca como principal fonte de poluição sonora. O trânsito é o grande causador do ruído nas cidades modernas. Os veículos motorizados (motos, automóveis, micro ônibus, ônibus e caminhões) com diversas características de conservação e manutenção (escapamento defeituoso, alterações no silencioso, no cano de descarga ou no motor) e os maus hábitos ao conduzir, desde acelerações e freadas bruscas até a necessária ou não utilização da buzina, são fatores que colaboram para a elevação do ruído urbano [35].

Levantamentos realizados em São Paulo capital [36], demonstram ter 1,7 milhão de motoristas utilizando carro quase diariamente e indicam que 27% (vinte e sete por cento) dos deslocamentos são realizados por esse modal. Com uma ocupação de até 60% (sessenta por cento) dos espaços de circulação, o carro chega a ser responsável por aproximadamente 80% (oitenta por cento) do ruído urbano, com consumo de combustível de 90% (noventa por cento) para transportar apenas seu próprio peso. Somado ao espaço para estacionamentos e garagens, o sistema viário ocupa 50% (cinquenta por cento) da área da cidade de São Paulo.

Em Curitiba, por exemplo, o ruído urbano apresentou resultados alarmantes relativos à mobilidade urbana [35]. No gráfico da Figura 2.5 encontram-se as respostas obtidas por Zannin para a questão: "Quais são os ruídos que incomodam?". A pesquisa mostra que o trânsito é o que mais incomoda aos entrevistados.

Conforme Brasileiro [37] existem os impactos das rodovias, tanto sobre a área urbana quanto sobre o fluxo rodoviário. Esses impactos são sobre:

- **Mobilidade** - referem-se à redução da velocidade de percurso na via, muitas vezes sem a devida sinalização e padrões técnicos adequados;

“Quais são os ruídos que incomodam?”

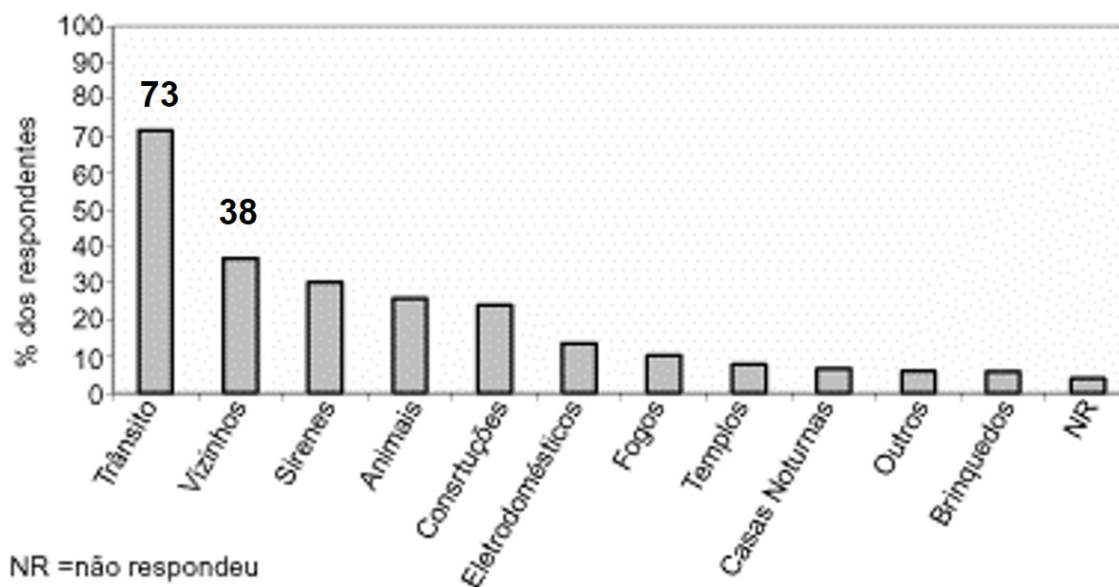


Figura 2.5: Percepção Subjetiva do Ruído
Fonte: Adaptado pelo Autor, Revista Saúde Pública [35]

- **Acessibilidade** - devidos a diversos fatores da urbanização e do planejamento de transportes, tais como: localização de acessos, retornos, locais de entradas e saídas; e
- **Meio ambiente** - principalmente o ambiente urbano: as poluições sonora, atmosférica e visual, a vibração do solo e a segregação urbana.

Os impactos são efeitos que os serviços de transportes têm no entorno e de toda a área que há mobilidade. Podem ser positivos ou negativos. Os impactos de curto prazo incluem redução do congestionamento na via, alterações na poluição atmosférica, sonora e visual ao longo de um trecho. Os impactos a longo prazo consistem nas mudanças de valores da terra, das atividades econômicas, da forma morfológica e no ambiente social da cidade[38].

Outros estudos de enquetes à população também revelam como a poluição sonora incomoda o cidadão. Por exemplo, na capital do Uruguai, Montevideu, 44% (quarenta e quatro por cento) dos entrevistados classificam o nível de ruído existente no bairro como alto ou muito alto e 46% (quarenta e seis por cento) declaram ter problemas com a perturbação de ruído todos os dias. O ruído causado pelo tráfego afetou 50% (cinquenta por cento) da população, constituindo a principal causa da poluição sonora. Nesta pesquisa, a população indicou, dentre as dez prioridades, a poluição sonora como a terceira mais importante [39]. Observa-se um impacto da mobilidade no ruído urbano .

Conforme Agência Europeia do Ambiente [27] estima-se 125 (cento e vinte cinco)

milhões de europeus são impactados pelos níveis de ruído do tráfego rodoviário, cerca de 25% (vinte e cinco por cento) do total da população europeia. O nível médio anual L_{DEN} excede 55 (dB) como apresentado na Figura 2.3, e que passa a ser preocupação de alerta no elevado número de pessoas que são impactadas, principalmente em áreas residenciais onde se deve ter mais atenção da ação dos distúrbios ocasionados pelo ruído.

Segundo Abreu [30], o ruído é, hoje em dia, um dos principais causadores da diminuição da qualidade de vida das pessoas. É um problema que tem tendência a agravar-se, dado o aumento do espaço urbano e da mobilidade das pessoas, que, por inerência, aumenta o tráfego rodoviário.

O estudo de revisão realizado por Babisch [40], sobre o ruído ambiente oriundo do tráfego rodoviário, apresenta que, durante o período diurno, a exposição acima dos 65 dB(A) implica no aumento do risco em desenvolver doenças cardíacas.

Além do ruído rodoviário, a quantidade de pessoas expostas na comunidade europeia a níveis de ruído L_{DEN} acima de 55 dB pode ser observada a seguir:

1. Ruído do trânsito ferroviário: cerca de 8 (oito) milhões de pessoas expostas;
2. Ruído de aeronaves: quase 3 (três) milhões de pessoas expostas;
3. Ruído industrial: dentro das áreas urbanas, 300 (trezentas) mil pessoas estão expostas.

Rossi [34] descreve que a população está vulnerável, particularmente nas zonas urbanas e principalmente nas áreas de maior fluxo de veículos. Apesar do avanço das tecnologias e do conhecimento sobre sua nocividade, no Brasil os investimentos para o seu controle ainda são escassos e localizados. Nos cruzamentos semaforicos, as paradas proporcionam automaticamente as acelerações dos automóveis propiciando aumento na emissão do ruído, com isso há o incômodo gerado maior se comparado às situações de tráfego continuado.

O ruído causado pelo movimento de aeronaves nos aeroportos e áreas circundantes afeta um número considerável de pessoas, incluindo crianças em idade escolar, dos quais pelo menos 8 (oito) mil sofrem de distúrbios de leitura na Europa, como resultado da exposição a altos níveis de ruído [27].

2.6 Legislação sobre o Ruído

Inicialmente ao tratar-se do ruído urbano, diz-se que é o ruído de fenômeno tipicamente urbano, sendo esse aspecto do meio ambiente objeto de preocupações do Poder Público e coletividade, que deve se estabelecer níveis de pressão sonora permitidos para determinadas localidades e um zoneamento de atividades.

Conforme Murphy e King [15] o ruído urbano é um problema que tem incomodado as cidades por séculos. A poluição sonora tem seus registros históricos. O primeiro decreto neste sentido, foi disposto pelo Imperador Júlio César, um século antes de Cristo, e determinava que carruagens no período noturno não trafegassem pelas ruas de Roma, devido ao ruído.

No entanto, é creditado aos gregos o primeiro decreto que obrigava a redução do ruído. Onde no primeiro século a.C. proibia os oleiros e funileiros, e ainda os galos de permanecerem em áreas residenciais das suas cidades.

Poucas cidades brasileiras estão atentas às questões da poluição sonora, no sentido de mitigar com ações e intervenções diretas. Contudo, algumas cidades também já propuseram ações de regulamentação relativa ao ruído.

A legislação brasileira enfatiza, na Constituição Federal [41], que é “competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas”(Art. 23). O texto constitucional afirma ainda que “... Compete aos Municípios legislar sobre assuntos de interesse local, promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso... ”.

O Artigo 225 da Constituição Federal [41] garante o princípio da preservação do meio ambiente e expressa que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”;

A Lei Federal 6398 de 1981 [42], com fundamento nos incisos VI e VII do art. 23 e no art. 235 da Constituição, estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). Nas questões da poluição, a PNMA é uma ferramenta importante, tendo por objetivo a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental propícia à vida.

Nesta Lei, a poluição é definida como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Conforme a Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro (CTB)[43], em seu Art. 104 diz que os veículos em circulação terão suas condições de controle de emissão de ruído avaliadas mediante inspeção, que será obrigatória, na forma e periodicidade estabelecidas pelo CONAMA para emissão de ruído. Será aplicada a medida administrativa de retenção aos veículos reprovados na inspeção de emissão de ruído.

A Resolução CONAMA nº 001, de 08.03.1990 [44], considera que “... a deterioração da qualidade de vida, causada pela poluição, está sendo continuamente agravada nos grandes centros urbanos ..” e estabelece que “... problemas dos níveis excessivos de ruído estão incluídos entre os sujeitos ao Controle da Poluição de Meio Ambiente.”. Além disso, os critérios e padrões deverão ser abrangentes e de forma a permitir fácil aplicação em todo o Território Nacional.

Os principais aspectos dessa resolução encontram-se listados abaixo:

1. A emissão de ruídos obedecerá, no interesse da saúde e do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos na própria resolução.
2. São prejudiciais os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela Norma NBR-10.151:2000 [21].
3. Na execução dos projetos, o nível de som produzido não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela NBR-10.152:2017 [45].
4. A emissão de ruídos produzidos por veículos automotores e os produzidos no interior dos ambientes de trabalho obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho.
5. As entidades e órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) competentes, no uso do respectivo poder de polícia, disporão de acordo com o estabelecido nesta Resolução, sobre a emissão ou proibição da emissão de ruídos produzidos por qualquer meio ou de qualquer espécie, considerando sempre os locais, horários e a natureza das atividades emissoras, com vistas a compatibilizar o exercício das atividades com a preservação da saúde e do sossego público.

Na Resolução CONAMA nº 002 , de 08.03.1990 [46], que institui o Programa Nacional de Educação e Controle de Poluição Sonora – Silêncio na sua abrangência de considerações, seguem em destaque:

... os problemas de poluição sonora agravam-se ao longo do tempo, nas áreas urbanas, e que som em excesso é uma séria ameaça à saúde, ao bem-estar público e à qualidade de vida;

... o homem cada vez mais vem sendo submetido a condições sonoras agressivas no seu Meio Ambiente, e que este tem o direito garantido de conforto ambiental;

... o crescimento demográfico descontrolado, ocorrido nos centros urbanos, acarreta uma concentração de diversos tipos de fontes de poluição sonora;

... é fundamental o estabelecimento de normas, métodos e ações para controlar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem-estar da população, resolve:

- a) Promover cursos técnicos para capacitar pessoal e controlar os problemas de poluição sonora nos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais em todo o país;
- b) Divulgar junto à população, através dos meios de comunicação disponíveis, matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído.
- c) Introduzir o tema “poluição sonora” nos cursos secundários da rede oficial e privada de ensino, através de um Programa de Educação Nacional;
- d) Incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído quando de sua utilização na indústria, veículos em geral, construção civil, utilidades domésticas, etc.
- e) Incentivar a capacitação de recursos humanos e apoio técnico e logístico dentro da polícia civil e militar para receber denúncias e tomar providências de combate para receber denúncias e tomar providências de combate à poluição sonora urbana em todo o Território Nacional;
- f) Estabelecer convênios, contratos e atividades afins com órgãos e entidades que, direta ou indiretamente, possa contribuir para o desenvolvimento do Programa SILÊNCIO.

Na mesma Resolução Conama 002, dispõe que o Programa SILÊNCIO será coordenado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e deverá contar com a participação de Ministérios do Poder Executivo, órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e demais entidades interessadas.

Cabendo a estes, a implementação dos programas estaduais de educação e controle da poluição sonora, em conformidade com o estabelecido no Programa SILÊNCIO, a definição das sub-regiões e áreas de atuação, e sempre que necessário, os limites máximos de emissão poderão ter valores mais rígidos fixados a nível estadual e municipal. O Programa estará sujeito a revisão, tendo em vista a necessidade de atendimento a qualidade ambiental

Nas Normas NBR 10.151 e NBR 10.152 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT [21][45] que são focadas e direcionadas para a regular os níveis de ruído para a sua mitigação em que é produzido no ambiente.

Acompanhando conforme a NBR 10.152, que é apresentada no gráfico de Valores dB(A) Figura 2.6 que mostra os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos.

Segundo a NORMA DNIT 076/2006/ES [47], a poluição sonora é o desconforto auditivo causado por níveis de som ou ruído elevados, os quais são considerados pela Legislação Ambiental acima do limite máximo de 70 dB(A) para o período diurno e 60 dB(A) para o noturno, independentes do ruído de fundo, bem como, o ruído emitido por uma fonte não deve exceder em mais de 10 dB(A) o ruído pré-existente.

NÍVEIS DE POLUIÇÃO SONORA

(EM DECIBELS dB)

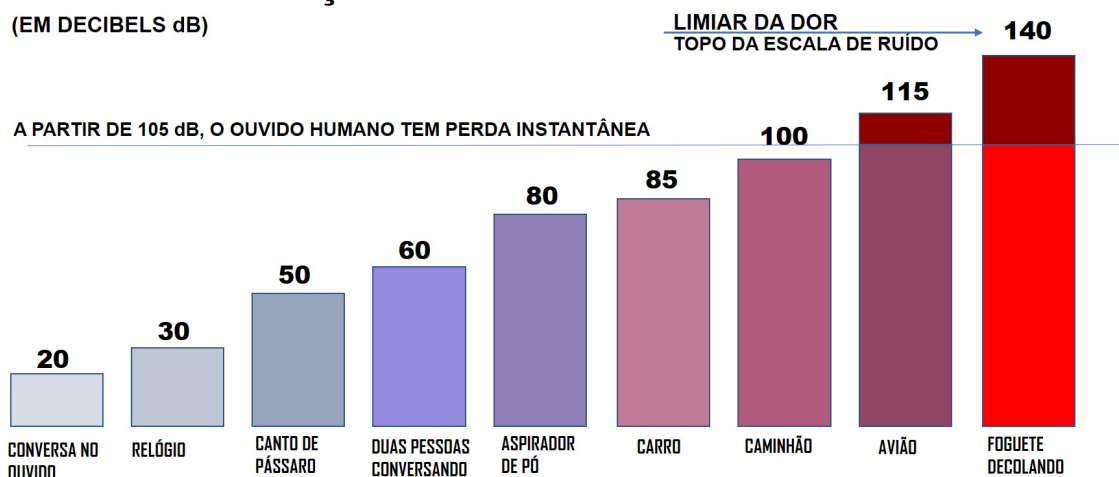


Figura 2.6: Valores dB(A) e Curva de avaliação de ruído - NCA

Fonte: Adaptado pelo autor [45]

Para regular os veículos motorizados, o CONAMA determina na Resolução 08, de 31.08.93 [48], o objetivo de estabelecer, para veículos automotores nacionais e importados, exceto motocicletas, motonetas, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados, limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e na condição de parado.

Consta por sua vez, no Código de Trânsito Brasileiro (CTB) [43], que determina em seu artigo 104, entre outras prescrições, o controle de emissão de ruídos, os quais deverão ser avaliados através de inspeção periódica.

Outrossim, ainda no CTB, em seu artigo 105, inciso V, determina a obrigatoriedade da utilização de dispositivo destinado ao controle de emissão de ruído, segundo as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Trânsito.

A responsabilidade da poluição sonora gerada pelo trânsito de veículos em uma estrada ou em uma via pública, analisada em conjunto e não em cada veículo, tem que ser centrada no órgão público gestor desse domínio público. Distingue-se assim, a poluição sonora causada pelo tráfego da poluição causada por um veículo, que também pode ser apurada.

Capítulo 3

Mobilidade Urbana e Ruído

3.1 Aspectos Gerais da Mobilidade Urbana

Embora a natureza dos problemas de transporte urbano contemporâneo varie entre diferentes cidades e países, suas causas gerais têm muitos elementos comuns [38]. A maioria das grandes cidades de países em desenvolvimento sofrem seriamente com a falta de mobilidade urbana, provocando aumento da poluição atmosférica, sonora, acidentes e os desperdícios econômicos causados pelo congestionamento crônico do trânsito. Esta condição é muita das vezes consequência da falta do transporte público, privilegiando outros modos individuais e não os de maior capacidade ou o transporte não motorizado.

A Figura 3.1 apresenta os componentes de um Sistema de Mobilidade Urbana (associados à Lei 12.587/12 [49]).

O Plano de Mobilidade do Ministério das Cidades (PLANMOB), de 2015,[50] aponta que o modelo de transporte individualista gera diversas externalidades negativas. Os acidentes de trânsito são responsáveis pela morte de 43 (quarenta e três) mil pessoas por ano, segundo dados do Ministério da Saúde, sendo os motociclistas as principais vítimas. O aumento dos tempos de viagem também é interferência negativa, principalmente nos grandes centros urbanos.

A gestão centrada na melhoria da fluidez dos veículos, reforça o comportamento vicioso de uma crescente demanda por mais espaço viário. Além disso, o modelo de planejamento e de gerenciamento da mobilidade urbana, ou a falta deste, acarreta impactos socioambientais, sobressai com maior percepção, o aumento das poluições atmosférica e visual, nas emissões de gases de efeito estufa e da degradação dos espaços de convivência[50].

Segundo dados da Fundação IBGE, na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), nos últimos vinte anos, o tempo de viagem dos trabalhadores subiu 12% (12 por cento) [51].

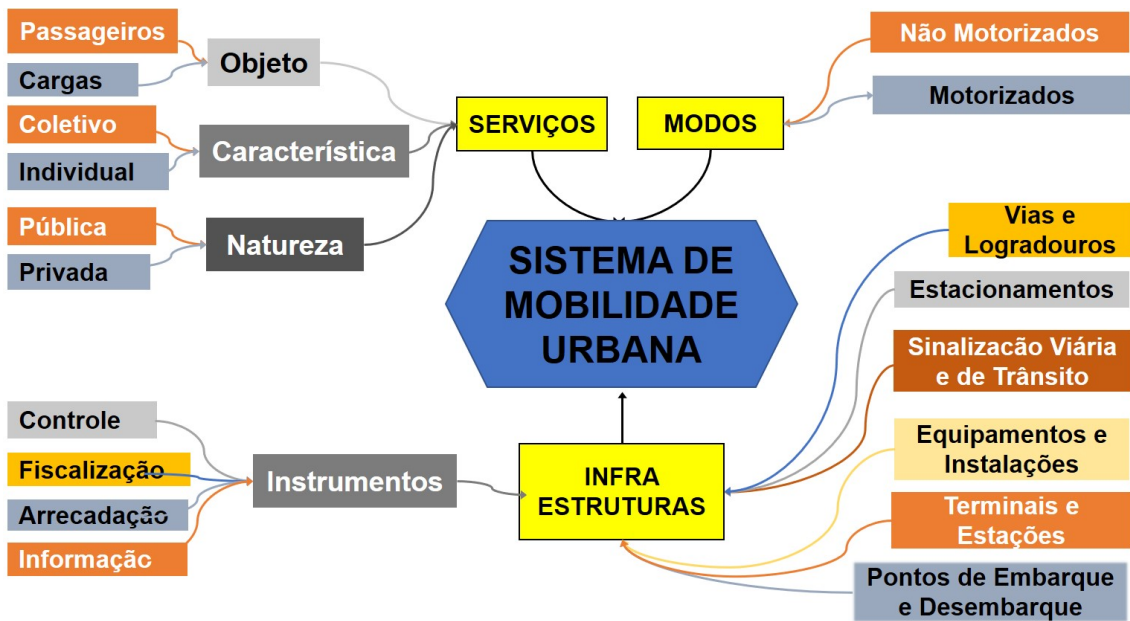


Figura 3.1: Sistema de Mobilidade Urbana
 Fonte: Adaptado pelo Autor, PNMU MCidades [49]

Estudos do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) [52] indicam que os deslocamentos casa-trabalho demoram em média 42,8 minutos na cidade de São Paulo. As poluições atmosférica e sonora também são consideradas perniciosas aos sistemas de mobilidade. Investir na eficiência dos sistemas de transporte coletivo permite a redução de emissão de poluentes, ruídos e de impactos ambientais.

Através desses estudos observa-se que o automóvel é responsável por parte significativa da poluição sonora e atmosférica dos centros urbanos, ocupa muito espaço público no sistema viário, potencializa acidentes de trânsito – principais causas de mortes no País e em muitas cidades, e o seu uso responde por extensos congestionamentos nas grandes cidades e metrópoles.

Evidencia-se a importância da regulamentação nos aspectos relacionados à segurança dos condutores, passageiros e transeuntes, das regras gerais de circulação, do amparo à saúde pública, do controle da poluição sonora e ambiental, além de outros com tais características, exigindo uma análise multidisciplinar abrangendo organismos federais, estaduais e municipais no âmbito de suas respectivas competências.

3.1.1 Mobilidade Urbana Sustentável

De maneira simplificada, a Tabela 3.1 apresenta as principais diferenças entre planejamento “tradicional” e “sustentável” da mobilidade urbana.

Especificamente dentro da Agenda 21, foram definidos objetivos fundamentais para o setor de transportes, visando a promoção do desenvolvimento urbano sustentável, por meio da utilização de energias alternativas e renováveis, além da

redução dos níveis de emissão de poluição atmosférica e sonora [3].

É importante destacar que, nesse contexto, surgem desafios às políticas ambientais e urbanas, na medida em que são crescentes as taxas de urbanização e que existem limitações das políticas públicas de transporte coletivo para lidar com um aumento expressivo da motorização individual e dos veículos de transporte de cargas. Dessa forma, a manutenção da mobilidade focada no transporte motorizado individual pode ser insustentável.

Os deslocamentos das pessoas e bens configuram-se importantes vetores da poluição atmosférica, sonora e visual das áreas urbanas. Dada essa relação direta entre mobilidade urbana e qualidade ambiental, evidencia-se ser importante utilizar também os Planos de Mobilidade Urbana como instrumentos de melhoria ambiental. Cabe a estes planos o delineamento de ações estratégicas, projetos e medidas condizentes com a visão política adotada pela Política Nacional de Mobilidade Urbana [49], a qual reforça, entre outros aspectos, a priorização do transporte público coletivo e dos modos não motorizados, o desestímulo ao transporte individual motorizado e a racionalização e maior eficiência do sistema de transporte coletivo.

A necessidade de mudanças profundas nos padrões tradicionais de mobilidade, na perspectiva de cidades mais justas e sustentáveis, levou à recente aprovação da Lei Federal nº 12.587 de 2012 [49], contém princípios, diretrizes e instrumentos fundamentais para o processo de transição.

Os municípios com mais de 20 mil habitantes são obrigados a realizarem seus Planos de Mobilidade Urbana. Sem o Plano, a cidade terá impedimentos para receber recursos orçamentários federais destinados à mobilidade urbana [49].

A Lei da Mobilidade Urbana estabelece que o Plano, além de integrado e compatível com o Plano Diretor, seja revisto a cada dez anos. Esta determinação induz a que o processo de planejamento de cada município compatibilize os cronogramas dos planos que tratam do desenvolvimento urbano e da mobilidade, integrando as propostas, a implementação das ações, o monitoramento e o cumprimento das metas com prazo alterado pela Lei Federal 13.683 de 2018[53]

3.1.2 Plano de Mobilidade Urbana Sustentável

O conceito de planejamento da mobilidade urbana sustentável, que é amplamente promovido pela União Europeia desde 2011, define o Plano de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS) derivado do *“Sustainable Urban Mobility Plan/SUMP”* como um “plano estratégico concebido para satisfazer as necessidades de mobilidade das pessoas e empresas nas cidades e seu entorno, visando uma melhor qualidade de vida. Baseia-se em práticas existentes de planejamento e considera devidamente os princípios de integração, participação e avaliação” [3].

O conceito PMUS demanda que as administrações locais se comprometam com os princípios da sustentabilidade, com um equilíbrio entre seus três pilares e considere as demandas das diversas partes interessadas.

