



PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO

**MEDIDAS E DISPOSITIVOS DE ENGENHARIA PARA
CONTROLE E MODERAÇÃO DE TRÁFEGO QUANTO À
VELOCIDADE DA VIA: ESTUDO DE CASO DA ZONA 30 DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

ARTHUR SANTANA RODRIGUES BOAVENTURA

MARINA DIAS DE LIMA

Brasília, 24 de janeiro de 2019

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**MEDIDAS E DISPOSITIVOS DE ENGENHARIA PARA
CONTROLE E MODERAÇÃO DE TRÁFEGO QUANTO À
VELOCIDADE DA VIA: ESTUDO DE CASO DA ZONA 30 DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

ARTHUR SANTANA RODRIGUES BOAVENTURA

MARINA DIAS DE LIMA

ORIENTADOR: PROF. JOSÉ MATSUO SHIMOISHI

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM TRANSPORTES

BRASÍLIA / DF: JANEIRO / 2019

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**MEDIDAS E DISPOSITIVOS DE ENGENHARIA PARA
CONTROLE E MODERAÇÃO DE TRÁFEGO QUANTO À
VELOCIDADE DA VIA: ESTUDO DE CASO DA ZONA 30 DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**ARTHUR SANTANA RODRIGUES BOAVENTURA
MARINA DIAS DE LIMA**

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

**Prof. Dr. JOSÉ MATSUO SHIMOISHI (ENC-UnB)
(ORIENTADOR)**

**Prof. Dr^a. FABIANA SERRA DE ARRUDA (ENC-UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**Prof. Dr. FABIO ZANCHETTA (ENC-UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 24 de janeiro de 2019.

FICHA CATALOGRÁFICA

BOAVENTURA, ARTHUR SANTANA RODRIGUES

LIMA, MARINA DIAS DE

Medidas e Dispositivos de Engenharia para Controle e Moderação de Tráfego quanto à Velocidade da Via: Estudo de Caso da Zona 30 da Universidade de Brasília. [Distrito Federal] 2019.

x, 79p, 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2019)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Segurança Viária

2. Zonas 30

3. Moderação de Tráfego

4. Modelagem e Simulação

I. ENC/FT/UnB

II. Título (Bacharel)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BOAVENTURA, A.S.R.; LIMA, M.D.de. (2019). Medidas e Dispositivos de Engenharia para Controle e Moderação de Tráfego quanto à Velocidade da Via: Estudo de Caso da Zona 30 da Universidade de Brasília., Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 79p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Arthur Santana Rodrigues Boaventura e Marina Dias de Lima.

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Medidas e Dispositivos de Engenharia para Controle e Moderação de Tráfego quanto à Velocidade da Via: Estudo de Caso da Zona 30 da Universidade de Brasília.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2019

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

Arthur Santana Rodrigues Boaventura
QI 3, Bloco E, Apto. 105, Guará I
71020-052 – Brasília/DF – Brasil

Marina Dias de Lima
QE 34, Conjunto O, Casa 31, Guará II
72065152 – Brasília/DF – Brasil

RESUMO

É de extrema importância conhecer os fatores que levam os condutores a ultrapassarem a velocidade estabelecida, tendo em vista que tais fatores podem estar relacionados, entre outros, à falta de sinalização do trecho e seus aspectos físicos e geométricos. O principal objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento das medidas e dispositivos de engenharia utilizados para a moderação de tráfego no que se refere ao controle de velocidade da via. Também, propor um modelo que minimize os riscos de acidentes e colabore com a observância do limite de velocidade na zona 30 situada na Universidade de Brasília (UnB). Para se alcançar os objetivos, foi utilizado um método investigativo baseado em pesquisa, estudo de caso e posteriores modelagens e simulação do perfil adotado como medida moderadora de tráfego e sua correlação com dados obtidos através de medições *in loco*. Além disso, realizou-se uma pesquisa exploratória quantitativa e qualitativa, na qual foi aplicado um questionário a fim de se obter informações sobre o conhecimento e satisfação dos usuários associados ao local de estudo. Foram obtidas 119 respostas, que permitiram definir o perfil desses usuários. Efetuado o estudo de caso e posterior construção de modelos, foi identificada como melhor alternativa a implementação de uma faixa de pedestre elevada como instrumento de controle de velocidade, proporcionando reduções de até 26,5%, a depender de seus padrões construtivos.

Palavras-chave: medidas e dispositivos de engenharia, moderação de tráfego, controle de velocidade, zona 30, estudo de caso.

ABSTRACT

The objective of this work was to perform a study of the engineering measures and devices used for traffic moderation regarding speed control. Also, to propose a model that minimizes the risks of accidents and collaborates with the observance of the speed limit in zone 30, located in the University of Brasília (UnB). It is of extreme importance to identify the factors that lead the drivers to exceed the established speed, considering that such factors may be related, among others, to the lack of proper signalization of the stretch and its physical and geometrical aspects. In order to reach this objective, an investigative method based on research, case study and later modeling was used, as well as the simulation of the profile adopted as a traffic moderation measure and its correlation with data obtained through in loco measurements. In addition, a quantitative and qualitative exploratory research was carried out, in which a questionnaire was applied in order to obtain information about the knowledge and satisfaction of users associated with the study site. 119 responses were obtained, which allowed the profile users to be defined. After the case study and later model construction, the implementation of a raised crosswalk as a speed control instrument was identified as the best alternative, providing reductions up to 26,5%, depending on its construction standards.

Key-words: engineering measures and devices, traffic calming, speed control, zone 30, case study.

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Descritores utilizados para pesquisa de artigos nas bases de dados.....	6
Tabela 2.2 – Revistas com maiores índices de fator de impacto.....	8
Tabela 2.3 – Revistas com maior contagem de registro da <i>Web of Science</i>	9
Tabela 2.4 – Revistas com maior contagem de registro da <i>Scopus</i>	9
Tabela 2.5 – Áreas com maior contagem de registro da <i>Web of Science</i>	10
Tabela 2.6 – Áreas com maior contagem de registro da <i>Scopus</i>	10
Tabela 2.7 – Autores com maior número de citações na <i>Web of Science</i>	13
Tabela 2.8 – Autores com maior número de citações na <i>Scopus</i>	14
Tabela 2.9 – Autores que mais publicaram na <i>Web of Science</i>	15
Tabela 2.10 – Autores que mais publicaram na <i>Scopus</i>	15
Tabela 2.11 – Artigos mais citados na <i>Web of Science</i>	16
Tabela 2.12 – Artigos mais citados na <i>Scopus</i>	17
Tabela 3.1 – Acidentes com vítima, por mês, segundo natureza e tipo no DF.....	30
Tabela 3.2 – Percentual do Acidentes com Vítimas Mortas.....	32
Tabela 3.3 – Comparação entre modelos macroscópicos e microscópicos.....	47
Tabela 5.1 – Erro percentual das velocidades obtidas no software <i>SpeedClock</i> em comparação com as velocidades do velocímetro.....	64
Tabela 5.2 – Resultados de velocidade obtidos para automóveis e motocicletas na Zona 30 com uso do aplicativo <i>SpeedClock</i>	65
Tabela 5.3 – Características geométricas das possibilidades de plataformas.....	66
Tabela 5.4 – resultados obtidos no <i>software</i> SCTA.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Descrição do TEMAC.....	5
Figura 2.2 – Evolução da quantidade de publicações da <i>Web of Science</i>	11
Figura 2.3 – Evolução da quantidade de citações da <i>Web of Science</i>	12
Figura 2.4 – Evolução da quantidade de publicações da <i>Scopus</i>	12
Figura 2.5 – Evolução da quantidade de citações da <i>Scopus</i>	13
Figura 2.6 – Coautoria entre autores da <i>Web of Science</i>	19
Figura 2.7 – Coautoria entre autores da <i>Scopus</i>	19
Figura 2.8 – Cocitação entre autores da <i>Web of Science</i>	20
Figura 2.9 – Cocitação entre autores da <i>Scopus</i>	20
Figura 2.10 – Acoplamento bibliográfico entre autores da <i>Web of Science</i>	21
Figura 2.11 – Acoplamento bibliográfico entre autores da <i>Scopus</i>	21
Figura 3.1 – Três Es da Segurança Viária.....	38
Figura 3.2 – Razões dos Acidentes de Trânsito.....	39
Figura 3.3 – Zonas 20mph (32km/h) no Reino Unido.....	38
Figura 3.4 – Sinais verticais de Entrada e Saída das Zonas de 30km/h.....	40
Figura 3.5 – Representação Gráfica da Entrada da Zona 30.....	40
Figura 3.6 – Prolongamento das calçadas.....	41
Figura 3.7 – Chicanas com ciclovia.....	41
Figura 3.8 – Estacionamento Alternado.....	42
Figura 3.9 – Rotatória.....	43
Figura 3.10 – Ilha de Travessia.....	43
Figura 3.11 – Platô.....	44
Figura 3.12 - Nível de detalhe dos modelos de tráfego.....	46
Figura 4.1 – Localização da via de interesse.....	50
Figura 5.1– Placa utilizada como referência para indicação das Zonas 30 do Distrito Federal.....	52
Figura 5.2 – Locais por onde se definiu a instalação de vias de Zona 30. Em destaque as vias L3 Norte (rosa) e acessos internos da Universidade (vermelho), além dos prédios do Restaurante Universitário (verde), Banco do Brasil (azul) e ICCs (amarelo).....	53
Figura 5.3 – Faixa de Zona 30 que faz a ligação entre a L3 Norte e os ICCs.....	53
Figura 5.4 – Vista superior e corte esquemáticos dos parâmetros geométricos e sinalizações horizontais de uma faixa elevada.....	58
Figura 5.5 – Resultados do Questionário (1).....	59

Figura 5.6 – Resultados do Questionário (2).....	60
Figura 5.7 – Resultados do Questionário (3).....	60
Figura 5.8 – Resultados do Questionário (4).....	61
Figura 5.9 – Resultados do Questionário (5).....	61
Figura 5.10 – Resultados do Questionário (6).....	62
Figura 5.11 – Conformações e dimensões em corte das alternativas possíveis da construção de faixas elevadas.....	66
Figura 5.12 – Modelo representativo da faixa elevada com sinalização vertical.....	67
Figura 5.13 – Modelo representativo das sinalizações vertical e horizontal da Zona 30.....	67
Figura 5.14 – Interface do <i>software</i> SCTA para um veículo percorrendo trecho em aclive	68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. PROBLEMA.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. OBJETIVO GERAL	3
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3. JUSTIFICATIVA.....	4
1.4. ESTRUTURA DO PROJETO FINAL.....	4
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1. APRESENTAÇÃO DA REVISÃO	5
2.2. ETAPA 1: PREPARAÇÃO DA PESQUISA.....	6
2.3. ETAPA 2: APRESENTAÇÃO E INTERRELAÇÃO DOS DADOS	7
2.3.1. ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DAS REVISTAS COM ENFOQUE NA ÁREA	7
2.3.2. SELEÇÃO DAS REVISTAS QUE MAIS PUBLICARAM SOBRE O TEMA DA PESQUISA.....	8
2.3.3. IDENTIFICAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO TEMA ANO A ANO E NÚMERO DE CITAÇÕES	11
2.3.4. IDENTIFICAÇÃO DOS AUTORES E ARTIGOS MAIS CITADOS.....	13
2.4. ETAPA 3: DETALHAMENTO, MODELO INTEGRADOR E VALIDAÇÃO POR EVIDÊNCIAS	18
2.4.1. MAPAS DE CALOR DE COAUTORIA	19
2.4.2. MAPAS DE CALOR DE COCITAÇÃO.....	20
2.4.3. MAPAS DE CALOR DE ACOPLAMENTO BIBLIOGRÁFICO	21
2.4.4 DETERMINAÇÃO DOS ENFOQUES TEÓRICOS	22
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
3.1. SISTEMA VIÁRIO.....	23
3.1.1. USUÁRIOS DA VIA	23
3.1.1.1. PEDESTRES	23
3.1.1.2. CICLISTAS.....	24
3.1.1.3. MOTOCICLISTAS	25
3.1.1.4. AUTOMÓVEIS	26
3.1.2. SEGURANÇA VIÁRIA E ACIDENTES.....	27

3.2. MODERAÇÃO DE TRÁFEGO	32
3.3. ZONAS 30: MEDIDAS E DISPOSITIVOS DE CONTROLE DE VELOCIDADE	36
3.3.1 MEDIDAS MODERADORAS DO TRÁFEGO NAS ZONAS 30	39
3.3.2 DEMARCAÇÃO DAS ENTRADAS	39
3.3.3 ESTREITAMENTO DA VIA	40
3.3.4 TRAVESSIA DE PEDESTRES.....	44
3.4. SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO	44
3.4.1. MODELOS DE SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO.....	45
4. MÉTODO	49
4.1. APRESENTAÇÃO DO MÉTODO	49
4.2. LOCAL DE ESTUDO	49
4.3. OBJETO DE ESTUDO	50
4.4. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	50
5. ANÁLISE E RESULTADOS	51
5.1. ESTUDO DE CASO: ZONA 30 DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA.....	51
5.1.1. PARÂMETROS SUGERIDOS PARA DESENHO E REMODELAÇÃO	54
5.1.1.1. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	54
5.1.1.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL	55
5.1.1.3. FAIXAS DE PEDESTRE ELEVADAS (“Lombofaixas”)	55
5.1.2. PESQUISA DE CAMPO	59
5.1.2.1. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	59
5.1.2.2. DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE VELOCIDADE DOS USUÁRIOS MOTORIZADOS NA ZONA 30.....	62
5.1.2.3. PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DA FAIXA DE PEDESTRE ELEVADA.....	65
5.1.2.4. MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO COM A IMPLEMENTAÇÃO DE SINALIZAÇÕES HORIZONTAL, VERTICAL E FAIXA ELEVADA	67
6. CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	77
APÊNDICE B - INSTRUMENTO UTILIZADO PARA COLETA DE DADOS.....	78

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento e evolução das cidades, há o crescimento do número de vias e dos veículos que nela estão inseridos. Devido a um crescimento irregular e desalinhado, as vias acabam sendo concebidas por meio de projetos com um nível e padrão de manutenção deficitários no que concerne a segurança viária, tornando-se uma fonte causadora de perigo para seus usuários. Dentro da complexa estrutura de uma cidade, é necessário que haja um entendimento adequado das normas de trânsito para um bom funcionamento na divisão dos espaços entre carros e pedestres. Porém, por conta de diversas razões, há situações em que seus limites se sobrepõem, ocasionando acidentes. Por exemplo, o resultado disto é uma média de mais de 15.000 veículos envolvidos em acidentes por ano nas vias do Distrito Federal. (GDF/SSP/DETRAN/GEREST, 2017).

Os acidentes de trânsito acabam por gerar despesas excessivas para o indivíduo e a cidade. E não são apenas os custos sociais e ambientais, como os congestionamentos, mas, principalmente, os custos associados às perdas por mortes.

Em uma visão mais geral, são mais de 1,2 milhão de pessoas em todo o mundo que se envolvem em acidentes fatais anualmente. Apenas nas estradas da União Europeia, em 2009, mais de 35.000 pessoas morreram e mais de 1.500.000 ficaram feridas. O custo desses acidentes para a sociedade é enorme e pode ser estimado em aproximadamente 130 bilhões de euros (EC, 2010). À exemplo da Espanha, em 2014, 1.688 pessoas morreram e 9.574 ficaram gravemente feridas. E no Brasil, o número de vítimas que perdem suas vidas anualmente ultrapassa 40 mil e continua crescendo (WRI Brasil, 2016). Ainda, os principais motivos causadores de morte de jovens de 15 a 29 anos são os acidentes de trânsito. (DATASUS, 2012).

Em 2011, houve um comprometimento entre o governo do Brasil e governos de todo o mundo no cumprimento e adoção de medidas para diminuir o número de vítimas envolvidas em incidentes viários devido à Década de Ação pela Segurança no Trânsito (2011/2020), promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2011).

Essa busca por boas práticas de segurança viária reúne um universo de medidas com o intuito de inspirar as autoridades e gestores de trânsito na implementação de ações que tenham como desfecho a melhora dos índices que retratam os acidentes de trânsito. A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2011, elencou cinco fatores de risco relacionados aos incidentes: beber e dirigir, não usar capacete, não usar cinto de segurança, não usar dispositivo de retenção para crianças e exceder a velocidade. Nesse contexto, a legislação do Brasil segue de maneira apropriada quanto ao respeito destes fatores, de forma que propiciou mudança significativa em relação ao emprego e utilização dos instrumentos de segurança e a conscientização dos riscos

associados a eles. Entretanto, as soluções para o excesso de velocidade ainda são pouco trabalhadas. (WRI Brasil, 2016).

Um caminho a ser adotado para modificar o cenário atual e possibilitar um ambiente mais seguro é a aplicação de métodos e técnicas de Moderação de Tráfego ou Acalmia de Tráfego, denominada internacionalmente por *traffic calming*. A moderação de tráfego é estabelecida por diversas intervenções físicas nos locais de vias com um nível elevado de acidentes e, também, em vias que permeiam ambientes residenciais, escolares, hospitalares e/ou que apresentem um alto uso por pedestre e ciclistas, com a finalidade de forçar os motoristas a diminuir a velocidade. O objetivo é que se tenha um tráfego mais seguro para todos.

Segundo Green *et al.* (2008), acalmar o trânsito é uma intervenção com o potencial de tornar as estradas mais seguras de três maneiras. Primeiro, velocidades mais lentas podem dar aos motoristas mais tempo para reagir a outros usuários da estrada. Em segundo lugar, a redução da velocidade de impacto nas colisões no trânsito reduz o número e a gravidade das lesões. E por último, a acalmia do tráfego pode reduzir o tráfego nas ruas residenciais, reduzindo as chances de acidentes em áreas residenciais e aumentando o nível de caminhada e ciclismo.

Quando implementada corretamente, a moderação de tráfego oferece vantagens aos usuários ativos da via, promove a escolha modal e ajuda a gerenciar a demanda de viagens. O número de pedestres e ciclistas mortos quando atingidos por um carro diminui à medida que a velocidade do veículo é reduzida. Um estudo na Suécia concluiu que o risco de ferimentos fatais em 50 km/h é duas vezes maior que 40 km/h e cinco vezes mais que 30 km/h (Rosén e Sander, 2009).

Há uma série de exemplos de utilização da moderação de tráfego que expõem e comprovam o sucesso de seu emprego em muitos países do mundo, especialmente naqueles desenvolvidos. Os exemplos denotam que os instrumentos são utilizados em outros países (EUA, Inglaterra, Holanda, Austrália, Canadá, Itália, entre outros) para combater o tráfego indesejado de veículos em certas áreas, desobediência aos sinais de trânsito, falta de condições para ciclistas e pedestre e, principalmente, problemas por excesso de velocidade. Tais adversidades são diariamente confrontadas nas vias urbanas e rodovias do Brasil (Angelis e Junior, 2004).

Diante disto, a decisão de onde e quais zonas são adequadas a receber as práticas e atuações do *traffic calming* é realizada por meio da análise das vias com problemas mais graves de segurança viária por meio da caracterização dos acidentes e identificação de ajustes técnicos a serem tomados. Nesse sentido, as Zonas 30 (Z30), zonas com aplicabilidade do *traffic calming* e com velocidade máxima regulamentada em 30 km/h, são cada vez mais atribuídas como soluções promissoras e que permitem compatibilizar a gestão do tráfego com o desenho urbano,

de forma a condicionar a velocidade e o volume de veículos motorizados e, assim, promover a segurança, atratividade e qualidade de vida nesses espaços (IMTT/Transitec, 2011).

Os modelos e categorias de intervenção de moderação de tráfego utilizadas em locais que apresentam disfunções relacionadas à segurança viária permitem verificar, ainda, sua eficiência em relação à diminuição de acidentes para com todos os usuários da via.

1.1. PROBLEMA

Características de informalidade e heterogeneidade relacionadas à sinalização das vias e zonas podem trazer dificuldades para os usuários do sistema no que se refere à observância das leis de trânsito, porém, a sinalização adequada não garante, por exemplo, que os motoristas respeitarão o limite de velocidade da via. Sendo assim, e considerando a Engenharia de Tráfego como uma ferramenta capaz de induzir e transformar o comportamento dos agentes de trânsito, por meio de interferências físicas no projeto viário. Quais são as medidas de Engenharia para o controle de velocidade da via, quais delas poderiam ser utilizadas no projeto piloto da Zona 30km/h da Universidade de Brasília (UnB)?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste estudo é realizar um levantamento das medidas e dispositivos de engenharia utilizados para moderação e controle de velocidade da via de zona 30 da Universidade de Brasília.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contextualizar os mecanismos utilizados para o controle de velocidade da via, relacionados à engenharia de tráfego, no Brasil e em outros países;
- Verificar as possibilidades de implementação e eficiência dos instrumentos de engenharia na observância do limite de velocidade na “Zona 30” da Universidade de Brasília; e
- Criar modelos e testar simulações das possibilidades de implementação de dispositivos moderadores de tráfego.

1.3. JUSTIFICATIVA

A Moderação de Tráfego, chamada internacionalmente de *traffic calming*, tem como finalidade melhorar a qualidade e uso das vias com a diminuição dos riscos de acidentes de trânsito, atingidos por meio do controle do volume e da velocidade do tráfego, mediante a intervenções físicas na estrutura viária e sinalização (Cupolillo, 2006). Para Mello Jorge e Sumie Koizume (2006), o problema de trânsito no Brasil é um mosaico, do qual diversos setores fazem parte, tais como: segurança, engenharia ligada a indústria automobilística e aos transportes, educação, legislação, entre outras. Em concordância, Ferraz *et al.* (2008) afirmam que para se reduzir a ocorrência e a severidade dos acidentes deve-se investir em três áreas distintas: Engenharia, Educação e Esforço Legal.

Diante disto, observa-se a necessidade da implementação de mecanismos que venham auxiliar no cumprimento das leis de trânsito, no intuito de propiciar um ambiente que promova a segurança de seus usuários, com menores chances de incidentes. Para Leal *et al.* (1997), uma abordagem interessante para Moderação de Tráfego baseia-se na divisão das medidas de implementação em dois estágios: i) estudos, observações, educação, esforços para a efetivação das leis e o envolvimento público; ii) alterações físicas e estabelecimento de dispositivos físicos próprios de Moderação de Tráfego.

Nesse sentido, a Engenharia surge como a alternativa a ser adotada no que tange ao redesenho urbano, por meio da introdução ou remanejamento de elementos que estimulem os veículos a trafegarem na velocidade regulamentada. As medidas a serem adotadas trabalham em conjunto para que se criem áreas com velocidade máxima reduzida, usualmente chamada de “Zona 30”, quando o limite implantado é 30km/h. (WRI Brasil, 2016)

1.4. ESTRUTURA DO PROJETO FINAL

O presente estudo está organizado em 7 capítulos. O capítulo 1 contempla a introdução, em que são apresentados uma contextualização do projeto, o problema, os objetivos, a justificativa e a estrutura utilizada. O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura realizada a partir da teoria do enfoque meta analítico. O Capítulo 3 apresenta a fundamentação teórica, que contextualiza o sistema viário, definindo seus usuários, a segurança viária seus os acidentes, bem como as práticas de moderação de tráfego e simulações de tráfego. O Capítulo 4 apresenta o método utilizado no estudo. O Capítulo 5 se dá pelas análises e resultados advindos do estudo de caso da Zona 30 da Universidade de Brasília. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões do projeto.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 APRESENTAÇÃO DA REVISÃO

Antes de iniciar uma pesquisa de caráter científico é importante que se elabore uma busca sobre o tema proposto por ela, no intuito de conhecer e compreender o que já foi estudado e desenvolvido a respeito do tema em questão. Dessa forma, a revisão da literatura se mostra essencial para identificação dos progressos obtidos a partir dos estudos até o momento atual, impedindo assim, com que a aplicação de tempo e esforço sejam perdidas no estudo de algo já conhecido em uma abordagem semelhante à de outro pesquisador.

