

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

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DE
CRIANÇAS EM TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS NA
PROXIMIDADE DE ESCOLAS EM AMBIENTE URBANO

MARCOS PAULO SOARES COSTA

ORIENTADORA: FABIANA SERRA DE ARRUDA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM
TRANSPORTES

BRASÍLIA/DF: DEZEMBRO/2019

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

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

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DE
CRIANÇAS EM TRAVESSIAS SEMAFORIZADAS NA
PROXIMIDADE DE ESCOLAS EM AMBIENTE URBANO**

MARCOS PAULO SOARES COSTA

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:

**FABIANA SERRA DE ARRUDA, Doutora (ENC/Universidade de Brasília)
(ORIENTADORA)**

**MICHELLE ANDRADE, Doutora (ENC/Universidade de Brasília)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**FÁBIO ZANCHETTA, Doutor (ENC/Universidade de Brasília)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 12 de dezembro de 2019.

FICHA CATALOGRÁFICA

COSTA, MARCOS PAULO SOARES

Avaliação das condições de segurança de crianças em travessias semaforizadas na proximidade de escolas em ambiente urbano [Distrito Federal] 2019.

xii, 56 p., 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 de Pedestres

2. Pedestres Vulneráveis

3. Faixas de Travessia

4. Estrutura Urbana

I. ENC/FT/UnB

II. Título (Bacharel)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COSTA, M.P.S. (2019). Avaliação das condições de segurança de crianças em travessias semaforizadas na proximidade de escolas em ambiente urbano. Monografia de Projeto Final, Publicação G.PF-001/19, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 56 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Marcos Paulo Soares Costa

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Avaliação das condições de segurança de crianças em travessias semaforizadas na proximidade de escolas em ambiente urbano

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. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Marcos Paulo Soares Costa

SQN 111, Bloco A, Apartamento 503

70754010 - Brasília/DF - Brasil

AGRADECIMENTOS

Nunca passou pela minha cabeça que completar um curso de engenharia fosse tarefa fácil. Acho que sempre soube também que esse tipo de empreitada não se realiza sozinho. Acredito cada vez mais na força da união e da amizade e não poderia deixar de agradecer as diversas pessoas que fizeram parte dessa história. Assim, agradeço primeiramente a Deus, que me sustentou e direcionou em cada momento de minha trajetória até aqui.

Aos meus pais, Sheila e Marcelo, que me ensinaram a persistir, incentivando cada sonho e comemorando cada conquista.

Aos meus irmãos, Victor, Larissa e Letícia, com quem compartilho a vida e as melhores amizades.

À minha prima Laís, que está sempre ao meu lado em todos os sentidos.

A minhas tias, avós e toda minha família, que desejam o melhor para mim e acreditam intensamente no meu potencial.

À minha amiga Bia, uma pessoa incrível com um coração enorme, que além de tudo revisou este trabalho com muita dedicação.

Aos meus amigos que conheci no vôlei, muito mais que parceiros de esporte.

Aos meus amigos do Dertien, que vivem junto comigo coisas maravilhosas por meio da música e da arte.

Aos meus amigos do Ciência sem Fronteiras, que marcaram uma das fases mais intensas da minha vida e continuam sendo grandes amigos até hoje.

À Raquel, Brunno e Priscila, que mesmo longe estão sempre no meu coração.

À Amanda, Mateus e outros amigos da Turma 98, companheiros desde o início do curso.

Aos meus amigos da turma 100, que me acolheram quando voltei de longe para a UnB.

À minha amiga Flávia, que caminhou junto comigo no fim do curso e dividiu comigo os lanchinhos no estágio.

À minha orientadora Fabiana, que me acompanhou em cada parte do desenvolvimento deste trabalho e se tornou uma grande amiga.

Ao grupo de pesquisa composto por Anderson e Bia Siqueira, que auxiliou na produção deste trabalho.

Ao meu amigo Milton, que colaborou para a criação dos mapas neste trabalho.

À minha amiga Ana, que forneceu instrumentos essenciais para a aplicação do método.

RESUMO

Este projeto tem como objetivo avaliar as condições de segurança de crianças em travessias semaforizadas na proximidade de escolas em ambiente urbano, bem como verificar a conformidade da infraestrutura em áreas escolares com as normas brasileiras. Inicialmente, são trazidos à tona a discussão de temas como mobilidade, segurança viária e vulnerabilidade no trânsito. Nesse sentido, as crianças são caracterizadas como pedestres vulneráveis, tendo em vista seu nível de proteção no trânsito e sua capacidade subdesenvolvida de reagir. Logo após, identifica-se por meio da revisão de literatura fatores relacionados à infraestrutura urbana, à operação dos transportes e ao comportamento humano que exercem influência sobre a segurança desses pedestres. Em seguida, a metodologia é definida de maneira a estabelecer a forma de avaliação das condições de segurança em faixas de travessia. Tal método é então aplicado a duas faixas de travessia semaforizadas em áreas escolares. Quanto à infraestrutura, são identificados pontos positivos tais como sinalização horizontal apropriada, presença de ilha de refúgio, iluminação adequada e ausência de distrações. Já os pontos negativos detectados são vias e faixas largas, problemas na geometria de vias e calçadas, obstrução de calçadas, falta de controle de velocidade, falta de sinalização vertical, desgaste de rampas, deterioração de pintura da faixa e distância inadequada de faixas de travessia e de paradas de ônibus ao portão das escolas. Em relação aos problemas na operação do sistema de transportes e no comportamento de seus usuários, destacam-se altas velocidades praticadas por motoristas de carros e ônibus, insuficiência de tempo semafórico para a travessia, imprudência no comportamento de alguns pedestres e falta de respeito aos pedestres em estacionamentos.

Palavras-chave: segurança de pedestres, pedestres vulneráveis, faixas de travessia, estrutura urbana, infraestrutura, comportamento de pedestres.

ABSTRACT

This project aims to evaluate children's safety conditions at signalized crossings in the vicinity of schools in urban environments, as well as to verify the conformity of school areas infrastructure to Brazilian regulations. The work starts with a discussion on mobility, road safety and traffic vulnerability. In this sense, children are featured as vulnerable pedestrians, due to their level of protection in traffic and underdeveloped reaction capacity. Then, a literature review identifies the factors related to infrastructure, transport operations and human behavior that influence these pedestrians' safety. Later on, the methodology is defined in order to establish the way for evaluating the safety conditions in zebra crossings. This method is then applied to two signalized crossings in school areas. In terms of infrastructure, the identified positive features are appropriate horizontal road marks, presence of refuge islands, adequate lighting and absence of distractions. As for the negative features, the findings were related to large roads and lanes, problems with the geometry of roads and sidewalks, obstruction of sidewalks, lack of speed control, lack of vertical signs, damaged ramps, deterioration of the crossings' painting and inadequate distance from zebra crossings and bus stops to school gates. Regarding problems in transport system operation and its users' behavior, the ones that stand out are high speeds performed by car and bus drivers, insufficient time on pedestrian signal phase, reckless behavior of some pedestrians and lack of respect to the pedestrians at parking lots.

Key words: pedestrian safety, vulnerable pedestrians, zebra crossings, built environment, infrastructure, pedestrian behavior.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA	2
1.2. OBJETIVO	4
1.3. JUSTIFICATIVA	4
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1. FATORES RELATIVOS À INFRAESTRUTURA URBANA	10
2.2. FATORES RELATIVOS À OPERAÇÃO DOS TRANSPORTES	16
2.2.1. VOLUME DE TRÁFEGO	17
2.2.2. VELOCIDADE PRATICADA NA VIA	18
2.2.3. SEMAFORIZAÇÃO	21
2.3. FATORES RELATIVOS AO COMPORTAMENTO HUMANO	23
3. MÉTODO	29
3.1. DELIMITAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	29
3.2. ESCOLHA DOS LOCAIS PARA AVALIAÇÃO	29
3.3. ELABORAÇÃO DOS FORMULÁRIOS	31
3.4. OBSERVAÇÕES EM CAMPO	33
4. AVALIAÇÃO DAS OBSERVAÇÕES	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
5.1. CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES	46
5.2. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
APÊNDICE 1	55
APÊNDICE 2	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Relação entre velocidade e distância de frenagem.....	14
Tabela 2.2 - Limites de velocidade nas vias brasileiras	19
Tabela 2.3 - Classificação do comportamento quanto à conformidade temporal	27
Tabela 2.4 - Classificação do comportamento quanto à conformidade com o sistema de trânsito.....	28
Tabela 3.1 – Classificação do fluxo de veículos	36
Tabela 4.1 – Porcentagem de crianças na faixa da 604 Norte.....	37
Tabela 4.2 – Porcentagem de crianças na faixa da 606 Norte.....	37
Tabela 4.3 – Informações sobre velocidade e tempo de travessia.....	44
Tabela A2.1 – Infraestrutura da faixa da 606 Norte.....	56
Tabela A2.2 – Infraestrutura da faixa da 604 Norte.....	566

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Principais causas de morte entre os jovens de 15 a 29 anos no mundo em 2012.....	4
Figura 1.2 - Número de mortes em acidentes de trânsito a cada 100 mil habitantes	5
Figura 1.3 - Número de mortes em acidentes de trânsito no Brasil	6
Figura 2.1 – Determinações sobre sinalização vertical em áreas escolares.....	15
Figura 2.2 - Relação entre risco ao pedestre e velocidade de impacto.....	19
Figura 2.3 - Risco de lesões em função da idade	25
Figura 2.4 - Modelo conceitual do comportamento dos pedestres em travessias	28
Figura 3.1 – Atropelamentos na L2 Norte nos últimos 10 anos	30
Figura 3.2 - Instituições selecionadas para avaliação.....	31
Figura 3.3 – Aspectos relevantes para a segurança em travessias.....	32
Figura 3.4 – Pontos de observação da faixa da 606 Norte	33
Figura 3.5 – Pontos de observação da faixa da 604 Norte	34
Figura 4.1 – Imagem de satélite da faixa da 606 Norte.....	38
Figura 4.2 – Imagem de satélite da faixa da 604 Norte.....	41
Figura A1.1 – Formulário de Avaliação.....	54

1. INTRODUÇÃO

Os últimos séculos foram marcados por intensas transformações quanto à maneira como as pessoas se deslocam e por quais razões o fazem. As inovações tecnológicas características da 2ª fase da Revolução Industrial demandaram um avanço em transportes (VICENTINO E DORIGO, 2002), já que a falta de serviços de transporte que sustentem uma determinada localidade limita sua capacidade de atingir seu potencial econômico (GARBER E HOEL, 2008). Em vista disso, é impossível desassociar mudanças tão significativas nos meios de produção e consumo dos transportes utilizados para o deslocamento de bens e pessoas.

As viagens realizadas diariamente por bilhões de pessoas em um mundo cada vez mais conectado são motivadas pela necessidade de transportar-se de um lugar a outro, considerando que as atividades relativas a trabalho, utilização de serviços, lazer, entre outras, estão distribuídas no espaço (ORTÚZAR E WILLUMSEN, 2011). Sistemas de transporte de diversas nações são ocupados por pedestres e usuários de diferentes meios de transporte, tais como veículos pessoais, ônibus, trens, metrô, aeronaves e embarcações. A mobilidade dos usuários, ou seja, a capacidade de se locomover em um determinado espaço, é garantida à medida que é feita uma integração de qualidade entre esses diferentes modos. Garber e Hoel (2008) destacam que cada um deles oferece vantagens relacionadas a custo, tempo de viagem, conforto e flexibilidade.

A mobilidade é mais propensa a ser insegura no trânsito rodoviário, pois esse engloba o maior número de viagens, geralmente realizadas sem a devida segregação, controle de acesso e de velocidade (PORTUGAL, 2017). Logo, em meios urbanos, onde quase sempre predomina o modo terrestre, é essencial planejar e operar os sistemas de forma a preservar a vida e o bem-estar de todos. Pensar em segurança viária, a fim de garantir conforto e qualidade de vida, exige a compreensão da interação entre pessoas, veículos e o espaço viário (WRI, 2015). Quando ocorre falha de fatores relacionados a esses elementos, essa interação pode ser afetada, o que possibilita a ocorrência de acidentes (FERRAZ *et al.*, 2012).

O Relatório Global sobre o Estado da Segurança Viária de 2015, publicado pela Organização das Nações Unidas (ONU), mostra que metade das fatalidades em acidentes de trânsito são de pessoas em situação de vulnerabilidade, como pedestres, ciclistas e motociclistas (WHO, 2015a). Por conseguinte, é evidente que promover segurança no trânsito requer uma atenção voltada a esses grupos. Portugal (2017) afirma que a mobilidade segura envolve a

locomoção de pessoas e bens sob condições que minimizem riscos de acidentes e mortes, com valorização de viagens a pé, por bicicleta e de pessoas com restrições de mobilidade.

A Década de Ação pela Segurança no Trânsito, iniciada em 2011, conta com o compromisso de diversos países em incentivar formas não motorizadas de transporte (WHO, 2011). Para que isso aconteça, é imprescindível desempenhar esforços para que ciclistas e pedestres sintam-se seguros ao utilizarem os espaços urbanos. Em se tratando de pedestres, o sistema de circulação deve ser acessível a todos, sendo de responsabilidade dos projetistas e gestores atender suas necessidades (MARGON, 2016).

Quando se deseja atender às particularidades de todos, é preciso pensar em quem são os indivíduos mais suscetíveis ao envolvimento em casualidades no trânsito. O relatório da World Resources Institute (2015) menciona que a vulnerabilidade pode ser determinada de acordo com o nível de proteção no trânsito e com a capacidade de reagir dos diferentes tipos de usuários de um sistema de transportes. Bertazzo (2016), por sua vez, trata sobre escolha modal em viagens para a escola, atrelando a isso a condição de crianças e adolescentes como grupo vulnerável no trânsito.

As crianças, por exemplo, são mais propensas a serem atingidas por veículos automotores, já que suas atividades e movimentos são mais imprevisíveis (WRI, 2015). Os idosos, por sua vez, também se enquadram nesse grupo, pois muitas vezes têm limitações que dificultam sua locomoção (KRÖYER, 2015; NIEBUHR *et al.*, 2016). Essa atenção voltada a esses grupos é condizente com um desenvolvimento urbano sustentável: a Agenda 2030, publicação da ONU que guia a comunidade internacional nos assuntos relativos à sustentabilidade, tem como uma de suas metas “proporcionar o acesso a sistemas de transportes seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, [...] com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos” (WHO, 2015b).

Nesse contexto, o estudo das condições de travessia de pedestres vulneráveis e das interações que ocorrem nesses espaços é indicado, pois nas travessias de vias acontecem a maior parte dos conflitos entre pedestres e veículos (MARGON, 2016).

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Caminhar é uma das ações mais naturais para a espécie humana, que tem se locomovido dessa maneira por milênios. Porém, segundo Margon (2016), o conceito de pedestre pode ser intrinsecamente ligado ao planejamento de um sistema organizado de circulação, pois as

interações no trânsito não se dão apenas entre veículos, mas também envolvem pessoas andando livremente ou com auxílio de equipamentos.

Carmo *et al.* (2013) realçam que o deslocamento a pé é o mais utilizado para percorrer pequenas distâncias, sendo também muito utilizado para grandes distâncias por indivíduos que não têm condições de pagar por outra forma de transporte ou para complementar outros meios em trajetos mistos. Além disso, esse é o meio de transporte mais utilizado por idosos (SIRAM *et al.*, 2011).

Sendo assim, é evidente que para projetar vias de tráfego misto mais seguras, é fundamental considerar os usuários não motorizados. Diferentes países têm dado atenção à necessidade de pensar em ruas que sejam holisticamente seguras para todos, baseando-se em acesso seguro, cenários atrativos e mobilidade efetiva para pessoas de todas as idades, gêneros e habilidades (WRI, 2015).

Zhang *et al.* (2017) pontuam que as características e comportamentos do pedestre possuem efeito direto sobre sua segurança. Em vista disso, a partir do entendimento de que o planejamento e a operação de um sistema de transportes devem ser seguros para todos, é necessário compreender as particularidades dos usuários mais vulneráveis.

Os impactos aos quais o pedestre fica exposto – com o veículo e com o chão, assim como a aceleração e a desaceleração do corpo, têm potencial para causar lesões em diferentes níveis (KRÖYER, 2015). A literatura mostra que os idosos são os mais suscetíveis aos perigos do trânsito (NIEBUHR *et al.*, 2016), por causa de fatores como deterioração da precisão visual, mobilidade reduzida e condições subjacentes de saúde (WHO, 2013).

Assim como é preciso zelar pelos idosos no trânsito, também deve-se atentar para as crianças. A vulnerabilidade deles está ligada a limitações na percepção e em habilidades de processamento cognitivo (CONSTANT E LAGARDE, 2010; BARTON E SCHWEBEL, 2007). Fora isso, as crianças são mais impulsivas, expressando maior imprevisibilidade em seus atos (PITCAIRN E ELDMANN, 2000) e são menos visíveis aos motoristas, em razão de sua baixa estatura.

É desejável buscar a viabilização de travessias de vias mais seguras para todos os pedestres vulneráveis, mas por uma limitação de tempo e recursos, não é possível voltar a atenção a todos eles neste trabalho. Portanto, o foco desta pesquisa é o risco à segurança de crianças em travessias semaforizadas.

1.2. OBJETIVO

Este projeto tem como objetivo avaliar as condições de segurança de crianças em travessias semaforizadas na proximidade de escolas em ambiente urbano.