Dessa forma, a qualidade de vida pode ser expressa de diversas maneiras: através de mais e melhores espaços para as pessoas, melhor qualidade do ar, da saúde e redução de seu custo, menos trânsito, poluição e ruído, além de economia de custo e de tempo nos deslocamentos, propiciada pela mobilidade sustentável, como andar de bicicleta, a pé ou usando o transporte coletivo.

Todas essas melhorias da qualidade de vida são altamente relevantes para os três pilares da sustentabilidade[3]:

- Desenvolvimento econômico:
Possibilita o transporte eficiente e de alta qualidade de pessoas e bens, aumentando a competitividade na área urbana e a atratividade de investimento para os empregadores e incentivando que dos trabalhadores possam viver e trabalhar em áreas urbanas.
- Igualdade social:
Garante a acessibilidade aos serviços da cidade para todos os grupos sociais.
- Proteção do meio ambiente:
Levando à redução dos efeitos negativos sobre a saúde, da poluição atmosférica e sonora e da mudança climática gerada pelo transporte de pessoas e bens.

Conforme o documento elaborado pela Comissão Europeia [3], as orientações são fundamentadas no exaustivo processo de consulta por planejadores profissionais, líderes políticos e partes interessadas. Dessa forma, um Plano de Mobilidade Urbana Sustentável é um plano estratégico projetado para satisfazer as necessidades de mobilidade de pessoas, relacionadas às atividades para uma melhor qualidade de vida. Baseia-se nas práticas de planejamento existentes, considerando princípios de integração, participação e avaliação.

No entanto, o mesmo documento enfatiza ser necessário um compromisso real para torná-lo um plano eficaz e sustentável. Se não houver um "líder", disponível em nível local, o trabalho pode ser árduo para convencer gestores e o meio político a se tornarem empenhados ao desenvolvimento de um PMUS. Isso requer uma compilação de bons argumentos.

Os principais objetivos de um PMUS pode ser resumidos através dos cinco "A"s:

- Assegurar opções de transporte a todos os cidadãos permitindo acesso aos principais destinos e serviços;
- Aperfeiçoar a segurança e proteção das vias, para melhoria da mobilidade;

- Abaixar os níveis da poluição atmosférica (as emissões de gases com efeito estufa), os níveis de ruído e o consumo de energia;
- Aumentar a eficiência e a rentabilidade do transporte de pessoas e bens;
- Atrair com o aumento da contribuição da mobilidade e diretamente ao da qualidade ambiental, nas áreas urbanas em conjunto com o planejamento urbano, para beneficiar as pessoas, à economia e a sociedade como um todo.

Desta forma, a principal característica do PMUS é uma abordagem com maior eficiência das questões relacionadas ao transporte nas áreas urbanas. Considera as necessidades da “cidade funcional” e foca nos aspectos internos e locais.

Um PMUS deve ser baseado em uma visão de longo prazo para o transporte e desenvolvimento da mobilidade para toda a aglomeração urbana, abrangendo todos os modos e formas de transporte: público e privado, de passageiros e de carga, motorizadas e não motorizado, em movimento e ou estacionado.

A implementação das estratégias deve ser de curto prazo e incluir um cronograma de execução e um plano orçamentário, bem como uma clara atribuição de responsabilidades e recursos necessários para a execução das políticas e diretrizes estabelecidas no plano.

Além disso, o planejamento do PMUS deve ser **participativo**. Deve concentrar-se nas pessoas e na satisfação de suas necessidades básicas de mobilidade. Torna-se pré-requisito que cidadãos e grupos de interesse se encarreguem do PMUS e das políticas nele promovidas. Assim, é mais provável a aprovação das diretrizes com a participação e o apoio do público, facilitando a implementação do plano.

Outro aspecto importante do PMUS é desenvolver integração nos modos de transportes e seu equilíbrio econômico, promovendo desenvolvimento equilibrado dos modos de transporte e favorecendo ao mesmo tempo uma mudança para os mais sustentáveis. No PMUS devem haver propostas de integração de ações, que incluam medidas técnicas e serviços de promoção, baseados no mercado e em infraestrutura.

É fundamental que haja diagnóstico e prognóstico do desempenho do PMUS, que possibilitem uma avaliação cuidadosa dos desempenhos atual e futuro do sistema de transportes urbano e da mobilidade. Além disso, o desenvolvimento e implementação de um PMUS deve seguir uma perspectiva integrada, com um alto nível de cooperação e consulta, entre os diferentes níveis de governo e as autoridades relevantes. Nesse sentido destacam-se os seguintes aspectos:

- Compromisso com a sustentabilidade, ou seja, equilibrar o desenvolvimento econômico, a equidade social e a qualidade ambiental;
- Consulta e cooperação entre os departamentos a nível local, para assegurar a coerência e complementaridade com as políticas dos setores relacio-

nados (transportes, planejamento territorial, serviços sociais, saúde, energia, educação, segurança, etc.);

- Um diálogo próximo com as autoridades relevantes (bairros, municípios, regiões e o próprio estado);
- A coordenação das atividades entre as autoridades das áreas urbanas e periféricas (área definida pelos principais fluxos de deslocamento).

3.2 Elaboração de um PMUS

A elaboração eficaz de um PMUS deve seguir quatro fases: Preparação, Metas, Elaboração e Implantação.

3.2.1 Preparação

A princípio o Transporte Público e a Mobilidade Urbana são fundamentais contribuintes para Qualidade de Vida e o Bem Estar do cidadão. A seguir são apresentadas as fases e as etapas para a elaboração de um PMUS. A Figura 3.2 apresenta a fase de preparação do plano, onde devem ser observados aspectos econômicos, sociais e ambientais.

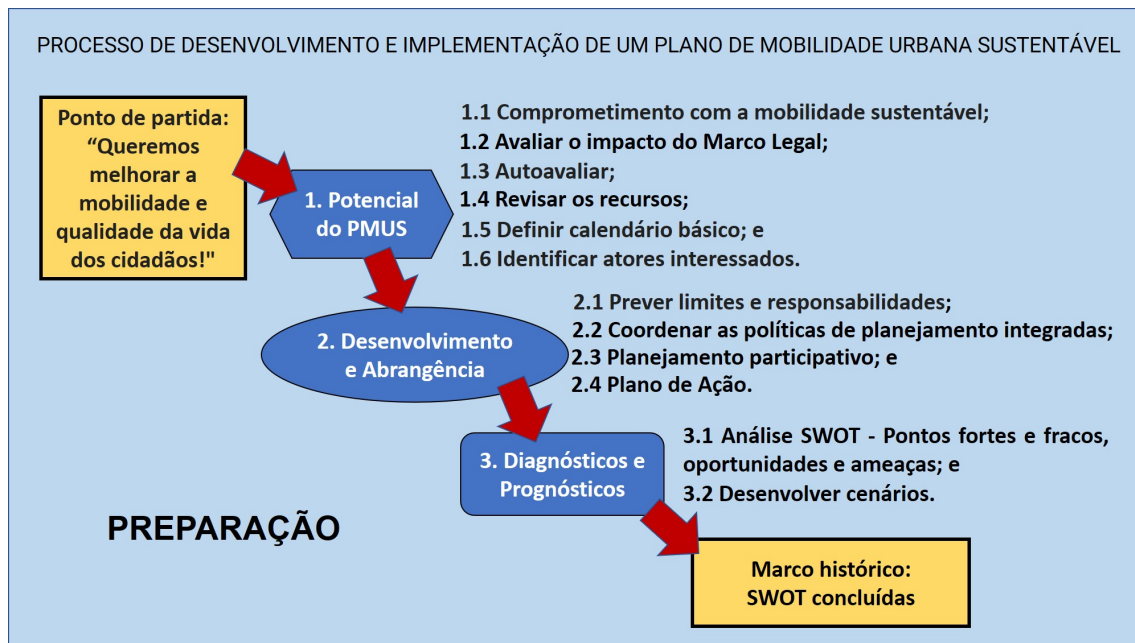


Figura 3.2: Preparação do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável

Fonte: Adaptado pelo autor [3]

Potencial do PMUS

A fim de determinar o potencial do PMUS, procura-se avaliar o impacto do Marco Legal, ou seja, regulamentações e leis que impactam na mobilidade urbana, tendo como base a Lei Federal 12.587 de 2012 [49]. É importante também fazer uma autoavaliação, identificando as barreiras existentes e as facilidades que podem ser encontradas, através de apoiadores para a implementação do PMUS e criando uma matriz de interesses e influência. Na sequência, deve-se ter uma revisão dos recursos existentes e definir um cronograma básico com a identificação dos envolvidos diretamente com o PMUS. Assim, pode-se determinar o Potencial do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável.

Desenvolvimento e Abrangência

Ainda na fase de preparação, tem-se uma etapa de definição do desenvolvimento e da abrangência do PMUS. Nessa etapa, deve-se prever as responsabilidades e os limites das diretrizes, adaptadas a cada caso e coordenadas para cada política de planejamento que estão integradas ao Plano. Esse planejamento deve ser participativo com a definição de em um Plano de Ação.

Diagnóstico e Prognóstico

O Diagnóstico e Prognóstico, representam a 3^a etapa da preparação do PMUS. É fundamental promover uma Análise *SWOT*, que é ferramenta utilizada para fazer análise ambiental, sendo a base da gestão e do planejamento estratégico de uma organização, onde verificam-se os pontos fortes (*Strengths*/Forças) e pontos fracos (*Weaknesses*/Fraquezas), das oportunidades (*Opportunities*/Oportunidades) e das ameaças (*Threats*/Ameaças), existentes ou que serão causadas pelas diretrizes da mobilidade, analisando o estágio atual e futuro, no intuito de desenvolver os cenários que virão.

3.2.2 Metas e Objetivos

Concluída a etapa de Preparação do PMUS, inicia-se a fase de definição das Metas e Objetivos, que inclui também diversas etapas, conforme apresentado na Figura 3.3 [3].

Visão da Mobilidade

Ao concluir a Análise *SWOT*, os conceitos da mobilidade deve ir além da visão, em que abrangem outras áreas atendidas pela mobilidade urbana. As ações devem estar

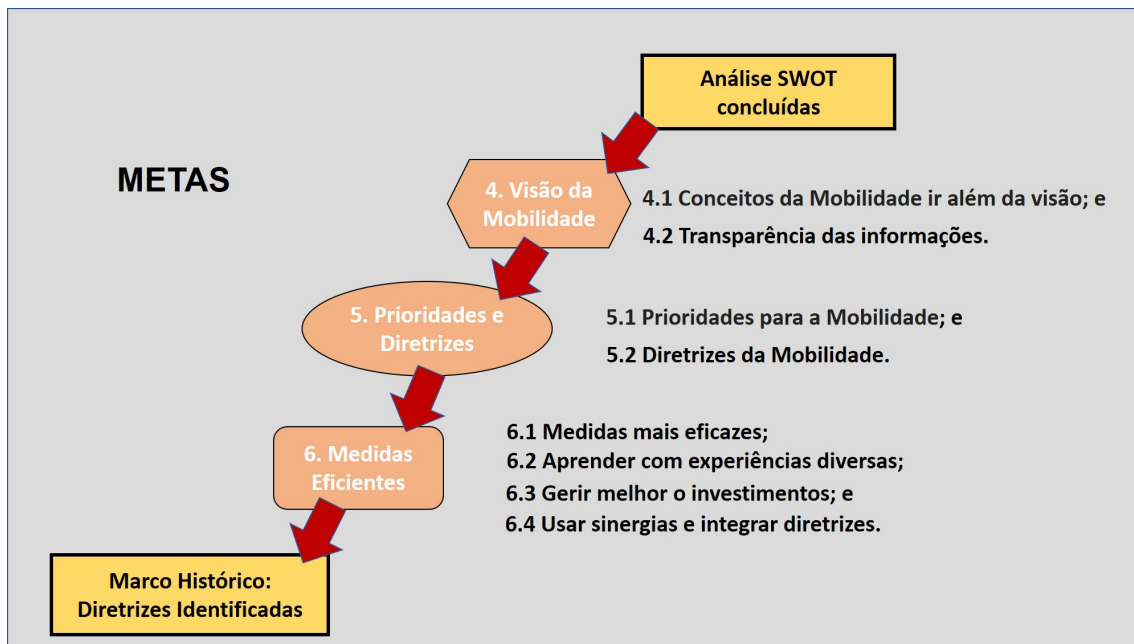


Figura 3.3: Metas e Objetivos do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável
 Fonte: Adaptado pelo autor [3]

com transparência de informações aos cidadãos, promovendo audiências públicas e criando reuniões com grupos de interesse.

Prioridade e Diretrizes

Identificar e mensurar as Prioridades para a Mobilidade no sentido de se estabelecerem qualitativamente as ações e medidas a serem tomadas, que sejam voltadas as necessidades específicas de cada caso (Exemplos diversos: usuários da infraestrutura, desde calçadas e vias para pedestres, dos transportes públicos até o sistema viário da malha urbana e das estradas vicinais).

Definir as prioridades com maior assertividade, para estabelecer objetivos estratégicos com maior grau de certeza que satisfaçam as correntes e as futuras necessidade que compõem os níveis sócio-econômico-ambientais.

Finalizando (etapa 5), as Diretrizes da Mobilidade serão baseadas nas prioridades apontadas e orquestradas.

Medidas Eficientes

Com medidas eficientes (etapa 6) deve-se criar ações para um planejamento estratégico, utilizando por exemplo ferramentas de ciência da Administração, como por exemplo os Ciclos PDCA (*Plan + Do + Check + Act*) ou 5W2H (5W=*What + Who + When + Where + Why* e 2H=*How + How much*), para se efetuar organizadamente um projeto ou processo.

Dessa forma é possível aprender com as mais diversas experiências, no sentido de aproveitar o conhecimento e as contribuições existentes e adequá-las às opções para a melhoria da mobilidade. Medidas eficientes também implicam em gerir melhor os investimentos da mobilidade urbana, utilizando das sinergias e integrando com as diretrizes de outros setores, para o planejamento do uso do solo, intermodalidade, segurança, saúde e das questões ambientais.

3.2.3 Elaboração do PMUS

Com as Diretrizes Identificadas, inicia-se a Elaboração do PMUS, conforme apresentado na Figura 3.4.

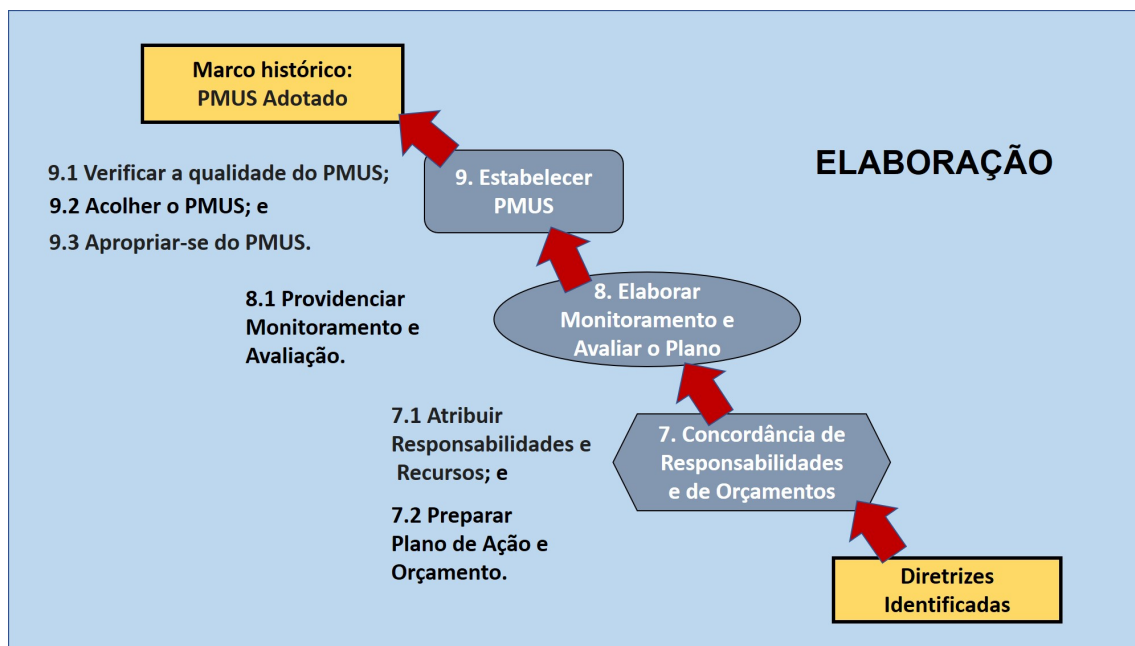


Figura 3.4: Elaboração do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável
 Fonte: Adaptado pelo autor [3]

Responsabilidades e Recursos

A 7ª etapa se inicia com a distribuição das Responsabilidades e Recursos que deverão ser disponibilizados para a realização das diretrizes da mobilidade urbana sustentável. Esse é o ponto-chave para determinar e responder as questões: Quem e Quanto?. Além disso, a etapa é importante para selecionar e aprovar as diretrizes pelos interessados, assegurando eficaz e eficientemente a designação dos recursos humanos, de conhecimentos e financeiros. Dessa forma, os Planos de Ação e Orçamento devem ser preparados de forma clara e realista.

Elaborar Monitoramento e Avaliar o Plano

Essa é uma etapa de elaboração do monitoramento e de avaliação o Plano, onde se estabelecem os indicadores que são utilizados para promover um monitoramento padrão e identificar e antecipar as dificuldades da execução do PMUS. A avaliação do Plano será feita diante dessas mensurações, já definidas pelas diretrizes.

Estabelecimento do PMUS

Para se estabelecer o PMUS, há necessidade da manutenção das estruturas de gestão executiva, técnica e de acompanhamento, que formadas na elaboração do Plano, devem permanecer no conjunto e serem a base para fortalecer novas parcerias, visando contribuir para as novas etapas.

3.2.4 Implementação do PMUS

A última fase da construção de um Plano de Mobilidade Sustentável abrangem as etapas mostradas na Figura 3.5, discutidas a seguir.

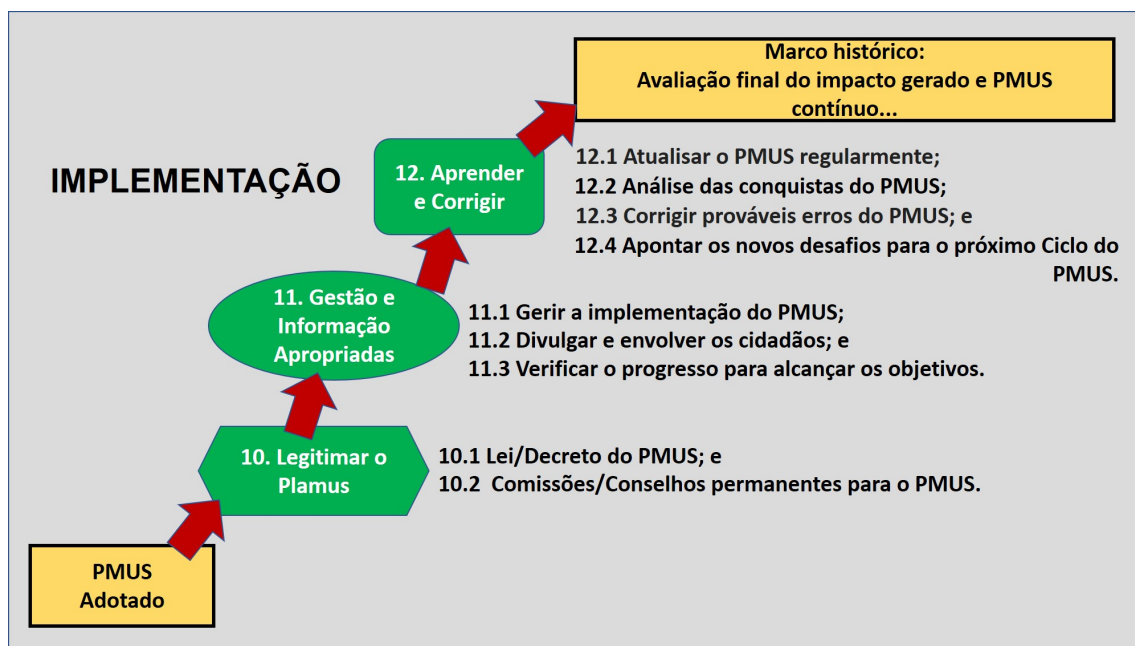


Figura 3.5: Implementação do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável
Fonte: Adaptado pelo autor [3]

Legitimação do Plano

Nessa etapa é necessário legitimar o plano, seja por Lei específica ou por Decreto, onde criam-se comissões e conselhos permanentes que darão comprometimento e ritmo para os próximos Passos.

Gestão e Informação

O planejamento ou gestão para um plano específico, deve ser iniciado através de aspectos baseados em informações dos órgãos municipais pertinentes e que deverão fazer parte deste da construção do PMUS.

Designar medidas que irão permitir mensurá-las e provocar critérios e níveis de avaliação, dependendo de definição e proposição imposto ao PMUS. Ter um diagnóstico da área e do período das tomadas a serem realizadas, pois, com as informações precisas, o Plano de Mobilidade Sustentável poderá ter uma melhor gestão.

Aprender e Corrigir

A última etapa da construção do plano consiste em fazer uma avaliação e propor ajustes. Deve-se promover a atualização constantemente, fazer a análise do que foi atingido e conquistado pelo PMUS, fazer as correções necessárias, apontar ações preventivas e de desafios para um novo Ciclo do PMUS.

O PMUS deve estar interagindo ou integrado ao Plano Diretor, e ao Plano Ambiental e de Redução de Ruídos quando estes existirem.

Com o ciclo de planejamento finalizado, reinicia-se outro ciclo, onde deve-se relatar todos os procedimentos realizados do Plano de Ação e analisar o que foi positivo e negativo e, assim, tirar proveito das lições vivenciadas para o desenvolvimento do próximo PMUS.

3.3 PMUS e o Ruído Urbano

O Plano de Ação das Comissões Europeias de Mobilidade Urbana afirma que as áreas urbanas enfrentam hoje o desafio de fazer com que o transporte seja sustentável em termos ambientais (CO₂, poluição do ar, ruído), em termos de competitividade (congestionamentos) e ao mesmo tempo, de lidar com as preocupações sociais. Estas vão desde a necessidade de responder aos problemas de saúde e tendências demográficas, até promover a coesão econômica e social, levando em consideração as necessidades das pessoas com mobilidade reduzida, as famílias e as crianças.

A Figura 3.6 apresenta um círculo vicioso da Mobilidade Urbana e sintetiza as principais causas e consequências sobre o território, o transporte público e o meio ambiente.

O quadro da Figura 3.6 reflete as políticas implementadas inadequadamente, sem convergir ou considerar os verdadeiros conceitos, nem aprofundar na compreensão da mobilidade urbana sustentável. Nesse “círculo vicioso” as políticas públicas não conseguem deter o avanço indiscriminado da taxa de motorização. Por outro lado, o

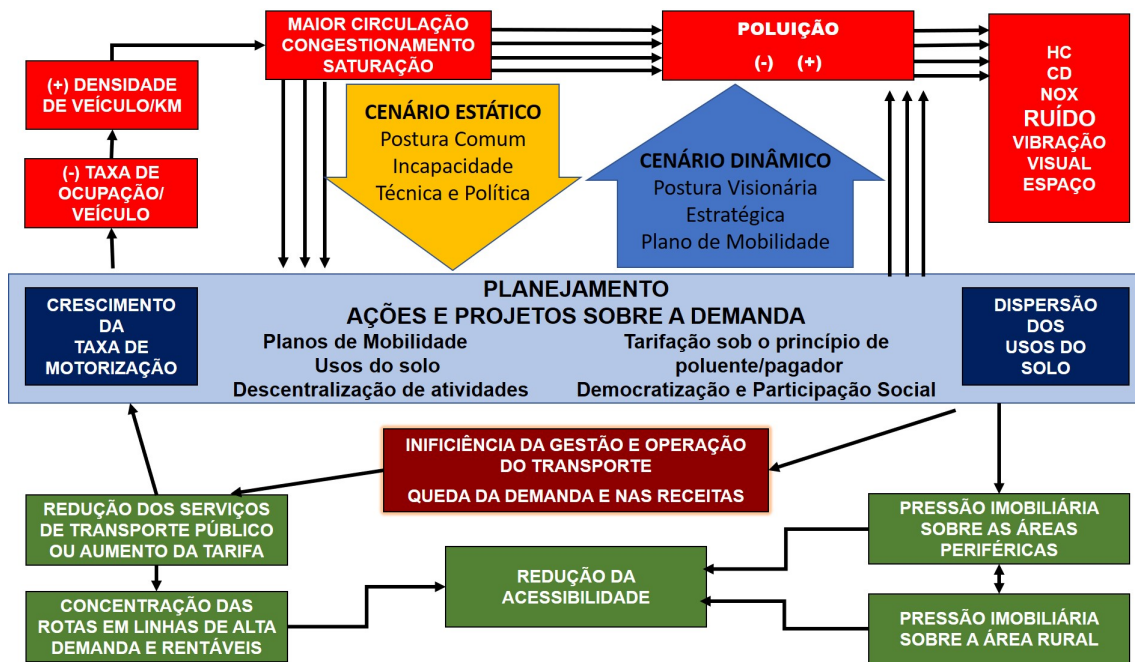


Figura 3.6: Círculo Vicioso da Mobilidade Urbana – Causas, Consequências e Cenários

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em [7]

planejamento urbano adota um modelo de urbanização disperso, espreado e de baixa densidade, causando uma fiscalização ineficiente por parte dos órgãos municipais.