No passado, a realização de buscas por informações era de um elevado grau de dificuldade, pois, não existia nenhuma plataforma, programa ou base de dados com todos esses dados de forma consolidada. Entretanto, com o advento da *internet*, novas tecnologias e *softwares* foram desenvolvidos a fim de auxiliar no compartilhamento e buscas de estudos já realizados, atenuando dessa maneira, a dificuldade em encontrar pesquisas já efetuadas por terceiros. Porém, o excessivo número de programas e bancos de dados disponíveis nos dias de hoje, fez com que um novo obstáculo surgisse. De acordo com Shirky (2011), o aumento da capacidade de produção intelectual e disseminação de conteúdo fez com que a quantidade de material disponível na rede mundial de computadores crescesse de tal forma que muitos acabem por enfrentar dificuldades, em lidar com o excesso de informações, na hora de realizar uma pesquisa na rede mundial de computadores.

A metodologia adotada para a revisão da literatura desta pesquisa foi o modelo unificado chamado de Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado – TEMAC, proposta por Mariano *et al* 2017, que permite a inclusão de diversas bases de dados, de forma a ampliar o alcance de busca do pesquisador por meio de um leque mais abrangente relativo ao número de publicações e anos considerados.

Dessa forma, prosseguiu-se para as etapas constituintes do TEMAC, sendo elas:

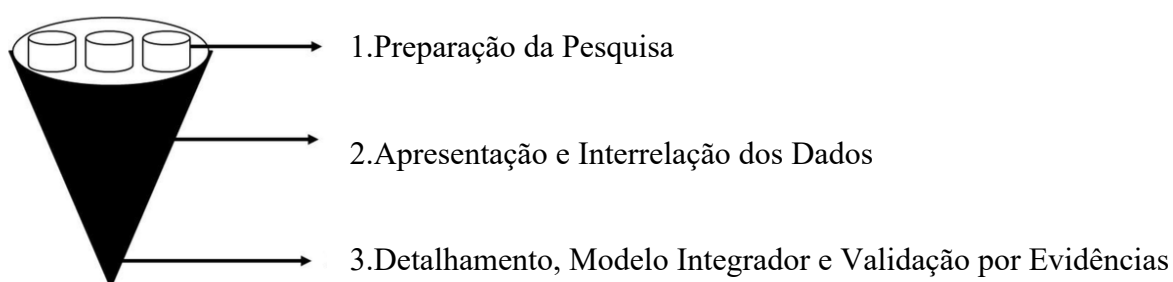


Figura 2.1 – Descrição do TEMAC.

Fonte: Mariano e Rocha (2017)

2.2 ETAPA 1: PREPARAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa teve como foco os métodos e dispositivos utilizados no controle da velocidade de vias urbanas visando a segurança de seus usuários, de forma que no primeiro passo definiram-se como palavras-chave para a pesquisa os descritores como *Traffic Calming*, *Traffic Behavior*, *Traffic Safety*, *Road Speed Control*, *Road Speed Limit*, e, ainda, a combinação desses descritores com a palavra *Safety* e outros que se fizeram adequados para a pesquisa por meio do uso da ferramenta *and* na aba de pesquisa.

As bases de dados utilizadas foram a *Web of Science* e *Scopus*, por serem bases de dados padronizadas e de qualidades reconhecidas. O raio de alcance de busca foi de 1945-2018 e os resultados foram filtrados por categorias principais com uso da ferramenta *or* para maior abrangência e interseção de resultados, sendo elas: *Transportation*, *Engineering Civil*, e *Transportation Science Technology* na *Web of Science*, de forma que se obteve 209 resultados que compõem a amostra da pesquisa. Já na base de dados *Scopus* são permitidas menos categorias de filtragem do que na *Web of Science* e, portanto, foi selecionada a categoria *Engineering*, chegando ao resultado de 219 artigos que compõem esta segunda amostragem. A maioria dos resultados que se apresentaram com maior grau de relevância publicados na base de dados é dos Estados Unidos, Austrália, Canadá e Inglaterra, em ambas as bases de dados utilizadas.

Na tabela 2.1 são apresentados de forma mais detalhada os descritores de busca utilizados em ambas bases de dados para obtenção da amostragem da pesquisa:

Tabela 2.1 – Descritores utilizados para pesquisa de artigos nas bases de dados.

DESCRITORES DE BUSCA	
GRUPO A	"Traffic Calming"
	"Traffic Behaviour"
	"Traffic Safety"
	"Road Speed Control"
GRUPO B	"Road Speed Limit"
	"Traffic Calming" AND "Safety"
	"Traffic Behaviour" AND "Safety"
	"Road Speed Control" AND "Safety"
	"Road Speed Limit" AND "Safety"

2.3. ETAPA 2: APRESENTAÇÃO E INTERRELAÇÃO DOS DADOS

Antes de seguir para a próxima etapa do TEMAC, deve-se compreender o que se tem por fator de impacto (FI) de uma pesquisa ou artigo. Esse indicador representa a frequência com que um artigo é citado e, assim, o classifica e o avalia na referida base de dados. Passou a ser considerado como um critério de avaliação a partir da década de 60 quando o diretor do *Institute of Scientific Information* (ISI) e criador da base de dados *Science Citation Index* (SCI) o utilizou como forma de avaliar as revistas contidas na base de dados (MARZIALE e MENDES, 2002).

O valor do fator de impacto é conseguido por meio da divisão do número total de citações dos artigos acumulados nos últimos dois anos pelo total acumulado de artigos publicados pela revista no referido período (MARZIALE e MENDES, 2002). A equação pode ser verificada abaixo:

$$F.I._{2018} = \frac{C1+C2}{P1+P2} \quad (1)$$

Em que:

F.I.₂₀₁₈: fator de impacto no ano de 2018

C1: número de citações no ano de 2017;

C2: número de citações no ano de 2016;

P1 = número de publicações da revista no ano de 2017; e

P2 = número de publicações no ano de 2016.

Os resultados obtidos por meio do cálculo da equação são publicados anualmente na plataforma do *Journal Citation Reports* (JCR) presente no site *Web of Science* e são realizados pelo *Institute of Scientific Information* (ISI).

2.3.1 ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DAS REVISTAS COM ENFOQUE NA ÁREA

Tendo em vista as bases de dados ISI *Web of Science* e *Scopus*, pode-se observar as revistas com maior fator de impacto na área de pesquisa de Engenharia de Transportes, sendo apresentadas as dez primeiras do *ranking*, como pode ser verificado na Tabela 2.2.

A partir da Tabela 2.2 pode-se observar que nem sempre o maior número de citações representa o maior de impacto, como por exemplo a revista *Transportation B - Transport Dynamics*, que mesmo com apenas 97 citações se encontra na oitava posição da lista.

Tabela 2.2 - Revistas com maiores índices de fator de impacto

POSIÇÃO	NOME DA REVISTA	FATOR DE IMPACTO	NÚMERO DE CITAÇÕES
1	<i>Transportation Research Part B - Methodological</i>	3.769	8.518
2	<i>Transport Reviews</i>	3.329	2.034
3	<i>Transportation Science</i>	3.275	4.456
4	<i>Transportation Research Part E - Logistics and Transportation Review</i>	2.974	4.427
5	<i>Accident Analysis and Prevention</i>	2.685	13.131
6	<i>Journal of Transport Geography</i>	2.675	4.692
7	<i>Transportation</i>	2.633	2.692
8	<i>Transportation Research Part A - Policy and Practice</i>	2.609	6.615
9	<i>Transportation B - Transport Dynamics</i>	2.520	97
10	<i>Journal of Air Transport Management</i>	2.357	2.383

2.3.2 SELEÇÃO DAS REVISTAS QUE MAIS PUBLICARAM SOBRE O TEMA DA PESQUISA

Contudo, nem sempre o tema definido para pesquisa tem a aceitação esperada nas revistas de maior fator de impacto, de forma que os descritores de busca já mencionadas anteriormente foram utilizadas na base de dados e, assim, pode-se elencar as dez revistas com maior fator de impacto e que contém publicações relacionadas aos descritores mencionados na preparação da pesquisa. Dentre os resultados obtidos, destacou-se o número de artigos publicados e as dez revistas com o maior número de registros relacionados aos descritores nas duas bases de dados utilizadas.

Tabela 2.3 - Revistas com maior contagem de registro da *Web of Science*

POSIÇÃO	NOME DA REVISTA	CONTAGEM DE REGISTRO	% DE 209
1	<i>ITE Journal Institute of Transportation Engineers</i>	44	21,052
2	<i>Accident Analysis and Prevention</i>	37	17,703
3	<i>Transportation Research Part D - Transport and Environment</i>	24	11,483
4	<i>Transportation Research Record</i>	20	9,569
5	<i>Baltic Journal of Road and Bridge Engineering</i>	10	4,785
6	<i>Proceedings of The Institution of Civil Engineers Municipal Engineer</i>	10	4,785
7	<i>Transportation Quarterly</i>	10	4,785
8	<i>Transportation Research Part A - Policy and Practice</i>	10	4,785
9	<i>Promet Traffic Transportation</i>	7	3,349
10	<i>Civil Engineering</i>	3	1,914

Tabela 2.4 - Revistas com maior contagem de registro da *Scopus*

POSIÇÃO	NOME DA REVISTA	CONTAGEM DE REGISTRO	% DE 219
1	<i>Transportation Research Record</i>	53	24,201
2	<i>Accident Analysis and Prevention</i>	13	
3	<i>Transportation Research Procedia</i>	11	4,819
4	<i>Baltic Journal of Road And Bridge Engineering</i>	9	4,016
5	<i>ITE Journal Institute of Transportation Engineering</i>	9	4,016
6	<i>Journal of Safety Research</i>	9	4,016
7	<i>Journal Of Traffic And Transportation Engineering English Edition</i>	9	4,016
8	<i>Transportation Research Part F Traffic Psychology And Behaviour</i>	7	3,213
9	<i>Proceedings of The Institution of Civil Engineers Municipal Engineer</i>	4	1,606
10	<i>Promet Traffic Traffico</i>	4	1,606

Com base na Tabela 2.3 e na Tabela 2.4, verifica-se que a revista com maior fator de impacto que apresenta publicações relacionadas aos descritores de interesse tem ênfase na prevenção e análise de acidentes, o que já era esperado, uma vez que é grande parte da motivação do presente trabalho. Ainda, o restante das revistas com os maiores fatores de impacto se encontra, também, nas áreas de pesquisa, prevenção e segurança no âmbito de transportes.

Tabela 2.5 - Áreas com maior contagem de registro da *Web of Science*

POSIÇÃO	ÁREA DE PESQUISA	CONTAGEM DE REGISTRO	% DE 209
1	<i>Transportation</i>	127	60,766
2	<i>Transportation Science Technology</i>	100	47,847
3	<i>Engineering Civil</i>	63	30,144
4	<i>Public Environmental Occupational Health</i>	62	29,665
5	<i>Ergonomics</i>	24	11,483
6	<i>Environmental Studies</i>	15	7,177
7	<i>Transportation Science Technology</i>	14	6,699
8	<i>Social Sciences Interdisciplinary</i>	12	5,742
9	<i>Economics</i>	12	5,742
10	<i>Geography</i>	10	4,785

Tabela 2.6 - Áreas com maior contagem de registro da *Scopus*

POSIÇÃO	ÁREA DE PESQUISA	CONTAGEM DE REGISTRO	% DE 219
1	<i>Engineering</i>	139	63,470
2	<i>Social Sciences</i>	133	60,731
3	<i>Medicine</i>	109	49,772
4	<i>Environmental Science</i>	54	24,658
5	<i>Psychology</i>	9	4,110
6	<i>Transportation Science Technology</i>	9	4,110
7	<i>Chemical Engineering</i>	9	4,110
8	<i>Engineering</i>	4	1,826
9	<i>Engineering Civil</i>	2	0,913
10	<i>Public Environmental Occupational Health</i>	2	0,913

Verificam-se as áreas de pesquisa *Transportation, Transportation Science Technology e Engineering Civil* dentre as cinco que mais pesquisam o tema na *Web of Science*. Enquanto na *Scopus* se encontram apenas as áreas *Engineering e Social Sciences*, o que era esperado, uma vez que nesta base de dados as áreas se apresentam com maior abrangência e menor enfoque específico.

2.3.3 IDENTIFICAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO TEMA ANO A ANO E NÚMERO DE CITAÇÕES

Apresenta-se, a seguir, o número de publicações ao longo dos anos e o respectivo quantitativo de citações a respeito dos descritores já descritas anteriormente conforme as bases de dados do *Web of Science e Scopus*. Verifica-se o crescimento de publicações do referido tema principalmente na última década, comprovando sua relevância científica nos últimos anos.

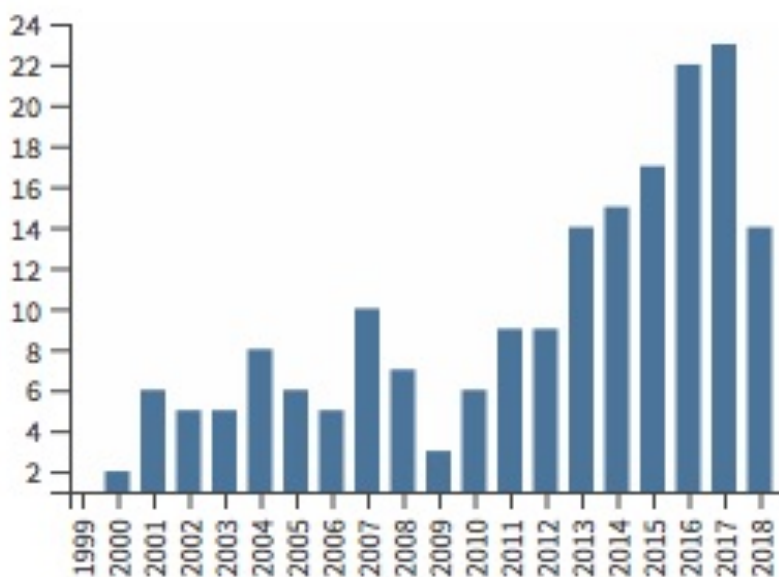


Figura 2.2 - Evolução da quantidade de publicações da *Web of Science*

Ainda, é possível verificar a abrangência do tema pelo número de citações no decorrer dos anos como um alcance representativo, como é mostrado nas Figuras 2.3 e 2.5.

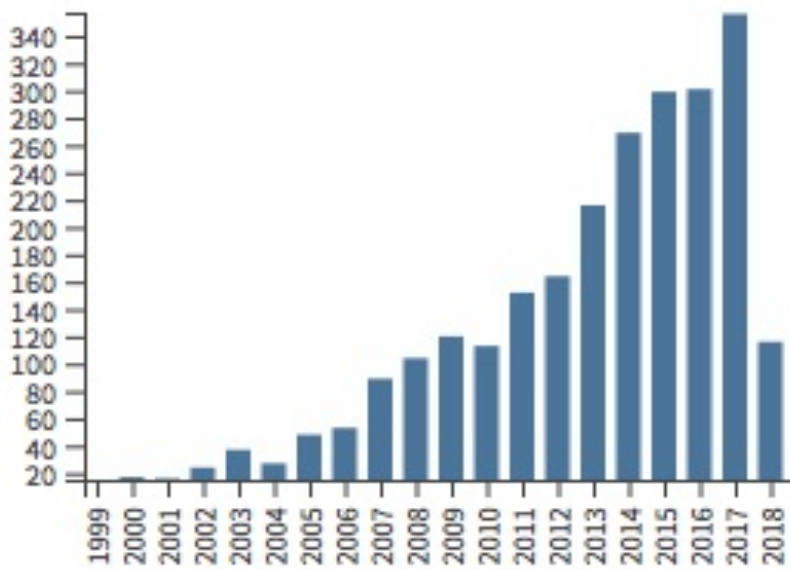


Figura 2.3 - Evolução da quantidade de citações da *Web of Science*

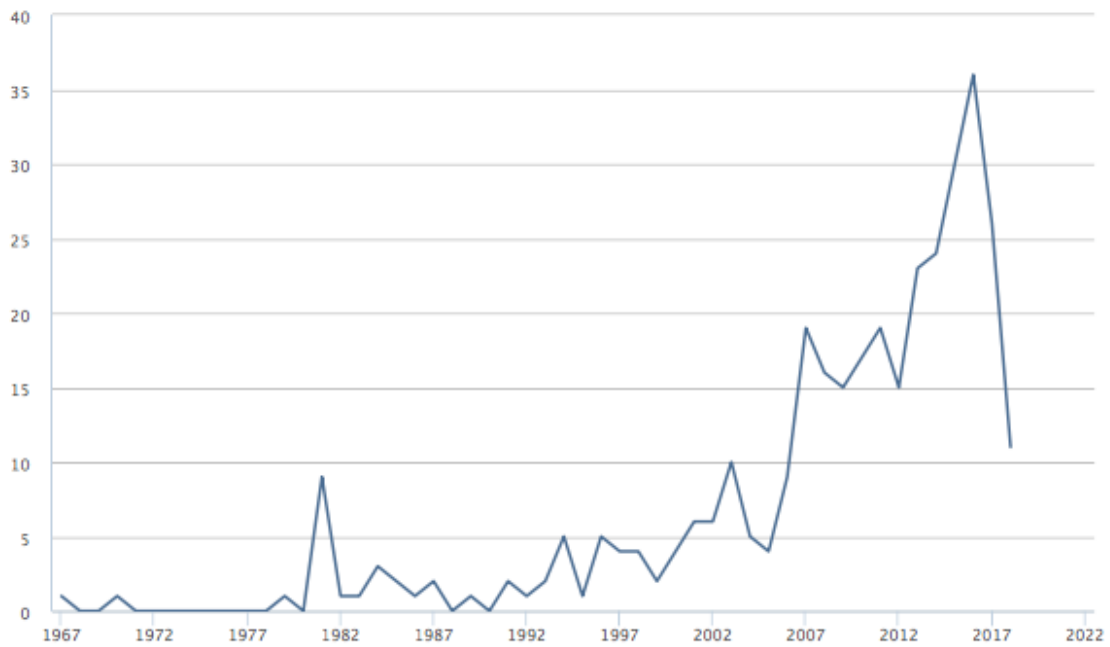


Figura 2.4 - Evolução da quantidade de publicações da *Scopus*

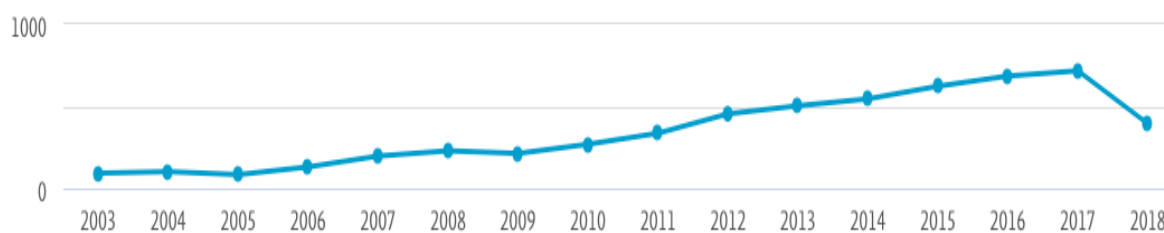


Figura 2.5 - Evolução da quantidade de citações da *Scopus*

Dessa forma, percebe-se o aumento do número de citações anual em relação ao tema do trabalho. O somatório de citações até o ano de 2018 é 2592 na *Web of Science* e 4083 na *Scopus*.

2.3.4 IDENTIFICAÇÃO DOS AUTORES E ARTIGOS MAIS CITADOS

Feitas as análises anteriores, decorrentes das revistas com maior fator de impacto e da evolução no número de publicações e citações vinculadas aos descritores utilizados, foi possível relacionar os autores e artigos mais representativos por meio do número de citações para fundamentar o trabalho.

Tabela 2.7 - Autores com maior número de citações na *Web of Science*

POSIÇÃO	AUTORES	NÚMERO DE CITAÇÕES	% DE 2592
1	Pucher, J.; Buehler, R.	490	18,904
2	Broach, J.; Dill, J.; Gliebe, J.	150	5,787
3	Badland, H; Schofield, G	107	4,128
4	Scarpa, R.	54	2,083
5	Pau, M.; Angius, S.	40	1,543
6	Garrod, G.D.; Willis, K.G.	40	1,543
7	Susilo, Y.O.; Williams, K.; Lindsay, M.; Dair, C.	34	1,312
8	Ahn, K.; Rakha, H.	27	1,042
9	Galante, F.; Mauriello, F.; Montella, A.; Pernetti, M.; Aria, M.; D'Ambrosio,	26	1,004
10	Antov, D.	25	0,965

Tabela 2.8 - Autores com maior número de citações na *Scopus*

POSICÃO	AUTORES	NÚMERO DE CITAÇÕES	% DE 4083
1	García, A. Llopis-Castelló, D., Camacho-Torregrosa, F.J., García, A.	336	8,229
2	Brindle, Ray, Houghton, Neil, Sheridan, Gary	200	4,898
3	Kubota, H., Duc-Nghiem, N., Hoang-Tung, N., Kojima, A., Kubota, H.	170	4,164
4	Tian, G., Park, K., Ewing, R.	168	4,115
5	Rahman, F.	91	2,229
6	Moreno, A.T., Michalski, A.	91	2,229
7	Bernal-Casasola, D., Rodríguez, J.J.D., Álvarez, J.Á.E.	35	0,857
8	Antov, D., Abel, K., Sürje, P., Rõuk, H., Rõivas, T.	23	0,563
9	Jateikienė, L., Vaitkus, A.	23	0,563
10	Vorobjovas, V., Fiks, B., Zofka, E.	21	0,514

Tabela 2.9 - Autores que mais publicaram na *Web of Science*

POSIÇÃO	AUTORES	CONTAGEM DE REGISTRO	% DE 209
1	Ewing, R.	8	3,828
2	Antov, D.	8	3,828
3	Brindle, R.	7	3,349
4	Garcia, A.	7	3,349
5	Ghafghazi, G.	5	2,392
6	Hatzopoulou, M.	5	2,392
7	Herrstedt, L.	4	1,914
8	Jasiuniene, V.	4	1,914
9	Ratkeviciute, K.	4	1,914
10	Scarpa, A.	4	1,914

Tabela 2.10 - Autores que mais publicaram na *Scopus*

POSIÇÃO	AUTORES	CONTAGEM DE REGISTRO	% DE 219
1	García, A.	7	3,196
2	Andriejauskas, T.	5	2,283
3	Brindle, R.	5	2,283
4	Ewing, R.	5	2,283
5	Kubota, H.	5	2,283
6	Moreno, A.T.	5	2,283
7	Rahman, F.	4	1,826
8	Vaitkus, A.	4	1,826
9	Abel, K.	4	1,826
10	Alvarez, J.A.	2	0,913

Percebe-se que as citações estão concentradas em poucos estudos, de forma que os autores mais citados não são necessariamente os que possuem o maior número de registros encontrados nas bases de dados. Isso mostra a possibilidade de coautoria por meio de um trabalho executado em conjunto. Devido ao fato de existirem poucos registros relacionados ao tema específico, verifica-se que ainda não foram realizados muitos trabalhos ou pesquisas

relacionadas ao tema. Ainda assim, a representatividade dos dez autores com maior número de registros foi considerada relevante, uma vez que a maioria dos autores surgiu com apenas um registro. A Tabela 2.11 e a Tabela 2.12 mostram os artigos mais citados nos últimos anos e os relaciona com os seus respectivos autores, títulos e ano de publicação.