Em consonância com a finalidade geral do projeto, define-se também um objetivo específico:

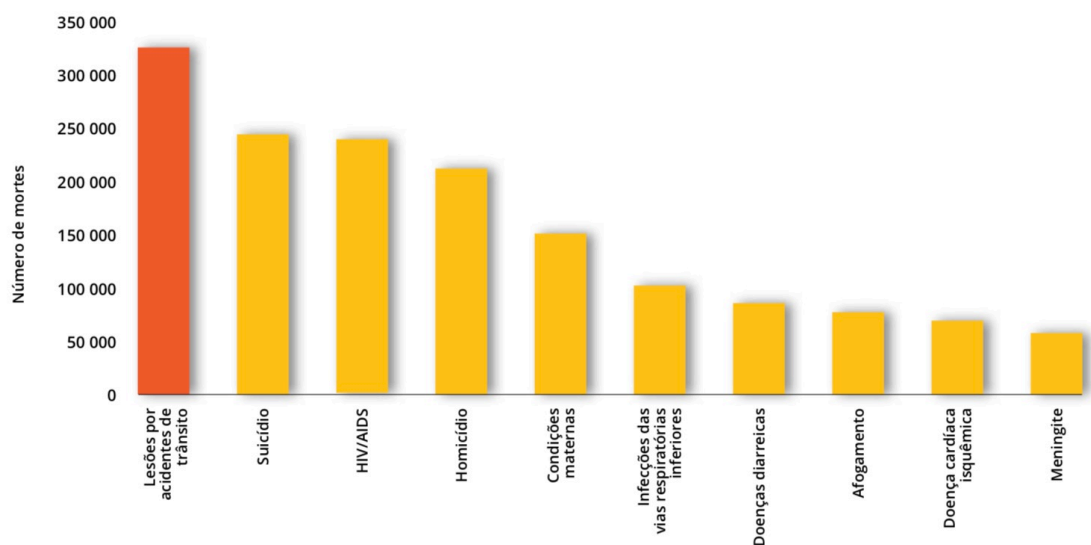
- Avaliar a conformidade da infraestrutura em áreas escolares com as normas brasileiras.

1.3. JUSTIFICATIVA

Enquanto que nos anos 2000 os acidentes de trânsito eram a 10ª maior causa de mortes no mundo, atualmente ocupa-se a 8ª posição (WHO, 2018). As crianças e jovens são as principais vítimas dessa conjuntura, considerando-se que essa é a principal causa de mortes entre a população mundial com idade entre 15 e 29 anos, como mostra a Figura 1.1 (WHO, 2015a). Ademais, acidentes de trânsito também representam o maior número de mortes entre as pessoas de 5 a 14 anos de idade (IHME, 2017). Dessa maneira, verifica-se uma perda imensurável não só do ponto de vista de saúde pública, mas também do de desenvolvimento econômico, visto que ferimentos e mortes devidos a casualidades no trânsito custam a governos do mundo inteiro aproximadamente 3% do PIB (WHO, 2015a).

Figura 1.1 - Principais causas de morte entre os jovens de 15 a 29 anos no mundo em 2012

As dez principais causas de morte entre os jovens de 15–29 anos, 2012



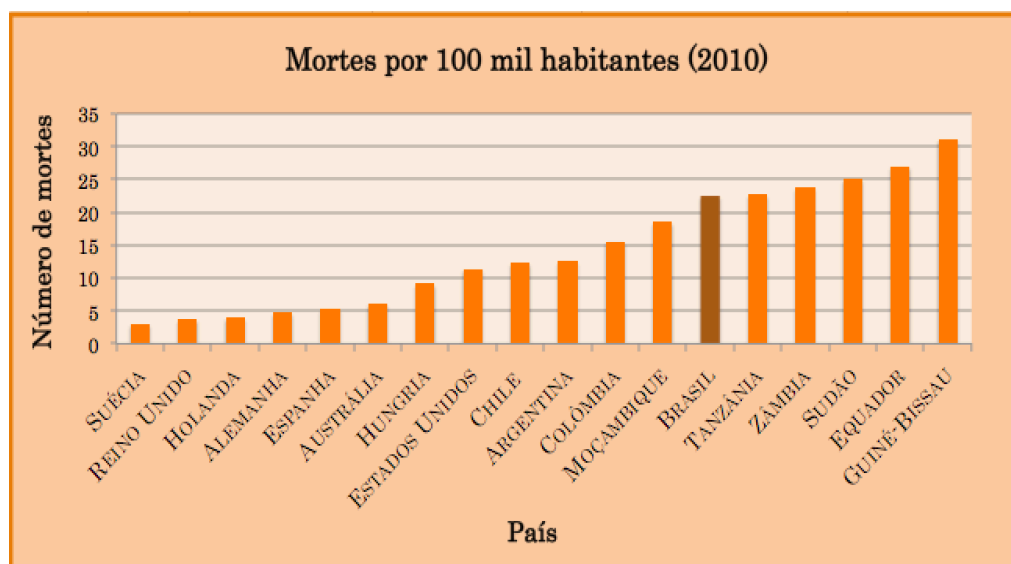
Fonte: WHO, 2015a

Frente a esse problema, em 2011, diversos Estados uniram-se para lançar a Década de Ação pela Segurança no Trânsito, definindo um plano global que objetiva reduzir pela metade o número de mortes no trânsito (WHO, 2011). Na ocasião, comparou-se um cenário ausente de medidas com uma projeção na qual o plano seria executado, exibindo um potencial de salvar até 5 milhões de vidas em 10 anos.

Dados de 2015 mostram que o número de fatalidades no trânsito permaneceu estável entre 2007 e 2013 em aproximadamente 1,25 milhão por ano, apesar do aumento do número de veículos em 16% (WHO, 2015a), o que poderia ser visto como uma relativa melhora nesse período. No entanto, em 2016 contabilizou-se 1,40 milhão de mortes no tráfego. Sendo assim, entre 2000 e 2016, a porcentagem do número de fatalidades por acidentes de trânsito em relação ao total de mortes aumentou em 13,8% (WHO, 2018). Logo, quando se compara essas realidades, observa-se um agravamento da situação ao longo desse período.

Cabe ressaltar que as fatalidades no trânsito não se distribuem uniformemente ao redor do mundo, sendo muito relacionadas, entre outros fatores, ao nível de desenvolvimento de cada nação. Logo antes da definição das metas da Década de Ação pela Segurança no Trânsito, em 2010, o Brasil estava mal posicionado nesse panorama, que pode ser observado na Figura 1.2. Percebe-se que o Brasil apresenta taxas de mortalidade altas, comparáveis às de alguns países do centro-sul da África (WHO, 2015a).

Figura 1.2 - Número de mortes em acidentes de trânsito a cada 100 mil habitantes

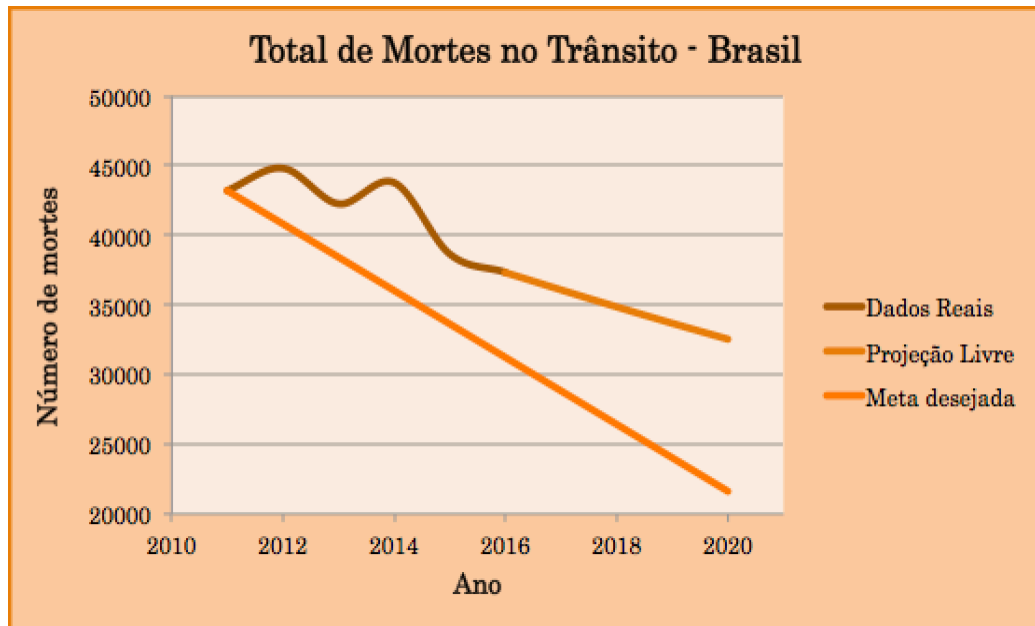


Fonte: WHO, 2015a (Modificado)

As informações referentes à mortalidade divulgados pelo Sistema Único de Saúde (SUS) revelam que até 2016, último ano de que há dados disponíveis, houve queda no número

de mortes no trânsito desde 2011 (DATASUS, 2018). Fazendo-se uma projeção até 2020, tomada como base a diminuição percentual entre 2015 e 2016, é possível ver no gráfico da Figura 1.3 que o Brasil, ainda que mantenha esse comportamento, estará longe de reduzir pela metade a quantidade de mortes no trânsito.

Figura 1.3 - Número de mortes em acidentes de trânsito no Brasil



Fonte: DATASUS, 2018 (Modificado)

Assim, fica claro que os acidentes viários ainda representam uma questão muito grave no âmbito nacional. Tal entendimento é fruto não só da quantidade de pessoas que perdem suas vidas no trânsito, mas também de outras consequências ocasionadas por essas ocorrências. Nodari (2003) ressalta que são altos os custos econômicos e sociais impostos à sociedade, decorrentes de leitos ocupados em hospitais por acidentados, abalo psicológico e financeiro de famílias, indenizações, pensões e gastos com mobiliário urbano e veículos avariados.

Ferraz *et al.* (2012) reconhecem que para solucionar um problema tão complexo quanto a segurança no trânsito é preciso integrar esforços de diversas linhas de pesquisa, esforços legais e ações ligadas à Engenharia e à Educação, a fim de reduzir a exposição ao risco, a quantidade e a severidade dos acidentes e os danos às vítimas.

A promoção da segurança no trânsito tem potencial para fazer crianças migrarem de modos de transportes motorizados, como carros e ônibus, para o transporte ativo - a pé ou de bicicleta (JENSEN, 2008).

Ao amparar essas escolhas modais, o ganho esperado não é apenas em termos de segurança, mas também em múltiplos benefícios ligados a saúde, conexão social e sustentabilidade (CARVER *et al.*, 2013). Além disso, há expectativa de vantagens a longo prazo: Bertazzo (2016) aponta o ambiente escolar como um local em que há abertura ao aprendizado de forma geral, ou seja, onde a comunidade está disposta a mudanças que levem a estilos de vida mais saudáveis e sustentáveis na idade adulta.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este projeto está estruturado em cinco capítulos:

- Capítulo 1 – Introdução: Contextualiza a temática, trazendo à tona a discussão de temas como mobilidade, segurança viária e vulnerabilidade no trânsito. Apresenta o objetivo a ser cumprido por meio da pesquisa, bem como os elementos que justificam tal estudo.
- Capítulo 2 – Referencial Teórico: Fundamenta o trabalho mediante uma revisão de literatura sobre o objeto de estudo central e assuntos correlatos.
- Capítulo 3 – Método: Estabelece a metodologia utilizada, detalhando o processo de obtenção de informações que serve de base para alcançar o objetivo proposto.
- Capítulo 4 – Avaliação das observações: Apresenta os resultados obtidos por meio da avaliação das informações obtidas pela aplicação da metodologia desenvolvida.
- Capítulo 5 – Considerações Finais: Expressa as considerações finais sobre o trabalho realizado, apontando as conclusões, limitações do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A fim de avaliar as condições de travessia de pedestres, é fundamental identificar quais fatores exercem influência sobre a segurança desses indivíduos, bem como sobre sua percepção quanto à segurança. O comportamento de pedestres e motoristas frente às faixas de pedestre são influenciados tanto por condições individuais quanto por aspectos ambientais (MARGON, 2016).

Quando se deseja priorizar o transporte ativo em uma comunidade, é necessário levar em consideração no planejamento urbano os padrões de uso do solo e a ocupação da rede por pedestres e ciclistas (AZIZ *et al.*, 2018). Portanto, conhecer esses fatores é essencial para atender as necessidades da população, pois os planejadores precisam projetar ou modificar a estrutura urbana de maneira a minimizar os riscos aos quais os pedestres ficam expostos (STOKER *et al.*, 2015).

O discernimento desses fatores pode ser resultado não apenas de ocorrências no trânsito, mas também da percepção de risco por parte dos usuários, que apresenta como vantagem a possibilidade de aplicar medidas de segurança viária antes mesmo que sucedam acidentes (DIÓGENES E LINDAU, 2010).

Ressaltando-se a necessidade de se preocupar com os pedestres vulneráveis, é interessante observar as particularidades tanto das crianças quanto dos idosos. Rothman *et al.* (2014) discutem a possibilidade de elevação do risco de colisões que pode ser acarretado pela popularidade de iniciativas de incentivo ao transporte ativo para a escola, mas concluem que a influência da estrutura urbana é muito mais relevante que a proporção de crianças caminhando. Além disso, há benefícios conhecidos do transporte ativo de crianças (BERTAZZO, 2016) e o reforço da infraestrutura pode contribuir para uma sensação maior de segurança no entorno de escolas, dando suporte ao deslocamento a pé (OESTREICH *et al.*, 2017).

Na infância, os problemas no trânsito estão relacionados à capacidade cognitiva e ao aprimoramento de habilidades características da idade, como sinalizado no item 1.1. O manual do DENATRAN (2000) relaciona a vulnerabilidade das crianças a alguns fatores:

- Sua visão periférica não é totalmente desenvolvida e elas não avaliam corretamente a velocidade dos veículos;
- Desequilibram-se com maior facilidade, pois seu centro de gravidade encontra-se mais próximo da cabeça;
- Têm maior dificuldade de identificar a origem dos sons e de avaliar o tempo e a distância;

- Desconhecem ou não entendem alguns sinais de trânsito.

Em contrapartida, a maior longevidade implica outros tipos de empecilhos à segurança no trânsito: as pessoas de idade mais avançada tendem a se envolver mais em acidentes de trânsito que jovens (ZHANG *et al.*, 2017), além de sofrerem danos mais severos e terem mais probabilidade de fatalidade, por conta de doenças naturais pré-existentes, transtornos degenerativos, entre outros (HENARY *et al.*, 2006; KRÖYER, 2015). Nesses casos, eles apresentam um maior número de vários tipos de fraturas, devido aos efeitos da osteoporose, atrofia muscular e diminuição do tecido subcutâneo (SIRAM *et al.*, 2010).

Tais particularidades da população idosa claramente devem ser consideradas no planejamento de transportes, para que se possa permitir seu acesso seguro aos serviços e locais de seu interesse (STOKER *et al.*, 2015). A mobilidade em uma comunidade impulsiona a participação ocupacional de pessoas de idade mais avançada, bem como promove um envelhecimento mais ativo e saudável (RAMACHANDRAN E D'SOUZA, 2016).

Além disso, Stoker *et al.* (2015) destacam que preparar o ambiente urbano para uma população que, por estar envelhecendo, utiliza dispositivos para auxiliar sua locomoção é importante para garantir a esses usuários independência e saúde.

Dentre os participantes do estudo realizado por Rosenberg *et al.* (2013), grande parte dos que utilizam dispositivos auxiliares de marcha, tais como bengalas, muletas e andadores, relatou que o tempo disponibilizado nos semáforos é insuficiente para a travessia. Foram pontuadas também as dificuldades nas travessias onde não se sentem visíveis, por problemas na geometria de curvas ou por haver carros estacionados em locais inadequados, por exemplo.

A fim de se fazer uma consideração pertinente ao problema da segurança em faixas de travessia, é necessário fazer uma seleção dos aspectos que mais impactam na segurança de modo expressivo e mensurável, baseada nos resultados de outros estudos sobre o tema. Ou seja, há de se considerar que não é possível, em apenas um estudo, aferir todos os agentes ambientais e comportamentais que de alguma forma se relacionam com o fenômeno do deslocamento a pé. Há elementos que causam certo desconforto aos pedestres, como clima e poluição atmosférica e sonora (AZIZ *et al.*, 2018), mas não serão investigados nesse estudo.

A apuração dos fatores de influência deve abranger tanto a porção da via ocupada pela faixa de pedestre quanto suas imediações, como as calçadas e passeios públicos. Os elementos que compõem as causas de acidentes podem ser relativos à engenharia (infraestrutura, operação) e/ou ao comportamento humano (MICHALAKI *et al.*, 2015). Por isso, é interessante explorá-los de forma discriminada, com o objetivo de facilitar seu entendimento.

Utilizando-se de estudos anteriores, serão identificados os fatores de interesse ao estudo de travessias no que diz respeito à infraestrutura urbana, à operação dos transportes e ao comportamento humano.

2.1. FATORES RELATIVOS À INFRAESTRUTURA URBANA

A engenharia de tráfego tem papel fundamental na promoção da segurança em redes viárias de um ponto de vista que beneficie todos os usuários, principalmente os mais vulneráveis. Esse entendimento prevê uma consciência voltada para a segurança nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação de vias; uma aferição regular da segurança viária e a consideração de todas as formas de transporte e tipos de infraestrutura quando se pensa em requisitos para a mobilidade (WHO, 2011).

Na literatura sobre segurança viária destaca-se o termo *built environment*, que pode ser traduzido para “ambiente construído” ou, de forma mais compreensível, chamado também de estrutura urbana. Essa pode ser entendida como o espaço edificado ou alterado pelo homem, onde os indivíduos desempenham atividades cotidianas (SCHULZ *et al.*, 2016). A caracterização da infraestrutura urbana engloba tanto o ambiente urbano como um todo quanto os aspectos físicos específicos do sistema viário.

Mediante uma revisão abrangente sobre o tema, Rosso *et al.* (2011) identificaram que o impacto da estrutura urbana sobre a saúde e a mobilidade, especialmente de pedestres mais vulneráveis, deriva de diferentes aspectos:

- Sistemas de transportes: incluem as redes viárias e a associação entre os diferentes modos de transporte, influenciando na facilidade de realizar viagens dentro de uma determinada zona para chegar aos destinos desejados;
- Uso do solo: reflete o quão densamente determinada zona é ocupada, o que pode significar acesso mais fácil a pedestres, além de demonstrar em que partes estão distribuídos os usos residencial, comercial e industrial;
- Planejamento urbano: pode motivar a tomada de decisão pelo transporte a pé, a depender da segurança percebida de acordo com características como número e largura de faixas, tamanho e extensão de calçadas e dispositivos de moderação de tráfego.

