



Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia

Curso de Engenharia Civil

**CAROLINA RODRIGUES DE MELO
JULIANA MENESES BITTENCOURT
LEONARDO CABREIRA MARTINELLI
SUSI TORRES DA SILVA**

**MELHORIAS NA SINALIZAÇÃO VIÁRIA PARA REDUÇÃO
DE ACIDENTES DE TRÂNSITO: ESTUDO DE CASO DE UM
CRUZAMENTO NA AV. JACU-PÊSSEGO/NOVA
TRABALHADORES**

**SÃO PAULO
2023**



**CAROLINA RODRIGUES DE MELO
JULIANA MENESES BITTENCOURT
LEONARDO CABREIRA MARTINELLI
SUSI TORRES DA SILVA**

**MELHORIAS NA SINALIZAÇÃO VIÁRIA PARA REDUÇÃO
DE ACIDENTES DE TRÂNSITO: ESTUDO DE CASO DE UM
CRUZAMENTO NA AV. JACU-PÊSSEGO/NOVA
TRABALHADORES**

Monografia apresentada à Pontifícia
Universidade Católica de São Paulo, como
parte dos requisitos para a obtenção do grau de
Bacharelado em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Xavier
Sevegnani

SÃO PAULO
2023



CAROLINA RODRIGUES DE MELO	RA00303114
JULIANA MENESES BITTENCOURT	RA00292098
LEONARDO CABREIRA MARTINELLI	RA00303106
SUSI TORRES DA SILVA	RA00168478

**Melhorias na sinalização viária para redução de acidentes de
trânsito: estudo de caso de um cruzamento na Av. Jacu-
Pêssego/Nova Trabalhadores**

Trabalho apresentado à Banca
Examinadora da Pontifícia Universidade
Católica de São Paulo, como exigência para
aprovação na disciplina de TCC II.

Aprovado em:

//

Banca examinadora:

Orientador Prof. Dr. Francisco Xavier Sevegnani (PUC-SP)

Profa. Dra. Karen Niccoli Ramirez (PUC-SP)

Prof. Dr. Matheus Lorena Marchesi (PUC-SP)

AGRADECIMENTOS



Aos meus pais, Célia Maria Rodrigues de Melo e Luiz Carlos de Melo, por me proporcionarem o suporte necessário para que eu pudesse sonhar com o meu futuro.

Às minhas colegas, Juliana e Susi, que, ao longo desse trabalho, sempre se mostraram animadas, com prontidão e entusiasmo para realizarmos juntas esse trabalho.

Ao orientador Prof. Francisco Xavier Sevegnani (D.Sc.) pelo voto de confiança depositado e apoio durante a execução desse trabalho e pelos ensinamentos durante toda a faculdade.

Ao meu marido, Rafael Makiyama, que, ao longo de todo o período universitário, sempre me apoiou e me deu suporte para que eu pudesse realizar esse sonho e continuar sonhando.

Carolina Rodrigues de Melo

Agradeço aos meus colegas Carolina, Susi e Leonardo, por todo apoio não só no TCC, mas ao longo do curso. Ao meu companheiro Lucas, por me apoiar todas as vezes que eu queria desistir, ao meu cachorro Gohan por me atrapalhar e me fazer levá-lo para passear sempre, contribuindo para meus momentos de lazer.

Aos meus professores da FATEC SP por me fazerem amar a área da Infraestrutura de Transportes e aos docentes da PUC SP por todos os ensinamentos que adquiri ao longo do curso.

Juliana Meneses Bittencourt

Expresso meu profundo agradecimento aos meus pais, os quais me transmitiram a importância da disciplina, do esforço e da dedicação, além de terem apoiado todas as decisões que tomei ao longo da minha trajetória acadêmica.

Quero manifestar minha sincera gratidão aos meus orientadores, que, com paciência e comprometimento, guiaram todo o processo de elaboração deste trabalho, oferecendo direcionamentos valiosos que contribuíram significativamente para seu desenvolvimento. Sem a colaboração deles, a conclusão deste TCC não teria sido alcançada.

Desejo expressar meu reconhecimento aos colegas de estudo, Carolina, Juliana e Susi, que compartilharam comigo essa jornada acadêmica, sendo verdadeiros parceiros que me auxiliaram a manter o ânimo e a perseverança nos momentos mais desafiadores.

Leonardo Cabreira Martinelli

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas e instituições que contribuíram para a realização deste trabalho. Primeiramente, agradecer à minha família, pelo



apoio incondicional, encorajamento e por me incentivarem nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência durante toda a jornada acadêmica.

Agradeço aos colegas Carolina, Juliana e Leonardo, por compartilharam suas ideias e experiências, enriquecendo e desenvolvendo este trabalho.

Aos docentes da PUC SP e da FATEC SP, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

Por fim, agradeço a todos que, de uma forma ou de outra, fizeram parte da minha jornada, eu não teria alcançado o nível profissional atual sem o suporte de vocês.

Susi Torres da Silva



EPÍGRAFE

“Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo.”
Paulo Freire



RESUMO

A sinalização viária representa um componente indispensável de um sistema de infraestrutura pública. Refere-se a um elemento que contribui e oferece suporte para a operação do sistema viário, uma vez que orienta, regulamenta, adverte e indica o uso da via, promovendo fluidez e segurança aos usuários. No entanto, acidentes de trânsito ocorrem com frequência e resultam em custos consideráveis ao erário. Para compreender as causas de um acidente, é essencial investigar suas origens, analisando os fatores que levam aos conflitos de trânsito. Por meio de estudo de caso, este trabalho envolverá a observação, a contagem e a análise dos trechos onde mais ocorrem acidentes na Av. Jacu-Pêssego/Nova trabalhadores, foi identificado as principais causas subjacentes aos acidentes registrados e realizado uma análise dos conflitos de trânsito que ocorrem no local estudado. Para tanto, foi planejado o reconhecimento e seleção do local para realizar a execução da análise da via, assim como a realização do levantamento de dados em campo, optando-se por observar, prioritariamente, os três tipos de conflitos de tráfego: os de mesma direção para conversão à direita, movimento em frente e mudança de faixa. Vale destacar que a via escolhida como base desse trabalho foi selecionada por se tratar de um importante via da zona leste, que estabelece conexões entre rodovias e interliga regiões densamente habitadas na cidade de São Paulo. Através de informações que guiam o sentido e análise deste estudo, como o volume de tráfego e suas variações horárias, as ações e reações dos usuários em relação à via e as médias de conflitos e sua relevância no contexto do estudo, as condições da via, entre outros aspectos, foi possível identificar as oportunidades de melhoria que podem ser implementadas na via, através da adequação da sinalização e manutenção dos elementos existentes, promovendo a redução dos conflitos e acidentes com a menor intervenção possível no local.

Palavras-chave: Operação do sistema viário. Sinalização. Conflitos e acidentes.



ABSTRACT

Traffic signage represents an indispensable component of a public infrastructure system. It is an element that contributes to and supports the operation of the roadway system by guiding, regulating, warning, and indicating the use of the road, promoting smooth traffic flow and ensuring the safety of users. However, traffic accidents frequently occur, resulting in considerable costs to public funds. To understand the causes of an accident, it is essential to investigate its origins by analyzing the factors that lead to traffic conflicts. Through a case study, this work involves the observation, counting, and analysis of the sections where accidents occur most frequently on Av. Jacu-Pêssego/Nova Trabalhadores. The main underlying causes of the registered accidents were identified, and an analysis of traffic conflicts at the studied location was conducted. For this purpose, the recognition and selection of the site for the road analysis were planned, along with the collection of field data, with a focus on observing three types of traffic conflicts: those involving the same direction for right turns, straight movements, and lane changes. It is worth highlighting that the chosen road for this study was selected because it is a crucial route in the eastern zone, connecting highways and interconnecting densely populated areas in the city of São Paulo. Through information guiding the direction and analysis of this study, such as traffic volume and its hourly variations, user actions and reactions to the road, conflict averages, and their significance in the study context, road conditions, among other aspects, opportunities for improvement were identified. These improvements can be implemented on the road by adjusting signage and maintaining existing elements, thereby reducing conflicts and accidents with minimal intervention at the location.

Keywords: Operation of the road system. Signaling. Conflicts and accidents.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Provável origem do uso da seta.....	22
Figura 2 – Sinal de trânsito mais antigo do mundo	23
Figura 3 - Enfoque sistema seguro	27
Figura 4 - Conjunto de Sinais de Regulamentação	33
Figura 5 - Conjunto de Sinais de Advertência.....	34
Figura 6 - Padrão das Placas de Indicação	35
Figura 7 - Exemplos de sinalização horizontal.....	38
Figura 8 - Tipos de Sinalização Semafórica de Regulamentação	41
Figura 9 - Tipos de Sinalização Semafórica de Advertência com Dois Focos.....	42
Figura 10 - Fluxograma para Implantação da Sinalização Luminosa	43
Figura 11 - Balizador.....	47
Figura 12 - Balizador de ponte, viaduto, túnel, barreira e defesa.....	48
Figura 13 - Exemplo de elemento refletivo branco	49
Figura 14 - Exemplo de elemento refletivo vermelho	49
Figura 15- Tacha.....	50
Figura 16 - Tipos de tachas.....	50
Figura 17 - Exemplo de aplicação das tachas em pista de sentido duplo	52
Figura 18 - Exemplo de aplicação das tachas linha dupla contínua	52
Figura 19 - Exemplo de aplicação das tachas junto à marca longitudinal seccionada branca ou amarela e linha contínua de divisão de fluxos	53
Figura 20 - Exemplo de aplicação das tachas monodirecional e bidirecional (linha de bordo).....	53
Figura 21 - Exemplo de aplicação das tachas junto a linha tracejada	53
Figura 22 - Exemplo de aplicação das tachas junto à marca de canalização.....	54
Figura 23 - Tachão.....	54
Figura 24 - Cilindro delimitador.....	55
Figura 25 - Exemplo de utilização de cilindros sobre marcas que sinalizam obstáculos na pista	56
Figura 26 - Exemplo de utilização de cilindros linha de divisão de fluxos.....	56
Figura 27 - Marcador de obstáculo.....	57
Figura 28 - Marcador de perigo.....	57
Figura 29 - Marcador de alinhamento	58
Figura 30 - Exemplo de alterações na característica do pavimento ondulação transversal.....	59
Figura 31 - Exemplo de alterações na característica do pavimento faixa elevada para travessia de pedestres.....	59
Figura 32 - Mapa da cidade de São Paulo	60
Figura 33 - Malha de classificação viária da cidade de São Paulo.....	61
Figura 34 - Conflitos veiculares de mesma direção	64
Figura 35 - Conflitos veiculares de sentidos opostos	65
Figura 36 - Tipos de conflitos com pedestre	66
Quadro 2 – Matriz de Haddon	69
Figura 37 - Local de estudo: Av. Jacu-Pêssego/Nova trabalhadores x Rua Américo Sugai....	71
Figura 38 - Trecho da região de estudo	72



Figura 39 - Acidentes no trecho da região de estudo até abril/2023	73
Figura 40 - Evolução de acidentes fatais na Av. Jacu-Pêssego no período de 2012 a 2021	74
Figura 41- Croqui: Av. Jacu-Pêssego/Novas Trabalhadores x Américo Sugai x Av. Laranja da China	76
Figura 42 - Visão do condutor na Av. Laranja da China.....	77
Figura 43 – Situação atual da Av. Laranja da China	78
Figura 44 - Av. Laranja da China.....	79
Figura 45 – Veículos no semáforo da Rua Américo Sugai	80
Figura 46 – Conflito na Rua Américo Sugai	81
Figura 47 - Mapa das principais regiões de conflitos.....	81
Figura 48 - Croqui com melhorias na sinalização	89
Figura 49 - Formulário A	96
Figura 50 - Formulário B.....	97



LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Vias com maior número de acidentes fatais.....	74
Tabela 2 - Evolução anual (2012-2021) das vias com mais acidentes fatais em 2021	75
Tabela 3 - Contagem Volumétrica.....	84
Tabela 4 - Contagem de Conflitos de Tráfego	84
Tabela 5 – Contagem de conflitos no cruzamento da Av. Jacu pêssego com a Rua Américo Sugai	86



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego

CNT – Confederação Nacional do Transporte

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

EPL – Empresa de Planejamento e Logística

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INFOSIGA - Sistema de Informações Gerenciais de Acidentes de Trânsito do Estado de São Paulo

INSPER – Instituto de Ensino e Pesquisa

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ONTL – Observatório Nacional de Transporte e Logística

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONSV – Observatório Nacional de Segurança Viária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Objetivo	17
1.1.1	Objetivo Geral	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
1.2	Justificativa	18
1.3	Metodologia	19
2	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1	Contexto espacial	21
2.2	História da Sinalização Viária	22
2.3	Sinalização Viária	24
2.4	Importância da Sinalização Viária	25
2.5	Princípios da Sinalização Viária	25
2.6	Sistema Seguro	26
2.6.1.1	Comportamento do usuário	28
2.6.1.2	Vias seguras	29
2.6.1.3	Veículos seguros	29
2.7	Tipos de Sinalização Viária	30
2.7.1	Sinalização Vertical.....	31
2.7.1.1	Sinalização de regulamentação	32
2.7.1.2	Sinalização de advertência	33
2.7.1.3	Sinalização vertical de indicação	34
2.7.2	Sinalização Horizontal	35
2.7.2.1	Classificação	37
2.7.3	Sinalização Luminosa	38
2.7.3.1	Tipos de Semáforos.....	39
2.7.3.2	Critérios gerais para implantação da sinalização	42
2.7.4	Dispositivos auxiliares	44
2.7.4.1	Classificação	45
2.8	A Cidade de São Paulo	60
2.9	Estudo de conflitos de tráfego	62
2.9.1	Identificação do conflito.....	63
2.9.2	Tipos de Conflitos	63
2.9.3	Acidentes de Trânsito.....	67
3	ESTUDO DE CASO	70
3.1	Procedimento da Pesquisa.....	70
3.1.1	Determinação do Local	70
3.1.2	Acidentes na região de estudo	72
3.1.3	Planejamento e Observação do Local	75
3.1.4	Tabulação de Dados	77
3.1.5	Análise de Dados Levantados	85
4	RESULTADOS OBTIDOS	87
5	CONCLUSÃO	90
	REFERÊNCIAS	92
	ANEXO A – FORMULÁRIOS	96

ANEXO B – NT 21098

1 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades, especialmente nas regiões metropolitanas, juntamente com a polarização dos locais de trabalho, moradia e lazer, resultou em um aumento significativo na demanda por deslocamentos dos habitantes, seja por meio de transporte coletivo ou público. Além disso, a carência de infraestrutura para meios de transporte sustentável, como bicicletas, e a baixa qualidade e oferta de transporte públicos, contribui igualmente para a utilização massiva de veículos automotores, agravando o congestionamento do tráfego. Seja no trajeto para o trabalho, estudos ou lazer, as distâncias percorridas, o número de viagens e a quantidade de veículos circulando nas ruas, avenidas e estradas têm aumentado consideravelmente ao longo dos anos. Infelizmente, esse aumento tem sido acompanhado por um incremento no número de acidentes relacionados ao trânsito, o que levanta preocupações em relação aos impactos no tráfego e na segurança viária, afetando tanto os motoristas e ocupantes de veículos quanto os pedestres.

Segundo o Estadão, de acordo com dados fornecidos pelo Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN-SP), no período compreendido entre 2019 e 2023, houve um notável aumento na quantidade de veículos, na cidade de São Paulo, passando de 6.142.688 em fevereiro de 2020 para quase 6,5 milhões no mesmo mês de 2023. Uma tendência semelhante foi observada no emplacamento de caminhões, que saltou de 140.383 em 2019 para 152.307 em 2023. Essa elevação na aquisição de veículos pode ser atribuída, em parte, à preocupação com a disseminação de doenças, notadamente durante a pandemia, levando muitas pessoas a optar pelo uso do transporte particular em detrimento do público. No entanto, à medida que a sociedade retorna à normalidade, ao trabalho presencial e a encontros pessoais, surge a dificuldade de recuperar a demanda pelo transporte público. O especialista Sérgio Avelleda, fundador da Urucua Inteligência em Mobilidade Urbana e coordenador do Núcleo de Mobilidade Urbana no Laboratório de Cidades Arq. Futuro, do Instituto de Ensino e Pesquisa (INSPER), sugere que, diante da ausência de grandes projetos de infraestrutura, como corredores e faixas exclusivas a curto prazo, uma alternativa viável para mitigar congestionamentos na cidade de São Paulo é a gestão, e até mesmo a restrição, do uso de veículos particulares.

De acordo com o estudo divulgado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2023), intitulado "Balanço da 1ª década de ação pela segurança no trânsito no Brasil e perspectivas para a 2ª década". Os resultados apontam para um aumento de 13,5% nas mortes

no trânsito no Brasil entre 2010 e 2019, em comparação com a década anterior. Além disso, a taxa de mortalidade por 100 mil habitantes cresceu 2,3% durante esse período.

O assunto é tão preocupante que, segundo Lee Jong-Wook, diretor da Organização Mundial da Saúde (OMS), em um evento realizado em abril de 2004 em Genebra, Suíça, disse: "As questões relacionadas ao trânsito devem ser tratadas não apenas como temas da área dos transportes, mas também de saúde pública". (IPEA, 2004).

Para isso, é preciso estudar o conceito e o que está relacionado aos acidentes. No dicionário, define-se "acidente" como "o que é casual, fortuito, imprevisto." (MICHAELIS, 2021). Entretanto é preciso ressaltar que os acidentes não ocorrem por obra do acaso e que, em sua maioria, podem ser evitáveis.

Nesse contexto, é essencial entender as causas e consequências desses acidentes, bem como identificar soluções para mitigar os riscos e promover um ambiente de tráfego mais seguro. Esse estudo tem por objetivo analisar a relação entre o crescimento urbano, o aumento da demanda por deslocamentos e o aumento dos acidentes de trânsito, desenvolvendo soluções de melhorias na sinalização e manutenção da via, de forma a mitigar eventuais conflitos. Para tanto, serão considerados diversos fatores, como a infraestrutura viária, o comportamento dos usuários, as políticas de transporte e as medidas de segurança existentes. Com base na análise dos dados coletados, serão propostas estratégias para melhorar a segurança viária e, conseqüentemente, reduzir os acidentes.

Ademais, este trabalho visa fornecer subsídios para a implementação de políticas e medidas eficazes, que poderão promover a redução dos acidentes, bem como uma mobilidade urbana mais segura e sustentável.

De acordo o Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV, 2015) há três condicionantes relacionadas aos acidentes de trânsito que podem ser agrupadas em "Fator Humano, Fator Veículo e Fator Via":

- O "fator humano" trata-se das falhas humanas – que podem envolver desde a desatenção dos condutores até o desrespeito à legislação.
- O "fator veículo" trata-se de falhas no veículo – entretanto como as manutenções preventiva e corretiva são responsabilidades do condutor, até mesmos as falhas no veículo estão vinculadas ao fator humano.
- O "fator via" – trata-se de problemas que envolvem vias mal sinalizadas, mal projetadas ou malconservadas.

Este estudo, inserido no campo da engenharia civil, tem como foco analisar o "fator via" como ponto de partida para a pesquisa, já que este representa um elemento crítico que

influencia diretamente a fluidez do tráfego e a segurança nas vias. Por meio de uma análise aprofundada do cenário atual, o objetivo do estudo de caso é avaliar as atuais condições e propor, se possível, melhorias relacionadas ao “fator via”, com ênfase na sinalização e segurança viária, através da identificação das deficiências e oportunidades de melhoria na infraestrutura viária, sinalização e medidas de segurança. As eventuais melhorias a serem propostas, têm por finalidade reduzir o congestionamento de tráfego e minimizar ou eliminar acidentes decorrentes do “fator via”, proporcionando uma melhoria no conforto e na segurança dos usuários.

Essas propostas de melhoria incluem a instalação de sinalização adequada, readequação da geometria da via, implementação de dispositivos de segurança e outras medidas que visem otimizar a eficiência e a segurança do sistema viário.

Portanto, este estudo buscou estudar a infraestrutura viária e proporcionar maior segurança e conforto aos usuários. Com foco no “fator via”, identificando e propondo soluções que contribuam para a criação de um ambiente de tráfego mais seguro, eficiente e agradável para todos.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é identificar as principais causas subjacentes aos acidentes registrados e realizar uma análise dos conflitos de trânsito que ocorrem no ponto de interseção entre a Avenida Jacu-Pêssego/Nova Trabalhadores e a Rua Américo Sugai/Av. Laranja da China.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar levantamento estatístico dos acidentes de trânsito ocorridos na interseção.
- Identificar os pontos críticos de conflito e analisar as causas específicas desses acidentes.
- Avaliar a eficácia da sinalização atual na prevenção de acidentes.
- Propor alterações e melhorias na sinalização existente, considerando as causas identificadas, de modo a minimizar ocorrências de acidentes.

1.2 Justificativa

A sinalização viária é um grupo de sinais de trânsito e dispositivos que são colocados em vias públicas e têm como objetivo garantir melhor fluidez no trânsito e segurança aos motoristas. Pode-se dizer que uma boa sinalização é aquela que atrai o motorista, transmite a mensagem e não deixa equívocos, além de ser visualizada a uma longa distância, garantindo a realização de manobras em segurança. A sinalização viária, além de direcionar e guiar os motoristas às práticas de dirigibilidade, deve, também, possibilitar a visualização tanto diurna quanto noturna, promovendo a segurança em via pública (DNIT, 2017).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2020), por ano, mais de 1,35 milhão de pessoas morrem em decorrência de acidentes de trânsito. A sinalização viária desempenha um papel fundamental na segurança dos usuários das vias. Quando a sinalização é deficiente, a insegurança aumenta, colocando em risco a segurança de todos os envolvidos. Com o objetivo de proporcionar maior segurança e melhorar as condições da via para os usuários, é essencial compreender os fatores que contribuem para esses problemas.

Este estudo visa investigar os elementos que podem influenciar a deficiência da sinalização viária, a relação entre seu mau estado e o aumento de acidentes de trânsito no estudo de caso citado e explorar estratégias para aperfeiçoar as condições. A principal meta é entender os conflitos de tráfego na área em questão, e o porquê eles se transformam em acidentes no futuro.

Ao avaliar a sinalização existente e identificar possíveis deficiências, serão desenvolvidas medidas e soluções específicas para adequar a sinalização viária nesse local. A fundamentação desse projeto é sugerir um ambiente de tráfego mais seguro, no qual os usuários possam se locomover com confiança e reduzir os riscos de acidentes.

Através da análise dos dados coletados, serão identificados os principais conflitos e as principais deficiências na sinalização viária e suas possíveis consequências na segurança do trânsito. Com base nessas descobertas, serão propostas, soluções e melhorias para combater o problema, visando reduzir os acidentes e promover uma maior segurança nas vias.

O Estado de São Paulo contabiliza uma frota de 19 milhões de carros registrados na base de dados do Departamento Estadual de Trânsito do Estado de São Paulo (Detran SP). O total representa 33% dos automóveis cadastrados no País. Portanto, organizar o tráfego em grandes metrópoles se torna uma tarefa extremamente desafiadora, dada a sua complexidade.

No contexto atual, em que o tráfego urbano é cada vez mais intenso e caótico, a sinalização viária desempenha um papel fundamental na orientação dos motoristas e na prevenção de acidentes.

Através do estudo da evolução da sinalização viária, com ênfase nas mudanças e evolução ao longo dos anos, serão exploradas as práticas e os métodos utilizados para organizar o tráfego, bem como dispor das tecnologias emergentes que podem ser aplicadas para melhorar a sinalização atualmente existente.

A compreensão da história e da evolução da sinalização viária oferece uma base sólida para enfrentar os desafios atuais e futuros relacionados ao tráfego urbano, permitindo a implementação de soluções mais eficazes e adaptadas às necessidades da sociedade contemporânea.

Face a problemática intrínseca a sinalização, quer seja com relação a sua ausência ou apresentação inadequada, o presente estudo visa apresentar uma solução mais adequada para sanar eventuais problemas na via "Jacu-Pêssego", o qual poderá servir de parâmetro para outros locais que venham a apresentar similar situação, contribuindo para um sistema de transporte mais seguro, eficiente e sustentável nas grandes metrópoles, beneficiando os motoristas, pedestres e a sociedade como um todo.

