

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

DIEGO SILVA REZENDE

**ELEMENTOS PARA MELHORIA DA SEGURANÇA VIÁRIA NO BAIRRO
MIRANTE DA LAGOA: UM ESTUDO NA AVENIDA VEREADOR ADIR LUÍS
DE SCHUELLER**

Macaé

2021

DIEGO SILVA REZENDE

**ELEMENTOS PARA MELHORIA DA SEGURANÇA VIÁRIA NO BAIRRO
MIRANTE DA LAGOA: UM ESTUDO NA AVENIDA VEREADOR ADIR LUÍS
DE SCHUELLER**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação submetida à Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (es):

Prof. Conrado Vidotte Plaza

Macaé

2021

CIP - Catalogação na Publicação

RR356e Rezende, Diego
ELEMENTOS PARA MELHORIA DA SEGURANÇA VIÁRIA NO
BAIRRO MIRANTE DA LAGOA: UM ESTUDO NA AVENIDA
VEREADOR ADIR LUÍS DE SCHUELLER / Diego Rezende.
- Rio de Janeiro, 2021.
51 f.

Orientador: Conrado Plaza.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus
Macaé Professor Aloísio Teixeira, Bacharel em
Engenharia Civil, 2021.

1. Medidas moderadoras de tráfego. 2. Traffic
calming. 3. Ruas completas. 4. Segurança viária. I.
Plaza, Conrado , orient. II. Título.

DIEGO SILVA REZENDE

ELEMENTOS PARA MELHORIA DA SEGURANÇA VIÁRIA NO BAIRRO
MIRANTE DA LAGOA: UM ESTUDO NA AVENIDA VEREADOR ADIR LUÍS DE
SCHUELLER

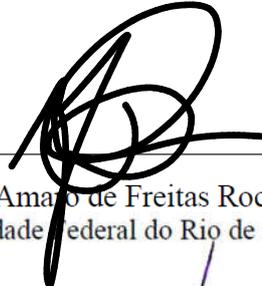
Trabalho de Conclusão de Curso de graduação submetida à Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro Multidisciplinar UFRJ-Macaé, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em Macaé, 14 de dezembro de 2021.

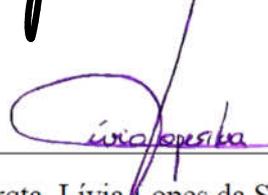
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Conrado Vidotte Plaza, M.Sc.
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ



Profa. Monique Amaro de Freitas Rocha Nascimento, D.Sc.
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ



Arqta. Lívia Lopes da Silva
Secretaria Municipal de Mobilidade Urbana
Prefeitura Municipal de Macaé

Este trabalho é dedicado a todas as pessoas que me apoiaram durante a minha jornada, em especial a minha família, a qual o apoio e incentivo foram de fundamental importância para a realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela oportunidade de fazer parte desta universidade e ter chegado até aqui. Agradeço aos meus pais que não mediram esforços para me ajudar a realizar este sonho. Agradeço aos meus irmãos, meus grandes incentivadores; aos meus amigos que estiveram ao meu lado no dia a dia, me ajudando, apoiando e tornando a jornada de estudo e trabalho menos cansativa. Meu muito obrigado ao Daniel, Lara, Victória, Mariana, Isabela e Gabriella.

Não posso deixar de agradecer aos meus professores, que são parte fundamental na construção de ser humano e profissional que sou hoje.

Ao meu orientador, Conrado, meus sinceros agradecimentos por todo apoio e dedicação em transmitir o seu conhecimento aos seus alunos com tanta paixão.

A todos que torceram e torcem por mim, o meu muito obrigado.

RESUMO

Segundo o relatório de status global sobre a segurança no trânsito de 2018 da Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018), cerca de 1,35 milhão de pessoas morrem a cada ano em decorrência de acidentes no trânsito no mundo. Mais da metade das mortes globais no trânsito são entre pedestres, ciclistas e motociclistas. Além dos impactos sociais decorrentes da insegurança no trânsito, destaca-se, ainda, os riscos e impactos ambientais, dentre eles, a mortalidade de fauna decorrentes de atropelamentos, principalmente em regiões lindeiras às áreas de preservação ambiental. As vias rodoviárias, por serem pensadas principalmente para os veículos automotores, possuem, no geral, o efeito barreira, que pode ser explicado como a criação de uma barreira física que limita a locomoção entre os espaços, tanto para os animais quanto por pedestres e ciclistas. Esse problema pode ser observado em várias localidades brasileiras, sendo uma delas a Avenida Vereador Adir Luís de Schueller, no bairro Mirante da Lagoa - Macaé/RJ. Nesta região, pode-se observar altas velocidades por parte dos motoristas, que acabam por colocar em risco a segurança de pedestres, ciclistas e animais que vivem às margens da lagoa de Imboassica. Neste contexto, este trabalho teve por objetivo elaborar um projeto visando a melhoria da segurança viária, tanto para os pedestres e ciclistas quanto para os animais, na Avenida Vereador Adir Luís de Schueller, localizada no bairro Mirante da Lagoa, às margens da lagoa de Imboassica, no município de Macaé-RJ. A partir da investigação e análise do local de estudo, a fim de solucionar esse problema, foram propostas a implantação de medidas moderadoras de tráfego, melhorias na infraestrutura destinada aos pedestres e ciclistas e aumento da iluminação da via. As medidas propostas foram selecionadas de forma a conferir os níveis de redução de velocidade necessárias sem haver grandes alterações na avenida, através de dispositivos relativamente simples de serem implantados. Foi proposto, ainda, um plano operacional da via para os fins de semana, priorizando os transportes ativos e incentivando a utilização segura e sustentável da região. Após a implantação das alterações na avenida, espera-se um ganho na qualidade de vida dos utilizadores do local, bem como uma transformação completa no modo dos moradores enxergarem a mobilidade urbana na cidade.

Palavras-chave: medidas moderadoras de tráfego; *traffic calming*; segurança viária; ruas completas.

ABSTRACT

According to the World Health Organization 2018 Global Status Report on Road Safety (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018), approximately 1.35 million people die each year worldwide due to road traffic accidents. More than half of global traffic deaths are among pedestrians, cyclists and motorcyclists. In addition to the social impacts resulting from the traffic insecurities, it is important to highlight the environmental risks and impacts, including the mortality of fauna, especially in regions next to environmental preservation areas. Roadways, as they are designed primarily for motor vehicles, generally have the barrier effect, which can be explained as the creation of a physical barrier that limits locomotion between spaces, both for animals and for pedestrians and cyclists. This problem can be observed in several Brazilian locations, one of them being Avenida Vereador Adir Luís de Schueller, in the Mirante da Lagoa neighborhood - Macaé/RJ. In this region, it is possible to observe vehicles in high speed, putting pedestrian, cyclists, and animals' safety at risk. In this context, this work aimed to develop a project to improve road safety, both for pedestrians and cyclists and for animals, on Vereador Adir Luís de Schueller Avenue, located in the Mirante da Lagoa neighborhood, next to the Imboassica lagoon, in the city of Macaé-RJ-Brazil. From the investigation and analysis of the study site, it was proposed the implementation of traffic calming concept, besides improvements for pedestrians and cyclists and increased lighting on the road. The proposed measures were selected in order to check the levels of speed reduction needed without major changes in the avenue, through relatively simple devices to be implemented. An operational plan for the weekend was also proposed, prioritizing active transport and encouraging safe and sustainable use in the region. After the implementation of the alterations to the avenue, a gain in the quality of life of users of the place is expected, as well as a complete transformation in the way residents see urban mobility in the city.

Key words: traffic calming; road safety; complete streets.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Viaduto vegetado inaugurado na BR-101, em Silva Jardim, no RJ. FONTE: RJ – 101, G1, 2020.	13
Figura 2: Reportagem sobre a instalação de placa de sinalização na RJ-106. FONTE: RJ-168, G1, 2021.	14
Figura 3: Reportagem sobre o aumento de segurança devido ao uso de medidas moderadoras de tráfego. FONTE: Prefeitura de Jundiaí (2015).....	18
Figura 4: Velocidade de impacto versus lesão em pedestre. FONTE: Adaptado de Litman (1999)	19
Figura 5: Redução relatada de acidentes em decorrência da implantação de medidas moderadoras de tráfego. FONTE: Adaptado de Litman (1999).....	19
Figura 6: Redução velocidade esperada de medidas tipo A, B e C. FONTE: (BHTRANS, 1999).....	23
Figura 7: Ondulação aplicada numa via. FONTE: ESTEVES (2003)	24
Figura 8: Plataforma aplicada numa via. FONTE: BHTRANS (1999).....	25
Figura 9: Almofadas aplicadas numa via. FONTE: (BHTRANS, 1999)	25
Figura 10: Redução da largura da via permitindo a passagem de um veículo. FONTE (BHTRANS, 1999).....	26
Figura 11: Chicanas aplicadas numa via. FONTE: BRTRANS (1999)	27
Figura 12: Sonorizadores aplicados numa via. FONTE: BRTRANS (1999).....	27
Figura 13: Canteiro central com vegetação colaborando para o efeito de “Largura óptica”. FONTE: BRTRANS (1999)	28
Figura 14: Espaço compartilhado em área comercial, onde a delimitação da calçada é feita através da diferenciação do revestimento. FONTE: (BHTRANS, 1999).....	29
Figura 15: Bairro Mirante da Lagoa. Fonte: Google Earth.	31
Figura 16: Moradores utilizando a lagoa para pesca e lazer. FONTE: O autor	32
Figura 17: Moradores utilizando a lagoa para pesca e lazer e esportes. FONTE: O autor	33
Figura 18: Ciclofaixa com sinalização horizontal comprometida. FONTE: O autor....	33
Figura 19: Ciclofaixa com sinalização horizontal comprometida. FONTE: O autor....	34
Figura 20: Capivaras pastando próximo ao fluxo de veículos. Fonte: O autor	34
Figura 21: Placa indicando a presença de capivaras. FONTE: O autor	35
Figura 22: Placa de alerta quanto à presença de capivaras.....	35
Figura 23: Dimensões de rampa para plataformas e almofadas. FONTE: BHTRANS (1999)	36
Figura 24: Exemplo de ciclovia. FONTE: Mobilize Brasil (2021)	38
Figura 25: Exemplo de ciclofaixa. FONTE: Mobilize Brasil (2021)	38
Figura 26: Faixas de uso da calçada – Corte; FONTE: NBR 9050:2015.....	39
Figura 27: Exemplo de rebaixamento de calçada. FONTE: NBR 9050:2015.....	40
Figura 28: Sinalização tátil aplicada a uma faixa elevada. FONTE: NBR 9050:2015 ..	40
Figura 29: Falta de iluminação na avenida durante a noite. FONTE: O Autor.	41
Figura 30: Proposta de fechamento de um lado da via. Fonte: O Autor	42
Figura 31: Sugestão de fluxo para operação aos fins de semana. FONTE: Adaptado Google Maps (2021).....	42
Figura 32: Perfil da via modelado no AUTOCAD. FONTE: O autor.....	43
Figura 33: Proposta de plataformas e canteiro central. FONTE: O autor	44
Figura 34: Proposta de plataformas e canteiro central. FONTE: O autor	44
Figura 35: Proposta de plataformas, canteiro central e iluminação. FONTE: O autor...	45
Figura 36: Rebaixamento de calçadas com piso tátil. FONTE: O Autor	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação entre elementos de uma rua completa e da Lei 12.587/2012. FONTE (VALENÇA, e SANTOS, 2019)	21
Tabela 2: Sumário dos efeitos e da aplicação das medidas de <i>traffic calming</i> ; FONTE: BRTRANS (1999)	23
Tabela 3: Dimensões para plataforma (perfil trapezoidal). FONTE: BHTRANS (1999)	37