Na maioria dos casos, os assentamentos humanos são provocados nas áreas de reserva urbanística e em áreas de risco. Esses fatores elevam a taxa de motorização e dispersão dos usos do solo, impactando diretamente na ineficiência do sistema de transporte urbano, que se reflete no aumento da quilometragem percorrida e consequente no aumento da tarifa para estabelecer o equilíbrio econômico-financeiro do sistema.

Resultados obtidos por Rodrigues [54] apontam para um aparente contra-senso onde menores volumes de veículos em circulação podem gerar mais ruído do que um elevado número de veículos, em função da relação entre volume e velocidade de fluxo.

Isto permite inferir que esforços para minimização de ruído através do gerenciamento da mobilidade devem ser feitos bem planejados e, mesmo assim, podem não ser tão eficazes se implantadas isoladamente.

Poucas cidades brasileiras estão atentas às questões da poluição sonora, no sentido de mitigar com ações e intervenções diretas. As cidades de Catanduva (SP)[55] e Joinville (SC)[56] possuem iniciativas referentes ao Ruído Urbano, nas questões de planejamento e das diretrizes em seus Planos da Mobilidade Urbana Sustentável.

Outro instrumento que vem sendo utilizando por conta do Estatuto da Cidade é o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), onde se aplica o Relatório de Impacto

de Trânsito (RIT)[8][57] . Conforme documento do Ministério das Cidades [50] um dos maiores desafios do planejamento urbano contemporâneo é lidar com excessos de tráfego de veículos, especialmente particulares.

A cultura do carro particular, junto à deficiência de transporte público e o baixo estímulo aos modos não motorizados abarrotam as cidades brasileiras e comprometem a mobilidade urbana. Assim, um aspecto básico dos impactos de qualquer empreendimento é o incremento de veículos nas imediações e seus efeitos na malha urbana. Interferências na mobilidade urbana durante as obras devido a fechamento parcial de vias e obstrução de passeios públicos é um outro aspecto da avaliação.

Com o propósito de amenizar o impacto ao longo da implantação do empreendimento, o EIV deve apresentar ajustes ao traçado e dimensionamento do sistema viário, semáforos, sinalizações, entre outros. Para atender a população atraída pelo empreendimento, cabe elaborar um estudo de mobilidade quantificando o aumento do número de viagens e demanda por linhas de transporte, paradas de ônibus, etc.[57]

Alerta-se para os cuidados na delimitação da área de estudo de tráfego no EIV, pois o impacto de um empreendimento isolado não é sentido exclusivamente na sua vizinhança imediata. Ele irradia consequências de sobrecarga em acessos a vias e artérias próximas, uma vez que o sistema viário é interdependente e acumula seus efeitos.

Outro ponto é a análise de geração de poluição sonora direta (gerada pelo empreendimento) e indireta, consequência das transformações urbanas decorrentes, como a intensificação de tráfego, por exemplo.

Alguns bancos, tais como a Caixa Econômica Federal (CEF), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), o Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul e o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) fornecem apoio para a execução dos projetos de mobilidade urbana[33]. São fomentados, principalmente, projetos que visem a racionalização econômica, com redução dos custos totais do sistema, priorização do transporte coletivo sobre o individual, a integração tarifária e física, a acessibilidade universal, o aprimoramento gestão e fiscalização, redução dos níveis de poluição sonora e do ar, do consumo energético e dos congestionamentos e a requalificação urbana [56]

3.4 Experiências de Ruído Integrado ao PMUS

Alguns estudos e iniciativas como a do *Forest Corridor* tem sido propostas em diversas partes do mundo. A proposta do *Forest Corridor* ganhou o 2º prêmio na categoria profissional na competição internacional de barreiras acústicas urbanas para trens, organizada pelo governo de Hong Kong (*Open International Competition for Noise Barrier / Enclosure*) [58]. Conforme mostrado na Figura 3.4, o projeto

fornece uma visão alternativa de implantação da estrutura, para a mitigação de ruído no denso ambiente urbano de cidades.

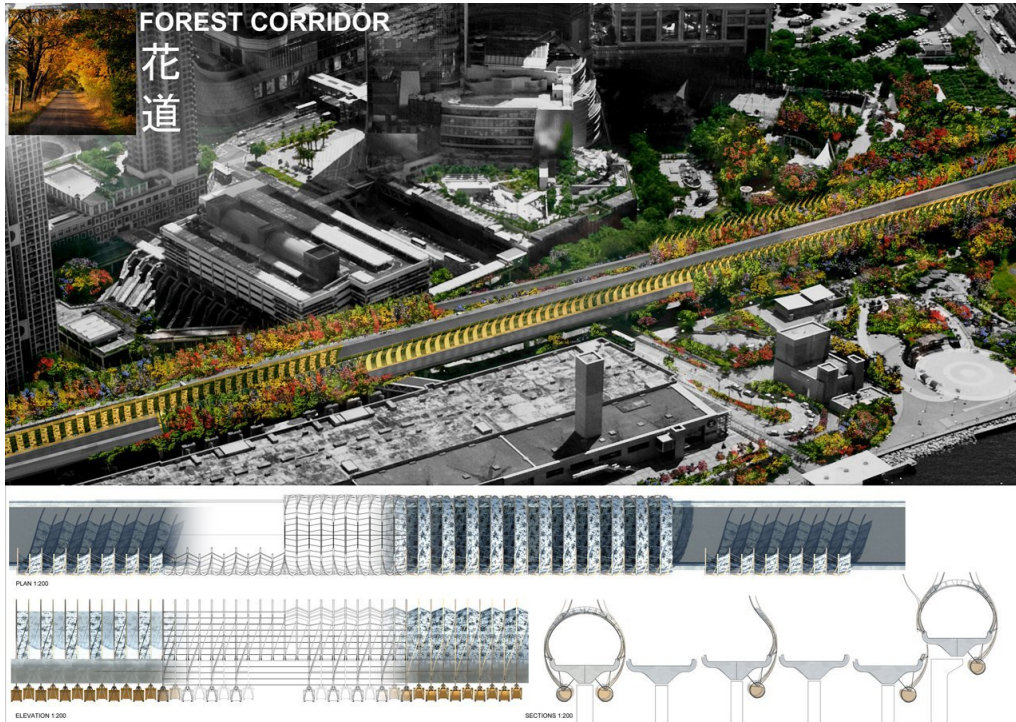


Figura 3.7: Forest Corridor – Highway Noise Barrier
Fonte:[59]

A seguir são apresentados casos de cidades onde o ruído urbano é considerado na legislação e deve ser também abordado no desenvolvimento e/ou na atualização do Plano de Mobilidade Urbana Sustentável.

3.4.1 Curitiba - Paraná

Na avaliação feita por [60] sobre o impacto sonoro gerado na Linha Verde – Trecho Sul em Curitiba, verificou-se níveis de poluição sonora inadequados para as pessoas que vivem ou trabalham em torno desta via. O nível de ruído dos pontos que foram analisados apresentam acima dos valores aceitos pela lei 10.625 de 2002, de Curitiba, ou seja, acima de 65 dB(A) no período diurno.

Mostrou-se constante e intensa a geração de ruído no local do estudo, sendo o ruído gerado pelo fluxo de veículos leves e pesados, desde a velocidade média da via, o tipo de pavimento e a composição da frota.

Para simular as variações, foram criados cenários hipotéticos que resultaram nos mapas acústicos. Após análise dos cenários, coube ao estudo indicar a melhoria em relação à poluição sonora, ligada diretamente às questões de planejamento e infraestrutura.

Apresentou-se, neste sentido, a necessidade da parceria entre os órgãos governamentais de planejamento, desenvolvimento urbano, transportes e mobilidade, meio ambiente, educação e comunidade científica para a mitigação do impacto causado pela poluição sonora.

3.4.2 Catanduva - São Paulo

Como referência para outros estudos de cidades que promovem o Plano de Mobilidade ou o mapeamento acústico, o município de Catanduva no interior de São Paulo atribuiu alguns critérios que são importantes destacar.

Segundo o documento de Catanduva [55], essa experiência apresenta que o ruído está entre as principais preocupações da população, para projeto de transporte e mobilidade. A avaliação é dada em função dos indicadores L_{DEN} , L_D , L_E e L_N .

Assim, as diretrizes foram marcadas pelo Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Catanduva para a situação futura e serem direcionadas a atingir os objetivos de sustentabilidade seguindo a legislação brasileira para desenvolver o sistema de transporte público integrado ao desenvolvimento territorial, relacionados com o aprimoramento de um Modelo de gestão acústica.

Contudo, esta experiência de Catanduva trouxe a necessidade do acompanhamento de um mapeamento acústico ou mapa de ruído.

A metodologia básica adotada para a avaliação do ruído incluiu as seguintes etapas:

1. Delimitação da área de estudo
2. Seleção dos pontos de medição, procurando a menor interferência de pedestres ou veículos que possam estacionar.
3. Coleta de dados com medições em dias uteis com um tempo de medição que permita a caracterização do ruído em estudo, podendo envolver uma medição de única mostra ou uma sequência delas.
4. Elaboração de mapas de ruído. Esta ferramenta gráfica tem o objetivo de tornar mais clara a visualização dos níveis de ruído presentes nas diferentes ruas da cidade.

Desta forma, segundo o documento de Catanduva, seguindo os passos apresentados para uma avaliação de ruídos, pode-se elaborar um Plano de Redução do Ruído. Podendo incluir medidas que visem reduzir o ruído provocado pela circulação automóvel, tais como a limitação da velocidade nas vias, o incentivo ao uso da bicicleta, campanhas para evitar a utilização do modo individual e a utilização do transporte coletivo.

3.4.3 Joinville - Santa Catarina

O município de Joinville, interior de Santa Catarina, apresentou o índice de redução da poluição sonora, como uma das propostas, baseado no conceito da Organização Mundial de Saúde (OMS) que classifica o ruído como uma das formas de contaminação ambiental.

O documento de Joinville [56] teve como objetivo reduzir os índices da poluição sonora, para proporcionar conforto sonoro à população com algumas medidas destacadas:

- Índice de redução da poluição sonora do entorno imediato das vias de grande circulação de veículos de carga pesada;
- Fiscalizar a emissão de poluentes por veículos automotores em desacordo com Leis e Normativas vigentes. Realizar medições periódicas em pontos estratégicos que possibilitem a correta caracterização das condições de poluição atmosférica e sonora;
- Plano de execução e monitoramento das ações de redução da poluição atmosférica e sonora do município, considerando envolvimento com a UFSC;
- Laboratório móvel de medição de poluição sonora e ambiental;
- Índice de redução da poluição sonora de pontos estratégicos da cidade;
- Foram definidos grupos de trabalho: transporte a pé (GT1); por bicicleta (GT2); coletivo (GT3); de cargas (GT4); saúde, educação e meio ambiente (GT5); circulação nas áreas centrais (GT6); financiamento (GT7); mobilidade regional considerando áreas conurbadas (GT8); e mobilidade e ordenamento territorial (GT9).

O GT5 declarou a intenção de que, em fevereiro de 2025, Joinville conte com um sistema educacional que forme o cidadão voltado para a consciência da mobilidade sustentável, incluindo conceitos de saúde pública, meio ambiente e cidadania, respeitando todos os modos de locomoção.

Nessa proposta, o cidadão deve contar com novos canais de participação e comunicação com o poder público bem como acesso aos dados relacionados à mobilidade, fomentando a corresponsabilidade no exercício de sua cidadania. A qualidade do ar, a redução da poluição sonora, e a circulação de cargas e pessoas de forma segura e agradável deverão ser cotidianos na cidade.

3.4.4 Viana do Castelo - Portugal

Em Viana do Castelo, cidade do Norte de Portugal com uma população de aproximadamente 38,5 mil habitantes, a principal preocupação é o nível de ruído considerável que existe próximo a rodovia que atravessa todo centro urbano.

O estudo desenvolvido por Abreu [30], no centro histórico da cidade de Viana do Castelo, tem interesse nas medidas e soluções para a mitigação do ruído urbano, com a implementação de uma Zona de Baixa Velocidade (ZBV) ou Zona 30 como se referencia no caso do Brasil.

O estudo apresenta como obrigatoriedade de elaboração do Plano Municipal de Redução de Ruído (PMRR) que está previsto no artigo 8º do Regulamento Geral do Ruído, importante documento que rege os locais de sobre-exposição resultantes do cruzamento do Mapa Municipal de Ruído com a Carta de Classificação de Zonas.

Os principais objetivos destacados por Abreu no PMRR de Viana do Castelo são:

- Reduzir a poluição sonora no município para melhorar a qualidade de vida de todos os seus cidadãos, respeitando a legislação aplicável;
- Definir um plano global sistemático do controle da poluição sonora por forma a permitir uma gestão integrada do ruído urbano;
- Identificar e avaliar as ações de maior prioridade e os pontos de maior conflito acústico estabelecendo medidas preventivas;
- Proteger as zonas mais calmas do aumento da poluição sonora.

Desta forma propõe ações para o núcleo do centro urbano da cidade, com a criação da zona histórica da cidade e as áreas definidas como ZBV, oferecendo mais conforto aos ciclistas e pedestres, diminuindo o transporte motorizado. Alguns recursos como redutores de velocidade, faixa de pedestres elevadas e pardais ao longo da via com sinalização luminosa são recursos utilizados.

A comparação de dois cenários simuladores foram comparados com a situação atual, verificando que a medidas produzem um benefício para a qualidade acústica de Viana do Castelo. A restrição aos veículos pesados e a criação de uma ZBV reduzem para metade a área exposta acima de 65 dB(A).

Tabela 3.1: Diferenças entre Planejamento Tradicional e Sustentável

Planejamento Tradicional de Transportes	Planejamento Sustentável da Mobilidade Urbana
Preocupação no tráfego	Preocupação nas pessoas
Objetivos primários: Capacidade de fluxo de tráfego e velocidade	Objetivos primários: Acessibilidade e qualidade de vida , bem como sustentabilidade, viabilidade econômica, equidade social, saúde e qualidade ambiental
Com foco modal	Desenvolvimento equilibrado de todos os modos de transporte relevantes e mudança para modos de transporte mais limpos e sustentáveis
Foco de infraestrutura	Conjunto integrado de ações para alcançar soluções viáveis e econômicas
Documento de planejamento setorial	Documento de planejamento setorial que é consistente e complementar às áreas políticas relacionadas (tais como uso do solo e planejamento territorial; serviços sociais; saúde; fiscalização e policiamento; segurança; etc.)
Plano de entrega a curto e médio prazo	Plano de entrega de curto e médio prazos incorporado em uma visão e estratégia de longo prazo
Relacionado a uma área administrativa	Relacionado a uma área funcional baseada em padrões de viagens (O/D)
Domínio dos engenheiros de tráfego	Equipes de planejamento interdisciplinares e multidisciplinares
Planejamento por especialistas	Planejamento com o envolvimento das partes interessadas usando uma abordagem transparente e participativa
Avaliação de impacto limitada	Monitoramento regular e avaliação de impactos para informar um processo estruturado de aprendizado e melhoria (Reavaliações constantes)

Fonte: Adaptado pelo Autor, pág 7/www.eltis.org [3]

Capítulo 4

Estudo de Caso: Município de Rio das Ostras

4.1 Histórico da Cidade

Situada a cerca de 170 Km ao norte da capital Rio de Janeiro, a cidade de Rio de Ostras era, no início do século XX, uma simples aldeia de pescadores.

Historicamente, a cidade situada na Capitania de São Vicente, tinha a denominação de Leripec que, em tupi-guarani significa “Lugar de Ostra” ou Seripe. A região foi parte das terras da Sesmaria doada aos jesuítas pelo Capitão-Mor Governador Martins Corrêa de Sá em 20 de novembro de 1630. Esta faixa foi delimitada por dois marcos de pedra - Pitomas - colocados em Itapebussus e na barreta do Rio Leripec, com a insígnia da Companhia de Jesus. Os Jesuítas foram responsáveis pelas primeiras construções na região, tais como o Poço de Pedras do Largo de Nossa Senhora da Conceição e a antiga Igreja.

Conhecida então como Baía Formosa no século XIX, foi um próspero arraial e seu crescimento se deu ao redor da igreja e do Poço de Pedras. O Rio das Ostras era rota de tropeiros e comerciantes, mas no arraial já existiam os internatos masculino e feminino, o Grande Hotel, o Posto de Polícia Provincial, a Igreja e o Poço do Largo, com água pura que jorrava a beira-mar [12]

Rio das Ostras, criada como distrito de Casimiro de Abreu, desmembrado do distrito de Barra de São João pelo Decreto-lei n.º 225, de 01-03- 1970. Pela Lei Estadual n.º 1.984, de 10-04-1992, desmembrado de Casimiro de Abreu, passou a ser município [61].

4.2 Características do Município de Rio das Ostras

Rio das Ostras se destaca por seus investimentos em infraestrutura e saneamento básico, é considerado modelo em iniciativas permanentes de programas e projetos de geração de emprego e renda. Além de ser um dos mais visitados destinos turísticos da Região Costa do Sol [61].

A expansão turística e a construção da Rodovia Amaral Peixoto, na década de 50, contribuíram para o desenvolvimento e a emancipação político-administrativa, em 10 de abril de 1992, sendo desmembrada do município de Casimiro de Abreu.

Desde então, a taxa de crescimento teve patamares elevados, 11% ao ano, maiores do interior do Estado, principalmente após a exploração de petróleo na bacia de Campos. O crescimento populacional da cidade pode ser observado no Gráfico - Série Histórica Populacional de Rio das Ostras (1996 - 2018) na Fig.4.1, estima-se hoje, 145.989 habitantes, evidenciando a necessidade de constante reavaliação dos Plano Diretor e de Mobilidade da Cidade.

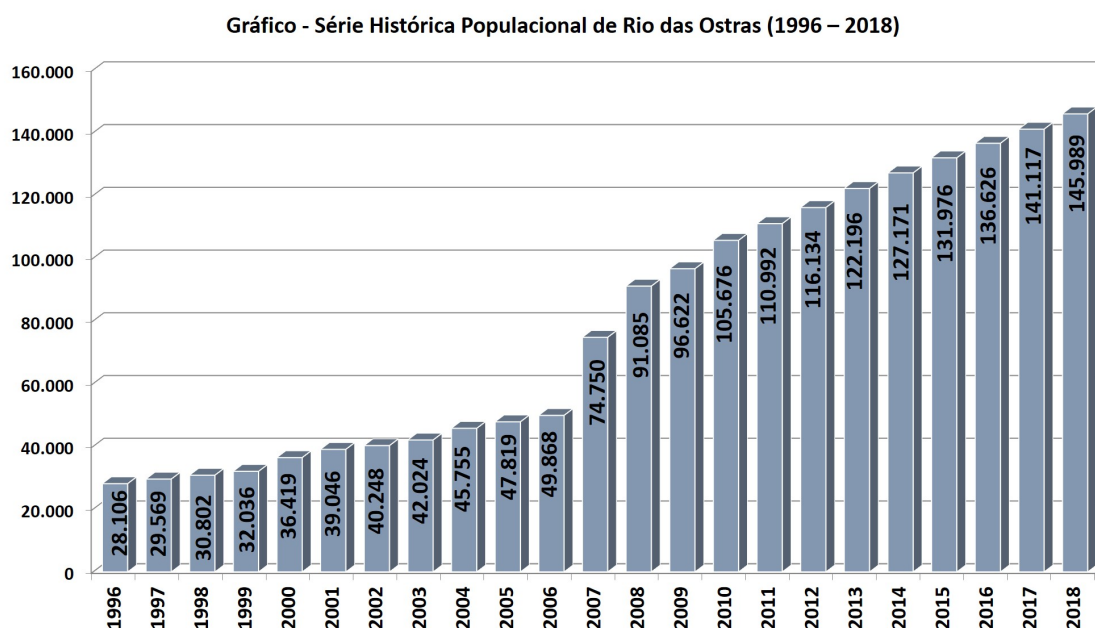


Figura 4.1: Estimativa da População.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018 IBGE-SEGEP/PMRO. [62]

A população está distribuída em uma área territorial de 229,044 Km² de extensão, sendo mais 90% de população urbana. A situação política geográfica no estado se apresenta conforme Figura 4.2.

Balneário de praias exuberantes da Região da Costa do Sol ou Baixada Litorânea, propicia um turismo nas estações quentes, gerando aumento do fluxo de pessoas



Figura 4.2: Referência Geográfica e Política
Fonte: Elaborada pelo autor, IBGE-PMRO. [63]

e conseqüentemente há maior aglomerações no centro da cidade e nas praias do município.

A Figura 4.3 apresenta no mapa do município de Rio das Ostras, onde sua malha urbana margeia a rodovia RJ 106 e o litoral.

4.3 O Plano de Diretrizes da Mobilidade Urbana de Rio das Ostras - PDMURO

Em atendimento à Lei 12.587/12 [49] e consonante ao Plano Diretor [64], o Plano de Mobilidade foi promovido por equipe multidisciplinar, denominada Comissão do Plano Municipal de Mobilidade Urbana (CPMMU)[12], formada de efetivos da administração pública e com a participação da sociedade civil organizada em sua elaboração, tendo suas características adequadas e de forma ímpar na conclusão dos trabalhos.

Ressalta-se porém, que, para a elaboração de planos diretores e de mobilidade, na maioria dos municípios se faz necessária a colaboração ou contratação de empresas e de especialistas devido à falta de conhecimento técnico pela administração pública.

A CPMMU optou por realizar reuniões com palestras de contribuições onde cada ente, seja representante do poder público ou da sociedade civil organizada, levantasse dados e questionamentos que pudessem gerar diretrizes e cenários futuros.

Conforme a Lei Complementar 004/2006, o Plano Diretor [64] deve ser a base para elaboração das diretrizes do Plano de Mobilidade de Rio das Ostras[12].

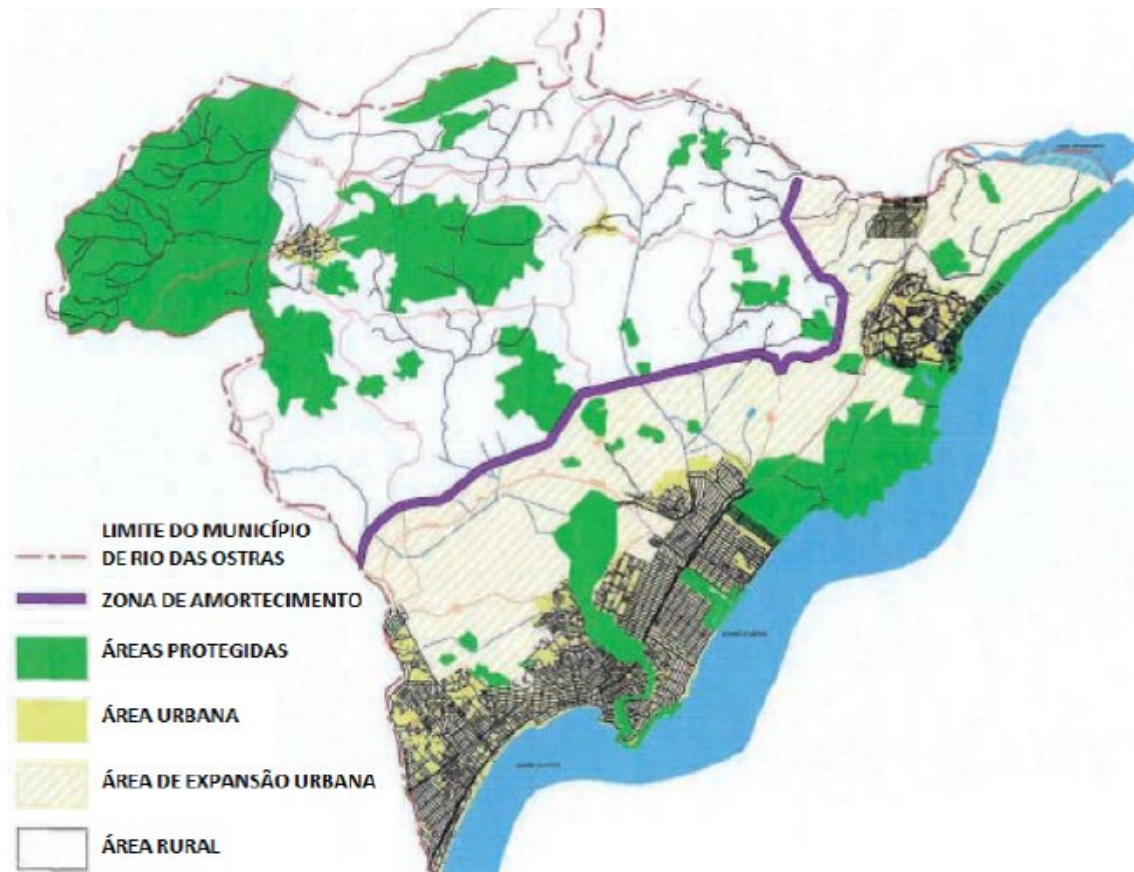


Figura 4.3: Mapa de Rio das Ostras
 Fonte: PDMURO 2015 [12]

4.3.1 A Evolução do PDMURO

O cruzamento de dados das contribuições induziu à formatação de áreas de interesse de estudos para o PMU, contemplando as necessidades e casos específicos para o plano de ações e propondo suas interseções com a mobilidade, como mostra a Figura 4.4, elaborada pela CPMMU.