1.3 Metodologia

A metodologia utilizada é a pesquisa descritiva com estudo de caso, para analisar causas de acidentes decorrentes da falta inadequada sinalização viária ou manutenção de via e propor soluções de forma a amenizar os eventuais conflitos.

Assim, a produção deste texto foi precedida pelas seguintes etapas: o primeiro passo, que consistiu em desenvolver a metodologia de pesquisa, definiu claramente o problema a ser abordado e o objetivo da pesquisa. O segundo passo foi o Referencial Teórico, para o qual foi realizada uma revisão bibliográfica, a fim de pesquisar e identificar, na literatura existente, informações sobre sinalização viária, normas e regulamentos vigentes e estudos que já foram conduzidos nesta área.

O terceiro passo foi o mapeamento e a coleta de dados, sendo realizado um levantamento de vias com muitos acidentes, com possíveis problemas na sinalização viária e más condições aos pedestres, possibilitando a determinação da área de estudo, com o objetivo de propor soluções para melhorar a segurança dos usuários naquela via. Após as análises dos

dados coletados foi estipulado que o local a ser estudado será a interseção entre a Avenida Jacu-Pêssego/Nova Trabalhadores, Rua Américo Sugai e a Avenida Laranja da China.

A partir da determinação do local foi possível elaborar o estudo de caso baseado na diretriz técnica da CET que fornece orientações sobre a realização de estudo de conflitos, incluindo o cálculo das horas requeridas por conflito, a média de conflitos por hora, a eficácia da análise e exemplos comparativos com vias semelhantes. Foram analisados os índices de acidentes na cidade de São Paulo para a determinação do local de estudo, foram realizadas visitas e uma observação no local para registrar deficiências de sinalização, bem como a contabilização de volume e conflitos. Os dados foram organizados e tabelados de forma a facilitar as análises e, assim, propor soluções que se enquadrem à realidade da via escolhida.

2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Para estabelecer uma base teórica sólida sobre a sinalização viária e conflitos de trânsito, foram examinados artigos e normas técnicas relativas ao tema, de forma a compreender a interação entre eles. A partir do embasamento teórico, tornou-se possível realizar um estudo que possibilitasse a elaboração de uma proposta de aprimoramento na sinalização viária do local de estudo de caso, visando melhorias na região analisada.

2.1 Contexto espacial

O tema desse trabalho relaciona-se com o contexto espacial no qual ele se insere: o espaço público.

Em sua tese de mestrado relacionado a Sinalização Visual em Cidades, Cristina Colombo Nunes, afirma que ao longo da história, os espaços públicos presentes nas cidades desempenham um papel fundamental no estímulo das relações sociais. São nesses locais que as pessoas compartilham informações, interagem tanto entre si quanto com o ambiente físico ao redor. Entretanto, é importante salientar que o espaço público não é um elemento neutro nessa interação, pois ele propicia determinadas atividades enquanto inibe outras. Portanto, é essencial que o ambiente urbano seja intencionalmente projetado para possibilitar a transmissão de informações aos indivíduos, levando em consideração suas capacidades e facilitando sua localização e mobilidade (NUNES, 2005).

Para desempenhar essa função de maneira efetiva, o emissor da comunicação deve possuir conhecimento do local, a fim de indicar de forma precisa os principais caminhos e atrações disponíveis. Desta forma, a comunicação direcionada à orientação no espaço urbano desempenha o papel de possibilitar os cidadãos que se locomovam de forma autônoma pelos diversos espaços da cidade. Todavia, assim como em qualquer outra forma de comunicação, podem ocorrer interferências que comprometem sua eficácia.

Na dissertação de mestrado de Luiz Otávio Nogueira Pessôa, que aborda a comunicação visual nos espaços urbanos, explica-se que as interferências e estímulos do espaço urbano variam desde a arquitetura, placas de informação de publicidade, sons, cheiros, falta de compreensão de certos ícones até a obstrução da mensagem devido à falta de manutenção, como galhos que encobrem placas, corrosão e outros problemas similares, resultando em ruídos na comunicação. Devido a esse excesso de estímulos, é crucial que a sinalização viária seja

representada em seu poder de síntese e com sua característica pontual, voltada objetivamente para o contexto urbano imediato (PESSÔA, 2008).

2.2 História da Sinalização Viária

O uso de elementos de sinalizações viária não é algo novo, nem tão pouco revolucionário. Tem-se que a primeira sociedade ocidental a adotar o uso de sinais para apontar distâncias e direções foi o Império Romano. Em um artigo sobre a evolução da sinalização rodoviária no Brasil e no mundo, publicado pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), é mencionado que os romanos, no início do século 2 d.C., já utilizavam marcos nas estradas para indicar a distância até as cidades mais importantes.

Embora de forma mais tardia, no ano de 1607, conforme foi apontado por Costa (1987, p. 46), no território urbano da França, a forma de comunicação utilizada para guiar as pessoas em direção aos seus destinos começou a passar por uma transformação. A identificação das ruas, por meio de seus nomes e a numeração das residências, foram os pilares fundamentais para o desenvolvimento da sinalização urbana.

Um dos elementos amplamente empregados nas indicações de direção é a seta, cuja origem remonta ao gesto manual de apontar com o dedo, conforme demonstrado na Figura 1 (PESSÔA, 2008).

Figura 1 – Provável origem do uso da seta



Fonte: PESSOA (2008).

O artigo da CNT também faz menção de que em Lisboa, no século 17, uma cidade muito movimentada e marcada, principalmente, por ser o centro comercial do antigo império português, foi estabelecida a primeira regulamentação de tráfego na Europa e esclarece que o regulamento determinava a implantação de sinais de trânsito que informassem a preferência de circulação das vias, conforme o artigo explica:

“Essa iniciativa teve o objetivo de reduzir os congestionamentos, muito comuns nas ruas mais estreitas da capital portuguesa. Um desses sinais ainda existe na rua do Salvador, no bairro de Alfama. Essa placa — o sinal de trânsito mais antigo de Lisboa — diz “Ano de 1686. Sua Majestade ordena que os coches¹, seges² e liteiras³ que vieram da portaria do Salvador recuem para a mesma parte” (Figura 2).”

Figura 2 – Sinal de trânsito mais antigo do mundo



Fonte: Portugal de Lés a Lés (2018).

Entretanto, a sinalização somente se fortalece com a invenção do automóvel e, posteriormente, com o crescimento da indústria automobilística na Europa, período entre o final do século 19 e o início do século 20, tornando a necessidade de regulamentar o tráfego mais intensa.

Inicialmente, os clubes automobilísticos, as autoridades rodoviárias e os governos estabeleceram as regras de trânsito que consideraram mais apropriadas. No entanto, à medida que o automóvel se tornou um meio de transporte capaz de atravessar fronteiras nacionais, surgiu a necessidade de padronizar os sistemas existentes.

De acordo com Aicher e Krampen (1979, p. 106-108), os primeiros registros históricos sobre a sinalização moderna estão relacionados com o trabalho pioneiro do Touring Club Italiano⁴, que contribuiu para a formulação das primeiras regulamentações estabelecidas pela polícia de trânsito italiana e, em 1895, introduziu 40 sinais de tráfego que indicavam situações de perigo por meio do uso de setas direcionais.

¹ Veículo de quatro rodas puxado por animais. Foi utilizado como principal meio de transporte público antes da implantação das ferrovias. Era geralmente puxado por cavalos e levava passageiros, correspondência e carga expressa.

² Carruagem alta de duas rodas.

³ Cadeira portátil, aberta ou fechada, suportada por duas varas laterais. Era transportada por dois liteiros (indivíduo que conduz ou guia a liteira) ou dois animais, um à frente e outro atrás. Eram muito utilizadas como meio de transporte na Roma Antiga; funcionava de modo equivalente ao dos táxis de hoje em dia.

⁴ Associação sem fins lucrativos voltada para a promoção do turismo e a difusão do conhecimento e de uma cultura de viagem consciente e responsável.

Até então, ocorreram contínuos esforços em conferências e reuniões internacionais por mais de um século, com a finalidade de estabelecer padrões para a sinalização viária, levando em consideração novas situações que surgiram. Esses esforços visavam principalmente garantir a segurança e a facilitação do tráfego nas vias.

Portanto, a adoção de um sistema de sinalização que utiliza uma linguagem e códigos específicos, presente atualmente nos espaços públicos das grandes cidades ao redor do mundo, é o resultado de um processo de desenvolvimento empírico:

A sinalização vem, assim, de um impulso intuitivo e mais tarde se converte em uma prática empírica, guiada pela experiência, que se desenvolve progressivamente e se aperfeiçoa na medida em que cresce o número de pessoas itinerantes, a necessidade, depois a facilidade e finalmente o prazer de passear, junto com a aparição da bicicleta, o surgimento do automóvel e o aumento crescente da velocidade (COSTA, 1987, p.34).

2.3 Sinalização Viária

No dicionário, a palavra “sinalização” define-se primeiramente como “ato ou efeito de sinalizar”, por conseguinte como conjunto de sinais a serem observados por todos e que servem de orientação aos motoristas proporcionando mais segurança e por último como conjunto de sinais (visuais, luminosos, acústicos) usados como meio de comunicação. (MICHAELIS, 2023). Contudo, por se tratar exclusivamente de sinalização viária, será considerada, para todos os fins, a definição estabelecida no Código de Trânsito Brasileiro (CTB), anexo I, em que sinalização, se refere a um conjunto de sinais de trânsito e dispositivos de segurança implantados nas vias públicas com o propósito de assegurar a sua utilização apropriada, viabilizando uma circulação mais eficiente no trânsito e ampliando a segurança tanto dos automóveis quanto dos pedestres que transitam por elas.

A própria configuração física das vias urbanas, como ruas, calçadas e rotatórias, já transmite os primeiros indícios de como funcionam, no entanto, ainda é necessário um instrumento que estabeleça uma comunicação direta com os usuários desse espaço, a fim de informar sobre suas regras mais complexas (ALVES, 2015).

Desse modo, destaca-se a importância da sinalização viária, que compreende um conjunto de processos de comunicação visual e/ou sonora utilizados pela autoridade de trânsito para orientar, regular, advertir e indicar o uso adequado da via, com o intuito de garantir a segurança e a fluidez do trânsito, contribuindo para a organização dos fluxos e a prevenção de acidentes.

2.4 Importância da Sinalização Viária

Como já abordado anteriormente, a sinalização viária apresenta elevada relevância, pois permite orientar e regulamentar o adequado uso de espaço público, em especial a via. Além disso, outros fatores, intrínsecos à própria sinalização, corroboram e estabelecem a sua importância, sendo definidos como:

- Direito: “O trânsito, em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito” (CTB, 1997).
- Quantitativa: o modo rodoviário de transporte, feito por meio de vias, como estradas, rodovias e ruas, as quais podem ser asfaltadas ou não, é o principal sistema logístico do país, por onde passam mais de 60% de todas as cargas movimentadas no território brasileiro (EPL, 2022).
- Qualitativa: Conforme os dados mais recentes da Pesquisa CNT de Rodovias, publicada pela Confederação Nacional do Transporte, foram avaliados 108.863 quilômetros de vias, sendo que 59% da extensão apresentava algum tipo de problema, classificadas em três categorias principais: condições de pavimentação (52,4%), sinalização (48,1%) e geometria da via (76,3%). Isso significa que as deficiências na área de sinalização são frequentes e impactam negativamente a todos os usuários (EPL, 2022).

A análise desses fatores acima revela que a sinalização desempenha um papel crucial não apenas em seu objetivo primário, mas também em relação aos direitos dos indivíduos, no espaço em que se insere como o principal meio de transporte do país e nas condições em que se apresentam.

2.5 Princípios da Sinalização Viária

Para que a sinalização de trânsito seja eficaz, é fundamental considerar as condições de percepção dos usuários da via, desde a sua concepção e até a fase de implantação. Afinal, é através da compreensão clara e rápida das informações transmitidas que a sinalização poderá garantir a segurança viária e orientar o fluxo de tráfego de forma adequada.

Portanto, para atingir esse objetivo é crucial seguir os princípios descritos no quadro a seguir:

Quadro 1 - Princípios da sinalização de trânsito

Legalidade	Código de Trânsito Brasileiro - CTB e legislação complementar;
Suficiência	Permitir fácil percepção do que realmente é importante, com quantidade de sinalização compatível com a necessidade;
Padronização	Seguir um padrão legalmente estabelecido e, em situações iguais devem ser sinalizadas com os mesmos critérios;
Clareza	Transmitir mensagens objetivas de fácil compreensão;
Precisão e confiabilidade	Ser precisa e confiável, corresponder à situação existente; ter credibilidade;
Visibilidade e legibilidade	Ser vista à distância necessária; ser lida em tempo hábil para a tomada de decisão;
Manutenção e conservação	Estar permanentemente limpa, conservada, fixada e visível.

Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume I (2022)

Os princípios da sinalização viária são diretrizes fundamentais que orientam o projeto, implantação e uso efetivo da sinalização nas vias públicas.

2.6 Sistema Seguro

Além dos princípios da sinalização viária citados anteriormente, a PAHO – *Pan American Health Organization* (Organização Pan-Americana da Saúde), visando promover a segurança viária, propõe a adoção da abordagem de Sistemas Seguros, como ilustrado na figura 3.

Figura 3 - Enfoque sistema seguro



Fonte: PAHO (2018)

Essa abordagem, chamada de enfoque Sistema Seguro, oferece uma estrutura eficaz para uma análise holística dos fatores de risco relacionados a lesões no trânsito, bem como das intervenções necessárias. Essa abordagem é fundamentada na estratégia "Visão Zero" da Suécia, que busca, a longo prazo, eliminar completamente lesões graves ou fatais no sistema de transporte. O objetivo central dessa abordagem é orientar e informar a criação de um sistema de trânsito seguro que previna acidentes e, no caso de ocorrência, garanta que as forças do impacto não resultem em lesões graves ou fatais. Além disso, o sistema assegura que pessoas envolvidas em acidentes recebam resgate imediato e atendimento traumatológico adequado (PAHO, 2018).

Esse sistema é composto de quatro princípios orientadores centrais em um sistema seguro, que são:

- As pessoas cometem erros que podem levar a acidentes de trânsito.
- O corpo humano tem uma capacidade física conhecida e limitada para tolerar as forças dos impactos antes de ocorrerem danos.
- As pessoas são responsáveis por proceder com atenção e conforme as leis de trânsito, mas existe uma responsabilidade comum entre os que projetam,

constroem, administram e usam vias e veículos para prevenir acidentes que resultem em lesões graves ou morte e prestar atendimento após um acidente.

- Para multiplicar seus efeitos, todas as partes do sistema devem ser fortalecidas em combinação, de modo que os usuários das vias ainda estejam protegidos se uma parte falhar.

Segundo PAHO (2018), um sistema seguro exige uma compreensão e gestão holística e integrada da complexa interação entre velocidades de operação, veículos, infraestrutura viária e o comportamento dos usuários das estradas. Nesse contexto, a soma de cada componente do sistema se combina sinergicamente, resultando em um impacto geral maior, de modo que, mesmo se uma parte falhar, as demais continuarão a prevenir danos graves. Não há uma abordagem única para adotar, estabelecer e implementar um sistema seguro; é um processo de aprendizado prático, mais adequadamente descrito como uma jornada repleta de oportunidades, riscos e desafios ao longo do percurso. A experiência de países pioneiros como a Holanda e a Suécia demonstra que cada nação segue sua própria trajetória, influenciada pelo contexto cultural, temporal e local, embora fundamentada nos quatro princípios essenciais. Com essa abordagem, ao invés de buscar avanços incrementais na segurança viária, a meta é definida como zero mortes no trânsito e as medidas são implementadas de forma progressiva e contínua, retrocedendo para atingir essa meta de maneira sistemática.

2.6.1.1 Comportamento do usuário

Os usuários das vias encontram-se diante de uma variedade considerável de elementos nos ambientes viários, que incluem retas e curvas, trechos planos e com inclinação, interseções, cruzamentos, áreas com passagens de pedestres, locais de estacionamento, entradas e saídas de veículos, desempenho dos automóveis, condições climáticas (como chuva, crepúsculo e neblina), entre outros. Além disso, diversos fatores podem afetar o desempenho dos usuários, tais como idade, acuidade visual, consumo de álcool, drogas ou medicamentos, fadiga, sonolência, nível de educação, influências culturais ou sociais regionais, bem como a prática de comportamentos perigosos, falta de atenção e até mesmo a falta de habilidade ou inexperiência (IPR, 2022).

Essa diversidade de comportamentos exerce uma influência significativa no desempenho dos indivíduos ao conduzir veículos, sejam motorizados ou não ou até mesmo quando atuam como pedestres. Portanto, é incumbência do projetista identificar esses

comportamentos e levá-los em consideração durante a elaboração de um projeto de sinalização viária, inserindo-os dentro do contexto de um Sistema Seguro (IPR, 2022).

Embora campanhas educativas e medidas de fiscalização também possam contribuir para atenuar as consequências dos comportamentos dos usuários, é importante ressaltar que esses aspectos não serão abarcados no âmbito deste trabalho.

2.6.1.2 Vias seguras

O desenho das vias desempenha um papel na segurança de todos os seus usuários, sejam eles condutores de veículos motorizados ou não, pedestres, animais silvestres, entre outros. Portanto, é essencial que as vias sejam projetadas visando a segurança de todos. Uma via segura é aquela que é dimensionada adequadamente para atender aos critérios de projeto estabelecidos, construída de acordo com as normas técnicas vigentes, assegurando um bom desempenho ao longo de sua vida útil. Além disso, deve ser mantida adequadamente, com sinalização clara e objetiva para manter os usuários informados sobre as condições operacionais esperadas, para isso dispositivos auxiliares e barreiras de contenção veicular devem ser projetados e instalados de forma adequada (IPR, 2022).

Dentro desse contexto, destaca-se o conceito de "Ruas Completas", que se refere a vias projetadas para proporcionar segurança e conforto a todas as pessoas, independentemente da idade ou do modo de transporte utilizado. Esse conceito se baseia na ideia de distribuir o espaço de forma equitativa entre todos os usuários, beneficiando a comunidade como um todo (WRI/Brasil, 2017).

Por outro lado, o conceito de "Rodovias que perdoam", aplicado a estradas rurais, preconiza que a via deve ser projetada de maneira a prevenir ou minimizar as consequências de acidentes de trânsito, considerando que erros humanos são inevitáveis. Portanto, os elementos de projeto devem alertar os condutores para corrigir comportamentos inadequados ou reagir de forma apropriada a riscos. Mesmo em caso de acidente, os sistemas de segurança devem ser projetados para minimizar suas consequências (IPR, 2022).

2.6.1.3 Veículos seguros

Veículos considerados seguros são aqueles que estão equipados com sistemas de segurança ativa e passiva que estejam em conformidade com a legislação nacional ou que atendam a padrões internacionais. Os sistemas de segurança ativa são aqueles que

desempenham um papel ativo na prevenção de acidentes, incluindo recursos como controle de tração e estabilidade, freios ABS/EBD (Sistema de Freios Antibloqueio/Distribuição Eletrônica de Frenagem), vetorização de torque, alertas de uso do cinto de segurança, detecção de fadiga, avisos de saída da pista/mudança de faixa involuntária, alertas de colisão frontal, frenagem de emergência autônoma e sistemas de detecção de pontos cegos, entre outros (IPR, 2022).

Já os sistemas de segurança passiva são projetados para entrar em ação após a ocorrência de um acidente. Isso inclui dispositivos como *airbags*, cintos de segurança com pré-tensionadores, apoios de cabeça, dispositivos de retenção infantil (cadeirinhas), carrocerias com deformação programada e sistemas de frenagem automática pós-colisão, entre outros (IPR, 2022).

Esses sistemas, tanto os ativos quanto os passivos, desempenham um papel crucial na proteção dos ocupantes e na redução das lesões em caso de acidentes, tornando os veículos mais seguros nas estradas.

2.7 Tipos de Sinalização Viária

Existem diversos tipos de sinalização viária utilizados para orientar e alertar os usuários. Alguns dos principais tipos incluem:

1. Sinalização vertical: são placas ou sinais afixados em postes ou suportes verticais. Podem incluir placas de regulamentação (indicando limites de velocidade, proibições, permissões), placas de advertência (alertando sobre curvas, lombadas, cruzamentos) e placas de orientação e indicação (indicando destinos, serviços ou rotas), entre outros.
2. Sinalização horizontal: compreende as marcações feitas diretamente na superfície da via, como linhas de divisão de faixas, setas de direção, e faixas de pedestres. Essa sinalização é usada para orientar o fluxo de tráfego e delimitar espaços na pista.
3. Sinalização luminosa: são os semáforos, que utilizam luzes coloridas (vermelho, amarelo e verde) para controlar o tráfego em cruzamentos e interseções. Os semáforos indicam quando é permitido seguir ou quando é obrigatório parar ou aguardar. Nesse item também se apresentam os painéis de mensagens variáveis, que exibem informações em tempo real aos motoristas, como congestionamentos, desvios ou informações importantes sobre a via.

4. Dispositivos auxiliares: são elementos cuja função é proporcionar maior segurança ao usuário da via, como tachas, marcadores de alinhamentos, marcadores de perigo, balizadores e sonorizadores, alertando sobre situações de perigo, obras, serviços e eventos que possam comprometer a segurança viária.

2.7.1 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é um subsistema essencial da sinalização viária. Ela consiste em sinais colocados em placas fixadas verticalmente, ao lado ou suspensas sobre a pista. Seu objetivo é transmitir mensagens de caráter permanente ou ocasionalmente variável, por meio de símbolos e/ou legendas previamente estabelecidos e legalmente regulamentados. Esses sinais desempenham um papel crucial na orientação e segurança dos usuários da via, fornecendo informações claras e legíveis sobre regras de trânsito, direções, avisos e restrições. Em resumo, a sinalização vertical é um componente fundamental da sinalização viária, garantindo uma comunicação eficaz por meio de placas verticais contendo símbolos e legendas padronizadas, essenciais para a segurança e fluidez do tráfego.

A sinalização vertical é classificada de acordo com sua função, que pode ser:

- **Regulamentação:** estabelece as obrigações, limitações, proibições ou restrições que regem o uso da via. Esses sinais informam sobre velocidades permitidas, proibições de ultrapassagem, estacionamento, sentido de tráfego, entre outros.
- **Advertência:** alerta os condutores sobre condições potencialmente perigosas na via ou em suas proximidades, como escolas, passagens de pedestres, curvas acentuadas, cruzamentos perigosos, entre outros. Esses sinais visam prevenir acidentes ao alertar para possíveis riscos.
- **Indicação:** fornece informações direcionais, como indicação de direções, localizações, pontos turísticos, serviços e transmite mensagens educativas. Esses sinais auxiliam os condutores em seu deslocamento, ajudando-os a encontrar o caminho certo e a tomar decisões adequadas.

Os sinais de trânsito possuem formas padronizadas, que estão associadas ao tipo de mensagem que pretendem transmitir, seja de regulamentação, advertência ou indicação. Essa padronização facilita o reconhecimento e a compreensão dos sinais pelos condutores, promovendo a eficácia da sinalização vertical como um sistema de comunicação na via.

O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito estabelece as diretrizes para a diagramação dos sinais, incluindo símbolos e legendas. Essas diretrizes devem ser seguidas rigorosamente para garantir a padronização e a uniformidade dos sinais de trânsito no Brasil. O manual define os tamanhos, cores, proporções e outras características dos símbolos e legendas, garantindo a sua legibilidade e compreensão pelos usuários da via. Ao seguir as especificações do manual, busca-se assegurar a eficácia da sinalização e promover a segurança viária, fornecendo uma linguagem comum e consistente para todos os usuários da estrada.

A sinalização vertical de regulamentação tem como propósito comunicar aos usuários das vias urbanas e rurais as condições, proibições, obrigações ou restrições relacionadas ao uso adequado das mesmas. O desrespeito a esses sinais constitui infrações, conforme estabelecido no Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

Devido aos riscos envolvidos e às penalidades associadas às infrações relacionadas à sinalização vertical de regulamentação, é fundamental observar e cumprir rigorosamente os princípios da sinalização de trânsito.