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

PCD – Pessoa com Deficiência

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PNMU - Política Nacional de Mobilidade Urbana

TPC – Transporte Público Coletivo

CAD - *Computer Aided Design*

ONU – Organização das Nações Unidas

UCA – Unidade de Conservação Ambiental

AIA – Área de Interesse Ambiental

AIS - Abreviate Injury Scale

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.3	MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA	14
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	SEGURANÇA VIÁRIA	16
2.2	MEDIDAS MODERADORAS DE TRÁFEGO	17
2.3	TIPOS DE MEDIDAS MODERADORAS DE TRÁFEGO	21
2.3.1	Medidas de redução de velocidade	22
2.3.1.1	Deflexões verticais	24
2.3.1.2	Deflexões horizontais	26
2.3.2	Medidas de Segurança e Apoio	27
3	METODOLOGIA.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1	INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DO LOCAL DE ESTUDO.....	31
4.2	ELEMENTOS PARA PROMOÇÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA DA VIA 35	
4.2.1	Elementos para moderação do tráfego	36
4.2.2	Melhorias para os transportes ativos	37
4.2.2.1	Ciclistas	37
4.2.2.2	Pedestres.....	38
4.2.2.3	Iluminação.....	40
4.2.3	Plano de operação da via para os fins de semana	41
4.3	ELABORAÇÃO DO PROJETO	42
5	CONCLUSÕES.....	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Segundo o relatório de status global sobre a segurança no trânsito de 2018 da Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018), cerca de 1,35 milhão de pessoas morrem a cada ano em decorrência de acidentes no trânsito no mundo. Destas, mais da metade são entre pedestres, ciclistas e motociclistas. Além disso, é a principal causa de morte entre crianças e jovens adultos de 5 a 29 anos. Apesar da existência de medidas comprovadas que visam a redução de acidentes ou da fatalidade decorrente, como é o caso dos dispositivos de moderação de tráfego, o Brasil encontra-se na 4ª posição com mais mortes em acidentes de trânsito, tendo cerca de 1 óbito a cada 15 minutos em acidentes (SARAGIOTTO, 2020). Estes dados demonstram a preocupante situação mundial acerca da segurança viária.

Ademais dos impactos sociais decorrentes da insegurança no trânsito, destaca-se, ainda, os riscos e impactos ambientais decorrentes de acidentes envolvendo animais, principalmente em regiões limdeiras às áreas de preservação ambiental. Assim, as rodovias possuem, no geral, impactos sociais e ambientais, dentre eles a mortalidade de fauna e o efeito barreira (LAUXEN, 2012), que pode ser explicado como a criação de uma barreira física que limita a locomoção entre os espaços por parte dos animais.

O atropelamento de animais silvestres vertebrados tem crescido ano após ano e estima-se que cerca de 475 milhões de animais silvestres são atropelados todos os anos no Brasil (BAGER, 2016). Isso se deve ao fato de os animais costumarem se locomover entre as áreas naturais e, em alguns casos, com a presença de uma estrada por perto, os animais podem ser atropelados ao tentar atravessar. Segundo Forman e Alexander (1998), o problema do atropelamento de animais pode ser explicado pela falta de segurança no tráfego urbano e os acidentes causados pela imprudência dos condutores de veículos automotores. Além destes fatores, os autores ainda reforçam que a urbanização tem crescido em detrimento das áreas naturais, causando cada vez mais perda de habitat, sendo a construção de estradas um dos principais percussores da fragmentação de habitat.

Os impactos causados pela construção de estradas próximo às áreas naturais fez com que um novo campo da ciência surgisse, a “ecologia das estradas”, área de estudo que visa acompanhar esses impactos de perto e propor soluções para mitigá-los. Como parte dos esforços para mitigação dos impactos que as rodovias trazem à fauna, há movimentos em todo o Brasil com propostas de medidas mitigadoras para tais problemas, como por exemplo, estruturas construídas sobre ou sob rodovias para travessia de fauna, como é o caso do viaduto construído na BR-101, na região da cidade de Silva Jardim no

estado do Rio de Janeiro. Trata-se de um viaduto com cobertura verde construído para travessia de micos-leões-dourados, conforme mostrado na Figura 1 (RJ – 101, G1, 2020).



Figura 1: Viaduto vegetado inaugurado na BR-101, em Silva Jardim, no RJ. FONTE: RJ – 101, G1, 2020.

Além disso, existem medidas como o aumento de sinalização de advertência quanto a presença de animais, construção de corredores ecológicos etc.

Em casos de áreas de lagoa com tráfego de veículos por perto (objeto deste estudo), a falta de segurança no tráfego se estende aos animais que vivem no entorno da lagoa, às pessoas que utilizam a região como área de lazer e aos que utilizam o local para prática de esportes. A fim de minimizar esse problema, as medidas moderadoras de tráfego, ou *traffic calming*, podem ser utilizadas como ferramentas para aumentar a segurança no trânsito e diminuição de acidentes com animais. Tais medidas moderadoras de tráfego podem ser vistas como soluções bastante efetivas no que diz respeito a reduzir o fluxo e velocidade de veículos motorizados nos trechos em que forem implementadas.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A cidade de Macaé, localizada no norte fluminense, possui, ao longo de sua extensão territorial, diversas Unidades de Conservação Ambiental (UCA) e Áreas de Interesse Ambiental (AIA), apresentadas no Anexo 09 do Plano Diretor Municipal de Macaé, instituído pela Lei Complementar nº 076/2006. Destas, destaca-se a AIA Lagoa de Imboassica e Rio Imboassica, localizadas às margens da Rodovia Amaral Peixoto (RJ - 106) e dos bairros Mirante da Lagoa, Praia do Pecado e São Marcos.

No caso da Lagoa de Imboassica, o local é habitado por diversas capivaras, um roedor herbívoro de grande porte, conhecido por ser o maior roedor do mundo. Trata-se de uma espécie que costuma andar em grupos e apresenta hábitos semiaquáticos, preferindo sempre lugares úmidos (ALMEIDA, BIONDI e MONTEIRO FILHO, 2013). No momento da busca por alimento, estes animais tendem a explorar a região, se

espalhando pelas vias de tráfego lindeiras à lagoa, seu habitat. Como consequência, a região convive com o problema de atropelamento de capivaras, tanto na Avenida Vereador Adir Luís de Schueller (localizada no bairro Mirante da Lagoa) e na Rodovia Amaral Peixoto (RJ - 106), trecho que compreende a lagoa de Imboassica.

Devido os casos recentes de atropelamentos desses animais, a prefeitura da cidade de Macaé, moradores da cidade e órgãos de proteção animal têm se juntado a fim de propor soluções que evitem a morte dos animais, como a inserção de placas de sinalização de animais silvestres ao longo da RJ-106, conforme pode ser observado na Figura 2 (RJ-168, G1, 2021).



Figura 2: Reportagem sobre a instalação de placa de sinalização na RJ-106. FONTE: RJ-168, G1, 2021.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho consiste em elaborar um projeto visando a melhoria da segurança viária, tanto para os pedestres e ciclistas quanto para os animais, na Avenida Vereador Adir Luís de Schueller, localizada no bairro Mirante da Lagoa, às margens da lagoa de Imboassica, no município de Macaé-RJ.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Revisar os conceitos e dispositivos de moderação de tráfego, ou *traffic calming*;
- Aplicar os conceitos de *traffic calming* como medida para redução da velocidade de veículos na região;
- Elaborar um projeto que proporcione maior segurança aos pedestres e ciclistas que utilizam a via e redução do impacto ambiental a partir da diminuição do número de atropelamentos de animais silvestres na região;

1.3 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA

O que motivou este trabalho foi o crescente número de atropelamento de capivaras no entorno da Lagoa de Imboassica, na cidade de Macaé-RJ. Tais acidentes com os animais, além de causarem prejuízo para o ecossistema local, ainda resultam em danos

aos automóveis e risco às pessoas envolvidas nas ocorrências. Esses fatores podem ser minimizados a partir das ações propostas neste trabalho.

Em adição ao impacto na redução de atropelamentos dos roedores, a aplicação das medidas propostas neste estudo pode resultar em benefícios para as pessoas que utilizam a lagoa como área de prática de esportes lazer ou transporte, visto que aumentará a segurança para todos os usuários da via.