As reuniões realizadas pelo CPMMU, em conjunto com as Secretarias Municipais afins e a Sociedade Civil Organizada, ofertaram à gestão pública dados sociais importantes e direcionamentos para viabilizar a melhoria da qualidade de vida da população através das diretrizes da Mobilidade Urbana.

A evolução do Plano segue conforme cronograma apresentado na Tabela 4.1:

O item “Datas anteriores” refere-se ao período em que os projetos e processos administrativos já haviam sido realizados com coletas de dados para a execução de trabalhos diversos, no intuito de atender à gestão pública. A etapa “Levantamento dos Dados Básicos” remete aos dados selecionados e fornecidos pela Secretaria de Trânsito (SECTTRAN), para serem inseridos e contribuir com o PDMURO. A etapa “Estruturação do trabalho e de pessoal” define a composição dos membros da



Figura 4.4: Áreas de Interesse do PMU
 Fonte: PDMURO 2015 [12]

Tabela 4.1: Cronograma do PDMURO

Etapas	2014					2015					Descrição				
	Meses														
	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	
1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					Datas anteriores - Coletas de dados em processos administrativos
2						█	█	█							Levantamento dos Dados Básicos - SECTRAN Estruturação do trabalho e de pessoal – Início da CPMMU
3							█	█	█						CPMMU - Coleta de Dados Sociais
4									█	█					Elaboração dos textos preliminares e avaliação/inclusão de textos
5										█	█				Proposta 1 Apresentação à Sociedade Civil Organizada
6											█				Revisão
7												█	█		Proposta 2 Audiência Pública
8													█		Revisão Final – Envio ao Ministério das Cidades
9														█	Publicação

Fonte: Elaborado pelo Autor. [12]

CPMMU, iniciando a organização para o desenvolvimento do Plano de Diretrizes da Mobilidade Urbana de Rio das Ostras. A partir da etapa “Coleta de Dados Sociais” obtém-se o embasamento do perfil a ser analisado e os critérios a serem avaliados e estabelecidos para a elaboração do PDMURO.

Em seguida, a etapa “Elaboração dos textos preliminares e avaliação/inclusão de textos” promove aos membros discutirem e debaterem com a sociedade interessada os assuntos relevantes e que aos poucos definem as diretrizes para a mobilidade do município.

Para legitimar o PDMURO, a etapa “Apresentação à Sociedade Civil Organizada”, intitulada Proposta 1, revela o alinhamento das áreas multidisciplinares e as contribuições recebidas por ela, contempladas como exigência ao documento encaminhado para o Ministério das Cidades, conforme estabelece na Política Nacional de Mobilidade Urbana.

Tais diretrizes do plano de mobilidade desenvolvidos têm o seu período de adaptações e de revisões, que, a partir da aprovação, são pré-estabelecidos em Lei Municipal.

Neste sentido, o PDMURO, conforme cronograma apresentado, após a Audiência Pública, aprova-se para que permaneça em constante execução e plena transformações em prol da mobilidade, conforme suas diretrizes e posteriores revisões.

Com base técnica, o estudo da Engenharia Consultiva, pré-estabelecido pelo plano em curso, complementa através de pesquisas e coleta de dados, resultando em diretrizes referenciadas no PDMURO. Os alinhamentos ao pós-plano deverão ser relatados e seguidos nos prazos de revisão do PDMURO, pois promulgado em lei, orienta-se pelos seguintes períodos das diretrizes:

CURTO PRAZO: metas a serem implantadas até o ano de 2020; MÉDIO PRAZO: metas a serem implantadas até o ano de 2025; e LONGO PRAZO: metas a serem implantadas até o ano de 2030.

4.3.2 Diagnósticos do PDMURO

A pesquisa social foi realizada com o intuito de avaliar os fatores que influenciam na escolha do modo de transporte, a demanda potencial de seus usuários dentro do município de Rio das Ostras e identificar seu perfil socioeconômico.

Os resultados do diagnóstico foram repassados ao município pela Engenharia Consultiva - TRANSPOR [65], principalmente a pesquisa de origem e destino (O/D) das pessoas, tendo como base as localidades do município de Rio das Ostras, divididas em 67 (sessenta e sete) Zonas de Tráfego.

A demanda, estratificada por faixa horária, conforme apresentada na Tabela 4.2, permite diagnosticar e dimensionar o sistema de transporte quanto ao fator de pico, por exemplo. O fator de pico é definido pela relação entre a demanda na faixa horária de maior movimento e a demanda diária do sistema realizado por vans (maior parcela) e por ônibus.

A Figura 4.5 mostra a variação da demanda do sistema ao longo do dia, apresen-

Tabela 4.2: Extratificação por Faixa Hora

Faixa Horária	Pagantes	Estudantes	Gratuitos	Total	%
00:00 às 00:59	7	0	0	8	0,0
01:00 às 01:59	5	0	0	6	0,0
02:00 às 02:59	3	0	0	3	0,0
03:00 às 03:59	3	0	0	3	0,0
04:00 às 04:59	4	0	0	4	0,0
05:00 às 05:59	226	3	4	233	0,4
06:00 às 06:59	6.302	219	276	6.797	10,7
07:00 às 07:59	6.068	89	112	6.270	9,8
08:00 às 08:59	5.732	125	157	6.014	9,4
09:00 às 09:59	2.793	101	128	3.022	4,7
10:00 às 10:59	2.649	70	88	2.807	4,4
11:00 às 11:59	3.366	75	94	3.535	5,6
12:00 às 12:59	3.485	144	181	3.810	6,0
13:00 às 13:59	2.818	123	155	3.096	4,9
14:00 às 14:59	2.806	115	145	3.066	4,8
15:00 às 15:59	2.713	55	69	2.836	4,5
16:00 às 16:59	5.398	80	101	5.579	8,8
17:00 às 17:59	6.123	74	93	6.290	9,9
18:00 às 18:59	5.090	34	42	5.166	8,1
19:00 às 19:59	2.942	33	42	3.017	4,7
20:00 às 20:59	1.012	29	36	1.077	1,7
21:00 às 21:59	672	19	24	714	1,1
22:00 às 22:59	224	6	8	239	0,4
23:00 às 23:59	78	2	2	83	0,1
Total	60.517	1.395	1.757	63.669	100

Fonte: Demanda Sistema de Transporte/ Engenharia Consultiva [65]

tando três faixas de pico: o Pico da Manhã (de 6h00 às 8h59) com 19.080 (dezenove mil e oitenta) passageiros, o do Almoço (de 11h00 às 12h59) com 7.345 (sete mil e trezentos e quarenta e cinco) passageiros e o da Tarde (de 16h00 às 18h59) com 17.034 (dezesete mil e trinta e quatro) passageiros transportados.

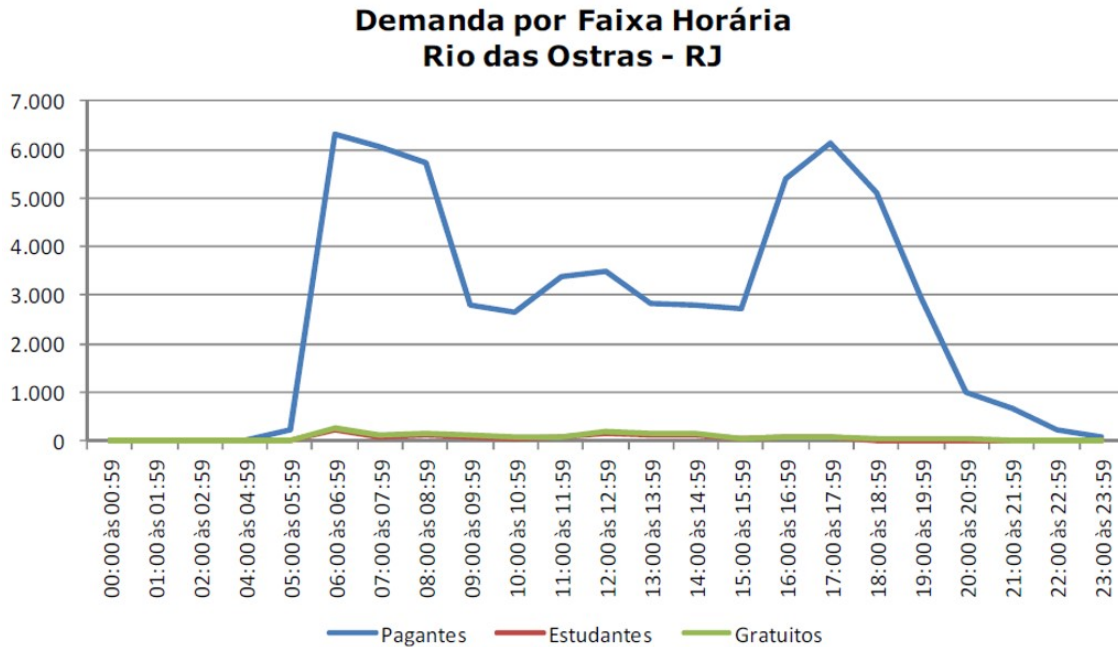


Figura 4.5: Demanda por Faixa Hora
Fonte: Elaborado pelo Autor [65]

A título de ilustração para caracterização do sistema de transportes de Rio das Ostras, na Tabela 4.3 são apresentados os principais índices operacionais descritos no “Diagnóstico do Sistema Atual de Transporte Coletivo do Município de Rio das Ostras - RJ” [65].

Com uma análise superficial e sintética, o gráfico da Figura 4.6 apresenta uma distribuição dos modais de deslocamento, levantados por contagens volumétricas realizadas em 148 (cento e quarenta e oito) locais do município, no ano de 2014.

O veículo mais utilizado para as viagens do sistema de transportes é o particular (carro), a cidade é extremamente voltada ao automóvel, de caráter individual. A motocicleta, também individual, veículo que traz preocupações para as ações de mobilidade, uma vez que produz os maiores índices de acidentes, inclusive acidentes fatais. A bicicleta (veículo não motorizado individual), são pessoas dispostas a utilizar este meio de deslocamento. Há necessidade de intervenções no plano cicloviário como uma ação imediata no pós-plano, a fim de melhorar as conexões urbanas e reduzir o fluxo do transporte particular para viagens pequenas.

Tabela 4.3: Índices Operacionais do Sistema de Transporte Coletivo

Índice Operacional	Valor
Produção Quilométrica	1.922.561
Nº Viagens Completas / Dia Útil	1.874
Frota Operacional	351
Passageiros / Dia Útil	60.610
Passageiros Pagantes / Dia Útil	57.954
Passageiros Gratuitos / Dia Útil	1.176
Passageiros Estudantes / Dia Útil	1.480
Passageiros / Km	0,89
Passageiros Eq. / Km	0,85
Percurso Médio Mensal (Km)	5.477
Passageiro / Veículo / Dia	173
Passageiro Eq. / Veículo / Dia	165
Passageiro / Viagem	32
Passageiro Eq. / Viagem	31

Fonte: Elaborado pelo Autor. [65]

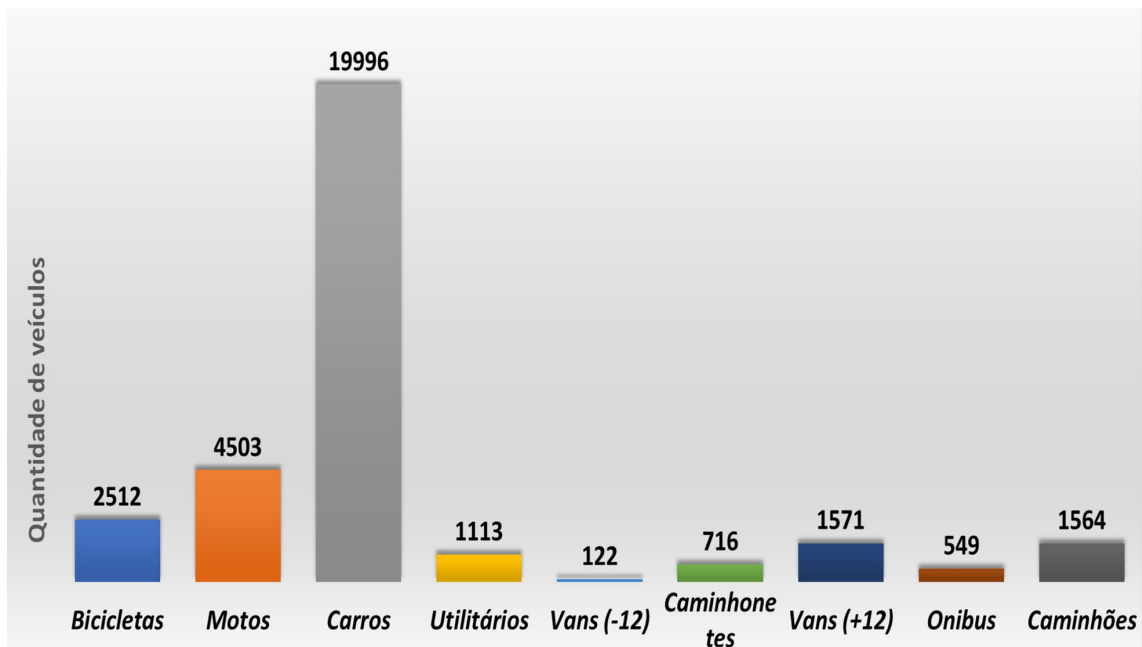


Figura 4.6: Distribuição e classificação do uso de veículos nas viagens

Fonte: Adaptada pelo Autor [12]

4.3.3 Conquistas e Desdobramentos do PMURO

Uma das conquistas mais relevantes foi a criação do Conselho Municipal de Mobilidade Urbana, obedecendo aos preceitos da gestão participativa, com formação paritária de membros do poder público e da sociedade civil organizada, de maneira que possam acompanhar o desenvolvimento do estudo e a implementação das diretrizes.

Através da elaboração do PMURO, verificou-se que o sistema de transporte público coletivo poderia dar a maior vazão para as viagens inter-regiões, de média e até de longas distâncias, dentro da malha urbana, para redução do transporte motorizado particular.

Além disso, as calçadas, calçadões e acessos, devem ser otimizados e com mais acessibilidade. Verificou-se a necessidade de intervenções urgentes, priorizando as rotas pedonais que contribuem para redução do uso de veículos motorizados.

Capítulo 5

Impacto da Mobilidade no Ruído Urbano

A região central de Rio das Ostras foi escolhida para estudo devido à grande concentração de pessoas e volume elevado de veículos. Para essa análise optou-se pela elaboração de mapas de ruído, que proporcionam uma visualização espacial dos níveis de pressão sonora (LAeq) em toda a área de estudo.

A identificação da região de estudo considerou 13 (treze) localidades, com suas respectivas populações conforme apresentado na Tabela 5.1, que representam os habitantes das partes envolvidas, calculadas proporcionalmente aos que recebem o Impacto da Mobilidade sobre o Ruído Urbano - IMRU (cidadãos fixos). A área de estudo possui aproximadamente 2,0 km² e uma população fixa estimada em 12.173 (doze mil cento e setenta e três) habitantes, apurados com base em dados referentes aos documentos da SEGEP (2017) - Cidades Sustentáveis [62].

A Figura 5.1 apresenta uma característica de movimento intenso do tráfego na Rodovia Amaral Peixoto - RJ 106, o que motiva esse estudo.

Sob o ponto de vista da mobilidade é importante uma análise da situação existente quanto aos semáforos, os cruzamentos, as paradas e os estacionamentos, pois esses influenciam na fluidez das vias estudadas, podendo ser atenuantes ou agravantes do ruído urbano.

A região de interesse é apresentada na Figura 5.2, em que se mostra em destaque a delimitação retangular da parte da malha urbana, que integra a área central de Rio das Ostras. São definidas, neste quadrante as localidades, e parte destas, abrangidas para o estudo do ruído provocado pela mobilidade urbana.

Tabela 5.1: Localidades e respectivo habitantes fixos que recebem o Impacto da Mobilidade sobre o Ruído Urbano - IMRU.

Localidade	Nº de Habitantes
Novo Rio Das Ostras	3636
Liberdade	1444
Operário	1291
Centro	1259
Nova Esperança	1119
Balneário Remanso	1087
Extensão do Bosque	849
Parque Zabulão	453
Casa Grande	451
Boca da Barra	312
Extensão Novo Rio das Ostras	130
Bosque da Praia	105
Camping do Bosque	36
População IMRU	12173

Fonte: Elaborado pelo Autor a partir de [62].



Figura 5.1: Situação do Fluxo de Veículos na RJ 106, Rio das Ostras
 Fonte: Foto PDMURO [12]



Figura 5.2: Área Central da Malha Urbana de Rio das Ostras
Fonte: Adaptado pelo Autor [12]

5.1 Elaboração do Mapa de Ruído

A elaboração de um Mapa de Ruído para a Área Central de Rio das Ostras, encontra-se em consonância com Plano Diretor Municipal, como um quesito importante para avaliação das questões ambientais. Os Mapas de Ruído podem ser ponto de apoio aos gestores no que se refere a elaboração, alteração e revisão dos planos diretores e de urbanização.

Os mapas de ruído permitem quantificar os níveis de pressão sonora e sua distribuição espacial, gerando uma informação visual do comportamento acústico do ruído ambiental em uma área geográfica, em determinado horário ou momento ao longo do dia [66].

Tais ferramentas de simulação permitem prognosticar um ambiente acústico de uma determinada área que é influenciada pelo tráfego de veículos e caracterizar as fontes causadoras do ruído.

Com isto, pode-se produzir políticas públicas com os resultados demonstrados e visualizados no mapa de ruído, além de futuras intervenções na área e região, promover mecanismos para planejamentos em relação a mobilidade urbana e nos transportes públicos de Rio das Ostras.

Para elaborar um mapa de ruído são necessários dados de diversas natureza, que servirão como insumo para os métodos de cálculo de nível de ruído, implementa-

dos no simulador CadnaA (*software Computer Aided Design Noise Abatement* - v. 4.0.135), da DataKustik GmbH.

Os métodos de predição do ruído variam de acordo com o país, tais como o método alemão RLS90 [67], o francês NMPB-Routes [68], o inglês CoRTN [69] entre outros. O Brasil não adotou ainda um método sob forma de norma ou lei, que defina a forma de cálculo para a predição de ruído proveniente dos transportes rodoviários.

Os diversos métodos adotados na Europa, Estados Unidos e Ásias consideram como principais variáveis no cálculo os dados de tráfego e geométricos.

Os dados de tráfego referem-se à quantidade de veículos por hora, segmentados por tipo (leves, pesados e motos, dependendo da norma), da velocidade média do fluxo e características acústicas relativas ao tipo de pavimento. Quanto mais veículos ou maior a velocidade, maior é a potência sonora da via e, portanto, maior o nível de ruído rodoviário é produzido ao seu redor.

Os dados geométricos correspondem a forma das edificações, com suas fachadas e absorção média e ao traçado das vias, considerando aclives e declives.

5.1.1 A Construção para o Mapa de Ruído

A seguir é apresentada em detalhes a metodologia utilizada para a elocação dos mapas de ruído da área de estudo.

Inicialmente, utilizou-se como base para a construção do Mapa de Ruído, a imagem do Google Earth, Figura 5.3, sobre a qual são construídos os objetos geométricos (polilinhas), após proceder a um ajuste de escalas entre a imagem de satélite e a unidade do desenho (metro).

Após a construção das vias, edificações, áreas verdes etc, sobre a imagem, somente os objetos geométricos necessitam ser exportados para o CadnaA, conforme mostrado na Figura 5.4.

Durante o processo de importação do arquivo de Autocad, em formato DXF, pelo CadnaA, cada componente geométrica assume um papel acústico, conforme designação pelas "layers". Uma polilinha, por exemplo, é convertida em uma via (Figura 5.5) ou um ponto no Autocad como um receptor (Figura 5.6).

Finalizado o processo de importação, inicia-se a fase de inclusão das características acústicas das vias, edificações, áreas verdes e receptores. Nessa etapa, é necessário inserir para cada elemento (via, edificação etc) as características requeridas pelo software.

No caso das vias, por exemplo, os dados de tráfego e as características geométricas são convertidos em características acústicas (potência acústica). Tais dados foram obtidos "in loco" e requerem diversas categorizações, como separação entre veículos leves e pesados e velocidades, conforme ilustrado na Tabela 5.2 para



Figura 5.3: Base do GE com AutoCAD
Fonte: Google Earth e AutoCAD.



Figura 5.4: Dxf como base para interface do CadnaA
Fonte: Elaborado pelo Autor, AutoCAD

um dos locais de medição.

Esses dados são então inseridos individualmente para cada via, conforme apresentado na Figura 5.7.

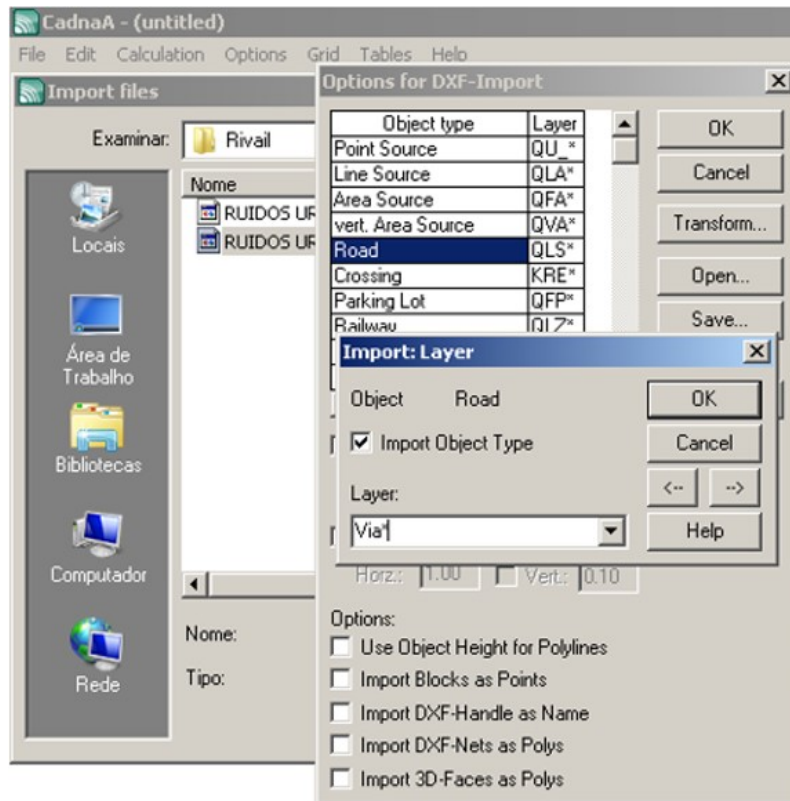


Figura 5.5: Exemplo de importação de vias no CadnaA

Tabela 5.2: Contagens e coleta de dados das Vias

Ponto	Data	Ponto Referencial	MIRANTE do POETA						Hora Início	Hora Final	Quantidade					
01	28/08/2015	Local: PRAÇA PREFEITO CLAUDIO RIBEIRO							10:49:25	11:04:25	30 INTERVALO					
									Intervalo Total	00:15:00						
Intervalo	HORÁRIO	RUÍDO	Veículos LEVES						Veículos PESADOS				TOTAL DE VEÍCULOS			
30 seg.		dB	Moto	Carro	Utilitário	Mini	Caminhone	nete	TOTAL	Micro	Ônibus	Caminhão		TOTAL		
1	10:49:25	74,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	10:49:55	75,0	1	1	0	0	1	3	0	0	0	0	3			
3	10:50:25	65,4	1	7	2	0	1	11	0	0	1	1	12			
4	10:50:55	70,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	10:51:25	76,7	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2			
29	11:03:25	72,0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1			
30	11:03:55	76,9	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	2			
	Média	73,8	4	46	9	1	3	63	2	0	2	4	67			
			ESTIMATIVA POR HORA						MANHÃ						SENTIDO RJ 106 - PARANAÍBA	
			Veículos LEVES						Veículos PESADOS						TOTAL DE VEÍCULOS	
			Moto	Carro	Utilitário	Mini	Caminhone	te	TOTAL	Micro	Ônibus	Caminhão	TOTAL			
			16	184	36	4	12	252	8	0	8	16	268			

Fonte: Elaborado pelo Autor.