É importante que as proibições, obrigações e restrições estabelecidas sejam justificadas de forma adequada, considerando dias, períodos, horários, locais, tipos de veículos ou trechos específicos, para que sejam legítimas e compreendidas pelos usuários.

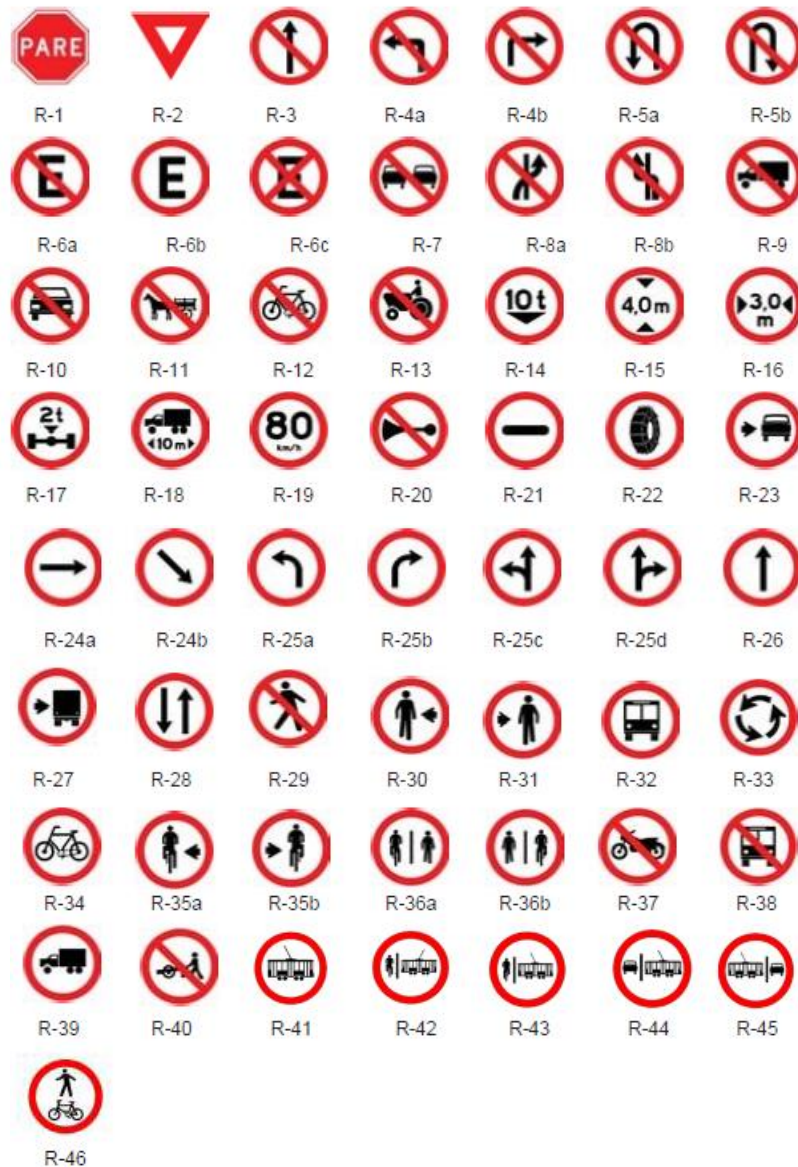
Além disso, é essencial garantir a coerência entre diferentes regulamentações, evitando conflitos e assegurando que o cumprimento de uma regulamentação não resulte no desrespeito a outra. Ao fazer isso, promove-se a segurança viária e a fluidez do tráfego de maneira consistente e eficaz.

2.7.1.1 Sinalização de regulamentação

Os sinais de regulamentação são um tipo de sinalização de trânsito que tem como objetivo informar aos condutores sobre regras e regulamentos específicos que devem ser seguidos na via em que estão circulando. Esses sinais têm formas e cores padronizadas para indicar o tipo de regulamentação e fornecer instruções claras aos motoristas.

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), a figura 4 abrange o conjunto de sinais de regulamentação.

Figura 4 - Conjunto de Sinais de Regulamentação



Fonte: Conselho Nacional de Trânsito (2022)

As formas, cores e dimensões dos sinais de regulamentação são de extrema importância e devem ser estritamente seguidas de acordo com as resoluções do CONTRAN. O objetivo é garantir um entendimento claro e eficiente por parte dos usuários das vias.

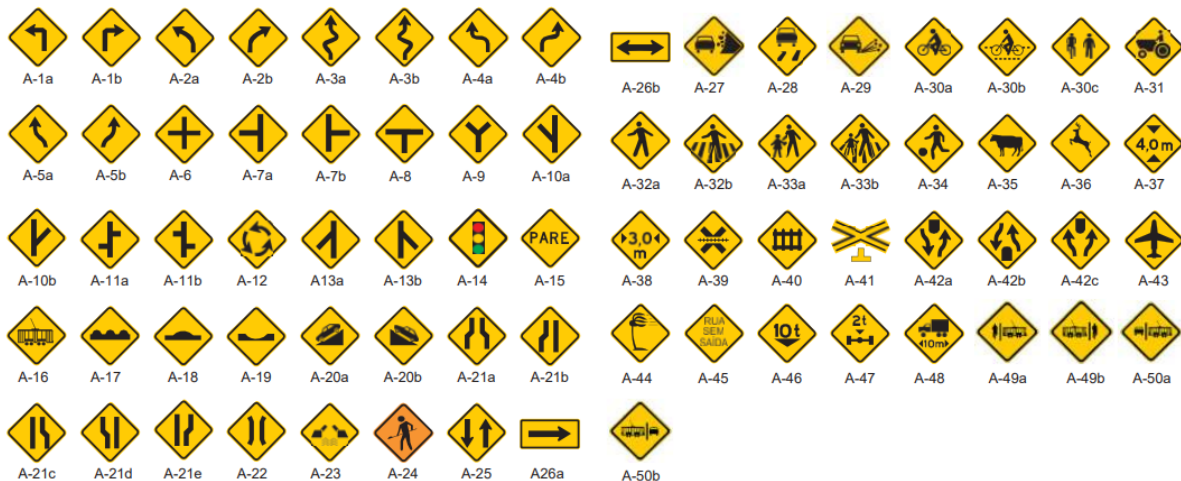
2.7.1.2 Sinalização de advertência

As placas de advertência, que são uma forma de sinalização vertical complementar aos sinais de regulamentação, possuindo o objetivo de alertar os usuários sobre condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições na via ou em suas proximidades, indicando a natureza dessas situações, sejam elas permanentes ou eventuais.

A sinalização de advertência é necessária quando o perigo não é evidente por si só e geralmente requer uma redução de velocidade para garantir a segurança do trânsito. A sua aplicação deve ser baseada em estudos de engenharia, levando em consideração aspectos físicos, geométricos, operacionais, ambientais, estatísticas de acidentes e o uso do solo no entorno. A decisão de utilizar essas placas depende da análise detalhada das condições locais e do conhecimento do comportamento dos usuários da via.

As placas de advertência devem ser utilizadas tanto em vias rurais quanto urbanas, quando houver uma real necessidade, evitando-se o uso indiscriminado ou excessivo, por comprometer a confiabilidade e eficácia da sinalização. Além disso, é importante retirar imediatamente essas placas quando as situações que exigiram sua implantação deixarem de existir. A sinalização de advertência é composta por sinais de advertência, sinalização especial de advertência e informações complementares aos sinais de advertência. Existem sessenta e nove sinais de advertência que são utilizados para alertar os usuários sobre pontos críticos, trechos perigosos ou obstáculos na via. De acordo com o Volume II – Sinalização Vertical de Advertência do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito a Figura 5 contempla o conjunto de sinais de advertência.

Figura 5 - Conjunto de Sinais de Advertência



Fonte: Conselho Nacional de Trânsito (2022)

2.7.1.3 Sinalização vertical de indicação

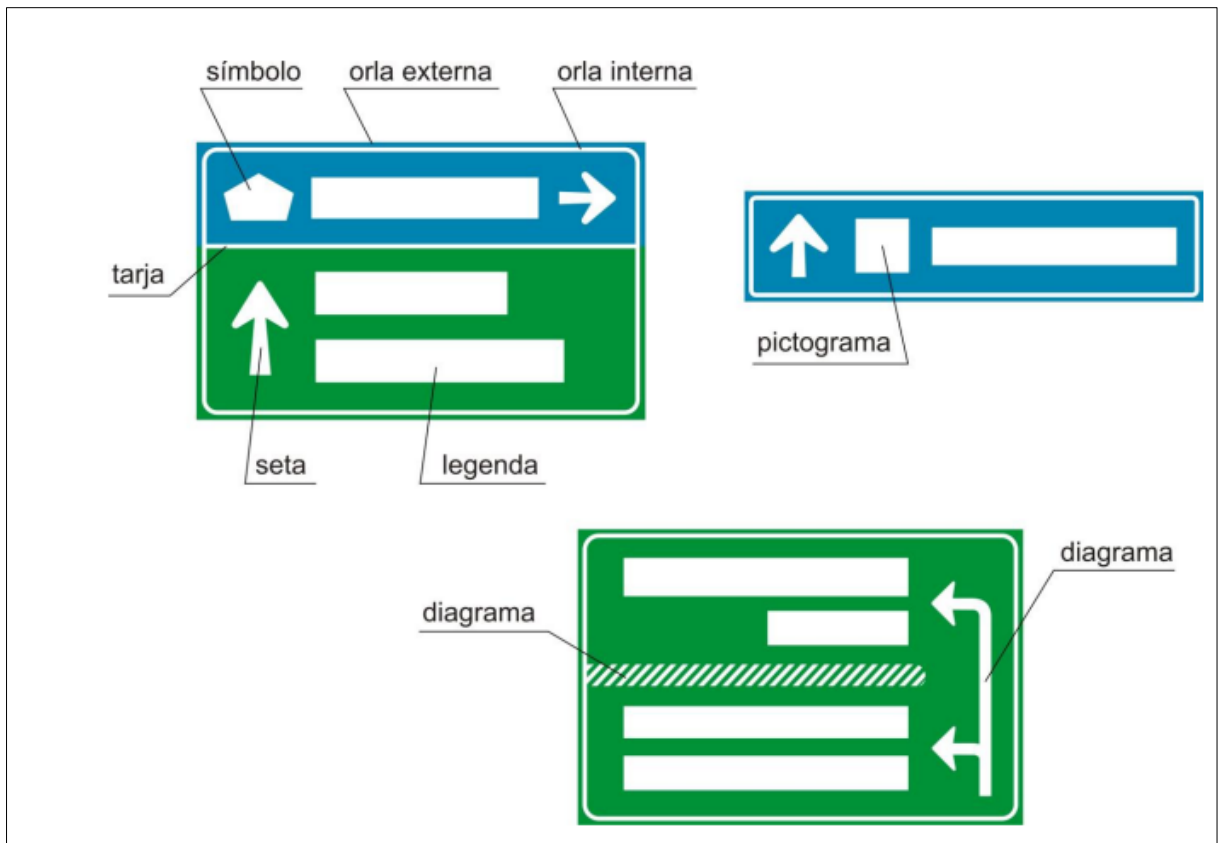
A sinalização vertical de indicação consiste em um conjunto de placas utilizadas para identificar vias, locais de interesse e orientar condutores de veículos e pedestres em relação a percursos, destinos, acessos, distâncias, serviços auxiliares e atrativos turísticos. Além disso, essa sinalização pode ter a função de educar os usuários.

A sinalização de indicação é dividida em diferentes grupos, que incluem as placas de identificação, placas de orientação de destino, placas educativas, placas de serviços auxiliares, placas de atrativos turísticos e placas de postos de fiscalização. Cada grupo desempenha um papel específico na comunicação de informações relevantes aos usuários da via, facilitando sua orientação, segurança e acesso a serviços e pontos de interesse.

A importância de utilizar os elementos da sinalização de indicação, de acordo com a classificação e o detalhamento estabelecidos, é essencial para garantir e assegurar que a sinalização de indicação cumpra efetivamente seu propósito, orientando os usuários da via de forma clara e precisa. Essas diretrizes também contribuem para a padronização e uniformidade da sinalização, facilitando a sua interpretação e evitando possíveis confusões.

As placas de indicação devem seguir os padrões representados na figura seguinte.

Figura 6 - Padrão das Placas de Indicação



Fonte: Código de Trânsito Brasileiro (2014)

2.7.2 Sinalização Horizontal

De acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, no volume IV – Sinalização Horizontal do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, a sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária composto de marcas, símbolos e legendas

apostos sobre o pavimento da pista de rolamento. Ela tem como objetivo fornecer informações que possibilitem aos usuários das vias adotarem comportamentos seguros e adequados, contribuindo para aumentar a fluidez do trânsito, ordenar o fluxo de veículos e orientar os condutores de forma eficaz. Dessa forma, a sinalização horizontal desempenha um papel fundamental na segurança viária e na garantia da mobilidade urbana.

A sinalização horizontal tem como principal objetivo fornecer informações que possibilitem aos usuários das vias adotarem comportamentos seguros e adequados, contribuindo para aumentar a fluidez do trânsito, ordenar o fluxo de veículos e orientar os condutores de forma eficaz. Sua importância na segurança viária e na garantia da mobilidade urbana é fundamental, uma vez que a sinalização adequada pode prevenir acidentes e garantir a circulação segura e organizada de pedestres, ciclistas e motoristas (CONTRAN, 2007).

A Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, através do Manual de Sinalização Horizontal, em seu volume 5, apresenta algumas vantagens e desvantagens da sinalização horizontal.

- A grande vantagem apresentada pela sinalização horizontal é possuir, sob condições meteorológicas favoráveis, a capacidade de prestar informações relativas ao deslocamento no trânsito sem desviar a atenção do condutor do veículo.
- Aumenta a segurança em condições adversas, tais como neblina, chuva e noite.
- Permite um melhor aproveitamento do espaço viário disponível, maximizando seu uso.
- Contribui para redução de acidentes.

Entretanto, como desvantagens do uso desse tipo de sinalização, podem ser citadas:

- Durabilidade limitada: o material utilizado na sinalização horizontal pode sofrer desgaste e deterioração, especialmente quando sujeito a tráfego pesado. O constante atrito dos pneus dos veículos e o contato com agentes externos, como sol, chuva e substâncias químicas, podem causar danos e exigir uma manutenção frequente.
- Visibilidade comprometida em situações específicas: em casos de carregamento excessivo ou congestionamento da via, a visibilidade da sinalização horizontal pode ficar prejudicada. Isso ocorre porque os veículos

podem obstruir a visualização das marcações no pavimento, dificultando a compreensão das informações pelos condutores.

- Visibilidade prejudicada em condições climáticas adversas: quando o pavimento está molhado devido à chuva ou outras condições climáticas, a camada de água sobre o pavimento pode refletir a luz natural ou artificial, reduzindo a visibilidade da sinalização horizontal. Isso pode dificultar a percepção das marcações e dos símbolos no pavimento pelos condutores.

É importante ressaltar que essas desvantagens não invalidam a utilidade da sinalização horizontal, mas destacam a necessidade de cuidados na sua manutenção e a importância de outras formas de sinalização complementares, como a sinalização vertical e a educação no trânsito, para garantir a segurança viária em diferentes condições.

2.7.2.1 Classificação

O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, no volume IV – Sinalização Horizontal do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, classifica a sinalização horizontal em:

- Marcas Longitudinais: essas marcas têm a função de separar e ordenar as correntes de tráfego. Elas ajudam a definir as faixas de rolamento, as linhas de divisão entre as pistas, as setas direcionais, as faixas exclusivas e outras marcações que auxiliam na orientação dos condutores.
- Marcas Transversais: essas marcas são utilizadas para ordenar os deslocamentos frontais dos veículos e disciplinar os deslocamentos dos pedestres. Elas incluem faixas de pedestres, faixas de parada obrigatória, linhas de retenção em cruzamentos, linhas de espera e outras marcações que visam garantir a segurança e a organização do tráfego.
- Marcas de Canalização: essas marcas têm como objetivo orientar os fluxos de tráfego em uma via. Elas incluem setas de direção, símbolos indicativos de faixas exclusivas, indicações de rotas e outros elementos que ajudam na condução adequada dos veículos ao longo da via.
- Marcas de Delimitação e Controle de Parada e/ou Estacionamento: essas marcas delimitam e controlam as áreas onde é proibido ou regulamentado o estacionamento e/ou a parada de veículos na via. Elas podem incluir linhas

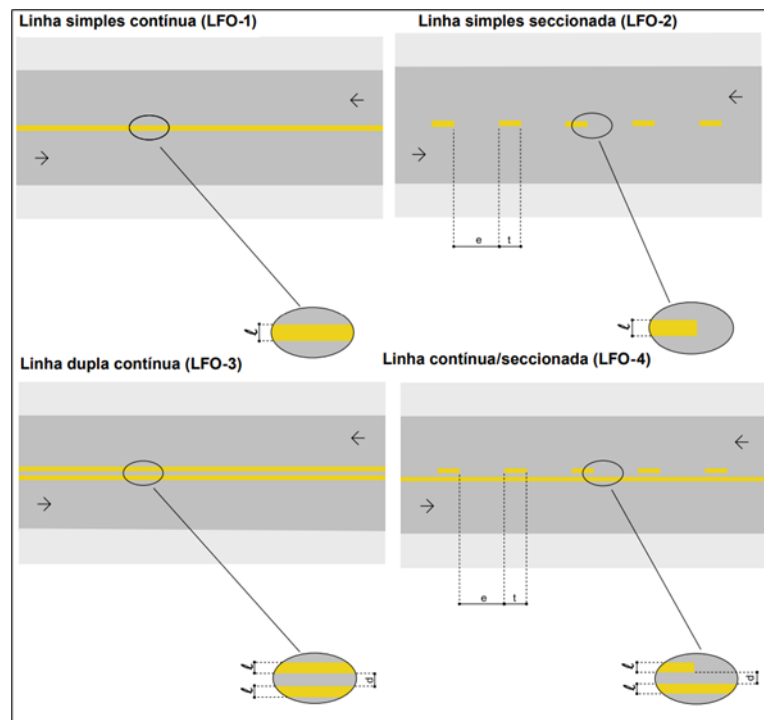
de proibição de estacionamento, espaços demarcados para estacionamento, sinalização de carga e descarga, entre outras.

- **Inscrições no Pavimento:** essas inscrições e símbolos são pintados diretamente no pavimento e têm a finalidade de melhorar a percepção do condutor em relação às características de utilização da via. Elas podem incluir informações como a velocidade máxima permitida, distância de segurança, advertências sobre curvas ou obstáculos, entre outras.

Essas categorias da sinalização horizontal desempenham papéis importantes na organização do trânsito, na segurança dos condutores e pedestres, fornecendo informações visuais claras que ajudam a manter a ordem nas vias.

A imagem a seguir, ilustra alguns tipos de sinalização horizontal.

Figura 7 - Exemplos de sinalização horizontal



Fonte: CONTRAN (2007)

2.7.3 Sinalização Luminosa

A sinalização semafórica é um subsistema da sinalização viária que utiliza indicações luminosas para transmitir mensagens aos usuários da via pública. Essas indicações são acionadas por meio de um sistema eletromecânico ou eletrônico e têm a finalidade de regular o direito de passagem e advertir sobre situações especiais nas vias.

A sinalização semafórica pode desempenhar duas funções principais: regular o direito de passagem dos diversos fluxos de veículos e pedestres em uma interseção ou trecho da via e advertir condutores e pedestres sobre a existência de obstáculos ou situações perigosas na via.

O subsistema de sinalização semafórica é composto por um conjunto de indicações luminosas, conhecido como semáforo ou grupo focal, que são fixadas ao lado ou suspensas sobre a via. Além disso, há um dispositivo eletromecânico ou eletrônico chamado controlador, responsável pelo acionamento das indicações luminosas. Em certas situações, podem ser adicionados dispositivos de detecção de tráfego, equipamentos de fiscalização e centrais de controle para complementar a sinalização semafórica de regulamentação.

É fundamental avaliar de forma contínua e criteriosa a operação da sinalização semafórica, considerando a real necessidade e adequação de sua programação, garantindo que o sistema funcione de maneira eficaz, atendendo às demandas específicas das vias e contribuindo para a segurança e fluidez do tráfego.

2.7.3.1 Tipos de Semáforos

Na Resolução N° 160/04 do CONTRAN – Anexo II do CTB, o semáforo, ou grupo focal é o conjunto obtido pela montagem de um ou mais focos luminosos com suas faces voltadas para o sentido do movimento. Os grupos focais são empregados na sinalização semafórica de regulamentação e advertência, de acordo com a disposição.

2.7.3.1.1 Semáforos empregados na sinalização semafórica de regulamentação:

- Veicular (exceto de ciclista):

O grupo focal veicular possui três indicações luminosas: vermelha, amarela e verde, dispostas em uma ordem vertical de cima para baixo ou em uma ordem horizontal da esquerda para a direita. Também é possível utilizar um grupo focal composto por dois focos vermelhos, um amarelo e um verde, dispostos verticalmente.

- Veicular direcional:

O grupo focal veicular direcional possui três indicações luminosas: vermelha com seta, amarela com ou sem seta e verde com seta, dispostas em uma ordem vertical de cima para baixo ou em uma ordem horizontal da esquerda para a direita. Também é possível utilizar um grupo focal composto por dois focos vermelhos com seta, um amarelo com ou sem seta e um verde com seta, dispostos verticalmente. Esse tipo de grupo focal deve ser usado apenas em

situações em que há períodos distintos de luz verde para diferentes movimentos. As setas devem ser orientadas para cima, para a direita ou para a esquerda.

- Veicular direção livre:

O grupo focal veicular direção livre é composto apenas pelo foco verde com seta. A seta deve ser orientada para cima, para a direita ou para a esquerda.

- Veicular controle de acesso específico:

O grupo focal “veicular controle de acesso específico” possui focos vermelho e verde, dispostos em uma ordem vertical de cima para baixo ou em uma ordem horizontal da esquerda para a direita. Esse tipo de grupo focal é utilizado exclusivamente em controles de acesso, como praças de pedágio e balsas.

- Veicular controle ou faixa reversível:

O grupo focal veicular controle ou faixa reversível é composto por um foco vermelho com o símbolo “X” e um foco verde com seta orientada para baixo, dispostos em uma ordem horizontal da esquerda para a direita. No caso de semáforos de LED, pode-se utilizar um único foco para exibir as duas indicações.

- Pedestres:

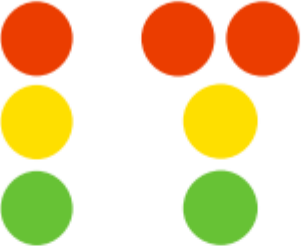

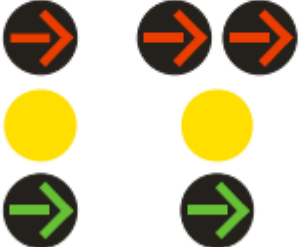







Os grupos focais de pedestres são compostos por focos vermelho e verde, com os respectivos pictogramas, dispostos em uma ordem vertical de cima para baixo.

- Ciclistas:

Os grupos focais de ciclistas são compostos por focos vermelho, amarelo e verde, com os respectivos pictogramas, dispostos em uma ordem vertical de cima para baixo.

A figura abaixo ilustra dois tipos de sinalização semafórica presentes nas normas do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN.

Figura 8 - Tipos de Sinalização Semafórica de Regulamentação

TIPO DO SEMÁFORO	POSIÇÃO VERTICAL	POSIÇÃO HORIZONTAL
Veicular	 <p>Observação: O grupo focal pode ser configurado com vermelho 300mm e amarelo/verde 200mm</p>	 <p>Observação: Só utilizar quando projetado sobre a via</p>
Veicular Direcional	 <p>Observação: Opcionalmente, pode-se utilizar foco amarelo com seta.</p>	 <p>Observações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Só utilizar quando projetado sobre a via. ✓ Opcionalmente, pode-se utilizar foco amarelo com seta.
Veicular Direção Livre		
Veicular Controle de Acesso Específico		
Veicular Controle ou Faixa Reversível	Em semáforos de LED pode ser usado foco único.	
Pedestre		
Ciclista		

Fonte: Código de Trânsito Brasileiro (2014)


2.7.3.1.2 Semáforos empregados na sinalização semafórica de advertência

Os grupos focais utilizados na sinalização semafórica de advertência devem consistir em um ou dois focos amarelos operando de forma intermitente. O intervalo do piscar deve ser de um segundo (frequência de 1 Hz), e a proporção de tempo aceso/apagado deve variar entre 30% e 50% (com a lâmpada acesa).