Tabela 2.11 - Artigos mais citados na *Web of Science*

POSIÇÃO	TÍTULO	AUTORES	Nº DE CITAÇÕES	ANO	% DE 2592
1	<i>Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany</i>	Pucher, J.; Buehler, R.	490	2008	18,904
2	<i>Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data</i>	Broach, J. et al.	150	2012	5,787
3	<i>Transport, urban design, and physical activity: an evidence-based update</i>	Badland, H. et al.	107	2005	4,128
4	<i>Estimating the benefits of traffic calming on through routes – A choice experiment approach</i>	Garrod, G.D. et al.	40	2002	1,543
5	<i>Do speed bumps really decrease traffic speed? An Italian experience</i>	Pau, M. et al.	40	2001	1,543
6	<i>The influence of individuals' environmental attitudes and urban design features on their travel patterns in sustainable neighborhoods in the UK</i>	Susilo, Y.O. et al.	34	2012	1,312
7	<i>A field evaluation case study of the environmental and energy impacts of traffic calming</i>	Ahn, K. et al.	27	2009	1,042
8	<i>Traffic calming along rural highways crossing small urban communities: Driving simulator experiment</i>	Galante, F. et al.	26	2010	1,003
9	<i>Speed Reduction Effects of Urban Roundabouts</i>	Antov, D. et al.	24	2009	0,926
10	<i>Reducing Traffic Injuries Resulting from Excess Speed Low-Cost Gateway Treatment in Italy</i>	Dell'Acqua, G.	22	2011	0,849

Tabela 2.12 - Artigos mais citados na Scopus

POSIÇÃO	TÍTULO	AUTORES	Nº DE CITAÇÕES	ANO	% DE 4083
1	<i>Effect of road infrastructure in automated vehicle speed</i> [Influencia de la infraestructura de carreteras en la velocidad de los vehículos automatizados]	García, A. et al	289	2017	7,078
2	<i>Traffic calming in Australia - More than neighborhood traffic management</i>	Brindle, R. et al	134	1984	3,282
3	<i>Impact Assessment of Speed Calming Measures on Road Safety</i>	Andriejauskas, T. et al	87	2016	2,131
4	<i>The built environment and traffic safety: A review of empirical evidence</i>	Ewing, R. et al	83	2009	2,033
5	<i>Effectiveness of the LANDSCAD system for the citizen-participation process in traffic-environmental improvements in residential areas</i>	Kubota, H. et al	83	1994	2,033
6	<i>Traffic microsimulation study to evaluate the effect of type and spacing of traffic calming devices on capacity</i>	Moreno, A.T. et al	78	2011	1,910
7	<i>Investigation on North American traffic calming device selection practices</i>	Rahman, F. et al	76	2009	1,861
8	<i>Research of experimental road pavement structures</i>	Vaitkus, A. et al	72	2005	1,763
9	<i>Speed reduction effects of urban roundabouts</i>	Abel, K. et al	59	2009	1,445
10	<i>The effect of speed reducing peripherals on motorists' behavior at pedestrian crossings</i>	Alvarez, J.A. Et al	57	1997	1,396

Por meio da análise das tabelas 2.11 e 2.12, foi possível verificar que os autores que mais publicaram a respeito do tema proposto neste estudo não se encontram entre os principais e de maior renome que realizaram publicações acerca do mesmo tema. Assim, os estudos que se enquadram com maior destaque para o trabalho não são publicados pelos autores que mais publicam com enfoque na temática desejada. Nenhum dos autores com maior de número de publicações estão entre os mais citados.

2.4. ETAPA 3: DETALHAMENTO, MODELO INTEGRADOR E VALIDAÇÃO POR EVIDÊNCIAS

No intuito de identificar o que vem sendo estudado em relação aos descritores de pesquisa e às palavras-chave identificadas nos artigos selecionados, foram criados seis mapas de calor com o auxílio do *software VOS viewer 1.6.8*. Os dois primeiros representam a existência de coautorias entre os autores que publicaram acerca do tema, que ocorre quando dois ou mais autores publicam um documento em conjunto. Os outros dois seguintes para identificar as cocitações, que se dá pela citação simultânea de pesquisas distintas e, por fim, dois mapas que mostrem o acoplamento bibliográfico entre os autores, que revela quando certos documentos possuem uma ou mais citações equivalentes.

Dessa forma, é possível identificar os autores que estão sendo citados simultaneamente e os *fronts* de pesquisa mais utilizados, possibilitando a verificação da semelhança entre pesquisas já realizadas e pesquisas futuras. Nos mapas de calor, as cores mais quentes e fontes em negrito representam situações de maior frequência, enquanto que as cores mais frias e fontes menores indicam situações mais esporádicas das relações entre coautorias, cocitações e acoplamentos bibliográficos (ZUPIV e CARTER, 2015).

2.4.1. MAPAS DE CALOR DE COAUTORIA

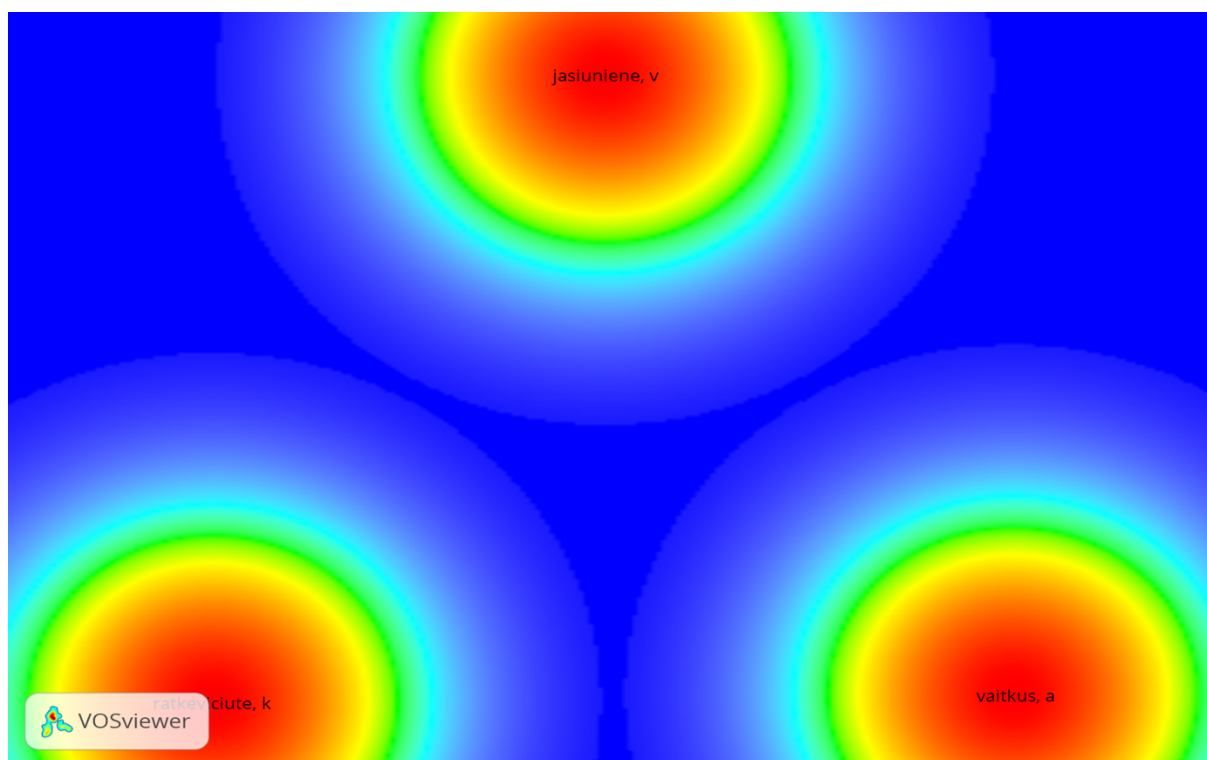


Figura 2.6 - Coautoria entre autores da Web of Science

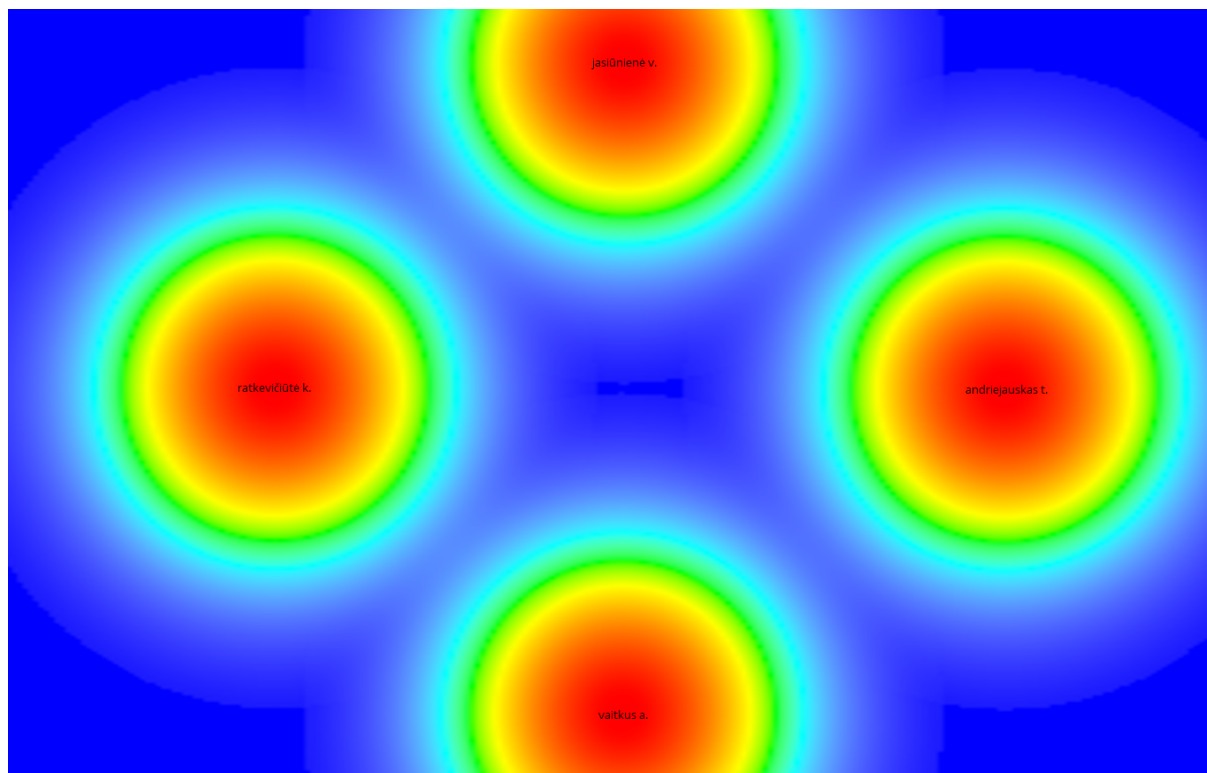


Figura 2.7 - Coautoria entre autores da Scopus

2.4.2. MAPAS DE CALOR DE COCITAÇÃO

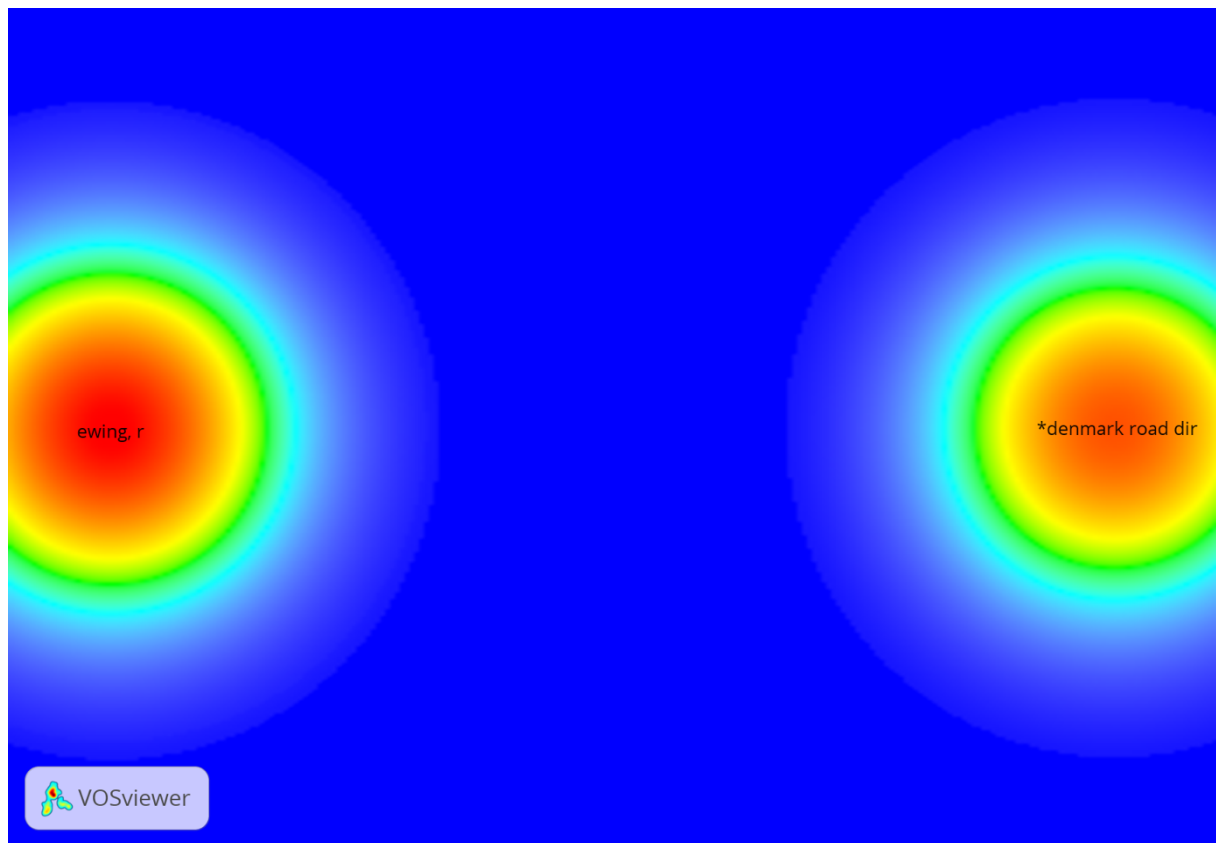


Figura 2.8 - Cocitação entre autores da Web of Science

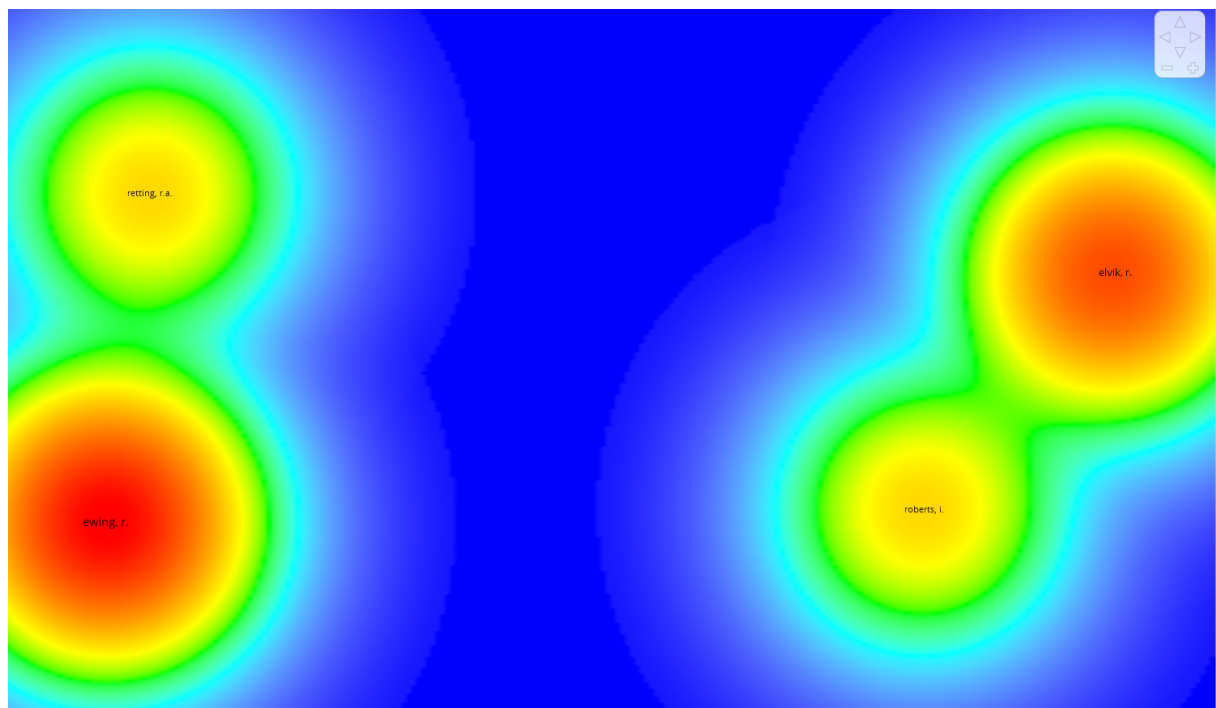


Figura 2.9 - Cocitação entre autores da Scopus

2.4.3. MAPAS DE CALOR DE ACOPLAMENTO BIBLIOGRÁFICO

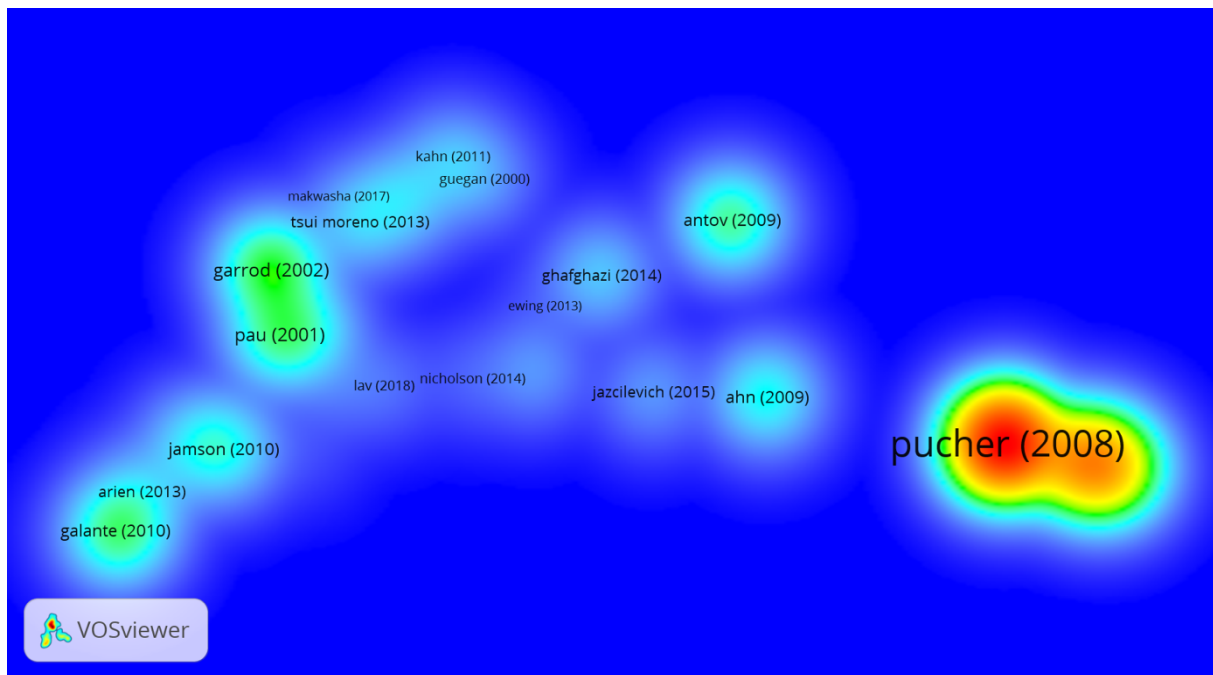


Figura 2.10 - Acoplamento bibliográfico entre autores da Web of Science

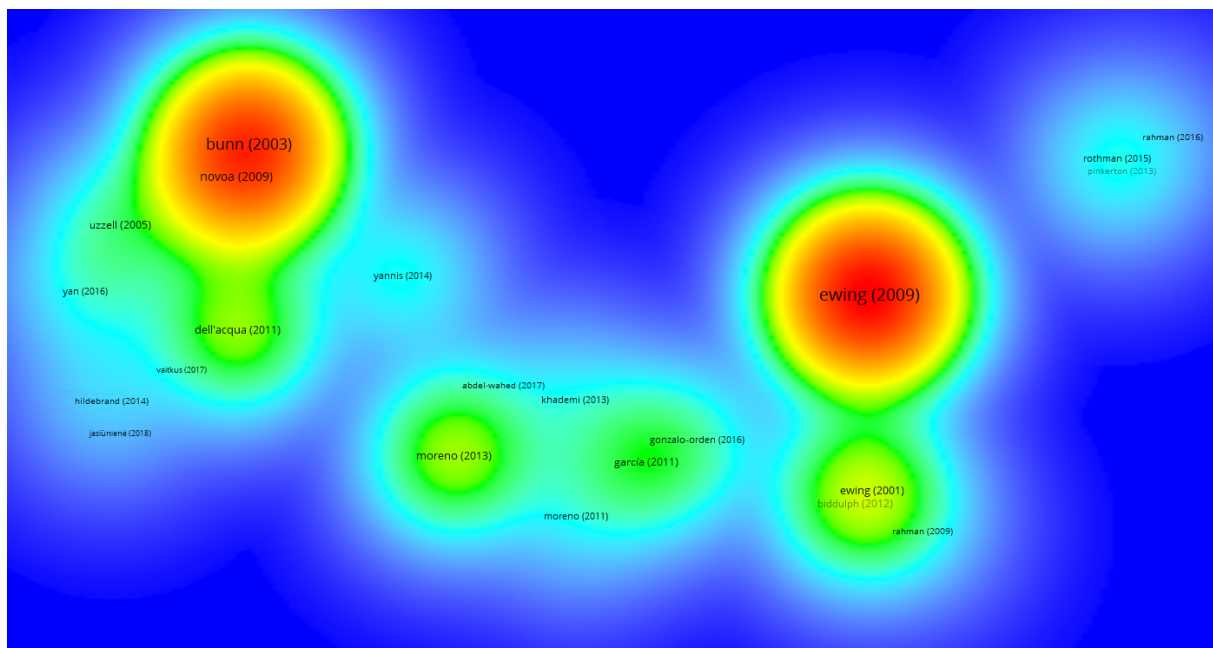


Figura 2.11 - Acoplamento bibliográfico entre autores da Scopus

2.4.4 DETERMINAÇÃO DOS ENFOQUES TEÓRICOS

Após realizados os estudos explicitados anteriormente pelas etapas do TEMAC, decidiu-se utilizar os resultados de artigos mais citados para compor parte da base teórica deste estudo. Contudo, ficou evidente que todos os artigos mais citados estavam escritos em inglês. A fim de somar estudos locais e notas técnicas em língua portuguesa ao trabalho, foram realizadas buscas na base de dados *Google Scholar* e *Scielo*, de forma a possibilitar uma visão mais contextualizada com a realidade do Brasil.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. SISTEMA VIÁRIO

3.1.1. USUÁRIOS DA VIA

O trânsito é formado pela integração e utilização por parte das pessoas, veículos, animais, ciclistas e motociclistas. Ainda que na qualidade de pedestres ou mesmo de passageiros, se encontrem em grupos ou sozinhas, andando pelas vias, sobre a pista ou a calçada, as pessoas estão dentro do sistema constituinte do trânsito. Para que essas e o espaço interajam de maneira segura, surge o papel do engenheiro de trânsito desenvolver um modelo em que haja comum acordo entre todos. Assim, deve-se entender quais são os objetivos e necessidades que se apresentam no âmbito do trânsito (Pietrantonio, 2006).

3.1.1.1. PEDESTRES

Quando se pensa na locomoção de indivíduos que ocorre nas vias públicas, inclusive de pessoas em cadeira de rodas, todos são considerados pedestres. Sabe-se que em muitas cidades brasileiras estas viagens a pé chegam a apresentar-se como 30% do total de todos os deslocamentos e não somente de viagens a curtas distâncias (Gold, 2003). Em algum momento do dia cada pessoa se transforma em um pedestre, seja para ir de casa até a parada de ônibus como ir do estacionamento até o destino final, por exemplo.