A relevância do trabalho está na possibilidade de replicação das medidas de *traffic calming* em outras áreas da cidade e em cidades vizinhas, ou onde houver a necessidade de redução da velocidade de veículos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Neste primeiro capítulo, apresenta-se uma introdução ao tema em estudo, contextualizando-o para posterior aprofundamento teórico. Apresenta-se, ainda, a motivação, justificativa e objetivos. No Capítulo 2, apresenta-se a revisão bibliográfica, com uma abordagem sobre segurança viária e medidas moderadoras de tráfego (*traffic calming*). A metodologia é apresentada no terceiro capítulo. Já no Capítulo 4, discute-se sobre os resultados da análise e discussões, onde é possível analisar as observações realizadas durante o estudo e visualizar as soluções propostas. Por fim, as considerações finais são feitas no capítulo 5.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SEGURANÇA VIÁRIA

Cerca de 1,3 milhão de mortes evitáveis são causadas por acidentes de trânsito em todo o mundo, sendo cerca de 50 milhões de feridos todos os anos (OMS, 2020). Para que haja segurança viária, é necessário que a infraestrutura viária seja planejada e construída de modo a permitir a mobilidade multimodal. Ela deve eliminar ou minimizar os riscos para todos os usuários da via, especialmente os mais vulneráveis.

A fim de garantir tal segurança, a OMS estabeleceu, no “Plano Global: Década de ação pela segurança no Trânsito 2021-2030” (OMS, 2020), doze metas a serem cumpridas, sendo a maior delas reduzir o número de mortes por acidentes de trânsito em pelo menos 50% até 2030. Para alcançar esse fim, o transporte multimodal e o planejamento do uso do solo são um importante ponto de partida.

Para que seja possível alcançar a meta, de acordo com as ações recomendadas pela OMS, as cidades devem implementar: políticas que promovam projetos urbanos compactos; políticas que reduzam a velocidade e priorizem pedestres, ciclistas e usuários do transporte público; construir ou reconstruir malhas viárias a fim de garantir que os meios de transporte não motorizados sejam tão seguros quanto os motorizados e, o mais importante, atendam às necessidades de deslocamento de pessoas de todas as idades e capacidades; e promover o marketing positivo e o uso de incentivos para que a população sinta-se encorajada a utilizar o transporte público e os meios de transporte não motorizados. Dentre as medidas propostas, também se destacam as medidas de fiscalização do cumprimento da legislação de trânsito como parte fundamental para o sucesso da iniciativa.

Diante disso, é necessário um esforço conjunto dos órgãos públicos, profissionais da área de transportes e instituições de pesquisa para identificar as fragilidades e possíveis pontos críticos na segurança viária das cidades e, assim, traçarem planos e executar ações que sirvam ao propósito da segurança no trânsito. O tema tem ganhado relevância na cidade de Macaé/RJ e pode ser observado no artigo que aborda um estudo relacionado à segurança no trânsito da Via Lacerda Agostinho, mais conhecida como Linha Azul. O estudo aponta que cerca de 25% dos acidentes na via não possuem vítimas, 69% possuíam vítimas não fatais e 6% com vítimas fatais (PLAZA, 2021).

Reafirmando a necessidade de um plano organizado e bem planejado para a segurança viária, os dados que apontam o crescimento de veículos no Brasil são

alarmantes. De acordo com o IBGE, houve um aumento de 36% na frota de veículos no Brasil entre os anos de 2010 e 2020. Com esse crescente volume de veículos nas vias, em conjunto com o aumento da urbanização próximo a áreas de preservação, resultou na necessidade de soluções em mobilidade que incentivem o uso de transportes alternativos, principalmente com ênfase nos transportes ativos. As medidas moderadoras de tráfego surgem como proposta para atender a essas demandas. Dentre seus principais objetivos estão: reduzir o número e a gravidade de acidentes, reduzir a poluição sonora e do ar, além de reduzir o domínio do automóvel nas vias urbanas.

2.2 MEDIDAS MODERADORAS DE TRÁFEGO

Segundo o Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego (BHTRANS, 1999), *traffic calming* é o termo designado para induzir os motoristas a um modo de dirigir mais apropriado à segurança e ao meio ambiente através de conceitos da engenharia de tráfego, regulamentação apropriada e de medidas físicas (HASS-KLAU, 1990).

Segundo Hass-Klau (1990), o termo *traffic calming* pode ser definido em dois sentidos: amplo e restrito. No sentido amplo, *traffic calming* pode ser interpretado como uma política geral de transportes, incluindo medidas para favorecimento de meios de transporte alternativo, tráfego de pedestres e a renovação urbana. Já no sentido restrito, visa somente à implantação de medidas redutoras de velocidade em áreas edificadas.

Um dos maiores desafios ao se implementar tais medidas é o fato de que tais soluções vão diretamente contra ao modelo de mobilidade adotado pelas cidades ao longo dos anos. Enquanto o modelo utilizado até o momento tem sido ampliar os espaços para locomoção de veículos automotores, criando-se e ampliando-se vias, áreas de estacionamento nos centros das cidades e incentivando a compra de automóveis, as medidas moderadoras de tráfego vem com uma proposta oposta, pois restringe a velocidade dos veículos, as áreas de circulação para os veículos motorizados e favorece a locomoção de pedestres e ciclistas, a fim de alcançar os objetivos ao qual se propõe.

No Brasil, já existem cidades adotando estas medidas como solução para redução de velocidade e aumento da segurança. Um dos exemplos é a cidade de São Gabriel do Oeste, localizada no centro norte do estado de Mato Grosso do Sul, que optou por implementar as medidas numa região de escolas e comércio com grande fluxo de veículos (SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E TRÂNSITO, 2019).

Há, ainda, os casos em que as soluções implementadas já apresentam efeitos positivos, evidenciando a eficácia destes dispositivos, como é o caso de Jundiaí (Figura 3), onde pontos da cidade foram obstruídos para passagem de veículos e ganharam um novo paisagismo e urbanismo com a construção de uma pequena praça, tirando a prioridade do transporte motorizado. Além disso, calçadas foram alargadas a fim de priorizar o tráfego de pedestres (PREFEITURA DE JUNDIAÍ, 2015).



Figura 3: Reportagem sobre o aumento de segurança devido ao uso de medidas moderadoras de tráfego.
FONTE: Prefeitura de Jundiaí (2015).

Além de diversas notícias dos benefícios causados pela adoção das medidas moderadoras de tráfego, estudos evidenciam a eficácia da redução da velocidade do tráfego no quesito acidentes no trânsito. De acordo com Litman (1999), a cada 1,6 km/h reduzidos da velocidade numa via, representa 5% de redução na colisão de veículos e uma porcentagem ainda maior de redução no número de fatalidades. Ainda de acordo com o autor, a probabilidade de pedestres sofrerem ferimentos fatais quando atropelados por um veículo motorizado é de 3,5% quando o veículo está a uma velocidade de aproximadamente 24 km/h, de 37% a uma velocidade aproximada de 50 km/h e 83% de chance a uma velocidade de aproximadamente 71 km/h.

A Figura 4 mostra que quanto maior a velocidade do veículo, maior é a gravidade das lesões causadas em caso de acidente. O gráfico utiliza a escala abreviada de lesões (AIS - Abreviate Injury Scale), que pontua lesões em diversos segmentos corpóreos de acordo com a gravidade (de 1 a 6).



Figura 4: Velocidade de impacto versus lesão em pedestre. FONTE: Adaptado de Litman (1999)

Da mesma forma, Litman (1999) cita um estudo de 119 rotatórias residenciais instaladas na cidade de Seattle entre 1991 e 1994 apontou que acidentes relatados nessas áreas diminuíram de 187 (antes da instalação) para 11 (após a instalação), ou seja, uma redução de 94%, e os ferimentos diminuíram de 153 para um. A cidade de Portland também obteve resultados positivos semelhantes. Além desses casos, 600 projetos de *traffic calming* implantados em cidades da Dinamarca foram analisados e foi observado uma redução média de 43% nas vítimas de acidentes de trânsito. Reduções semelhantes em acidentes são relatados em outros estudos avaliados por Litman (1999), conforme indicado na Figura 5. Nela é possível verificar as mudanças nas taxas de acidentes de veículos após a implantação de medidas moderadoras de tráfego relatadas em quinze estudos internacionais, indicando que a maioria mostra reduções significativas. É possível observar que, na maioria das cidades, a redução do número de acidentes foi superior a 40%, com algumas chegando próximo aos 100% de redução, como foi o caso da cidade de Seattle.

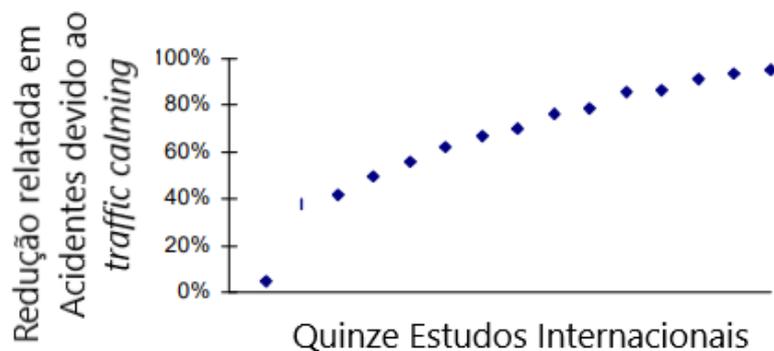


Figura 5: Redução relatada de acidentes em decorrência da implantação de medidas moderadoras de tráfego. FONTE: Adaptado de Litman (1999)

Além do *traffic calming*, há o conceito de Ruas Completas, que envolve o planejamento e desenho das ruas de forma a beneficiar todos os modos de transporte,

distribuindo os espaços de forma democrática. O conceito define que as ruas devem ter seu *design* e operação confortáveis para todos os usuários. O escopo das “Ruas Completas” propõe alguns objetivos principais para sua aplicação, sendo um deles respeitar e entender os usos de cada região, observando suas nuances e peculiaridades (JACOBS, 1961).

A Transport Canada (2009) define objetivos a serem cumpridos pela implantação das ruas completas, aos quais se pode destacar a melhoria da infraestrutura, conforto e comodidade nas calçadas para os pedestres trazendo segurança no desenho viário, melhoria na sinalização, redução da velocidade das vias, paisagismo e estruturas públicas que tragam as pessoas para as ruas.