A disposição dos focos nos semáforos veiculares de advertência duplos pode ser vertical ou horizontal, conforme indicado na figura abaixo. Quando dois focos estão em funcionamento intermitente, eles devem piscar alternadamente.

Em situações especiais, é possível utilizar o semáforo de regulamentação para fins de sinalização semafórica de advertência. Nesse caso, os focos verde e vermelho são desligados, e o foco amarelo opera intermitentemente em todas as abordagens. Além disso, os focos para pedestres também devem ser desligados.

Figura 9 - Tipos de Sinalização Semafórica de Advertência com Dois Focos

TIPO DO SEMÁFORO	POSIÇÃO VERTICAL	POSIÇÃO HORIZONTAL
Veicular		

Fonte: Código de Trânsito Brasileiro (2014)

2.7.3.2 Critérios gerais para implantação da sinalização

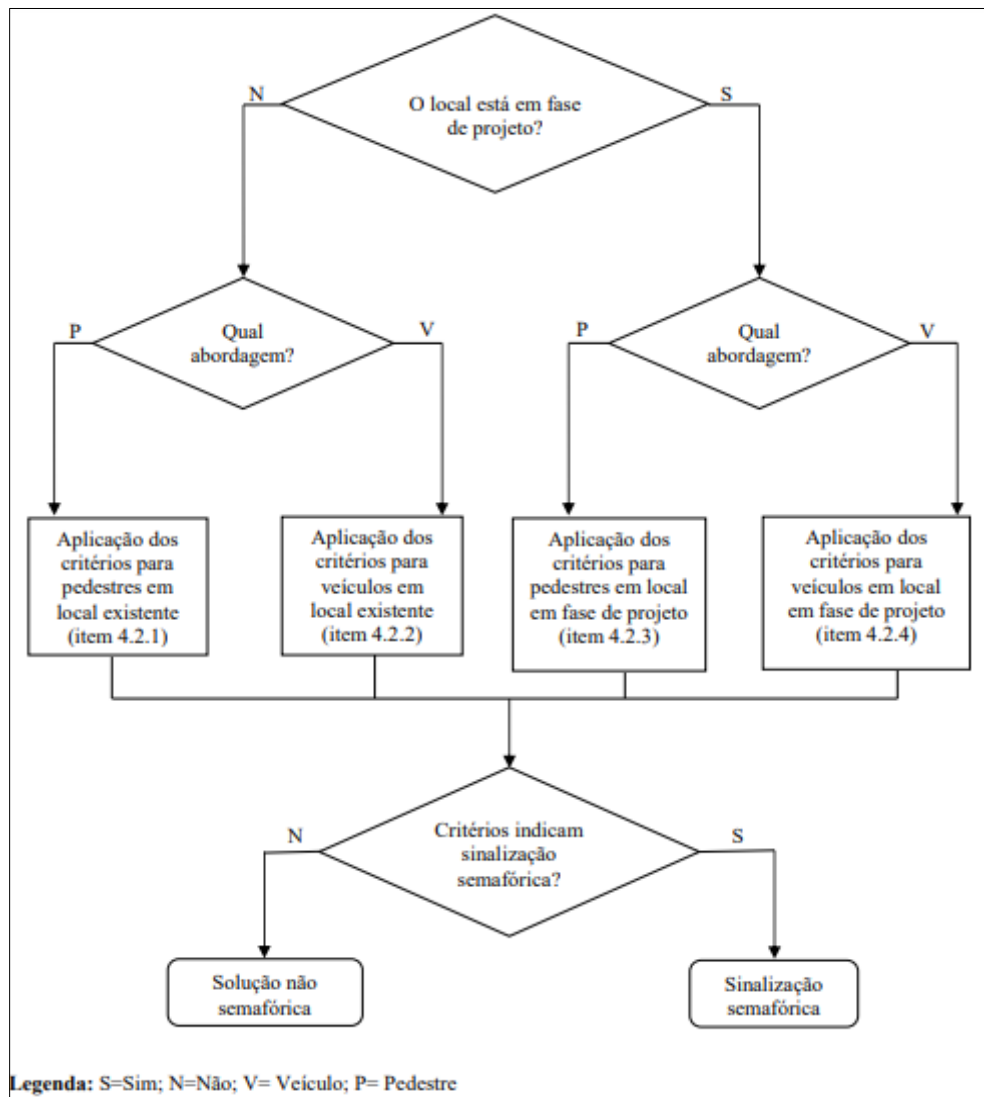
A decisão de implantar a sinalização semafórica deve ser baseada na avaliação da sua efetiva necessidade, considerando alternativas viáveis, como a definição da preferência de passagem, remoção de interferências visuais, melhoria na iluminação, adequação das sinalizações horizontal e vertical, entre outras medidas. O uso adequado da sinalização semafórica tem benefícios significativos no controle do trânsito. No entanto, quando utilizada de forma inadequada, contrariando os princípios da sinalização de trânsito, pode causar prejuízos ao desempenho e à segurança do tráfego. É essencial adotar uma abordagem criteriosa e em conformidade com os princípios para maximizar os resultados positivos da sinalização semafórica.

No contexto geral, as vias que se cruzam em uma interseção são classificadas como principais ou secundárias. A via principal é aquela com maior volume de tráfego em comparação com as vias que a interceptam, enquanto as outras vias são chamadas de secundárias.

O termo “movimento” é utilizado para descrever o fluxo de veículos ou pedestres que têm a mesma origem e destino, ou que se deslocam na mesma direção, mesmo que não necessariamente no mesmo sentido. Graficamente, o movimento é representado por um traço e uma seta, no qual o traço indica a direção e a seta indica o sentido.

Os critérios estabelecidos para a implantação da sinalização semafórica levam em consideração se o local em estudo está em fase de projeto. A partir disso, é necessário definir a abordagem principal do projeto, priorizando o tipo de usuário que será considerado: veículo ou pedestre. A figura abaixo ilustra a estrutura geral para a realização do estudo de implantação da sinalização semafórica. Essa estrutura fornece uma diretriz para conduzir o processo de forma eficiente e efetiva.

Figura 10 - Fluxograma para Implantação da Sinalização Luminosa



Fonte: Código de Trânsito Brasileiro (2014)

2.7.4 Dispositivos auxiliares

O CONTRAN (2021) define dispositivos auxiliares como “elementos aplicados na via ou em obstáculos próximos a ela, de forma a tornar mais eficiente e segura a operação do trânsito. Esses dispositivos são compostos por uma variedade de materiais, formas e cores, podendo possuir ou não retrorrefletividade.” Esses dispositivos têm como funções definidas da seguinte maneira:

- Incrementar a visibilidade da sinalização, do alinhamento da via e dos obstáculos à circulação: os dispositivos auxiliares são projetados para aumentar a visibilidade dos sinais de trânsito, do alinhamento da via e dos obstáculos presentes, proporcionando aos condutores uma melhor compreensão do ambiente e dos possíveis riscos.
- Reduzir a velocidade do trânsito: esses dispositivos têm o propósito de desacelerar o tráfego, seja por meio da utilização de obstáculos físicos, como lombadas, quebra-molas ou redutores de velocidade, ou por meio de sinalização específica que alerta os condutores para reduzirem a velocidade.
- Reduzir os acidentes e minimizar sua severidade: ao alertar os condutores sobre situações de perigo potencial, como curvas acentuadas, interseções perigosas ou áreas de maior incidência de acidentes, os dispositivos auxiliares ajudam a prevenir acidentes e a mitigar sua gravidade caso ocorram.
- Alertar os condutores quanto a situações de perigo potencial, em caráter permanente ou temporário: esses dispositivos são utilizados para indicar aos condutores situações de perigo permanentes, como curvas perigosas ou trechos de pista escorregadia, assim como situações temporárias, como obras na via, desvios ou acidentes recentes.
- Fornecer proteção aos usuários da via e da ocupação lindeira: os dispositivos auxiliares têm como objetivo proporcionar proteção tanto aos usuários da via quanto às áreas adjacentes, como calçadas, ciclovias ou áreas de pedestres. Eles podem incluir barreiras físicas, sinalização específica e demarcações para garantir a segurança de todos.
- Controlar o acesso de veículos em determinadas vias, áreas e passagens de nível: Esses dispositivos são utilizados para regular o acesso de veículos em

locais específicos, como áreas restritas, vias de acesso controlado, passagens de nível ou cruzamentos com semáforos ou sinalização especial.

Os dispositivos auxiliares têm a finalidade de complementar a sinalização padronizada existente. No entanto, isoladamente, eles não possuem a função de regular a circulação nas vias públicas.

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), os dispositivos de sinalização auxiliar são considerados sinais de trânsito, conforme previsto no artigo 87 e no Anexo II. Eles devem obedecer especialmente ao disposto no artigo 82, que proíbe afixar qualquer tipo de publicidade, inscrições, legendas ou símbolos que não estejam relacionados à mensagem da sinalização sobre a própria sinalização de trânsito e seus suportes (CONTRAN, 2021).

Para trechos de rodovias com características semelhantes às vias urbanas, as tipologias permitidas devem seguir as diretrizes estabelecidas para vias urbanas.

Considera-se trechos de rodovias com características semelhantes às vias urbanas aqueles que possuem características operacionais similares às vias urbanas, como a presença de imóveis ao longo de sua extensão e, em alguns casos, a existência de guias e calçadas.

Em resumo, os dispositivos auxiliares, de acordo com o CONTRAN, possuem múltiplas funções, todas voltadas para incrementar a segurança, orientação e eficiência do trânsito, proteger os usuários da via e alertar os condutores sobre possíveis perigos.

2.7.4.1 Classificação

Os dispositivos auxiliares são classificados em nove conjuntos distintos, de acordo com suas funções específicas (CONTRAN, 2021):

- Dispositivos Delimitadores;
- Dispositivos de Canalização;
- Dispositivos de Sinalização de Alerta;
- Alterações nas Características do Pavimento;
- Dispositivos de Contenção Veicular;
- Barreiras Antiofuscamento e Acústica;
- Dispositivos de Proteção para Pedestres e/ou Ciclistas;
- Dispositivos Luminosos;
- Dispositivos de Uso Temporário;
- Dispositivos de Controle de Acesso;

- Controles de acesso.

2.7.4.1.1 Dispositivos delimitadores

Os dispositivos delimitadores são utilizados para guiar os condutores, indicando os limites do espaço destinado ao tráfego e a separação em faixas de trânsito. Esses dispositivos são frequentemente equipados com unidades retrorrefletivas ou catadióptricos, que têm a capacidade de refletir a luz dos faróis, tornando-os visíveis ao condutor. Podem ser aplicados no pavimento, reforçando as marcas viárias, ou ao longo das áreas adjacentes à pista, em suportes próprios que destacam o limite da via (CONTRAN, 2021).

Os dispositivos delimitadores podem ter uma ou duas faces com elementos retrorrefletivos, sendo classificados como mono ou bidirecionais, respectivamente. A escolha do tipo de dispositivo é baseada no sentido de circulação da via, incluindo a cor do elemento refletivo: branco para vias de sentido único ou amarelo para vias de duplo sentido. Esses dispositivos delimitadores são especialmente úteis durante a noite e em condições atmosféricas adversas, em vias onde é necessário realçar sua geometria, faixas de rolamento ou a presença de obstáculos, devido à iluminação insuficiente da via pública ou condições climáticas desfavoráveis. Os dispositivos delimitadores são adequados para diversas situações, tais como:

- Balizamento lateral em vias urbanas ou rodovias, especialmente em trechos retos, alterações geométricas, curvas acentuadas, bifurcações e reforço da sinalização vertical de obstáculos. Eles ajudam a delimitar e orientar os condutores nesses pontos críticos.
- Reforço da demarcação de faixas de trânsito em vias urbanas ou rodovias. Os dispositivos delimitadores podem ser utilizados para complementar as marcações no pavimento, aumentando a visibilidade e a clareza das faixas.
- Reforço da demarcação horizontal em torno de obstáculos laterais ou no meio da pista. Eles ajudam a alertar os condutores sobre a presença desses obstáculos e fornecem uma indicação visual clara de seu limite.
- Reforço das marcas de canalização, auxiliando na orientação dos veículos em vias com geometria complexa ou situações em que seja necessário direcionar o fluxo de tráfego de forma mais precisa.
- Demarcação de faixas de uso exclusivo para uma determinada categoria de veículo. Os dispositivos delimitadores podem ser utilizados para identificar faixas reservadas a ônibus, ciclistas, táxis, entre outros, garantindo que os condutores respeitem essas restrições.

Em todas essas situações, os dispositivos delimitadores desempenham um papel fundamental na segurança viária, fornecendo informações visuais claras e auxiliando os condutores na orientação adequada dentro das vias.

Os dispositivos delimitadores são categorizados em diversos tipos, incluindo:

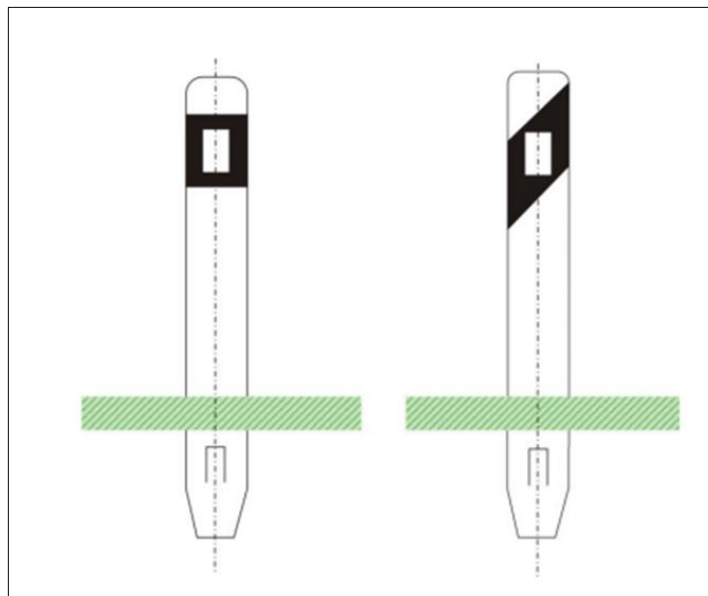
- Balizador;
- Balizador de Ponte, Viaduto, Túnel, Barreira e Defesa;
- Tacha;
- Tachão;
- Cilindro Delimitador;

A seguir, uma breve sintetização do que são esses dispositivos delimitadores.

- Balizador

O balizador desempenha um papel importante ao proporcionar aos condutores uma melhor percepção dos limites da pista. Ao serem colocados ao longo das margens da via, os balizadores auxiliam na delimitação visual do espaço destinado ao tráfego, permitindo que os condutores tenham uma referência clara dos limites da pista (CONTRAN, 2021).

Figura 11 - Balizador



Fonte: CONTRAN (2021)

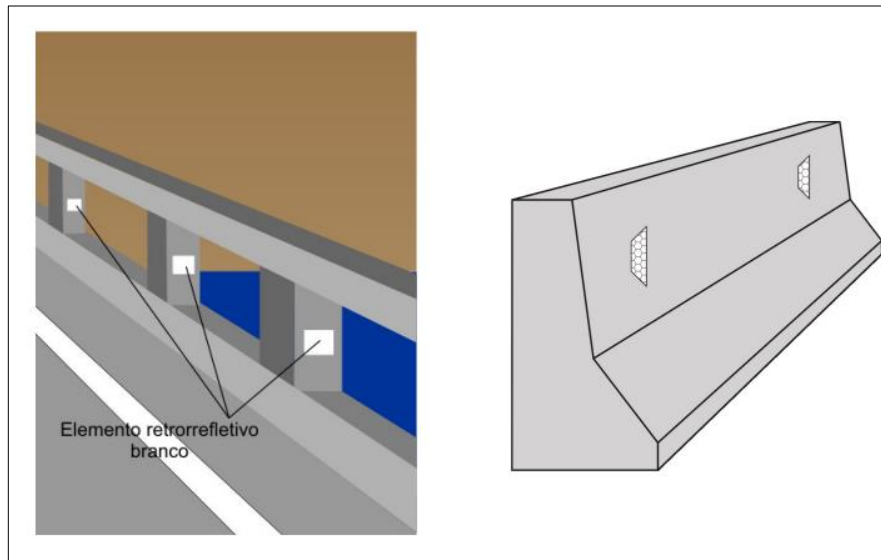
O balizador é composto por um elemento retrorrefletivo, que pode ser mono ou bidirecional, aplicado sobre uma máscara preta. Ele é fixado em um suporte vertical, que pode ter formato de lâmina ou pilarete. O material utilizado na fabricação do suporte vertical pode variar, sendo comumente utilizado PVC, madeira, metal, entre outros, de acordo com a decisão do órgão de trânsito responsável.

No caso de balizadores confeccionados com suportes plásticos ou outros materiais, é necessário que eles atendam, no mínimo, aos critérios estabelecidos pelas normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Essas normas definem os requisitos e especificações que devem ser seguidos na fabricação dos balizadores, garantindo sua qualidade e desempenho adequados.

- Balizador de Ponte, Viaduto, Túnel, Barreira e Defesa

O balizador de ponte, viaduto, túnel, barreira e defesa desempenha um papel importante ao proporcionar aos condutores uma melhor percepção dos limites de uma obra de arte ou dispositivo de contenção. Esses elementos são estruturas específicas presentes nas vias, como pontes, viadutos, túneis, barreiras e defensas, que exigem uma sinalização adequada para garantir a segurança do tráfego.

Figura 12 - Balizador de ponte, viaduto, túnel, barreira e defesa

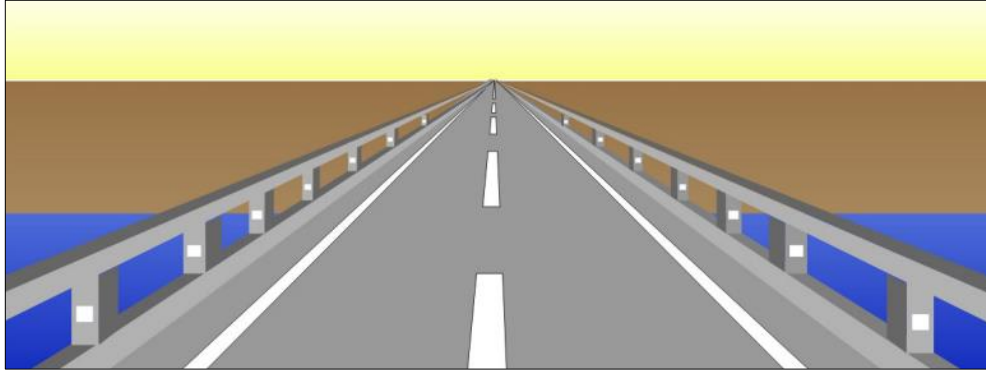


Fonte: CONTRAN (2021)

É composto por um elemento retrorefletivo aplicado sobre a mureta ou guarda-corpo dessas estruturas. Ele desempenha um papel crucial ao fornecer uma sinalização visual aos condutores, destacando os limites e a presença dessas obras de arte ou dispositivos de contenção, contribuindo assim para a segurança e fluidez do tráfego.

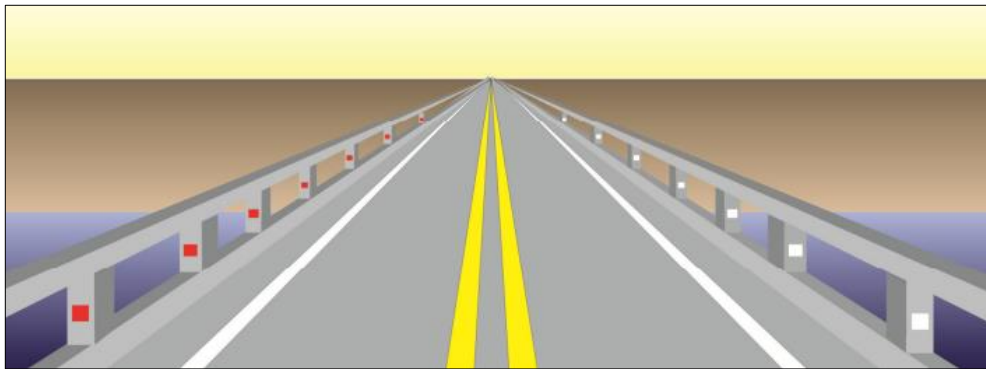
As cores dos elementos retrorefletivos podem ser brancas para fluxos de sentido único (Figura 13) e vermelha em vias rurais de pista simples e sentido duplo de circulação, pode ser utilizada também no lado oposto da via (Figura 14).

Figura 13 - Exemplo de elemento refletivo branco



Fonte: CONTRAN (2021)

Figura 14 - Exemplo de elemento refletivo vermelho



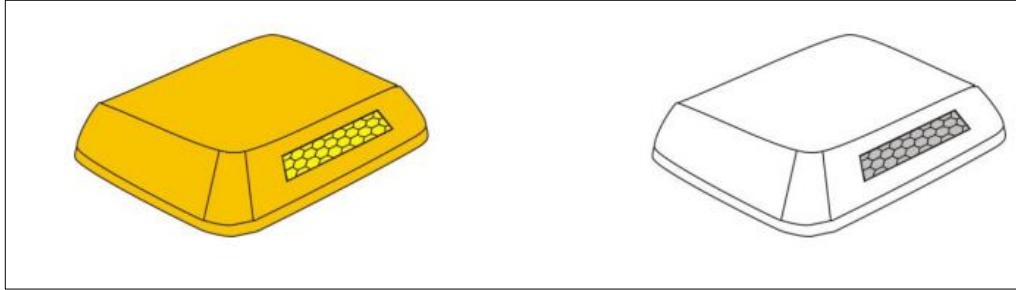
Fonte: CONTRAN (2021)

O elemento refletivo deve ser aplicado em estruturas de obras de arte, como pontes, viadutos ou túneis, bem como em dispositivos de contenção que exigem uma definição clara de seus limites em relação à pista. Esses elementos refletivos têm a finalidade de fornecer uma sinalização visual adicional para os condutores, ajudando-os a identificar com mais facilidade a presença e a extensão dessas estruturas ao longo da via (CONTRAN, 2021).

- Tacha

A tacha é um dispositivo que tem como objetivo fornecer uma melhor percepção do espaço destinado à circulação aos condutores, realçando as marcas longitudinais e/ou marcas de canalização nas vias. Sua principal função é reforçar a visibilidade da sinalização horizontal, especialmente em condições climáticas adversas, auxiliando no posicionamento adequado do veículo na faixa de trânsito.

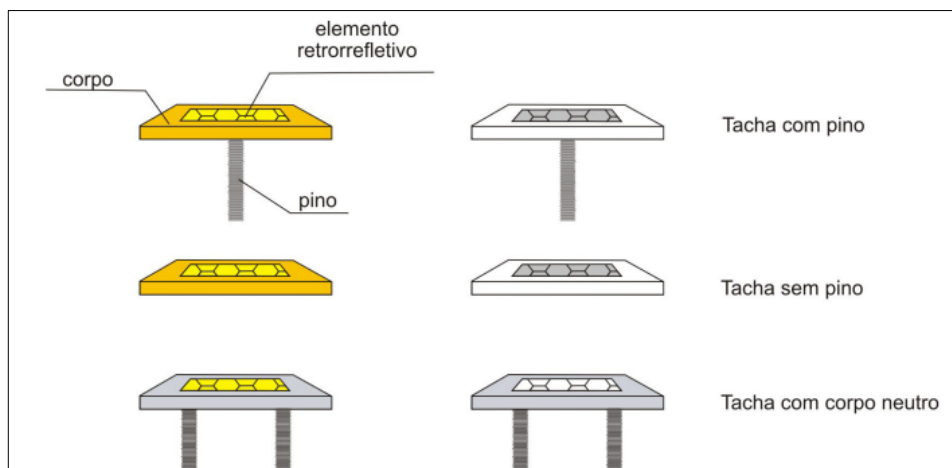
Figura 15- Tacha



Fonte: CONTRAN (2021)

A tacha é aplicada no pavimento da via, geralmente nas proximidades das marcas viárias, e é composta por um elemento retrorrefletivo que possui a capacidade de refletir a luz dos faróis dos veículos de forma visível ao condutor. Essa propriedade permite que as tachas sejam facilmente percebidas mesmo em condições de baixa iluminação ou em situações em que a visibilidade é prejudicada, como durante a noite, chuva intensa ou neblina (CONTRAN, 2021).