O Código de Trânsito Brasileiro define o modo a pé como preferencial em relação aos veículos em algumas situações (Brasil, 2008):

- É assegurada ao pedestre a utilização dos passeios ou passagens apropriadas das vias urbanas e dos acostamentos das vias rurais para circulação [...];
- Nas áreas urbanas, quando não houver passeios ou quando não for possível a utilização destes, a circulação de pedestres na pista de rolamento será feita com prioridade sobre os veículos, pelos bordos das pistas, em fila única [...];
- Nas vias rurais, quando não houver acostamento ou quando não for possível a utilização dele, a circulação de pedestres, na pista de rolamento, será feita com prioridade sobre os veículos, pelos bordos da pista, em fila única, em sentido contrário ao deslocamento de veículos [...];

- Para cruzar a pista de rolamento o pedestre tomará precauções de segurança, levando em conta, principalmente, a visibilidade, a distância e a velocidade dos veículos, utilizando sempre as faixas de passagens a ele destinadas sempre que elas existirem numa distância de até cinquenta metros dele [...];
- Os pedestres que estiverem atravessando a via sobre as faixas delimitadas para esse fim terão prioridade de passagem, exceto nos locais com sinalização semafórica [...];
- Nos locais em que houver sinalização semafórica de controle de passagem será dada preferência aos pedestres que não tenham concluído a travessia, mesmo em caso de mudança do semáforo liberando a passagem de veículos [...].

Contudo, o descumprimento destes direitos resulta em acidentes. Segundo Queiroz (2003), a maioria dos acidentes fatais ocorre em meio de quadra, enquanto que a maioria dos acidentes sem vítimas ocorre em interseções. Verificou-se que as interseções semaforizadas têm o seu maior percentual no caso de acidentes sem vítimas, indicando que elas possuem mais acidentes, porém estes são de menor gravidade.

Velloso (2006) apresenta algumas tendências comportamentais dos pedestres que permitem um melhor entendimento da quantidade de atropelamentos em meio de quadra:

a) menor dispêndio de energia: os pedestres preferem trajetos mais curtos e caminhadas mais fáceis e menos cansativas. Preferem semáforos a passarelas e atravessam a via em linha reta, geralmente fora da faixa de pedestres;

b) movimento contínuo: os pedestres não gostam de fugir do sentido do destino e têm pouca tolerância à espera, desobedecendo os tempos de semáforo;

c) comportamento e reflexos condicionados: apresentam desatenção em relação ao trânsito, atravessando a via sem prestar atenção ao fluxo de veículos.

3.1.1.2. CICLISTAS

Tendo que muitas vezes dividir o espaço viário com automóveis e motocicletas, o ciclista na maioria das vezes é desfavorecido. Viajar junto com veículos trafegando a velocidades muito maiores deixa o ciclista em desvantagem e a perigo. Com o aumento da popularização da bicicleta e a construção de ciclovias pela cidade, o aumento de acidentes envolvendo ciclista também aumentou.

As principais causas para tais acidentes são perda de controle, inexperiência, falha do outro veículo envolvido, problemas mecânicos na bicicleta e ambientes perigosos, como vias

com cascalho. De modo geral, acidentes fatais estão geralmente relacionados a colisões com outros veículos e a alta velocidade (Thompson et. al 2001).

Acidentes envolvendo ciclistas tendem a ocorrer tanto nas ciclovias quanto nos cruzamentos das vias públicas e os principais motivos destes acidentes, quando a responsabilidade é da parte do motorista do veículo motorizado são (GONDIM, 2010):

- a) abertura da porta do veículo;
- b) imprudência na conversão à esquerda;
- c) entrada sem sinalização;
- d) velocidade perigosa; e
- e) desobediência ao sinal vermelho.

Já quando as causas dos acidentes são de responsabilidade do próprio ciclista, os motivos são:

- a) velocidade imprudente;
- b) ultrapassagem pela direita; e
- c) não obediência do sinal vermelho.

O autor ainda ressalta que uma forma de evitar estes acidentes, por parte dos engenheiros de tráfego, é executando uma sinalização horizontal nas vias onde há a confluência dos dois modais. Uma sinalização importante é a advertência ao ciclista da proximidade de cruzamento com veículos ou pedestres. Deve-se alterar a coloração ou revestimento do piso na área de encontro, com objetivo de alertar o ciclista que a partir daquele trecho a prioridade é do pedestre que anda a pé.

3.1.1.3. MOTOCICLISTAS

As motocicletas também necessitam de uma maior atenção. Muitas vezes pouco observadas pelos outros usuários da via, os condutores de motocicletas estão sempre correndo risco. Outras vezes, porém, elas próprias se colocam em risco, mediante a pressa que estão envolvidos em seu trabalho de entrega de produtos.

Porém, enquanto nos outros meios de transporte os resultados dos acidentes são geralmente somente bens materiais, no caso do motociclista, os acidentes implicam em danos mais severos, especialmente à vida (NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY

ADMINISTRATION, 2006), visto que a motocicleta não possui nenhum sistema de segurança além dos equipamentos do próprio condutor.

Quanto aos tipos mais comuns de acidentes envolvendo motos, três tipos se destacam. São eles: (i) o acidente decorrente de violação dos direitos, que está ligado na forma como os condutores de outros veículos percebem os motociclistas. Geralmente acontece nas intersecções, onde não é respeitada a preferência do condutor da motocicleta; (ii) perda de controle na curva, geralmente quando a velocidade de entrada na curva é muito elevada para o raio de curvatura da mesma, fazendo com que o condutor sofra uma queda; (iii) manobras motociclísticas, como a de dividir a mesma faixa de rodagem com outro veículo (MÂNICA, 2007).

3.1.1.4. AUTOMÓVEIS

É o meio de transporte que mais se envolve em acidentes na cidade. Contudo, a grande maioria destes acidentes só envolve bens materiais. São abalroamentos entre outros veículos, que podem não causar nenhum dano aos tripulantes e motoristas, porém ocasionam prejuízos a outras pessoas, visto que este acidente fará com que se crie um congestionamento para a desobstrução dos veículos, atrapalhando outras pessoas que estão passando pela via neste momento (DENATRAN, 2018).

O motorista deve estar apto a planejar e executar uma viagem entre uma origem e um destino, seguindo orientações de diferentes formas, analisar o meio viário e extrair informações tais quais perigos na via, velocidade máxima permitida, e ter o controle sobre o seu veículo. Ou seja, saber executar tarefas como frear, acelerar, trocar marchas. Ele deve analisar tudo e decidir qual é a melhor ação a ser tomada. Por ser o único elemento do sistema de tráfego (veículo, via e ser humano) que é capaz de tomar decisões, ele também é o maior responsável pelos acidentes (BOTTESINI, 2010).

Segundo Campos (2005), as causas de acidentes que envolvem o fator humano podem ser agrupadas em três áreas:

a) aspecto comportamental: engloba as características psicológicas do homem (seja como motorista, pedestre ou qualquer outro elemento do trânsito), tais como a responsabilidade, prudência, bom senso, educação e características de personalidade como agressividade, lentidão;

b) aspecto cognitivo: são as características humanas ligadas ao aprendizado quanto ao ato de dirigir. Sua experiência ao volante, poder de julgamento, atenção e conhecimento das regras de trânsito;

c) aspectos fisiológicos: são os aspectos relacionados ao estado físico do homem. Se o motorista está sob efeito de drogas, cansado ou com deficiências visuais ou motoras.

3.1.2. SEGURANÇA VIÁRIA E ACIDENTES

A composição dos três Es do trânsito seguro se dá pela união dos esforços da Engenharia, Esforço Legal e Educação. Juntos, têm como principal objetivo buscar boas condições de trânsito no que concerne a orientação, educação, segurança e fluidez dos indivíduos durante o seu percurso, bem como o controle e execução de regras atuantes na redução do índice de acidentes. (Perkons, 2012).

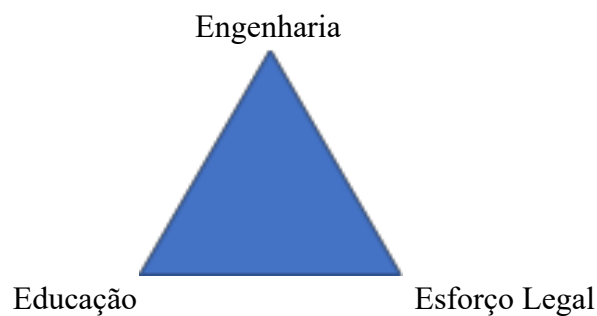


Figura 3.1 – Três Es da Segurança Viária

Fonte: Os próprios autores.

De acordo com o mesmo autor, a engenharia surge como uma provedora de infraestrutura adequada para que se possa garantir à população condições físicas de segurança, atuando no conhecimento e introdução de normas técnicas de tráfego. Tem como competência o projeto de vias e suas facilidades. O esforço legal, por sua vez, relaciona-se com a fiscalização e o policiamento, controlados por meio da aplicação de penalidades. Já a educação, que vai muito além da gentileza, cortesia ou mero conhecimento da Lei, estende-se ao âmbito da criação de consciência e responsabilidade, contribuindo na diminuição de acidentes, violências e desrespeitos no trânsito.

Nesse contexto, o fator humano, as condições da via e a tecnologia dos veículos são os fatores essenciais que colaboram para os acidentes no trânsito, segundo Austroads (1994 apud MEIRA 2006). Quando se tem uma via sem boas condições de tráfego, a probabilidade de que

possa se suceder algum acidente aumenta notavelmente. É imprescindível que sejam levadas em consideração as condições da via para que as dificuldades presentes não resultem em acidentes. Conjuntamente a isso, ter o automóvel em perfeito estado é muito importante para suprimir quaisquer eventualidades. Deve-se lembrar, porém, que o fator humano, tanto no papel de motorista quanto como pedestre, é o fator preponderante para a causa de acidentes.

Segundo Wendt e Souza (2011), dentre as razões dos acidentes de trânsito, o fator humano é responsável por 95% dos acidentes, enquanto que os outros dois fatores, viário-ambiental e veicular, são responsáveis por 5%.

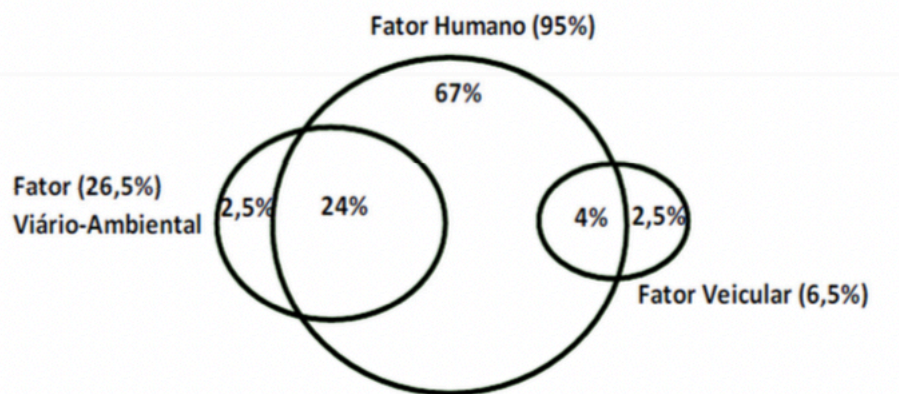


Figura 3.2 – Razões dos Acidentes de Trânsito

Fonte: Wendt e Souza (2011).

Conforme registros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico / Conferência Europeia dos Ministros dos Transportes (2006), dentre os fatores que corroboram para os acidentes de trânsito está o excesso de velocidade, que se dá pela união de duas causas principais: velocidade excessiva, que ocorre pela direção acima do limite regulamentado na via, e velocidade inadequada, que é quando a velocidade está além do que seria aceitável dadas as condições da via, ainda que dentro do limite estabelecido. Velocidades elevadas e que ultrapassam o valor permitido na via podem fazer com os motoristas percam o controle de seus veículos, não se atentem para os possíveis perigos que se aproximam e também proporcionem um tempo de parada muito superior do que se estivesse em uma velocidade reduzida (Organização Pan-americana da Saúde, 2008).

Com o aumento de velocidade, não só a facilidade de ocorrerem acidentes cresce, mas também eleva suas gravidades para outro patamar. A OMS estima que um aumento de 5% na velocidade média amplia em cerca de 10% nas colisões envolvendo lesões e de 20% a 30% nas colisões fatais. De acordo com a organização, o risco de um adulto, na qualidade de pedestre, morrer ao ser atingido por um veículo a menos de 50 km/h é de 20%. Contudo, a chance de

letalidade sobe para a casa dos 60% caso seja atropelada a 80 km/h. Isso se deve ao fato de que com o crescimento da velocidade, a colisão ocorre com um impacto mais, ocasionando forças absorvidas maiores.

Não menos importante, é necessário verificar as condições em que se encontram as vias onde ocorrem os acidentes. Deve-se observar se a via é adequada a desenvolver altas velocidades e se está sinalizada com o limite regulamentado da mesma de maneira devida é crucial em caso de o acidente ter ocorrido pela alta velocidade. A via precisa dispor de informações que a caracterizem, como placas e pinturas que indiquem a velocidade máxima a ser adotada no trecho. Ainda, tais sinalizações devem ser claras e objetivas para que não sejam levantadas dúvidas no momento que estiver trafegando, bem como desenhos que não propiciem velocidades maiores que as máximas estipuladas. (Chagas, 2011).

Uma pesquisa realizada pelo Departamento de Trânsito do Distrito Federal (Detran/DF), mostra que a maior incidência de mortes por atropelamento ocorre no período da noite, quando a sua visualização por parte dos motoristas é reduzida, o que requer mais atenção tanto do motorista quanto do pedestre no ato de atravessar a via. O pedestre precisa ser notado pelo motorista, de forma que se tenha noção da sua presença e fique mais atento.

Um fator de suma importância para que se estudem as medidas e dispositivos de moderação do tráfego para as vias de uma cidade é o custo envolvido nos acidentes de trânsito. Ainda que no acidente não haja vítimas fatais, existem os custos gerados nos tratamentos, tanto no hospital como no pós-tratamento, a exemplo da fisioterapia. Além dos custos materiais e de pessoas, deve-se levar em conta o custo do congestionamento e do tempo perdido pelos envolvidos e que ficam retidos no tráfego. (IPEA, 2003).

Em seus estudos, Meira (2006) ressalta que o meio para reduzir o número de acidentes é o estabelecimento de um ambiente que envolva vias e veículos onde as chances de falhas por parte de condutores e pedestres seja restringido, e também a promoção da educação e fiscalização no trânsito, a fim de que se utilize a infraestrutura da maneira correta.

Segundo a Companhia de Planejamento do Distrito Federal (CODEPLAN, 2016), aproximadamente 11 mil acidentes fatais e não fatais são registrados nas vias do DF anualmente (média de 912 acidentes por mês). E em uma análise quanto a natureza e tipo dos acidentes, os números podem ser verificados a seguir na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Acidentes com vítima, por mês, segundo natureza e tipo no DF.

NATUREZA E TIPO	MÊS												
	TOTAL	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TOTAL GERAL													
TOTAL	8821	574	683	779	875	864	887	856	787	706	613	547	650
COM MORTE	363	21	17	25	39	43	27	38	27	35	32	30	29
COM FERIDO	8458	553	666	754	836	821	860	818	760	671	581	517	621
ATROPELAMENTO DE PEDESTRE													
TOTAL	1516	105	86	142	179	155	159	134	109	103	110	108	126
COM MORTE	127	5	6	16	15	13	5	14	10	10	9	13	11
COM FERIDO	1389	100	80	126	164	142	154	120	99	93	101	95	115
CAPOTAMENTO/TOMBAMENTO													
TOTAL	241	20	11	21	20	22	27	19	23	15	29	15	19
COM MORTE	36	3	-	4	3	3	4	3	3	3	7	2	1
COM FERIDO	205	17	11	17	17	19	23	16	20	12	22	13	18
CHOQUE COM OBJETO FIXO													
TOTAL	424	28	34	35	41	45	38	36	41	35	27	19	45
COM MORTE	43	4	1	1	6	6	5	3	1	4	4	3	5
COM FERIDO	381	24	33	34	35	39	33	33	40	31	23	26	40
COLISÃO													
TOTAL	5837	366	479	510	562	555	579	585	548	496	388	353	416
COM MORTE	128	8	9	2	12	18	10	14	12	15	11	7	10
COM FERIDO	5709	358	470	508	550	537	569	571	536	481	377	346	406
QUEDA													
TOTAL	752	51	68	68	70	81	71	78	66	54	55	49	41
COM MORTE	27	-	1	2	3	3	2	4	1	3	1	5	2
COM FERIDO	725	51	67	66	67	78	69	74	65	51	54	44	39
ATROPELAMENTO DE ANIMAL													
TOTAL	31	2	2	1	3	1	10	3	-	2	2	2	3
COM MORTE	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
COM FERIDO	29	1	2	1	3	1	9	3	-	2	2	2	3
DEMAIS TIPOS													
TOTAL	20	2	3	2	-	5	3	1	-	1	2	1	-
COM FERIDO	20	2	3	2	-	5	3	1	-	1	2	1	-

Fonte: PCDF. (2016)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas estabelece a descrição dos tipos de acidentes de acordo com as Normas NBR 10697 e NBR 12898 em nove classificações, sendo elas:

a) abalroamento: dois veículos em movimento se colidem lateralmente ou transversalmente por outro veículo, também em movimento. No caso de colidir lateralmente, os veículos circulam ou no mesmo ou em diferentes sentidos ou em faixas diferentes. No segundo caso é quando os veículos se abalroam em direções próximas a 90°. Ocorre geralmente em saídas de estacionamentos, etc. Esta colisão transversal também pode ser chamada de abalroamento frontal, se o impacto de ambos os veículos ocorrer na parte dianteira.

b) atropelamento: pedestre ou animal é impactado por um veículo, motorizado ou não, em movimento;

c) capotagem: veículo em movimento gira em qualquer sentido, ficando com suas rodas viradas para cima. Não precisa necessariamente permanecer com suas rodas voltadas para cima. Pode ocupar a posição lateral ou de tombamento ao final;

d) choque: impacto de um veículo contra qualquer obstáculo fixo ou contra outro veículo parado;

e) colisão: quando dois ou mais veículos em movimento no mesmo sentido ou em sentidos opostos se impactam. Pode ocorrer na mesma faixa ou pista, frente a frente ou pela traseira. É classificado em frontal (colisão entre dois veículos em sentidos opostos), traseira (colisão entre dois veículos no mesmo sentido) e engavetamento (colisão entre três ou mais veículos, podendo ser frontal ou traseira);

f) eventual: qualquer acidente que não se enquadre nas outras definições. Exemplo: raio, explosão;

g) incêndio;

h) queda: quando o veículo se precipita de um plano inferior, ou quando há queda de passageiros em um ônibus, caminhão ou moto;

i) tombamento: quando um veículo tomba, de forma lateral ou frontal, e permanece parado nesta posição.

Ainda, o percentual dos acidentes envolvendo vítimas mortas no ano de 2016 de acordo com o tipo modal utilizado pode ser verificado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Percentual do Acidentes com Vítimas Mortas

TIPO	VÍTIMAS MORTAS	% VÍTIMAS MORTAS
Ciclistas	19	4,85%
Demais condutores	84	21,43%
Motociclistas	98	25,00%
Outros	1	0,26%
Passageiros	157	14,54%
Pedestres	133	33,93%
Total	392	100,00%

Fonte: DETRAN/DF (2016).

A partir dos números da Tabelas 3.1 e 3.2, é possível ter uma noção da dimensão e real característica do problema a ser combatido e com isso selecionar o melhor método a se adotar em cada situação para, então, avaliar a eficiência ou não da medida utilizada. A fim de se obter os melhores métodos a serem elaborados e instalados pelos engenheiros responsáveis pelo tráfego nas vias, devem ser realizados estudos e análises para que se verifique a eficácia de seu uso.

Este trabalho terá um enfoque voltado para a análise de métodos de segurança que efetivem a redução de velocidade do motorista, de forma a minimizar o número de acidentes de trânsito descritos anteriormente.

3.2. MODERAÇÃO DE TRÁFEGO

A moderação de tráfego, ou *traffic calming*, descreve uma gama de técnicas utilizadas para gerenciar os usuários das vias e o ambiente rodoviário, no intuito de garantir que as velocidades sejam adequadas ao ambiente local e à segurança dos outros usuários da estrada. Moderar o tráfego é uma abordagem de gerenciamento de tráfego que evoluiu na Europa e agora está sendo implementada em muitas cidades ao redor do mundo. A seguinte definição é citada de *An Illustrated Guide to Traffic Calming* por Hass Klau (1990):

“Acalmar o trânsito é um termo que surgiu na Europa para descrever métodos para desacelerar carros, mas não necessariamente bani-los, à medida que se movem por bairros comerciais e residenciais. O benefício para pedestres e ciclistas é que os carros agora dirigem em velocidades mais seguras e compatíveis com caminhadas e ciclovias. É, na verdade, um tipo de equilíbrio entre todos os usuários de uma rua, de modo que nenhum modo pode dominar às custas de outro”.

A necessidade do *traffic calming* surge quando a qualidade de vida nas cidades está sobre pressão do alto uso dos veículos motores. Os espaços para atividades e convívio social são trocados por vagas de estacionamento. Muitas ruas estão agora carregando volumes de tráfegos muito maiores do que elas foram projetadas. Os mais afetados com isso são as crianças, idosos e pessoas com algum problema de mobilidade, que estão sendo afastados da rua e do convívio com seus vizinhos dentro de seu bairro. Para mudar a prioridade nas ruas e espaços públicos e devolver para os pedestres, foram projetados os métodos de *traffic calming* (DEVON COUNTY COUNCIL, 1991.)

Antes que qualquer escolha possa ser feita sobre o tipo de medida a ser usada ou até mesmo a adequação do tráfego calmante, é necessário determinar o propósito para o qual a técnica é pretendida.

Uma vez que o projetista compreenda o propósito do esquema e as características do local, diferentes medidas podem ser consideradas. Este é o ponto em que muitas vezes é inestimável envolver a comunidade local.

Para *Devon County Council* (1991), o objetivo do *traffic calming* é adaptar o volume, velocidade e comportamento para as funções primordiais das ruas, ao invés de se adaptar às exigências dos veículos motorizados. O motorista deve perceber que a direção em alta velocidade naquela zona é inapropriada e antissocial, provocando a redução da velocidade.

As origens do *Traffic Calming* não são muito bem definidas, mas segundo Hass-Klau *et al.* (1992), datam da década de 70, em países da Europa, como Alemanha e Holanda. No caso da Alemanha, o desenvolvimento ocorreu através do aumento das áreas de pedestres nos centros das cidades, na luta dos moradores e do aumento da conscientização das pessoas quanto às questões ambientais. No caso da Holanda, engenheiros constataram que o bem das pessoas não estava somente relacionado às suas moradias, mas também pelo seu entorno. Suas diretrizes foram desenvolvidas sobre três raízes:

a) áreas ambientais: medidas de Moderação de Tráfego já haviam sido implantadas em zonas ambientais em cidades britânicas, ainda na década de 60;

b) pátios residenciais: surgiu na Holanda com a ideia de evitar a separação entre a pista e a calçada de pedestre. Neste novo espaço todos os usuários transitam juntos, sem distinção de direitos. Transforma o local numa área de recreação e lazer, sem função para o tráfego de passagem;

c) áreas de pedestres: fechamento de ruas existentes, deixando a via exclusiva para pedestres. Há a construção de calçadas, paisagismo e mobiliário urbano. Inicialmente ciclistas

e veículos de serviços eram proibidos, mas recentemente os mesmos compartilham a área com os pedestres.

Com a combinação destas três ideias as cidades europeias começaram a desenvolver e implementar os conceitos da Moderação de Tráfego.