A integração dos diversos modos em um sistema de transportes é essencial para o desenvolvimento sustentável e seguro de uma cidade. Atualmente ainda se nota que muitas vezes os esforços de planejadores e operadores de transportes são focados em sistemas motorizados, mas há uma tendência à conscientização sobre a importância de caminhar em centros urbanos, que implica uma maior atenção aos sistemas para pedestres (POMAR *et al.*, 2014). Vale salientar que em comunidades em que a dependência do uso de automóveis é menor, por uma valorização de outros modos, há um menor risco de fatalidades e acidentes (VTPI, 2019). Por outro lado, a proximidade de paradas de ônibus, que atraem um grande número de pedestres, já se revelou um fator que intensifica a insegurança em torno de instituições (KIM *et al.*, 2010; TORRES, 2016). O manual do DENATRAN (2000) prevê uma distância mínima de segurança de 60 metros para paradas antes da faixa de travessia e 20 metros para paradas após a faixa.

Quanto ao uso do solo, Donroe *et al.* (2008) encontraram relação entre regiões de atividade comercial e uma maior probabilidade de acidentes. Isso é reforçado pelos resultados obtidos por Ukkusuri *et al.* (2012), que indicam que áreas com maiores frações industriais e comerciais apresentam maior chance de eventualidades no trânsito, enquanto o contrário é observado em áreas residenciais. Os autores sugerem que esses resultados são justificáveis já que um uso residencial pode estar ligado a limites mais baixos de velocidade, bem como a uma menor atividade de pedestres. Já em ambientes ocupados por estabelecimentos comerciais e industriais, geralmente há maiores velocidades sendo praticadas e uma presença maior de indivíduos trafegando a pé. O estudo salienta também o número de escolas em determinado local como variável importante para o aumento do risco de choques entre veículos e pedestres, possivelmente por conta de uma maior exposição.

No tocante ao planejamento urbano, é notório que o provimento da infraestrutura impacta diretamente sobre a segurança. Não faltam indícios, por exemplo, quanto à associação de vias e faixas mais largas com a ocorrência de conflitos e acidentes entre pedestres e veículos (DONROE *et al.*, 2008; ROSSO *et al.*, 2011; UKKUSURI *et al.*, 2012; STRAUSS *et al.*, 2014; LEE *et al.*, 2016). As travessias de pedestres, quando realizadas em nível, devem ser tão diretas e curtas quanto possível, de forma a minimizar a exposição ao risco de atropelamento (WRI, 2015).

Naturalmente, as pessoas preferem trajetos em que podem caminhar separadas do trânsito motorizado (AZIZ *et al.*, 2018). Como nem sempre isso é possível, o ambiente construído deve ser propício para uma interação segura entre esses diferentes usuários dos sistemas de transportes. As políticas e intervenções que visam à melhoria da segurança por

meio do planejamento urbano devem ter como objetivo a promoção de um transporte ativo seguro em espaços urbanos em que veículos e pedestres interagem (QUISTBERG *et al.*, 2014).

A construção e a manutenção de uma estrutura para o deslocamento de pedestres precisam ocorrer de maneira holística e contínua. O conforto de um indivíduo ciente de que pode se deslocar sem grandes apreensões quanto a sua segurança é perceptível quando cada componente do sistema é compatível com o funcionamento esperado, dentre os quais Ramachandran e D'Souza (2016) citam as calçadas. No questionário realizado pelos autores, participantes idosos relataram a falta de boas calçadas como uma das barreiras que enfrentam no dia a dia, o que levou à conclusão de que um ambiente acessível precisa de calçadas bem mantidas e livres de obstruções, o que é corroborado pela opinião dos idosos participantes do estudo de Rosenberg *et al.* (2013), que afirmaram que aspectos como a largura e o nível de obstrução das calçadas impactam a facilidade na execução de suas atividades.

Segundo a norma brasileira NBR 9050, que trata sobre acessibilidade, as calçadas devem obedecer a alguns critérios (ABNT). O espaço de calçada com largura inferior a dois metros é dividido nas faixas descritas a seguir:

- Faixa de serviço: serve para acomodar o mobiliário, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização. Nas calçadas a serem construídas, recomenda-se reservar uma faixa de serviço com largura mínima de 0,70 m;
- Faixa livre ou passeio: destina-se exclusivamente à circulação de pedestres, deve ser livre de qualquer obstáculo, ter inclinação transversal até 3 %, ser contínua entre lotes e ter no mínimo 1,20 m de largura e 2,10 m de altura livre.

Nesse contexto, é interessante mencionar um caso concreto de avaliação da qualidade de calçadas em um centro urbano no Brasil. O estudo ocorreu em Passo Fundo, no Rio Grande do Sul, onde Rocha *et al.* (2019) utilizaram o Índice de Qualidade das Calçadas (IQC) desenvolvido por Ferreira e Sanches (2001, *apud* ROCHA *et al.*, 2019) para medir a qualidade de calçadas de várias regiões da cidade. Pedestres foram entrevistados, atribuindo notas aos parâmetros: segurança (relativa ao risco de atropelamento), manutenção, largura efetiva, seguridade (relativa ao risco de ser assaltado), atratividade visual, permeabilidade (capacidade de não acumular água) e acessibilidade, em uma escala que varia de 1 a 7.

A cada parâmetro analisado na pesquisa havia sido atribuído previamente um peso, relativo à relevância para o índice de qualidade, de acordo com a percepção de pedestres entrevistados. Os resultados revelaram uma realidade preocupante, pois os índices referentes às regiões da cidade estavam entre 0,6 e 3,3 e o índice que representa a cidade como um todo

foi 1,9. Nesse sentido, os autores enfatizaram que as circunstâncias em muitas grandes cidades brasileiras são semelhantes, onde se vê certa superficialidade no cuidado de calçadas por parte do poder público e da iniciativa privada.

Na pesquisa de Rosenberg *et al.* (2013), outra preocupação mencionada foi com a disponibilidade e com as condições de rampas de acessibilidade, que servem como facilitador de acesso principalmente para indivíduos que fazem uso de andadores ou cadeiras de rodas. A existência das rampas mostrou-se bastante significativa, já que alguns participantes disseram não conseguir acessar as calçadas no caso de não haver rampas, necessitando locomover-se no espaço destinado aos veículos, ou seja, colocando em risco sua segurança. Além disso, rampas muito inclinadas ou quebradas foram citadas como fator de risco.

Contra-pondo-se a esses fatores de risco, pode-se falar de um dispositivo de infraestrutura que melhora a segurança: as ilhas de refúgio. As ilhas, que podem acumular as funções de canalizadora de trânsito, divisória e de refúgio, são introduzidas em interseções a fim de minimizar os conflitos, melhorar a fluidez e aumentar a segurança (DNIT, 2005). Nas ocasiões em que é necessário atravessar vias mais largas com múltiplas faixas, as ilhas visam a facilitar a travessia de pedestres e ciclistas, podendo ser elevadas (limitadas por um meio-fio) ou no mesmo nível da pista (DNIT, 2005). Estudos relacionados à segurança e percepção de risco mostram que as ilhas são uma medida eficaz para a redução de conflitos (DIÓGENES E LINDAU, 2010; FU E ZOU, 2016; ZHANG *et al.*, 2017).

Cloutier *et al.* (2017), por sua vez, mostram que aumentos locais na largura de calçadas – de forma que elas se estendam sobre a via – em interseções diminuem a possibilidade de conflitos entre veículos e pedestres à medida que aumentam a visibilidade, reduzindo assim a probabilidade da ocorrência de acidentes. Ramachandran e D’Souza (2016) entendem também que, em ambientes utilizados por pedestres com mais alto grau de vulnerabilidade, é necessária uma iluminação apropriada.

Em se tratando deste fator, Kim *et al.* (2008) dizem que a noite é o período de maior risco de ocorrência de colisões fatais, pois a luminosidade é um fator significativo na diminuição da capacidade dos motoristas de notar os pedestres, o que pode retardar a frenagem e colaborar com a realização de manobras menos efetivas no sentido de evitar colisões. No estudo realizado por Rosenberg *et al.* (2013), a iluminação precária mostrou-se responsável também pela diminuição da percepção de profundidade por parte dos idosos, entre os quais muitos apresentavam problemas de visão. Além disso, Michalaki *et al.* (2015) concluíram que a presença de luz solar ou elétrica diminui a severidade dos acidentes.

A estrutura urbana como um todo é primordial para a segurança, mas deve-se dar atenção também às características do projeto geométrico da via que são potenciais causadoras de acidentes, tais como curvas de pequeno raio após longo trecho com curvas suaves ou em tangente e trechos com distância de visibilidade de frenagem incompatíveis com a velocidade usual da via (FERRAZ *et al.*, 2012). A Tabela 2.1 apresenta valores de referência das distâncias necessárias para a frenagem em função da velocidade em que o veículo se encontra, mas é necessário ter em mente que esses valores dependem das condições da pista e podem variar bastante.

Tabela 2.1 - Relação entre velocidade e distância de frenagem

Velocidade inicial (km/h)	Distância de frenagem (m)
30	13
40	19
60	34
80	54
100	77
120	104

Fonte: Ferraz et al., 2012 (Modificado)

Outro fator identificado como agravante do risco de acidentes é o maior número de vias que se cruzam em uma interseção. Há evidências de que interseções mais ramificadas, com 4 ou 5 vias, aumentam a frequência de batidas, enquanto as de 3 vias apresentam menor perigo (UKKUSURI *et al.*, 2012). Esse fato condiz com a percepção de risco por parte de crianças que se deslocam para a escola a pé, as quais sentem-se mais vulneráveis em interseções mais ramificadas (LEE *et al.*, 2016). Tais pesquisadores argumentam que tais resultados têm relação não só com o fato de o fluxo de pessoas e veículos ser maior nesse tipo de interseção, mas também com o número elevado de locais em que os pedestres podem ter que atravessar o fluxo de veículos, o que exige maior atenção. Esses podem ser chamados de pontos de conflito e são bastante relevantes na operação de interseções, pois o tempo gasto para resolvê-los afeta diretamente a eficiência do tráfego e a segurança das pessoas nesses trechos (ZHANG E CHANG, 2014).

Em se tratando ainda de interseções, Lee *et al.* (2016) identificaram um aumento na percepção das crianças quanto ao risco em regiões com edifícios em que há muitas entradas. Eles defendem que isso pode ser fruto de uma maior movimentação de pedestres nessas áreas, o que intensifica o número de interações no ambiente que circunda a interseção. Em

contrapartida, uma maior visibilidade reduziu a percepção de risco. De acordo com o estudo, isso reforça a ideia de que é necessário prover uma distância de visibilidade adequada por meio da criação de espaços livres perto de interseções e da imposição de regulamentações quanto à distância de construções a vias próximas a escolas, reduzindo o risco de acidentes com crianças.



No que se refere aos idosos, também nota-se que há uma percepção de risco maior quando eles não se sentem vistos pelos condutores (ROSENBERG *et al.*, 2013). Essa apreensão dos usuários é justificável, pois realmente há indicativos de maior probabilidade de conflitos em vias com baixa visibilidade (FERRAZ *et al.*, 2012; CLOUTIER *et al.*, 2017).

Assim como a baixa visibilidade, uma sinalização deficiente está diretamente associada ao acontecimento de acidentes (DONROE *et al.*, 2008; FERRAZ *et al.*, 2012). Os três principais fatores, segundo esses autores, que tornam a sinalização inadequada ou insuficiente são:

- Falta de demarcação ou visibilidade da sinalização horizontal do tipo linhas de borda, de separação de faixas e de parada obrigatória;
- Ausência de elementos verticais refletivos demarcadores de curvas de pequeno raio, ilhas, obras, etc;
- Inexistência de avisos prévios de mudanças nas características da via devido à presença de obras na pista, semáforos, cruzamentos com via preferencial, acidentes, etc.

No que tange especificamente à sinalização de áreas escolares, o DENATRAN (2000) estabelece em seu manual uma série de regras e recomendações que devem ser seguidas. Entre elas estão as determinações acerca da sinalização vertical, apresentadas na Figura 2.1:

Figura 2.1 – Determinações sobre sinalização vertical em áreas escolares

<p>Sinal A-33a <i>Área escolar</i></p> 	<p>Estes sinais são de utilização obrigatória em todos os projetos de sinalização de áreas escolares:</p> <ul style="list-style-type: none"> - o sinal A-33a adverte os condutores da existência de escolares circulando nas proximidades e, portanto, devem ficar atentos para sua travessia; - o sinal A-33b adverte os condutores da existência de faixa de travessia de pedestres - tipo zebra - destinada a escolares;
<p>Sinal A-33b <i>Passagem sinalizada de escolares</i></p> 	<p>Aplicação Os sinais A-33a e A-33b devem ser implantados em todos os projetos de sinalização de áreas escolares, cada um deles empregado de acordo com seu significado.</p> <p>Colocação O sinal A-33a deve ser implantado nas imediações da escola, inclusive nas vias transversais, antes das travessias identificadas como as principais.</p> <p>O sinal A-33b deve ser implantado antes de faixas de pedestres destinadas a escolares, em distâncias entre 50 e 100 metros da faixa, em áreas urbanas e maiores, compatíveis com a velocidade regulamentada, em vias rurais.</p>

Fonte: DENATRAN (2000)

Além disso, é recomendação do DENATRAN (2000) que a faixa de travessia seja posicionada a pelo menos oito metros da entrada da escola, a fim de que o espaço de travessia não seja diretamente na frente do portão, de forma que as crianças possam sair e perceber a mudança de ambiente antes de iniciar a travessia. O órgão também sugere a colocação de gradis nas bordas da calçada para impedir a travessia fora da faixa, conduzindo-se o fluxo ao local correto.

Ainda em relação à infraestrutura, é interessante atentar para as particularidades da realidade de um país em desenvolvimento postas em evidência na pesquisa de Donroe *et al.* (2008). Evidenciando a situação do Peru, os autores revelaram um aumento do risco aos pedestres no caso de demarcação imprópria das vias e faixas de trânsito – por conta do desgaste na pintura, por exemplo – bem como outros aspectos relativos à operação, que serão tratados posteriormente. O estudo retrata essa relação concluindo que a falta de uma delimitação adequada das faixas provavelmente contribui para um fluxo de tráfego desordenado, de forma a criar comportamentos menos previsíveis no curso dos veículos. Esse fenômeno torna mais difícil para os pedestres, principalmente no caso de crianças, a avaliação do melhor momento para atravessar a rua.

2.2. FATORES RELATIVOS À OPERAÇÃO DOS TRANSPORTES

Os acidentes de trânsito são mensurados conforme a frequência e a severidade com que acontecem (TORRES, 2016). Sendo assim, uma boa operação de transportes em um sistema viário deve objetivar fundamentalmente evitar acidentes ou mesmo diminuir os danos causados às vítimas. Logo, é preciso avaliar os fatores que exercem maior influência sobre a exposição dos pedestres aos riscos: as evidências indicam que o volume de tráfego é o principal determinante da frequência de acidentes, enquanto a velocidade é o principal para a severidade dos acidentes (TORRES, 2016).

Zhang *et al.* (2017) também afirmam que tanto o volume de tráfego quanto a velocidade dos veículos aumentam o número de conflitos. Esses elementos têm certo grau de dependência, visto que vias com maior hierarquia comportam mais veículos, operam em maiores velocidades e tendem a ser mais largas (DONROE *et al.*, 2008; UKKUSURI *et al.*, 2012; TORRES, 2016).

Quando o interesse é a investigação do atropelamento de crianças, Blazquez e Celis (2013) indicam que a maioria dos casos se concentra nos dias úteis e nos horários que incluem a entrada e saída da escola, portanto esses são os momentos ideais para medições de volume de tráfego e velocidade praticadas. Quanto aos idosos, recomenda-se que os dados sejam coletados

em ambientes mais frequentados por eles, como hospitais, clínicas, instituições de cuidado e parques (CHOI *et al.*, 2018).

2.2.1. VOLUME DE TRÁFEGO

O volume de veículos, especialmente em áreas residenciais e comerciais, afeta negativamente a segurança para os pedestres (STRAUSS *et al.*, 2014; BIVINA E PARIDA, 2019). O tipo de veículo é um dos determinantes do risco de envolvimento em acidentes, pois o tamanho impacta tanto na estabilidade, quanto na visibilidade e nas velocidades desenvolvidas: Bicicletas e motocicletas são mais instáveis por contar com apenas duas rodas e menos visíveis; ônibus e caminhões são mais visíveis e operam em velocidades menores (FERRAZ *et al.*, 2012). Uma pesquisa realizada em Lima, Peru, acerca de um grande número de acidentes entre pedestres e veículos motorizados, constatou a seguinte distribuição: 64% envolveram carros, 21% motocicletas e 14% veículos de transporte público (QUISTBERG *et al.*, 2014).

Ressaltando-se a realidade dos usuários vulneráveis, a exposição de crianças ao tráfego, enquanto pedestres, já se revelou um fator significativo no aumento do número de atropelamentos (MACPHERSON *et al.*, 1998; LEE *et al.*, 2016), tendo em vista que o volume de veículos trafegando em determinada via aumenta o risco de lesões em crianças (DONROE *et al.*, 2008). Posner *et al.* (2002) ressaltam, inclusive, que a exposição das crianças envolvidas em colisões costuma ser alta, independentemente das atividades exercidas por elas antes de serem atingidas, ou seja, brincando na rua, andando para a escola ou para outros lugares.

Rao *et al.* (1997) sugerem, ainda, uma relação do desenvolvimento socioeconômico de uma região com o risco de colisões, pois em regiões mais ricas há mais crianças sendo levadas para casa de carro e, portanto, teoricamente uma menor chance de acidentes com pedestres. No entanto, segundo Romero (2011, *apud* TORRES, 2016), os pais das crianças que não permitem que elas se desloquem a pé por receio de uma maior exposição a altas velocidades e volumes de tráfego, colaboram para um incremento no volume de tráfego nas imediações de escolas, induzindo um círculo vicioso de insegurança, dado o aumento do risco ao qual os usuários não motorizados ficam expostos.