Figura 16 - Tipos de tachas



Fonte: CONTRAN (2021)

A tacha deve apresentar um coeficiente de intensidade luminosa (R_i) mínimo inicial em função do Volume Diário Médio – VDM da via e da cor do retro refletivo (CONTRAN, 2021).

A utilização da tacha é recomendada em determinadas situações para melhorar a percepção do condutor em relação aos limites do espaço destinado ao rolamento. A seguir estão os princípios de utilização da tacha:

- Aumentar as condições de visualização da marca longitudinal e/ou marca de canalização: A tacha é especialmente útil para melhorar a visibilidade das marcas viárias, principalmente em condições de baixa luminosidade,

como à noite, durante chuva ou neblina intensa. Ao refletir a luz dos faróis dos veículos, as tachas realçam as marcas no pavimento, tornando-as mais visíveis aos condutores.

- Auxiliar na percepção das variações geométricas da pista de rolamento: As tachas também desempenham um papel importante na sinalização de variações geométricas da pista, como curvas horizontais, bifurcações e entroncamentos, assim como na identificação de alterações na largura e no número de faixas de trânsito. Elas fornecem aos condutores uma referência visual adicional para se orientarem corretamente nessas situações.

Além disso, o uso obrigatório da tacha está especificado nas seguintes circunstâncias:

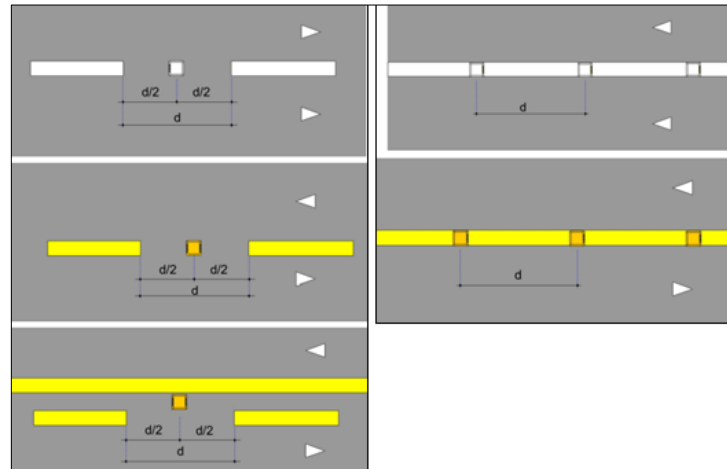
- Rodovia: Nas vias de rodovia, as tachas são obrigatórias como parte da sinalização horizontal para melhorar a visibilidade e a percepção dos condutores em relação aos limites do espaço destinado ao rolamento.
- Túnel e passagem subterrânea: Em túneis e passagens subterrâneas, a utilização da tacha também é obrigatória. Isso se deve à importância de fornecer uma orientação clara e segura aos condutores nesses ambientes, onde a iluminação natural é limitada e a visibilidade pode ser comprometida.

A tacha deve ser colocada próxima à sinalização horizontal, de forma a realçar a visibilidade da mesma. Ela é fixada perpendicularmente ao fluxo de veículos e voltada para o sentido de circulação. A tacha pode ser do tipo monodirecional, refletindo a luz dos faróis dos veículos em apenas uma direção, ou bidirecional, refletindo a luz em ambas as direções, dependendo do sentido de circulação da pista. Essa orientação garante que os condutores possam visualizar adequadamente a sinalização horizontal, auxiliando na sua orientação e segurança no trânsito. A seguir estão alguns exemplos de utilização dessas tachas.

Em faixas ou pistas onde ocorre alternância de sentido de circulação, como túneis ou faixas reversíveis operacionais, é recomendado o uso de tachas bidirecionais na cor branca sobre a linha de divisão de fluxos de mesmo sentido ou sobre a linha de bordo. Isso permite que os condutores visualizem as tachas refletindo a luz dos faróis em ambas as direções, aumentando a percepção dos limites da pista.

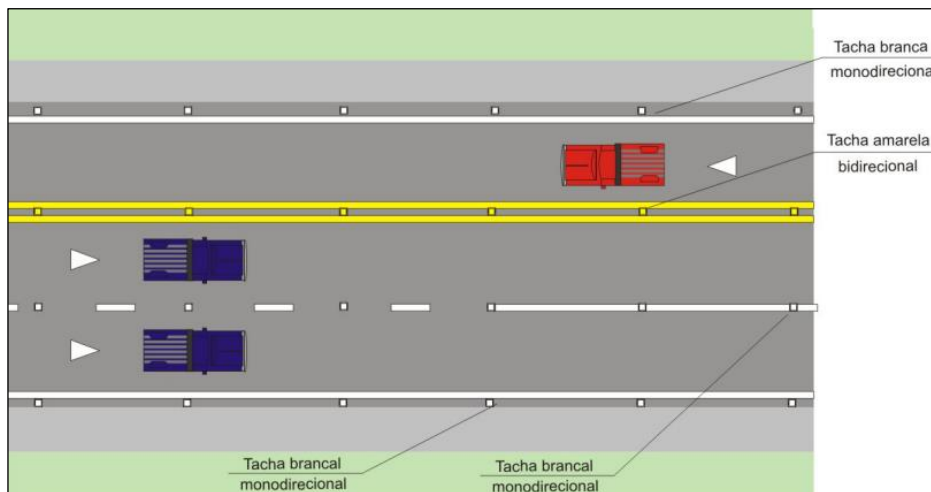
Em rodovias de pista única com duplo sentido de circulação, é permitido o uso de tachas com unidade retrorrefletiva na cor vermelha junto à linha de bordo do sentido oposto. Essas tachas vermelhas auxiliam os condutores a identificarem claramente a separação entre as

Figura 19 - Exemplo de aplicação das tachas junto à marca longitudinal seccionada branca ou amarela e linha contínua de divisão de fluxos



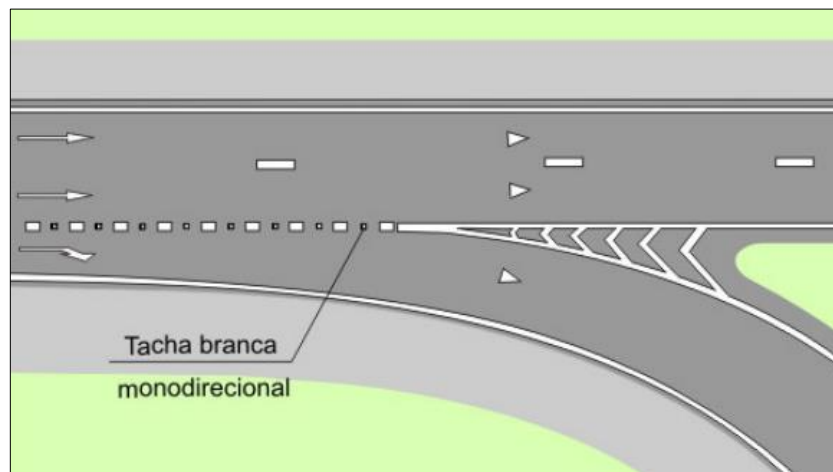
Fonte: CONTRAN (2021)

Figura 20 - Exemplo de aplicação das tachas monodirecional e bidirecional (linha de bordo)



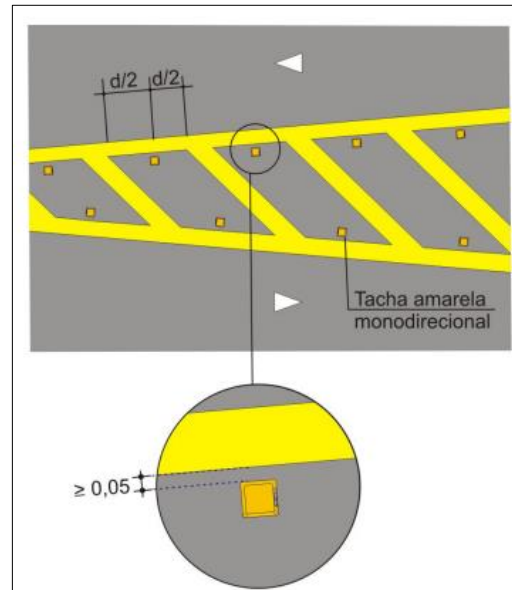
Fonte: CONTRAN (2021)

Figura 21 - Exemplo de aplicação das tachas junto a linha tracejada



Fonte: CONTRAN (2021)

Figura 22 - Exemplo de aplicação das tachas junto à marca de canalização

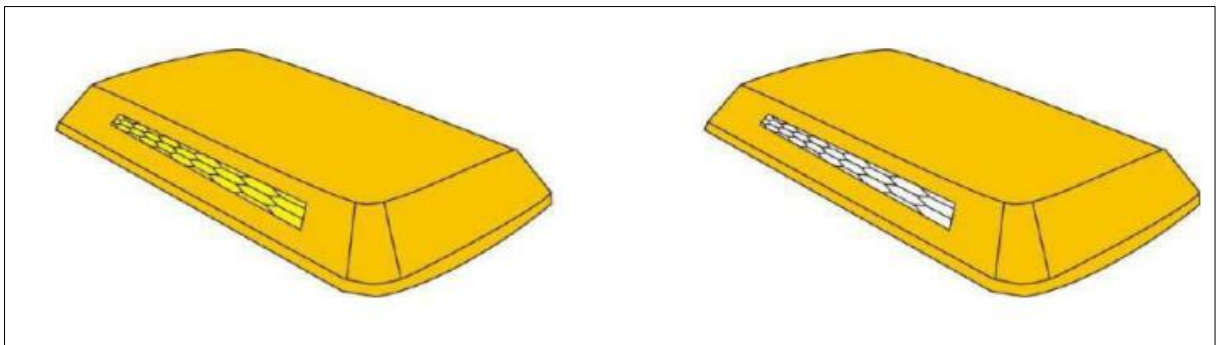


Fonte: CONTRAN (2021)

- Tachão

O tachão, segundo o CONTRAN (2021) “delimita ao condutor a utilização do espaço destinado à circulação, inibindo a transposição de faixa de trânsito ou a invasão de marca de canalização, devendo sempre estar associado a uma marca viária.”

Figura 23 - Tachão



Fonte: CONTRAN (2021)

O tachão é um dispositivo constituído de material rígido e pigmentado, comumente com formato semelhante a troncos de pirâmide com base retangular. Ele é aplicado diretamente no pavimento da via. Além do seu corpo, o tachão também possui um elemento retrorefletivo, que tem a capacidade de refletir a luz dos faróis dos veículos, tornando-o visível durante a noite ou em condições de baixa visibilidade. Seu corpo deve ser sempre da cor amarela, o elemento retrorefletivo pode ser branco em zona neutra, utilizado para separar fluxos do mesmo sentido e amarela em zona neutra, utilizado para separar fluxos de sentidos opostos (CONTRAN, 2021).

O tachão pode ser utilizado em situações em que é necessário manter o condutor circulando dentro do espaço destinado ao rolamento da via. Ele desempenha duas funções principais:

- Inibir a invasão de marca de canalização: O tachão é colocado de forma a delimitar claramente as faixas de trânsito, evitando que os veículos invadam as marcações e mantenham-se dentro dos limites estabelecidos.
- Delimitar área de minirrotatória: Em determinadas situações, como em áreas de minirrotatórias, o tachão é utilizado para induzir o movimento circular de veículos de pequeno porte, enquanto permite o movimento de conversão para caminhões e ônibus.

No entanto, existem algumas restrições quanto ao uso do tachão:

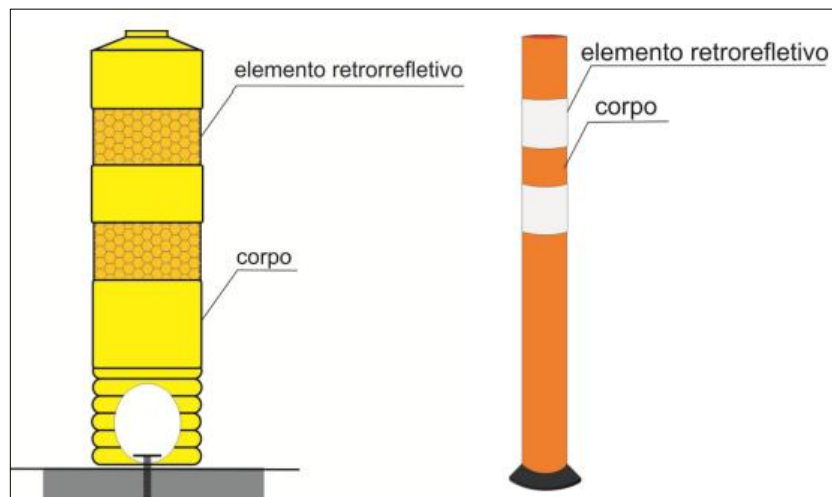
- Não deve ser utilizado de forma transversal ao fluxo de trânsito.
- Não deve ser aplicado transversalmente em acostamentos.
- Não deve ser colocado sobre marcas longitudinais em vias urbanas e rurais.
- Não é recomendado em vias urbanas com velocidade superior a 40 km/h, pois pode causar desconforto e insegurança ao condutor.

É importante seguir essas diretrizes para garantir a adequada utilização do tachão e a segurança no trânsito.

- Cilindro Delimitador

O CONTRAN (2021) define “O cilindro delimitador proporciona ao condutor melhor percepção do espaço destinado à circulação, inibindo a transposição de marcas viárias ou melhorando a visibilidade de obstáculos na via.”

Figura 24 - Cilindro delimitador

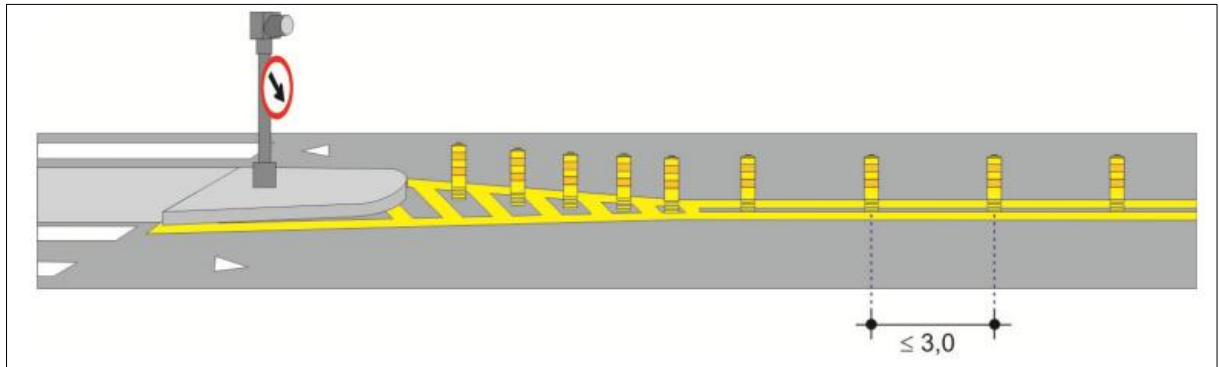


Fonte: CONTRAN (2021)

O dispositivo possui uma forma cilíndrica e é feito de um material deformável que pode ou não retornar à sua forma original quando impactado por um abaloamento.

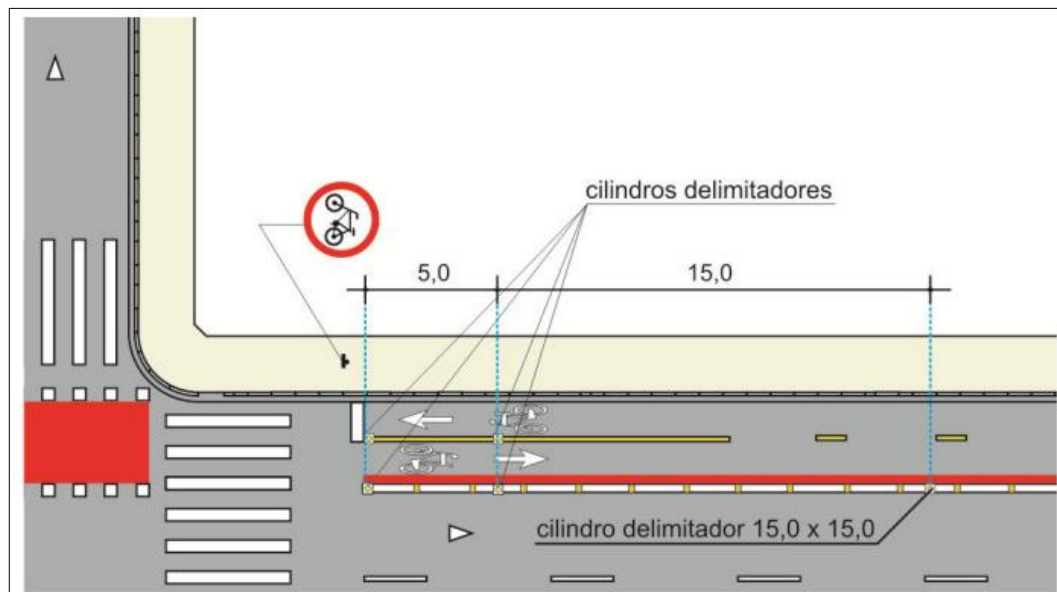
O cilindro delimitador pode ser utilizado para inibir a circulação de veículos sobre marcas viárias, prevenindo seu desrespeito. Além disso, é útil para melhorar a visibilidade de obstáculos na via, como ilhas, canteiros ou refúgios, entre outros.

Figura 25 - Exemplo de utilização de cilindros sobre marcas que sinalizam obstáculos na pista



Fonte: CONTRAN (2021)

Figura 26 - Exemplo de utilização de cilindros linha de divisão de fluxos



Fonte: CONTRAN (2021)

- Dispositivos de Sinalização de Alerta

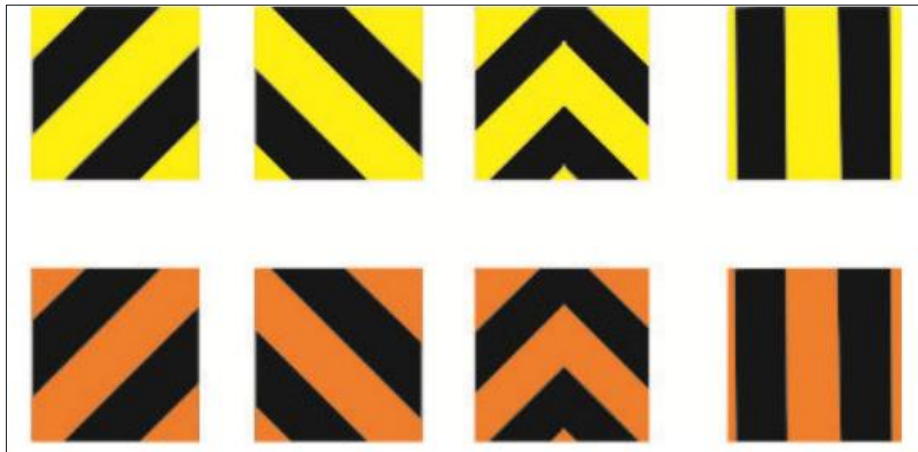
Os dispositivos de sinalização de alerta têm a finalidade de melhorar a percepção do condutor em relação a obstáculos e situações que representem perigo potencial à sua circulação. Eles podem estar localizados na própria via ou em áreas adjacentes a ela e, também, podem indicar mudanças bruscas no alinhamento horizontal da via (CONTRAN; 2021).

Esses dispositivos são caracterizados por suas cores, sendo amarelo e preto para situações permanentes e laranja e preto para situações temporárias, como obras em andamento. Eles são classificados da seguinte forma (CONTRAN, 2021):

- Marcador de Obstáculo

São dispositivos utilizados para sinalizar a presença de obstáculos na via, tais como postes, árvores, mobiliário urbano, entre outros. Eles alertam o condutor sobre a existência desses obstáculos e auxiliam na sua identificação.

Figura 27 - Marcador de obstáculo

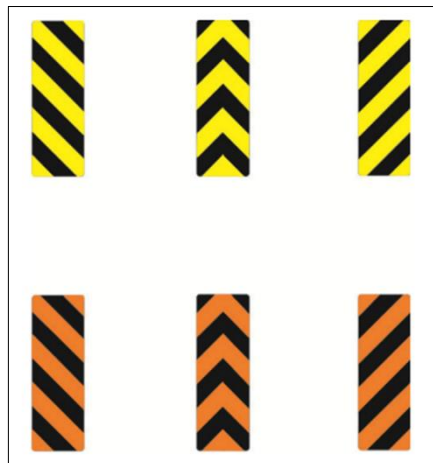


Fonte: CONTRAN (2021)

- Marcador de Perigo

Esses dispositivos são empregados para sinalizar situações que representam perigo potencial aos condutores, como curvas perigosas, declives acentuados, cruzamentos, trechos com má visibilidade, entre outros. Eles alertam os motoristas sobre essas condições e permitem que adotem as devidas precauções.

Figura 28 - Marcador de perigo

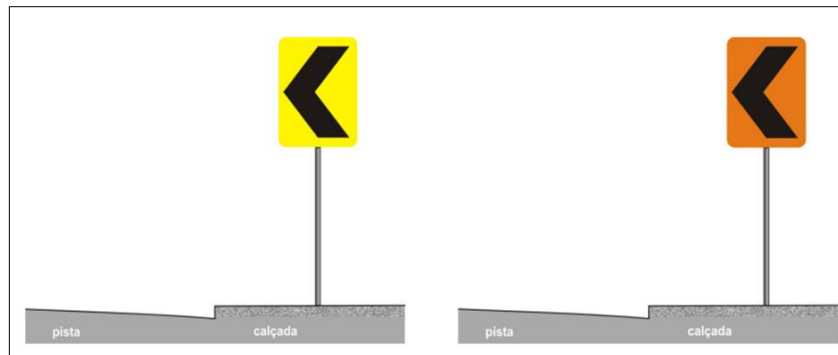


Fonte: CONTRAN (2021)

- Marcador de Alinhamento

Os marcadores de alinhamento são utilizados para indicar mudanças bruscas no alinhamento horizontal da via, como curvas fechadas ou zonas de estreitamento. Eles auxiliam os condutores a manterem-se na trajetória correta da via, evitando desvios ou invasões de faixas contrárias.

Figura 29 - Marcador de alinhamento



Fonte: CONTRAN (2021)

Os exemplos incluem placas de advertência, sinais luminosos intermitentes e sinalização de obras.

- Alterações nas Características do Pavimento

Existem recursos que, quando aplicados nas pistas, modificam suas condições normais, seja por meio de dispositivos físicos colocados sobre ela, ou pela alteração visível das características da própria superfície do revestimento (CONTRAN, 2021).

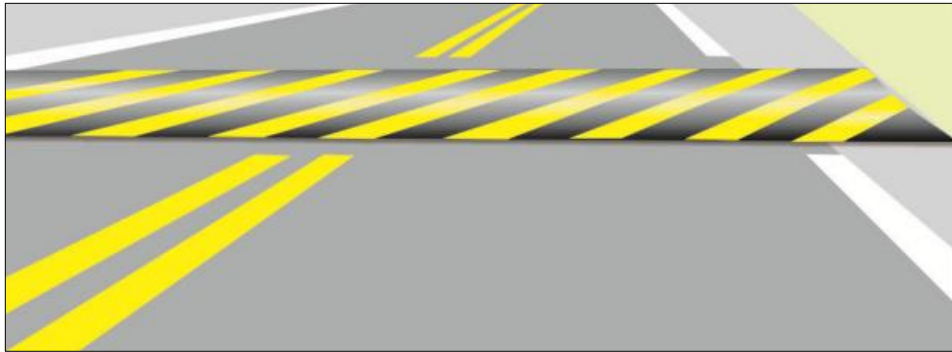
Esses recursos são utilizados com os seguintes objetivos:

- Reduzir a velocidade;
- Alterar a percepção do usuário em relação a mudanças no ambiente e no uso da via, incentivando a adoção de um comportamento cauteloso;
- Aumentar a segurança e facilitar a circulação de pedestres e/ou ciclistas.