Para Esteves (2003), pode-se definir a moderação de tráfego como um conjunto de técnicas cujo objetivo é reduzir os efeitos negativos do trânsito da cidade e conseguir transformar em um ambiente calmo, agradável e seguro para todos. Para isto, deve-se mudar o comportamento do motorista e do tráfego e não adaptar as condições locais às exigências do tráfego motorizado, como é visto na maioria dos lugares. Meira (2006) define as principais metas do *Traffic Calming* como:

- a) reduzir o número e a gravidade dos acidentes de trânsito;
- b) diminuir a velocidade dos veículos motorizados;
- c) melhorar o volume de veículos em algumas áreas;
- d) melhorar o comportamento e consciência dos motoristas;
- e) aumentar a segurança viária para os modos não motorizados, aumentando assim a atratividade desses modos;
- f) melhorar a qualidade de vida nas cidades e proteger o meio ambiente (diminuir poluição atmosférica, reduzir ruídos e aumentar a permeabilidade do solo).

Com modelos implementados ao redor do mundo, como Europa, Austrália e América do Norte, a Moderação de Tráfego tem se mostrando muito eficiente, se feito da maneira correta. Os resultados são a diminuição da velocidade, o número e severidade dos acidentes e o nível de ruído provocado pelos automóveis. Este método pode ser considerado uma ferramenta eficaz no planejamento urbano por apresentar inúmeros resultados facilmente identificáveis, como a redução no número e gravidade dos acidentes. Além disso, há os resultados intangíveis como a melhora na qualidade de vida, na redução de poluentes e no incentivo aos modos não motorizados (*FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION, 2002*).

Segundo uma pesquisa de Cruz (2006), a moderação de tráfego, quando implantada na França e na Dinamarca, reduziu os acidentes em 60% e 78% respectivamente. Além da redução no número de acidentes com vítimas graves, a moderação também se mostrou eficiente no combate às altas velocidades nas áreas residenciais. Em Londres, por exemplo, a introdução de zonas com velocidade máxima regulamentada em 30 km/h, levou a uma redução de 42% em

acidentes rodoviários após a correção de tendência subjacente, com a maior redução de ferimentos graves e mortes de crianças mais jovens (Grundy, 2009).

Além de diminuir a velocidade das vias, a moderação de tráfego também apresenta outros benefícios. Com a melhor utilização das vias, há um aumento da mobilidade para viagens essenciais à área considerada, como veículos de emergência, transportes públicos e de outros serviços, e também a melhora na qualidade de vida na região, visto que cria uma melhor convivência no espaço público (ESTEVES, 2003).

Para Belo Horizonte (1999), as medidas de Moderação de Tráfego podem ser separadas, com base no impacto proporcionado, em dois grupos, definidos abaixo pela *Federal Highway Administration* (2002):

a) medidas de controle de volume de tráfego: é o uso tradicional do controle de volume e rotas de tráfego. São usados, principalmente, para lidar com os problemas de tráfego por meio de bloqueios de determinados movimentos, direcionando o fluxo de veículos para pontos onde há suporte mais adequado;

b) medidas de controle de velocidades: usadas, principalmente, para lidar com os problemas de velocidades das vias, alterando alinhamentos verticais e horizontal ou de estreitamento da via, promovendo um redesenho da via.

Dentro do grupo de Medidas de Controle de Velocidades, foco deste trabalho, há outras séries de combinações que propiciam maior efetividade, conforme classifica a *Federal Highway Administration* (2002):

a) estreitamento de pista: são alterações nas vias através de sinalização horizontal. Geralmente são demarcações de áreas de estacionamento, ilhas centrais, faixas exclusivas para ciclistas, motociclistas e ônibus e arborização;

b) alterações horizontais: medidas implantadas nas vias que reduzem a velocidade dos veículos e melhoram a segurança viária. Exemplos são os prolongamentos físicos das calçadas para pedestres, construção de baias para estacionamento dos veículos, quebra da linearidade das vias, através da instalação de chicanas;

c) alterações verticais: medidas construídas utilizando diversos materiais. As alterações verticais têm como principal objetivo reduzir a velocidade dos veículos. Como exemplo tem-se as ondulações transversais, almofadas anti- velocidade, as áreas elevadas e os sonorizadores;

d) medidas complementares: são as sinalizações viárias, arborização, áreas de estacionamento e que devem ser usadas em conjuntos com outras medidas, tais como

fechamento de vias, rotatórias e mini-rotatórias, alterações no pavimento, tratamento de entradas, portais, espaços compartilhados;

e) redesenho de via: mudança completa da via, abordando um outro tipo de solução, tais como chicanas, curvas para forçar a redução de velocidade, transformação da via para um comum espaço entre pedestres, ciclistas e veículos.

Quanto ao objetivo destas medidas, elas podem ser agrupadas em três grupos (BELO HORIZONTE, 1999):

a) reduzir o número e a severidade dos acidentes;

b) reduzir os ruídos e a poluição do ar;

c) revitalizar as características ambientais das vias através da redução do domínio do automóvel.

Neste trabalho, será abordado principalmente os dois primeiros objetivos. A redução da velocidade, e conseqüentemente da severidade do acidente e também os métodos possíveis para transformar a via num ambiente comunitário entre pedestre e automóvel.

3.3. ZONAS 30: MEDIDAS E DISPOSITIVOS DE CONTROLE DE VELOCIDADE

Existe uma significativa diferença entre as características de uma via com limite de velocidade de 30km/h e as chamadas “Zonas 30”. O primeiro caso refere-se a áreas onde o limite de velocidade foi reduzido para 30km/h, entretanto não há medidas físicas para reduzir as velocidades dos veículos dentro daquela área. (DFT, 1999)

O conceito de “Zona 30” estrutura-se em torno da redução dos volumes de tráfego motorizado e da melhoria das condições de segurança do sistema viário, através da imposição de uma velocidade limite de circulação reduzida (30km/h) e de medidas ao nível do desenho urbano (IMTT/Transitec, 2011)

As propostas e programas relacionados ao “*Traffic Calming*” corroboram com uma vasta gama de mecanismos que visam melhorar a mobilidade urbana de forma global. Dentro desse contexto, existem quatro técnicas principais que podem ser aplicadas, as quais são os desvios verticais, os desvios horizontais, o estreitamento da via e as ilhas centrais. (Atkins, 2010)

As Zonas 30 utilizam-se de medidas de “Moderação de Tráfego” para reduzir o impacto ocasionado por veículos motorizados em áreas construídas. O princípio baseia-se em atribuir mecanismos que submetam os veículos à redução de velocidade. Entre as medidas que podem ser introduzidas para o controle de velocidade, estão a presença de lombadas, chicanas, estreitamento da via, arborização entre outras. (Atkins, 2010)

Assim, a engenharia de tráfego é utilizada para se alcançar os objetivos de controle de velocidade e volume de tráfego. Por definição, o design das Zonas 30 pode variar, desde que as zonas sejam auto executivas e estejam em conformidade com as leis de trânsito. (Grundy et al, 2008). As medidas de engenharia disponíveis para estes fins serão apresentadas, de maneira mais detalhada, adiante.

De acordo com a *Royal Society for the Prevention of Accidents* (ROSPA), o aumento de velocidade contribui significativamente para as chances de ferimentos graves fatalidades em uma colisão. Uma pesquisa sobre acidentes de trânsito realizada pelo órgão supracitado em 2017 mostrou que o risco de fatalidade envolvendo veículos com velocidade igual a 30 km/h e pedestres é de apenas 1.5%.

A implementação de “Zonas 30” é uma intervenção chave com potencial para tornar as vias mais seguras em três maneiras. Primeiro, velocidades reduzidas conferem aos motoristas mais tempo para reagir às ações de outros usuários da via. Em segundo lugar, a redução da velocidade de impacto nas colisões rodoviárias reduz tanto a quantidade como a gravidade das lesões. Em terceiro lugar, a moderação do tráfego pode reduzir o volume de veículos em áreas residenciais, de modo que o número de vítimas nessas áreas torna-se menor, garantindo um crescimento na segurança viária para o desempenho de outras atividades como o ciclismo. (Steinbach et al, 2008)

As Zonas 30 nasceram em Buxtehude, na Alemanha, como forma de reduzir os índices de mortalidade no trânsito e criar uma convivência mais harmoniosa entre os modos de trânsito. Os resultados positivos fizeram com que a medida se espalhasse por toda Europa e mundo a fora. (WRI Brasil, 2014)

Diversas organizações europeias se uniram para organizar a iniciativa “30 km/h – making streets liveable!” – “30km/h – tornado as ruas habitáveis”, com o objetivo de pressionar pela adoção do limite de 30 km/h não só em áreas isoladas, mas como padrão europeu para áreas. (30km/h, 2013)

No Reino Unido, as áreas com limite de velocidade de 20 mph (32 km/h) têm ganhado notoriedade, após a iniciativa “20’s Plenty for Us” – “20 é o suficiente para nós”. Trata-se de uma organização sem fins lucrativos e agora tem 400 campanhas locais em

todo o país, de modo que as mais emblemáticas do Reino Unido já adotaram um limite de 20mph para a maioria de suas ruas. (Cruz, 2018)

A Grã-Bretanha é frequentemente comparada à Suécia e aos Países Baixos, países com taxas de colisões e vítimas semelhantes, os quais adotaram políticas de segurança rodoviária, o “Visão Zero” na Suécia e o “Segurança Sustentável” nos Países Baixos. Ambos programas se esforçam para eliminar todas as fatalidades no trânsito, bem como ferimentos graves, criando um sistema rodoviário que minimiza o resultado de potenciais colisões para os usuários do trânsito. Em comparação com estes países, na Grã-Bretanha, a estratégia de segurança rodoviária tem sido tradicionalmente mais pragmática, dando-se foco e orientação para os problemas. (Koornstra *et al.*, 2002). Assim, o cerne das ações tem sido mapear áreas que oferecem risco para reformas e adequações (Comissão de Auditoria, 2007), ao invés de, simplesmente, adotar estratégias de redução de perigo. (Grundy *et al.*, 2008)

A Figura 3.3 mostra a quantidade de zonas 30 espalhadas pelo Reino Unido.

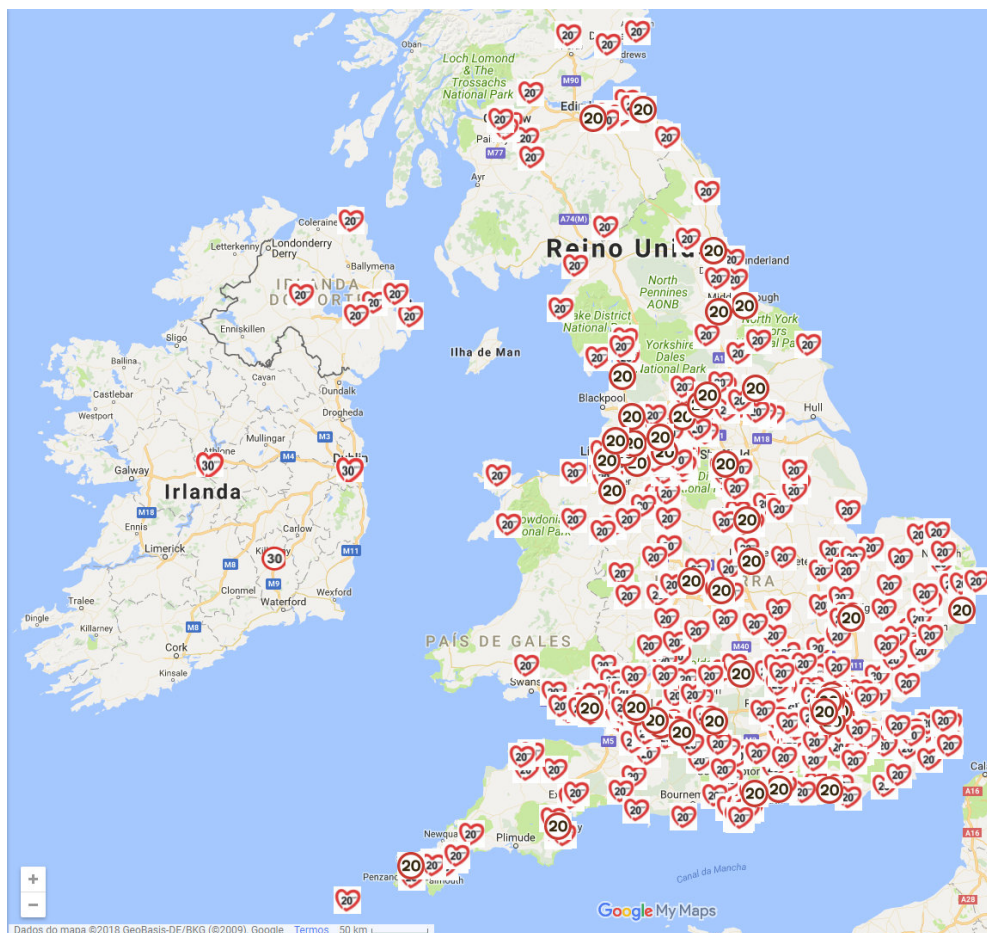


Figura 3.3 – Zonas 20mph (32km/h) no Reino Unido.

Fonte: Website 20splenty.org

A adoção de Zonas 30 é capaz de proporcionar uma queda média de 25% no número de acidentes de trânsito, segundo estudo realizado pelo instituto holandês SWOV – Institute for Road Safety Research. Além de mais seguras, essas áreas oferecem melhor qualidade de vida a todos que por ali circulam: há redução acentuada nos índices de poluição sonora e do ar, bem como aumento da vitalidade social e econômica nos bairros.

As Zonas 30 já são bastante comuns na Europa, porém ainda são raras no Brasil. Elas estão presentes em algumas poucas capitais, como Rio de Janeiro, São Paulo, Vitória, Porto Alegre e Curitiba. Esta última, tida como referência internacional. As iniciativas brasileiras poderiam ser aprimoradas utilizando elementos de *traffic calming*, que forcem os motoristas a reduzir a velocidade através do desenho das vias, com desvios e obstáculos planejados. (Cruz, 2018)

Um projeto piloto está sendo testado na Universidade de Brasília (UnB) e já existe intenção governamental para estender a medida para Águas Claras, Guará e Taguatinga. O principal objetivo é realizar a integração entre carros, motos, ciclistas e pedestres, reduzindo os conflitos no trânsito e, conseqüentemente, o número de acidentes e mortes. (Calcagno, 2018)

3.3.1 MEDIDAS MODERADORAS DO TRÁFEGO NAS ZONAS 30

Segundo Kraus (1997), a moderação do tráfego é a técnica que tem como finalidade reduzir a transitabilidade ou a acessibilidade do fluxo de passagem, através de sinalizações regulamentares ou marcações viárias e físicas implementadas na via.

Em termos de dimensionamento, as Zonas 30 podem apresentar o uso de elementos físicos de centralização, desníveis altimétricos associados a aplicação de material com textura diferenciada e coloração distinta, entre outros, afim de canalizar e controlar o volume de tráfego e a velocidade dos automóveis.

A seguir, serão apresentadas as medidas comumente usadas para a moderação de tráfego e controle de velocidade nas Zonas 30.

3.3.2 DEMARCAÇÃO DAS ENTRADAS

As Zonas 30 devem ser devidamente marcadas, de forma que todos os utilizadores reconheçam que estão em um espaço com características próprias e que, portanto, devem adaptar o seu comportamento. (Silva, 2016). O início e o fim de uma zona de 30 km/h devem ser claramente identificados pela presença de sinais verticais de trânsito, apoiados na construção

de entrada e saída. Dentro de uma zona de 30 km/h, o tráfego da direita tem prioridade; em princípio, não há estradas prioritárias ou interseções prioritárias. Exceções a isso são as principais rotas de ciclismo e rotas de ônibus. Ao sair de uma zona de 30 km / h, deve ser dada prioridade a todos os outros tráfegos. (SWOV, 2018)

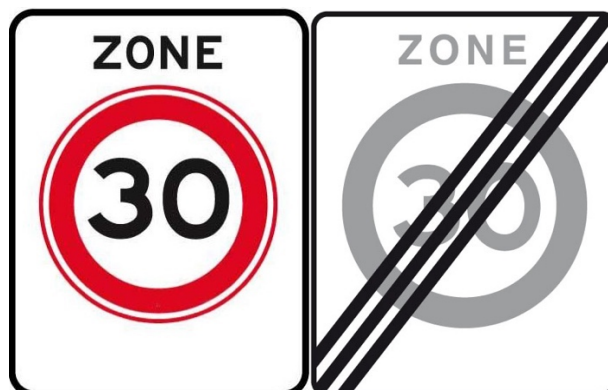


Figura 3.4 – Sinais verticais de Entrada e Saída das Zonas de 30km/h



Figura 3.5 – Representação Gráfica da Entrada da Zona 30

Fonte: Câmara Municipal de Bilbao.

3.3.3 ESTREITAMENTO DA VIA

O estreitamento das vias pode ser feito de diversas maneiras, como estreitamentos mais longos concebidos através da sinalização horizontal, medidas físicas de prolongamento das calçadas, utilização de chicanas, demarcação de áreas de estacionamento, ilhas centrais, faixas exclusivas para ciclistas e arborização. (Cupolillo, 2006)



Figura 3.6 – Prolongamento das calçadas

Fonte: Mi Diario Urbano.

As chicanas são pequenos deslocamentos horizontais na pista que criam um alinhamento curvilíneo, com intuito de incentivar velocidades reduzidas, pois as restrições físicas na calçada criam uma curvatura de 45° em estrada reta, que obriga os veículos a negociar a rua estreitada em formato de serpentina (Ewing, 1999).

Na figura 3.7, a seguir, tem-se a coexistência da chicanas e ciclovias, que ratifica o princípio de integração dos participantes do trânsito dentro das diretrizes da mobilidade urbana.



Figura 3.7 – Chicanas com ciclovia

Fonte: ITE Pedestrian Bicycle Council.

Um efeito semelhante pode ser alcançado pela alternância do estacionamento de um lado da rua para o outro. Isso pode ser feito recapeando as marcações do pavimento para estacionamento ou construindo ilhas para estacionamentos (Ewing, 1999). A cidade de Nashville, no Tennessee, usou marcas de pavimento em zigue-zague que permitiam duas faixas completas e trechos curtos de estacionamento em lados alternados da rua para criar um padrão de chicanas (Hamburg, 2005).

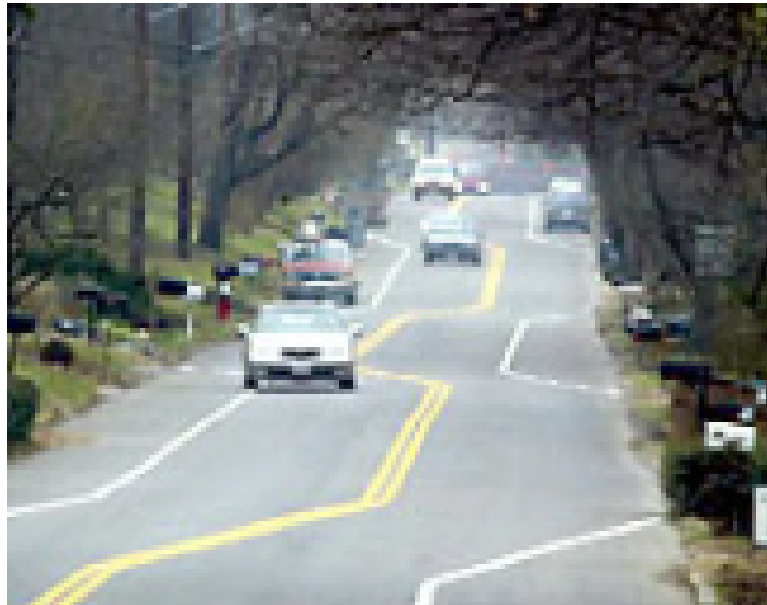


Figura 3.8 – Estacionamento Alternado

Fonte: Hamburg (2005).

Outras ferramentas, já mencionadas, são as ilhas. Alguns exemplos são apresentados nas Figuras 3.9 e 3.10.



Figura 3.9 – Rotatória

Fonte: Federal Highway Administration. (Michigan, EUA).



Figura 3.10 – Ilha de Travessia

Fonte: Ciclo Ativismo.

3.3.4 TRAVESSIA DE PEDESTRES

As medidas de traffic calming estão divididas segundo duas categorias: redução de velocidade dos veículos; e para criar um ambiente que induza a um modo prudente de dirigir. (BHTRANS, 2011)

A travessia de pedestres é um aspecto de segurança muito importante, e um dos dispositivos utilizados para garantir a segurança dos pedestres são os platôs que são uma seção elevada da via na mesma altura da calçada, compreendendo toda a interseção, construída com perfil plano e rampas. Esses elementos podem ser implementados com o objetivo de reduzir a velocidade de veículos leves. (BHTRANS, 2011)



Figura 3.11 – Platô

Fonte: ITE Pedestrian Bicycle Council.

3.4. SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO

A simulação computacional de tráfego é um método amplamente utilizado na pesquisa de modelagem de tráfego, planejamento e desenvolvimento de redes e sistemas de tráfego. A engenharia presente nos sistemas de tráfego de veículos é de crescente interesse global e sua modelagem de sistemas de tráfego são bastante complexos, de forma que se torna um problema de real interesse em se analisar. (Legrazie, 2012). Assim, devem ser investigados os recursos, características e problemas enfrentados durante o uso de alguns dos aplicativos de software de simulação de tráfego.

Os softwares de simulação de tráfego fazem parte de uma disciplina cada vez mais popular no campo da ciência em geral. As pessoas precisam lidar com diferentes problemas científicos usando o poder do computador através da simulação de ambientes experimentais artificiais. Durante convenção de Transportes realizada em Curitiba (2004), foram utilizados diversos ambientes simulados para testar modelos científicos, a fim de provar ou refutar sua viabilidade e/ou correção.

O alto poder da máquina atual permite que as pessoas simulem ambientes em uma velocidade muito mais rápida do que qualquer ambiente real, assim qualquer experimento conduzido no meio simulado forneceria resultados possíveis em questão de minutos, horas, dias ou às vezes até semanas, meses e anos à frente do mesmo experimento forneceria realizado no mundo real. (Ferreira, 2008)

Um dos sistemas que é melhor estudado usando uma simulação de computador é uma rede de tráfego. É mais comum experimentar redes de tráfego em um ambiente simulado por computador, porque a experimentação de tráfego no ambiente real não é prática. De acordo com Hoogendoorn (2001), para resolver este problema, cientistas criaram diferentes estratégias para simular sistemas de tráfego que se enquadram nas três categorias abordadas abaixo.

3.4.1. MODELOS DE SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO

De forma a melhor conhecer os passos na construção de um bom modelo, são apresentadas as suas principais fases (Legrazie 2012):

- Conceção: fase de amadurecimento da ideia;
- Elaboração: consiste na definição de requisitos, arquitetura e prioridades;
- Construção: consiste nas várias interações das quais resultam versões diferentes que satisfazem subconjuntos de requisitos;
- Transição: por último são feitos testes e ajustes de desempenho.

Para Hoogendoorn e Bovy (2001), os modelos de tráfego podem ser classificados de acordo com:

- Escala de variáveis independentes (contínuas, discretas ou semi-discretas);
- Escala de aplicação (redes, arcos ou nós);
- Representação de processos (estocásticos ou determinísticos);

- Funcionamento (analíticos ou simulação);
- Nível de detalhe (macroscópicos, mesoscópicos ou microscópicos).

Assim, tendo em conta as entidades consideradas e o seu nível de descrição, dividem-se da seguinte forma:

Macroscópicos - tentam reproduzir correntes de tráfego ininterruptas, tratando do tráfego como um todo, não fazendo distinção entre as partes que o constituem;

Mesoscópicos - esta é uma abordagem um pouco mais "precisa" que a anterior não distinguindo nem descrevendo o comportamento do veículo e do condutor individualmente, considerando sempre grupos de veículos;

Microscópicos - esta abordagem considera o veículo individualmente, ou seja, cada veículo como uma entidade de estudo. Por exemplo, neste tipo de modelos é possível observar a interação de um veículo com o veículo que imediatamente o segue, ou seja, distingue e descreve o movimento das viaturas individualmente e dos seus condutores.

A Figura 3.12 é um esquema para melhor compreensão do nível de detalhe dos modelos descritos acima.