A relação entre o conceito de ruas completas e os princípios e diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, onde o *traffic calming* aparece dentre uma das medidas que colaboram para os objetivos de rua completa (VALENÇA e SANTOS, 2020), é evidenciada através de um comparativo elaborado pelos autores, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Comparação entre elementos de uma rua completa e da Lei 12.587/2012. FONTE (VALENÇA, e SANTOS, 2019)

RUAS COMPLETAS	POLÍTICA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA (PNMU)
Infraestrutura para pedestres, com calçadas largas, faixas de travessia, iluminação, sinalização, conforto e projetada com acessibilidade universal.	Acessibilidade universal; desenvolvimento sustentável das cidades; segurança nos deslocamentos das pessoas; prioridade dos modos não motorizados; equidade e eficiência na circulação urbana e uso do espaço público.
Infraestrutura para ciclistas, com ciclovias, ciclofaixas, bicicletários, integração com o transporte coletivo.	Desenvolvimento urbano sustentável; segurança nos deslocamentos das pessoas; prioridade aos modos não motorizados. Equidade e eficiência na circulação urbana e uso do espaço público; integração entre os modos de transporte.
Prioridade do transporte público coletivo sobre o individual; faixas exclusivas ou semiexclusivas; facilidade de integração com o pedestre e o ciclista.	Equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo (TPC); qualidade na prestação de serviços do TPC; prioridade do TPC sobre o transporte individual motorizado; integração entre os modos e serviços do transporte; priorização de projetos de TPC estruturadores do território e desenvolvimento integrado.
Arborização, facilitando a drenagem, regularização da temperatura e gerando uma paisagem agradável.	Integração com a política de desenvolvimento urbano e políticas setoriais de habitação, saneamento básico, planejamento e gestão do uso do solo no âmbito dos entes federativos.
Medidas de <i>traffic calming</i> e gerenciamento de tráfego com o intuito de diminuir a velocidade e gerenciar o tráfego, gerando segurança ao transporte ativo.	Segurança nos deslocamentos das pessoas; justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos de serviços; mitigação de custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade.

2.3 TIPOS DE MEDIDAS MODERADORAS DE TRÁFEGO

Em sua essência, há duas categorias para as medidas de *traffic calming*: As projetadas para a redução da velocidade de veículos e as medidas de segurança e apoio, sendo subdivididas em conjuntos de dispositivos utilizados para alcançar estes fins.

Elenca-se, a seguir, os dispositivos presentes no Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego (BHTRANS, 1999) mais relevantes para este estudo seguindo os critérios de facilidade de implantação dos dispositivos e a capacidade de adequação à avenida estudada devido as suas particularidades.

2.3.1 Medidas de redução de velocidade

Os tipos de dispositivos de *traffic calming* podem ser classificados quanto à sua eficácia em reduzir a velocidade, melhoria da aparência da via e quanto a recomendação de aplicação, ou não, para cada tipo de local. O manual evidencia essa classificação através de uma tabela elaborada pelos autores, conforme apresentado na Tabela 2. A primeira coluna apresenta os dispositivos moderadores de tráfego, que são apresentados em dois grupos: medidas de redução de velocidade e medidas de segurança e apoio. A segunda coluna apresenta a faixa de redução de velocidade (percentil 85 é a velocidade acima da qual trafegam apenas 15% dos motoristas):

- Faixa A: garante o percentil 85 abaixo da velocidade máxima desejada;
- Faixa B: reduz a velocidade, mas não garante o nível do percentil 85;
- Faixa C: serve como lembrete ou incentivo para dirigir devagar e moderadamente.

A terceira e a quarta coluna apresentam os efeitos da adoção da medida moderadora de tráfego, respectivamente, no uso do espaço para outros fins e na melhoria da aparência da via. Os efeitos podem ser positivos (✓), negativos (✗) ou neutro (-). A quinta, sexta, sétima e oitava coluna apresentam a viabilidade da aplicação da medida conforme a seguinte classificação viária:

- Local (L): característica residencial sem tráfego de passagem; áreas para pedestres, espaços compartilhados e tráfego local;
- Coletora Secundária (CS): vias que servem de ligação às coletoras primárias, mas não projetadas para tráfego de passagem;
- Coletora Primária (CP): prioridade dividida entre as funções residenciais e as de tráfego de distribuição, incluindo trechos de tráfego de passagem;
- Arterial (A): prioridade para as funções de tráfego com proteção para os usuários vulneráveis (crianças, ciclistas, idosos, etc.).

A viabilidade é expressa como segue:

- ★ Viável
- ✦ Possível
- ○ Não recomendado

Tabela 2: Sumário dos efeitos e da aplicação das medidas de *traffic calming*; FONTE: BRTRANS (1999)

Medidas moderadoras de tráfego	Faixa de redução de velocidade	Uso do espaço para outros fins	Melhoria da aparência da via	Aplicação			
				L	CS	CP	A
MEDIDAS DE REDUÇÃO DE VELOCIDADE							
Deflexões verticais	A	✘	-	★	★	★	○
Deflexões horizontais	B	✓	✓	★	★	★	○
Restrições na pista	B	✓	✓	★	★	★	○
Rotatórias	B	✘	✘	★	★	★	★
Redução do raio de giro	B	✓	-	★	★	★	○
Regulamentação de prioridade	B	✘	✘	★	★	○	○
Marcas viárias	C	✘	✘	○	○	★	★
MEDIDAS DE SEGURANÇA E APOIO							
Largura ótica	C	✘	✓	★	★	★	★
Estreitamento da pista	C	✓	✓	★	★	★	★
Faixas de alinhamento	C	✓	✓	○	★	★	★
Superfícies diferenciadas	C	✘	✓	★	★	★	○
Entradas e portais	C	✘	✓	★	★	★	★
Ilhas centrais	C	✓	✓	○	★	★	★
Espaços compartilhados	C	✓	✓	★	○	○	○
Extensão de calçadas	C	✓	✓	★	★	★	★
Vegetação/paisagismo	C	✘	✓	★	★	★	★
Mobiliário e iluminação	C	✘	✓	★	★	★	★
Regulamentação	C	✘	✘	★	★	★	★

A Figura 6 ilustra os efeitos esperados após a implantação de medidas classificadas em tipo A, B e C, de acordo com o Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego (BHTRANS, 1999). Neste exemplo, pode-se observar uma redução esperada de até 58% da velocidade máxima ao serem implementados dispositivos do tipo A.

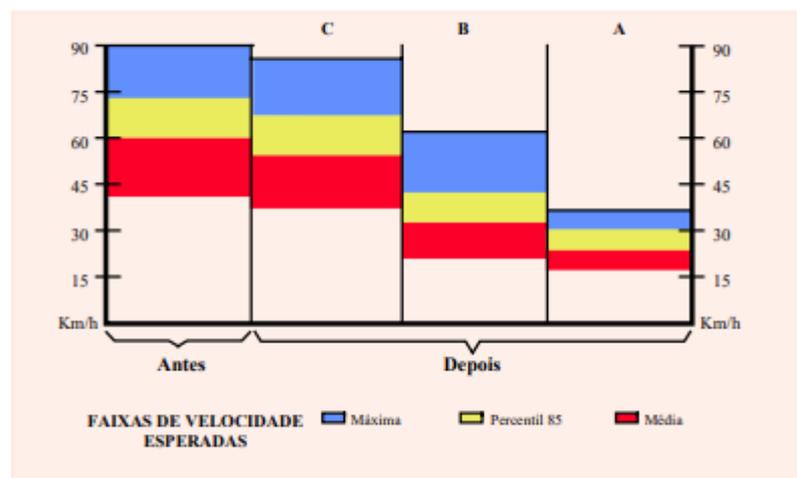


Figura 6: Redução velocidade esperada de medidas tipo A, B e C. FONTE: (BHTRANS, 1999)

Dentre as medidas de redução de velocidades, destacam-se as deflexões verticais e as deflexões horizontais, onde ambas podem possuir o intuito de forçar a redução da velocidade na via ou induzir a um modo mais seguro de direção.

2.3.1.1 Deflexões verticais

Dentre os dispositivos enquadrados na categoria de deflexões verticais, encontram-se as ondulações. Trata-se de uma porção elevada da via com perfil circular colocada em ângulo reto em relação à direção do tráfego, como exemplificado na Figura 7. São construídas de meio-fio a meio-fio ou afilada nas pontas, junto ao meio-fio, para facilitar a drenagem. As ondulações são fáceis de adaptar à maioria das vias, são muito eficazes na redução da velocidade e são consideradas medidas de baixo custo de implantação.

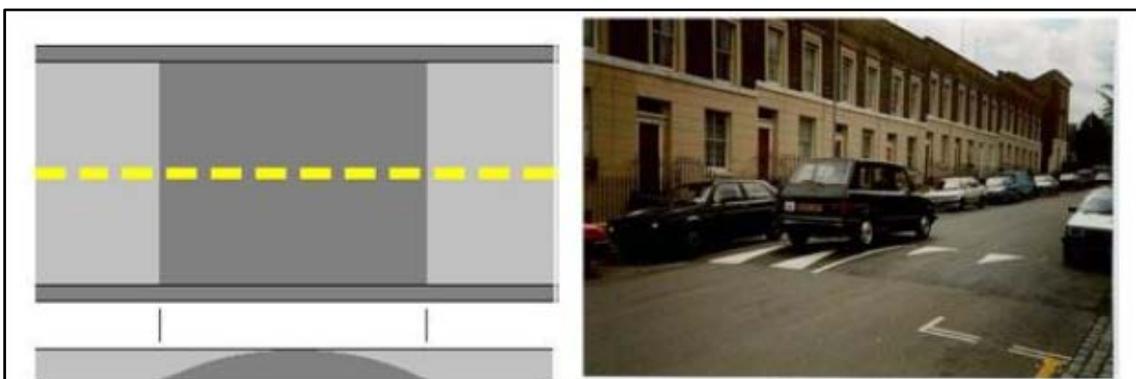


Figura 7: Ondulação aplicada numa via. FONTE: ESTEVES (2003)

As plataformas também são dispositivos bastante eficazes na redução da velocidade. Trata-se de uma porção elevada da via colocada em ângulo reto em relação à direção do tráfego. As plataformas são um tipo de ondulação construída também de meio-fio a meio-fio com perfil plano (plataforma propriamente dita) e rampas, conforme ilustrado na Figura 8.