Essa ideia está de acordo com o as consequências observadas após a aplicação do programa *Safe Routes to School* (SR2S), desenvolvido na Califórnia, onde a redução da exposição devido ao aumento do transporte a pé ou de bicicleta reduziu significativamente o risco de lesões por atropelamento de crianças, principalmente para o grupo entre 5 e 12 anos de

idade (ORENSTEIN *et al.*, 2007). Além disso, Jacobsen (2015) encontrou sinais de que quando há mais pedestres ou ciclistas em interseções ou até em regiões tais como cidades e países, é menos provável que um motorista choque com eles, provavelmente por uma adaptação no comportamento do motorista.

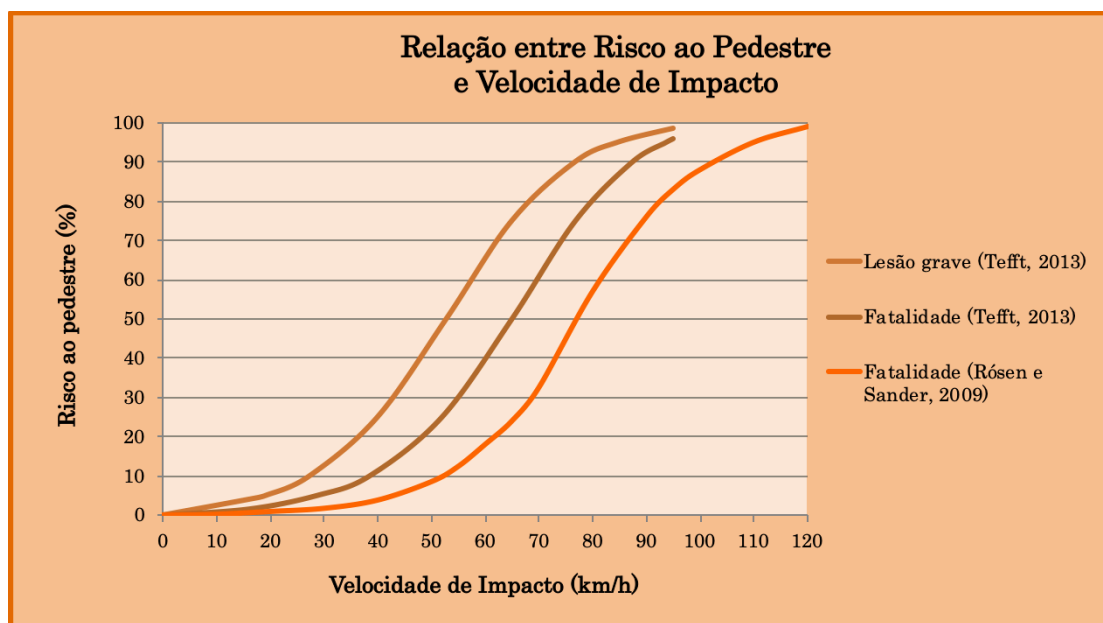
O volume de pedestres e ciclistas, que está intimamente relacionado com a exposição dos praticantes de transporte ativo, é ligado à presença de polos geradores de viagens de uma maneira complexa, sobre a qual a literatura não apresenta consenso: Lee *et al.* (2016) associam um maior número de estudantes atravessando a uma maior percepção de risco, Ukkusuri *et al.* (2012) vinculam a presença de mais escolas a frequências maiores de atropelamentos totais e fatais; enquanto num contexto em que as escolas contavam com mais dispositivos moderadores de tráfego, uma maior densidade de escolas contribuiu para a redução da severidade dos atropelamentos (ZAHABI *et al.*, 2011 *apud* TORRES, 2016).

Torres (2016) mostra que a acessibilidade a comércios tende a favorecer o transporte ativo em detrimento de viagens motorizadas, aumentando a frequência de acidentes. A literatura evidencia que enquanto a densidade de domicílios tende a diminuir o risco de colisões (ROTHMAN *et al.*, 2014), a proximidade a mais comércios é associada a uma maior quantidade de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas, provavelmente por conta da maior exposição, que nem sempre é controlada nos modelos estatísticos relativos a uso do solo (ZHANG *et al.*, 2015 *apud* TORRES, 2016).

2.2.2. VELOCIDADE PRATICADA NA VIA

A velocidade é um dos principais elementos que contribuem para a severidade dos acidentes, a ponto de o risco de fatalidade em uma colisão a 80 km/h poder atingir praticamente o triplo que o de uma colisão a 60 km/h (ROSÉN E SANDER, 2009). Tefft (2013) também analisou essa relação entre risco e velocidade de impacto, mas incluiu em seu estudo apenas pessoas acima de 14 anos, encontrando uma curva relativa ao risco de morte com valores mais altos que a de Rósen e Sander (2009), bem como uma para lesões graves. Essas curvas estão demonstradas na Figura 2.2:

Figura 2.2 - Relação entre risco ao pedestre e velocidade de impacto



Fonte: Rosén e Sander, 2009; Tefft, 2013 (Modificado)

No Brasil, o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) define os tipos de vias urbanas e rurais e os respectivos limites de velocidade estabelecidos para cada um deles, como pode ser visto na Tabela 2.2. Entretanto, Nicola *et al.* (2015) chamam a atenção para o fato de que cada fração da via apresenta particularidades, de forma que a velocidade desejada para certos trechos é inferior a esses limites, pois é preciso garantir que as pessoas que utilizam desse espaço em diferentes meios de transporte trafeguem em segurança. O sentimento de perigo em travessias, apesar de nem sempre representar o risco real, atua sobre o conforto dos pedestres e também é influenciado pela velocidade praticada na via (ROSENBERG *et al.*, 2013). Conseqüentemente, é muito importante que a velocidade de tráfego seja coerente com os propósitos de mobilidade e acesso de acordo com cada tipo de via (NICOLA *et al.*, 2015).

Tabela 2.2 - Limites de velocidade nas vias brasileiras

Limites de Velocidade nas Vias Brasileiras		
Classificação	Tipo	Limite de Velocidade (km/h)
Urbanas	Via de Trânsito Rápido	80
	Arterial	60
	Coletora	40
	Local	30
Rurais	Rodovia de Pista Dupla	110 (automóveis, camionetas e motocicletas) 90 (demais veículos)
	Rodovia de Pista Simples	100 (automóveis, camionetas e motocicletas) 90 (demais veículos)
	Estradas	60

Fonte: BRASIL, 1997 (Modificado)

Um estudo abrangente na Europa concluiu que velocidades altas no trânsito são um problema grave de segurança em vários países e que a redução da média dessas em 5% é suficiente para diminuir as fatalidades no trânsito em 20% (OECD/ECMT 2006 *apud* VTPI, 2019). A literatura sobre acidentes com pedestres já mostrou que, de forma geral, dispositivos de moderação de tráfego tendem a reduzir as taxas de acidentes (RETTING *et al.*, 2003; EWING E DUMBAUGH, 2009). Para atenuar a velocidade, podem ser utilizadas lombadas, estreitamento de faixas, ajustes nas curvaturas de vias, interseções elevadas, bem como as já citadas ilhas de refúgio e outros dispositivos. Além disso, é recomendado empregar tecnologias para fiscalizar a velocidade, como radares, barreiras eletrônicas e câmeras (DENATRAN, 2000; RETTING *et al.*, 2003; NICOLA *et al.*, 2015).

Quando apresentam dados sobre dispositivos de moderação de tráfego, Retting *et al.* (2003) revelam que a diminuição de velocidade pode ser tomada como certa, mas não confirmam o efeito sobre os acidentes entre veículos e pedestres em todos os casos. Esse entendimento é ratificado por Lee *et al.* (2016), que não constataram eficácia nos dispositivos verificados quanto à redução do risco real ou percebido. Eles analisaram apenas lombadas, sinalizações verticais de limite de velocidade e pintura de coloração vermelha em pavimentos, ou seja, somente os tipos de tratamento presentes nas áreas selecionadas para estudo.

No programa SR2S, foram instalados dispositivos de moderação de tráfego, que juntamente com a melhoria de calçadas e ciclovias e a instalação de novos semáforos e sinalizações, reduziram as velocidades praticadas nas proximidades de escolas, provocando uma diminuição na severidade de colisões (ORENSTEIN *et al.*, 2007).

Kröyer (2015) questiona os limites de velocidade considerados seguros por planejadores de tráfego. Ele aponta que 30% dos acidentes com lesões severas ocorrem em ambientes de velocidade abaixo de 35 km/h, mas são raros quando a velocidade é menor que 25 km/h. Fora isso, acidentes fatais são raros em locais com velocidades até 40 km/h. Já em uma análise referente a acidentes com crianças, Donroe *et al.* (2008) mediram a velocidade média em trechos de vias nos quais ocorreram acidentes, bem como em trechos controle, e concluíram que o risco de lesões em crianças acidentadas é muito alto quando a velocidade média atinge o patamar de 45 km/h.

Kröyer (2015) levanta uma relevante discussão sobre a relação entre os riscos de fatalidade em função da velocidade média e da velocidade de impacto. O risco para uma velocidade média de 45km/h se assemelha ao de uma velocidade de impacto de 40km/h, enquanto o para uma velocidade média de 80km/h corresponde ao de uma velocidade de impacto de 70 km/h. Essa diferença de velocidades, como dito pelo autor, é devida ao fato de

que o condutor geralmente consegue frear antes da colisão. Ele aponta que 63% dos acidentes fatais ocorrem em locais com velocidades médias entre 40 e 50km/h, onde provavelmente o limite de velocidade é em torno de 50km/h e, assim, defende que é nesses locais que a redução de velocidades salvaria o maior número de vidas.

2.2.3. SEMAFORIZAÇÃO

Deve-se levar em conta que uma temporização semafórica bem elaborada em redes urbanas tem potencial para melhorar a mobilidade e a segurança de pedestres e veículos (ROSHANDEH *et al.*, 2016). Tais autores efetuaram uma simulação computacional de uma otimização de temporização semafórica com vistas ao aumento da segurança em interseções, tomando como base 875 interseções semaforizadas. Eles obtiveram sucesso no modelo, pois a quantidade de acidentes que envolvem pedestres diminuiu, assim como a das colisões entre veículos, principalmente as laterais e as traseiras. Esses resultados são compatíveis com os outros estudos realizados em diferentes contextos, nos quais o risco de colisões veículo-pedestre decresce ante a instalação de semáforos e outros tipos de sinalização (QUISTBERG *et al.*, 2014).

Porém, nem sempre a utilização de semáforos provoca a diminuição das taxas de accidentalidade. Uma ampla análise realizada em Toronto, Canadá, ao longo de 10 anos mostrou um aumento de 26% na quantidade de colisões veículo-pedestre em interseções nas quais foram instalados semáforos com contagem regressiva (RICHMOND *et al.*, 2013). Os autores apontam que esse tipo de semáforo pode fazer pedestres atravessarem com pressa e motoristas acelerarem em resposta ao tempo restante indicado, aumentando o potencial de risco nesses locais.

O estudo produzido por Quistberg *et al.* (2014) em Lima, Peru também revelou um maior risco de acidentes entre pedestres e veículos em interseções com semáforos, com ou sem marcadores de contagem regressiva. Além disso, maiores tempos disponíveis para a travessia mostraram-se desfavoráveis à segurança, possivelmente por conta da impaciência dos motoristas durante a fase reservada aos pedestres e vice-versa (QUISTBERG *et al.*, 2014). Os pesquisadores defendem que essas conclusões paradoxais podem ter relação com a desobediência a sinalizações e regras de trânsito, comum em países de média e baixa renda.

Torres (2016) apresenta um outro caso em que semáforos foram relacionados a mais acidentes, demonstrando um aumento no atropelamento de crianças em algumas áreas de análise. Para a autora, embora os dispositivos semafóricos sirvam para oportunizar o

cruzamento da via, sua presença está diretamente relacionada a pontos de conflitos onde os usuários vulneráveis ficam expostos a um maior volume de veículos. Em uma linha de raciocínio correspondente, Mitman *et al.* (2008, *apud* QUISTBERG *et al.*, 2014) dizem que a ausência de semáforos pode aumentar a atenção dos motoristas, tornando-os mais cautelosos.

A maior parte (80%) dos pedestres estudados por Perumal (2014) atravessou as faixas caminhando – ao invés de correndo – sendo a velocidade média de travessia 1,34 m/s. O autor ressalta que 77% dos indivíduos eram homens, que por sua vez deslocam-se mais rápido que as mulheres. Ou seja, se o estudo fosse feito com uma amostra equilibrada em termos de gênero, a velocidade média encontrada provavelmente seria menor. A idade também foi um fator bastante significativo: notou-se que os idosos foram mais lentos que as crianças.

Dentre as travessias exploradas por Perumal (2014), só 56% ocorreram enquanto o semáforo estava aberto, o que mostra que grande parte das pessoas não obedece à sinalização. Em uma das três localidades analisadas, esse percentual foi de apenas 34%. O autor indica que esse comportamento é devido principalmente a ciclos semaforicos longos, que acarretam a pressa dos pedestres. Esses acabam não esperando o sinal verde para realizar a travessia, que nesses casos é feita com velocidades médias mais altas. Em suma, as velocidades observadas variaram em sua maioria entre 1,0 e 1,6 m/s e apenas 8% das pessoas andaram com velocidades menores que 1,0 m/s.

O Departamento de Transportes dos Estados Unidos recomenda uma velocidade de 0,85 m/s como base para planejamento urbano, já que os idosos desenvolvem velocidades menores e demoram mais para começar a travessia em relação aos mais jovens (U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2001). Das 20 faixas de pedestre sinalizadas verificadas por Bollard e Fleming (2013), 30% não permitiria a travessia dos idosos no tempo disponibilizado pelo semáforo, considerando que eles começassem a cruzar a via no início da fase correspondente aos pedestres. Outros estudos sobre o tema também expõem insuficiência de tempos de travessia para acomodar usuários de idade avançada (LANGLOIS *et al.*, 1997; AMOSUN *et al.*, 2007; ROSENBERG *et al.*, 2013).

Os 52 idosos pesquisados por Bollard e Fleming (2013), dos quais 46% utilizavam algum tipo de dispositivo auxiliar de marcha, apresentaram uma velocidade média de 0,82 m/s em simulações de travessia. Somente 5,7% dos participantes desenvolveu uma velocidade acima de 1,2 m/s, que é tida como representativa de um caminhar normal e confortável nos Estados Unidos, Reino Unido e Irlanda (BOLLARD E FLEMING, 2013).

De maneira semelhante, a velocidade média encontrada por Papadimitriou (2016) foi de 0,82 m/s para pedestres com comportamento de baixo risco e 1,5 m/s para os menos cautelosos.

Essa constatação é muito importante para confrontar o entendimento quanto a uma velocidade normal, pois partindo-se do pressuposto que o sistema viário é de todos e para todos, os usuários mais vulneráveis devem ter suas necessidades atendidas.

2.3. FATORES RELATIVOS AO COMPORTAMENTO HUMANO

Os acidentes de trânsito são causados basicamente por fatores ligados à via, ao meio ambiente, ao veículo e ao ser humano (FERRAZ *et al.*, 2012). Quanto à contribuição humana, a segurança é influenciada tanto pelos condutores dos diversos tipos de veículos quanto pelos pedestres.

Michalaki *et al.* (2015) mostram que a severidade dos acidentes é significativamente afetada pela fadiga dos motoristas, principalmente de veículos de cargas pesadas. Os autores ressaltam que o cansaço desses motoristas pode ser resultado de viagens longas e monótonas, bem como da impossibilidade de realizar paradas por conta dos itinerários restritos. Outros fatores identificados no estudo que impactam positivamente a severidade são a incapacidade momentânea – devida a doenças, problemas na visão ou uso de álcool e outras drogas - e também os erros cometidos pelos motoristas (não olhar para o lugar correto, falhar em julgar o caminho ou a velocidade de outras pessoas, frear bruscamente, perder o controle do veículo, erros devido à inexperiência), que por sua vez geralmente estão ligados a comportamentos ilegais ou considerados agressivos (exceder o limite de velocidade, dirigir rápido demais para as condições da via ou de maneira imprudente).

É incômodo para os pedestres realizar travessias quando esses percebem uma falta de atenção dos motoristas, que muitas vezes dirigem acima da velocidade permitida, inclusive em curvas (ROSENBERG *et al.*, 2013). O desvio de atenção não só inquieta os pedestres como também já foi identificado como principal fator em aproximadamente 15% dos acidentes de trânsito (WHO, 2009 *apud* FERRAZ *et al.*, 2012).

O uso do celular ao dirigir tem se destacado como fomentador de distrações, aumentando em aproximadamente quatro vezes o risco de envolvimento em acidentes (WHO, 2015a), assim como a presença de um alto número de vendedores ambulantes em uma parte da via ou nas calçadas também está relacionada ao acontecimento de acidentes. Os comerciantes de rua podem gerar situações perigosas ao distrair motoristas e pedestres e obstruir porções da via, prejudicando a visibilidade e causando desvios no tráfego (DONROE *et al.*, 2008). Essa informação deve ser levada em conta quando se pensa, por exemplo, na segurança das crianças,

pois não é raro observar esse tipo de comércio em saídas de escolas, mesmo que de forma não abundante.

Fora isso, o estresse ou qualquer coisa que desloque a concentração dos motoristas, como painéis de propaganda, *outdoors*, aparelhos de som nos automóveis, manuseio de alimentos e outros objetos, entre outros, podem ser causadores de acidentes (FERRAZ *et al.*, 2012).

Já em relação ao comportamento dos pedestres, Papadimitriou (2016) afirma que são poucos os fatores que os determinam: tipo de via (arterial, coletora, local), volume de tráfego e características demográficas. Dentre essas, sobressaem-se gênero e idade: há evidências de que homens e idosos têm maiores chances de se envolverem em acidentes em relação a mulheres e jovens, respectivamente (ZHANG *et al.*, 2017).