As alterações nas características do pavimento são classificadas em:

- Ondulação Transversal;
- Faixa Elevada para Travessia de Pedestres;
- Sonorizador;
- Pavimento Colorido;
- Revestimento Rugoso;
- Pavimento Microfresado;
- Revestimento com Sonorizador Longitudinal.

Figura 30 - Exemplo de alterações na característica do pavimento ondulação transversal



Fonte: CONTRAN (2021)

Figura 31 - Exemplo de alterações na característica do pavimento faixa elevada para travessia de pedestres



Fonte: CONTRAN (2021)

Além dos dispositivos citados acima, o CONTRAN (2021) lista mais alguns apresentados a seguir.

- Dispositivos de Contenção Veicular

São utilizados para restringir o acesso de veículos a determinadas áreas ou para evitar colisões com objetos ou obstáculos. Incluem barreiras New Jersey, balizadores de concreto e defensas metálicas.

- Barreiras Antiofuscamento e Acústica

São dispositivos projetados para reduzir o ofuscamento causado pela iluminação de veículos em sentido oposto e para minimizar o ruído proveniente do tráfego. Exemplos incluem barreiras acústicas e telas antiofuscamento.

- Dispositivos de Proteção para Pedestres e/ou Ciclistas

São utilizados para aumentar a segurança de pedestres e ciclistas, como faixas de pedestres, semáforos exclusivos, ciclovias e passarelas.

- Dispositivos de Uso Temporário

São utilizados em situações temporárias, como obras, eventos ou acidentes, incluindo cones, placas móveis, fitas zebreadas e barreiras temporárias.

2.8 A Cidade de São Paulo

De acordo com os dados do IBGE, estima-se que a cidade de São Paulo, em 2021, possuía 12.396.372 habitantes. Essa estimativa supera o valor absoluto do último censo realizado em 2010, que apontava 11.253.503 habitantes. Com uma área territorial de 1.521,202 km², um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,805 e uma densidade demográfica de 7.398,26 hab/km², faz de São Paulo a cidade mais populosa do país (IBGE, 2010).

Figura 32 - Mapa da cidade de São Paulo

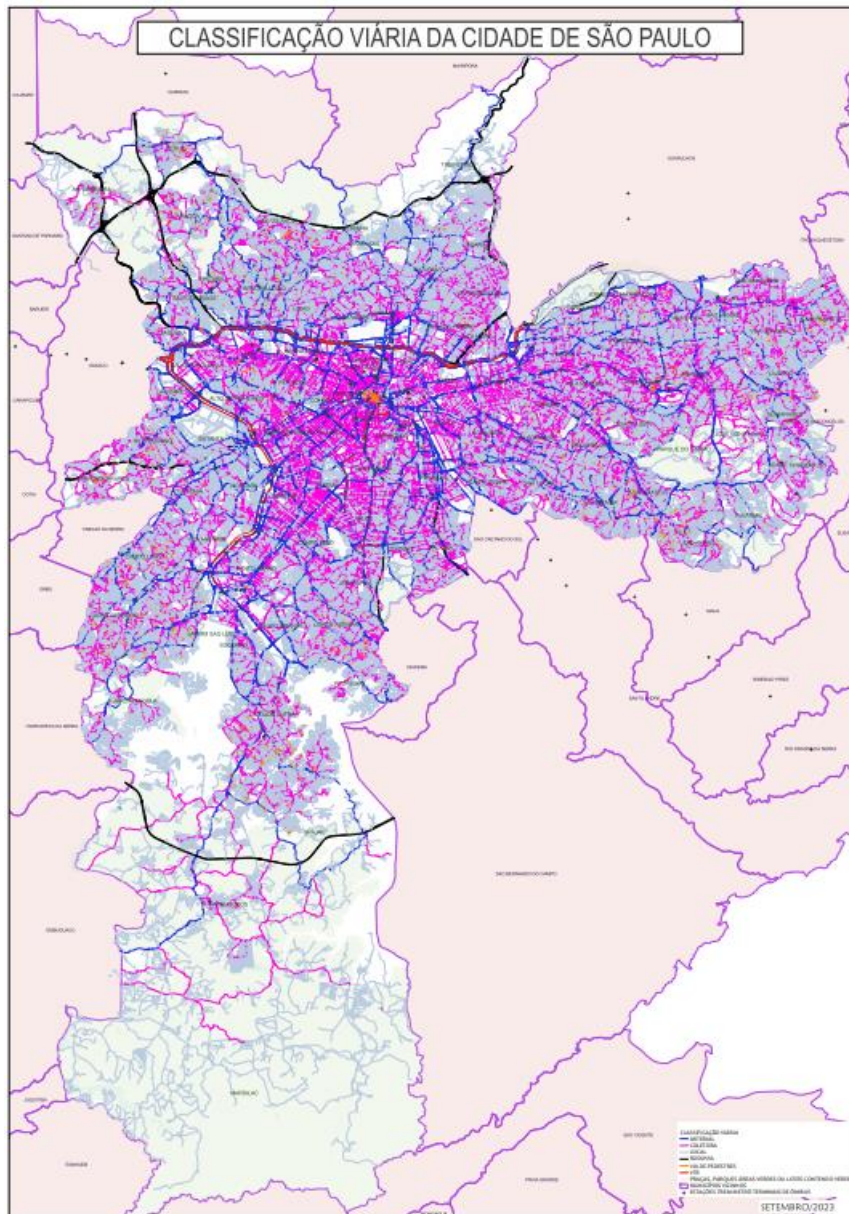


Fonte: Google Maps (2023)

A cidade possui uma extensa rede de avenidas, ruas e estradas urbanas, mas não há um número preciso de quilômetros da malha rodoviária urbana disponível de forma geral. Isso ocorre porque a cidade possui uma complexa rede viária com vias de diferentes tamanhos e características

Além disso, a pesquisa anual realizada pela CNT, em 2010, aponta que São Paulo possui a melhor malha rodoviária do país, com as dezoito melhores estradas brasileiras localizadas no estado. Isso destaca a qualidade e a eficiência das estradas paulistas para o transporte de cargas e passageiros, na Figura 33 a seguir será apresentada a classificação da malha viária da cidade de São Paulo onde são contempladas as vias arteriais, coletoras, locais, rodoviárias e vias de pedestres.

Figura 33 - Malha de classificação viária da cidade de São Paulo



Fonte: CET-SP (2023)

Para o deslocamento de muitas pessoas, a cidade conta com uma extensa rede de transporte público, que inclui linhas de metrô e trem, bem como ônibus urbanos que percorrem as principais regiões. Além disso, foram implementadas diversas medidas para reduzir os congestionamentos, como a criação de corredores exclusivos para ônibus e faixas reversíveis em importantes vias.

No entanto, mesmo com essas medidas, nos horários de pico, o tráfego se torna caótico, resultando em longos tempos de deslocamento para percorrer distâncias relativamente curtas. Para tentar lidar com essa situação, a cidade adotou um sistema de Rodízio Municipal, inicialmente criado com o objetivo de combater a poluição. No entanto, devido à alta proporção

de veículos, com 7,4 veículos para cada 10 pessoas, é desafiador controlar efetivamente os congestionamentos.

A mobilidade urbana é um dos maiores desafios enfrentados por cidades em todo o mundo, incluindo São Paulo. O aumento do número de veículos individuais tem levado à saturação do trânsito e dificuldades na circulação, principalmente em áreas com alta concentração de serviços e empregos.

No entanto, apesar de todas essas ações, ainda persistem congestionamentos e lentidão durante os horários de pico, resultando em longos tempos de deslocamento. A busca por soluções eficazes para a mobilidade urbana continua sendo uma prioridade, visando oferecer melhores condições de transporte e reduzir os impactos negativos do trânsito caótico na qualidade de vida dos cidadãos.

2.9 Estudo de conflitos de tráfego

O estudo de conflitos de tráfego trata de uma investigação acerca dos problemas de tráfego, o que envolve a realização de contagens de conflitos, simultaneamente à coleta de outros dados essenciais para uma análise do local em questão.

Para tratar desse assunto, foi utilizado o *Manual de Procedimento de Pesquisa para Análise de Conflitos de Tráfego em Interseções*, que foi criado como instrumento de apoio para um curso rápido de treinamento e avaliação das técnicas de análise de conflitos de tráfego em interseções do departamento de transporte dos Estados Unidos, *The Federal Highway Administration* U.S. FHWA, divulgadas em forma de manual de procedimentos, feito em conjunto pelo IPT e pela CET, em São Paulo.

Conforme descrito no manual, um conflito de tráfego é definido como um evento envolvendo dois ou mais usuários da via, em que a ação de um dos usuários leva o outro a fazer uma manobra evasiva para evitar uma colisão (PIETRANTONIO, 1991, p. 6). Em outras palavras, trata-se de situações que estão prestes a se transformar em acidentes e geralmente envolvem veículos como carros, motos e caminhões, mas também podem incluir pedestres e ciclistas.

É importante ressaltar que os conflitos de tráfego ocorrem com mais frequência do que os próprios acidentes, sendo que muitos acidentes são originados a partir de conflitos de tráfego. Entretanto, os conflitos são ocorrências comuns no tráfego e a quantidade anormal de conflitos (de determinados tipos) indica a presença de problemas operacionais e de segurança.

2.9.1 Identificação do conflito

Inicialmente, a noção intuitiva de conflito de tráfego pode ser compreendida por meio de uma escala progressiva de gravidade: desde as manobras comuns, passando pelos conflitos de tráfego, as situações de quase-acidentes, os acidentes sem vítimas e, por fim, os acidentes com vítimas (PIETRANTONIO, 1991, p. 5).

O conflito de tráfego pode ser dividido em quatro estágios distintos: em primeiro lugar, o usuário X realiza uma ação; em segundo lugar, o usuário Y reage à ação do usuário X e se encontra em perigo de acidente; em terceiro lugar, o usuário Y freia ou desvia para evitar esse potencial acidente; e, por último, o usuário Y continua seguindo seu curso na via. Ou seja, os usuários devem estar em curso de acidente que deverá ocorrer se a ação evasiva do segundo usuário não for realizada ou falhar.

Para garantir que seja um conflito, a resposta do segundo usuário deve ser uma ação perante o comportamento do primeiro usuário como, por exemplo, uma freada ou desvio e, ainda assim, deve ser mantida a observação do curso seguido pelo segundo usuário, assegurando que não se trata de uma manobra comum.

2.9.2 Tipos de Conflitos

De acordo com a FHWA, os conflitos são categorizados em dezesseis tipos distintos e podem ser classificados em três modalidades: conflitos ocorrendo na mesma direção, conflitos ocorrendo em sentidos opostos e conflitos envolvendo pedestres (PIETRANTONIO, 1991).

Os conflitos veiculares na mesma direção, ilustrados na Figura 32, ocorrem quando o primeiro veículo diminui a velocidade ou realiza uma mudança de direção, colocando o veículo subsequente em risco iminente de colisão traseira.

Figura 34 - Conflitos veiculares de mesma direção

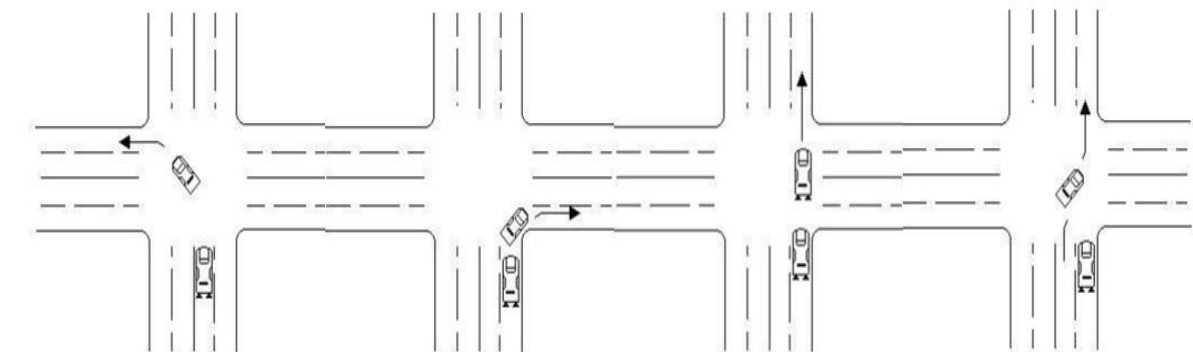


FIGURA 1 - Conflito Tipo 1
Mesma direção, conversão à esquerda

FIGURA 2 - Conflito Tipo 2
Mesma direção, conversão à direita

FIGURA 3 - Conflito Tipo 3
Mesma direção, movimento em frente

FIGURA 4 - Conflito Tipo 4
Mesma direção, mudança de faixa

Fonte: Técnica de análise de conflitos, CET-SP (2001)

Tipo 1 – mesma direção, conversão à esquerda: ocorre quando um veículo reduz velocidade para fazer uma conversão à esquerda, colocando o segundo veículo em perigo de colisão traseira;

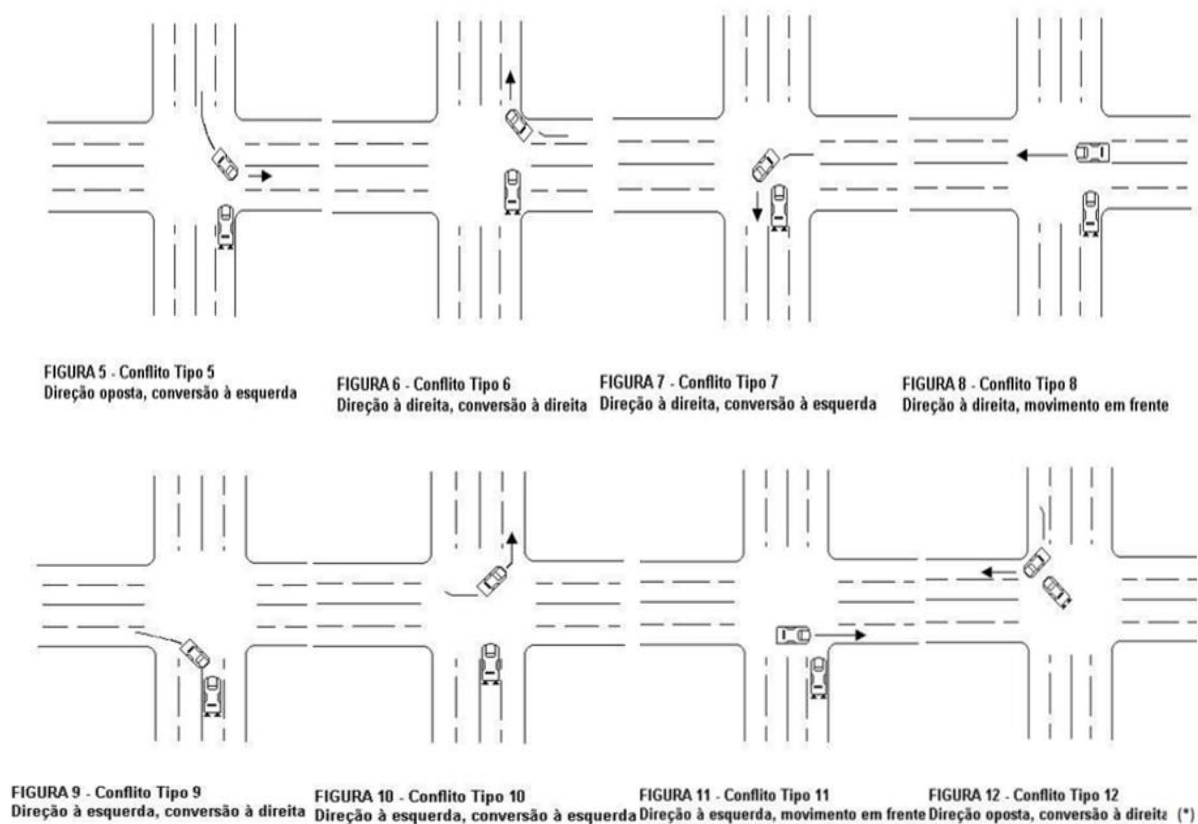
Tipo 2 – mesma direção, conversão à direita: ocorre em situação análoga quando o movimento inicial é de conversão à direita;

Tipo 3 – mesma direção, movimento em frente: ocorre quando um veículo está em velocidade reduzida para atravessar a interseção (em função de qualquer motivo, como precaução do motorista, identificação de congestionamento adiante ou aceleração a partir de estacionamento), colocando o segundo veículo em perigo de colisão traseira.

Tipo 4 – mesma direção, mudança de faixa: ocorre quando um veículo muda da faixa de tráfego em uso para outra, colocando o segundo veículo (na nova faixa) em perigo de colisão traseira ou lateral.

Já os conflitos veiculares com conversão com fluxo oposto apresentados na Figura 33, ocorrem basicamente em função de movimentos de conversão permitidos, e consistem numa única categoria básica:

Figura 35 - Conflitos veiculares de sentidos opostos



Fonte: Técnica de análise de conflitos, CET-SP, (2001)

Tipo 5 – direção oposta, conversão à esquerda: ocorre quando um veículo na direção de tráfego oposto faz uma conversão à esquerda, colocando o segundo veículo em perigo de colisão frontal ou angular.

Tipo 6 – direção à direita, conversão à direita: ocorre quando uma conversão à direita vindo da direita cruza com o segundo veículo que tem de frear ou desviar para evitar uma colisão traseira ou angular;

Tipo 7 – direção à direita, conversão à esquerda: ocorre quando uma conversão à esquerda vindo da direita cruza com o segundo veículo que tem de frear ou desviar para evitar uma colisão frontal ou angular;

Tipo 8 – direção à direita, movimento em frente: ocorre quando um veículo vindo da direita atravessa a interseção diante do segundo veículo, que fica em risco de colisão lateral;

Tipo 9 – direção à esquerda, conversão à direita: ocorre quando uma conversão à direita vindo da esquerda invade à faixa destinada ao fluxo oposto (em função da dimensão reduzida da faixa ou no caso de veículos de carga) na qual o segundo veículo fica em risco de uma colisão frontal;

Tipo 10 – direção à esquerda, conversão à esquerda: ocorre quando uma conversão à esquerda vindo da esquerda cruza com o segundo veículo que tem de frear ou desviar para evitar uma colisão traseira ou angular;

Tipo 11 – direção à esquerda, movimento em frente: ocorre quando um veículo vindo da esquerda atravessa a interseção diante do segundo veículo, que fica em perigo de colisão angular.

Tipo 12 – direção oposta, conversão à direita: ocorre quando um veículo de tráfego oposto faz uma conversão à esquerda e o segundo veículo também realiza a conversão a esquerda e fica em perigo de colisão angular.

É importante ressaltar que para as situações 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14, tais conflitos são corrigíveis por semáforo, e os conflitos 5 e 12 são corrigíveis por estágio para conversão à esquerda, conforme mencionado na nota técnica 210 da CET, Técnica de Análise de Conflitos (MING, 2001).

Por fim, para os conflitos de tráfego com pedestres apresentados na Figura 36, as categorias de travessia afastada ou próxima representam condições de conflito mais frequentes em interseções não semaforizadas, enquanto as categorias de travessia à direita ou à esquerda representam condições de conflito mais frequentes em interseções semaforizadas.

Figura 36 - Tipos de conflitos com pedestre

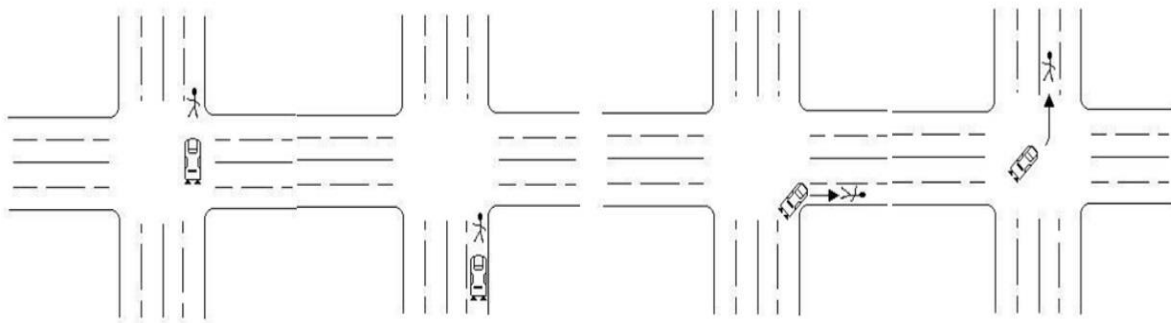


FIGURA 13 - Conflito Tipo 13

Conflito com pedestre, esquina posterior

FIGURA 14 - Conflito Tipo 14

Conflito com pedestre, esquina anterior

FIGURA 15 - Conflito Tipo 15

Conflito com pedestre, conversão à direita

FIGURA 16 - Conflito Tipo 16

Conflito com pedestre, conversão à esquerda

Fonte: Técnica de análise de conflitos, CET-SP, (2001)

Tipo 13 – conflito com pedestre, esquina posterior: ocorre quando um veículo, cruzando a interseção, encontra um pedestre em travessia na via utilizada pelo movimento observado, pela face oposta da interseção, e há perigo de acidente;

Tipo 14 – conflito com pedestre, esquina anterior: ocorre quando um veículo cruzando a interseção ou executando conversão à direita ou à esquerda encontra um pedestre em travessia na via utilizada pelo movimento observado, pela face lindeira da interseção, e há perigo de acidente;

Tipo 15 – conflito com pedestre, conversão à direita: ocorre quando um veículo em conversão à direita encontra um pedestre em travessia na via transversal e há perigo de acidente;

Tipo 16 – conflito com pedestre, conversão à esquerda: ocorre quando um veículo em conversão à esquerda encontra um pedestre em travessia na via transversal e há perigo de acidente.

Definidos na forma anterior os casos de conflitos, estes serão aplicados para realização das análises do estudo de caso, utilizando para tanto, a contagem dos principais tipos de conflito de tráfego, com o objetivo de identificar possíveis melhorias de sinalização de modo a diminuir os conflitos e acidentes na área de estudo.

2.9.3 Acidentes de Trânsito

De acordo com o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito – PNATRANS (2021), em concordância com os princípios da abordagem de Sistemas Seguros, há a necessidade de reexaminar o emprego do termo "acidente de trânsito". A conotação semântica da palavra "acidente" sugere algo inevitável ou que não poderia ter sido evitado.

No entanto, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) realizou uma revisão da NBR 10697/2018, redefinindo os termos técnicos empregados na preparação e condução de pesquisas relacionadas, bem como na elaboração de relatórios estatísticos e operacionais referentes a incidentes de trânsito. Essa atualização normativa altera a terminologia de "acidente de trânsito" para "sinistro de trânsito" e elimina a concepção de sinistro como "não premeditado". Considerada uma conquista significativa pela Associação Brasileira de Medicina do Tráfego (ABRAMET), a adoção do termo "sinistro" e a requalificação da norma representam uma vitória importante para iniciativas e políticas destinadas à preservação da vida nas vias de tráfego.

Todavia, algumas bibliografias, como o PNATRANS ainda utilizam o termo “acidentes de trânsito” até que ocorra a eventual alteração da legislação. Assim, para os fins deste trabalho, tanto o termo acidente, quanto sinistro, podem ser considerados válidos e equivalentes, sem prejuízo à compreensão do assunto.

Segundo o Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN), considera-se acidente de trânsito qualquer evento prejudicial que envolva veículos, vias, pessoas e/ou animais. Para que seja caracterizado como tal, é necessário que pelo menos dois desses elementos estejam presentes (CONFEA, 2022).

Os acidentes de trânsito são classificados em dois tipos: evitáveis e não evitáveis. O primeiro refere-se àqueles em que não foram tomadas todas as medidas razoáveis que poderiam ter sido implementadas para preveni-los. Já o segundo tipo diz respeito aos acidentes nos quais, mesmo esgotando todas as medidas preventivas, acabam ocorrendo.