Uma das desvantagens das plataformas é a necessidade de uma reconstrução da via mais significativa, o que representa um maior custo de implantação. Porém, este dispositivo está classificado na faixa de redução de velocidade tipo A, conforme Tabela 2, o que garante o percentil 85 abaixo da velocidade máxima desejada.



Figura 8: Plataforma aplicada numa via. FONTE: BHTRANS (1999)

As almofadas também são excelentes dispositivos para redução de velocidade. Trata-se também de uma porção elevada da via colocada em ângulo reto em relação à direção do tráfego, mas com um perfil plano que se estende sobre parte da faixa de tráfego com largura menor que a bitola de um ônibus convencional, mas maior que a bitola média dos veículos leves, como é mostrado na Figura 9. Desta forma, os ônibus e veículos pesados não são afetados. Uma das desvantagens desse dispositivo é o fato de ele não afetar a velocidade das motos.



Figura 9: Almofadas aplicadas numa via. FONTE: (BHTRANS, 1999)

2.3.1.2 Deflexões horizontais

Os pontos de estrangulamento criados numa via também estão dentro das medidas moderadoras de tráfego. Consiste na redução da largura da seção transversal da via, nos dois sentidos de circulação simultaneamente, fazendo com que os veículos de ambos os sentidos reduzam a velocidade ao passar um pelo outro (Figura 10). É possível, através da redução ainda maior da largura da via, forçar a passagem de apenas um veículo por vez. Esse dispositivo apresenta faixa de redução de velocidade tipo B, conforme Tabela 2, ou seja, tem eficiência intermediária na redução de velocidade.



Figura 10: Redução da largura da via permitindo a passagem de um veículo. FONTE (BHTRANS, 1999)

As chicanas são pontos de estrangulamento na via, a partir de deslocamentos laterais severos, implementados em lados alternados da via (Figura 11), forçando a mudança da trajetória retilínea. Além de reduzir a velocidade dos veículos, por consequência da constante mudança de trajetória, também reduz a visibilidade em trechos muito longos e retilíneos, o que força uma maior atenção dos condutores.



Figura 11: Chicanas aplicadas numa via. FONTE: BRTRANS (1999)

2.3.2 Medidas de Segurança e Apoio

Uma terceira opção, que também pode ser considerada de baixo custo e fácil implantação, são os sonorizadores (faixas sonorizadoras ou barras de trepidação). Consistem em pequenas áreas elevadas de um lado ao outro da pista de rolamento (em ângulo de 90° em relação à direção do tráfego), com o objetivo de provocar fortes vibrações e ruídos através do veículo. O dispositivo se mostra eficaz ao produzir um alerta sonoro de que há uma situação de perigo, induzindo à redução da velocidade, como exemplificado na Figura 12.



Figura 12: Sonorizadores aplicados numa via. FONTE: BRTRANS (1999)

O estreitamento visual da via através de um canteiro central, conforme exemplo da Figura 13, que pode possuir vegetação ou não, é útil em provocar a ilusão de

diminuição da largura da via, fazendo com que o condutor tome uma postura mais prudente no trânsito. Além de reforçar a moderação da velocidade, contribui para a valorização do ambiente, aumentando a arborização.



Figura 13: Canteiro central com vegetação colaborando para o efeito de “Largura óptica”. FONTE: BRTRANS (1999)

Os espaços compartilhados partem do pressuposto de abandono da tradicional divisão física entre a pista e a calçada, ou seja, os usuários da via compartilham o mesmo espaço, conforme mostrado na Figura 14. Neste espaço, o pedestre tem liberdade de movimento e os veículos trafegam na velocidade de caminhar, em respeito ao modo mais frágil. O dispositivo é menos eficaz no quesito redução de velocidade, apresentando uma redução do tipo C, porém confere uma maior liberdade de movimentação ao pedestre.



Figura 14: Espaço compartilhado em área comercial, onde a delimitação da calçada é feita através da diferenciação do revestimento. FONTE: (BHTRANS, 1999)

3 METODOLOGIA

Este trabalho tem por objetivo elaborar um projeto visando a melhoria da segurança viária, tanto para os pedestres e ciclistas quanto para as capivaras, na Avenida Vereador Adir Luís de Schueller, localizada no bairro Mirante da Lagoa, região às margens da lagoa de Imboassica, no município de Macaé-RJ. Para alcançar este objetivo, a metodologia foi dividida em três etapas: i) investigação e análise do local de estudo; ii) elementos para promoção da segurança viária no local e; iii) elaboração do projeto.

A primeira etapa desta metodologia consiste em coletar informações atuais acerca da geometria e utilização da avenida Vereador Adir Luís de Schueller através de visitas ao local e outras ferramentas, como o Google Earth. Dentre as informações necessárias, destaca-se dimensões da via, existência de infraestrutura cicloviária, sinalização e iluminação. Além disso, realizar um levantamento fotográfico no local a fim de evidenciar os problemas levantados nesse trabalho.

A partir dos resultados da primeira etapa, parte-se para segunda etapa, que consiste na análise das características do local elencando-se elementos para a promoção da segurança viária da avenida em estudo, como melhorias na geometria e dispositivos de moderação de tráfego. Para a escolha das melhorias a serem realizadas, deve-se levar em consideração as soluções que possam ser implementadas a curto prazo, sem grandes

intervenções ou a necessidade de uma reconstrução completa da via. Tais critérios permitem que o problema possa ser minimizado sem que sejam necessários esforços demasiados, tornando possível a sua aplicabilidade.

Por fim, com base nos resultados das etapas anteriores, a terceira e última etapa deste trabalho consiste na elaboração do projeto para o local incorporando-se as medidas moderadoras de tráfego. Visando auxiliar nesta etapa, elencou-se os programas computacionais de modelagem Autodesk AutoCAD e Google SKETCHUP, que são ferramentas do tipo CAD (*Computer Aided Design*, ou desenho assistido por computador) criadas especialmente para o desenvolvimento de projetos no que diz respeito às áreas de arquitetura, construção civil, engenharia, engenharia mecânica, indústria automobilística, etc.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DO LOCAL DE ESTUDO

A avenida Vereador Adir Luís de Schueller está localizada no bairro Mirante da Lagoa, na cidade de Macaé/RJ, às margens da lagoa de Imboassica, como ilustrado na Figura 15, com a via destacada em amarelo. Este estudo aborda soluções que podem ser empregadas ao longo de toda a via, com capacidade de uma transformação completa no modo dos moradores enxergarem a mobilidade urbana.



Figura 15: Bairro Mirante da Lagoa. Fonte: Google Earth.

De acordo com o mapa de zoneamento da cidade, o bairro está localizado na ZR 5, caracterizado como uma zona residencial. O bairro é caracterizado por possuir, em sua maioria, residências e alguns comércios em sua rua principal. Há somente uma entrada e uma saída para o bairro, o que faz com que ele se assemelhe aos condomínios fechados existentes em outras áreas da cidade, possuindo até mesmo uma portaria.

As vias no interior do bairro apresentam fluxo em mão dupla em todas as ruas, a maioria das ruas não possuem calçamento e as calçadas são irregulares. Na avenida Vereador Adir Luís de Schueller, há calçada em somente um dos lados, o lado oposto à margem da lagoa e é o único local destinado ao tráfego de pedestres na avenida. Porém, as calçadas encontram-se completamente irregulares, dificultando o trânsito de pedestres.

Em visita de campo, foi possível coletar algumas informações sobre as dimensões e geometria da via. A avenida possui aproximadamente 2,14 Km de extensão, duas faixas de rolamento em regime de mão dupla e uma faixa para acostamento ao lado da calçada.

A via também conta com uma ciclofaixa no lado oposto à calçada, onde somadas as larguras desses elementos, totalizam 9 metros de largura para a avenida.

Observou-se que a via é bastante utilizada pelos moradores para prática de esportes, pesca e lazer. Nos fins de semana, o fluxo de pessoas é ainda maior, evidenciando a necessidade de melhorar a segurança para pedestres, ciclistas, motoristas e animais no local. Na Figura 16, por exemplo, é possível observar pessoas pescando às margens da lagoa.

Figura 16: Moradores utilizando a lagoa para pesca e lazer. FONTE: O autor

Durante o levantamento, evidenciou-se ciclistas pedalando fora da ciclofaixa, incluindo uma criança e um adulto pedalando na contramão, enquanto um casal caminha onde deveriam estar os ciclistas, como apresentado na Figura 17. Isso pode ser causado, por exemplo, em decorrência de falta de sinalização adequada ou largura insuficiente na ciclovia, ou, até mesmo, por haver pedestres caminhando na ciclofaixa, já que não há um local adequado à prática de caminhada.

Figura 17: Moradores utilizando a lagoa para pesca e lazer e esportes. FONTE: O autor

Há uma ciclofaixa delimitada na avenida apenas por sinalização horizontal. Porém, a sinalização horizontal encontra-se comprometida, conforme evidenciado na Figura 18, o que acaba por gerar um risco aos ciclistas do local. Na Figura 18 e Figura 19 fica evidente a falta de sinalização na ciclofaixa, onde há marcas de sinalização antiga demarcada na via, e a ausência de um espaço adequado para realizar caminhadas.

Figura 18: Ciclofaixa com sinalização horizontal comprometida. FONTE: O autor

Figura 19: Ciclofaixa com sinalização horizontal comprometida. FONTE: O autor

Foi possível notar que as capivaras estão habituadas à presença humana e de veículos, podendo ser notado pela falta de incômodo dos animais com a proximidade dos veículos. Na Figura 20 há duas capivaras pastando às margens da avenida enquanto os veículos passam ao lado, muitas vezes em alta velocidade devido à ausência de dispositivos de redução de velocidade.



Figura 20: Capivaras pastando próximo ao fluxo de veículos. Fonte: O autor

A fim de conscientizar os motoristas a respeito da presença dos animais no local, a prefeitura instalou placas indicando a existência de capivaras na via, o que demonstra

uma preocupação a respeito dos acidentes envolvendo os animais. Na Figura 21, observa-se uma placa com o aviso da presença dos animais às margens da lagoa.