Quanto ao gênero, que tem bastante importância apesar de não ser o foco deste trabalho, os únicos comportamentos de destaque identificados por Dommes *et al.* (2015) foram uma maior inclinação das mulheres em esperar na via ao invés de na calçada e uma maior porcentagem de homens correndo na travessia. A velocidade superior dos homens em relação às mulheres tem certa relevância também para a temporização semafórica (PERUMAL, 2014).

Em um estudo que analisou o comportamento de 775 pedestres em interseções sinalizadas, Perumal (2014) observou que somente 78% utilizaram a faixa de pedestre. Essa escolha de atravessar a via, em locais com ou sem faixas de pedestre, depende da idade dos pedestres (NASER *et al.*, 2017). O autor revela que os idosos precisam de lacunas no trânsito maiores para decidir atravessar em relação às pessoas mais novas, mas não há uma informação precisa sobre crianças, pois o grupo mais jovem considerado na pesquisa é muito abrangente, envolvendo todos os indivíduos abaixo de 30 anos.

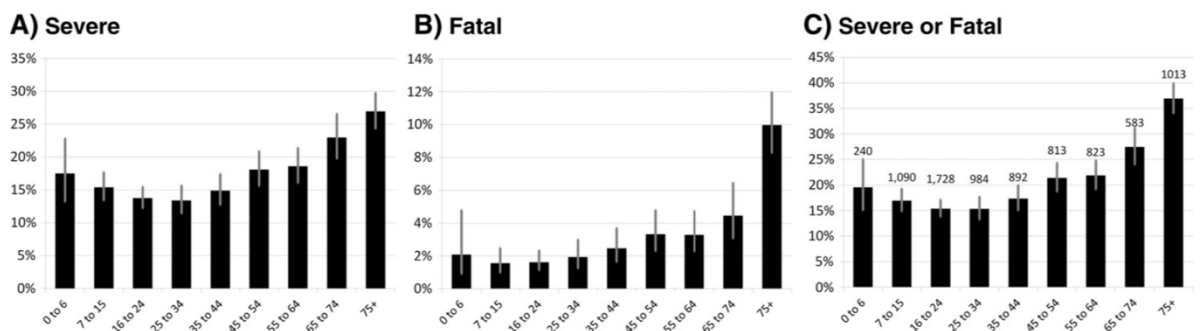
Percebe-se, portanto, uma tendência por parte dos idosos de atravessar nos locais com faixas de pedestre demarcadas, que conferem um sentimento de segurança assim como passarelas e passagens subterrâneas (BIVINA E PARIDA, 2019). Esses usuários, comparados com os mais jovens, demonstram maior apreço por interseções e travessias controladas por semáforos (BERNHOF E CARSTENSEN, 2008). Portanto, nesses ambientes deve haver um cuidado ainda maior com a qualidade de ruas, rampas e calçadas (DOMMES *et al.*, 2015).

Ainda em se tratando de idade, Dommes *et al.* (2015) afirmam que os idosos tendem a ser mais cautelosos em travessias sinalizadas. Eles verificaram que quanto mais velhos os indivíduos, menos eles correm durante a travessia ou ao se aproximar dela; mais esperam na calçada ao invés de na via e mais atentamente observam a indicação do semáforo e o chão, a fim de compensar suas dificuldades de locomover-se, enxergar e ouvir.

Em uma investigação sobre a relação entre a idade dos pedestres com a gravidade das lesões em casos de colisão e com o risco de fatalidade, Kröyer (2015) indica que o risco de lesões severas em função da idade pode ser representado por uma parábola, ou seja, o risco é alto para crianças pequenas, diminui até certo ponto na fase adulta e volta a crescer a partir dos 35 anos, atingindo os valores mais altos em idosos acima de 75 anos.

No caso de acidentes fatais, o comportamento da curva é semelhante, mas o intervalo de confiança para o grupo infantil é grande, devido ao número de casos relativamente baixo. As curvas podem ser observadas na Figura 2.3. De modo geral, para todos os tipos de acidentes, o alto risco é observado a partir dos 45 anos (com destaque para pessoas acima de 75 anos), seguidos pelo grupo de crianças de 0 a 6 anos. Essa alta taxa de colisões com crianças mais novas é reforçada por Macpherson *et al.* (1998), sendo ainda maior no caso de meninos.

Figura 2.3 - Risco de lesões em função da idade



Fonte: Kröyer, (2015)

Donroe *et al.* (2008) declaram que as crianças tendem a se envolver mais em acidentes quando estão desacompanhadas, o que está de acordo com a conclusão de Barton e Schwebel (2007) de que as crianças manifestam comportamento menos perigoso quando supervisionadas por responsáveis. Entretanto, uma pesquisa realizada por Morrongiello e Barton (2009) mostrou que apesar de mais da metade dos pais acreditar que é necessário ensinar as crianças a atravessar, apenas uma minoria realmente as instruiu de alguma forma. Os motoristas, por sua vez, tomam mais cuidado quando observam a presença de crianças em travessias (CLOUTIER *et al.*, 2017).

Margon (2016) ressalta que para conduzir veículos motorizados, é necessário um treinamento no processo de habilitação, mas geralmente não se destaca a participação do

pedestre como atuante no sistema viário, o que acaba limitando a consciência dos indivíduos quanto a seus direitos e deveres enquanto pedestres.

Esse despreparo dos pedestres em relação às normas do trânsito pode desencadear comportamentos que podem ser considerados arriscados. Dentre esses, Alhajyaseen e Iryo-Asano (2017) destacam que os pedestres que mudam sua velocidade subitamente durante a travessia, por influência de fatores como a geometria da travessia e a temporização semafórica, não permitem aos condutores prever corretamente as ações dos pedestres, aumentando a chance de manobras que colocam a segurança do pedestre em risco.

Essa diferenciação entre diversos tamanhos de grupos já foi também estudada por Dommes *et al.* (2015), que perceberam que, em travessias sinalizadas, pessoas inseridas em grupos olham mais para os outros pedestres e se atentam menos ao fluxo de tráfego, de forma que, observando uns aos outros, tendem a obedecer a indicação semafórica.

Percebe-se, pela densidade da literatura sobre o assunto, que o comportamento de pedestres frente a travessias é um fenômeno que, por depender de múltiplas variáveis, compõe-se de alta complexidade. A fim de viabilizar estudos nessa área, a literatura propõe que o proceder dos indivíduos seja analisado segundo o conceito de conformidade de travessia, que qualifica a adequação do processo da travessia quanto ao uso das estruturas sob os aspectos espaço e tempo (ROUPHAIL, 1984; AKIN, 2006). A conformidade espacial exprime a proporção de pessoas que atravessam em local apropriado em relação a todos que realizam determinada travessia, enquanto a conformidade temporal está ligada ao momento em que os pedestres decidem cruzar a via (MARGON, 2016).

Sisiopiku e Akin (2003) estudaram a conformidade espacial, observando a conduta dos pedestres e classificando-os em:

- Prudente: atravessa no local adequado, ou seja, na área de travessia;
- Imprudente: não faz uso da área de travessia.

Há situações em que os pedestres aqui entendidos como imprudentes podem ficar expostos a um menor risco, como quando cruzam vias coletoras ou locais rápida e/ou diagonalmente (PAPADIMITRIOU, 2016). Todavia, Margon (2016) ressalta que a conformidade espacial de travessia é condição imprescindível para a conformidade temporal, de forma que a consideração desta não é conveniente nos casos em que os pedestres não obedecem a posição das travessias, desenvolvendo uma trajetória fora da área indicada pelas faixas de pedestre.

Liu *et al.* (2000) relacionaram a conformidade temporal à quantidade de indivíduos que aguardam a indicação de luz verde em travessias semaforizadas, classificando-os em:

- Obediente: espera a indicação da luz verde para iniciar a travessia;
- Oportunista: atravessa durante o sinal vermelho quando há brechas disponíveis no fluxo de veículos.

Em uma pesquisa realizada em Bogotá, Colômbia, um algoritmo computadorizado foi construído por Barrero-Solano *et al.* (2017) para analisar o comportamento de pedestres em ambientes urbanos. Tais autores coletaram dados sobre travessias de pedestres por meio de filmagens em uma interseção e concluíram que análises de comportamento baseadas em vídeos são eficazes.

A fim de estudar as motivações, conscientes ou não, do comportamento de usuários dos sistemas de transporte, alguns autores lançam mão da Teoria do Comportamento Planejado (DONALD *et al.*, 2014; FEITOSA, 2017). Considerando essa e algumas outras teorias comportamentais, Margon (2016) avaliou travessias não semaforizadas levando em conta a assertividade em iniciar a travessia, a velocidade de caminhada e a atenção ao fluxo de veículos durante a travessia. A autora caracterizou as atitudes dos pedestres utilizando a classificação quanto à conformidade espacial produzida por Sisiopiku e Akin (2003), adaptando o conceito de conformidade temporal a travessias não semaforizadas e definindo um novo tipo de conformidade, denominado conformidade com o sistema de trânsito. Os padrões de comportamento identificados permitiram classificar os pedestres em perfis descritos nas Tabelas 2.3 e 2.4.

Tabela 2.3 - Classificação do comportamento quanto à conformidade temporal

Classificação quanto à Conformidade Temporal
Inseguro: não interrompe o fluxo de veículos utilizando sinalização manual; aguarda uma brecha aceitável no fluxo para atravessar em segurança
Hesitante: interrompe o fluxo de veículos, porém acelera ou diminui a marcha de caminhada, alterando o tempo de travessia na faixa
Assertivo: interrompe o fluxo de veículos e realiza a travessia sem acelerar ou diminuir a marcha de caminhada

Fonte: Margon, 2016 (Modificado)

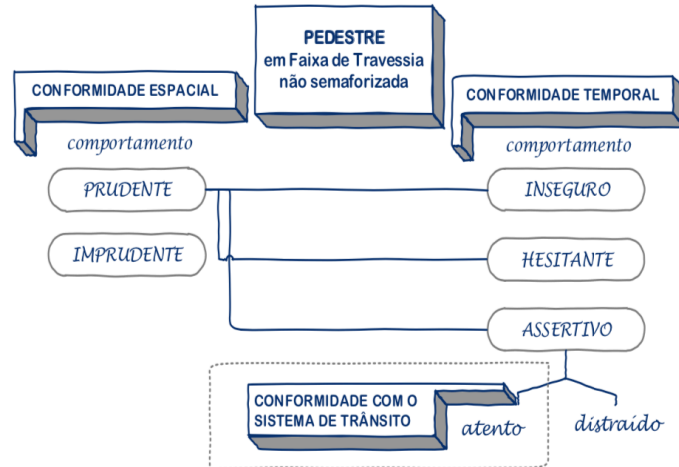
Tabela 2.4 - Classificação do comportamento quanto à conformidade com o sistema de trânsito

Classificação quanto à Conformidade com o Sistema de Trânsito
Atento: realiza a travessia observando atentamente o fluxo de veículos, em velocidade constante do início ao fim da travessia; busca contato visual com os motoristas e manifesta clara intenção de interromper o fluxo de veículos
Distraído: não observa o fluxo de veículos após começar a travessia, podendo chegar a reduzir a velocidade de caminhada para conversar com outras pessoas ou utilizar equipamentos eletrônicos tais como telefones celulares

Fonte: Margon, 2016 (Modificado)

A categorização dos pedestres nos diferentes perfis resultou no modelo representado na Figura 2.4. Margon (2016) defende que a utilização do método para identificar os perfis comportamentais predominantes pode auxiliar na elaboração de planos e campanhas com público alvo mais bem definido, podendo ser reproduzida de forma direta, como em questionários, ou indireta, por meio de observações e filmagens.

Figura 2.4 - Modelo conceitual do comportamento dos pedestres em travessias



Fonte: Margon, 2016 (Modificado)

3. MÉTODO

O método de pesquisa foi estruturado em quatro passos, desenvolvidos sequencialmente a fim de possibilitar o atingimento dos objetivos propostos.

3.1. DELIMITAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Primeiramente, cabe pontuar que este projeto surgiu de um incômodo causado pela divergência entre a expectativa de como os pedestres devem ser respeitados e a realidade do tratamento que se percebe no cotidiano, principalmente em se tratando de pedestres vulneráveis.

Nesse contexto, foi evidenciada a necessidade de se atentar para a segurança de crianças e idosos em travessias de faixas de pedestre, sobre os quais foram levantados diversos aspectos no referencial teórico apresentado no Capítulo 2. Apesar de inicialmente haver um desejo de abranger os dois grupos, o escopo do trabalho restringiu-se à segurança de crianças, em virtude do tempo e recurso disponíveis para realizar as ponderações necessárias.

3.2. ESCOLHA DOS LOCAIS PARA AVALIAÇÃO

Após a delimitação do objeto de estudo, foram selecionados os locais mais apropriados para avaliação das faixas de pedestre. Tendo em vista que a pesquisa concerne as condições de travessia por pedestres na infância, as medições devem ser executadas em áreas com a maior proporção de crianças possível. Para isso, devem ser escolhidas faixas próximas a áreas escolares ou outros lugares em que se identifique um alto fluxo de crianças (BLAZQUEZ E CELIS, 2013).

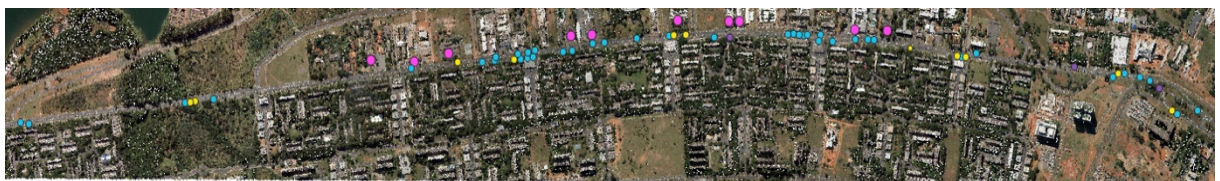
A seleção partiu do princípio de que se buscaria locais concentrados no centro de Brasília, para facilitar o acesso dos pesquisadores e também porque nessa região há algumas vias arteriais em que se localizam escolas, tanto públicas quanto privadas. Sendo assim, foi escolhida uma via arterial denominada L2 Norte, que está localizada em um espaço com uso do solo misto, visto que a leste da via existem vários tipos de estabelecimentos e a oeste, quadras residenciais e comerciais. Ou seja, nesse local há velocidades altas sendo praticadas pelos veículos e potencial concentração alta de indivíduos trafegando a pé, devido aos polos atrativos de viagens.

Como evidenciado no item 2.1, um número elevado de escolas tem potencial para aumentar o risco de atropelamentos por conta do aumento do nível de exposição dos pedestres nesses ambientes. Portanto, buscou-se identificar nas proximidades da via L2 Norte escolas ou outros institutos ligados à educação infantil que possivelmente fossem polos atrativos de viagens de crianças, sendo eles:

- Centro de Ensino Médio Paulo Freire;
- Centro de Educação Infantil nº 1 de Brasília;
- Instituto Federal de Brasília;
- Escola CNEC de Brasília;
- Creche e Pré-Escola Fundação Cabo Frio;
- Centro de Ensino Médio da Asa Norte;
- Casa Thomas Jefferson;
- Centro Educacional Sigma;
- Colégio Madre Carmen Sallés;
- Centro de Ensino Fundamental GAN.

Foram também mapeados os 55 atropelamentos que aconteceram na L2 Norte desde 2009, conforme dados fornecidos pelo Detran-DF, mediante solicitação via Lei de Acesso à Informação. Os acidentes que ocorrem na via L2 Norte servem como reforço para o fato de que se deve atentar para a segurança de pedestres vulneráveis nesse local. A localização aproximada de tais acidentes, bem como das instituições identificadas, está disposta no mapa apresentado na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Atropelamentos na L2 Norte nos últimos 10 anos



Legenda

- Instituições de ensino
- Atropelamentos de adultos (feridos)
- Atropelamentos de adultos (fatais)
- Atropelamentos de crianças (feridos)

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a identificação de todos os institutos educacionais próximos à via, constatou-se que apenas alguns ficam próximos a faixas semaforizadas, o que motivou a seleção de duas faixas para serem avaliadas, nos seguintes locais:

- 606 Norte, próximo à Casa Thomas Jefferson (CTJ) e ao Centro Educacional Sigma (CES)
- 604 Norte, próximo ao Colégio Madre Carmen Sallés (CMCS) e ao Centro de Ensino Fundamental GAN

As instituições de ensino próximas às faixas selecionadas, bem como as outras que se localizam na L2 Norte, estão representadas na Figura 3.2.

Figura 3.2 - Instituições selecionadas para avaliação



Legenda

- Instituições de ensino selecionadas
- Outras instituições de ensino
- Atropelamentos de adultos (feridos)
- Atropelamentos de adultos (fatais)
- Atropelamentos de crianças (feridos)

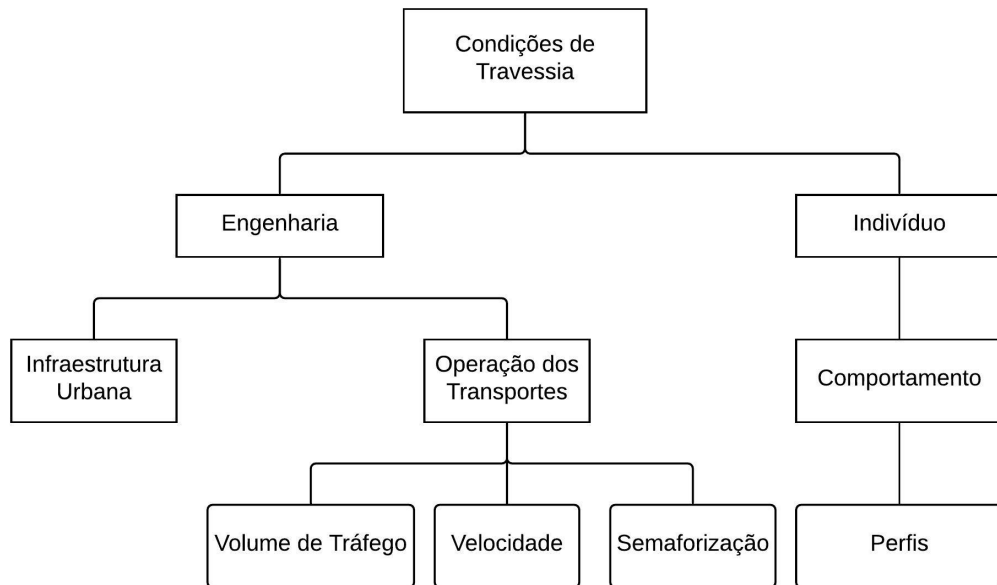
Fonte: Elaborado pelo autor

As instituições selecionadas funcionam em horário integral, ou seja, há aulas nos períodos da manhã e da tarde, bem como de noite na CTJ. Nesta última há alunos de todas as idades, o Sigma e o Madre Carmen Sallés atendem a crianças desde a primeira infância até o ensino médio e o GAN apenas alunos do ensino fundamental. Por conta disso, nas faixas de travessia em estudo há fluxo de crianças – algumas acompanhadas por seus responsáveis – em todos os horários de início e fim das aulas.