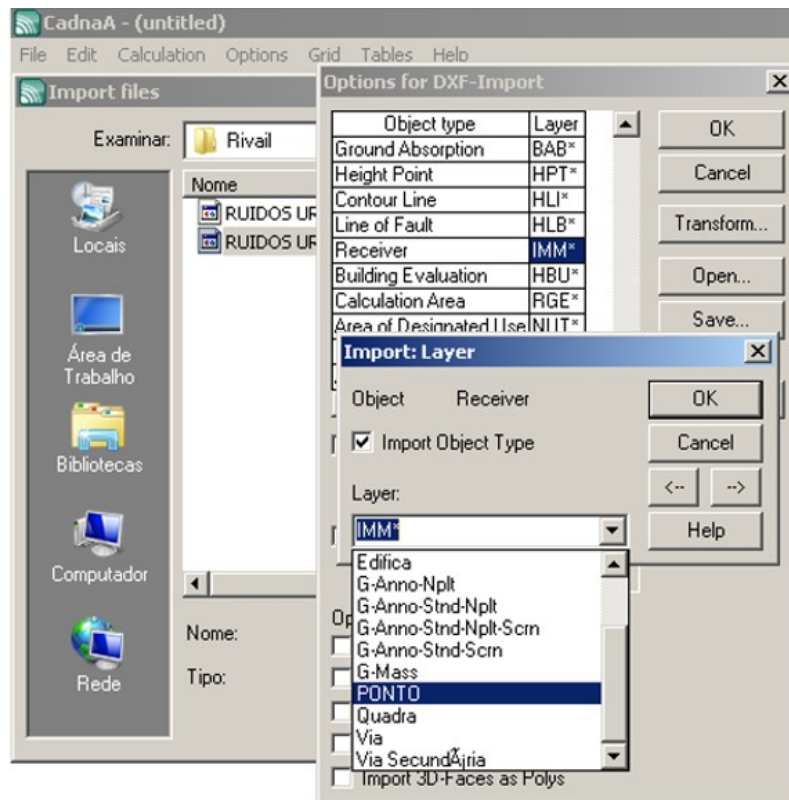


Figura 5.6: Exemplo de importação de receptores no CadnaA

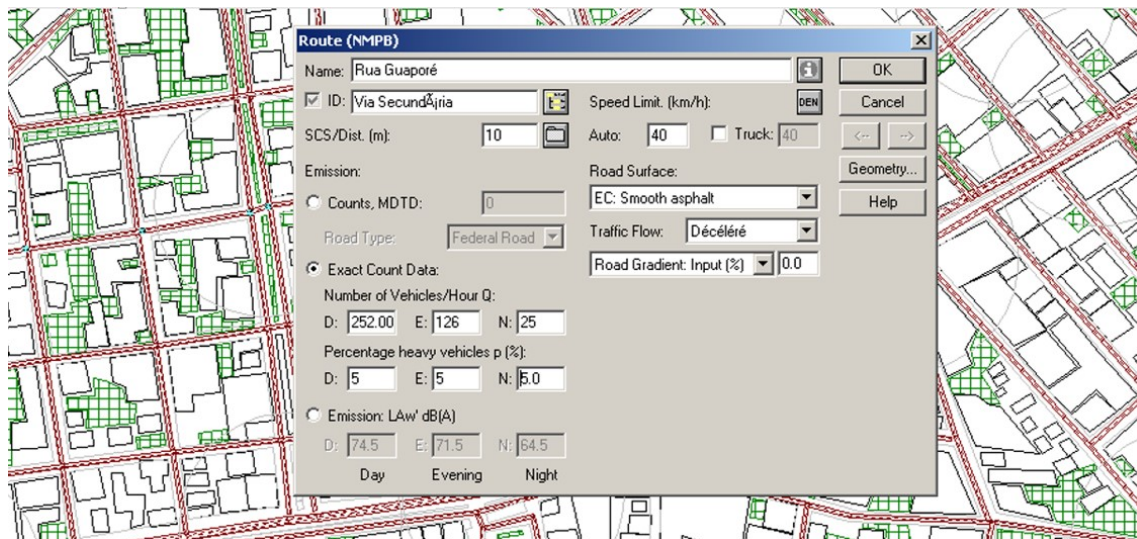


Figura 5.7: Inserção das Informações Viárias no software CadnaA
Fonte: Dados inseridos pelo Autor, CadnaA.

Após a caracterização de todos os elementos tem-se um modelo de simulação, como o apresentado na Figura 5.8.



Figura 5.8: Visualização do modelo de simulação no CadnaA
 Fonte: Elaborado pelo Autor, CadnaA

5.2 Validação do Mapa

De posse do conjunto de dados necessários para alimentar o algoritmo de predição do ruído, conforme a norma adotada, torna-se possível a elaboração de cenários acústicos que podem ser visualizados em forma de mapas coloridos em função dos níveis de pressão encontrados. Nesse trabalho utilizou-se a norma francesa NMPB-Routes, disponível no simulado CadnaA.

Contudo, tais modelos matemáticos apresentam incertezas nos resultados, devido a diversos fatores. Um dos fatores é a exatidão sobre os dados de tráfego, cuja contagem é feita sobre médias horárias. Outro fator é a velocidade média, que pode variar conforme o horário ou mesmo não ser representativa das variações dos fluxos de veículos no período de análise. Outras incertezas são devidas a imprecisões no modelo geométrico, tais como localização e largura das vias, disposição, recuo e gabarito das edificações, parques etc.

A fim de garantir que, mesmo com tais incertezas, o mapa de ruído produzido é de fato representativo do cenário acústico na área de interesse, foram realizadas medições do nível de pressão sonora em diversos pontos. Essas medições *in loco* permitem avaliar se os valores simulados correspondem a aqueles presentes na cidade, nos horários em questão. Dessa forma é possível aferir a simulação com base em valores medidos com sonômetro digital modelo MSL-1354 - Tipo 2. As medições foram realizadas conforme a NBR 10.151, em escala “A” e período de aquisição de nível de 1 segundo, para o cálculo do nível equivalente do período total de medição.

O período de medição em cada ponto variou de 15 a 20 minutos, em alguns horários do dia.

Cabe também ressaltar que os valores calculados no mapa referem-se ao Leq (descrito na equação 2.1), que corresponde a uma média energética temporal, durante um período de avaliação. Os períodos avaliados na simulação foram: Dia (L_D), Tarde (L_E) e Noite (L_N), conforme equações (2.3) a (2.5). Esses são, portanto, valores **médios** estatísticos. Os valores medidos em um local e em determinado instante de tempo não serão necessariamente iguais a este valor de nível equivalente, podendo haver momentos de pico ou de níveis mais baixos.

Para validação dos mapas foram escolhidos 15 (quinze) pontos, considerados mais “críticos” com base na experiência e observação do autor. Muitos locais apresentavam algum conflito viário, congestionamentos semaforicos ou cruzamentos das vias em que há uma percepção de um nível de poluição sonora elevado.

Os dados medidos devem ser então comparados com os obtidos por simulação. Porém, como a simulação requer dados de tráfego, principalmente, contagem de veículos por hora e velocidade do fluxo, para o cálculo dos níveis, esses dados foram coletados simultaneamente com a medição do ruído, através de filmagens. Posteriormente, os vídeos foram analisados para contar e segmentar os veículos conforme as categorias leves e pesados.

5.2.1 Pontos de Aferição

Foram escolhidos 15 pontos para o levantamento de dados e validação dos mapas. Os pontos usados para validação do modelo acústico (mapa), são apresentados na Figura 5.9.

Estes locais de medição foram definidos pelo fato de estarem em áreas de conflito, dos usuários das vias, principal e das secundárias. E por serem zonas críticas da mobilidade. Os pontos definidos foram estrategicamente determinados, com objetivo para se ter uma melhor avaliação dos cenários, em que se pode comparar através das observações dos fluxos existentes que causam níveis de ruído, estes aferidos em conjunto de contagem volumétrica de veículos. Desses locais escolhidos, 6 (seis) pontos encontram-se no trecho da Rodovia Amaral Peixoto - RJ 106, do Km 147 ao Km 149, principal via da região central e 9 (nove) pontos em vias secundárias, onde há reflexos das atividades urbanas.

A Rodovia Amaral Peixoto - RJ 106, é uma estrada estadual que margeia o litoral fluminense, cruzando e ligando várias cidades, sendo uma delas Rio das Ostras.

A via apresenta grande influência sobre a área urbana de Rio das Ostras, que possui uma predominância comercial. Por um lado, o uso urbano da via, tais como os estacionamentos e os pontos de ônibus (urbano ou intermunicipal) localizados

Pontos de Medições Identificados

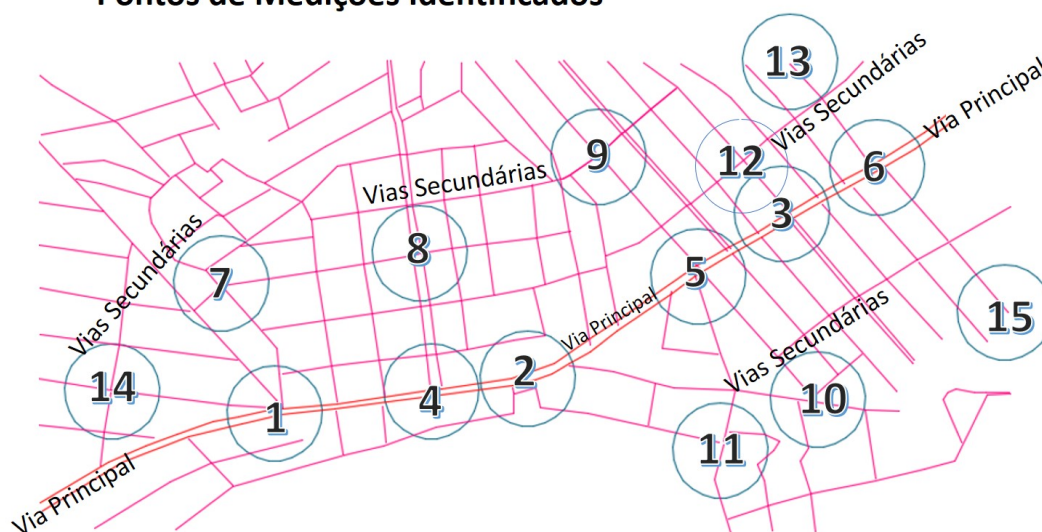


Figura 5.9: Identificação dos Pontos de Medição na Área Central

Fonte: Elaborado pelo Autor

inadequadamente provocam atrasos nos tempos de viagens interurbanas. Por outro lado, a poluição sonora e visual, as vibrações do solo e os altos volumes de tráfego provocam acidentes de trânsito na área urbana.

A localização da Rodovia Amaral Peixoto em um espaço urbano potencializa os impactos da mobilidade no ruído urbano uma vez que coloca a população em contato com todos os riscos associados à rodovia.

A Figura 5.2.1 apresenta os pontos de aferição sobre uma imagem de satélite, onde pode-se observar as características morfológicas da região e de ocupação do espaço urbano.

As ruas que fazem parte das vias secundárias tem características diferentes da RJ-106, principalmente quanto ao volume de veículos e à morfologia urbana, por serem em áreas predominantemente residenciais.

A Tabela 5.3 apresenta a quantidade de veículos por hora (nos dois sentidos das vias, quando aplicável) e os respectivos horários de medição. Na tabela também são apresentados os valores de nível de pressão sonora medidos durante o mesmo período da contagem de veículos.

A título de ilustração das variações de nível de pressão sonora encontradas entre os pontos de aferição, os valores máximos, mínimos e “médios” são apresentados na Figura 5.11. Pode-se observar valores acima de 80 dB nas via principal e valores na faixa de 60 a 70 dB nas vias secundárias.

A descrição detalhada de cada ponto de medição é apresentada no Anexo I.



Figura 5.10: Locais de medição.

Tabela 5.3: Dados de campo utilizados para elaboração dos mapas.

RESULTADO PONTOS AFERIDOS DE NÍVEIS DE RUÍDO NO CASO DE RIO DAS OSTRAS												
PONTO DE MEDIÇÃO	Aferição de Ruído		Intervalo	15 Minutos	30 Medições	30 Seg	Frequência	Região Central				
	Local de Referência		Data	Hora		Nível de Ruído dB			Contagem de Veículos			
				Início	Final	Máx	Mín	Média	Leve	Pesado	Veíc/hora	
VIA PRINCIPAL	Rod. Amarel Peixoto	1	MIRANTE	6ª-Feira 28/08/2015	10:49:25	11:04:25	77,6	61,9	73,8	2.868	420	3.288
		2	PÇA JOSÉ PEREIRA CÂMARA	6ª-Feira 28/08/2015	16:05:42	16:20:42	81,1	65,4	74,5	2.856	432	3.288
		3	IGREJA PRESBITERIANA	6ª-Feira 28/08/2015	20:59:43	21:14:43	88,1	59,1	76,9	2.236	272	2.508
		4	AMAZONAS/PRAÇA ARTESÃO	Sábado 29/08/2015	10:33:49	10:50:49	85,4	61,0	77,6	2.400	256	2.656
		5	HOLIDAY / Jovem Viana	Sábado 29/08/2015	11:12:50	11:27:50	81,8	64,2	73,5	2.504	336	2.840
		6	BANGU/ João Viana	2ª-Feira 31/08/2015	09:07:52	09:27:52	83,0	62,4	75,5	2.397	387	2.784
VIAS SECUNDÁRIAS		7	GUAPORÉ/Col Célio Sarzedas	2ª-Feira 31/08/2015	13:09:08	13:24:08	71,4	52,9	62,1	380	16	396
		8	AMAZONAS/GUAPORÉ	2ª-Feira 31/08/2015	15:34:18	15:49:18	71,1	56,9	65,0	592	16	608
		9	FLAMENGO/MARACANÃ	2ª-Feira 31/08/2015	16:03:05	16:18:05	73,9	51,4	62,8	248	16	264
		10	JOVEM VIANA	2ª-Feira 31/08/2015	16:27:40	16:42:40	73,2	55,3	65,4	472	8	480
		11	PRAÇA SÃO PEDRO	2ª-Feira 31/08/2015	17:35:41	17:50:41	68,8	50,7	59,6	496	8	504
		12	TIJUCA/MAYER	3ª-Feira 01/09/2015	07:42:26	07:57:26	77,1	55,8	68,1	592	32	624
		13	BANGU/PÇA GILSON ZAROUR	3ª-Feira 01/09/2015	08:17:48	08:32:48	76,4	53	65,2	324	84	408
		14	Av. BRASIL	3ª-Feira 01/09/2015	10:07:31	10:22:31	76,0	51,8	67,8	172	12	328
		15	RUA JOÃO VIANNA	3ª-Feira 01/09/2015	15:24:26	15:39:26	75,1	47,8	63,5	132	28	160

Fonte: Elaborado pelo Autor.

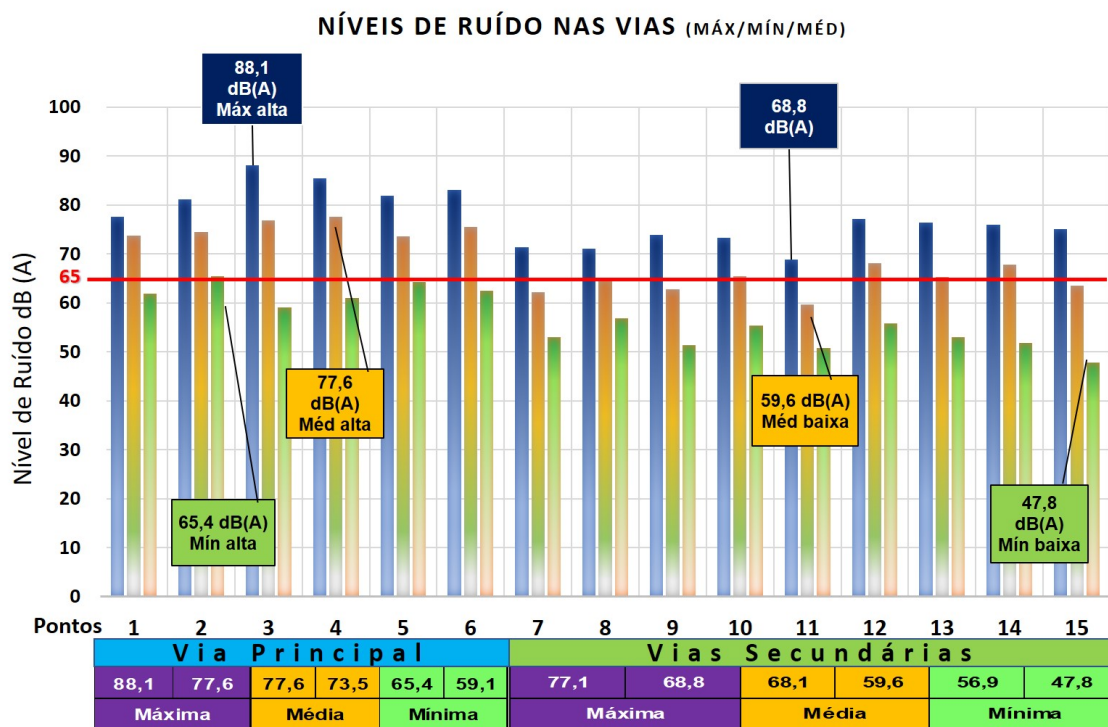


Figura 5.11: Gráfico com Níveis de Ruído Máximo, Médio e Mínimo
 Fonte: Elaborado pelo Autor. CadnaA [70]

5.2.2 Validação do Mapa

Após a inserção dos dados geométricos, acústicos e de tráfego no simulador, o resultado do nível de pressão sonora pode ser obtido para cada receptor pontual definido no modelo. Foram então inseridos 15 receptores no modelo, nos locais correspondentes aos pontos de medição na cidade. O resultado obtido para cada receptor pode ser comparado com respectivo valor medido *in loco*. Essa comparação é apresentada na Tabela 5.4 simulados nos pontos de aferição, conforme o período do dia.

Da Tabela 5.4 observa-se que há variações entre os valores medidos e simulados. Tais variações são esperadas e aceitáveis até valores próximos a 3 dB. As variações ocorrem principalmente pois, na simulação, assume-se um nível constante proporcional à quantidade e à velocidade dos veículos (também constante durante todo o período de cálculo), enquanto, na medição ocorrem flutuações significativas no nível.

Apesar de alguns pontos com variações acima de 3 dB, a maioria deles possui diferenças aceitáveis. A maior variação é de 10 dB(A), verificada no Ponto 10, situado no cruzamento das vias secundárias Jovem Viana com Jandira Moraes Pimentel, de 65,4 dB para o simulado de 75,4 dB(A). No mesmo Ponto 10, conforme Tabela 5.3, o máximo *in loco* é de 73,2 dB(A), a diferença cai para 2,2 dB(A), com a mínima de 55,3 dB(A) a diferença amplia para 20,1 dB(A) .

Constata-se ao comparar com o gráfico da Figura 5.11, que nas Vias Secundárias,

Tabela 5.4: Comparação entre valores medidos e simulados nos pontos de aferição (L_D - Dia).

Ponto	Medido (dBA)	Simulado	Diferença (dBA)
1	73,8	74,7	0,9
2	74,5	76,1	1,6
3	76,9	78,5	1,6
4	77,6	77,9	0,3
5	73,5	78,7	5,2
6	75,5	78,7	3,2
7	62,1	67,1	5,0
8	65,0	69,9	4,9
9	62,8	68,8	6,0
10	65,4	75,4	10,0
11	59,6	65,5	5,9
12	68,1	70,0	1,9
13	65,2	64,4	0,8
14	67,8	67,6	0,2
15	63,5	67,2	3,7

Fonte: Elaborado pelo Autor. (Leq CadnaA) [70],

Tabela 5.5: Comparação entre valores medidos e simulados nos pontos de aferição (L_N - Noite).

Ponto	Medido (dBA)	Simulado (dBA)	Diferença (dBA)
1	73,8	73,7	0,1
2	74,5	75,1	0,6
3	76,9	77,3	0,4
4	77,6	76,8	0,8
5	73,5	77,6	4,1
6	75,5	77,6	2,1
7	62,1	65,6	3,5
8	65,0	68,6	3,6
9	62,8	67,2	4,4
10	65,4	73,9	8,5
11	59,6	64,3	4,7
12	68,1	68,4	0,3
13	65,2	62,7	2,5
14	67,8	66,0	1,8
15	63,5	64,2	0,7

Fonte: Elaborado pelo Autor.

a **média** (Leq) esta entre 68,1 e 59,6 dB(A), com esta referência, a variação passa a

ser de 7,3 e 15,8 dB(A) no Ponto 10. Em destaque também os Pontos 7, 8, 9 e 11, nas Vias Secundárias, com variações entre 4,9 e 6,0 dB(A).

Outro fator que pode ter influenciado nas diferenças acima da margem aceitável de 3,0 dB(A), é a possível localização em que o receptor foi inserido no modelo utilizado, ficando mais próximo ou até mesmo dentro da via.

Da Tabela 5.5, de valores simulados observa-se que também há valores fora da margem de erro em 3,0 dB (A). O Ponto 10 permanece com a maior variação, de 8,5 dB (A).

Dessa forma, pode-se afirmar que, considerando o caráter estatístico da simulação e as incertezas de medição, os valores produzidos pelo simulador, e portanto apresentados nos mapas de ruído, correspondem ou são representativos do cenário do ruído urbano em Rio das Ostras.

5.3 Mapas de Ruído de Rio das Ostras

Como principal ferramenta deste estudo foram produzidos os mapas de ruído da área central, para se ter o diagnóstico da distribuição e quantificação do ruído urbano nos pontos determinados. Foram elaborados mapas para os períodos Diurno, Entardecer, Noturno e o Dia-Tarde-Noite (24 horas), conforme apresentado a seguir.

Os mapas de ruído para os períodos do **Dia** (entre 7h e 19h), da **Tarde** (entre 19h e 22h) e da **Noite** (entre 22h e 7h do dia seguinte), são apresentados nas Figuras que seguem adiante, onde são especificadas as particularidades e comenta-se por explicações os níveis de pressão sonora, que distinguidos por coloração através das legendas em destaque no mapa.

Na Figura 5.12, **Dia**, verifica-se que há um impacto do nível de ruído, acima de 75 dB (A) na Rodovia Amaral Peixoto, via principal e a existência de locais acima dos 85 dB (A). A causa constatada *in loco* do número elevado de tráfego, apresentado na Tabela 5.3.

Também pode-se observar, neste mapa de ruído, que há influência no impacto da via principal nas vias secundárias e próximo destas com níveis de ruído entre 55 dB (A) à 70 dB (A); que conforme estudos da OMS causam distúrbios a saúde dos cidadãos que residem nessas áreas.

Na Figura 5.13, **Tarde** observa-se, neste mapa, que há um impacto do nível de ruído, destaca-se o NPS acima de 75 dB (A) no trecho da Rodovia Amaral Peixoto, sendo que foram próximos de 80 dB (A) e alguns locais desta via principal.

A consequência é de um número elevado de tráfego, apresentado na Tabela 5.3. Nesta, observa-se ainda há influência no impacto das vias secundária e onde os níveis de ruído estão entre 50 dB (A) "mais ameno" e aos NPS a 65 dB (A); que conforme estudos da OMS ainda causam distúrbios a saúde dos cidadãos.

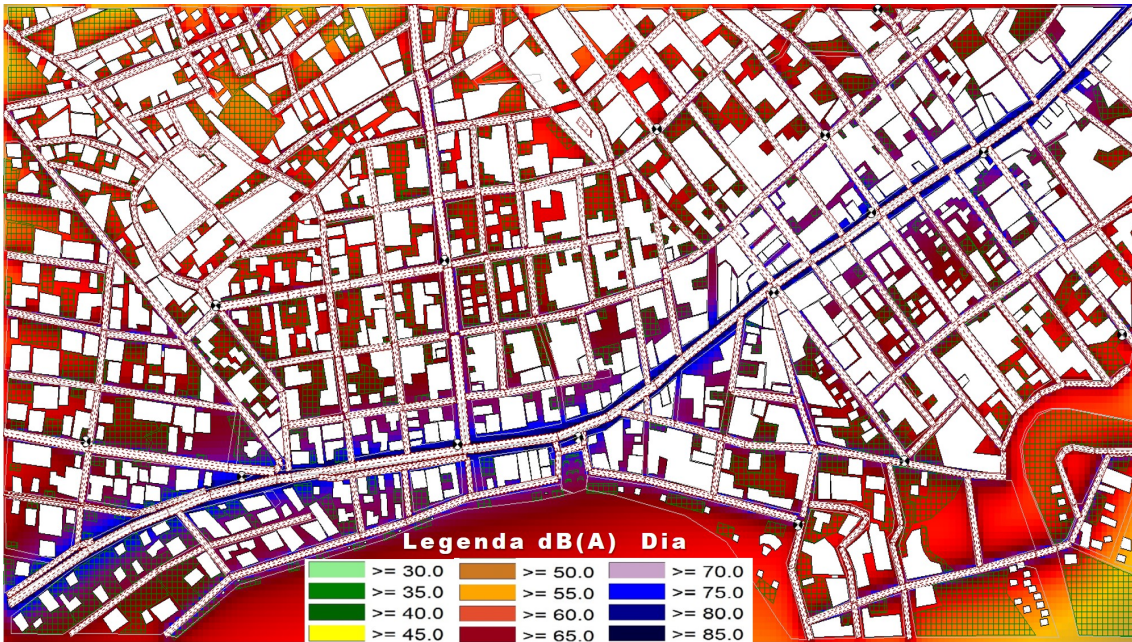


Figura 5.12: Mapa de Ruído (**Dia**) da Região Central de Rio das Ostras
 Fonte: Elaborado pelo Autor.