Com o objetivo de simplificar a identificação de acidentes, compreendendo suas características e estratégias preventivas, a ABNT categoriza os sinistros em 10 tipos distintos. Estes incluem: atropelamento de animal(is), atropelamento de pessoa(s), capotamento, choque, colisão, colisão frontal, colisão lateral, engavetamento, queda, tombamento, outros sinistros, além da combinação dos eventos mencionados a seguir.

- Atropelamento de animais: Sinistro de trânsito em que animal (is) sofre (m) o impacto de um veículo em movimento.
- Atropelamento de pessoas: Sinistro de trânsito em que pessoa (s) sofre (m) o impacto de um veículo em movimento.
- Capotamento: Sinistro de trânsito em que o veículo gira sobre si mesmo, em qualquer sentido, ficando em algum momento com as rodas para cima, imobilizando-se em qualquer posição.
- Choque: Sinistro de trânsito em que há impacto de um veículo contra qualquer objeto fixo ou móvel sem movimento.
- Colisão: Sinistro de trânsito em que um veículo contra qualquer objeto fixo ou objeto móvel sem movimento.
- Colisão frontal: Colisão que ocorre quando os veículos transitam em sentidos opostos, na mesma direção, colidindo frontalmente.
- Colisão lateral: Colisão que ocorre lateralmente, quando os veículos transitam na mesma direção, podendo ser no mesmo sentido ou em sentidos opostos.
- Colisão transversal: Colisão que ocorre transversalmente, quando os veículos transitam em direções que se cruzam, ortogonal ou obliquamente.
- Colisão traseira: Colisão que na frente contra traseira ou na traseira contra traseira, quando os veículos transitam no mesmo sentido ou em sentidos opostos, podendo pelo menos um deles estar em marcha a ré.
- Engavetamento: Sinistro de trânsito em que há impacto entre três ou mais veículos, em um mesmo sentido de circulação, resultado de uma sequência de colisões traseiras, laterais ou transversais.

- Queda: Sinistro de trânsito em que há impacto em razão de queda livre do veículo, queda de pessoas ou cargas transportadas em razão do movimento do veículo.
- Tombamento: Sinistro de trânsito em que o veículo sai de sua posição normal, imobilizando-se sobre uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira.

Haddon (1986) elaborou uma estrutura utilizada na determinação e ordenação dos fatores de risco e fatores contribuintes que influenciam um acidente, relacionando esses fatores a cada um dos três elementos que compõem o sistema de trânsito, que são os fatores humanos, fatores do veículo ou fatores da via e do meio ambiente, no sentido de evitar os acidentes, minimizar as consequências dos acidentes no instante em que ocorrem e de minimizar os efeitos após os acidentes (DER-SP, 2023).

No quadro abaixo, apresenta uma adaptação da Matriz de Haddon.

Quadro 2 – Matriz de Haddon

	Fatores antes do acidente (contribuem para o aumento do risco)	Fatores durante o acidente (contribuem para a severidade)	Fatores depois do acidente (contribuem para o resultado)
Fatores humanos	Fatores socioeconômicos, fatores demográficos, distração/desatenção, fadiga e/ou julgamento deficientes, uso de celular, ingestão de álcool e outras drogas, velocidade inadequada e excessiva.	Vulnerabilidade à lesão, idade, não usar equipamentos de segurança, velocidade inadequada ou excessiva, não sobriedade.	Fatores demográficos, acesso a cuidados médicos, habilidades e rapidez de primeiros socorros.
Fatores veículos	Pneus com desgaste acentuado ou defeituosos, freios desregulados, sistema de suspensão/estabilização com problemas, luzes dos faróis ou das lanternas queimadas, limpador do para-brisa com mau funcionamento, falta de buzina, espelho retrovisor com defeito, mistura de tráfego motorizado de alta velocidade com usuários vulneráveis da rodovia.	Projeto dos veículos (estrutura veicular, desempenho do sistema de freio, de direção, de suspensão/estabilização e de faróis), para-choques adequado para adsorção de energia, apoio de cabeça, operações de <i>airbag</i> , masso do veículo.	Facilidade de remover passageiros lesionados, vazamentos de materiais perigosos.
Fatores da via e do meio ambiente	Práticas de planejamento do uso do solo que influenciam a duração da viagem e o modo de transporte, pista molhada, agregado do pavimento liso, declividade acentuada, buraco na via ou pavimento deteriorado, sistema de sinalização deficiente, limites de velocidade inadequados, ausência de locais para pedestres, projeto geométrico inadequado, falta de iluminação, visibilidade inadequada devido a fatores ambientais (dificultando a detecção de veículos e outros usuários da rodovia).	Pavimento sem aderência ou com granulometria inadequada, ambiente ao redor da rodovia (taludes críticos, obstáculos fixos desprotegidos próximos à via), objetos à beira da rodovia não protegidas contra acidentes ou não frangíveis.	Tempo e qualidade da reposta emergencial, áreas de difícil acesso, tratamento médico subsequente, congestionamento, presença de fogo resultante de colisão.

Fonte: Adaptado DER SP (2023)

3 ESTUDO DE CASO

Este trabalho consistiu em um estudo de conflitos de tráfego em um cruzamento com o objetivo de identificar problemas operacionais e de segurança da via, a fim de propor possíveis soluções de sinalização que possam minimizar ocorrências de acidentes.

Para selecionar o local de estudo, foi examinado dados de índices de acidentes da cidade de São Paulo. Por meio das atividades de campo observou-se os movimentos frequentes dos usuários e a sinalização existente no local. Em seguida, adotou-se a metodologia do Manual de Procedimento de Pesquisa para Análise de Conflitos de Tráfego em Interseções para tabular os principais tipos de conflito de tráfego que ocorrem no cruzamento.

Após a tabulação em campo, foram organizadas as informações e, então, realizada a análise dos dados conforme a nota técnica da CET. Em seguida, foram avaliadas as possíveis causas desses conflitos e elaborou-se um croqui com soluções alternativas de engenharia de baixo custo, como a sinalização viária, a fim de minimizar as ocorrências de acidentes no local.

3.1 Procedimento da Pesquisa

Conforme orientado pelo Manual de Procedimento de Pesquisa para Análise de Conflitos de Tráfego em Interseções (PIETRANTONIO, 1991), a investigação dos conflitos de tráfego em uma interseção implica na realização das seguintes etapas: seleção de um ponto apropriado para a observação, elaboração de um esquema para a observação, realização da observação no local, registro das contagens de tráfego e conflitos, e análise dos dados obtidos nos formulários preenchidos.

3.1.1 Determinação do Local

Para a escolha do local de estudo, foi utilizada fontes de informações como o Relatório Anual de Sinistro de Trânsito de São Paulo, divulgado pela CET (2021), e o Sistema de Informações Gerenciais de Acidentes de Trânsito do Estado de São Paulo (INFOSIGA SP, 2023), uma plataforma que disponibiliza dados sobre acidentes de trânsito ocorridos no estado de São Paulo desde 2015. Dessa forma, foi possível selecionar uma região que apresentasse um alto índice de ocorrência de acidentes para o desenvolvimento da pesquisa.

Com base nos dados pesquisados e seguindo os manuais de sinalização viária utilizados no referencial teórico, para a realização do presente trabalho, foram pesquisadas

regiões na cidade de São Paulo que tenha deficiência na sinalização viária ou de condições da via e com isso foi analisado através do relatório anual de sinistros de trânsito (CET, 2021) e com o auxílio do INFOSIGA SP (Figura 37 e Figura 38) foi possível escolher uma região que se adeque ao propósito desse estudo. A região escolhida para ser abordada foi a avenida Jacu-Pêssego/ Nova trabalhadores no trecho localizado entre os bairros Jardim Pedro José Nunes e a Vila Jacuí, pertencentes a subprefeitura de São Miguel na zona Leste de São Paulo.

A Avenida Jacu-Pêssego/ Nova trabalhadores é uma via expressa com várias faixas de tráfego, o que a torna uma opção rápida para deslocamentos na região leste da cidade. Com cerca de 26 km de extensão, ela atravessa diversos bairros, como Itaquera, São Mateus, Aricanduva e Cidade Tiradentes e também conecta a Rodovia Ayrton Senna e a Rodovia Presidente Dutra e estende-se até as proximidades do trecho sul do Rodoanel Mário Covas, com um acesso ao município de Mauá, sendo uma rota importante para o transporte público e transporte de cargas, assim como um dos principais trajetos para veículos que precisam acessar o Aeroporto Internacional de Guarulhos.

Figura 37 - Local de estudo: Av. Jacu-Pêssego/Nova trabalhadores x Rua Américo Sugai

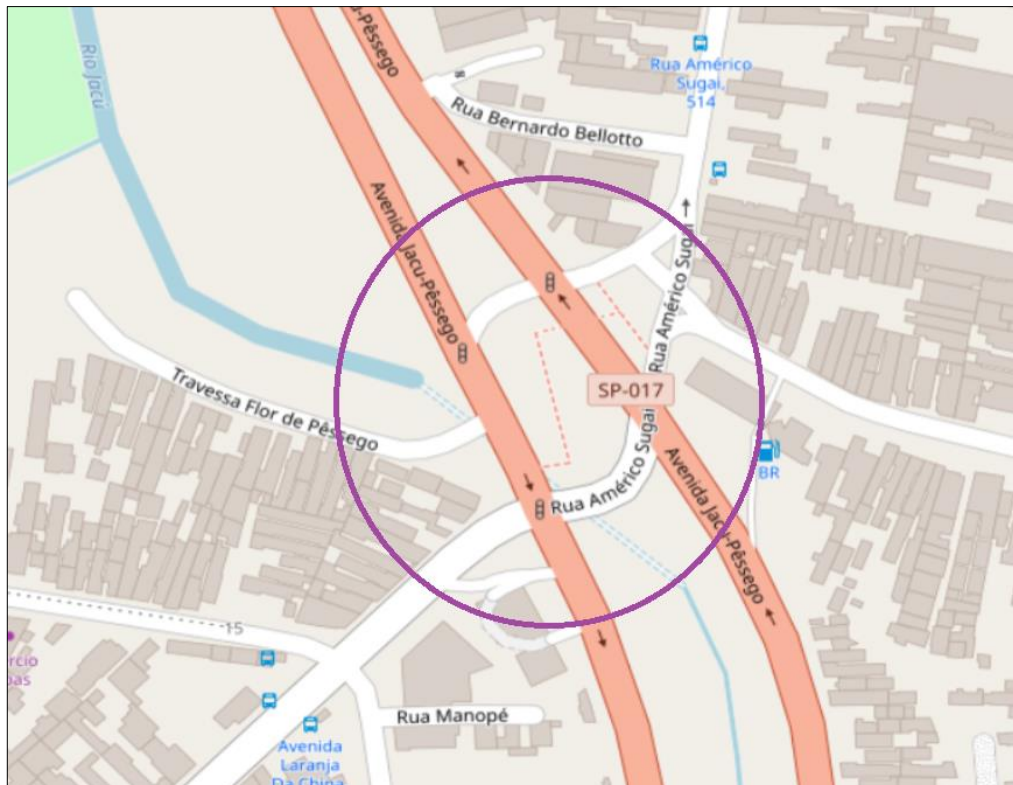


Fonte: Google Maps (2023)

A Avenida Jacu-Pêssego/ Nova trabalhadores opera com 4 faixas e trafega com velocidade média de 50km/h. A Rua Américo Sugai é uma via composta por três faixas, que sofre redução para duas faixas após cruzamento com a avenida, se tornando uma via de mão dupla, sua velocidade é de 30km/h e faz acesso aos bairros adjacentes.

Na Figura 38, na região circulada se situa a região escolhida a ser abordada no presente trabalho.

Figura 38 - Trecho da região de estudo



Fonte: INFOSIGA SP (2023)

Com o auxílio do INFOSIGA (2023) foi possível mapear a situação da região a ser abordada, no capítulo será abordado o que motivou a escolha do trecho de estudo.

3.1.2 Acidentes na região de estudo

Um fator determinante que motivou a escolha desse trecho, foi a elevada incidência de acidentes registradas no local. Como demonstrado no mapa representado na figura a seguir, a região de maior concentração de sinistros situa-se no entorno do cruzamento entre a Rua Américo Sugai e a Avenida Jacu-Pêssego/Nova Trabalhadores, notavelmente na proximidade da Avenida Laranja da China. Esta via, de mão dupla e composta por três faixas, inclui duas faixas no sentido da Rua Américo Sugai e uma no sentido oposto (bairro Jardim Limoeiro).

A Figura 39 ilustra os pontos onde tiveram a maior concentração de acidentes (mancha em azul) e a com menor concentração de acidentes (mancha em amarelo), e com esse mapa também dá para visualizar os pontos com acidente com vítima e com acidentes com óbito.

Figura 39 - Acidentes no trecho da região de estudo até abril/2023



Fonte: INFOSIGA SP (2023).

É importante destacar que, em conformidade com as recomendações da ABNT e da Organização Mundial de Saúde (OMS), a partir do ano de 2016, consideram como acidente fatal qualquer evento que resulte, no mínimo, em uma morte dentro de um período de 30 dias a partir da data do acidente. Nas séries históricas anteriores a 2016, foram consideradas as mortes ocorridas em até um ano após a ocorrência do acidente. Portanto, a vítima fatal é registrada na data em que a pessoa faleceu, independentemente da data em que o acidente aconteceu. Se ocorrer um óbito dentro de um período de 30 dias, o incidente será classificado como um acidente fatal e será contabilizado na data em que ocorreu (CET-SP, 2023).

Na Tabela 1 ilustrada a seguir é um trecho adaptado do relatório anual de sinistros da CET, com as 10 vias com maior número de acidentes fatais, nota-se que a via escolhida ocupa a posição 4 dessa lista, com um total de 15 acidentes e 17 óbitos no ano de 2021, números

expressivos se considerar que as 3 primeiras posições têm um volume médio de tráfego superior em relação a avenida de estudo.

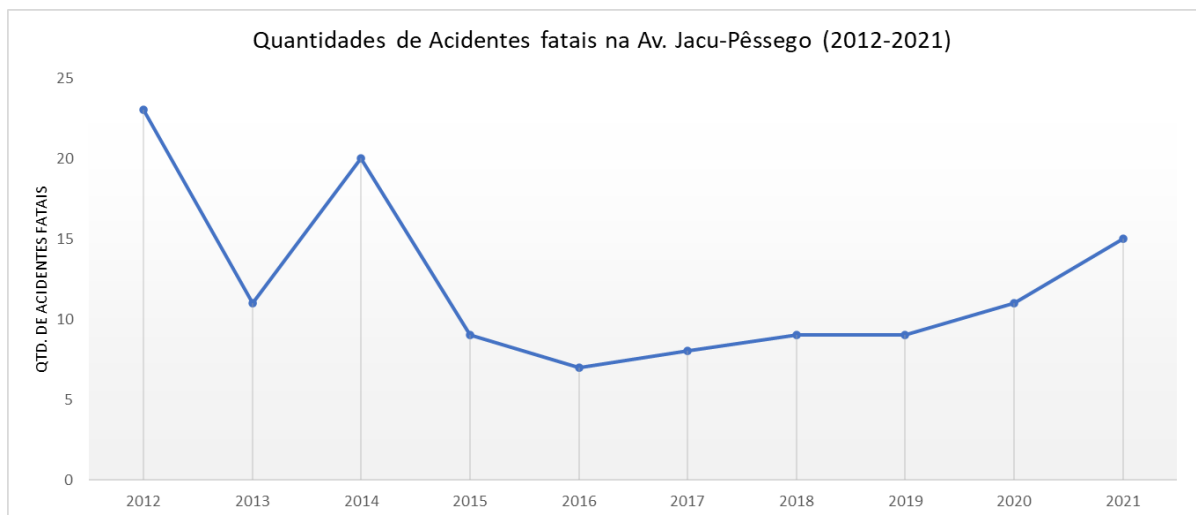
Tabela 1 - Vias com maior número de acidentes fatais

Classif. (total de acidentes)	Logradouro/ Via	Atropelamentos fatais		Acidentes veiculares fatais		Total	
		Qtd. Óbitos	Qtd. Acidentes	Qtd. Óbitos	Qtd. Acidentes	Qtd. Óbitos	Qtd. Acidentes
1	Marginal Tietê	18	18	13	12	31	30
2	Marginal Pinheiros	3	3	15	15	18	18
3	Fernão Dias, Via	7	7	10	8	17	15
4	Jacu-Pêssego/ Nova trabalhadores, Av	7	6	10	9	17	15
5	Estado, Av do	7	7	6	6	13	13
6	Teotônio Vilela, Av Senador	3	3	9	9	12	12
7	Bandeirantes, Via dos	5	5	9	6	14	11
8	Raimundo Pereira de Magalhães, Av	3	3	8	8	11	11
9	Ayrton Senna da Silva, Via	5	5	5	4	10	9
10	Anhanguera, Via	1	1	8	8	9	9

Fonte: Adaptado Relatório Anual de Acidentes de Trânsito 2021, CET-SP (2023)

O gráfico da Figura 40 mostra a evolução de acidentes fatais na Av. Jacu-Pêssego no período de 2012 a 2021.

Figura 40 - Evolução de acidentes fatais na Av. Jacu-Pêssego no período de 2012 a 2021



Fonte: Adaptado Relatório Anual de Acidentes de Trânsito 2021, CET-SP (2023)

A Tabela 2 apresenta a evolução das vias com o maior número de acidentes fatais de 2012 a 2021. Observa-se que a Avenida Jacu-Pêssego/Nova Trabalhadores teve uma redução nos acidentes fatais entre 2015 e 2019. Entretanto, nos anos de 2020 e 2021, os números

começaram a aumentar. É importante ressaltar que 2020 e 2021 foram períodos marcados pela pandemia, e, até o momento, não é possível determinar o impacto que isso teve nos dados do relatório da CET.

Tabela 2 - Evolução anual (2012-2021) das vias com mais acidentes fatais em 2021

Classif. (total de acidentes)	Logradouro/ Via	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Marginal Tietê	46	33	37	26	14	18	14	21	17	30
2	Marginal Pinheiros	25	23	28	17	11	14	20	13	15	18
3	Fernão Dias, Via	10	18	11	11	13	9	5	7	18	15
4	Jacu-Pêssego/ Nova trabalhadores, Av	23	11	20	9	7	8	9	9	11	15
5	Estado, Av do	14	8	7	3	4	7	3	16	16	13
6	Teotonio Vilela, Av Senador	15	20	16	11	10	17	13	10	7	12
7	Bandeirantes, Via dos	9	8	3	16	6	6	16	12	6	11
8	Raimundo Pereira de Magalhães, Av	5	11	8	6	6	5	5	6	4	11
9	Ayrton Senna da Silva, Via	6	11	2	7	10	11	10	21	18	9
10	Anhanguera, Via	3	1	1	1	2	4	6	3	0	9

Fonte: Adaptado Relatório Anual de Acidentes de Trânsito 2021, CET-SP (2023)

3.1.3 Planejamento e Observação do Local

A princípio, foi planejada uma visita de reconhecimento do local, para realizar a execução da análise sobre a condição da via, o estado da sinalização e o fluxo de veículos e suas movimentações referentes ao cruzamento de diferentes ruas que se interligam ao trecho em foco neste estudo.

Para o levantamento de dados em campo, optou-se por observar três tipos de conflitos de tráfego: os conflitos de mesma direção para conversão à direita, movimento em frente e mudança de faixa. A escolha desses conflitos se deve ao fato deles pertencerem à mesma modalidade, ou seja, com os conflitos que ocorrem entre veículos de uma mesma direção.

As contagens volumétricas foram realizadas entre as 9h00 e 15h00 de uma segunda-feira, aproveitando a luz natural e em condições de tempo seco. Esse horário e dia foram escolhidos para representar uma situação típica de tráfego, evitando períodos de congestionamento intenso.

Para efetuar as contagens, foram empregados dois formulários conforme descritos no Anexo A: um para a contagem de conflitos e outro para a contagem de volume de tráfego. Além disso, foram utilizados sete contadores mecânicos de quatro dígitos e uma equipe composta por quatro observadores. Essa equipe foi dividida da seguinte maneira: dois observadores realizaram a contagem volumétrica, sendo um responsável pelos veículos leves e motocicletas, enquanto o outro contava os veículos pesados e pedestres. O terceiro e quarto observador registraram os conflitos de tráfego.

As contagens foram conduzidas em períodos de 25 minutos, com intervalos de 5 minutos entre cada contagem. Essas observações foram realizadas das 09:00 às 15:00, com uma pausa de uma hora entre 12:00 e 13:00. Assim, durante esse período, foram obtidas 10 amostras de 25 minutos, totalizando 4,17 horas de observação, conforme apresentados no capítulo a seguir.

3.1.4 Tabulação de Dados

Durante a inspeção do local, foi observada a maneira como os usuários interagem com os semáforos, a sinalização existente e o fluxo de veículos. A Figura 42 mostra o campo de visão de um motorista que se aproxima do cruzamento vindo da Avenida Laranja da China em direção ao cruzamento da Av. Jacu-Pêssego com a rua Américo Sugai.

Figura 42 - Visão do condutor na Av. Laranja da China



Fonte: Própria (2023)

Na Av. Laranja da China, observa-se que é uma via de acesso crucial na região, caracterizada por um elevado fluxo de tráfego que inclui veículos pesados como caminhões e ônibus. Essa avenida desempenha um papel essencial como rota de ligação à Av. Jacu-Pêssego e a rotatória da Rua Américo Sugai. No entanto, é evidente a falta de manutenção do pavimento ao longo da via. A Figura 43 ilustra claramente que apenas uma parte da via foi recapeada, uma situação preocupante considerando o grande número de veículos pesados que circulam por ali. É fundamental que haja uma manutenção adequada do pavimento nessa rua, dada a sua importância como via de acesso na região. Cabe ressaltar que a ausência de placas de sinalização adequadas pode tornar a navegação na Avenida Laranja da China desafiadora e potencialmente perigosa, contribuindo para a ocorrência de acidentes e congestionamentos. Garantir uma sinalização eficaz é crucial para orientar os condutores, informar sobre regras de trânsito, direções e outras informações essenciais para a segurança viária.

Figura 43 – Situação atual da Av. Laranja da China



Fonte: Própria (2023)

Outro aspecto de grande relevância observado na região é a concentração significativa de motocicletas próximo ao semáforo da Avenida Laranja da China (Figura 44), onde esses veículos se encontram misturados aos demais veículos. Essa situação representa um sério risco, especialmente no momento da abertura do semáforo.

O aglomerado de motocicletas entre os outros veículos no semáforo pode causar acidentes devido à falta de visibilidade e ao espaço limitado para manobras seguras. Essa condição não apenas coloca os motociclistas em perigo, mas também aumenta o risco de colisões envolvendo outros tipos de veículos, criando uma situação potencialmente perigosa.

Durante o período em que foi realizada a contagem de veículos no local, observou-se que muitos motociclistas, frequentemente avançam o sinal vermelho, tanto para continuar em frente em direção à Rua Américo Sugai, quanto para fazer conversões à direita.