3.3. ELABORAÇÃO DOS FORMULÁRIOS

Os formulários de avaliação foram estruturados de forma a levantar as variáveis relevantes para a segurança em travessias, de acordo com o que foi verificado na literatura. Os aspectos considerados estão representados na Figura 3.3. A primeira versão do formulário foi testada *in loco* e ajustada conforme necessidade observada durante a aplicação.

Figura 3.3 – Aspectos relevantes para a segurança em travessias



Fonte: Elaborado pelo autor

A versão final do formulário, exposta no Apêndice 1, pode ser usada em faixas com ou sem semáforo e é composta por 3 partes:

- Informações Gerais: evidencia local, data e hora da observação, condições climáticas, período do dia (e se há iluminação durante a noite) e se há ou não semáforo;
- Informações sobre os Pedestres: apresenta a quantidade de crianças que realizam a travessia e a quantidade total de pedestres no período observado;
- Observações: exhibe as anotações sobre o tempo de travessia dos pedestres, a infraestrutura local, o comportamento de pedestres e motoristas e outras que sejam necessárias.

3.4. OBSERVAÇÕES EM CAMPO

Escolhidos os locais, utilizou-se o formulário para realizar quatro observações em cada faixa, sendo algumas pela manhã, outras de tarde e uma de noite, a fim de se examinar a dinâmica das travessias no cotidiano de cada uma das localidades. Levando-se em conta as considerações de Blazquez e Celis (2013) sobre o momento ideal para examinar a travessia de crianças, todas as observações foram realizadas entre terça e quinta-feira nos horários de entrada ou de saída da escola. Nos momentos de entrada, as observações começavam aproximadamente 30 minutos antes do início das aulas e cessavam quando se percebia que o fluxo de crianças em direção às escolas havia acabado. Já na saída, o trabalho iniciava-se 5 minutos antes do fim das aulas e terminava também quando se notava o fim do fluxo de crianças.

As observações foram feitas por um ou dois pesquisadores, posicionados nos pontos indicados por um “X” em vermelho nas Figuras 3.4 e 3.5. A partir desses pontos era possível ver o comportamento das pessoas na faixa, mas sem que elas pudessem notar que estavam sendo observadas, de forma a minimizar a influência sobre elas. Cabe ressaltar também que foram considerados apenas os pedestres que atravessavam no sentido correspondente ao fluxo dos estudantes, ou seja, em direção às escolas nos horários de entrada e na direção contrária nos horários de saída.

Figura 3.4 – Pontos de observação da faixa da 606 Norte



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3.5 – Pontos de observação da faixa da 604 Norte



Fonte: Elaborado pelo autor

As informações gerais eram preenchidas no momento anterior à coleta de dados, quando se verificava as condições climáticas, o período do dia e a presença de iluminação. Além disso registrava-se o local, a data e os horários de início e fim da observação.

A contabilização dos pedestres foi feita por meio de uma contagem manual, de maneira que a cada pedestre que atravessava a faixa no sentido de interesse era feito um traço na folha do formulário. Contou-se tanto o número de crianças quanto o número total de pessoas que realizavam a travessia, a fim de se obter uma noção sobre a proporção de crianças nesses ambientes. Para fins de pesquisa foram consideradas crianças as pessoas uniformizadas ou que aparentavam ter menos de 18 anos.

Além da contagem dos pedestres, foi efetuada também a cronometragem do tempo de travessia das pessoas. Nesse processo, foram considerados indivíduos separadamente e grupos que atravessavam ao mesmo tempo, quando um pedestre precisava esperar o outro se deslocar para poder começar a travessia, em uma conformação semelhante a uma fila. Dado que as faixas observadas eram divididas pelo canteiro central da via, decidiu-se registrar somente o tempo relativo à parte da faixa mais próxima à escola, a fim de posteriormente determinar a velocidade dos indivíduos ou grupos.

Na primeira visita em cada local, foram cronometrados também os tempos de cada fase do ciclo do semáforo de cada faixa, para que se pudesse avaliar se o tempo disponibilizado para a travessia é compatível com a velocidade em que as pessoas caminham. Essa verificação se deu em três passos, descritos a seguir:



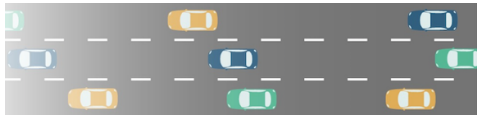
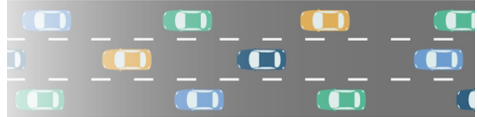
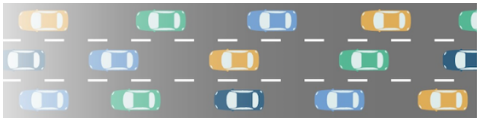
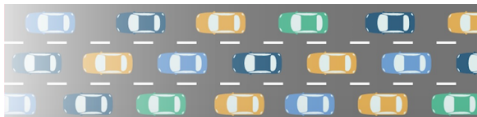
- Determinação da velocidade média: cada velocidade média dos indivíduos ou grupos foi determinada dividindo-se o comprimento da primeira seção da faixa pelo tempo utilizado para atravessá-la. Considerando todas as observações, foram medidos 50 tempos na 606 Norte e 74 tempos na 604 Norte;
- Determinação do tempo teórico de travessia relativo às velocidades calculadas: a velocidade média calculada foi multiplicada pelo comprimento total da faixa, resultando no tempo de travessia. Esse tempo foi acrescido de dois segundos, como recomendado pelo DENATRAN (2000) para consideração do tempo de reação das pessoas;
- Verificação da compatibilidade com o tempo semafórico: o tempo de travessia foi comparado com o tempo de verde do semáforo e com o tempo total aberto (verde + vermelho intermitente).

Quanto à avaliação da infraestrutura local, foram medidas as larguras de vias, calçadas e outras distâncias com o uso de uma trena eletrônica e feitas anotações sobre características geométricas da via, sinalização, operação dos semáforos e possíveis distrações para os motoristas. Já a distância entre a faixa de travessia e as sinalizações de limite de velocidade foram medidas por meio do *software* Google Earth Pro.

Em relação ao comportamento, foram listadas condutas notáveis dos pedestres, que foram contrastadas com os perfis identificados no referencial. Foi observado também o comportamento dos motoristas que passavam pela via ou pelos estacionamentos das escolas.

Finalmente, o fluxo de veículos foi avaliado por conta de sua influência sobre a quantidade de brechas disponíveis para a travessia de pedestres. Seria interessante medir o volume de tráfego por algum método digital de contagem, mas como não foi possível, o fluxo foi classificado qualitativamente em leve, moderado ou intenso, de acordo com uma avaliação visual em relação ao nível de serviço (medida da qualidade de tráfego em uma via), conforme a Tabela 3.1. Posteriormente, o comportamento dos pedestres na travessia foi relacionado ao fluxo de veículos.

Tabela 3.1 – Classificação do fluxo de veículos

Classificação	Nível de serviço	Características	Representação
Leve	A	Tráfego fluido; baixo volume de tráfego e velocidades altas, somente limitadas pelas condições físicas da via.	
	B	Estável; a velocidade começa a ser condicionada por outros veículos; condutores, em geral, escolhem a faixa de tráfego por onde circulam.	
Moderado	C	Estável; velocidade e capacidade de manobra consideravelmente condicionadas pelo resto do tráfego; adiantamentos e troca de faixa um pouco mais difíceis.	
	D	Começa a ser instável, há trocas bruscas e imprevistas na velocidade e a capacidade de manobra dos condutores está muito restringida pelo resto do tráfego; aumentos pequenos no fluxo obrigam a trocas importantes na velocidade.	
Intenso	E	Tráfego próximo à capacidade da via e velocidades baixas; as paradas são frequentes, sendo instáveis e forçadas às condições de circulação.	
	F	Circulação muito forçada, com velocidades baixas e filas frequentes que obrigam a detenções que podem ser prolongadas.	

Fonte: Goldner, 2011- e UDOT, 2019 (Modificado)

4. AVALIAÇÃO DAS OBSERVAÇÕES

Na faixa da 604 Norte, as porcentagens de crianças em relação ao número total de pedestres foram altas, como já era esperado devido aos horários escolhidos. Todavia, no período da noite tanto a quantidade quanto a porcentagem de crianças foram baixas, possivelmente porque o horário englobava a saída de apenas uma das duas escolas próximas à faixa. Já na faixa da 606 Norte, as porcentagens não foram tão altas, mas isso pode ser justificado pois uma parcela considerável das crianças atravessava acompanhada de responsáveis. Os resultados relativos a cada local são apresentados nas Tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 4.1 – Porcentagem de crianças na faixa da 604 Norte

Faixa da 604 Norte				
Data e dia da semana	Período	Número de crianças	Número total de pedestres	Porcentagem de crianças
07/11 (5ª feira)	Manhã	73	94	77,66%
12/11 (3ª feira)	Manhã	84	109	77,06%
14/11 (5ª feira)	Tarde	71	99	71,72%
14/11 (5ª feira)	Noite	14	49	28,57%
Total		242	351	68,95%

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4.2 – Porcentagem de crianças na faixa da 606 Norte

Faixa da 606 Norte				
Data e dia da semana	Período	Número de crianças	Número total de pedestres	Porcentagem de crianças
05/11 (3ª feira)	Manhã	44	95	46,32%
07/11 (5ª feira)	Manhã	11	28	39,29%
13/11 (4ª feira)	Tarde	25	49	51,02%
19/11 (3ª feira)	Noite	23	53	43,40%
Total		103	225	45,78%

Fonte: Elaborado pelo autor

As porcentagens encontradas, bem como as considerações feitas no parágrafo anterior, permitem confirmar que, como apontado Blazquez e Celis (2013), o fluxo de pedestres nesses locais é adequado para a observação de crianças, pedestres considerados vulneráveis.

Em termos de infraestrutura, foram levantados pontos positivos e negativos sobre as faixas de travessia e seus arredores. As deliberações sobre esses pontos, direcionadas pelos fatores identificados no referencial teórico, são apresentadas a seguir.

- **Faixa da 606 Norte**

Esta faixa fica localizada em frente à entrada de uma das instituições que serve como polo de atração de viagens nessa região, o Centro Educacional Sigma. Essa disposição é favorável, pois assim as pessoas dispõem de um local mais seguro para atravessar quando vão acessar a escola ou sair dela. O curso de idiomas ao lado, Casa Thomas Jefferson, também não fica distante da faixa, como pode ser visualizado na Figura 4.1. Todavia, para chegar até lá, as crianças precisam passar pela saída do estacionamento indicada na figura pelo ponto 1, ficando vulneráveis a possíveis conflitos.

Figura 4.1 – Imagem de satélite da faixa da 606 Norte



Legenda

- 1 Local onde passam crianças em direção ao curso de idiomas
- 2 Desalinhamento das seções da faixa e da rampa
- 3 Estreitamento do canteiro
- 4 Curva suave anterior à faixa
- 5 Estreitamento da calçada

Fonte: Elaborado pelo autor

A faixa adentra o estacionamento da escola, mas há um desalinhamento no traçado entre a parte que ocupa a via e a que fica no estacionamento, de forma que nem mesmo a rampa entre a calçada e o estacionamento fica na direção da faixa, como assinalado pelo ponto 2 na Figura 4.1. Isso significa que os pedestres precisam se deslocar lateralmente para continuar na faixa, enquanto passam pelo estacionamento que já é naturalmente caótico, pois o espaço é pequeno e há diversas pessoas entrando e saindo de seus carros. Além disso, alguns motoristas paravam em cima da parte da faixa que fica no estacionamento da escola, o que já foi mencionado no item 2.1 como prejudicial à visibilidade (ROSENBERG *et al.*, 2013). Por conta desse fenômeno, eventualmente os pedestres precisavam desviar dos carros, o que é perigoso para as crianças, visto que são menos visíveis e tem também uma visibilidade prejudicada, por conta de sua altura.

O estreitamento da calçada entre a via e o estacionamento, juntamente com estreitamento do canteiro exibido no ponto 3 da Figura 4.1, faz com que a seção da faixa mais perto da escola tenha uma largura de 13,15 m, superior a outros trechos da L2 Norte, cuja largura varia entre aproximadamente 10 e 14,5 m. Como citado no item 2.1, diversos autores associam vias e faixas mais largas com a ocorrência de atropelamentos (DONROE *et al.*, 2008; ROSSO *et al.*, 2011; UKKUSURI *et al.*, 2012; STRAUSS *et al.*, 2014; LEE *et al.*, 2016). As crianças que realizam essa travessia ficam expostos por um período maior de tempo ao tráfego, sobretudo em um local onde há mudança na geometria da via, pois no sentido norte há uma curva suave logo antes do trecho da via em que se localiza a faixa, sinalizada no ponto 4 da Figura 4.1.

Essa mudança de curvatura pode ser encarada como um problema, pois na faixa de tráfego mais próxima à calçada em que os pedestres esperam para realizar a travessia, passam ônibus em alta velocidade. Esses veículos, ao realizarem essa trajetória em curva, podem causar incômodo aos pedestres, por uma sensação de que os ônibus não vão fazer a curva, mas sim subir na calçada. Essa percepção é reforçada pela largura da calçada, que é particularmente estreita nesse local (ponto 2 da Figura 4.1), resultado da diminuição gradativa de 3,3 m para 1,2 m, como mostra o ponto 5 da figura. Quando há grupos maiores de crianças aguardando a abertura do semáforo, elas ficam restritas a esse espaço de forma desconfortável e insegura.

O canteiro central que se estende ao longo da via L2 Norte, por sua vez, funciona como ilha de refúgio elevada nesta travessia, dividindo a faixa em duas partes. Tal disposição é adequada para reduzir conflitos entre pedestres e veículos (DIÓGENES E LINDAU, 2010; FU E ZOU, 2016; ZHANG *et al.*, 2017). O canteiro é rebaixado na direção da faixa, assim como a

calçada entre a via e o estacionamento e o pequeno canteiro que divide o estacionamento em duas partes. As rampas estão bem conservadas, o que tem relevância comprovada na literatura (ROSENBERG *et al.*, 2013; DOMMES *et al.*, 2015), mas a largura das seções rebaixadas é pequena, então quando as crianças e responsáveis atravessam em grupos grandes, algumas acabam precisando subir e descer das calçadas, o que ocorre até quatro vezes no decorrer da travessia.

Nos dois sentidos de tráfego dos veículos, não há controle de velocidade por meio de radar ou barreiras eletrônica próxima à faixa nem sinalização vertical de advertência quanto à “área escolar” (A-33a) ou “passagem sinalizada de escolares” (A-33b), em divergência com as indicações do DENATRAN (2000). A placa de limite de velocidade mais próxima no sentido norte localiza-se em um ponto aproximadamente 125 metros antes da faixa e no sentido sul, a placa fica aproximadamente 15 metros a frente da faixa, ou seja, ela pode não ser vista pelos motoristas que trafegam nessa direção antes que eles passem. Esse cenário pode não ser favorável à segurança, já que os motoristas não têm costume de diminuir a velocidade na porta das escolas (DENATRAN, 2000), conforme também observado em campo. Nas proximidades não há *outdoors* nem se percebeu quaisquer distrações entre as assinaladas por Ferraz *et al.* (2012).

As larguras das calçadas nas laterais da via obedecem aos padrões definidos pela norma NBR 9050 (ABNT, 2015) para a faixa livre. A calçada do lado oposto à escola também atende ao critério da norma para a faixa de serviço, mas a calçada que sofre estreitamento não tem faixa de serviço. Em nenhum momento havia vendedores ambulantes nas proximidades das instituições ou comércio semelhante que causasse algum tipo de desordem, preocupação apontada por Donroe *et al.* (2008). As linhas de borda, de separação de faixas e de parada obrigatória estavam bem demarcadas, assim como a faixa de travessia. Durante o período da noite, a faixa é iluminada pelos postes de luz próximos, que estavam funcionando corretamente.