Figura 21: Placa indicando a presença de capivaras. FONTE: O autor

Figura 22: Placa de alerta quanto à presença de capivaras

4.2 ELEMENTOS PARA PROMOÇÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA DA VIA

A fim de mitigar os problemas identificados na seção anterior, propõem-se tanto a implantação de dispositivos de moderação de tráfego quanto melhorias nos passeios e ciclovias. Sugere-se, ainda, um plano de operação aos fins de semana visando priorizar os transportes ativos.

4.2.1 Elementos para moderação do tráfego

Com base na revisão bibliográfica apresentada, os dispositivos moderadores de tráfego propostos para serem implementados no projeto da avenida em estudo foram as plataformas e o canteiro central.

As plataformas são medidas adequadas a esta situação pois conferem uma redução de velocidade à via, criam pontos de travessias de pedestres, já que o local é muito utilizado para fins de lazer, e podem ser implementados tanto em cruzamentos quanto em locais retilíneos. Esse dispositivo não requer a reconstrução total da via, o que acaba por baratear o projeto, e pode ser aplicado em pontos estratégicos ao longo da avenida. De acordo com o sumário dos efeitos e da aplicação das medidas de *traffic calming* (BHTRANS, 1999), as plataformas, que estão classificados dentro das deflexões verticais, garantem o percentil 85 abaixo da velocidade máxima desejada, sendo recomendado para o tipo de via em estudo: com característica residencial, com espaços para pedestres e áreas compartilhadas.

As plataformas podem ser instaladas próximos às esquinas para que haja mais faixas elevadas na via, reforçando a redução de velocidade por parte dos motoristas. Esses dispositivos também podem ser utilizados para travessia de pedestres, podendo receber faixas de pedestres e placas de sinalização para indicar a travessia.

O desenho das plataformas adotadas deve seguir as recomendações do manual de medidas moderadoras de tráfego, que sugere adotar a inclinação da rampa das plataformas conforme ilustrado na Figura 23.

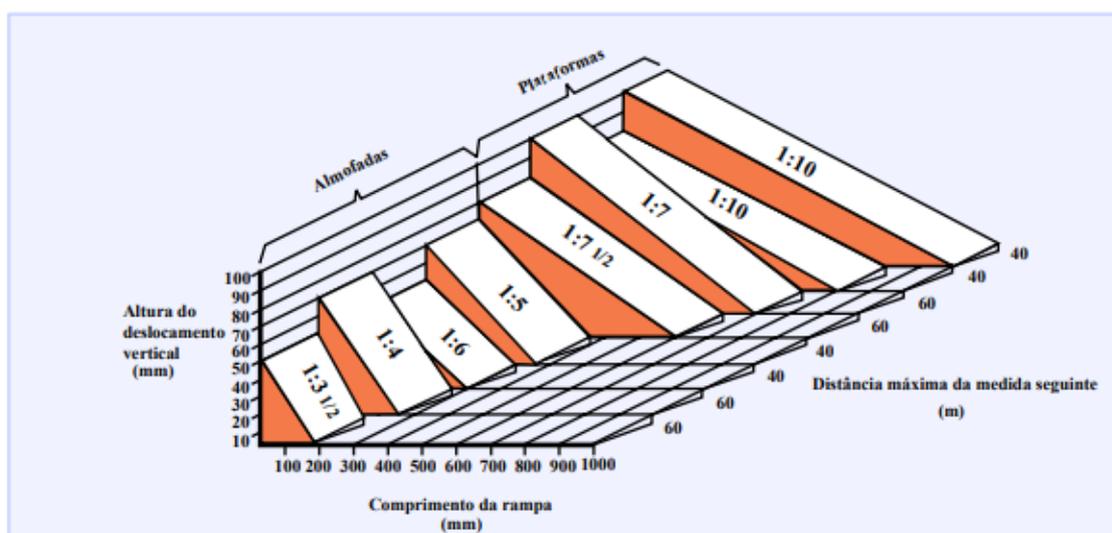


Figura 23: Dimensões de rampa para plataformas e almofadas. FONTE: BHTRANS (1999)

Para o comprimento da plataforma, a Tabela 3 foi elaborada a fim de descrever as dimensões recomendadas.

Tabela 3: Dimensões para plataforma (perfil trapezoidal). FONTE: BHTRANS (1999)

	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Dimensões mais usuais (mm)
Comprimento total (CT)	3700	7000	3700
Comprimento da plataforma (CP)	2500	5000	2500
Comprimento da rampa lateral (RL)	150	300	150 – 300
Comprimento da rampa frontal (RF)	600	1200	600
Altura (h)	50	120	75 – 100
Largura total	Largura total da via ou com um vão de 200 mm entre o início da plataforma e o meio-fio (permitindo uma melhor drenagem)		

Já o canteiro central pode ser aplicado nesse caso com o intuito de causar uma ilusão de estreitamento da via. Essa medida, aliada às plataformas, acarretará numa redução significativa da velocidade na avenida. Enquadrado no item “largura ótica”, serve como um incentivo à redução da velocidade, melhora a aparência da via e, também, é aplicável a este tipo de avenida, já que ela está situada num bairro residencial e, de acordo com o Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego (BHTRANS, 1999), na Tabela 2, para este tipo de via.

4.2.2 Melhorias para os transportes ativos

4.2.2.1 Ciclistas

Somado a isso, se faz necessário transformar a ciclofaixa em ciclovia, instalando um delimitador entre a ciclovia e a faixa de rolagem, com sinalização horizontal e vertical adequadas. Essa medida visa criar um ambiente seguro para o tráfego de ciclistas, incentivando-os a pedalam dentro do espaço destinado a eles.

As ciclofaixas (Figura 25) são uma parte da pista de rolamento, canteiro ou calçada destinada à circulação exclusiva de bicicletas, delimitada somente por sinalização específica. Já as ciclovias (Figura 24), são uma pista de uso exclusivo de bicicletas delimitada com algum separador físico que a segrega do tráfego comum.



Figura 24: Exemplo de ciclovia. FONTE: Mobilize Brasil (2021)



Figura 25: Exemplo de ciclofaixa. FONTE: Mobilize Brasil (2021)

Há, no município, um projeto cicloviário que prevê a construção de uma ciclovia na RJ-106, próxima à entrada do bairro Mirante da Lagoa. Recomenda-se que a ciclovia proposta na via em estudo tenha conectividade com a malha cicloviária do município, facilitando o acesso ao bairro a partir de transporte ativo e garantindo uma mobilidade completa para os ciclistas que queiram entrar e sair do bairro.

4.2.2.2 Pedestres

A calçada também é peça fundamental para a melhoria da segurança dos usuários e redução de acidentes com pedestres. Atualmente, as calçadas estão desniveladas, sem calçamento em grande parte de sua extensão e sem rebaixamento (rampas) nas calçadas para acessibilidade, oferecendo um risco aos pedestres que ali caminham e impossibilitando a utilização do espaço por parte de Pessoas com Deficiência (PcD).

Logo, faz-se necessário a adequação das calçadas segundo às normas estabelecidas na NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, que estabelece largura mínima de 1,2 metros de faixa livre para a circulação (Figura 26). Com isso, espera-se que os pedestres evitem utilizar o espaço

destinado aos ciclistas para prática de caminhada e passem a possuir um local adequado e seguro para tal prática.

“Faixa livre ou passeio: destina-se exclusivamente à circulação de pedestres, deve ser livre de qualquer obstáculo, ter inclinação transversal até 3%, ser contínua entre lotes e ter no mínimo 1,20 m de largura e 2,10 m de altura livre”. (NBR 9050, 2015)

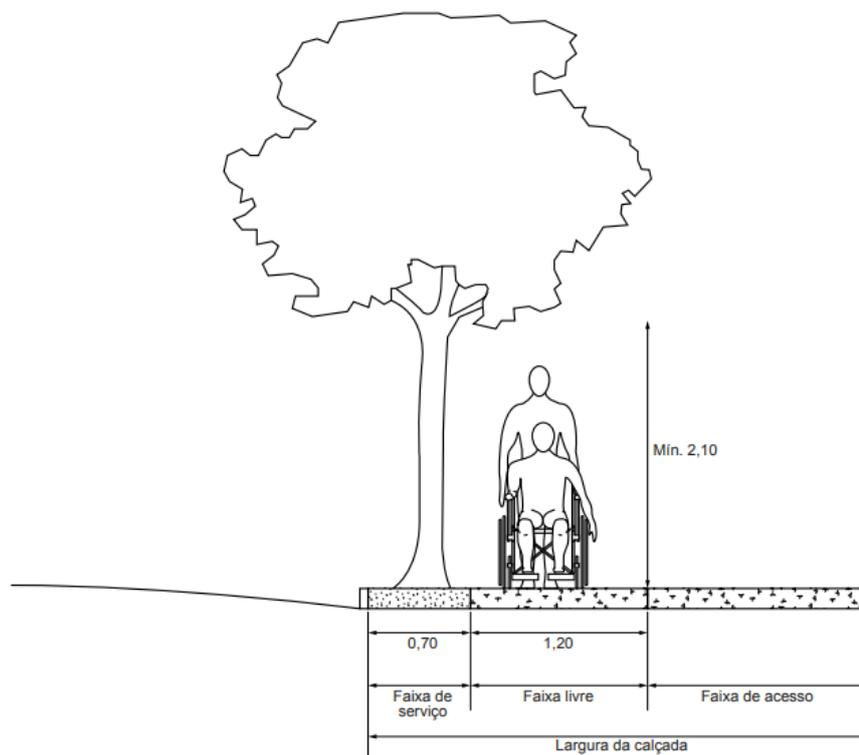


Figura 26: Faixas de uso da calçada – Corte; FONTE: NBR 9050:2015

Ainda sobre as calçadas, o local não possui acessibilidade, pois além das calçadas irregulares, há a ausência de rampas de acesso e ausência de piso tátil. Para que a avenida se torne ideal para todos os usuários, faz-se necessário a adequação das calçadas de acordo com as especificações de acessibilidade definidas na NBR 9050 (Figura 27).