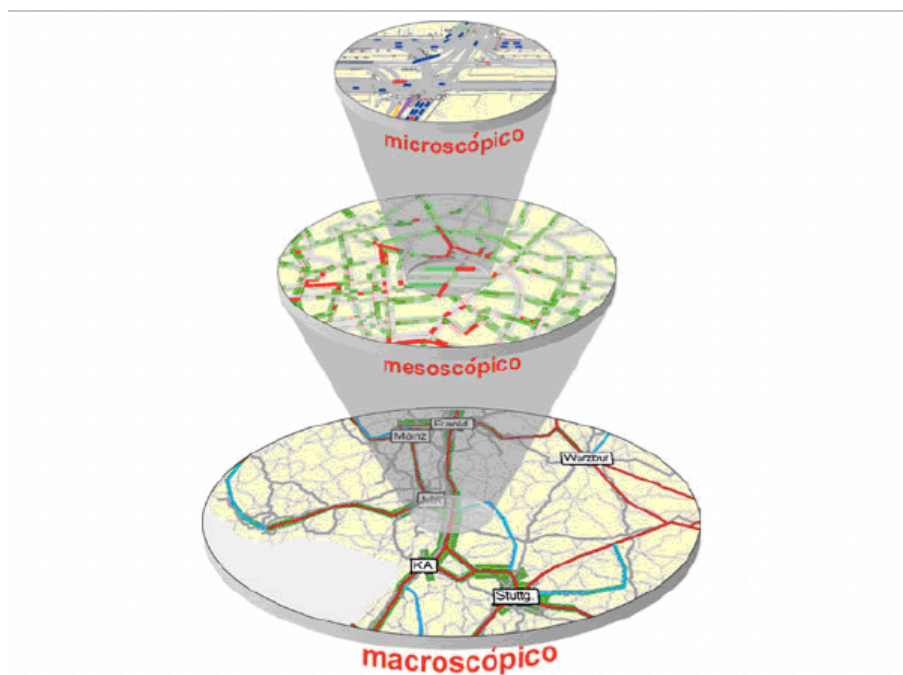


Figura 3.12 - Nível de detalhe dos modelos de tráfego

Fonte: Vilarinho (2008).

Tabela 3.3 - Comparação entre modelos macroscópicos e microscópicos

Modelo	Macroscópico	Microscópico
Global	<ul style="list-style-type: none"> Os Veículos e as viagens são modelados em grupos; Os volumes de tráfego são reproduzidos em modelos estáticos, sendo o resultado representado por um valor médio; Tempos de simulação curtos; 	<ul style="list-style-type: none"> Os veículos e as viagens são modelados individualmente; Simulação dinâmica em tempo real; Usualmente, tempos de simulação longos;
Velocidade Capacidade	<ul style="list-style-type: none"> Todas as viagens partilham a mesma velocidade em determinado elemento da rede; A capacidade do modelo é um dado de entrada; O congestionamento é inexplicável, a velocidade é uma função estritamente dependente do volume; 	<ul style="list-style-type: none"> Cada viagem/ veículo possui uma velocidade em relação aos veículos e aos sinais de controle; Capacidade não é um dado de entrada, mas o resultado da geometria e do comportamento do condutor; Pode reproduzir pontos de congestionamento e a geração de filas de espera;
Nível de Detalhe	<ul style="list-style-type: none"> Simplificadamente modela a intersecção como um ponto sem geometria 	<ul style="list-style-type: none"> Cada intersecção é representada ao detalhe por vários elementos.

Fonte: Vilarinho (2008).

Segundo Henclewood (2007), há várias vantagens de se escolher a abordagem microscópica:

- O tráfego, em si, é um sistema afetado numa escala individual de veículos e motoristas;
- A simulação microscópica gera tanto informação detalhada como agregada. Ainda que veículos sejam modelados de forma individual, é possível extrair macro parâmetros como densidade e fluxos de vias e parâmetros derivados como consumo de combustível, impacto sonoro, etc;
- A simulação microscópica abre a possibilidade de comportamentos emergentes, ou seja, a existência de resultados que inicialmente não estavam programados no modelo, como por exemplo, a previsão de um padrão de viagens devido à ocorrência de certas combinações de necessidades de motoristas, pedestres, etc.

- Modelos de simulação microscópica são mais fáceis de serem entendidos e interpretados. Uma vez que eles são formulados no nível de atores individuais, algumas deduções simples podem ser tiradas sobre o que o modelo está acompanhando. Detalhes técnicos da implementação do modelo são tipicamente complexos, porém os conceitos fundamentais são, em alguns casos, de surpreendente entendimento, como conseqüência, modelos de simulação microscópica são acessíveis até por não especialistas.
- Habilidade de modelar vias congestionadas, o que não se alcança com a mesma qualidade nas outras abordagens;
- Representação visual tão complexa e fiel quanto se deseja;

Por outro lado, os seguintes pontos de atenção devem ser considerados:

- Como são mais complexos, modelos microscópicos exigem um esforço maior de desenvolvimento e conseqüentemente levam um tempo maior a partir da concepção até estarem pronto para uso;
- A própria simulação pode tornar-se excessivamente demorada pela natureza do modelo ou pelo objetivo da simulação. Quanto mais detalhado o modelo e os resultados a serem extraídos, maior o tempo necessário para a execução do programa de simulação.

4. MÉTODO

O presente capítulo é destinado a descrição do caminho adotado para a realização deste estudo. No qual será fundamentada a escolha do tipo de pesquisa, do local onde será realizado o estudo, do objeto selecionado, e do mecanismo utilizado para se fazer a coleta de dados da pesquisa. Ademais, serão apresentados os critérios de inclusão e exclusão da pesquisa e as estratégias empregues para se alcançar o objetivo deste estudo.

A metodologia de pesquisa científica será classificada como exploratória de caráter qualitativo e quantitativo. Em sua parte quantitativa, terá como enfoque a apresentação dos aspectos físicos e dimensionais da via, as medições da velocidade operacional de risco para fins de análise no tocante ao fator reductivo com a implementação de trechos em aclives. Já na exploração qualitativa, irá analisar aspectos relacionados aos usuários acerca da qualidade e uso da via.

A pesquisa quantitativa busca a validação de hipóteses mediante a utilização de dados estruturados, estatísticos, com análise de um grande número de casos representativos, recomendando um curso final da ação. (MATTAR, 2001)

4.1. APRESENTAÇÃO DO MÉTODO

A avaliação comportamental dos usuários da via foi alcançada a partir da seleção da área de estudo, e a realização de medidas *in loco*, para a obtenção dos diversos fatores influenciadores, tais como o aspecto dimensional e físico do local de tratamento, a velocidade real com que os veículos trafegam em diferentes horários, bem como uma pesquisa no campus a fim de se obter informações sobre o conhecimento e satisfação relacionados ao local de estudo.

4.2. LOCAL DE ESTUDO

A via de zona 30 km/h localizada no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília (UnB) entre a Faculdade de Tecnologia (FT) e o SG12. A escolha da via a ser estudada fundamentou-se nos seguintes critérios:

1. Possibilidade de implantação de dispositivos de moderação de tráfego e possível alteração no padrão construtivo.
2. Por ser a principal via de acesso às instalações da universidade.
3. Por ser uma via de transição de velocidades, de 60km/h para 30km/h.



Figura 4.1 – Localização da via de interesse

Fonte: Google Maps.

4.3. OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo foi a qualidade percebida pelos usuários da Zona 30 da Universidade de Brasília, acerca da segurança e mobilidade no campus.

4.4. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

O sistema é baseado na detecção de movimento, o SpeedClock possui três ferramentas de medição de velocidades separadas e duas ferramentas de estimativa de distância. O modo escolhido usa a câmera para detectar e analisar o movimento e uma distância de referência para calcular a velocidade de um objeto.

Com a finalidade de verificar o funcionamento aplicativo, foram feitos alguns testes dirigindo-se o carro com diferentes velocidades mantendo-se a mesma distância da câmera do celular e altura em relação ao solo, e comparou-se os resultados obtidos pelo aplicativo com os do velocímetro do veículo, os resultados serão apresentados adiante.

Além da velocidade de tráfego, buscou-se também analisar os aspectos físicos e dimensionais da via, assim como seu estado e conservação. Este último, utilizando-se de um viés mais qualitativo com relação à satisfação dos usuários, obtidos através da aplicação de questionários.

5. ANÁLISE E RESULTADOS

5.1. ESTUDO DE CASO: ZONA 30 DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Por meio do decreto Nº 39.230, publicado em 10 de julho de 2018 pelo Governo do Distrito Federal (GDF) e pelo Sistema Integrado de Normas Jurídicas do DF (SINJ-DF), foi previsto a regulamentação de vias da capital, Brasília, com velocidade máxima permitida de 30 km/h. Dentre os artigos previstos, há interesse em ressaltar os seguintes:

[...] Art. 1º Fica instituída a Zona 30 no âmbito do Distrito Federal, com o objetivo de estimular o uso dos espaços públicos e dos meios de transportes não motorizados, de forma segura, inclusiva e sustentável.

Art. 2º Para efeitos deste Decreto, considera-se:

I - transporte não motorizado: aquele que se utiliza de propulsão humana, realizado a pé ou por bicicleta, patins, skate e afins;

II - zona 30: área, devidamente delimitada e sinalizada em vias locais, em que a velocidade dos veículos fica limitada a 30 Km/h, com prioridade para o transporte não motorizado.

Art. 3º As Zonas 30 serão implantadas com base em projetos de Mobilidade Urbana desenvolvidos no âmbito do Distrito Federal, que evidenciarão o impacto sobre o trânsito na busca da promoção da equidade e a convivência harmônica no uso dos espaços públicos pelos diferentes modos de transporte.

§ 1º As vias urbanas integrantes da Zona 30 serão sinalizadas com placas regulamentares com informações complementares, confeccionadas conforme Instrução Normativa do Departamento de Trânsito do Distrito Federal - DETRAN/DF, observado o modelo constante do Anexo Único deste Decreto

§ 2º Deverão ser promovidas campanhas educativas visando à conscientização quanto ao respeito às normas de segurança viária, à humanização da ocupação dos espaços públicos, à prioridade do transporte não motorizado e aos novos limites de velocidade estabelecidos.

Art. 4º A Secretaria de Estado de Mobilidade, a Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação e o DETRAN/DF promoverão conjuntamente estudos técnicos prévios para a criação de cada Zona 30, definindo a sua poligonal e vias integrantes. [...]



Figura 5.1- Placa utilizada como referência para indicação das Zonas 30 do Distrito Federal

Fonte: SINJ-DF.

Conforme as orientações destacadas, foram instituídas as “Zonas 30” do Distrito Federal, que como já mencionadas no capítulo 3, buscam estimular e priorizar o uso dos espaços públicos e dos meios de transporte não motorizados, principalmente os pedestres.

Fazendo parte do projeto piloto das “Zonas 30”, a Universidade de Brasília, em conjunto com a Secretaria de Mobilidade, iniciou sua implementação por meio da inclusão das diretrizes estabelecidas nas vias que dão acesso aos Institutos Centrais de Ciências (ICCs), o Restaurante Universitário e o Banco do Brasil, por fazerem parte da região do Campus que recebe o maior fluxo de veículos e pedestres. Ainda, a faixa que promove o principal acesso para as vias internas da Universidade é a L3 Norte, como pode ser verificado na Figura 5.2, em que os prédios e vias de interesse estão representados em destaque.



Figura 5.2 - Locais por onde se definiu a instalação de vias de Zona 30. Em destaque as vias L3 Norte (rosa) e acessos internos da Universidade (vermelho), além dos prédios do Restaurante Universitário (verde), Banco do Brasil (azul) e ICCs (amarelo).

Fonte: Google Maps.



Figura 5.3 - Faixa de Zona 30 que faz a ligação entre a L3 Norte e os ICCs.

Fonte: Google Maps.

A faixa de interesse para o projeto é a que faz a ligação entre a L3 Norte e os prédios representados na Figura 5.2, que, por mais que a região tenha sido incluída nas zonas de novas medidas de segurança viária, há escassez de elementos moderadores de tráfego, como placas de sinalização de velocidade e dispositivos que atuem na desaceleração dos veículos que a transitam. Assim, o espaço se configura de forma tal que o cumprimento da nova regulamentação de velocidade máxima possivelmente não seja respeitado pelos usuários.

Dessa maneira, e em busca de promover o alcance dos objetivos da “Zona 30”, pode-se adotar o uso de dispositivos que trabalhem em favor do controle de velocidade, levando-se em conta as limitações estruturais e geométricas da área de análise, uma vez que a remodelação estrutural da via acarretaria muitos custos.

À vista disso, os instrumentos capazes de proporcionar um melhor funcionamento na perspectiva do que foi proposto são a sinalização vertical e horizontal, bem como o condicionamento das faixas de pedestres e utilização de faixas elevadas, ou “lombofaixas”. É proposta a melhoria das condições das faixas de pedestres, tanto no seu desenho como na sua localização. As melhorias do desenho e remodelação das faixas de pedestres farão referência aos seguintes aspectos principais:

- Melhorias na sinalização horizontal;
- Melhorias na sinalização vertical; e
- Construção de faixas elevadas ou “lombofaixas”

Detalham-se, a seguir, os parâmetros dos diferentes instrumentos sugeridos para compor a sinalização da via de zona de 30 e da sua faixa de pedestre.

5.1.1. PARÂMETROS SUGERIDOS PARA DESENHO E REMODELAÇÃO

5.1.1.1. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

As recomendações quanto à sinalização horizontal se resumem a seguir:

- As faixas devem ser executadas conforme o Código de Trânsito Brasileiro (2008) e o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007)
- A largura da faixa de travessia de pedestres é determinada pelo fluxo de pedestres no local, segundo a seguinte equação:

$$L = F/K > 4 \quad (2)$$

Em que:

L é a largura da faixa, em metros;

F é o fluxo de pedestres estimado ou medido nos horários de pico (pedestres por minuto por metro);

K = 25 pedestres por minuto.

5.1.1.2. SINALIZAÇÃO VERTICAL

Propõe-se a incorporação de sinalização vertical nas aproximações dos veículos a uma faixa de pedestres. Para sinalizar verticalmente a faixa de pedestres, utilizar-se-á o sinal A-32b, de passagem sinalizada de pedestres, segundo as recomendações fornecidas pelo CONTRAN. Não há obrigatoriedade em utilizar sinalização vertical para travessias de pedestres em área urbana, ficando a cargo do responsável técnico julgar os locais em que a faixa é de difícil percepção, em que pode haver risco ao pedestre e em escolas, hospitais, entre outros.

5.1.1.3. FAIXAS DE PEDESTRE ELEVADAS (“LOMBOFAIXAS”)

Já em relação à construção de faixas de pedestre elevadas, a Resolução do Conselho Nacional de Trânsito n. 738/18 (em conjunto com a NBR 9050, que se trata de uma norma de acessibilidade), publicada no Diário Oficial da União de 06/09/18, “*estabelece os padrões e critérios para a instalação de travessia elevada para pedestres em vias públicas*”, regulamentando uma prática que já vinha sendo adotada em diversos municípios, ainda sem qualquer previsão legal.

A Resolução surge devido às necessidades de melhoria das condições de acessibilidade, conforto e segurança na circulação dos pedestres; de maior visibilidade das travessias por parte dos condutores; e como forma de padronização das soluções de engenharia de tráfego;

A utilização da faixa elevada para travessia de pedestres, como forma de moderação de tráfego, fazendo parte de um conjunto de medidas voltadas ao uso compartilhado da via pública, de maneira segura, primando pela menor velocidade dos veículos automotores, e com prioridade ao pedestre, se enquadra nos casos de *traffic calming*.

Trata-se, basicamente, de uma junção da faixa de pedestres com um redutor de velocidade, motivo pelo qual também é chamada de “lombofaixa”. Os ganhos representados pelo mecanismo são o de que o pedestre, ao realizar a travessia, não precise “descer à via”, mas

sim continue a caminhar em mesmo nível (por se tratar de uma extensão da calçada, concede maior mobilidade aos cadeirantes, crianças e idosos), ao mesmo tempo em que os condutores de veículos têm maior visibilidade da travessia de pedestres, além de serem obrigados a reduzir a velocidade para lhes dar a prioridade.

Sua implantação é mais efetiva em locais onde seja necessário conter o fluxo de forma a induzir os motoristas a um modo mais apropriado à segurança, como entorno de escolas, hospitais, áreas centrais com grande fluxo de pedestres, etc.

Ressalta-se que o órgão competente deve adotar providências necessárias para remoção ou adequação da faixa que estiver em desacordo com a Resolução, o que exige um trabalho atento dos órgãos de trânsito, em todo o Brasil, já que muitos municípios já vinham implantando a técnica, cada um à sua maneira.

Para que a faixa elevada de travessia atinja o objetivo que se pretende, podemos destacar dois aspectos essenciais do seu projeto de implantação: sua altura deve ser igual à altura da calçada (as alturas se equivalem apenas se a calçada tiver até 15 cm; se for superior a isto, deve ser feito o rebaixamento da calçada); e somente há sentido em se estabelecer a faixa elevada onde a velocidade dos veículos for baixa (é necessário que a velocidade máxima no local de implantação seja de 30 km/h, por suas características naturais, ou por medidas para redução de velocidade).

Além destes critérios, determina a Resolução n. 738/18 os seguintes requisitos, de observância obrigatória no projeto:

- Comprimento igual à largura da pista, garantindo as condições de drenagem superficial;
- Largura da superfície plana (plataforma) de no mínimo 5 e no máximo 7 metros, garantindo as condições de drenagem superficial (fora desse intervalo, apenas se justificadas pelo órgão de trânsito);
- Rampas calculadas em função da altura da faixa elevada, com inclinação entre 5% e 10%, em função da composição do tráfego e da velocidade desejada;

O artigo 5º desta Resolução trata das proibições de implantação em trecho de via em que seja observada qualquer uma das seguintes características:

I - isoladamente, sem outras medidas conjuntas que garantam que os veículos se aproximem com uma velocidade segura da travessia;

II - com declividade longitudinal superior a 6%;

- III - em via rural, exceto quando apresentar características de via urbana;
- IV - em via arterial, exceto quando justificado por estudos de engenharia;
- V - em via com faixa ou pista exclusiva para ônibus;
- VI - em trecho de pista com mais de duas faixas de circulação, exceto em locais justificados por estudos de engenharia;
- VII - em pista não pavimentada ou inexistência de calçadas;
- VIII - em curva ou situação com interferências visuais que impossibilitem visibilidade do dispositivo à distância;
- IX - em locais desprovidos de iluminação pública ou específica;
- X - em obra de arte e nos 25 metros anteriores e posteriores a estas;
- XI - defronte ao portão de entrada e/ou saída de escolares;
- XII - defronte a guia rebaixada para entrada e saída de veículos.
- XIII - em esquinas a menos de 12m do alinhamento do bordo da via transversal, exceto quando justificado por estudo de engenharia.

Por fim, são determinadas regras para sinalização complementar de trânsito, na seguinte conformidade:

I - Sinal de Regulamentação R-19 - "Velocidade máxima permitida", limitando a velocidade em até 30 km/h, sempre antecedendo a travessia, devendo a redução de velocidade da via ser gradativa, conforme critérios estabelecidos no Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, do Contran;

II - Sinais de advertência A-18 - "Saliência ou lombada" antecedendo o dispositivo e junto a ele, e A-32b - "Passagem sinalizada de pedestres" ou A-33b - "Passagem sinalizada de escolares" nas proximidades das escolas, acrescidos de seta como informação complementar, conforme desenho constante no ANEXO II da presente Resolução.

III - Demarcação em forma de triângulo, na cor branca, sobre o piso da rampa de acesso da travessia elevada, conforme Anexo I; III e IV; Para garantir o contraste, quando a cor do pavimento for clara, o piso da rampa deve ser pintado de preto;

IV - Demarcação de faixa de pedestres do tipo "zebrada" com largura entre 4,0m e 6,0m na plataforma da travessia elevada, conforme critérios estabelecidos.

IV - Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran, admitindo-se largura superior, conforme previsto no inciso II, do artigo 4º;

V - A área da calçada próxima ao meio-fio deve ser sinalizada com piso tátil, de acordo com a norma ABNT NBR 9050, conforme mostrado no Anexo I da presente Resolução;

VI - Linha de retenção junto a travessia elevada semaforizada, a ser implantada de acordo com o disposto no Volume IV - Sinalização Horizontal, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran, respeitada distância mínima de 1,60 m antes do início da rampa.

Segundo Barbosa (2006), dentre as medidas de maior eficácia para redução da velocidade estão as deflexões verticais constituídas por mudanças no alinhamento vertical da via. Sabendo disso, as lombofaixas se destacam por serem porções elevadas da via com perfil trapezoidal constituídas de rampas e a plataforma propriamente dita. A rampa é a seção inclinada das plataformas. São construídas de meio-fio a meio-fio ou com um vão de 200mm entre o início da plataforma e o meio-fio para permitir uma melhor drenagem. As plataformas permitem que pedestres e cadeiras de roda atravessem a via sem qualquer mudança de nível, devido ao perfil trapezoidal.

Análises comparativas realizadas por Layfield (1994) e posteriormente por Barbosa (2000), demonstraram que diferentes medidas de dimensões (ângulos e comprimentos) na construção de uma faixa elevada produzem impactos distintos na velocidade.

A Figura 5.4 mostra em mais detalhes os parâmetros geométricos de uma faixa elevada:

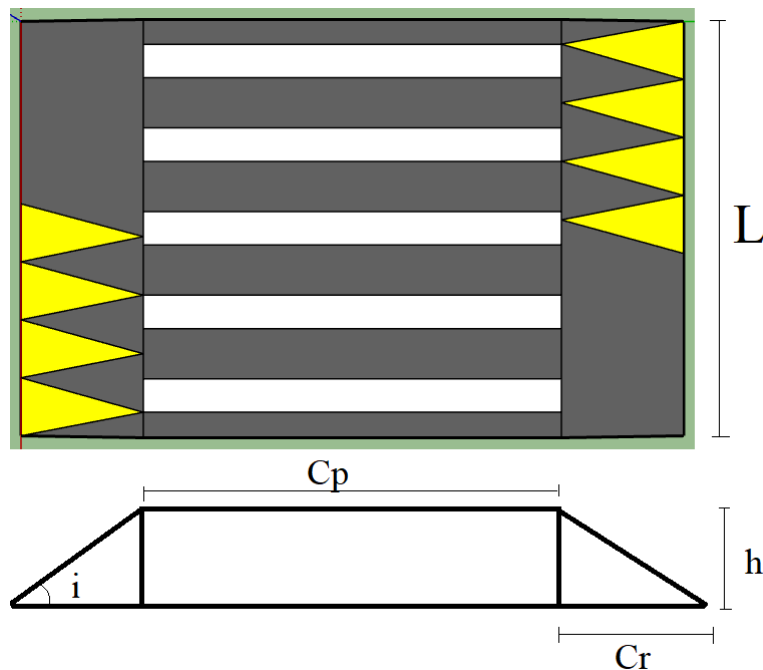


Figura 5.4 - Vista superior e corte esquemáticos dos parâmetros geométricos e sinalizações horizontais de uma faixa elevada.

Fonte: Os próprios autores.

Em que:

C_p : Comprimento da plataforma;

C_r : Comprimento da rampa inclinada;

i : ângulo de inclinação da rampa;

h : altura da plataforma; e

L : largura da faixa.

Definidos os parâmetros estabelecidos para a instalação de sinalizações horizontal e vertical, bem como a utilização de faixas de pedestre elevadas, prosseguiu-se para a pesquisa de campo.

5.1.2. PESQUISA DE CAMPO

5.1.2.1. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

De maneira a iniciar a pesquisa de campo, foi realizado um questionário para identificar algumas observações acerca da Zona 30 da UnB por parte de seus usuários. O questionário foi hospedado no site *Google Forms* no período entre 11 de Novembro de 2018 e 25 de Novembro de 2018 e sua divulgação ocorreu meio de redes sociais como *Whatsapp*, *Facebook* e *Instagram*. Assim, 119 usuários responderam as perguntas de forma digital através de seus *smartphones*, *tablets* ou computadores.