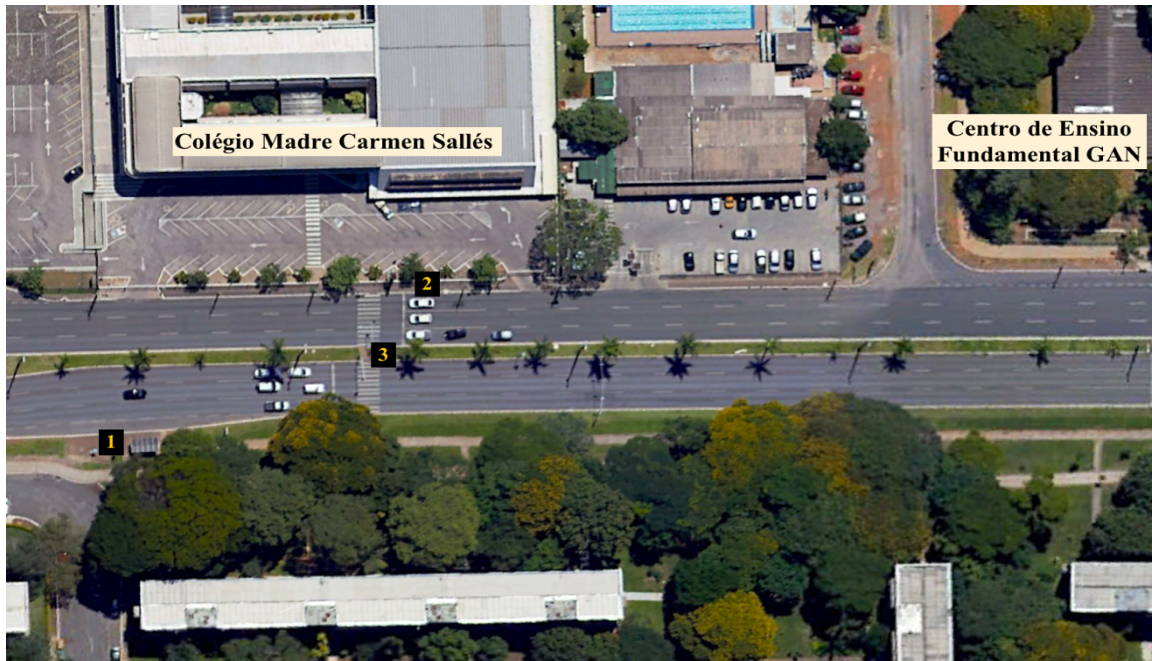
O sinal sonoro emitido pelo semáforo que serviria para auxiliar pedestres cegos foi um problema identificado: ouvido raras vezes, ele funcionava apenas em algumas das ocasiões que o semáforo abria para os pedestres, aparentemente de forma aleatória. Tal sinal, quando funciona corretamente, ajuda não apenas as pessoas cegas, mas serve de estímulo à atenção dos pedestres, pois os alerta de que o semáforo está aberto para eles quando começa a apitar e à medida que o tempo vai se esgotando, acelera indicando que o semáforo está prestes a fechar.

- **Faixa da 604 Norte**

Esta faixa fica localizada em um trecho reto da L2 Norte, a aproximadamente 5,8 metros do portão de entrada do Colégio Madre Carmen Sallés. Essa distância é inferior à recomendação do DENATRAN (2000) de pelo menos oito metros, como disposto no item 2.1. Essa configuração é inadequada pois esse afastamento é destinado a induzir os estudantes a perceberem a mudança de ambiente e prestarem atenção à travessia. Todavia, a existência de uma faixa próxima à escola é benéfica, pois as pessoas que atravessam a pista para ir à escola ou para sair dela podem fazê-lo sem se deslocar muito. Não há gradis na borda da calçada para direcionamento do fluxo, elemento que, na realidade não se vê em nenhum ponto da via.

Já o Centro de Ensino Fundamental GAN, colégio que também atrai alunos a essa faixa, fica um pouco mais distante, como mostra a Figura 4.2. Todavia, muitos estudantes dessa instituição realizam a travessia nesse ponto porque chegam de ônibus na parada indicada no ponto 1 na figura. Como apontado no item 2.1, as paradas de ônibus intensificam a insegurança por aumentar o número de pessoas em um espaço que integra diversos modos de transporte. Todavia, o mesmo item mostra que as pessoas inseridas em grupos tendem a obedecer a indicação semafórica.

Figura 4.2 – Imagem de satélite da faixa da 604 Norte



Legenda

- 1 Parada de ônibus
- 2 Calçada obstruída
- 3 Rampas desgastadas

Fonte: Elaborado pelo autor

A parada de ônibus está a aproximadamente 35 metros da faixa observada, distância inferior à recomendação mínima de 60 metros (DENATRAN, 2000). A literatura sugere que a localização muito próxima dessa parada é desfavorável à segurança (KIM *et al.*, 2010; TORRES, 2016). Em campo, notou-se que essa parada claramente exerce influência sobre o fluxo de pedestres, já que quando chegam ônibus formam-se grupos que aguardam na calçada para realizar a travessia. Esses necessitam de mais tempo para realizar a travessia, pois o espaço disponível induz as pessoas a atravessarem em uma conformação que se assemelha a uma fila.

Semelhantemente ao caso da travessia anterior, o canteiro central que se estende ao longo da via funciona como ilha de refúgio elevada, dividindo a faixa em duas partes. Verificou-se que não há sinalização vertical de limite de velocidade, nem controle por meio de radar ou barreiras eletrônica nem sinalização vertical de advertência quanto à “área escolar” (A-33a) ou “passagem sinalizada de escolares” (A-33b). Também não foi notada nenhuma distração significativa aos motoristas tais como *outdoors*.

A calçada que se localiza à frente da escola (ponto 2 da Figura 4.2) é bastante obstruída, pois é ocupada por postes de luz e pelo semáforo, fator identificado na literatura como inseguro para pedestres vulneráveis (ROSENBERG *et al.*, 2013; RAMACHANDRAN e D’SOUZA,

2016). Já a calçada do outro lado da pista não tem obstruções e tem larguras de faixa livre e de faixa de serviço que atendem aos padrões estabelecidos por norma. Também não havia vendedores ambulantes nas proximidades das escolas.

Quanto à acessibilidade, notou-se que o semáforo neste local não apresenta sinal sonoro e as rampas próximas ao ponto 3, sinalizado na figura, estão levemente desgastadas. As linhas de borda, de separação de faixas e de parada obrigatória estão bem demarcadas, mas a pintura da faixa de travessia está deteriorada pela ação do tempo, o que poderia atrapalhar sua visibilidade por parte dos motoristas, principalmente à noite ou durante chuvas. No período noturno, foi verificado o bom funcionamento dos postes de luz. As Tabelas no Apêndice 2 apresentam um resumo das características de infraestrutura mais notáveis nas faixas de travessia observadas.

Os pedestres observados nas duas faixas, ao se aproximarem da faixa, mesmo que a alguns metros de distância dela, começavam a observar o fluxo de veículos para ponderar se era possível atravessar. No geral eles atravessam na faixa, podendo ser considerados prudentes conforme a classificação de Liu *et al.* (2000). Entretanto, alguns pedestres agiam de maneira imprudente: percebiam que o sinal estava verde ou que havia brechas no fluxo de veículos enquanto caminhavam em direção à faixa, então começavam a travessia fora dela e se canalizavam no decorrer do trajeto, a fim de se direcionar às escolas. Outros atravessavam completamente fora da faixa quando encontravam brechas no fluxo.

A conduta imprudente foi observada principalmente entre crianças mais velhas e adultos. No caso das crianças mais novas, acompanhadas por responsáveis ou não, geralmente o comportamento era prudente, de forma que não foi possível confirmar a influência positiva da travessia acompanhada apontada por Barton e Schwebel (2007) e Donroe *et al.* (2008) Além disso, nas duas faixas foram vistos ciclistas que realizaram a travessia respeitando a recomendação de descer da bicicleta e também aqueles que não atenderam à recomendação.

Em relação ao momento de travessia, grande parte dos pedestres parava na calçada e utilizava a botoeira dos semáforos, mas não esperava a indicação de sinal verde – eles atravessavam em brechas no fluxo de veículos, principalmente nos momentos em que esse fluxo era leve. Quando o trânsito se tornava moderado, percebia-se uma tendência em esperar pelo sinal verde para realizar a travessia. Vale ressaltar que o perfil que se adequa à conformidade temporal identificado por Liu *et al.* (2000) chama-se obediente, mas nas observações realizadas talvez esse não seja o melhor nome para os pedestres que esperavam o sinal verde, já que muitos só aguardavam porque não conseguiam brechas no fluxo.

Nos dois semáforos observados, quando a botoeira é acionada, a espera máxima é de aproximadamente 1 minuto e 38 segundos, tempo que muitas vezes é suficiente para que haja brechas no fluxo e os pedestres se comportem de acordo com o perfil caracterizado por Liu *et al.* (2000) como oportunista.

Apesar da classificação adotada por Margon (2016) para a conformidade com o sistema de trânsito ter sido feita para travessias não semaforizadas, pode-se aproveitá-la para categorizar os pedestres observados nesta pesquisa. A maioria dos que atravessam na faixa podem ser considerados atentos, pois não se distraem com aparelhos celulares ou qualquer outro objeto. Os poucos pedestres distraídos, que utilizavam o celular durante a travessia, o faziam durante o tempo de sinal verde, pois as pessoas que atravessavam fora desse tempo se atentavam ao trânsito para julgar se as brechas disponíveis no fluxo de veículos eram suficientes.

Foi verificada a adequação do tempo disponibilizado para a realização das travessias conforme descrito no item 3.4. Os tempos de travessia teóricos relativos às velocidades medidas representam quanto tempo os pedestres demorariam para atravessar, individualmente ou em grupo, a faixa inteira mantendo-se a velocidade observada na primeira seção. Esses tempos foram comparados com o tempo de verde do semáforo (aproximadamente 25 segundos) e com o tempo total aberto (aproximadamente 30 segundos). Os resultados encontrados estão exibidos na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Informações sobre velocidade e tempo de travessia

Faixa de Travessia	Quantidade de medições	Velocidade média (m/s)	Desvio padrão da velocidade (m/s)	Porcentagem de tempos acima de 30"	Porcentagem de tempos acima de 25"
606 Norte	50	1,49	0,45	6,00%	34,00%
604 Norte	74	1,43	0,85	6,76%	17,57%

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados apresentados permitem perceber que o tempo de 30 segundos disponibilizado nos semáforos da via L2 Norte não são suficientes para a travessia de todos os pedestres, considerando os que atravessam sozinhos ou os que se aglomeram em grupos. Durante as observações, notou-se que algumas pessoas apressaram o passo ou até mesmo correram para conseguir completar a travessia, principalmente as crianças de estatura muito baixa e os grupos grandes, presentes especialmente na faixa da 604 Norte, devido à parada de ônibus de onde partiam muitos estudantes ao mesmo tempo.

Outro fato observado é que, nas duas faixas, parte considerável das pessoas não consegue realizar a travessia no tempo de verde do sinal. As porcentagens calculadas estão de acordo com as observações in loco, pois algumas pessoas, mesmo que começassem a travessia logo que o semáforo abria a terminavam correndo.

Quanto aos veículos que passaram pelos locais avaliados, notou-se que eles não ultrapassavam o sinal vermelho em nenhum dos horários observados, mas trafegavam em velocidades altas para um ambiente escolar. Outro problema identificado foi a falta de respeito ao espaço do pedestre no estacionamento do Centro Educacional Sigma, como descrito anteriormente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES

No processo de desenvolvimento deste trabalho, composto por várias etapas, constatou-se que a vulnerabilidade de certos usuários dos sistemas de transportes é um problema muito amplo. Com o tema proposto, buscou-se desde o início delimitar a pesquisa à vulnerabilidade de pedestres, portanto sem foco em ciclistas e motociclistas, por exemplo. Baseando-se na literatura sobre o assunto, foram identificados dois principais grupos de pedestres considerados vulneráveis: pedestres e idosos. Por conta de uma limitação de tempo e recursos, foi necessário compreender que o objeto de estudo deveria ter seu escopo restringido. Sendo assim, o método de pesquisa foi aplicado com o foco em crianças, mas pode ser aproveitado para outros grupos, feitas as adaptações necessárias.

As observações realizadas permitiram a avaliação das condições de segurança de crianças em travessias semaforizadas à luz de vários fatores indicados na literatura. Nos locais selecionados para estudo avaliou-se a conformidade da infraestrutura com as normas brasileiras e com os outros materiais levantados no referencial teórico. Assim, foram identificados pontos positivos tais como sinalização horizontal apropriada, presença de ilha de refúgio, iluminação adequada e ausência de distrações. Por outro lado, foram detectados diversos pontos negativos, tais como vias e faixas largas, problemas na geometria de vias e calçadas, obstrução de calçadas, falta de controle de velocidade, falta de sinalização vertical, desgaste de rampas, deterioração de pintura da faixa e distância inadequada de faixas de travessia e de paradas de ônibus ao portão das escolas.

Além das irregularidades referentes a condições de infraestrutura, constatou-se a existência de problemas na operação do sistema de transportes e no comportamento de seus usuários. Foram observadas altas velocidades praticadas por motoristas de carros e ônibus, insuficiência de tempo semafórico para a travessia, imprudência no comportamento de alguns pedestres e falta de respeito aos pedestres em estacionamentos.

Ao avaliar as condições de travessia nos cenários apresentados, este trabalho constitui parte do empenho em reduzir o risco à segurança de pedestres. Nesse sentido, espera-se que a comunidade acadêmica, o poder público e a sociedade contribuam conjuntamente para a mobilidade segura de todos os usuários dos sistemas de transportes, principalmente no que tange aos mais vulneráveis.

É possível citar alguns fatores que de alguma maneira limitaram o produto deste trabalho:

- Tipo de faixas observadas: as faixas semaforizadas caracterizam ambientes de travessias mais controlados, pois nesses locais há elementos que indicam aos pedestres onde e como atravessar a via. Isso pode influenciar seu comportamento de forma a criar padrões de conformidade com as normas de trânsito. Se a avaliação fosse realizada também em faixas não semaforizadas, provavelmente haveria outras implicações quanto aos aspectos que influem sobre a segurança de crianças;
- Quantidade de locais observados: a pesquisa foi aplicada em apenas duas faixas de pedestres. Apesar de terem sido obtidos resultados relevantes, o trabalho poderia ser ainda mais representativo se outros lugares houvessem sido avaliados, visto que cada novo ambiente, ainda que semelhante aos outros, apresentaria particularidades que poderiam trazer à tona outros elementos identificados na literatura como influenciadores da segurança;
- Recursos para coleta de dados: a contagem de pedestres foi feita no momento da travessia pelo próprio observador, não sendo registrada por vídeo; o fluxo de tráfego foi caracterizado visualmente, não medido por equipamentos digitais ou contado manualmente.

5.2. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Considerando a abrangência do tema, seria possível dar continuidade ao estudo realizado neste trabalho. Pode-se pensar, por exemplo, em consultar as crianças e responsáveis por meio de entrevistas e/ou questionários, os quais trariam informações complementares sobre a percepção dos pedestres. Seria possível expandir as avaliações para faixas próximas a escolas onde efetivamente já ocorreram acidentes envolvendo crianças e também em realizar análises estatísticas relacionando locais de acidentes com os fatores de influência levantados na literatura. Outros trabalhos poderiam também aplicar o método em outras faixas não semaforizadas e em locais com fluxo considerável de idosos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. 2015. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, p. 162.

AKIN, D; SISIPIKU, V. P. 2007. Pedestrian crossing compliance characteristics at-grade signalized crosswalks: case study in a downtown-university campus environment. **Annual Meeting of Transportation Research Board**, v. 5355, n. 101, p. 21–27.

ALHAJYASEEN, W. K. M.; IRYO-ASANO, M. 2017. Studying critical pedestrian behavioral changes for the safety assessment at signalized crosswalks. **Safety Science**, v. 91, p. 351–360.

AMOSUN, S. L.; BURGESS, T.; GROENEVELDT, L.; HODGSON, T. 2007. Are elderly pedestrians allowed enough time at pedestrian crossings in Cape Town, South Africa? **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 23, n. 6, p. 325–332.

AZIZ, H. M. A.; NAGLE, N. N.; MORTON, A. M.; HILLIARD, M. R.; WHITE, D. A.; STEWART, R. N. 2018. Exploring the impact of walk–bike infrastructure, safety perception, and built-environment on active transportation mode choice: a random parameter model using New York City commuter data. **Transportation**, v. 45, n. 5, p. 1207–1229.

BARRERO-SOLANO, L. H.; SÁNCHEZ-PILONIETA, A.; FORERO-GUZMAN, A.; QUIROGA -SEPÚLVEDA, J. A.; ROMERO-BARRETO, N. S.; CALDERÓN-BOCANEGRA, F. C.; FELKNOR, S.; QUINTANA-JIMÉNEZ, L. A. 2017. Video-based assessment of pedestrian behavior: Development and testing of methods. **Revista de Salud Pública**, v. 19, n. 2, p. 182–187.

BARTON, B. K.; SCHWEBEL, D. C. 2007. The influences of demographics and individual differences on children’s selection of risky pedestrian routes. **Journal of Pediatric Psychology**, v. 32, n. 3, p. 343–353.

BERNHOF, I. M.; CARSTENSEN, G. 2008. Preferences and behaviour of pedestrians and cyclists by age and gender. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 11, n. 2, p. 83–95.

BERTAZZO, A. B. S. 2016. **Procedimento para estudo da escolha modal em viagens realizadas por estudantes de instituições de ensino médio, mediado pela psicologia social**. 347 f. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

BIVINA, G. R.; PARIDA, M. 2019. Prioritizing pedestrian needs using a multi-criteria decision approach for a sustainable built environment in the Indian context. **Environment, Development and Sustainability**. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10668-019-00381-w>>. Acesso em 12/06/2019.

BLAZQUEZ, C. A.; CELIS, M. S. 2013. A spatial and temporal analysis of child pedestrian crashes in Santiago, Chile. **Accident Analysis and Prevention**, v. 50, p. 304–311.

BOLLARD, E; FLEMING, H. 2013. A study to investigate the walking speed of elderly adults with relation to pedestrian crossings. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 29, n. 2, p. 142–149.

BRASIL. 1997. Código de Trânsito Brasileiro. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24/09/1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503.htm>. Acesso em 14/04/2019.

CARMO, C. L.; RAIJA JR., A. A.; NOGUEIRA, A. D. 2013. Segurança viária de pedestres na mobilidade urbana. *In: IV Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana*. [s.l.].

CARVER, A; TIMPERIO, A; CRAWFORD, D. 2013. Parental chauffeurs: What drives their transport choice? **Journal of Transport Geography**, v. 26, p. 72–77.

CHOI, Y; YOON, H; JUNG, E. 2018. Do Silver Zones reduce auto-related elderly pedestrian collisions? Based on a case in Seoul, South Korea. **Accident Analysis and Prevention**, v. 119, p. 104–113.

CLOUTIER, M.; LACHAPPELLE, U.; D'AMOURS-OUELLET, A.; BERGERON, J.; LORD, S; TORRES, J. 2017. “Outta my way!” Individual and environmental correlates of interactions between pedestrians and vehicles during street crossings. **Accident Analysis and Prevention**, v. 104, p. 36–45.