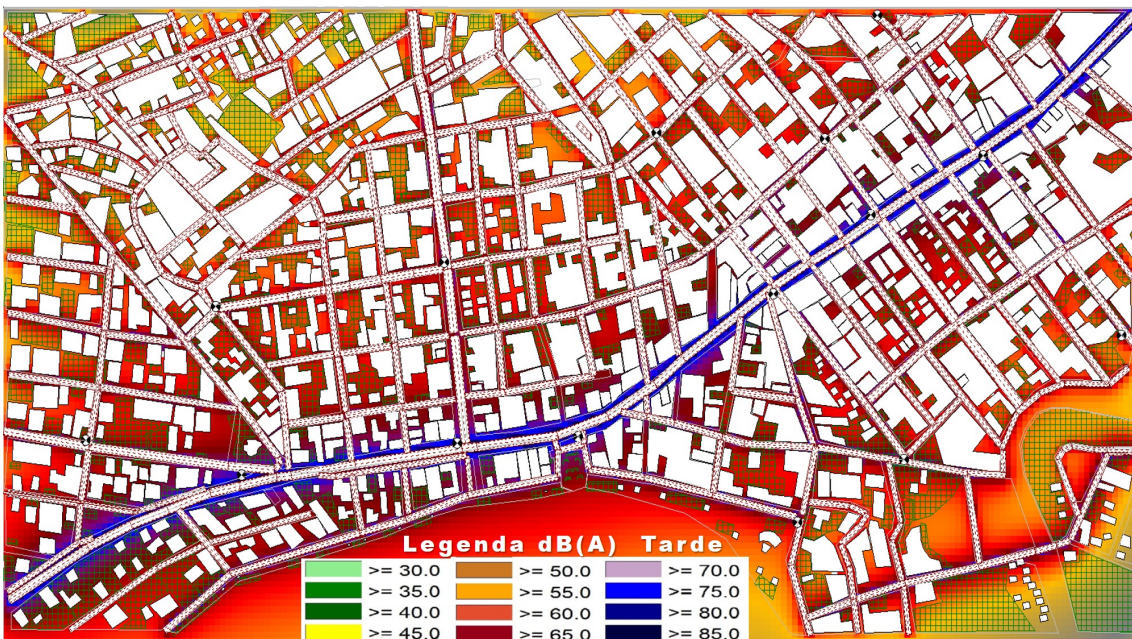


Figura 5.13: Mapa de Ruído (**Tarde**) da Região Central de Rio das Ostras
 Fonte: Elaborado pelo Autor.

E na Figura 5.14, **Noite** observa-se que permanece o impacto do nível de ruído, acima de 75 dB (A) no trecho referente à Rodovia Amaral Peixoto, devido ainda ao número elevado de tráfego, que foi apresentado na Tabela 5.3.

Também pode-se observar que influencia no impacto das vias secundárias são

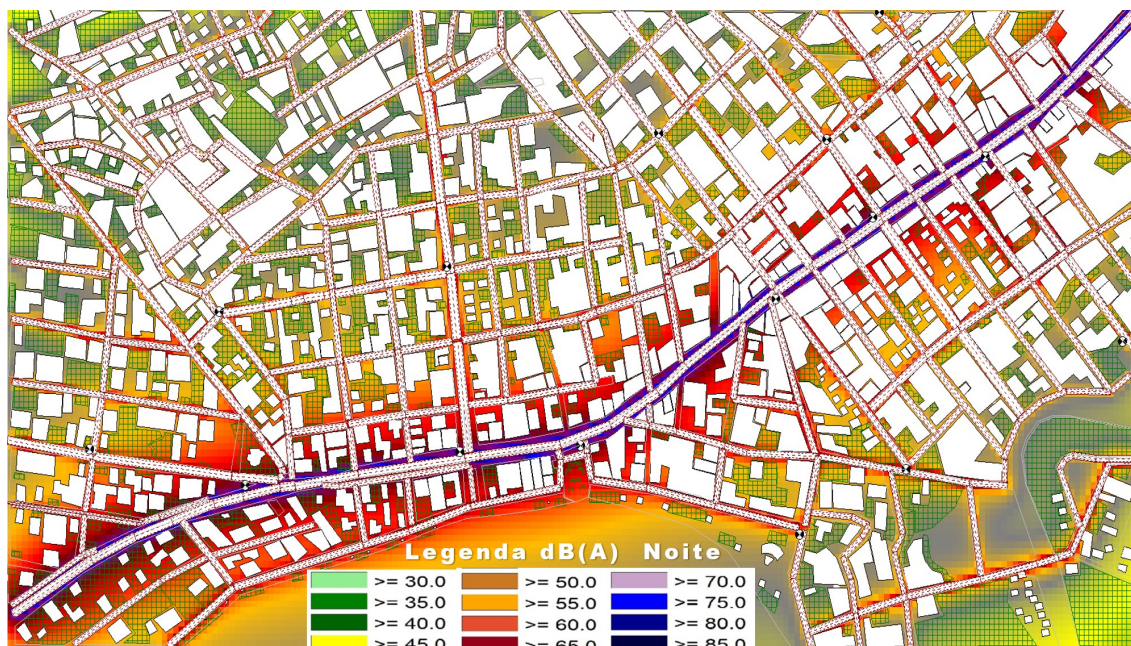


Figura 5.14: Mapa de Ruído (**Noite**) da Região Central de Rio das Ostras
 Fonte: Elaborado pelo Autor.

bem menores, com níveis de ruído entre 30 dB (A) e com 55 dB (A); apresentando no mapa que nestes locais e período ser mais tranquilo.

Na sequência, é apresentado o mapa da média ponderada das 24 horas L_{DEN} na Figura 5.15.

Observa-se nestes mapas que a Rodovia Amaral Peixoto-RJ 106, principal via, tem maior impacto do ruído. Considerando as características de zona mista (residencial e comercial) em relação ao uso do solo, os níveis de emissão sonora estão bem acima dos limites aceitáveis pela NBR 10151 [21].

Nos mapas verifica-se que o volume de tráfego de veículos na Rodovia Amaral Peixoto - RJ 106 influencia nos níveis de ruído da área estudada. Esta contribuição ocorre nos horários de pico, como observado pelo gráfico apresentado na Figura 4.5 do Capítulo 4.

Observa-se nas figuras 5.12 e 5.13 que o nível de ruído se encontra acima de 75,0 dB(A) na Rodovia Amaral Peixoto. No mesmos mapas apresentam-se poucas manchas abaixo de 55 dB(A), sendo que a maioria da população encontra-se impactada acima dos 65 dB(A) em toda área estudada, contrariando as orientações da Organização Mundial de Saúde.

Há concentração no centro da cidade, onde ocorrem os maiores níveis de ruído, próximos aos 80 dB(A), como apresentado na Figura 5.12 e onde existe um fluxo de tráfego de mais de 3.000 veículos/hora, conforme de contagem volumétrica.

Na Figura 5.13, verifica-se que os níveis de ruído estão entre 40 e 45 dB (A),

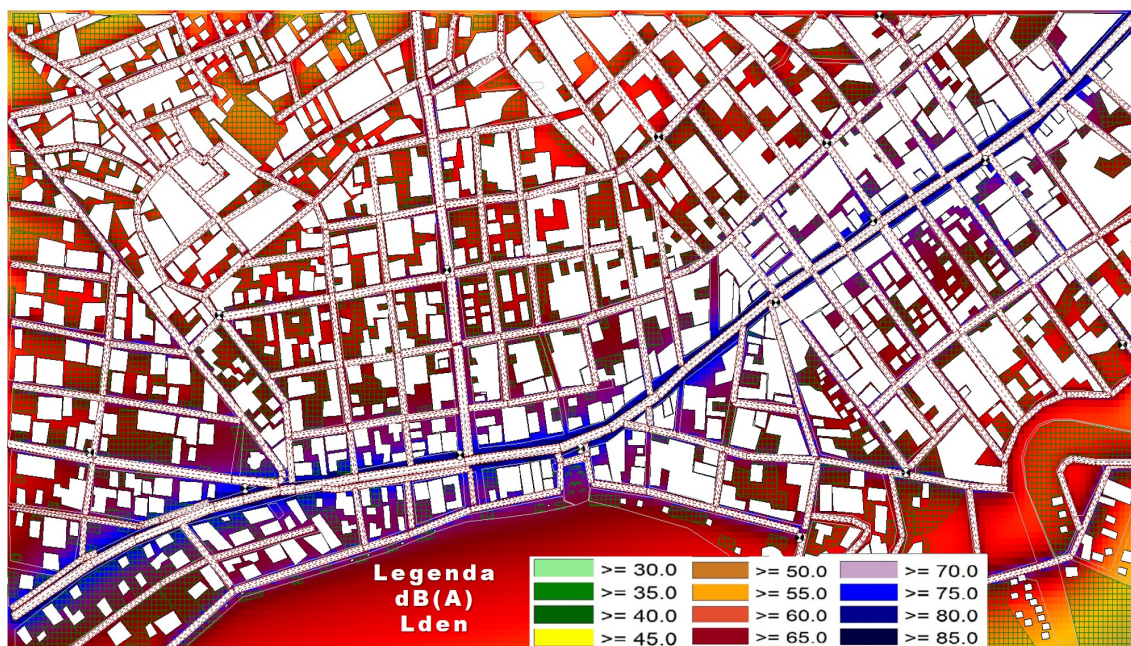


Figura 5.15: Mapa de Ruído **Dia-Tarde-Noite** (L_{DEN}) da Região Central de Rio das Ostras

Fonte: Elaborado pelo Autor.

representando uma ligeira baixa em relação ao período Dia. Não há mudança significativa de cenário da Rodovia Amaral Peixoto entre os períodos Tarde e Noite, ao serem comparadas as figuras 5.13 e 5.14. Há somente alterações nas Vias Secundárias, observando-se uma diminuição do NPS.

Na Figura 5.15, que representa a somatório das 24 horas, verifica-se que os níveis de ruído tem a proximidade com o que ocorre na maioria do Dia representado pela Figura 5.12, não tendo muita variação do cenário, sendo imperceptível a diferença em toda área analisada. Os períodos do Dia e da Tarde apresentam as piores concentrações de níveis de ruído.

No período noturno, Figura 5.14, essa concentração fica somente na Rodovia Amaral Peixoto - RJ 106, sendo este o local mais crítico, apresentando as demais localidades com NPS mais confortáveis, abaixo dos 40 dB(A).

As diferenças entre os níveis de pressão sonora produzidas pelo *software* CadnaA nos pontos de aferição, que variam entre 1,0 a 3,0 dB (A) em cada ponto. Revela-se que do Ponto 1 ao 6 (Via Principal) a variação é de 1,0 à 1,2 dB (A). Ocorre que do Ponto 7 ao 15, essa diferença é maior, tem variação de 1,2 à 3,0 dB (A). Pode-se acompanhar os receptores que apontam os valores na Tabela 5.6 durante o dia e a noite e a diferença do NPS, com a variação.

Através dos mapas de ruído, pode-se concluir que a cidade de Rio das Ostras é impactada pelo tráfego rodoviário, fazendo com que um percentual considerável da população esteja exposta a níveis de pressão sonora acima dos recomendados

Tabela 5.6: Variação no Nível de Ruído entre o Dia e a Noite.

Local	Referência	Dia (L_D)	Noite (L_N)	Variação
1	Mirante	74,7	73,7	1,0
2	Pça JPC	76,1	75,1	1,0
3	Presbiteriana	78,5	77,3	1,2
4	Amazonas	77,9	76,8	1,1
5	Holiday	78,7	77,6	1,1
6	Bangu	78,7	77,6	1,1
7	Célio Sarzedas	67,1	65,6	1,5
8	Av Amazonas	69,9	68,6	1,3
9	Maracanã	68,8	67,2	1,6
10	Jovem Viana	75,4	73,9	1,5
11	Pça São Pedro	65,5	64,3	1,2
12	Tijuca	70,0	68,4	1,6
13	Pça Gilson Zarour	64,4	62,7	1,7
14	Av Brasil	67,6	66,0	1,6
15	João Viana	67,2	64,2	3,0

Fonte: Elaborado pelo Autor.

pela legislação brasileira e OMS. Parte desse cenário deve-se ao sistema de mobilidade adotado na cidade, que resultada de um plano de mobilidade urbana que não considerou aspectos importantes relativos ao ruído durante sua elaboração.

5.4 Medidas Mitigatórias

Considerando as características da mobilidade urbana na cidade e os resultados apontados pelos mapas de ruído elaborados, algumas medidas podem ser realizadas com o objetivo de mitigar o ruído, são elas:

- Pontos de parada do transporte coletivo tenha distanciamento de ponto a ponto, com aproximadamente de 500 metros, no trecho analisado,
- Determinar a redução de paradas do transporte intermunicipal (apenas em 7);
- Determinar a exclusividade para o transporte municipais (em 9);
- Promover acompanhamento da fiscalização no auxílio e adequação no cumprimento das paradas exclusivas e das permitidas para o transporte coletivo;
- Criar outras rotas para o tráfego de passagem de veículos que somente atravessam o município;

- Criar legislação pertinentes para o tráfego de veículos pesados em determinados períodos do dia;
- Criar legislação pertinentes para a redução do ruído na fonte (veículos de publicidade e logistas);
- Intervir com sinalizações para promoção do transporte ativo e com tráfego para área de ZBV/Zona 30;
- Promover o transporte não motorizado, criando calçadas e ciclovias;
- Criar vagas vivas, priorizando as rotas de caminhabilidade e áreas para lazer/socio culturais.
- Promover padrões de desenvolvimento orientado para o transporte sustentável;
- Desenvolver Planos de Ação para a redução de ruído urbano.
- Utilizar índice de trafegabilidade de rotas e índice de redução da poluição sonora de entorno imediato das vias;

Capítulo 6

Conclusões e Considerações

Partindo da premissa que a elaboração de um plano de mobilidade urbana e o ruído são indissociáveis, buscou-se nesse trabalho analisar de que forma a mobilidade na cidade de Rio de Ostras impacta na poluição sonora para seus habitantes.

Inicialmente, foram apresentadas as características desejáveis para a criação de um plano de mobilidade sustentável, cujo enfoque deve ser dado para um planejamento urbano que proporcione instrumentos de melhoria ambiental.

A mobilidade na cidade de Rio das Ostras, seja ela condizente ou não com o PDMURO, estabelece características viárias, sejam físicas tais como pavimento ou o traçado das vias ou lógicas, tais como sentido das vias, velocidades, entroncamentos, semáforos entre outros, que impactam diretamente no ruído percebido pelos habitantes.

Nesse sentido, foi então realizada uma análise da percepção do ruído, através de métricas de médias energéticas temporais (L_{EQ}), utilizando uma metodologia de mapas de ruído. Os mapas desenvolvidos contaram com uma validação feita através de medições de tráfego e de nível de ruído em 15 pontos da área central da cidade. Com esse levantamento foi possível elaborar mapas com baixo grau de incerteza, pois verificou-se que, na maioria dos pontos medidos, os valores obtidos dos mapas por simulação tiveram diferenças pouco significativas.

Os mapas elaborados para três períodos do dia mostram que a área central de Rio das Ostras possui níveis de pressão sonora acima dos recomendados, tanto pela norma brasileira quanto pela OMS. Dessa forma, verifica-se que grande parte da população que trabalha, reside ou visita essa área está sendo exposta a uma poluição sonora acima dos limites recomendados. A característica de sazonalidade de veraneio da cidade provoca uma grande variação de população na área, o que não permite uma avaliação simples da quantidade de pessoas impactadas, direta ou indiretamente pelo ruído, nem o grau de severidade devido à exposição prolongada.

Contudo, através desse trabalho, foi possível mostrar que é fundamental elaborar planos de mobilidade que, além de participativos, sejam sustentáveis em todos os

aspectos, inclusive com respeito à poluição sonora.

A partir desse estudo preliminar, seria interessante propor ao Legislativo Municipal o desenvolvimento de diretrizes para um Plano Municipal de Redução de Ruído (PMRR), que envolva estudos para a identificação e hierarquização de zonas de conflito acústico, bem como implementação de medidas de redução de ruído.

6.1 Considerações Gerais

A elaboração de mapas de ruído para na Área Central desse estudo contribui para identificar os locais que necessitam de atenção das autoridades municipais no sentido de mitigar os efeitos do ruído na saúde do cidadão riostrense e de seus visitantes.

Verifica-se também a urgência de incentivar novos modos de deslocamentos sustentáveis e implementar nos Planos Diretor - PD, Municipal do Ambiente - PMA e de Mobilidade Urbana - PMU, as diretrizes para medidas de controle e de mitigação da poluição sonora.

O desafio das cidades, hoje, é reduzir os impactos produzidos pela necessidade da mobilidade e ao mesmo tempo manter e, quando possível, aumentar a prosperidade econômica local e a qualidade de vida. Os aumentos nos preços do petróleo, juntamente com a escassez de oferta, reforçam o princípio de um PMUS e da necessidade de criar novos instrumentos que propiciem resultados mais eficazes e que podem guiar a soluções práticas. O mapa acústico, onde pode-se visualizar e avaliar os pontos que requerem maior atenção serve como ferramenta de apoio à decisão municipal, tanto para a elaboração dos planos diretores quanto para o monitoração após a implantação de planos e medidas mitigatórias.

Reduzir as distâncias de viagem e a demanda de viagens é, portanto, uma importante base para o transporte urbano sustentável. Isso não implica que os habitantes da cidade não devam viajar, mas não devem ser forçados a viajar para longe para atender às necessidades básicas. Novas formas de avaliar e propor melhor os deslocamentos devem, idealmente, ser mantidas tão curtas que caminhar ou andar de bicicleta seja o modo atrativo e/ou provável de deslocamento.

6.2 Trabalhos Futuros

Sugere-se ampliar a área de estudo para toda a cidade de Rio das Ostras, a fim de ser ter uma real noção espacial da distribuição do ruído no território. Além disso, é possível desenvolver diversos cenários alternativos de transporte público, redirecionamento de rotas, locais de parada de ônibus, entre outros.

Referências Bibliográficas

- [1] DESA. *World Urbanization Prospects 2018*. Relatório técnico, ONU, 2018.
- [2] FERNANDES, W., TORRES, J. C. “Ruído urbano na área central de Luanda”, *Revista Angolana de Sociologia*, v. 1, n. 14, pp. 153–169, 2014.
- [3] BÜHRMANN, S., WEFERING, F., RUPPRECHT, S. *Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*. Rupprecht Consult-Forschung und Beratung GmbH, 2014 (revised foreword).
- [4] BOUSKELA, M., CASSEB, M., BASSI, S., et al. “Caminho para as smart cities: da gestão tradicional para a cidade inteligente”, *Monografia do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID)*, 2016.
- [5] ORGANIZATION, W. H., OTHERS. *Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe*. Relatório técnico, OMS, 2011.
- [6] PRÓACUSTICA. *A ProAcústica cobre a avenida Paulista com o apelo chega de barulho e marca o lançamento do Mapa de Ruído Urbano Piloto de São Paulo*. Relatório técnico, Associação Brasileira para a Qualidade Acústica, 2018.
- [7] BRASIL. “Ministério das Cidades”, *Planejamento em Mobilidade Urbana. Projeto Diálogos Setoriais União Europeia–Brasil*, 2013.
- [8] BRASIL. “Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências”, *Diário Oficial da União*, 2001.
- [9] BALZAN, K. L. *Avaliação do ruído de tráfego veicular em área central de Chapecó–SC. 2011. 128 f.* Tese de Doutorado, Dissertação (Mestrado)-Curso de Arquitetura, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- [10] ANDRADE, VICTOR; RODRIGUES, J. M. . L. Z. “Mobilidade por bicicleta no Brasil”, *Rio de Janeiro : PROURB/UFRJ*, 2016.

- [11] PORTUGAL, L. S. *Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano*. Elsevier Brasil, 2017.
- [12] RIO DAS OSTRAS, P. *Plano de Mobilidade de Rio das Ostras/2015*. Relatório técnico, Prefeitura de Rio das Ostras, 2015.
- [13] GRANDE RECIFE, C. T. *Licitação 003/2013 - Regulamento do STPP/RMR - Anexo 15*. Relatório técnico, Grande Recife, 2013.
- [14] PROJETOS, F. *Cidades Inteligentes e Mobilidade Urbana*. Relatório técnico, Fundação Getúlio Vargas, 2014.
- [15] MURPHY, E., KING, E. A. *Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health and Policy*, v. First Edition. Elsevier, 2014.
- [16] ABNT. *NBR 12.179:1992 Tratamento acústico em recintos fechados - Procedimento*. Relatório técnico, Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 1999.
- [17] MAIA, D. S. N. “Ruído de parques eólicos: análise e caracterização”, *Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal*, 2010.
- [18] DE SOUZA, L. C. L., DE ALMEIDA, M. G., BRAGANÇA, L., et al. *Bê-a-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura*. Edufscar, 2011.
- [19] SILVA, P. *Acústica Arquitetônica e Condicionamento de Ar*. Editora Termo Acústica, 2002.
- [20] DA SILVA, B. A. C. *Development of a Methodology for Evaluation and Communication of Aircraft Noise Impacts Around Airports*. Doutorado em pesquisa operacional e transporte aereo, Instituto Tecnológico de Aeronáutica ITA, São José dos Campos-SP, 2016.
- [21] ABNT. *NBR 10.151:2000 Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento*. Relatório técnico, Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 2003.
- [22] DAN TAUFNER, M. *Diagnóstico Sonoro Aeroportuário em Unidades de Ensino: estudo de caso do aeroporto de Vitória, ES*. Tese de Mestrado, Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Urbana) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasil, 2018.

- [23] ZAJARKIEWICCH, D. F. B., OTHERS. *Poluição sonora urbana: principais fontes-aspectos jurídicos e técnicos*. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2010.
- [24] PRÓACUSTICA. *Organização Mundial da Saúde considera a poluição sonora, um problema de saúde pública*. Relatório técnico, Associação Brasileira para a Qualidade Acústica, 2014.
- [25] HURTLEY, C. *Night noise guidelines for Europe*. WHO Regional Office Europe, 2009.
- [26] PARLAMENTO EUROPEU, C. D. U. E. *Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Junho de 2002 - relativa á avaliação e gestão do ruído ambiente*. Relatório técnico, Comunidade Europeia, 2002.
- [27] NUGENT, C., BLANES, N., FONS, J., et al. “Noise in Europe 2014”, *European Environment Agency*, v. 10, pp. 2014, 2014.
- [28] PARLAMENTO EUROPEU, C. D. U. E. *Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão de 19 de maio de 2015 que estabelece métodos comuns de avaliação do ruído de acordo com a Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho*. Relatório técnico, Comunidade Europeia, 2015.
- [29] APA. *Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Versão 3*. Relatório técnico, Agência Portuguesa do Ambiente - DACAR, 2011.
- [30] ABREU, J. T. C., SILVA, L. T. “Medidas de redução do ruído: implementação de uma zona de baixa velocidade no centro histórico de uma cidade de médio porte”. In: *8º Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Río de Janeiro, 10, 11 y 12 Octubre 2012*. Centre de Política de Sòl i Valoracions, 2012.
- [31] EWIM KORVER, MARC STEMERDING, P. V. E. F. W. *Civitas Guide for the urban transport professional (Results and Lessons of Long Term Evaluation of the Civitas Initiative)*. CIVITAS Initiative, 2012.
- [32] GUARDIAN, T. *Where is the world’s noisiest city?* Relatório técnico, The Guardian, 2018.
- [33] BRASIL. *Livro Verde 65 anos Nossa História tal como ela é, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social*. BNDES / Rio de Janeiro, 2017.
- [34] ROSSI, M. M., JUNIOR, M. F. “O Impacto do Ruído Urbano Sobre o Audição de Operadores de Tráfego”, *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, 2004.

- [35] ZANNIN, P. H. T., CALIXTO, A., DINIZ, F. B., et al. “Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR”, *Revista de Saúde Pública*, v. 36, n. 4, pp. 521–524, 2002.
- [36] CHERVENKO, VALMIR.FAFERS, F. *Ciclovias Aéreas*. Relatório técnico, Revista Engenharia, 2016.
- [37] BRASILEIRO, T. D. C. *Mapeamento sonoro: estudo do ruído urbano no bairro Castelo Branco, em João Pessoa-PB*. Tese de Mestrado, Brasil, 2017.
- [38] VUCHIC, V. R. *Urban transit: operations, planning, and economics*. John Wiley & Sons, 2017.
- [39] TERRAZA, H., ROCCO, A., ADLER, V., et al. *Montevideo sostenible: Plan de acción*. Relatório técnico, Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012.
- [40] BABISCH, W., ISING, H., GALLACHER, J. E., et al. “Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, third phase-10-year follow up”, *Archives of Environmental Health: An International Journal*, v. 54, n. 3, pp. 210–216, 1999.
- [41] BRASIL. *Constituição Federal*. Relatório técnico, Presidência da República - Brasil, 1988.
- [42] BRASIL. *Política Nacional do Meio Ambiente*. Relatório técnico, Presidência da República - Brasil, 1981.
- [43] BRASIL. *Código de Trânsito Brasileiro*. Relatório técnico, Presidência da República - Brasil, 1997.
- [44] BRASIL. *Resolução CONAMA 1, de 8 de março*. Relatório técnico, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, Brasil, 1990.
- [45] ABNT. *NBR 10.152:2017 Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações*. Relatório técnico, Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 2017.
- [46] BRASIL. *Resolução CONAMA 2, de 8 de março*. Relatório técnico, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, Brasil, 1990.
- [47] DNIT. *NORMA DNIT 076/2006 – ES - Tratamento ambiental acústico das áreas limdeiras da faixa de domínio*. Relatório técnico, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, Brasil, 2006.