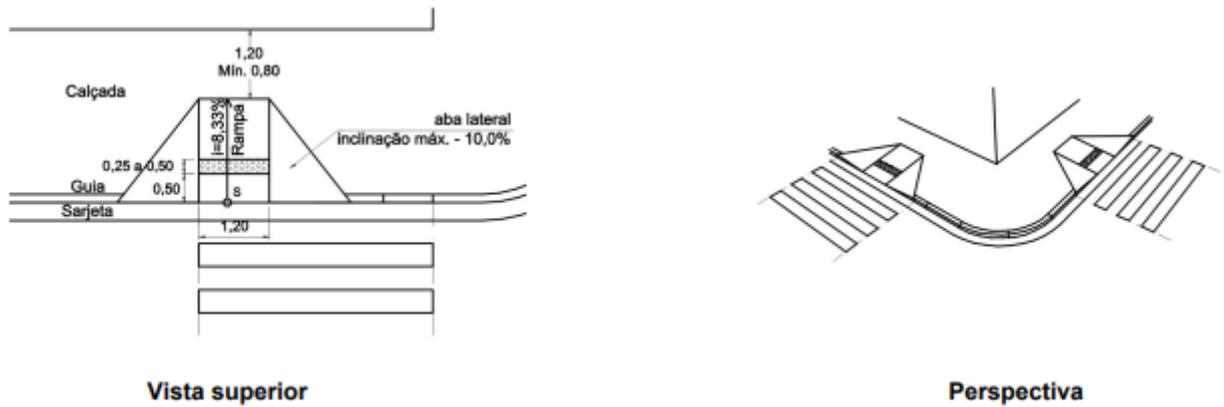


Figura 27: Exemplo de rebaixamento de calçada. FONTE: NBR 9050:2015

Similarmente, é importante a implementação da sinalização tátil (Figura 28), a fim garantir a acessibilidade completa e, assim, tornar o espaço adequado ao uso para todos, conforme prevê o conceito de rua completa. Não se faz necessária a utilização do piso guia em toda a extensão das calçadas, pois as pessoas com deficiência poderão utilizar o meio-fio e os muros como guias, conforme prevê a NBR 9050. Porém, destaca-se a importância de serem colocados nos pontos de alertas.

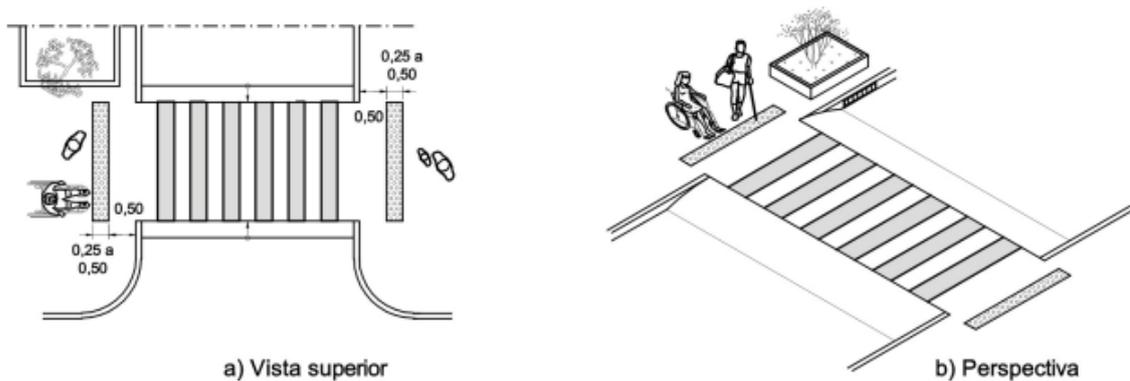


Figura 28: Sinalização tátil aplicada a uma faixa elevada. FONTE: NBR 9050:2015

4.2.2.3 Iluminação

Como pode ser observado na Figura 29, o local apresenta falhas na iluminação pública, o que pode dificultar a visibilidade de motoristas no período noturno, aumentando as chances de acidentes entre veículos, animais, pedestres e ciclistas. A melhoria da iluminação mitigaria os riscos relacionados à falta de visibilidade noturna. Sendo assim, torna-se parte importante do projeto de melhorias a implementação de mais pontos de iluminação na avenida.

Figura 29: Falta de iluminação na avenida durante a noite. FONTE: O Autor.

4.2.3 Plano de operação da via para os fins de semana

De acordo com o Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego (BHTRANS, 1999), as propostas de criação de áreas ambientais devem sempre ser acompanhadas de um projeto urbanístico. Esse projeto pode incluir o fechamento total ou parcial de uma via, desde que seja assegurado o livre acesso de pedestres e, mesmo que limitada, de veículos.

Além do proposto, considerando-se a mudança do comportamento da demanda aos fins de semana, expresso pelo alto fluxo de pessoas utilizando o espaço como área de lazer, há, ainda, a possibilidade de elaboração de um plano de utilização da via aos fins de semana que preze pela segurança dos transportes ativos. Sugere-se isolar uma das faixas da avenida, conforme Figura 30, a mais próxima da lagoa e que tangencia a ciclovia, para que seja utilizada somente por pedestres e ciclistas. A outra faixa de tráfego, no sentido oposto à da lagoa, operaria exclusivamente para veículos e com sentido único.

Dessa maneira, o espaço destinado aos pedestres e ciclistas seria ampliado aos finais de semana, quando há aumento significativo na demanda. Além disso, poderia receber ainda mais pessoas para prática de esportes, pesca e lazer, considerando que se tornaria um espaço dedicado a isso, tornando-se um dos principais pontos da cidade com essas características, atraindo novos visitantes do município para tal prática.



Figura 30: Proposta de fechamento de um lado da via. Fonte: O Autor

Desta forma, os sentidos dos fluxos de veículos na região ficariam conforme ilustrado na Figura 31.

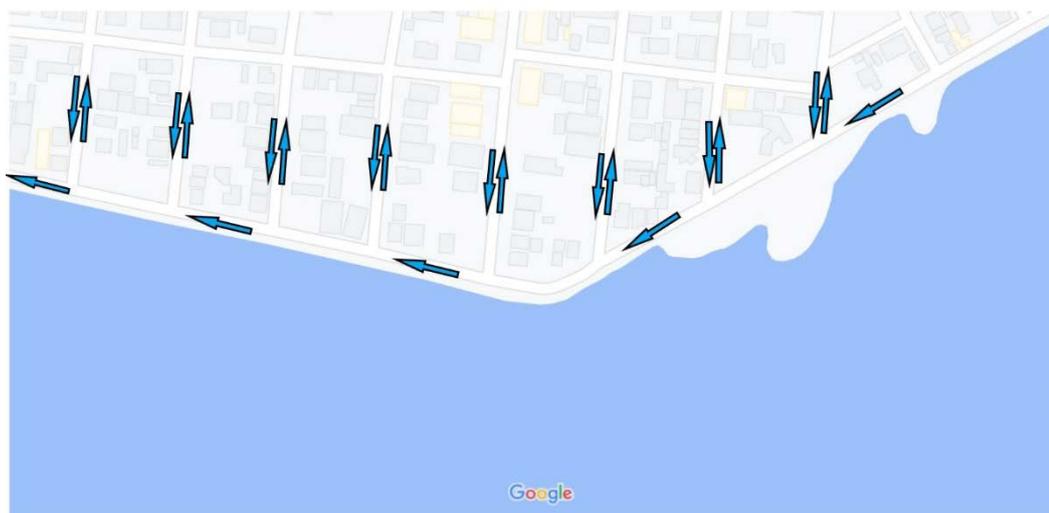


Figura 31: Sugestão de fluxo para operação aos fins de semana. FONTE: Adaptado Google Maps (2021)

4.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO

Diante do exposto nas seções anteriores, apresenta-se, nesta seção, o projeto da via contendo as alterações a serem realizadas visando a promoção da segurança viária.

Inicialmente, foi traçada a planta do bairro e o perfil da via no software AUTOCAD, utilizando-se, como referência, a imagem de satélite fornecida pelo Google. Apesar das sugestões propostas serem para a via como um todo, os desenhos apresentados nesta seção são referentes ao trecho indicado na Figura 32. Com base nas sugestões feitas para esse trecho, é possível replicar para toda a avenida.

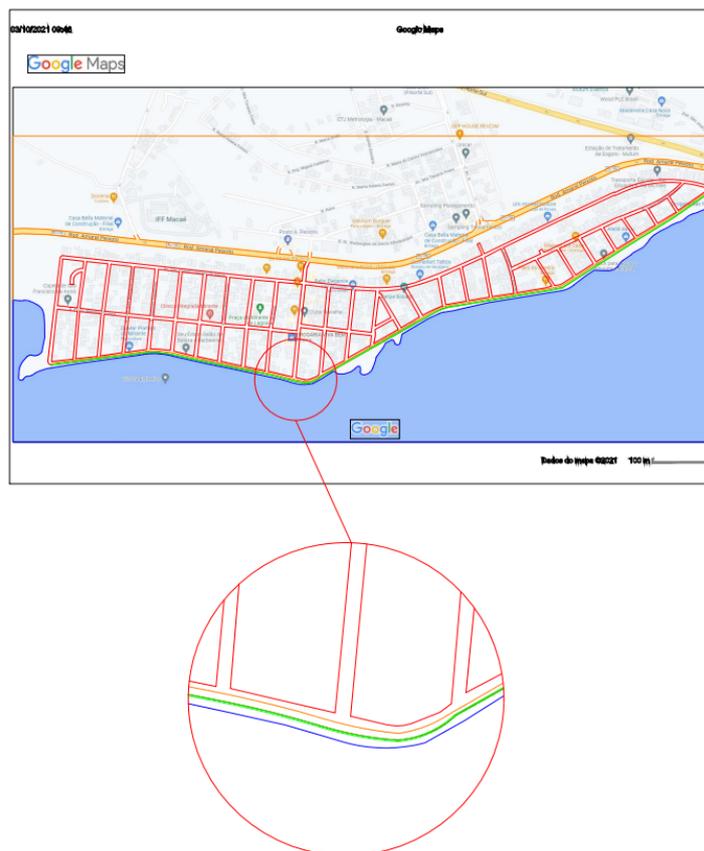


Figura 32: Perfil da via modelado no AUTOCAD. FONTE: O autor.

O projeto conta com a implantação de plataformas (Figura 33 e Figura 34), que foram projetadas de acordo com as dimensões e inclinações recomendadas pelo Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego, a fim de alcançar a redução de velocidade dos veículos que ali trafegam e, conseqüentemente, redução do número de acidentes e aumento da segurança viária. Optou-se por duas plataformas em cada interseção ao invés de apenas uma que ocuparia todo o cruzamento, pois, assim, a distância entre dispositivos é menor, evitando aceleração dos veículos neste percurso.