Os resultados obtidos a partir das respostas são mostrados nas Figuras a seguir.

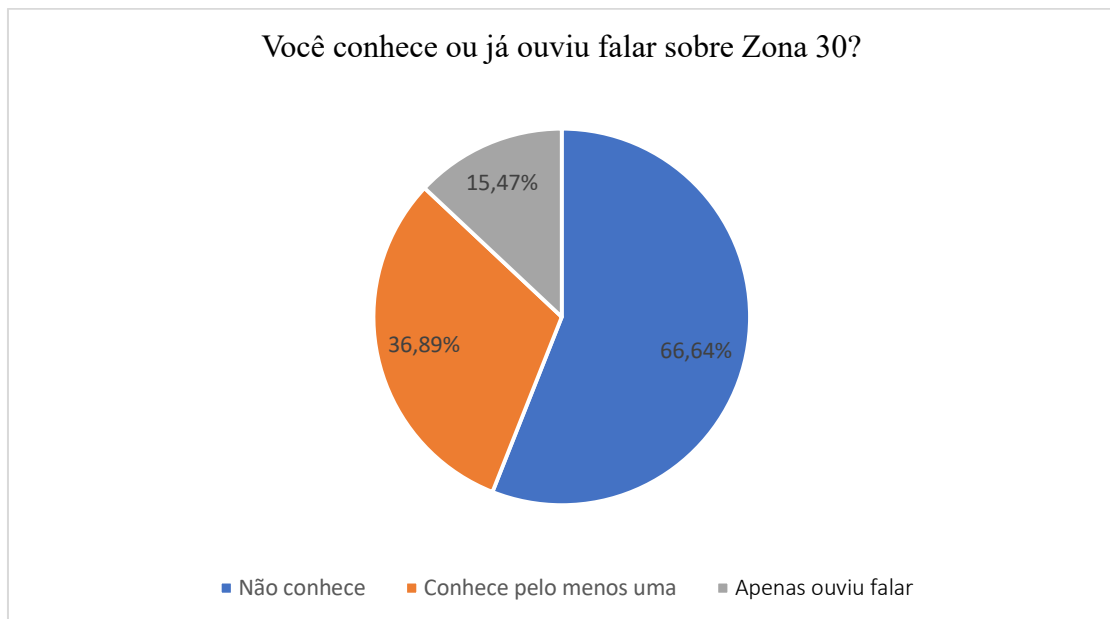


Figura 5.5 – Resultados do Questionário. (1)

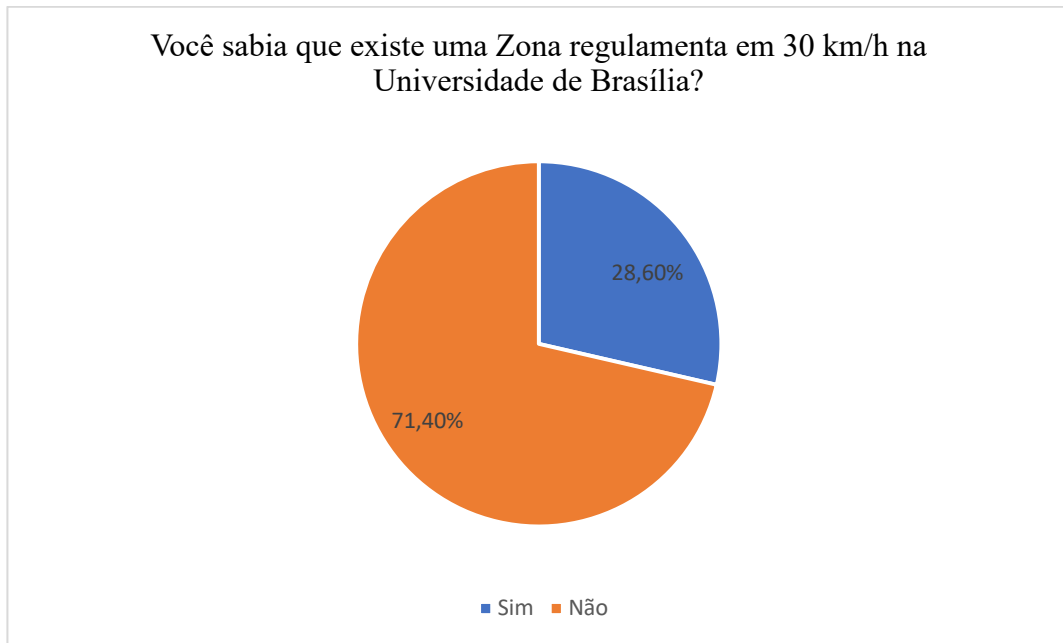


Figura 5.6 – Resultados do Questionário. (2)

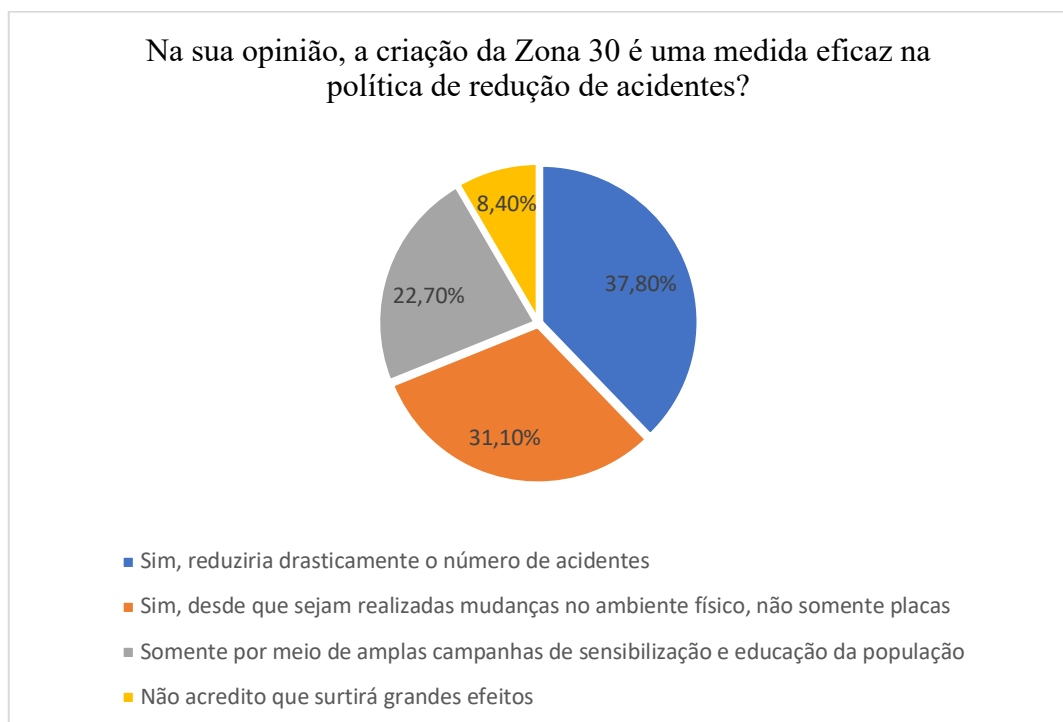


Figura 5.7 – Resultados do Questionário (3).

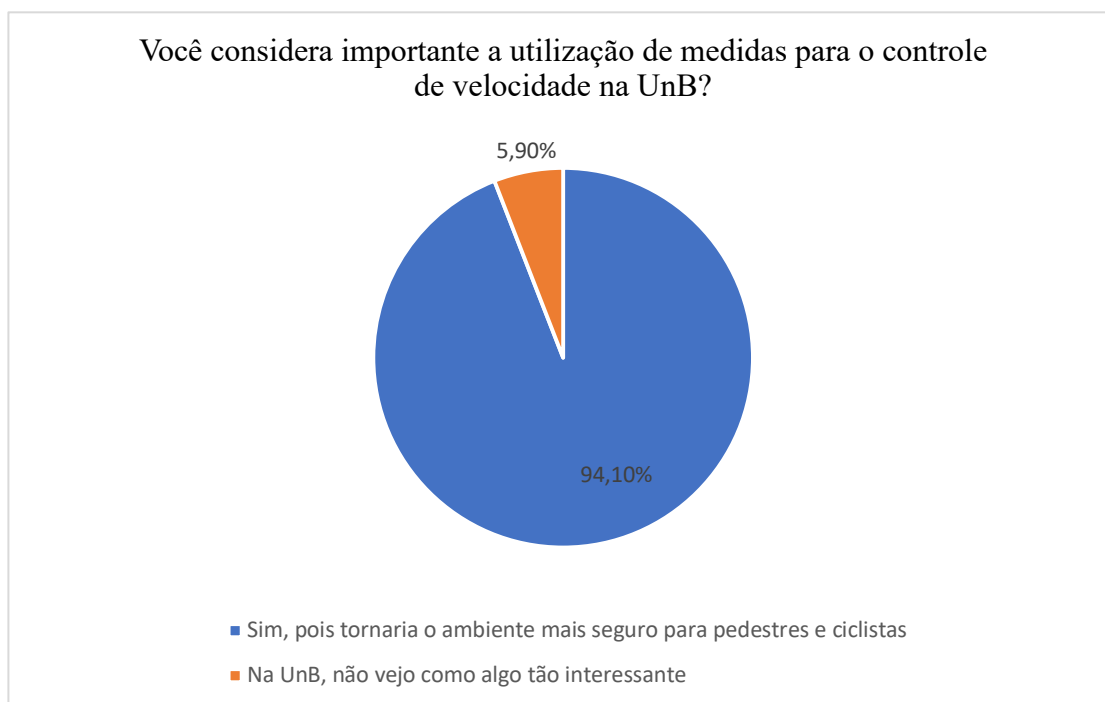


Figura 5.8 – Resultados do Questionário. (3)

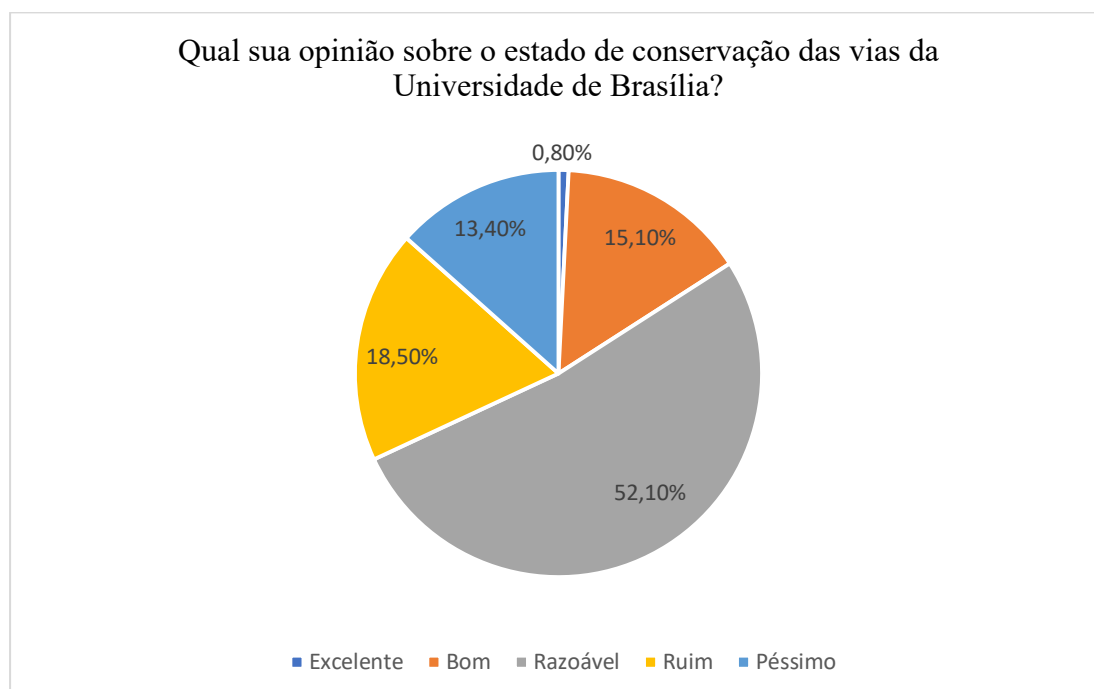


Figura 5.9 – Resultados do Questionário (5).

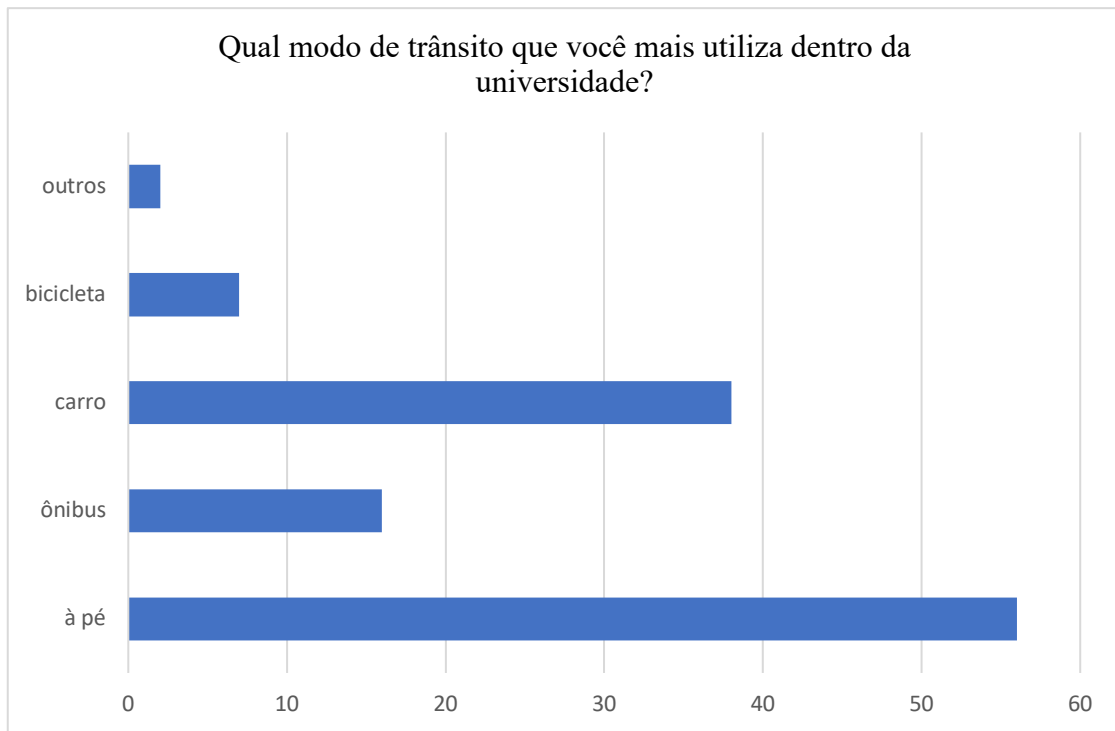


Figura 5.10 – Resultados do Questionário. (6).

Realizada a pesquisa inicial, partiu-se para a próxima etapa do estudo de campo.

5.1.2.2. DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE VELOCIDADE DOS USUÁRIOS MOTORIZADOS NA ZONA 30

Afim de verificar o perfil de velocidade dos usuários da via e se há de fato o respeito ao limite de velocidade estabelecido, foram realizadas medições de velocidade pontual pelo aplicativo de celular “Speed Clock”. Com o uso de um estadímetro, o instrumento utiliza o tamanho de um objeto conhecido, por ex. um carro, para calcular as distâncias desejadas. Possui, também, um clinômetro que usa sua própria altura como referência, juntamente com o ângulo do celular, para estimar a distância até um ponto no solo.

As distâncias obtidas são usadas para calcular a velocidade dos veículos que trafegam a via. O referencial deste radar, contudo, não permite precisar o veículo alvo caso exista mais de um veículo próximo ao ponto de medição. Esta imprecisão implica que o veículo alvo esteja completamente isolado.

Os pontos de medição para obtenção do perfil de velocidade foram determinados da seguinte forma. O primeiro ponto corresponde ao local próximo de onde o veículo entra na zona

30 e segue em fluxo livre até iniciar a redução da velocidade, isto é o início da sua área de influência, denominado velocidade de entrada.

De maneira análoga, o último ponto corresponde à velocidade de fluxo livre após o veículo ultrapassar a faixa de pedestre já existente e sem elevação, considerado como velocidade de saída.

Ressalta-se que como a faixa de pedestre não possui elevação, quando não há presença de pedestres, o motorista não faz questão de reduzir sua velocidade, uma vez que se sente livre para trafegar sem causar danos, mesmo que em via regulamentada em 30 km/h.

Ainda, antes de se iniciarem as medições, foram realizados testes no aplicativo para averiguar se os resultados realmente correspondem com a realidade. Para isso, o celular foi posicionado dentro de um veículo com velocímetro digital e com o aplicativo aberto, de forma que com o veículo em movimento, pôde-se observar se as velocidades eram as mesmas. Os resultados do teste estão apresentados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Erro percentual das velocidades obtidas no software SpeedClock em comparação com as velocidades do velocímetro

Velocidades (Km/h)		
Velocímetro	SpeedClock	Erro(%)
30	28,7	4,3
40	41,3	3,3
50	48,6	2,8
60	57,9	3,5
70	72,4	3,4

Considerando os resultados da Tabela 5.1, verificou-se um erro percentual máximo de 4%, o que nos levou a considera-lo como aceitável para identificação das velocidades dos usuários. Assim, foram coletadas as velocidades pontuais de entrada e de saída, no local a ser incluída a lombofaixa, durante seis dias alternados, entre os meses de novembro e dezembro de 2018, nos horários de pico, afim melhor representar o fluxo da via. Os pontos de medição foram marcados por referências de fácil identificação, por exemplo, postes, placas e árvores. A partir

destas referências foram feitas as medições de velocidade pontual para identificar o perfil de velocidade da via.

A tabela 5.2 apresenta os valores obtidos durante as medições:

Tabela 5.2 - Resultados de velocidade obtidos para automóveis e motocicletas na Zona 30 com uso do aplicativo SpeedClock.

		Sentido L3 Norte – ICCs		Sentido ICCs – L3 Norte	
	Horários	VMentrada	VMsaída	VMentrada	VMsaída
21/11/2018	07:50	26	52	51	29
	12:10	30	43	48	28
	13:50	30	38	51	31
	17:30	17	43	48	30
22/11/2018	07:50	24	54	42	38
	12:10	26	53	50	36
	13:50	21	45	51	29
	17:30	26	41	45	38
23/11/2018	07:50	18	56	49	30
	12:10	23	49	45	40
	13:50	18	45	48	38
	17:30	24	40	52	30
26/11/2018	07:50	29	41	44	31
	12:10	27	50	49	29
	13:50	19	38	54	33
	17:30	32	48	42	40
27/11/2018	07:50	18	47	54	33
	12:10	24	43	49	28
	13:50	30	56	48	28
	17:30	19	48	55	36
04/12/2018	07:50	31	52	49	31
	12:10	33	50	57	37
	13:50	19	41	49	29
	17:30	24	45	40	38
05/12/2018	07:50	30	55	57	29
	12:10	26	60	53	37
	13:50	21	54	53	32
	17:30	20	51	53	27
Médias		24,5	47,8	49,5	32,7
Desvio Padrão		4,81	5,92	4,3	4,12

Os valores da tabela refletem, em sua maioria, o não cumprimento da velocidade regulamentada em 30 km/h, evidenciando a real necessidade de se implementar dispositivos de moderação de tráfego para o controle de velocidade da via.

Na sequência, foram definidas as características físicas e geométricas da plataforma de acesso da lombofaixa.

5.1.2.3. PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DA FAIXA DE PEDESTRE ELEVADA

Como uma forma de analisar a inserção de uma faixa elevada na via que liga a L3 Norte com a via de acesso aos Institutos Centrais de Ciências (ICCs), o Restaurante Universitário e o Banco do Brasil, verificaram-se algumas alternativas de inclusão de lombofaixas por meio da identificação das seguintes características: largura, comprimento e altura do topo, inclinação e comprimento das rampas de entrada e saída e tipo de perfil longitudinal da plataforma. Ainda, alternando-se os valores de suas dimensões e inclinações de rampas de acesso, conforme os critérios destacados pelo decreto N° 39.230 e pela resolução 738/19.

A Tabela 5.3 apresenta os parâmetros para cada alternativa de elevação a ser implementada na faixa de pedestre.

Tabela 5.3 - Características geométricas das possibilidades de plataformas

Plataforma	Rampa 1			Rampa 2			Topo da Plataforma			
	i	hR (m)	CR (m)	i	hR (m)	CR (m)	CP (m)	hp (m)	Tipo	Largura (m)
1	10 %	0,15	1,50	10 %	0,15	1,50	5,00	0,15	reta	8,00
2	9%	0,15	1,70	9%	0,15	1,70	5,00	0,15	reta	8,40
3	8%	0,15	1,90	8%	0,15	1,90	5,00	0,15	reta	8,80
4	7%	0,15	2,10	7%	0,15	2,10	5,00	0,15	reta	9,20
5	6%	0,15	2,50	6%	0,15	2,50	5,00	0,15	reta	10,00
6	5%	0,15	3,00	5%	0,15	3,00	5,00	0,15	reta	11,00

As representações da geometria das lombofaixas podem ser verificadas na Figura 5.11, em ordem decrescente de inclinação das rampas, com ângulos variando de 10° a 5°, conforme a Tabela 5.3.

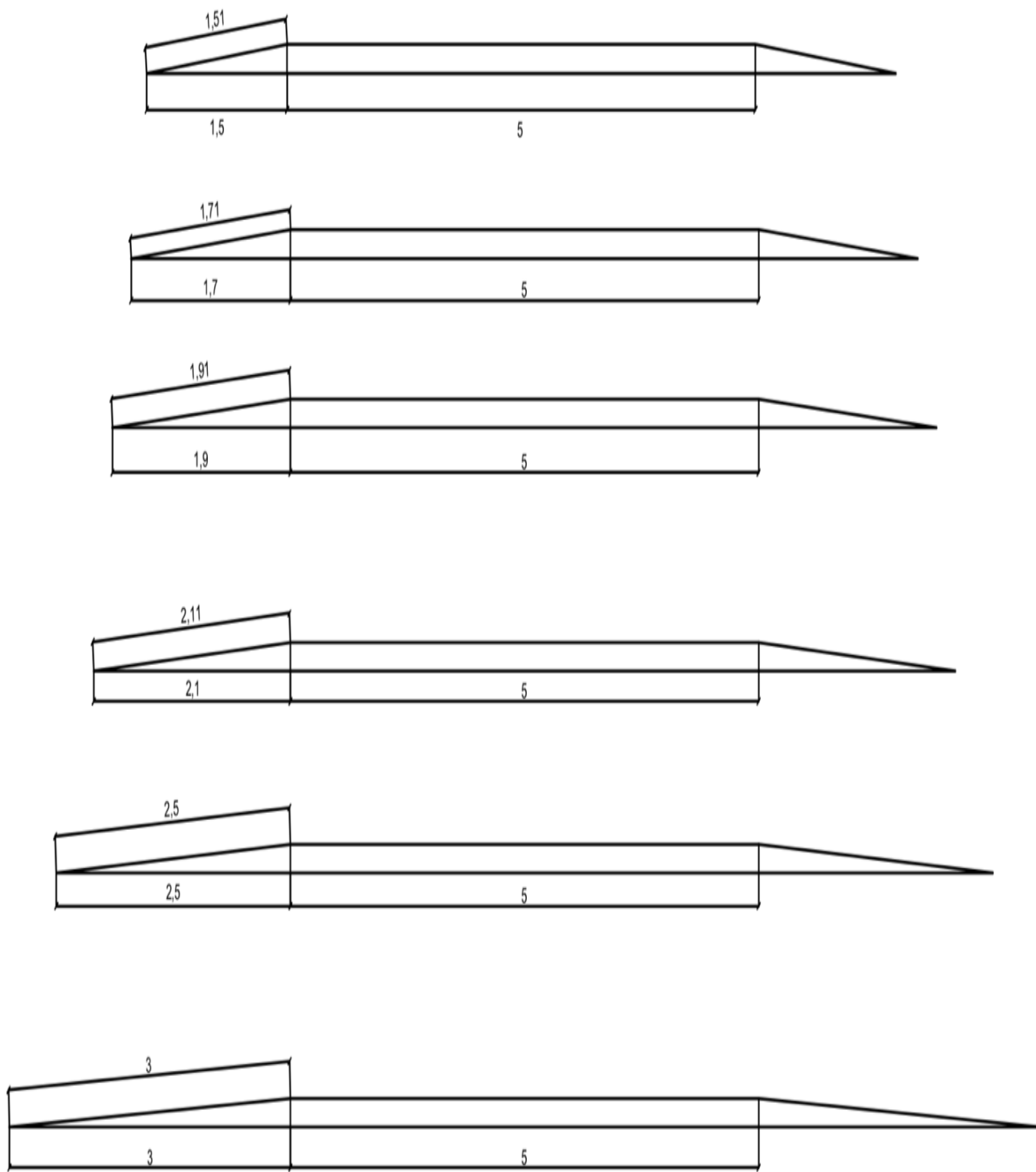


Figura 5.11 - Conformações e dimensões em corte das alternativas possíveis da construção de faixas elevadas

5.1.2.4. MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO COM A IMPLEMENTAÇÃO DE SINALIZAÇÕES HORIZONTAL, VERTICAL E FAIXA ELEVADA

Para melhor visualização dos elementos a serem incluídos na construção da faixa de pedestre elevada, foram utilizados os softwares *SketchUp*, *AutoCad* e *Infraworks* para construção de um modelo representativo da via após construção da elevação, verificado pelas Figuras 5.12 e 5.13.