- [48] BRASIL. *Resoluçãõ CONAMA 8, de 31 de agosto*. Relatório técnico, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, Brasil, 1993.
- [49] BRASIL. *Lei Federal 12.587, Política Nacional de Mobilidade Urbana*. Relatório técnico, Presidência da República, 2012.
- [50] BRASIL. *Caderno de Referência de Plano de Mobilidade Urbana*. Relatório técnico, Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana - SeMob/, 2015.
- [51] IBGE. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD): Indicadores sociais*. Relatório técnico, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Estatísticas de População e Sociais and Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística and Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2018.
- [52] IPEA. *Indicadores de mobilidade urbana da PNAD 2012*. Relatório técnico, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasil, 2013.
- [53] BRASIL. “Lei n. 13.683, de 19 de junho de 2018. Altera Estatuto da Metr6pole e Política Nacional de Mobilidade”, *Diário Oficial da União*, 2018.
- [54] RODRIGUES, F. *Metodologia para investigação de relação entre o ruído de tráfego e condições operacionais de fluxo em centros urbanos*. Tese de Doutorado, Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ - Brasil, 2010.
- [55] CATANDUVA, P. M. *Fase 2 Diagnóstico e Prognóstico / Etapa 2.1 Diagnóstico*. Relatório técnico, BID Prefeitura de Catanduva, 2013.
- [56] JOINVILLE, P. M. *Plano de Mobilidade Urbana de Joinville*. Relatório técnico, Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville (Org.)- Caderno PlanMOB, Vol I, Ed 2, 2016.
- [57] SCHVARBERG, B., MARTINS, G. C., CAVALCANTI, et al. *Estudo de Impacto de Vizinhança: Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação*. Relatório técnico, Programa Nacional de Capacitação das Cidades e Universidade de Brasília, Brasil, 2016.
- [58] STUDIO, B. *Competition Noise Barrier*. Relatório técnico, Architizer, 2012.
- [59] STUDIO, B. *ForestCorridor – Highway Noise Barrier*. Relatório técnico, Bread Studio, 2012.

- [60] BUNN, F., OLIVEIRA FILHO, M. M., ZANNIN, P. H. T. “IMPACTO AMBIENTAL SONORO NO TRECHO SUL DA LINHA VERDE NA CIDADE DE CURITIBA, PARANÁ, BRASIL”, *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, v. 38, pp. 07–34, 2016.
- [61] RIO DAS OSTRAS, P. *Histórico de Rio das Ostras*. Relatório técnico, Prefeitura de Rio das Ostras, 2014.
- [62] RIO DAS OSTRAS, P. *Estimativas Intercensitárias IBGE/ 2017 PMRO-Segep 2018*. Relatório técnico, Prefeitura de Rio das Ostras, 2018.
- [63] IBGE. *Localização de Rio das Ostras*. Relatório técnico, IBGE, 2018.
- [64] RIO DAS OSTRAS, P. *Lei Complementar 004/2006, Plano Diretor*. Relatório técnico, Prefeitura de Rio das Ostras, 2006.
- [65] RIO DAS OSTRAS, P. *Diagnóstico do Sistema Atual de Transporte Coletivo do Município de Rio das Ostras - RJ*. Relatório técnico, Transportor/SECTTRAN/PMRO, 2015.
- [66] MENDONÇA, A. B. D., SURIANO, M. T., SOUZA, L. C. L., et al. “Classes de quadras urbanas determinadas pelos níveis de ruído”, *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 5, n. 2, pp. 63–77, 2017.
- [67] RLS90. *RLS-90: richtlinien für den lärmschutz an straben (Diretrizes para Controle do Ruído em Rodovias)*. Relatório técnico, Norma Alemã. Bonn, Alemanha, 1990.
- [68] SETRA. *Methodologic guide: Road noise prediction 1 - Calculating sound emissions from road traffic*. Relatório técnico, SETRA, 2011.
- [69] LONDON. *Calculation of Road Traffic Noise (CoRTN)*. Her Majesty's Stationery Office, Department of Transport, London,. Relatório técnico, United Kingdom, 1988.
- [70] DATAKUSTIK. *CadnaA software Computer Aided Design Noise Abatement - v.4.0.135*. Relatório técnico, DataKustik GmbH, 2016.

Apêndice A

Anexo I - Pontos de Medição

Neste anexo são apresentadas as características e a localização dos pontos de medição utilizados para a avaliação do ruído em Rio das Ostras.

A.1 Rodovia Amaral Peixoto/RJ 106

A.1.1 Ponto 01 – Mirante do Poeta

Localizado na Praça Prefeito Cláudio Ribeiro, na altura do Km 147 da RJ 106, denominada Rodovia Amaral Peixoto (arterial) – Loteamento Extensão do Bosque, área predominantemente comercial (Fig. A.1)



Figura A.1: Foto do Ponto 01 – Mirante do Poeta / Local de aferição sinalizado
Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

A área constatada apresenta recuos frontais às edificações que margeiam a RJ 106, com calçamento nos passeios, com jardins de vegetação rasteira e com arborização de pequeno porte, de aproximadamente 6 metros de altura. As vias se

Tabela A.1: Características da Via - Ponto 1

Via Principal	Rodovia Amaral Peixoto	Km	Loteamento Extensão do Bosque	Bairro "D"
Ponto 1	"Mirante do Poeta"	147		
<u>Características da Via</u>				
1	Na RJ 106 - Rodovia Amaral Peixoto, no trecho aferido, com pavimentação de intertravado (artefato de cimento) e sinalização de retenção semafórica nos dois sentidos da via;			
2	No canteiro central, um largo de vegetação urbana possuindo canalização do tráfego para retorno (ambos sentidos) e com entrada para rua Paranaíba de retenção semafórica;			
3	Na rua Paranaíba, via secundária aferida, sentido único para bairro, de pavimentação em paralelepípedo, recebe tráfego da RJ 106 e da rua Uruguai;			
4	Na rua Uruguai, via secundária aferida, sentido único, de pavimentação asfáltica, com estacionamento regulamentado lado esquerdo e na praça Prefeito Cláudio Ribeiro, com retenções semafóricas para acesso à RJ 106 e à rua Paranaíba;			
5	Na praça Prefeito Cláudio Ribeiro, sentido único, com arborização urbana, apresenta bifurcação da RJ 106, para acesso à praça e à av. Brasil (aferida);			
6	No entorno da praça Pref. Cláudio Ribeiro existe estacionamentos regulamentado de particulares, de táxi e de parada para o transporte público por ônibus interestadual;			
7	Na av. Brasil com praça Pref. Cláudio Ribeiro possui estacionamento privado para clientes de hortifrúti.			
Obs.:	Constatou-se o fluxo pela manhã, entre 10h e 11h, em torno de 1.864 veículos por hora, para o sentido Macaé/Cidades ao Norte (MC/CN), sendo esta tomada a maior aferida em um sentido de todo estudo. No sentido oposto para Casimiro de Abreu/Cidades ao Sul (CA/CS), o fluxo tomado foi em torno de 1.424 veic/h. Somados os dois sentido totalizaram o fluxo aferido de 3.288 veículos/hora.			

caracterizam com pouquíssima declividade, sendo revestida de intertravados (artefato de cimento). O local disponibiliza de semáforos, Faixa de Travessia de Pedestre (FTP) e ciclofaixa para travessia. Ainda neste Ponto 01 foram contabilizados o volume de tráfego das ruas coletoras Uruguai e Paranaíba que possuem sentido único e compõem um binário.

As Características se encontram apontadas na Tabela A.1

Coordenadas Geográficas (**196.511.00 m E e 7.505.769.00 m S**) (Fig. A.2).

A.1.2 Ponto 02 – PJPC Praça José Pereira Câmara

Posicionado na Praça José Pereira Câmara, altura do Km 147,6 da RJ 106, denominada Rodovia Amaral Peixoto, o Ponto 02 esta localizado no Centro de Rio das Ostras, área predominantemente comercial. (Fig. A.3)

O fluxo constatado à tarde, entre 16h e 17h, no sentido à MC/CN, foi em torno de 1.448 veículos/hora e de 1.840 ve/h no sentido à CA/CS, totalizando nos dois sentido 3.288 veículos/hora, o valor igual ao Ponto 01- Mirante, sendo estes os maiores volumes de tráfego contabilizados no estudo. A morfologia do local apresenta recuos frontais às edificações, estas possuem em média, dois à três pavimentos, que margeiam também à RJ 106. A via, praticamente plana, tem revestimento de intertravados (artefato de cimento) com áreas de estacionamento e parada para coletivos. No entorno possui calçamento nos passeios e com vegetação rasteira de jardim, acompanhada de arborização de pequeno porte de aproximadamente 2 metros de altura.



Figura A.2: Localização do Ponto 01 – Mirante do Poeta / Raio de 100 metros
Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Neste Ponto 02 existe semaforização acompanhada FTP. Houve contagem do volume de tráfego, da PJPC, que faz o acesso à Rodovia Amaral Peixoto.

As Características se encontram apontadas na Tabela A.2

Coordenadas Geográficas (197106.00 m E e 7505832.00 m S) (Fig. A.4).

A.1.3 Ponto 03 – Igreja Presbiteriana

Posicionado na calçada da Rodovia Amaral Peixoto, altura do Km 148,3 da RJ 106, no loteamento Novo Rio das Ostras, nas proximidades da Igreja Presbiteriana, onde a área predominantemente é comercial. (Fig. A.5)

O fluxo de veículos constatado no período do entardecer, entre 21h às 22h, foi em torno de 1.352 veículos/hora, no sentido à MC/CN, e em seu sentido oposto, para CA/CS, de 1.156 veículos/hora, totalizando nos dois sentidos 2.508 veículos/hora.



Figura A.3: Foto do Ponto 02 – Praça José Pereira Câmara / Local de aferição sinalizado

Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

Tabela A.2: Características da Via - Ponto 2

Via Principal	Rodovia Amaral Peixoto	Km	147,6	Loteamento	Balneário Remanso	Bairro	”D”
Ponto 2	”Praça José Pereira Câmara”						
Características da Via							
1	Duas sinalizações de retenções semafóricas nos dois sentidos da via;						
2	Canteiro central estreito, com vegetação de gramíneas, somente para dividir sentidos;						
3	Praça José Pereira Câmara com dois acessos à RJ 106, sendo um com retenção semafórica (aferida);						
4	Estacionamentos regulamentado de veículos particulares e de táxi no entorno da praça José Pereira Câmara;						
5	No canteiro para pedestres da praça José Pereira Câmara, parada com abrigo de transporte público por ônibus intermunicipal, de uma porta, no lado da RJ 106, e estacionamento de táxi no lado da praça;						
6	Estacionamento regulamentado para veículos na RJ 106, sentido Casimiro de Abreu.						

Apresenta recuos frontais às edificações, em média de três à quatro pavimentos, que margeiam a RJ 106. Com parada de coletivos nos dois sentidos da via possuindo abrigo. No sentido CA/CS existem estacionamentos de veículos, totalizando em aproximadamente 50 metros da via, no raio de 100 metros. A alameda que está paralela à via, no sentido MC/CN, possui estacionamento no lado direito. No entorno possui passeios que variam em torno de 1,5 a 9,0 metros, de largura. No canteiro central, a vegetação é do tipo rasteira de jardim. A via, praticamente plana revestida de asfalto com semaforização no entroncamento das vias e com FTP somente na rua Tijuca (coletora) que foi aferida em seu fluxo de sentido único.

Coordenadas Geográficas (197625.00 m E e 7506192.00 m S). (Fig. A.6).



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Figura A.4: Localização do Ponto 02 – Praça José Pereira Câmara / Raio de 100 metros

A.1.4 Ponto 04 – Av. AMAZONAS (Feira do Artesão)

Posicionado na calçada da Rodovia Amaral Peixoto, altura do Km 147,5 da RJ 106, no loteamento Balneário Remanso, nas proximidades da Feira do Artesão, de área predominantemente comercial (Fig. A.7).

O fluxo constatado no período da manhã, entre 10h e 11h, foi em torno de 1.576 veículos/hora, no sentido MC/CN, e no sentido oposto, para CA/CS, de 1.080 veículos/hora, somados os dois sentidos totalizam 2.656 veículos/hora. A área apresenta recuos frontais às edificações, em média alturas que variam de 6 até 16 metros de altura. No raio de 100 metros, existem as alamedas paralelas, uma no sentido CA/CS tem seu início na av. Amazonas (arterial), e no lado oposto, no sentido MC/CN, tem seu final na Praça do Artesão/Amazonas (local). No canteiro central existe vegetação rasteira de jardim com pouquíssima arborização. A rodovia possui



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

Figura A.5: Foto do Ponto 03 – Igreja Presbiteriana / Local de aferição sinalizado



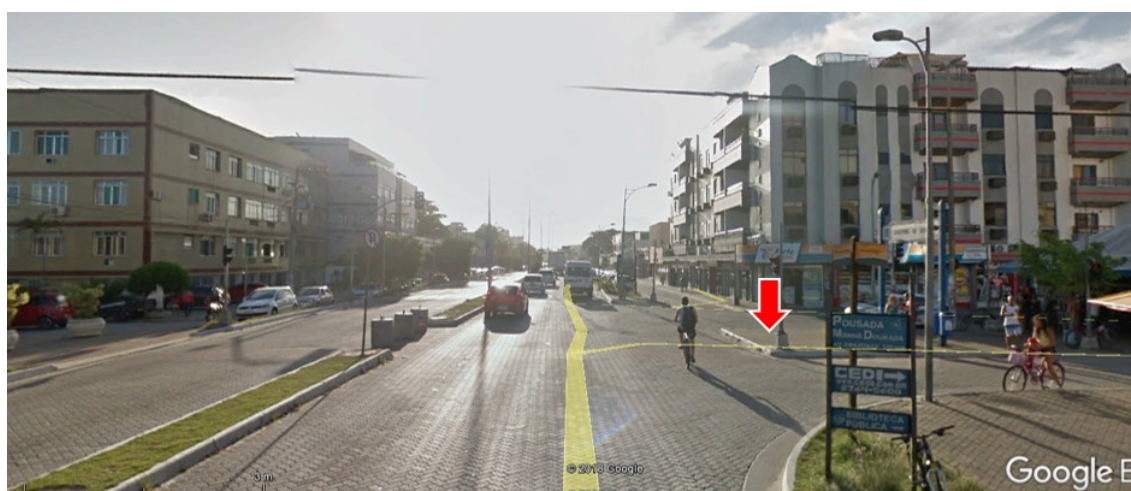
Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Figura A.6: Localização do Ponto 03 – Igreja Presbiteriana / Raio de 100 metros

calçamento de intertravados próxima av. Amazonas e no restante está revestida de asfalto, sendo as alamedas com o calçamento de intertravado. Existe semafo-

Tabela A.3: Características da Via - Ponto 3

Via Principal	Rodovia Amaral Peixoto	Km	Loteamento Novo	Bairro "D"
Ponto 3	"Igreja Presbiteriana"	148,5	Rio das Ostras	
Características da Via				
1	Sinalização de retenção semafórica nos dois sentidos da via;			
2	Canteiro central estreito somente para dividir sentidos, com vegetação baixa;			
3	Parada de transporte público por ônibus municipal e intermunicipal, na RJ 106 em ambos sentidos, antes das retenções semafóricas;			
4	Estacionamento regulamentado ao longo da RJ 106, sentido Cabo Frio;			
5	Sinalização de retenção semafórica na rua Tijuca para acesso à RJ 106;			
6	Estacionamento privado na rua Tijuca e estacionamento regulamentado em período determinado para escolares;			
7	Alameda Casimiro de Abreu paralela a RJ 106, sentido Macaé, com comércio e estacionamento regulamentado;			



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

Figura A.7: Foto do Ponto 04 – Feira do Artesão - Av Amazonas / Local de aferição sinalizado

rização e FTP. Foram efetuados neste Ponto 04 – Amazonas/Feira do Artesão os levantamentos do fluxo de entrada e saída de veículos da av. Amazonas (arterial). Coordenadas Geográficas (196905.00 m E e 7505825.00 m S) (Fig. A.8).

A.1.5 Ponto 05 – Shopping HOLIDAY

Posicionado na calçada entre os cruzamentos da Rodovia Amaral Peixoto (arterial), altura do Km 148,0 da RJ 106, no Centro de Rio das Ostras, nas proximidades do Shopping Holiday, com área predominantemente comercial.(Fig. A.9)

Os fluxos constatados foram em dois períodos: a) período da manhã, entre 11h às 12h, em torno de 1.408 veículos/hora, no sentido à MC/CN, e no sentido oposto para CA/CS, de 1.432 veículos/hora, somados os dois sentidos totalizam 2.840



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Figura A.8: Localização do Ponto 04 – Feira do Artesão / Raio de 100 metros

veículos/hora; b) período da noite, entre 23h às 24h, em torno de 282 veículos/hora, no sentido à MC/CN, e no sentido para CA/CS, de 324 veículos/hora, somados os dois sentidos totalizam 606 veículos/hora. Apresenta nesta área, recuos frontais às edificações que margeiam à via arterial RJ 106, com alturas que variam de 6 até 18 metros. No raio de 100 metros, existe alameda paralela que inicia-se após a entrada da rua Jovem Viana, de sentido à Macaé, com calçamento de intertravado desde a rua Bento Costa Júnior, possuindo estacionamento em seu lado direito. No entorno possui passeios, com vegetação rasteira e pouquíssima arborização. A rodovia é revestida de asfalto, possuindo semaforização no entroncamento das vias e com FTP. Houveram contagens de veículos nas ruas (coletoras) Flamengo, Jovem Viana e Bento Costa Júnior.

Coordenadas Geográficas (197443.00 m E e 7506056.00 m S) (Fig. A.10).

Tabela A.4: Características da Via - Ponto 4

Via Principal	Rodovia Amaral Peixoto	Km	Loteamento Balneário Remanso	Bairro "D"
Ponto 4	"Igreja Presbiteriana"	147,4		
1	Sinalização de retenção semafórica nos dois sentidos da via;			
2	Canteiro central estreito somente para dividir sentidos, com vegetação baixa;			
3	Na av. Amazonas (aferida), de canteiro central com estrutura de barracas para feirantes artesões e que divide os sentidos - Bairro e RJ 106, com estacionamentos lado direito das vias;			
4	Sinalização de retenção semafórica na av. Amazonas para o acesso à RJ-106 (aferida);			
5	a RJ 106, após av. Amazonas, bifurcação para acesso a Alameda, onde dispõe de estacionamento regulamentado;			
6	Parada de transporte público municipal e intermunicipal, na RJ 106 no sentido Macaé, após retenção de faixa de travessia de pedestre (FTP);			
7	Parada de transporte público intermunicipal, na RJ 106 no sentido Casimiro de Abreu, antes da retenção semafórica;			



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

Figura A.9: Foto do Ponto 05 – Cruzamento da rua Flamengo para a Jovem Viana e da rua Bento Costa Júnior para a RJ 106 / Local de aferição sinalizado

A.1.6 Ponto 06 – Bangu

Posicionado na calçada da Rodovia Amaral Peixoto (arterial), altura do Km 148,5 da RJ 106, entre o loteamento Novo Rio das Ostras e Liberdade, no cruzamento com as ruas João Viana (coletora) e Bangu (coletora), uma área predominantemente comercial. (Fig. A.11) Com fluxo constatado no período da manhã entre 10h às 11h, em torno de 1.576 veículos/hora, no sentido MC/CN, e no sentido oposto para CA/CS, em torno de 1.080 veículos/hora, somados os dois sentidos totalizam 2.656 veículos/hora. No raio de 100 metros, apresentam-se edificações que variam de 6 até 16 metros de altura, estas margeiam a RJ 106 e a alameda paralela sentido



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Figura A.10: Localização do Ponto 05 – Shopping Holiday/ Raio de 100 metros



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

Figura A.11: Foto do Ponto 06 – Cruzamento das ruas Bangu e João Viana na Rj 106 / Local de aferição sinalizado

Tabela A.5: Características da Via - Ponto 5

Via Principal	Rodovia Amaral Peixoto	Km	148	Loteamento	Novo Rio das Ostras e Centro	Bairro	"D"
Ponto 5	"Shopping Holiday"						
Características da Via							
1	Duas sinalizações de retenções semafóricas no sentido Cabo Frio e uma sinalização de retenção semafórica no sentido Macaé;						
2	Canteiro central estreito somente para dividir sentidos;						
3	Estacionamento regulamentado ao longo da RJ 106, nos dois sentidos, e de táxi no sentido Casimiro de Abreu;						
4	Parada de transporte público municipal e intermunicipal, na RJ 106 no sentido Casimiro de Abreu, após sinalização de retenção semafórica e estacionamento de táxi;						
5	Parada de transporte público municipal e intermunicipal, na RJ 106 no sentido Macaé, antes de rua Rego Barros de acesso à RJ 106 e da sinalização de retenção semafórica;						
6	Na rua Flamengo, sinalização de retenção semafórica para acesso à RJ-106, com estacionamento regulamentado ao longo da via do lado direito e proibido o sentido Casimiro de Abreu;						
7	Sinalização de retenção semafórica na rua Vianna para acesso à RJ 106, com estacionamento regulamentado ao longo da via do lado direito e proibido o sentido Macaé;						
8	Bifurcação da RJ 106 em frente a ruas Jovem Vianna e Vianna para acesso a alameda Casimiro de Abreu, existindo estacionamento regulamentado ao longo desta via ao lado esquerdo;						

MC/CN. O entorno possui calçamento de recuos frontais às edificações que variam entre 1,0 à 3,0 metros de passeio. Existe vegetação rasteira de jardim no canteiro central, com arborização considerável e de forma urbana. A rodovia é revestida de asfalto, possuindo semaforização no entroncamento das vias e de pedestres com FTP. Coordenadas Geográficas (197820.00 m E e 7506313.00 m S) (Fig. A.12).

A.2 Pontos Aferidos nas Vias Secundárias

A.2.1 Ponto 07 – Colégio Célio Sarzedas

Este ponto está localizado na esquina das ruas Guaporé (coletora) com Paranaíba (coletora), no loteamento Balneário Remanso, para acesso ao loteamento Operário. No local predomina a edificação residencial e tem o colégio Prefeito Célio Sarzedas como o maior gerador de viagens (Fig. A.13). O fluxo na rua Guaporé, no período da tarde entre 13h às 14h, foi constatado em torno de 396 veículos/hora., em trecho revestido em asfalto até a rua Uruguai e parcialmente em paralelo no cruzamento com rua Paranaíba. Neste período, constatou-se 296 veículos/hora., em trecho da rua Guaporé, em asfalto da rua Paranaíba para a rua Tocantins. Dentro do raio de 100 metros apresentam-se edificações que variam de 5 até 8 metros de altura, estas



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Figura A.12: Localização do Ponto 06 – Sapataria Passo Feliz / Raio de 100 metros

margeiam principalmente a rua Guaporé de recuos frontais de 2,0 a 3,0 metros, e com a Paranaíba, de pouca calçada, com o máximo de 1,0 metro de largura. Existe vegetação rasteira de jardim no canteiro central, com arborização considerável e de forma urbana. As ruas Guaporé, revestida de asfalto, e Paranaíba, de paralelepípedo, possuem neste raio, redutores de velocidade. Coordenadas Geográficas (196461.00 m E e 7506032.00 m S) (Fig. A.16).