Além das plataformas, foi projetada a implantação de canteiro central (Figura 33) para que haja a sensação de estreitamento da via e induza os motoristas a reduzirem a velocidade, fazendo com que essa medida seja um reforço à redução de velocidade causada pelas plataformas.



Figura 33: Proposta de plataformas e canteiro central. FONTE: O autor



Figura 34: Proposta de plataformas e canteiro central. FONTE: O autor

A melhoria da sinalização se faz necessária para que haja segurança viária e para que os usuários da via saibam, por exemplo, a direção do fluxo, onde é possível transitar e os espaços destinados a cada tipo de uso.

Por fim, mas não menos importante, foi sugerida a implantação de novos pontos de iluminação para que a visibilidade noturna seja melhorada (Figura 35). Esta melhoria aliada à redução de velocidade proporcionada pelos dispositivos moderadores de tráfego poderá reduzir efetivamente o risco de acidentes no local.



Figura 35: Proposta de plataformas, canteiro central e iluminação. FONTE: O autor

Como a avenida não conta com calçadas regulares e com rampas para garantia da acessibilidade, foi proposto a adequação do calçamento através do nivelamento e regulação em toda a sua extensão, além da instalação de rampas e piso tátil, conforme pode ser observado na Figura 36, a fim de garantir a acessibilidade no local.



Figura 36: Rebaixamento de calçadas com piso tátil. FONTE: O Autor

5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo elaborar um projeto visando a melhoria da segurança viária, tanto para os pedestres e ciclistas quanto para os animais, na Avenida Vereador Adir Luís de Schueller, localizada no bairro Mirante da Lagoa, às margens da lagoa de Imboassica, no município de Macaé-RJ.

Para isso, foram coletadas informações da avenida através de visita, tanto dos elementos físicos da via quanto o comportamento de seus utilizadores, em uma etapa de investigação e análise do local de estudo. Após a coleta dessas informações, as melhorias propostas e que fundamentaram o projeto proposto, basearam-se em três eixos principais: elementos para moderação do tráfego, melhorias para os transportes ativos e plano de operação da via para os fins de semana.

A partir da revisão da literatura, foi possível selecionar os dispositivos moderadores de tráfego mais indicados para a avenida estudada, seguindo os seguintes princípios estabelecidos inicialmente: baixa complexidade para implantação, custo reduzido e maior eficiência na redução de velocidade. As alterações propostas se baseiam na instalação de plataformas, que se enquadram nos dispositivos classificados como os que causam as maiores reduções de velocidade (tipo A), e de canteiros centrais, que servirão como medida de reforço para a redução de velocidade.

Para os transportes ativos, foram sugeridas melhorias na infraestrutura cicloviária, nas sinalizações verticais e horizontais, na geometria e acessibilidade dos passeios de pedestres e na iluminação. A combinação dessas intervenções, adicionada à implantação das medidas moderadoras de tráfego, tem o potencial de melhorar a segurança do local para pedestres, ciclistas, animais e motoristas.

Cabe salientar que estas intervenções não representam grandes alterações na avenida, podendo ser implementadas no curto prazo, significando um enorme acréscimo de qualidade de vida para os utilizadores do espaço.

Foi proposto, ainda, um plano de operação da via para os fins de semana, visando tornar a avenida um local que prioriza pedestres e ciclistas, capaz de harmonizar os usuários e o entorno, aumentando a qualidade de vida da população e incentivando à prática de esportes e ao uso de transportes não motorizados.

O possível sucesso resultante da implementação dessas medidas na avenida Vereador Adir Luís de Schueller, pode incentivar as prefeituras da cidade de Macaé e

idades vizinhas a implementarem medidas semelhantes em outras regiões do município, principalmente onde há maiores índices de acidentes em que somente a sinalização de trânsito não tem sido eficaz.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se avaliar a implantação de *traffic calming* e do conceito de ruas completas para outras áreas da cidade, principalmente naquelas em que há maior índice de acidentes de trânsito (principalmente atropelamentos de pedestres e ciclistas) e/ou em locais com alta demanda de pedestres e ciclistas, como ao longo da orla. Além disso, caso as medidas propostas para a Avenida Adir Luís de Schueller sejam executadas, sugere-se, como trabalho futuro estudar a eficácia das medidas moderadoras de tráfego implantadas no aumento da segurança da via e redução de velocidade e acidentes. Além disso, com a execução das propostas, o local pode vir a se tornar um polo gerador de viagens, o que aumentaria o fluxo de pessoas e veículos no bairro. Desta forma, sugere-se realizar estudos de demanda futura para a região e estudos a fim de verificar a necessidade de instalação de semáforos para controle de fluxo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Ariádina Maria Reis de; BIONDI, Daniela; MONTEIRO FILHO, Emygdio Leite de Araújo. Dinâmica e biologia de uma população de capivaras em ambiente antrópico, Curitiba-PR. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 2, p. 54-64, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2015. Rio de Janeiro, 2015.

AUTODESK. **AutoCAD 2021**. Versão R.47.0.0. Licença de Estudante. 2021.

BAGER, Alex et al. Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. **Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, n. 1, p. 75-86, 2016.

BHTRANS – Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte. **Manual de medidas moderadoras do tráfego - Traffic Calming**. 1999. Disponível em: < https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/imagens/authenticated%2C%20editor_a_bhtrans/manual_traffic_calming.pdf >. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

ESTEVES, Ricardo. **Cenários urbanos e traffic calming**. 2003. Tese de Doutorado. Tese-Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro.

FORMAN, Richard TT; ALEXANDER, Lauren E. Roads and their major ecological effects. **Annual review of ecology and systematics**, v. 29, n. 1, p. 207-231, 1998.

GOOGLE. **Google Earth**. Disponível em:< <https://earth.google.com/web/@-22.40738721,-41.83866732,10.02250652a,1796.52598029d,30y,0h,0t,0r>>. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

GOOGLE. **Sketchup**. Versão: 1.3. 2021.

HASS-KLAU, Carmen. **An illustrated guide to traffic calming**. The future way of managing traffic. 1990. Friends of the Earth, London, 1990.

JACOBS, Jane. **The death and life of great American cities**. Vintage Books, New York, 1961.

LAUXEN, Mozart da Silva. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna**: Um guia de procedimentos para tomada de decisão. 2012. 146f. TCC (Especialização) – Diversidade e Conservação da Fauna. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Biociências, Porto Alegre. 2012.

LITMAN, Todd. **Traffic calming: benefits, costs and equity impacts**. Victoria, BC, Canada: Victoria Transport Policy Institute, 1999.

MACAÉ. **Lei Complementar nº 076/2006**: Institui o Plano Diretor do Município de Macaé. Macaé: Prefeitura Municipal de Macaé, 2006. Disponível em: <<http://www.macaee.rj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1270002165.pdf>>. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

Mico-leão-dourado ganha 1º viaduto vegetado do Brasil, uma ponte para o futuro da espécie. **G1**, 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-dos-lagos/noticia/2020/08/02/mico-leao-dourado-ganha-1o-viaduto-vegetado-do-brasil-uma-ponte-para-o-futuro-da-especie.ghtml>. Acesso em: 18 de dezembro de 2021.

PLAZA, Conrado Vidotte et al. Análise das condições de segurança nos deslocamentos dos usuários da Via Lacerda Agostinho–Linha Azul, Macaé-RJ. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, n. 20, p. 125-154, 2021.

PREFEITURA DE JUNDIAÍ. Traffic Calming dá Mais Segurança ao Trânsito em Jundiaí. **G1**, 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/especial-publicitario/novidades-em-jundiai/noticia/2015/10/traffic-calming-da-mais-seguranca-ao-transito-em-jundiai.html>>. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ. **Zoneamento da cidade**. Disponível em: <http://www.macaee.rj.gov.br/geomacaee/conteudo/titulo/zoneamento>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

RJ-106 em Macaé Recebe Placas com Sinalização de Animais Silvestres. **G1**, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/regiao-dos-lagos/noticia/2021/07/06/rj-106-em-macaee-recebe-placas-com-sinalizacao-de-animais-silvestres.ghtml>>. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

SAIBA A DIFERENÇA DE CICLOVIA, CICLOFAIXA E CICLORROTA. **Mobilize brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/noticias/1221/saiba-a-diferenca-de-ciclovias-ciclofaixas-e-ciclorrotas.html>>. Acesso em: 07 de dezembro de 2021.

SARAGIOTTO, Daniela. Mortes no Trânsito: Tráfego brasileiro mata 1 pessoa a cada 15 minutos. **Estadão**, 2020. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-com-seguranca/mortes-no-transito-brasileiro-mata-1-pessoa-a-cada-15-minutos/>> Acesso em: 06 de novembro de 2021.

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E TRÂNSITO. Segurança no Trânsito: prefeitura começa a instalação de “traffic calming” na cidade. **Prefeitura de São Gabriel do Oeste**, 2019. Disponível em: <http://www.saogabriel.ms.gov.br/imprensa/noticias/seguranca-no-transito-prefeitura-comeca-a-instalacao-de-traffic-calming-na-cidade/5213>>. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

TRANSPORT CANADA. **Complete Streets: Making Canada’s roads safer for all**. Toronto, 2009. Disponível em https://publications.gc.ca/collections/collection_2012/tc/T41-1-72-eng.pdf>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

VALENÇA, Gabriel; SANTOS, Enilson. **A relação entre o conceito de ruas completas e a Política Nacional de Mobilidade Urbana**: aplicação a um projeto viário em Natal-rn, Brasil. **EURE** (Santiago), v. 46, n. 139, p. 73-89, 2020.

VALENÇA, Gabriel; SANTOS, Enilson. O conceito de ruas completas e a infraestrutura cicloviária: A experiência de Toronto, Canadá. **Espacios**, v. 39, n. 8, p. 26-33, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on road safety 2015**. World Health Organization, 2018. Disponível em:

<<https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>>. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2021-2030.** 2020. Disponível em:<<https://www.who.int/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>>. Acesso em: 07 de dezembro de 2021.