CONSTANT, A.; LAGARDE, E. 2010. Protecting Vulnerable Road Users from Injury. **PLoS Medicine**, v. 7, n. 3, p. e1000228.

DATASUS. 2018. **Dados do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM): Mortalidade geral de 1996 a 2016**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def>>. Acesso em 12/11/18.

DENATRAN. 2000. **SINALIZAÇÃO DE ÁREAS ESCOLARES**. Rio de Janeiro.

DIOGENES, M. C.; LINDAU, L. A. 2011. Evaluation of Pedestrian Safety at Midblock Crossings, Porto Alegre, Brazil. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2193, n. 1, p. 37–43.

DNIT. 2005. **MANUAL DE PROJETO DE INTERSEÇÕES**. Rio de Janeiro.

DOMMES, A.; GRANIÉ, M.-A.; CLOUTIER, M.-S.; COQUELET, C.; HUGUENIN-RICHARD, F. 2015. Red light violations by adult pedestrians and other safety-related behaviors at signalized crosswalks. **Accident; analysis and prevention**, v. 80, p. 67–75.

DONALD, I. J.; COOPER, S. R.; CONCHIE, S. M. 2014. An extended theory of planned behaviour model of the psychological factors affecting commuters' transport mode use. **Journal of Environmental Psychology**, v. 40, p. 39–48.

DONROE, J.; TINCOPA, M.; GILMAN, R. H.; BRUGGE, D.; MOORE, D. A. J. 2008. Pedestrian road traffic injuries in urban Peruvian children and adolescents: Case control analyses of personal and environmental risk factors. **PLoS ONE**, v. 3, n. 9.

EWING, R.; DUMBAUGH, E. 2009. The built environment and traffic safety: A review of empirical evidence. **Journal of Planning Literature**, v. 23, n. 4, p. 347–367.

FEITOSA, Z. O. 2017. **Modelo Conceitual das Motivações Conscientes e Não Conscientes do Comportamento de Uso do Automóvel com base na Teoria do Comportamento Planejado - TCP**. 168 f. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

FERRAZ, A. C. P.; RAIA JR., A. A.; BEZERRA, B. S.; BASTOS, J. T.; SILVA, K. C. R. 2012. **Segurança Viária**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora.

GARBER, N. J.; HOEL, L. A. 2009. **Traffic and highway engineering**. 4. ed. Toronto: Cengage Learning.

GOLDNER, L. G. [201-]. **Engenharia de Tráfego - Análise de Capacidade de Vias com base no HCM 2010**. Disponível em: <http://pet.ecv.ufsc.br/arquivos/apoio-didatico/APOSTILA_HCM_2010.pdf>. Acesso em 04/09/2019.

HENARY, B. Y.; IVARSSON, B. J.; CRANDALL, J. R. 2006. The influence of age on the morbidity and mortality of pedestrian victims. **Traffic Injury Prevention**, v. 7, n. 2, p. 182–190.

IHME (2017). **Global Burden of Disease (GBD)**. Disponível em: <<http://www.healthdata.org/gbd>>. Acesso em 23/04/2019.

JENSEN, S. U. 2008. How to obtain a healthy journey to school. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 42, n. 3, p. 475–486.

KIM, J. K.; ULFARSSON, G. F.; SHANKAR, V. N.; KIM, S. 2008. Age and pedestrian injury severity in motor-vehicle crashes: A heteroskedastic logit analysis. **Accident Analysis and Prevention**, v. 40, n. 5, p. 1695–1702.

KIM, J. K.; ULFARSSON, G. F.; SHANKAR, V. N.; MANNERING, F. L. 2010. A note on modeling pedestrian-injury severity in motor-vehicle crashes with the mixed logit model. **Accident Analysis and Prevention**, v. 42, n. 6, p. 1751–1758.

KRÖYER, H. R. G. 2015. Is 30km/h a ‘safe’ speed? Injury severity of pedestrians struck by a vehicle and the relation to travel speed and age. **IATSS Research**, v. 39, n. 1, p. 42–50.

LANGLOIS, J. A.; KEYL, P. M.; GURALNIK, J. M.; FOLEY, D. J.; MAROTTOLI, R. A.; WALLACE, R. B. 1997. Characteristics of older pedestrians who have difficulty crossing the street. **American Journal of Public Health**, v. 87, n. 3, p. 393–397.

LEE, G.; PARK, Y.; KIM, J.; CHO, G.-H. 2016. Association between intersection characteristics and perceived crash risk among school-aged children. **Accident Analysis and Prevention**, v. 97, p. 111–121.

LIU, R.; SILVA, J. P. C.; SECO, A. J. da M. 2000. A Bi-Modal Microsimulation Tool for the Assessment of Pedestrian. **Ninth International Association of Travel Behaviour Research Conference**, n. July, p. 1–17.

MACPHERSON, A.; ROBERTS, I.; PLESS, I. B. 1998. Children's exposure to traffic and pedestrian injuries. **American Journal of Public Health**, v. 88, n. 12, p. 1840–1843.

MARGON, P. V. **O comportamento dos pedestres durante a travessia de vias em faixas não semaforizadas**. 2016. 201 f. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

MICHALAKI, P.; QUDDUS, M. A.; PITFIELD, D.; ANDREW, H. 2015. Exploring the factors affecting motorway accident severity in England using the generalised ordered logistic regression model. **Journal of Safety Research**, v. 55, p. 89–97.

MORRONGIELLO, B. A.; BARTON, Benjamin K. 2009. Child pedestrian safety: Parental supervision, modeling behaviors, and beliefs about child pedestrian competence. **Accident Analysis and Prevention**, v. 41, n. 5, p. 1040–1046.

NASER, M. M.; ZULKIPLE, A.; AL BARGI, W. A.; KHALIFA, N. A.; DANIEL, B. D. 2017. Modeling pedestrian gap crossing index under mixed traffic condition. **Journal of Safety Research**, v. 63, p. 91–98.

NIEBUHR, T.; JUNGE, M.; ROSÉN, E. 2016. Pedestrian injury risk and the effect of age. **Accident Analysis and Prevention**, v. 86, p. 121–128.

NODARI, C. T. **Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples**. 2003. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

ORTÚZAR, J. DE D.; WILLUMSEN, J. G. 1990. **Modelling transport**. 4. ed. Chichester: John Wiley & Sons.

OESTREICH, L.; LEMES, J. A.; MENNA, R. O.; TORRES, T. B.; RUIZ-PADILLO, A. 2017. Avaliação da Percepção da Segurança Viária no Entorno de Escolas Mediante uma Análise Estatística Fuzzy. **XXXI Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET**, p. 1–13.

ORENSTEIN, M. R.; GUTIERREZ, N.; RICE, T. M.; COOPER, J. F.; RAGLAND, D. R. 2007. **Safe Routes to School: Safety and Mobility Analysis**. University of Berkeley, California. Disponível em: <<https://escholarship.org/uc/item/5455454c>>. Acesso em 05/06/2019.

PAPADIMITRIOU, E. 2016. Towards an integrated approach of pedestrian behaviour and exposure. **Accident Analysis and Prevention**, v. 92, p. 139–152.

PERUMAL, V. 2014. Study on pedestrian crossing behavior at signalized intersections. **Journal of traffic and transportation engineering (English edition)**, v. 1, n. 2, p. 103–110.

PITCAIRN, T. K.; EDLMANN, T. 2000. Individual differences in road crossing ability in young children and adults. **British Journal of Psychology**, v. 91, n. 3, p. 391–410.

POMAR, L. A.; GIRALDO, G. M.; MARTINS, N. G. 2014. Pedestrian systems design. **Revista Tecnura**, v. 18, p. 124–135.

PORTUGAL, L. 2017. **Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano**. Elsevier.

POSNER, J. C.; LIAO, E.; WINSTON, F. K.; CNAAN, A.; SHAW, K. N.; DURBIN, D. R. 2002. Exposure to traffic among urban children injured as pedestrians. **Injury Prevention**, v. 8, n. 3, p. 231–235.

QUISTBERG, D. A.; KOEPESELL, T. D.; BOYLE, L. N.; MIRANDA, J. J.; JOHNSTON, B. D.; EBEL, B. E. 2014. Pedestrian signalization and the risk of pedestrian-motor vehicle collisions in Lima, Peru. **Accident Analysis and Prevention**, v. 70, p. 273–281.

RAMACHANDRAN, M; D'SOUZA, S. A. 2016. A Cross-Sectional Survey on Older Adults' Community Mobility in an Indian Metropolis. **Journal of Cross-Cultural Gerontology**, v. 31, n. 1, p. 19–33.

RAO, R; HAWKINS, M; GUYER, B. 1997. Children's exposure to traffic and risk of pedestrian injury in an urban setting. **Bulletin of the New York Academy of Medicine**, v. 74, n. 1, p. 65–80.

RETTING, R. A.; FERGUSON, S. A.; MCCARTT, A. T. 2003. A Review of Evidence-Based Traffic Engineering Measures Designed to Reduce Pedestrian–Motor Vehicle Crashes. **American Journal of Public Health**, v. 92, n. 9, p. 1456–1463.

RICHMOND, S. A.; WILLAN, A. R.; ROTHMAN, L.; CAMDEN, A.; BULIUNG, R.; MACARTHUR, C.; HOWARD, A. 2014. The impact of pedestrian countdown signals on pedestrian-motor vehicle collisions: A reanalysis of data from a quasi-experimental study. **Injury Prevention**, v. 20, n. 3, p. 155–158.

ROCHA, V. T.; BRANDLI, L. L.; KALIL, R. M. L.; SALVIA, A. L.; PRIETTO, P. D. M. 2019. Quality of Sidewalks in a Brazilian City: A Broad Vision. v. 14, n. 2, p. 41–58.

ROSÉN, E.; SANDER, U. 2009. Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. **Accident Analysis and Prevention**, v. 41, n. 3, p. 536–542.

ROSENBERG, D. E.; HUANG, D. L.; SIMONOVICH, S. D.; BELZA, B. 2013. Outdoor built environment barriers and facilitators to activity among midlife and older adults with mobility disabilities. **Gerontologist**, v. 53, n. 2, p. 268–279.

ROSHANDEH, A. M.; LI, Z.; ZHANG, S.; LEVINSON, H. S.; LU, X. 2016. Vehicle and pedestrian safety impacts of signal timing optimization in a dense urban street network. **Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)**, v. 3, n. 1, p. 16–27.

ROSSO, A. L.; AUCHINCLOSS, A. H.; MICHAEL, Y. L. 2011. The Urban Built Environment and Mobility in Older Adults: A Comprehensive Review. **Journal of Aging Research**, v. 2011, p. 1–10.

ROTHMAN, L.; MACARTHUR, C.; TO, T.; BULIUNG, R.; HOWARD, A. 2014. Motor Vehicle-Pedestrian Collisions and Walking to School: The Role of the Built Environment. **PEDIATRICS**, v. 133, n. 5, p. 776–784.

SISIOPIKU, V. P.; AKIN, D. 2003. Pedestrian behaviors at and perceptions towards various pedestrian facilities: An examination based on observation and survey data. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 6, n. 4, p. 249–274.

STOKER, P.; GARFINKEL-CASTRO, A; KHAYESI, M.; WILSON, O; MWANGI, M. N.; PEDEN, M; EWING, R. 2015. Pedestrian Safety and the Built Environment: A Review of the Risk Factors. **Journal of Planning Literature**, v. 30, n. 4, p. 377–392.

SCHULZ, M.; ROMPPPEL, M.; GRANDE, G. 2018. Built environment and health: A systematic review of studies in Germany. **Journal of Public Health (United Kingdom)**, v. 40, n. 1, p. 8–15.

SIRAM, S. M.; SONAIKE, V.; BOLORUNDURO, O. B.; GREENE, W. R; GERALD, S. Z; CHANG, D. C.; CORNWELL, E. E.; OYETUNJI, T. A. 2011. Does the pattern of injury in elderly pedestrian trauma mirror that of the younger pedestrian? **Journal of Surgical Research**, v. 167, n. 1, p. 14–18.

STRAUSS, J.; MIRANDA-MORENO, L. F.; MORENCY, P. 2014. Multimodal injury risk analysis of road users at signalized and non-signalized intersections. **Accident Analysis and Prevention**, v. 71, p. 201–209.

TEFFT, B. C. 2013. Impact speed and a pedestrian's risk of severe injury or death. **Accident Analysis and Prevention**, v. 50, p. 871–878.

TORRES, T. B. 2016. **Prevalência de fatores associados a acidentes viários no entorno de escolas**. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

UDOT. 2019. **Parley's Interchange Environmental Impact Statement**. Disponível em: <<https://www.parleyseis.com>>. Acesso em 04/09/2019.

UKKUSURI, S.; MIRANDA-MORENO, L. F.; RAMADURAI, G.; JHAEL, I. 2012. The role of built environment on pedestrian crash frequency. **Safety Science**, v. 50, n. 4, p. 1141–1151.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. 2001. **Guidelines and recommendations to accommodate older drivers and pedestrians**. [s.l.].

VICENTINO, C.; DORIGO, G. 2002. **História para o ensino médio: História geral e do Brasil**. São Paulo: Scipione.

VTPI (2009). **Safe Travels: Evaluating Mobility Management Traffic Safety Impacts**. [s.l.].

WHO (2015a). **Global status report on road safety 2015**. Genebra: WHO Press.

WHO (2015b). Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. **WHO publication**.

WHO (2018). **Global status report on road safety 2018**. Geneva: WHO Press. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>>. Acesso em 10/04/2019.

WHO (2013a). **Pedestrian safety: a road safety manual for decision-makers and practitioners**. Geneva: WHO Press.

WHO (2019). Saving Millions of lives: Decade of action for road safety 2011-2020. **WHO publication**, v. 11, p. 5–7, 2011. Disponível em: <http://who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/saving_millions_lives_en.pdf>. Acesso em 02/05/2019.

WHO (2018). **World Health Statistics 2018: monitoring health for the SDGs: sustainable development goals**. Geneva: WHO Press.

WHO (2013b). **Pedestrian safety: a road safety manual for decision-makers and practitioners**. Geneva: WHO Press.

WRI (2015). **Cities Safer by Design**. [s.l.].

ZHANG, C; ZHOU, B; CHEN, G.; FENG, C. 2017. Quantitative analysis of pedestrian safety at uncontrolled multi-lane mid-block crosswalks in China. **Accident Analysis and Prevention**, v. 108, p. 19–26.

ZHANG, X.; CHANG, G. L. 2014. A mixed-flow simulation model for congested intersections with high pedestrian–vehicle traffic flows. **SIMULATION**, v. 90, n. 5, p. 570–590.

APÊNDICE 1

Figura A1.1 – Formulário de Avaliação

Formulário de Avaliação das Condições de Travessia em Faixas de Pedestre

Informações Gerais			
Local:			
Data:			
Hora:			
Item observado	Opção 1	Opção 2	Opção 3
Presença de semáforo	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	-
Período do dia	<input type="checkbox"/> Dia	<input type="checkbox"/> Noite (com iluminação)	<input type="checkbox"/> Noite (sem iluminação)
Condições climáticas	<input type="checkbox"/> Irrelevante	<input type="checkbox"/> Chuva	<input type="checkbox"/> Outro _____

Informações sobre os Pedestres	
Número de crianças	
Número de pedestres (total)	

Aspecto Observado	Observações
Tempos de travessia	
Infraestrutura Local	
Comportamento (pedestres)	
Comportamento (motoristas)	
Fluxo de veículos	
Outros	

Fonte: Elaborado pelo autor

APÊNDICE 2

Tabela A2.1 – Infraestrutura da faixa da 606 Norte

Faixa da 606 Norte	
Pontos positivos	Pontos negativos
<ul style="list-style-type: none"> • Proximidade da faixa às instituições • Há uma ilha de refúgio que divide a faixa em duas partes (canteiro central ao longo de toda a via L2 Norte) • Há sinalização vertical de limite de velocidade antes da faixa • Postes de luz funcionam • Não há <i>outdoors</i> ou outras distrações significativas • Sinalização horizontal – linhas de borda, de separação de faixas e de parada obrigatória – bem demarcada 	<ul style="list-style-type: none"> • A via é alargada nesse ponto por conta dos estreitamentos de canteiro e calçada • A faixa passa pela via e continua no estacionamento da escola, mas há uma descontinuidade no alinhamento • A faixa não é elevada, então na travessia as pessoas precisam subir e descer de calçadas algumas vezes • Algumas seções da calçada são muito estreitas • Há uma curva suave logo antes do trecho da via em que se localiza a faixa • Não há controle de velocidade anterior à faixa em nenhum dos sentidos (radar) • Não há sinalização vertical de advertência quanto à “área escolar” (A-33a) ou “passagem sinalizada de escolares” (A-33b). • Sinal sonoro do semáforo raramente funciona

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela A2.2 – Infraestrutura da faixa da 604 Norte

Faixa da 604 Norte	
Pontos positivos	Pontos negativos
<ul style="list-style-type: none"> • A faixa está localizada próxima a uma das escolas • A faixa está localizada em um trecho reto da via • Há uma ilha de refúgio que divide a faixa em duas partes (canteiro central ao longo de toda a via L2 Norte) • Largura de calçada adequada • Postes de luz funcionam • Não há <i>outdoors</i> ou outras distrações significativas • Sinalização horizontal – linhas de borda, de separação de faixas e de parada obrigatória – bem demarcadas 	<ul style="list-style-type: none"> • As rampas estão levemente desgastadas • A pintura da faixa está deteriorada • Calçada bastante obstruída • Parada de ônibus muito próxima, de onde vem muitas das crianças que atravessam • A distância da faixa ao portão da escola é inferior ao recomendado • Não há sinalização vertical de limite de velocidade antes da faixa • Não há controle de velocidade anterior à faixa em nenhum dos sentidos (radar) • Não há sinalização vertical de advertência quanto à “área escolar” (A-33a) ou “passagem sinalizada de escolares” (A-33b). • Não há sinal sonoro no semáforo

Fonte: Elaborado pelo autor