A.2.2 Ponto 08 – Av. Amazonas/Guaporé

Localizado no canteiro central, em que ocorre o cruzamento da Av. Amazonas (arterial) com a rua Guaporé (coletora) no loteamento Balneário Remanso. Com a predominância de edificações residenciais e poucas de uso para serviços ou comerciais. (Fig. A.15)

O fluxo constatado nas vias no período da tarde entre 15h às 16h, foi em torno

Tabela A.6: Características da Via - Ponto 6

Via Principal	Rodovia Amaral Peixoto	Km 149	Loteamento	Bairros "D" e "E"
Ponto 6	"Ruas Bangu e João Viana "		Novo Rio das Ostras e Liberdade	
<u>Características da Via</u>				
1	Sinalização semafórica nos dois sentidos da via;			
2	Canteiro central estreito somente para dividir sentidos;			
3	Parada de transporte público municipal e intermunicipal, na RJ 106 no sentido Macaé, após sinalização de retenção semafórica e rua João Vianna;			
4	Parada de transporte público municipal e intermunicipal, na RJ 106 no sentido Cabo Frio, antes sinalização de retenção semafórica;			
5	Estacionamento regulamentado ao longo da RJ 106 no sentido Cabo Frio;			
6	Sinalização de retenção semafórica na rua João Vianna para acesso à RJ-106, com estacionamento regulamentado ao longo da via do lado direito;			
7	Alameda Casimiro de Abreu paralela a RJ 106, sentido Macaé, com comércio e estacionamento regulamentado do lado esquerdo;			



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

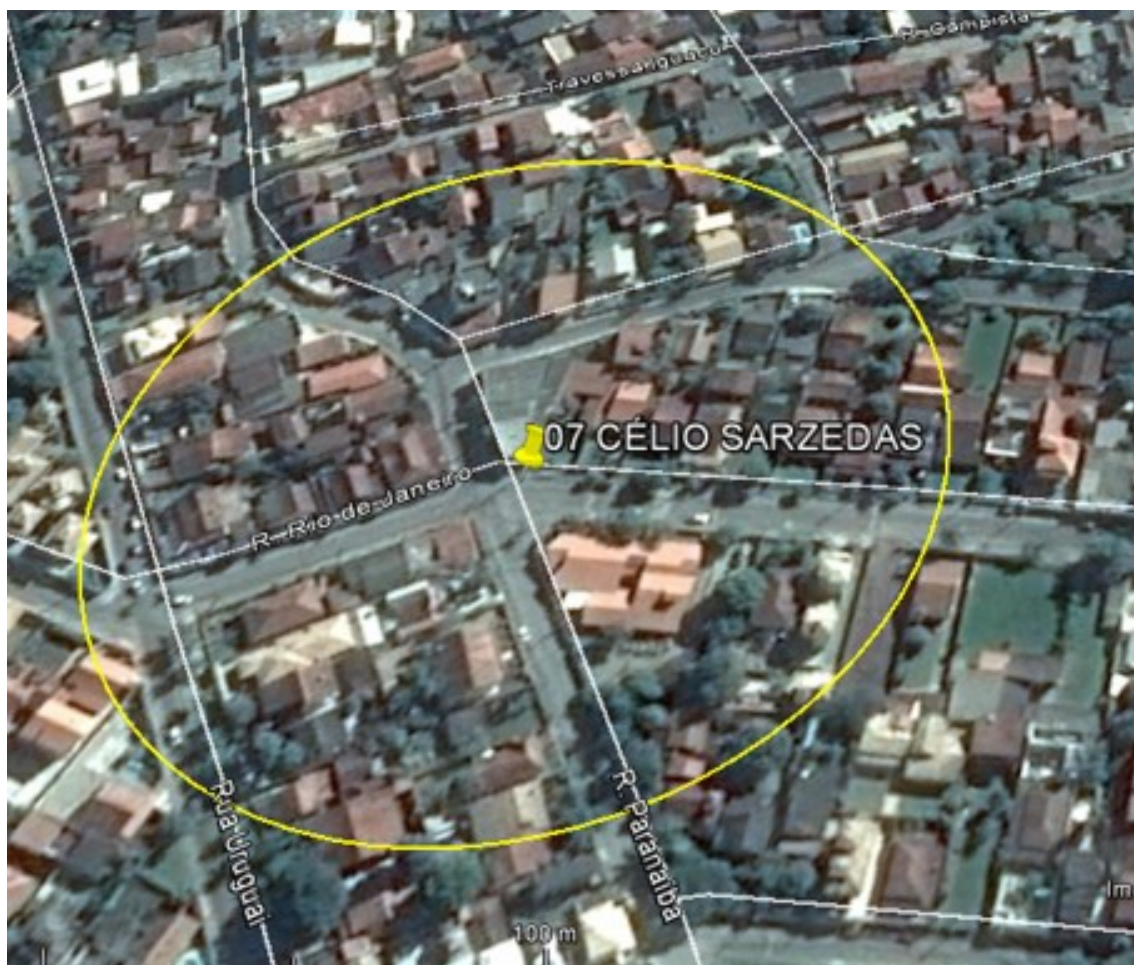
Figura A.13: Foto do Ponto 07 – Cruzamento da rua Guaporé com a rua Paranaíba / Local de aferição sinalizado

de:

- A) Av Amazonas sentido bairro, 296 veículos/hora e sentido RJ 106, 316 veículos/hora;
- B) Rua Guaporé, dois sentidos do trecho Araguaia/Amazonas 236 veículos/hora e Amazonas/Piraí 108 veículos/hora.

Neste ponto, no período aferido, constatou-se o somatório 608 veículos/hora na av Amazonas. O revestimento das vias é asfáltico, há vegetação rasteira no canteiro central e compõe nas proximidades, no raio de 100 metros, uma arborização de inúmeras espécies. As edificações estão afastadas e possuem, em sua maioria, 6 metros de altura. Possui neste raio apenas uma edificação com 18 metros.

Coordenadas Geográficas (196863.00 m E e 7506109.00 m S) (Fig. A.16).



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Figura A.14: Localização do Ponto 07 – Colégio Prefeito Célio Sarzedas / Raio de 100 metros

A.2.3 Ponto 09 – Maracanã/Flamengo

Localizado na esquina da rua Maracanã (coletora) com rua Flamengo (coletora) no loteamento Novo Rio das Ostras. Com característica de uso residencial, no raio de 100 metros existem edificações de uso comercial e serviços. (Fig. A.17)

O fluxo constatado nas vias no período da tarde entre 16h às 17h, foi em torno de 264 veículos/hora na rua Maracanã nos dois sentidos, sendo bem equilibrado, para cada sentido nesta via: 140 veículos/hora para MC/CN e 124 veículos/hora para CA/CS; e na rua Flamengo nos dois sentidos foi de 132 veículos/hora, mas bem superior no sentido RJ 106 com 120 veículos/hora e 12 no sentido para a Maracanã. O revestimento das vias é asfáltico, há arborização de inúmeras espécies e as edificações estão bem próximas, em sua grande maioria possuem em torno de 6 metros de altura, no raio de 100 metros deste Ponto 9. Coordenadas Geográficas (197239.00 m E e 7506308.00 m S) (Fig. A.18).

Tabela A.7: Características da Via - Ponto 7

Via Principal	Ruas Paranaíba e Guaporé	Esquina das ruas	Paranaíba e Guaporé	Loteamento	Balneário Remanso	Bairros	"D"
Ponto 7	"Colégio Célio Sarzedas"						
Características da Via							
1	Sinalização com ondulações transversais nas ruas Paranaíba e Guaporé;						
2	Rua Paranaíba, com pavimentação em paralelepípedo, em parte com sentido único;						
3	Rua Guaporé, com pavimentação asfáltica, em sentido duplo;						
4	Estacionamento regulamentado ao longo das ruas Guaporé e Paranaíba.						
5	Existe aglomeração de veículos, devido ao colégio, quando da entrada e saída de estudantes, nas ruas Guaporé e Paranaíba.						

Figura A.15: Foto do Ponto 08 – Cruzamento da rua Guaporé com a av Amazonas / Local de aferição sinalizado



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

A.2.4 Ponto 10 - Jovem Vianna/Jandira Moraes Pimentel

Localizado na esquina da rua Jovem Viana (local) com rua Jandira Moraes Pimentel (local) no Centro. Área residencial com poucas atividades de serviços (Fig. A.19).

O fluxo constatado nas vias no período da tarde entre 16h às 17h foram: Rua Jovem Viana de sentido único, da RJ 106 para Jandira Moraes Pimentel foi em torno de 264 veículos/hora e rua Jandira Moraes Pimentel foi constatado 480 veículos/hora, nos dois sentidos, sendo assim divididos: Centro teve 336 veículos/hora e Boca da Barra com 144 veículos/hora. O revestimento das vias Jovem Viana e São Francisco Xavier é de paralelepípedo e o da Jandira Moraes Pimentel é de intertravado (artefato de cimento). No raio de 100 metros deste Ponto 10, em sua grande maioria, as edificações são bem separadas, possuem em torno de 6 metros de altura, os terrenos e as vias são arborizadas por inúmeras espécies. Coordenadas Geográficas (197706.00 m E e 7505809.00 m S) (Fig. A.20).



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Figura A.16: Localização do Ponto 08 – Canteiro da Av Amazonas com rua Guaporé / Raio de 100 metros

A.2.5 Ponto 11 - Praça São Pedro

Esse ponto está localizado no Centro, especificamente na praça São Pedro esquina da rua Bento Costa Júnior (local) com Av. Cristóvão Barcelos (local), ambas de sentido único (Fig. A.21).

Verifica-se que o fluxo constatado foi de 504 veículos/hora, se dá em quase totalidade para a Cristóvão Barcelos, no período da tarde entre 17h às 18h. O prosseguimento da Bento Costa Júnior, em direção a Boca da Barra, tem volume insignificante. A área no raio de 100 metros possui edificações com altura média de 6 metros, residenciais, comerciais e de serviços, com terrenos e praça bem arborizados. O calçamento das vias é de intertravado com calçadas de aproximadamente 2,0 metros de largura, na praça São Pedro, que margeia a praia do Centro, há quiosques e concha acústica para apresentações artísticas.

Coordenadas Geográficas (197507.00 m E e 7505708.00 m S) (Fig. A.22).

Tabela A.8: Características da Via - Ponto 8

Via Principal	Av. Amazonas e rua Guaporé	Esquina da av.	Amazonas e rua Guaporé	Loteamento	Balneário Remanso	Bairro	”D”
Ponto 8	”Animália Pet Shop”						
Características da Via							
1	Sinalização com ondulações transversais nos dois sentidos da av. Amazonas;						
2	Canteiro central com vegetação urbana na av Amazonas, possuindo estacionamento regulamentado em ambos os lados das vias;						
3	Estacionamento regulamentado em ambos os lados da rua Guaporé;						
4	Av. Amazonas é esporadicamente utilizada para eventos oficiais do município, para desfiles cívicos e atividades religiosas, educacionais entre outras.						

Figura A.17: Foto do Ponto 09 – Cruzamento da Rua Flamengo com Maracanã / Local de aferição sinalizado



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

A.2.6 Ponto 12 - Tijuca/Mayer

Localizado no cruzamento da rua Mayer (coletora) com rua Tijuca (coletora) no loteamento Novo Rio das Ostras. Esta área se divide em residências, serviços e comércio. (Fig. A.23)

O fluxo constatado nas vias no período da manhã entre 07h às 08h, foram os seguintes: 1) Na rua Tijuca de sentido único, nos trechos: A) Entre a rua Mayer até RJ 106 foi em torno de 624 veículos/hora; e B) Entre a rua Maracanã (coletora) até rua Mayer foi em torno de 260 veículos/hora; 2) Na rua Mayer nos trechos: A) Da Itaperú (local) para a Tijuca, sentido único, foi de 412 veículos/hora; B) Entre Tijuca e Laranjeiras (local) com 120 veículos/hora no sentido RJ 106 e com 156 veículos/hora no sentido oposto, Bairro, perfazendo uma soma de 276 veículos/hora nos dois sentidos. O revestimento das vias é asfáltico. No raio de 100 metros, do local aferido, possui edificações em torno de 6 metros de altura, alguns terrenos são arborizadas. Possui características de aspecto residencial, mas a tendência é para o comércio e de serviços.

Figura A.18: Localização do Ponto 09 – Rua Maracanã x Flamengo / Raio de 100 metros



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Coordenadas Geográficas (197544.00 m E e 7506317.00 m S) (Fig. A.24).

A.2.7 Ponto 13 - Praça Zarour/Bangu

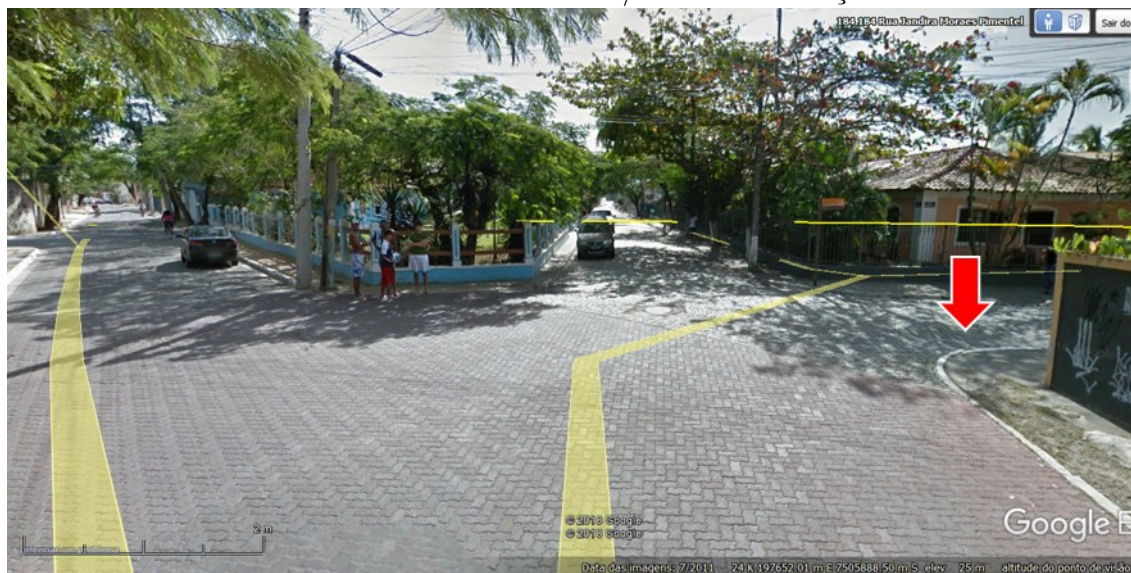
Localizado na praça Gilson Zarour, onde existe a bifurcação da rua Bangu (coletora) com rua Henrique Sarzedas (local) no loteamento Parque Zabulão. A predominância das edificações é de uso comercial e algumas são de serviços (Fig. A.25) .

O fluxo constatado no período da manhã entre 08h às 09h, foi totalizado em torno de 408 veículos/hora com sentido único em direção aos loteamentos Parque Zabulão, Nova Cidade e o próprio Liberdade. Esse fluxo é provenientes principalmente da RJ 106 (arterial), ruas Mayer, Santa Marta e São Jorge (locais). O volume constatado da rua Bangu foi de 220 veículos/hora e da Henrique Sarzedas foi de 188 veículos/hora. Estas ruas têm pavimentação asfáltica. No raio de 100 metros, em sua grande maioria, as edificações possuem em torno de 6 metros de altura, a praça é arborizada por algumas espécies. Esta área tem no entorno várias residências, mas existe na praça e principalmente na rua Bangu, um comércio e uma prestação de

Tabela A.9: Características da Via - Ponto 9

Via Principal	Ruas Maracanã e Flamengo	Esquina das ruas Maracanã e Flamengo	Loteamento Novo Rio das Ostras	Bairros "D"
Ponto 9	"Maracanã com rua Flamengo"			
Características da Via				
1	Sinalização com ondulações transversais nos dois sentidos da rua Maracanã e rua Flamengo;			
2	Calçadas com vegetação urbana nas ruas Maracanã e Flamengo;			
3	Estacionamento regulamentado no lado direito da rua Maracanã sentido rua Tijuca;			
4	Estacionamento regulamentado no lado direito da rua Flamengo sentido Rodovia Amaral Peixoto (RJ-106);			
5	Estacionamento regulamentado ao longo da RJ 106 no sentido Cabo Frio;			

Figura A.19: Foto do Ponto 10 – Cruzamento das Ruas Jovem Viana com São Francisco Xavier e Jandira Moraes Pimentel / Local de aferição sinalizado



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

serviço predominante, além de um espaço reservado para o fretamento por caminhões de pequeno porte. Compõe ainda esta área, as ruas Pastor Laurentino e a Laércio Lúcio de Carvalho, esta última, com o papel de realizar o sistema binário, com a Bangu, no sentido oposto, com o sentido para à RJ 106. Coordenadas Geográficas (197635.00 m E e 7506533.00 m S) (Fig. A.26).

A.2.8 Ponto 14 - Av. BRASIL

Localizado na esquina da av. Brasil (coletora) com rua Pernambuco (local) no loteamento Extensão do Bosque. Com predominância de residências, possui algumas edificações de serviço e comércio (Fig. A.27).

O fluxo constatado nas vias no período da manhã entre 10h às 11h, na av Brasil de sentido duplo, se deu em dois trechos: A) Sentido Bairro: da RJ 106/prça Cláudio

Figura A.20: Localização do Ponto 10 – Rua Jovem Viana x São Francisco Xavier x Jandira Moraes Pimentel / Raio de 100 metros



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Figura A.21: Foto do Ponto 11 – Esquina da Rua Bento Costa Junior com Av. Cristóvão Barcelos – Praça São Pedro / Local de aferição sinalizado



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

Tabela A.10: Características da Via - Ponto 10

Via Principal	Ruas Jovem Viana, Jandira Moraes Pimentel e São Francisco Xavier	Esquina das ruas Jovem Viana, Jandira Moraes e São Francisco Xavier	Loteamento	Bairro
Ponto 10	”Espaço Casa Azul”		Novo Rio das Ostras e Centro	”D”
Características da Via				
1	A rua Jandira Moraes Pimentel possui dois sentidos, de piso intertravado;			
2	As ruas Jovem Viana e São Francisco Xavier, são de paralelepípedo, com sentido único. Não existem ondulações nessas vias;			
3	Calçadas com vegetação urbana nas ruas Jovem Viana, São Francisco Xavier e Jandira Moraes Pimentel;			
4	Proibido o estacionamento nos dois sentido da rua Jandira Moraes Pimentel, no raio de 100 metros;			
5	Existe estacionamento regulamentado ao longo da rua Jovem Viana, lado direito de sentido único para a rua Jandira Moraes Pimentel;			

Tabela A.11: Características da Via - Ponto 11

Via Principal	Rua Bento Costa Júnior e av. Cristóvão Barcelos	Esquina da rua Bento Costa Júnior e av. Cristóvão Barcelos	Loteamento	Bairro
Ponto 11	”Praça São Pedro”		Centro	”D”
Características da Via				
1	Rua Bento Costa Júnior, possui sentido único com estacionamento regulamentado no lado direito, em direção à praça São Pedro e av. Cristóvão Barcelos;			
2	Av. Cristóvão Barcelos, de sentido único, possui em seu início elevação para travessia de pedestre, e no raio de 100 metros existe estacionamento regulamentado dos dois lados da via em direção à praça José Pereira Câmara;			
3	Praça São Pedro, localizada ao lado esquerdo da av. Cristóvão Barcelos tem arborização urbana, com anfiteatro, largo, parquinho para crianças e praia;			
4	Praça São Pedro é local de várias atividades e eventos artísticos e culturais diversos. Local que proporciona aglomerações na alta temporada, devido a praia, restaurantes e casas noturnas.			

Ribeiro para rua Pernambuco foi em torno de 136 veículos/hora; e na Jandira Moraes Pimentel foi constatado 480 veículos/hora, nos dois sentidos; para o Centro 336 veículos/hora; e no sentido Boca da Barra com 144 veículos/hora. O revestimento das vias Jovem Viana e São Francisco Xavier é de paralelo e o da Jandira Moraes Pimentel é de intertravado (artefato de cimento). No raio de 100 metros deste Ponto 10, em sua grande maioria, as edificações são bem separadas, possuem em torno de 6 metros de altura, os terrenos e as vias são arborizadas por inúmeras espécies.

Coordenadas Geográficas (197706.00 m E e 7505809.00 m S) (Fig. A.28).

A.2.9 Ponto 15 - JOÃO VIANA

Localizado na rua João Viana (coletora) no loteamento Novo Rio das Ostras, entre as vias av. Linda (local) e rua Carlos Viana (coletora). Neste trecho há predominância

Figura A.22: Localização do Ponto 11 – Rua Bento Costa Junioir x Av. Cristóvão Barcelos / Raio de 100 metros



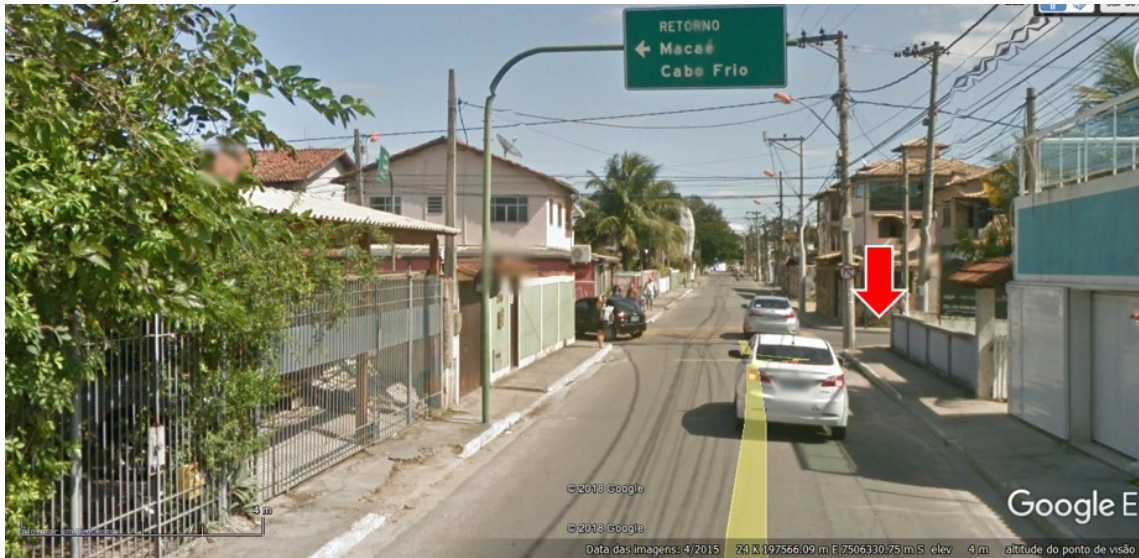
Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

de residências (Fig. A.29).

O fluxo constatado na via no período da tarde entre 15h às 16h, foi em torno de 160 veículos/hora. O revestimento da via João Viana é asfáltico. No raio de 100 metros deste Ponto 15, as edificações possuem em torno de 6 a 12 metros de altura, os terrenos tem pouca arborização. A rua Carlos Viana (coletora) com pavimentação de paralelepípedo atende como parte do retorno para a RJ 106 e possui Colégio Professora América Abdala, sendo um polo atrativo de viagens. As ruas em paralelepípedo, Luís Viana (local) loteamento Novo Rio das Ostras e a Sebastião Ribeiro de Souza (local) no loteamento Nova Esperança, também com características residenciais e de baixo fluxo de veículos.

Coordenadas Geográficas (197706.00 m E e 7505809.00 m S) (Fig. A.30).

Figura A.23: Foto do Ponto 12 – Esquina da Rua Mayer com Rua Tijuca / Local de aferição sinalizado



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

Figura A.24: Localização do Ponto 12 – Rua Mayer x Rua Tijuca / Raio de 100 metros



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Tabela A.12: Características da Via - Ponto 12

Via Principal	Ruas Mayer e Tijuca	Esquina da Rua Mayer com Tijuca	Loteamento Novo Rio das Ostras	Bairro "D"
Ponto 12	"Rua Mayer com Tijuca"			
Características da Via				
1	Sinalização horizontal de área de conflito no cruzamento das vias;			
2	Rua Tijuca, possui estacionamento regulamentado com hora determinada, em alguns trechos, com sentido único em direção à Rodovia Amaral Peixoto (RJ-106);			
3	Sinalização semafórica na rua Tijuca para acesso à Rodovia Amaral Peixoto (RJ-106);			
4	Rua Tijuca existe aglomeração de veículos, devido ao colégio, quando da entrada e saída de estudantes, com parada para embarque e desembarque.			

Figura A.25: Foto do Ponto 13 – Bifurcação da Rua Bangu na Praça Gilson Zarour com Henrique Sarzedas / Local de aferição sinalizado



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

Tabela A.13: Características da Via - Ponto 13

Via Principal	Praça Gilson Zarour , ruas Bangu e Henrique Sarzedas	Bifurcação ruas Bangu e Henrique Sarzedas	Loteamento Parque Zabulão e Liberdade	Bairro "E"
Ponto 13	"Praça Gilson Zarour"			
Características da Via				
1	Sinalização com ondulações transversais nas duas vias da bifurcação existente, rua Bangu e na rua Henrique Sarzedas;			
2	Praça Gilson Zarour com estacionamento regulamentado, nas ruas Henrique Sarzedas e Bangu, ambas do lado esquerdo;			
3	Praça Gilson Zarour, possui vegetação urbana com área esportiva e parquinho para crianças, também local para eventos esporádicos;			
4	Rua Bangu, fluxo intenso de bicicletas, parada de transporte público municipal e intermunicipal, possui um comércio desenvolvido			

Figura A.26: Localização do Ponto 13 – Praça Gilson Zarour, Ruas Bangu e Henrique Sarzedas / Raio de 100 metros



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Figura A.27: Foto do Ponto 14 – Cruzamento da Av. Brasil com Rua Pernambuco / Local de aferição sinalizado



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

Figura A.28: Localização do Ponto 14 – Av Brasil x Rua Pernambuco / Raio de 100 metros



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Tabela A.14: Características da Via - Ponto 14

Via Secundária	Av. Brasil e rua Pernambuco	Esquina	Loteamento	Bairro
Ponto 14	"Avenida Brasil"	Av. Brasil e rua Pernambuco	Extensão do Bosque	"D"
Características da Via				
1	Calçadas com vegetação urbana nas av. Brasil e rua Pernambuco;			
2	Av. Brasil, sentido duplo com estacionamento regulamentado do lado direito em direção à Praça Prefeito Cláudio Ribeiro;			
3	Rua Pernambuco, sentido duplo com estacionamento regulamentado do lado direito em direção Praça Amaro Fernandes Macabú, na rua Paraná;			
4	Rua Pernambuco, sentido duplo com estacionamento proibido em direção à rua São Paulo;			

Figura A.29: Foto do Ponto 15 – Rua João Viana / Local de aferição sinalizado



Fonte: Google Earth – 2018 / Sinalizado pelo autor

Figura A.30: Localização do Ponto 15 – Rua João Viana / Raio de 100 metros



Fonte: Google Earth – 2018 / Demarcado pelo autor

Tabela A.15: Características da Via - Ponto 15

Via Secundária Ponto 15	Rua João Viana, nº 147 "Rua João Viana"	Altura do nº 147 na Rua João Viana	Loteamento Novo Rio das Ostras	Bairro "D"
Características da Via				
1	Rua João Viana, sentido único com estacionamento regulamentado do lado direito em direção à rua Carlos Viana;			
2	Rua João Viana faz ligação da Ponte Ayrton Senna, que serve de via alternativa para chegar ao centro da cidade.			
3	Rua João Viana, pavimentação asfáltica com sinalização horizontal e vertical.			