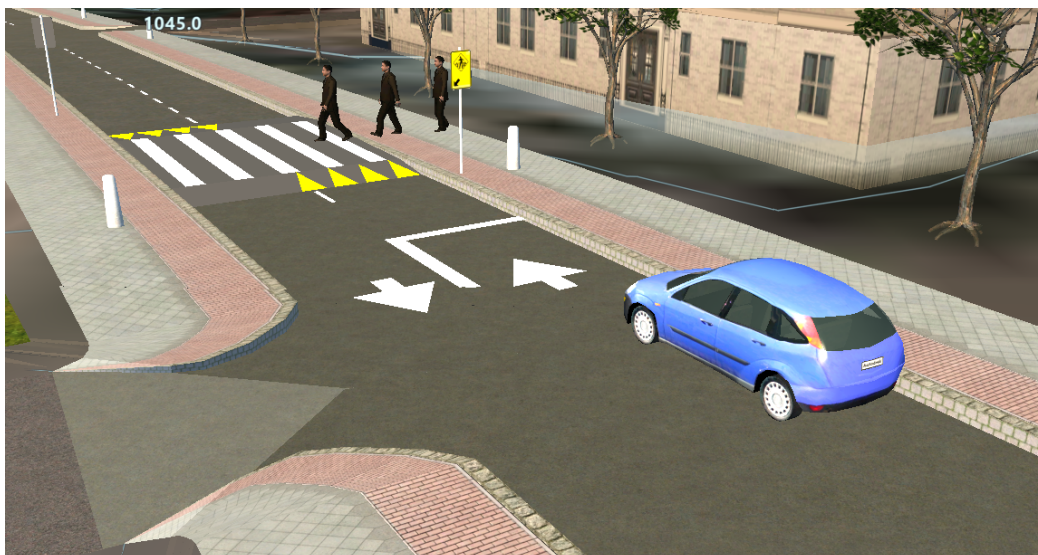


Figura 5.12 - Modelo representativo da faixa elevada com sinalização vertical

Fonte: Infraworks.



Figura 5.13 - Modelo representativo das sinalizações vertical e horizontal da Zona 30

Fonte: Infraworks.

Realizada a modelagem no software *Infracworks* e com os dados referentes às lombosfaixas e a velocidade operacional da via supracitados, utilizou-se o software simulador SCTA 1.0 (*Speed Calculations for Traffic Accidents*) para estimar a redução de velocidade dos veículos ao percorrerem trechos com aclives (sentido L3 – ICCs) ou declives (sentido ICCs-L3 Norte).

Os cálculos fundamentam-se nas equações da mecânica clássica, então para o trecho retilíneo em aclive, o veículo está sob a ação de duas forças, a componente tangencial da força peso e a força de atrito, de forma que existe uma dependência do ângulo de aclive.

Na consideração do coeficiente de atrito, baseou-se no tipo de situação referenciada por Victor A. Irrueta (2006) para um pavimento de asfalto velho utilizado por veículos de passeio, em que o valor é dado por 0,55.

A distância de frenagem foi considerada como 0 (zero), pois a intenção era verificar a desaceleração do automóvel/motocicleta com a utilização da elevação promovida pela utilização da rampa.

A Figura 5.14 apresenta a interface do programa utilizado para simulação do impacto das rampas na velocidade.

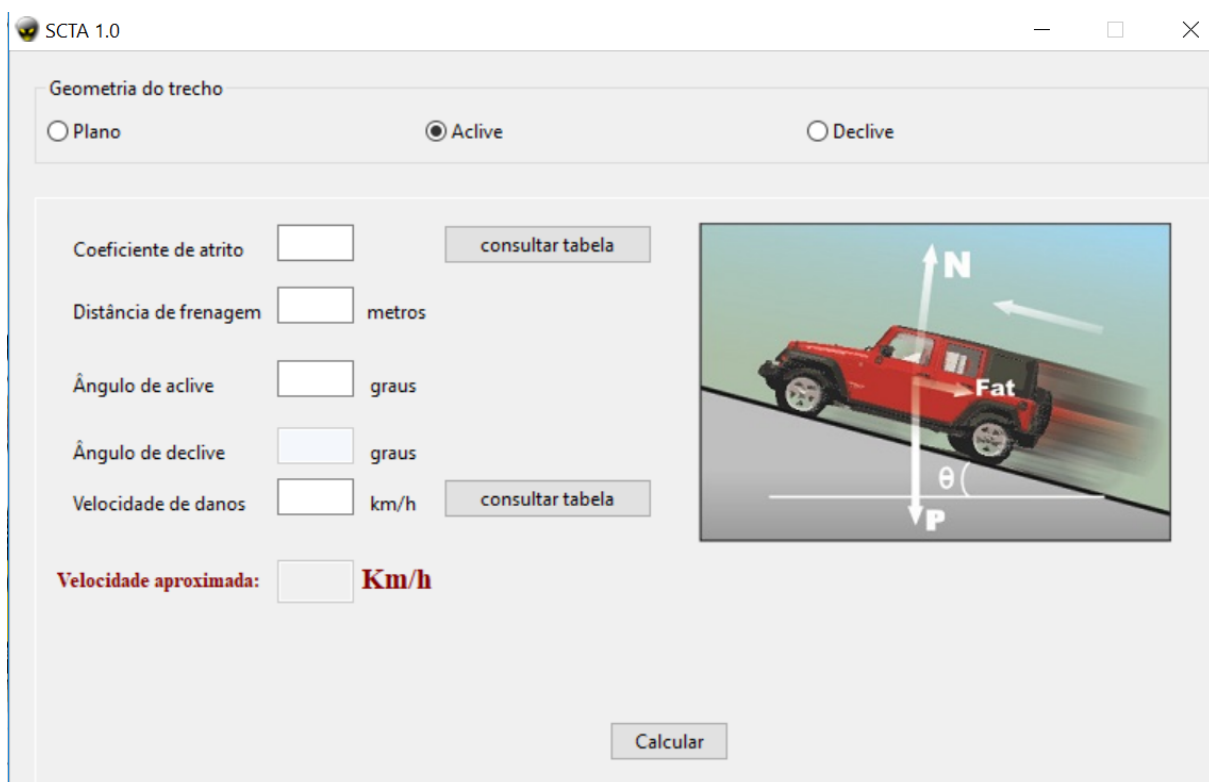


Figura 5.14 - Interface do software SCTA para um veículo percorrendo trecho em aclive

Os resultados obtidos pelo software SCTA relativos à porcentagem de redução de velocidade com a presença das diversas inclinações analisadas nesse projeto, são apresentadas na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - resultados obtidos no software SCTA

Inclinação	Ângulo (graus)	Coefficiente de atrito	V_o (km/h)	V_f (km/h)	Redução (%)
10%	5,7°	0,55	49	36	-26,5
9%	5,1°	0,55	49	38	-22,4
8%	4,6°	0,55	49	39	-20,4
7%	4,0°	0,55	49	41	-16,3
6%	3,4°	0,55	49	42	-14,2
5%	2,9°	0,55	49	44	-10,2

Verificando a Tabela 5.4, percebe-se que a redução de velocidade variou de 10,2% a 26,5%

6. CONCLUSÕES

O objetivo principal definido em realizar um levantamento das medidas e dispositivos de engenharia utilizados para moderação e controle de velocidade da via, em especial na Zona 30 da UnB por meio de pesquisas, análises e estudos de campo, foi considerado alcançado.

Como respostas para as questões do questionário, evidenciou-se que grande parcela não possuía conhecimento sobre Zonas 30 e muito menos a sua existência dentro da Universidade, revelando a importância e necessidade de se realizar a divulgação.

Ainda, quase o mesmo percentual identificou que medidas trazidas pela implementação da zona podem trazer benefícios relativos a prevenção e redução de acidentes, mesmo que precisem ser antecedidos por campanhas de conscientização.

Sendo assim, os dispositivos e medidas de moderação de trânsito devem ser investidos de forma a aprimorar a qualidade técnica das vias quanto a observação do controle de velocidade, de forma a aprimorar suas instalações e enfim na qualidade administrativa.

Ainda, além de explicar a qualidade da implementação das medidas de *traffic calming*, os modelos e simulação apresentados foram capazes de explicar as possíveis alternativas encontradas para de alguma forma resolver o problema de velocidades elevadas na via.

A redução relativa nas velocidades dos veículos devido à plataforma foi considerável, apresentando um intervalo de 10,2% a 26,5% da velocidade em fluxo livre. Esse valor evidencia a função principal da plataforma, que é o controle da velocidade dos veículos propiciando a circulação de pedestres com maior segurança.

O estudo de caso compreendeu a via que serve de acesso interno ao campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, que é regulamentada em 30 km/h. Desta forma, provavelmente reflete o comportamento de uma população distinta se comparada com outras regiões, sejam elas de Zonas 30 ou não. Portanto, precauções devem ser tomadas na avaliação da influência de plataformas em outros locais, uma vez que o ambiente a ser considerado pode ser outro, bem como o comportamento do motorista.

Como limitante da pesquisa, é possível mencionar a dificuldade na obtenção de respostas ao questionário, devido ser considerado um contratempo por boa parte das pessoas. Por fim, como propostas para trabalhos futuros, aplicações de modelagens e simulações com uso de outras ferramentas e softwares em outras regiões contempladas com as regulamentações adotadas em Zonas 30, para fins de comparação de resultados, tornando possível verificar se há alguma alteração nos resultados apresentados nesse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

30KM/H - *Making streets liveable*. 2013. Disponível em: <<http://en.30kmh.eu>>. Acesso em 01 de dez. 2018.

AMARAL, L. H. M. Análise da Redução de Velocidade de Dispositivos de Canalização de Tráfego do Tipo “Lápis”. 2013. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia de Produção) – UFRGS, Porto Alegre.

ANGELIS, R.F. Ações de moderação de tráfego: considerações sobre seu emprego no Brasil. 2004. Dissertação (Mestrado). PPGEU. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

ATKINS *et al.* Medidas de alcaimia de tráfego. Volume 3. Tratamento de zonas de aproximação e transição. 2010.

BARBOSA, H. M.; MOURA, M. V. Ondulações Transversais para Controle da Velocidade Veicular. 2008. Núcleo de Transportes – NUCLETRANS. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Anais da ANPET.

BELO HORIZONTE (Prefeitura). Manual de medidas moderadoras do tráfego: BHTRANS. 1999.

BELO HORIZONTE. Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte: BHTRANS. Manual de Medidas Moderação de Tráfego. 1999.

BHTRANS. Balanço da mobilidade urbana de Belo Horizonte. 2011.

BOCANEGRA, C. W. R. Procedimentos para implantação e avaliação de desempenho de Lombadas Eletrônicas em áreas urbanas. 2006. 149 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

BOTTESINI, G. Influência de Medidas de Segurança de Trânsito no Comportamento dos Motoristas. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro. Brasília: Denatran. 2008.

CALCAGNO. Instituto de segurança no trânsito: Zonas 30 precisam ser remodeladas. 2018.

CAMPOS, M. M. Uma Análise da Redução Entre Acidentes de Tráfego e Variáveis Sociais, Econômicas, Urbanas e de Mobilidade na Cidade do Rio de Janeiro. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2005.

CHAGAS, D. M. Estudo sobre fatores contribuintes de acidentes de trânsito urbano. 2011. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2011.

CODEPLAN. Companhia de Atividades do Distrito Federal. Relatório de Atividades. 2016.

COSTA, R. C. M. Medidas Facilitadoras À Mobilidade e Segurança dos Pedestres na Área Urbana. 2008. Monografia de Especialista, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG.

CRUZ, M. M. L. Avaliação dos impactos de restrição ao trânsito de veículos. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, SP, 2006.

CRUZ, M. M. L. “20 é o suficiente para nós”. Campinas, 2018.

CUPOLILO, M. T. A. Estudo das medidas moderadoras do tráfego para controle da velocidade e dos conflitos em travessias urbanas. 2006. Dissertação (mestrado em engenharia de transportes) - programas de pós-graduação de engenharia da universidade federal do rio de janeiro, rio de janeiro, 2006.

DATASUS. Óbitos por causas externas – Brasil. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/ext10uf.def>>. Acesso em: 28 de out. 2018.

D'AVILA, R., DA COSTA, T. G., & BARBOSA, H. M. O efeito da regressão a media no processo de previsão de acidentes em interseções urbanas da área central de belo horizonte. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 28. 2014.

DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. Frotas de veículos. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em 30 nov, 2018.

DETRAN-DF. Ações Educativas de Trânsito. 2018. Disponível em: <<http://www.detran.df.gov.br/acoes-educativas-de-transito/>>. Acesso em 30 de out. 2018.

DETRAN-DF. Programa Detran nas Escolas. 2018. Disponível em: <<http://www.detran.df.gov.br/programa-detran-nas-escolas/>>. Acesso em 02 de nov. 2018.

DEVON COUNTY COUNCIL. Traffic Calming Guidelines. Great Britain, 1991.

DFT – Departamento de Transportes. Integração da bicicleta na mobilidade urbana: análise de casos. Londres, 1999.

DIÓGENES, M. C. Método para Avaliar o Risco Potencial de Atropelamentos em Travessias Urbanas em Meio de Quadra. 2008. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2008.

ESTEVES, R. Cenários Urbanos e *Traffic Calming*. 2003. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção), COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2003.

EWING, R. *Traffic calming- State of the practice, prepared by ITE for U.S. Department of Transportation*. 1990.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. *Pedestrian Facilities Users Guide – Providing Safety and Mobility*. 2002.

FERRAZ, A. C. P; RAIÁ JÚNIOR, A. A; BEZERRA, B. S. *Segurança no trânsito*. Ribeirão Preto: São Francisco, 2008.

GDF/SSP/DETRAN/GEREST. *Boletim Anual de Acidentes de Trânsito com Vítimas Fatais Distrito Federal*. 2017.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ed. São Paulo. Atlas, 2007.

GOLD, P. A. *Melhorando as Condições de Caminhada em Calçadas*. Gold Projects. 2003.

GONDIM, M. F. *Cadernos de Desenho: ciclovias*. Rio de Janeiro: Editora da COPPE/UFRJ. 2010.

GREEN. *Road safety and their effects and their effects on traffic injuries: a systematic review*. 2008.

GRUNDY C, STEINBACH R, EDWARDS P, WILKINSON P, GREEN J. *20 mph zones and road safety in London: a report to the London Road Safety Unit*. London School of Hygiene and Tropical Medicine, 2008.

GRUNDY C, STEINBACH R, EDWARDS P, WILKINSON P, GREEN J. *20 mph zones and road safety in London: a report to the London Road Safety Unit*. London School of Hygiene and Tropical Medicine, 2008.

HAMBURG. *Traffic calming in Europe: Examining the root of traffic calming helps explain how europe's changing cultur and legislation have called for revised traffic calming schemes*. 2005.

HASS-KLAU, C., CAIRNS S., and GOODWIN P.B. *Better use of road capacity - what happens to the traffic? Public Transport International*. Brussels, sep., 1998.

HASS-KLAU, C., GOODWIN P. B. and CAIRNS S. *Evidence of the effects of road capacity reduction on traffic levels*. *Traffic Engineering & Control*, jun., 1998.

HAUER, E. *Observational Before – After Studies in Road Safety – Estimating the effect of highway and traffic engineering measure on road safety*. 1997. Ed. Emerald, UK.

HENCLEWOOD, D. A. *The development of a dynamic-interactive-vehicle model for modeling traffic beyond the microscopic level*. Thesis submitted to the Graduate School of the University

of Massachusetts Amherst in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, September 2007.

HOOGENDOORN, S. AND P. BOVY. *State-of-the-art of vehicular traffic flow modelling. Special Issue on Road Traffic Modelling and Control of the Journal of Systems and Control Eng. Proc. of the IMEI.* 2001.

IMTT/Transitec, Pacote da Mobilidade - Coleção de Brochuras Técnicas/Temáticas: Acalmia de Tráfego, IMTT I.P., 2011

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras. 2003. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Governo Federal, Brasil.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras – relatório executivo. Brasília: Ipea e ANTP, 2003. Disponível em: <<http://goo.gl/I92Pef>>.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO; ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras – relatório executivo. Brasília: Ipea, Denatran e ANTP, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/q5oVrr>>.

KOORNSTRA, LYNAN. *A comparative study of the development of road safety in Sweden, the United Kingdom, and the Netherlands.* 2002.

LEAL, J.E. et al. (1997) Um estudo de viabilidade de implantação de medidas de Traffic Calming em Brasília. Anais do 11º Congresso Nacional de Transportes Públicos, Belo Horizonte, CD ROM.

LEGRAZIE, R. (2012). "Planejamento, Modelagem e Simulação na Engenharia."

MÂNICA, A. G. Modelo de Previsão de Acidentes Rodoviários Envolvendo Motocicletas. 2007. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Sistemas de Transporte e Logística, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MATTAR, F. N. Pesquisa de marketing. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MEIRA, R. D. S. Análise da Infra-Estrutura Viária Voltada para a Redução de Atropelamentos em Porto Alegre. 2006. 70f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2006.

MELLO JORGE M.H.P., KOIZUMI M.S. Acidentes de transporte: ainda um problema não resolvido. Rev ABRAMET. 2006.

MELLO JORGE M.H.P., KOIZUMI M.S. Panorama dos acidentes de trânsito/transporte no Brasil. In: Ferreira DL, Ribeiro LA. Acidentes de trânsito em Uberlândia: ensaios da epidemiologia e da geografia. Uberlândia: Aline; 2006.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. Traffic Safety Facts 2005 – A Compilation of Motor Vehicle Crash from the Fatality Analysis Reporting System and the General Estimates System. [2006]. U.S. Department of Transportation, Washington, DC.

OMS. Fortalecendo a legislação de segurança viária: um manual de recursos e práticas para os países. 2014.

ONU. Assembleia Geral das Nações Unidas. Convenção das Nações Unidas. 2011.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT / EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT. Transport Research Centre. Country reports on safety performance. 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Prevenção de lesões causadas pelo trânsito. Genebra: OMS. 2011.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Gestão da velocidade: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área. Brasília, DF. OPAS, 2012.

PERKONS. Perkons S.A. Disponível em: <<http://www.perkons.com.br/?page=legislacao&sub=o-transito>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

PIETRANTONIO, H. Engenharia de Tráfego e Transportes Urbanos: Capítulo 2: Organização do Sistema Viário. 2006. Notas de aula. Disponível em: <<http://sites.poli.usp.br/d/ptr2437/Cap%C3%ADtulo2a.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

QUEIROZ, M. P. Análise Espacial dos Acidentes de Trânsito no Município de Fortaleza. 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

STEINBACH, R. *Entitlement to concessionary public transport and wellbeing: a qualitative study of young people and older citizens in London UK.* 2008.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento Estadual de Trânsito. Mortes por atropelamentos são mais frequentes à noite no RS. 2014. Não paginado. Disponível em: <<http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/31094/mortes-por-atropelamento-sao-mais-frequentes-a-noite-no-rs>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

ROSÉN, E., SANDER, U. O Desenho de cidades seguras. 2009.

ROSÉN, E., SANDER, U., 2009. *Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed*. *Accid Anal Prev*. 41, 536–542.

SCHNEIDER, N. R.; MATOS, F. A. Notas Técnicas. NT 098/84. Teste de Estreitamento de Pista para Redução de Velocidade. Companhia de Engenharia de Tráfego. 1984.

SILVA, S. Zonas 30 e de coexistência- conceitos e disposições técnicas. 2016. Universidade de Coimbra, Portugal.

SWOV. 30km/h zones. 2018. Disponível em: <<https://www.swov.nl/en/about-swov>>. Acesso em 26 out. 2018.

THOMPSON, M. J.; RIVARA, F. P. Bicycle-Related Injuries. 2001. Não paginado. University of Washington School of Medicine, Seattle, Washington. Disponível em: <<http://www.aafp.org/afp/2001/0515/p2007.html>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

VELLOSO, M. S. Identificação dos fatores contribuintes dos atropelamentos de pedestres em rodovias inseridas em áreas urbanas: o caso do Distrito Federal. 2006. 178 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, DF, 2006.

VILARINHO, C. A. T. Calibração de modelos microscópicos de simulação de tráfego em redes urbanas, Dissertação de mestrado, FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. 2008.

WENDT, P. A. M.; SOUZA, F. B. B. Influência de fatores humanos nos acidentes de rodoviários do Rio Grande do Sul. In: XXV ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2011, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFMG, 2011. CD-ROM.

WRI BRASIL. Cidades Sustentáveis. Edição 26. 2014.

WRI BRASIL. Cidades Sustentáveis. Edição 27. 2016.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O (a) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar do projeto “Medidas e dispositivos de engenharia para controle e moderação de tráfego quanto à velocidade da via: estudo de caso da zona 30 da Universidade de Brasília”.

Informo que o(a) Senhor(a) pode se recusar a responder a qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração. Não é necessário se identificar, logo todas informações aqui são anônimas. O questionário possui um tempo estimado de dez minutos para sua realização.

Se o(a) Senhor(a) aceita participar dessa pesquisa, escolha a opção SIM abaixo, para que o questionário inicie. Caso contrário, selecione a opção NÃO que leva ao fim da pesquisa.

SIM

NÃO

APÊNDICE B – INSTRUMENTO UTILIZADO PARA COLETA DE DADOS

1) Você conhece ou já ouviu falar sobre Zona 30?

- Conhece pelo menos uma
- Apenas ouviu falar
- Não conhece

2) Você sabia que existe uma zona regulamentada em 30 km/h na Universidade de Brasília?

- Sim
- Não

3) Na sua opinião, a criação da Zona 30 é uma medida eficaz na política de redução de acidentes?

- Sim, reduziria drasticamente o número de acidentes
- Sim, desde que sejam realizadas mudanças no ambiente físico, não somente placas
- Somente por meio de amplas campanhas de sensibilização e educação da população
- Não acredito que surtirá grandes efeitos

4) Você considera importante a utilização de medidas para controle de velocidade na UnB?

- Sim, pois tornaria o ambiente mais seguro para pedestre e ciclistas
- Na UnB, não vejo como algo tão interessante

5) Qual sua opinião sobre o estado de conservação das vias da Universidade de Brasília?

- Excelente
- Bom
- Razoável
- Ruim
- Péssimo

6) Qual tipo modal que você mais utiliza dentro da universidade?

- à pé
- Bicicleta
- Carro
- Ônibus
- Outros