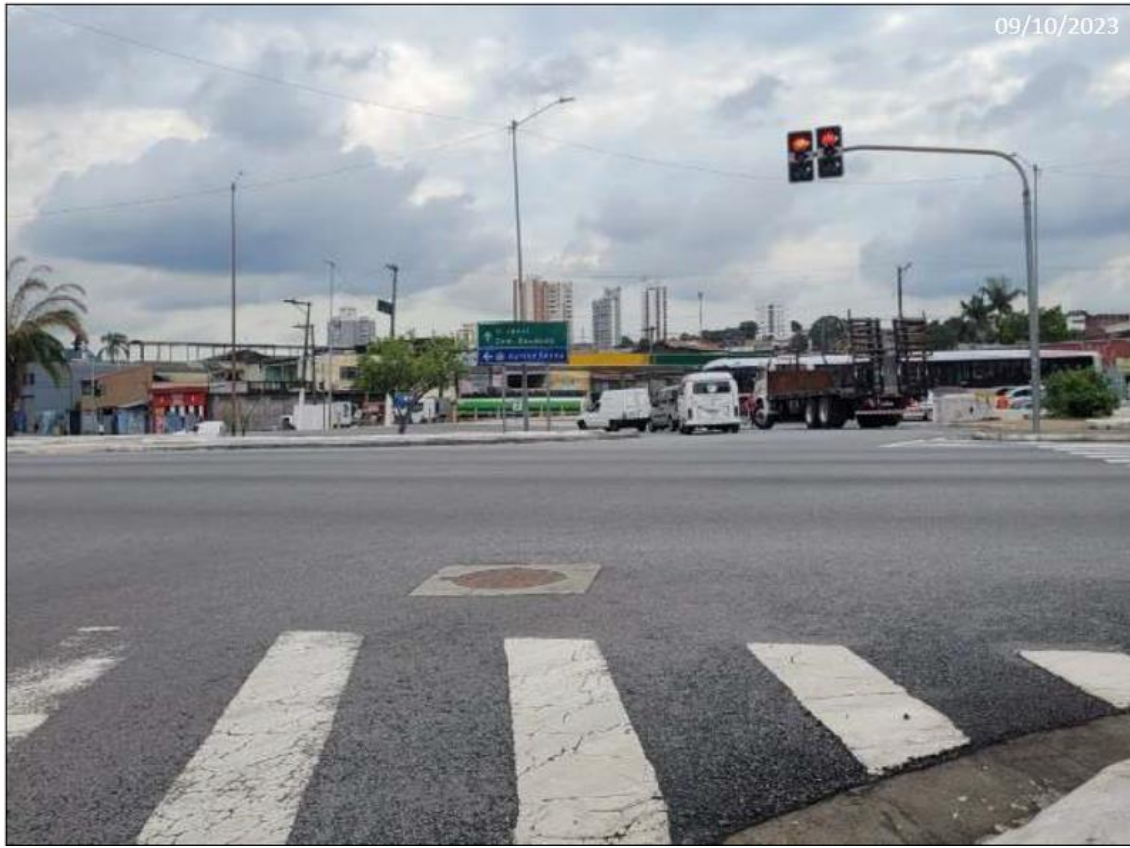
Essa conduta dos motociclistas é uma clara indicação dos desafios que enfrentam devido à falta de estrutura e sinalização adequadas no local. No entanto, avançar o sinal vermelho representa um risco significativo tanto para os próprios motociclistas quanto para outros usuários da via, uma vez que isso pode levar a situações de conflito e a potenciais acidentes.

Figura 44 - Av. Laranja da China



Fonte: Própria (2023)

Figura 45 – Veículos no semáforo da Rua Américo Sugai



Fonte: Própria (2023)

No cruzamento, tanto para os veículos que vêm da Avenida Jacu-Pêssego quanto para aqueles que vêm da Avenida Laranja da China em direção à Rua Américo Sugai, a situação de caminhões de grande porte ocupando de duas a três faixas durante manobras representa um desafio significativo. Observa-se na figura 46, que caminhões de grande porte, como bitrem ou carretas de 3 eixos, ao entrar na via, ocupam de duas a três faixas, comprometendo a fluidez do tráfego, e bloqueando o acesso de outros veículos à via, causando congestionamentos significativos, afetando tanto a Avenida Jacu-Pêssego quanto a Avenida Laranja da China.

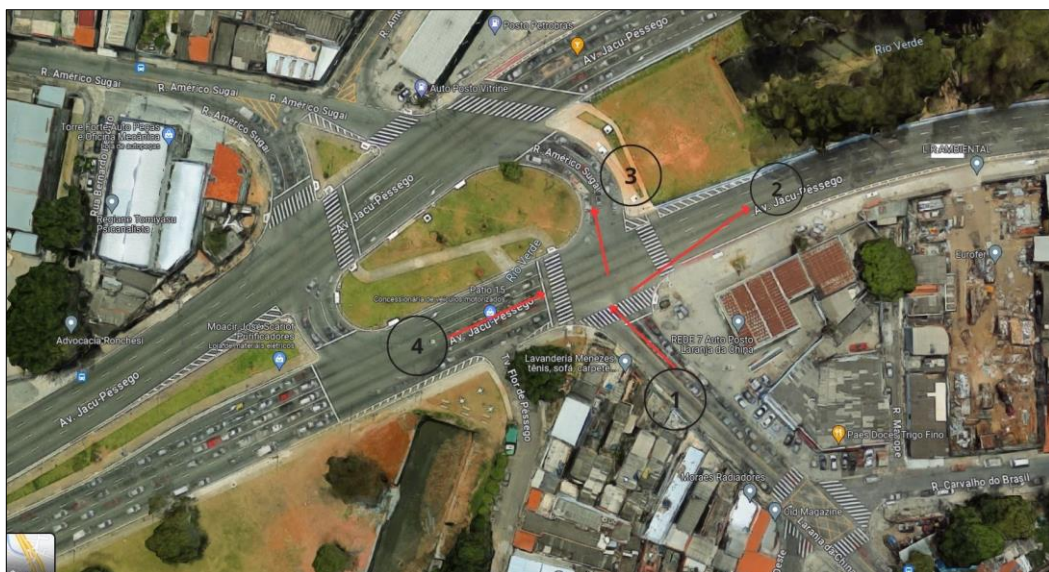
Figura 46 – Conflito na Rua Américo Sugai



Fonte: Própria (2023)

Na Figura 47 está ilustrado um mapa da região de estudo, onde ilustra os pontos de conflitos a serem analisados no presente estudo.

Figura 47 - Mapa das principais regiões de conflitos



Fonte: Própria (2023)

Ao analisar o trecho em estudo, fica evidente que os principais conflitos ocorrem nos quatro segmentos destacados na Figura 47. O primeiro deles ocorre na Av. Laranja da China, onde há uma alta frequência de mudanças de faixa e movimentos para frente, especialmente para os veículos que se dirigem ao cruzamento da Rua Américo Sugai. No segundo trecho, observa-se um considerável volume de conversões à direita para os veículos que pretendem entrar na Av. Jacu-Pêssego. É importante salientar que a presença de um posto de gasolina na esquina também contribui para essa dinâmica, resultando em um grande número de conversões à direita, pois os motoristas buscam acessar o posto.

O terceiro segmento, que também apresenta conflitos, é o próprio cruzamento na Rua Américo Sugai. Nesse ponto, é evidente o grande número de veículos, especialmente caminhões de grande porte, que frequentemente ocupam as três faixas disponíveis nesse trecho, como ilustrado na figura 46

. Isso frequentemente causa congestionamentos na região. Por fim, o quarto trecho é o que vem da Av.-Jacu-Pêssego em direção à Rua Américo Sugai, onde também são observados conflitos significativos.

Durante a contagem volumétrica na via, houve um total de 2105 usuários divididos entre pedestres, veículos pesados, motos, bicicletas e veículos leves. Conforme dados demonstrados na

Tabela 3, percebe-se que os pedestres não possuem grande impacto na via. Essa é uma região mista, ou seja, apresenta um grande volume de residências, o que justifica a quantidade de veículos leves, mas também é uma região que tem uma concentração de empresas e garagem de ônibus, além de ser uma rota importante na região. Os picos de movimento foram observados próximo às 09h da manhã e imediatamente no horário almoço, por volta das 12h. Um comportamento esperado devido a movimentação de trabalhadores em um dia útil comum.

Tabela 3 - Contagem Volumétrica

Período de Contagem		Contagem Volumétrica				
		Pedestres	Veículos Pesados	Motos	Veículos Leves	Bicicletas
9h00	9h25	48	15	10	119	3
9h30	9h55	34	17	15	138	1
10h00	10h25	31	21	21	125	6
10h30	10h55	33	12	24	138	6
11h00	11h25	19	10	22	149	2
11h30	11h55	31	21	25	164	0
12h00	12h25	29	27	29	126	5
12h30	12h55	34	15	27	121	1
13h00	13h25	37	16	23	135	4
13h30	13h55	28	18	22	146	2
Total por usuário		324	172	218	1361	30

Fonte: Própria (2023)

Durante essa movimentação de usuários foram registrados, conforme Tabela 6, um total de 300 conflitos sendo os mais comuns os de movimento em frente e mudança de faixa.

Tabela 4 - Contagem de Conflitos de Tráfego

Período de Contagem		Contagem de Conflito de Tráfego		
		Conversão à Direita	Movimento em Frente	Mudança de Faixa
9h00	9h25	10	19	11
9h30	9h55	8	18	8
10h00	10h25	3	17	12
10h30	10h55	21	7	11
11h00	11h25	3	9	15
11h30	11h55	2	9	13
12h00	12h25	1	16	8
12h30	12h55	1	10	7
13h00	13h25	10	15	10
13h30	13h55	4	11	11
Total por Conflitos		63	131	106

Fonte: Própria (2023)

3.1.5 *Análise de Dados Levantados*

Os dados coletados foram analisados com base na Nota Técnica 210 da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET, 2001), a qual incluem diretrizes e fórmulas para a avaliação de conflitos, conforme estabelecido pela FHWA (Administração Federal de Rodovias dos Estados Unidos).

Para a análise volumétrica é necessário encontrar o volume de tráfego do local, ou seja, o número de veículos que passam pela via durante o intervalo de pesquisa. Este volume é contabilizado por valor de veículos por hora (vph). Como não existe nenhum estudo prévio sobre o local analisado que apresente este volume, a partir do estudo aqui realizado e dos dados obtidos é possível definir que o cruzamento possui uma média de 421 vph. É essencial destacar que a observação foi realizada fora do período de pico, ou seja, esse valor pode variar de acordo com o horário

A FHWA disponibiliza uma fórmula para a avaliação de conflitos, a qual determina se o tempo de amostragem foi adequado, considerando o número de conflitos identificados e levando em conta a precisão e o intervalo de confiança da amostragem, conforme demonstrado na Equação - 1.

$$n = \left(100 \frac{t}{p}\right)^2 \frac{\sigma_e^2}{\bar{Y}^2} \quad (\text{Equação 1})$$

Fonte: Técnica de análise de conflitos, CET-SP, (2001).

Onde,

n = número de horas a serem pesquisadas

t = 1,65 (com nível de confiança = 90%)

p = 50% (precisão de estimativa)

σ_e^2 = variância obtida em pesquisas anteriores

\bar{Y} = número médio de conflitos por hora (por tipo de conflito), definido por: $\bar{Y} = (\text{n}^\circ \text{ conflitos} / \text{n}^\circ \text{ períodos}) \times (60/\text{tempo de período})$.

Entendemos que não haja estudos anteriores relacionados ao cruzamento da Av. Jacu pêssego/Nova Trabalhadores com a Rua Américo Sugai, o que torna impossível determinar o valor da variância (σ_e^2) no cálculo.

Em situações como essa, a nota técnica permite uma adaptação na fórmula, assumindo que a variância é igual à média de conflitos por hora. Portanto, você pode utilizar a fórmula apresentada na Equação 2 para realizar o cálculo, tomando a média de conflitos por

hora como uma estimativa para a variância. Isso é uma abordagem comum quando a variância não está disponível, e permite prosseguir com a análise mesmo em situações de falta de dados precisos

$$n = \left(100 \frac{t}{p}\right)^2 \frac{1}{\bar{Y}} \quad (\text{Equação 2})$$

Fonte: Técnica de análise de conflitos, CET-SP, (2001).

Tabela 5 – Contagem de conflitos no cruzamento da Av. Jacu pêssego com a Rua Américo Sugai

Tipos de conflitos	Descrição	Nº médio de conflitos por hora (Y)	Variância (σ^2_e)	Mínimo de horas de pesquisa (n)	Precisão de estimativa (p%)
2	Mesma direção, conversão à direita	15,12	1	4,50	28,44
3	Mesma direção, movimento em frente	31,44	1	2,16	20,28
4	Mesma direção, mudança de faixa	25,44	1	2,68	23,28
Total de conflitos		72,00	1	0,95	18,82

Fonte: Própria (2023)

Sendo assim, levando em consideração as definições da FHWA, a observação de 4,17 horas no local ultrapassou o mínimo requerido por cada conflito e o número médio de conflitos do tipo 2 está entre $15,12 \pm 4,30$, o de tipo 3 entre $31,44 \pm 6,38$, o de tipo 4 entre $25,44 \pm 5,92$ e o total entre $72,00 \pm 13,55$ conflitos por hora considerando suas respectivas variações de precisão.

Cada via apresenta suas características distintas, o que torna desafiador estimar o efeito de diferentes tipos de conflitos em seu fluxo. Cabe destacar, que a média de conflitos por hora foi maior que 50% em todos os tipos, percebe-se então que será necessário realizar um estudo e posteriormente um projeto para melhorias no local observado.

4 RESULTADOS OBTIDOS

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo detalhado dos conflitos de tráfego em um cruzamento específico na cidade de São Paulo, com o intuito de identificar problemas operacionais e de segurança viária e propor soluções de sinalização que pudessem minimizar as ocorrências de acidentes.

Para selecionar o local de estudo, foram analisados dados de índices de acidentes da cidade, utilizando fontes confiáveis como o Relatório Anual de Sinistro de Trânsito de São Paulo, divulgado pela CET (Companhia de Engenharia de Tráfego) e o INFOSIGA SP (Sistema de Informações Gerenciais de Acidentes de Trânsito do Estado de São Paulo). A partir desses dados, foi possível identificar uma região com alto índice de acidentes para desenvolver a pesquisa.

A escolha dessa via se justificou devido à sua distinção em relação às duas primeiras vias, que são vias marginais com um alto volume de tráfego, e à terceira alternativa, que, por ser uma rodovia, impõe um fluxo de tráfego mais moderado e requer maior cautela, além disso, optou-se por uma via situada no extremo leste da cidade de São Paulo. Devido à sua natureza periférica, os investimentos em segurança no trânsito muitas vezes são escassos, uma vez que os recursos são frequentemente alocados prioritariamente para setores como saúde, educação e segurança.

A região escolhida para análise foi a avenida Jacu-Pêssego/Nova Trabalhadores, localizada entre os bairros Jardim Pedro José Nunes e Vila Jacuí. Essa via apresentou números expressivos de acidentes fatais, ocupando a quarta posição na lista das 10 vias com maior número de ocorrências em 2021, com um total de 15 acidentes e 17 óbitos.

Além disso, foram examinados os dados de evolução anual dos acidentes fatais nessa via ao longo dos anos de 2012 a 2021. Observou-se uma queda nos acidentes fatais de 2015 a 2019, seguida de um aumento nos anos de 2020 e 2021. No entanto, é importante considerar que esses números podem ter sido influenciados pelo contexto da pandemia e exigem uma análise mais aprofundada para entender o impacto desses eventos nos resultados.

Por meio do INFOSIGA SP, foram utilizados mapas para mapear a situação da região selecionada, identificando os pontos com maior concentração de acidentes (representados por manchas em azul) e os pontos com menor concentração (representados por manchas em amarelo). Esses mapas também permitiram visualizar os pontos com acidentes envolvendo vítimas e óbitos.

Na área observada, há questões de falta de manutenção na camada asfáltica, a inadequada condição das vias, caracterizada por deformações no pavimento, como depressões, trincas, desníveis e ausência de manutenção, pode induzir situações de risco para condutores. Estas anomalias estão associadas a eventos como perda de aderência do veículo, danos nos pneus e colisões, contribuindo, assim, para a incidência de acidentes. Nesse contexto, a qualidade do pavimento e a execução de manutenções adequadas desempenham um papel na segurança viária.

Foi observada a ausência de infraestrutura de sinalização dedicada a motociclistas na via, especificamente na forma de uma área de parada à frente dos veículos automotores. Dada a elevada presença de motociclistas nesta localidade, foi analisada a viabilidade de implementação de tais áreas, a fim de permitir que os motociclistas aguardem o sinal luminoso sem a necessidade de compartilhar espaço com outros veículos.

Este tipo de sinalização já foi implementado em algumas áreas urbanas de São Paulo. O objetivo desta nova sinalização, que está sendo adotada em centros urbanos de grande porte, é permitir que as motocicletas ocupem um espaço específico e, ao sinal verde do semáforo, possam avançar antes dos demais veículos.

O propósito subjacente à implementação dessa infraestrutura é contribuir para a redução da incidência de acidentes no trânsito.

Essas áreas são delimitadas por duas linhas de retenção e destinam-se exclusivamente à espera de motocicletas, motonetas e ciclomotores. São posicionadas imediatamente à frente da linha de retenção dos demais veículos, junto à abordagem do semáforo. Vale ressaltar que a regulamentação sobre essa 'área de espera' encontra-se estipulada no Anexo I do Código de Trânsito Brasileiro.

Outro ponto observado é a falta ou insuficiência de placas de sinalização o que pode resultar em incertezas, não conformidade com as normas de trânsito e um aumento nos potenciais riscos de acidentes.

A antropologia da região também desempenha um papel no que diz respeito aos resultados observados e obtidos na segurança viária, uma vez que o comportamento dos condutores, a análise de diferentes culturas viárias, a integração de práticas locais, a educação e treinamentos de condutores, a compreensão das interações entre pedestres e motoristas, o desenvolvimento de políticas e regulamentos eficazes e a avaliação de campanhas de segurança viária não se referem apenas às práticas, mas também aos padrões de conduta humana.

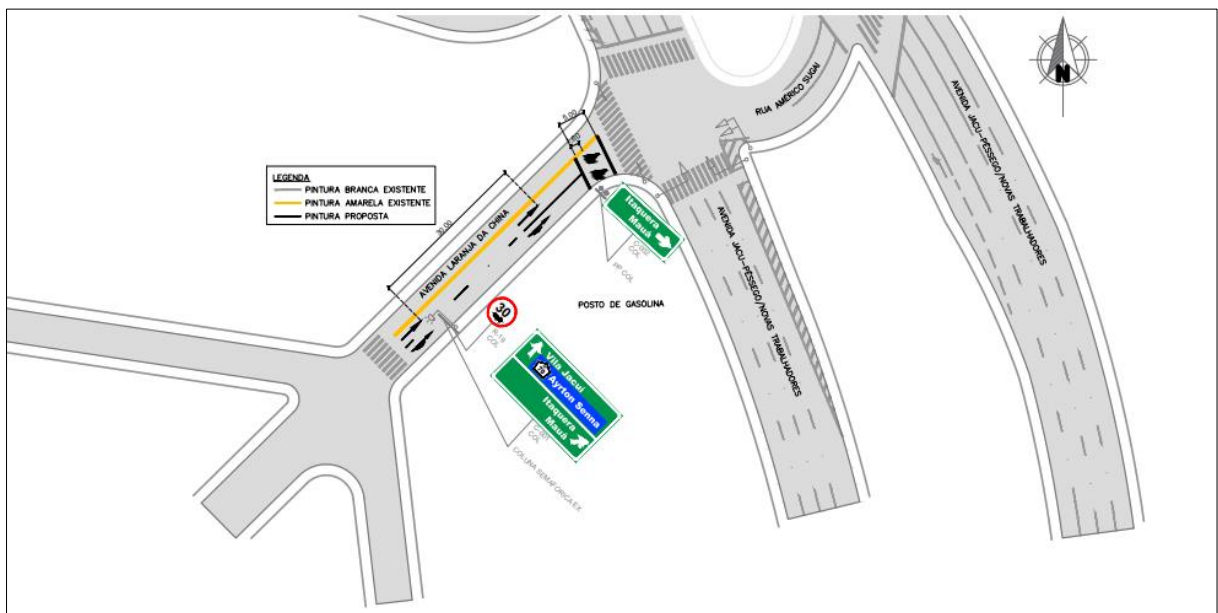
Conforme evidenciado na revisão bibliográfica, a sinalização viária é responsável por otimizar o fluxo do tráfego e aprimorar a segurança dos usuários da via por meio de uma

combinação de sinais de trânsito e dispositivos de segurança. É importante salientar que a falta de adequada sinalização, resulta em uma redução da segurança viária, significativamente incrementando a incidência de conflitos de tráfego no local.

Por todo o cruzamento estudado, a ausência de placas de indicação, a proximidade do posto de gasolina na esquina, a falta de marcações longitudinais e a deterioração das inscrições no pavimento (tais como setas que facilitam a fluidez do tráfego), todos documentados no capítulo 3 constituem fatores cruciais que possibilitam a ocorrência de conflitos no trânsito.

Além das evidentes obras de manutenção requeridas, tais como a substituição das placas existentes e a repintura das marcações longitudinais e a área de espera, existem outras medidas recomendadas para aprimorar a segurança e fluidez na via. Isso inclui a manutenção de placas e inclusão de algumas placas de indicação. Conforme apresentado no croqui (Figura 48).

Figura 48 - Croqui com melhorias na sinalização



Fonte: Própria (2023)

Além das propostas de inclusão de placas de sinalização na Avenida Laranja da China, conforme ilustrado na Figura 48, este estudo também recomenda a criação de uma área de espera específica para motociclistas próximas ao semáforo. Durante as observações de campo, ficou evidente que as motocicletas não contam com um local adequado para esse fim.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste estudo, foi possível entender as principais causas e consequências dos acidentes, bem como identificar caminhos que indiquem soluções para amenizar os riscos para promoção de um ambiente de tráfego mais seguro.

Dessa forma, foram considerados os fatores relacionados ao fator humano, fator veículos e fator via. Com base na análise desses fatores, em especial o fator via no caso do trecho desse estudo, foram identificadas estratégias que podem melhorar a segurança viária, reduzir os acidentes e garantir uma convivência harmoniosa entre motoristas e pedestres.

Este trabalho utilizou a técnica de Análise de Conflitos que nos possibilitou uma melhor compreensão das reações dos usuários às condições da via, assim como das ações por eles empreendidas e o impacto que causam sobre outros usuários. Ao categorizar os conflitos em diferentes modalidades, torna-se viável perceber a interação entre o fluxo de veículos e a própria via. Com frequência, um acidente não consegue explicar por si só toda a sua história. No entanto, por meio da análise de conflitos, é possível identificar a causa raiz desses incidentes.

Após observações diretas no local, ficou evidente a falta de manutenção no pavimento da via, principalmente na rua Laranja da China, onde notou-se que o pavimento não comporta o volume de tráfego ali existente, evidenciando a falta de manutenção da via. A ausência de elementos de sinalização, especialmente placas de indicação de via, agrava ainda mais a situação, tornando difícil para os condutores navegar de forma segura.

A realização da contagem volumétrica e da análise de conflitos revelou que há fatores externos adicionais que desempenham um papel significativo na dinâmica do tráfego e na segurança viária. Um exemplo claro é a situação no semáforo da Avenida Laranja da China, onde se tornou evidente a necessidade de uma "área de espera" para motocicletas. A concentração de motocicletas entre os demais veículos foi identificada como um fator substancial no aumento dos acidentes nesse local. Outro ponto observado foi a proximidade de um posto de gasolina, que leva os usuários a realizar manobras bruscas na via, são aspectos que também desempenham um papel importante nesse contexto.

A observação de que caminhões de grande porte, como bitrem ou carretas de 3 eixos, ocupam de duas a três faixas do cruzamento durante manobras na Rua Américo Sugai é uma preocupação significativa. Essa prática não apenas afeta a fluidez do tráfego, mas também impede que mais veículos acessem a via, resultando em congestionamentos tanto na Avenida Jacu-Pêssego quanto na Avenida Laranja da China. Uma solução viável para abordar essa

situação seria o aumento do raio da curva, o que permitiria a criação de faixas adicionais. Com essa melhoria, os veículos de grande porte, como bitrem e carretas de 3 eixos, teriam a capacidade de realizar a curva de forma mais eficiente, sem interferir no fluxo dos demais veículos que acessam a via. Essa medida não apenas aprimoraria a segurança viária, mas também contribuiria para a fluidez do tráfego, resultando em uma experiência mais segura e conveniente para todos os usuários da estrada. Porém, essa medida do aumento do raio da curva do acesso da Rua Américo Sugai é uma melhoria para trabalhos futuros, pois após análise em campo, nota-se que no local tem caixas da Sabesp, portanto necessita de um estudo mais aprofundado para ver a viabilidade dessa sugestão.

Com base nessas informações, é imperativo que sejam implementadas ações que visem à melhoria da infraestrutura viária, à regulamentação adequada do tráfego e à conscientização dos usuários, a fim de promover um ambiente de tráfego mais seguro e eficiente nessas vias. Essas vias desempenham um papel crucial na Zona Leste de São Paulo, uma região que abriga numerosas fábricas, transportadoras e áreas residenciais, além de servirem como vias de ligação para diversas regiões da cidade e como acesso ao trecho sul do Rodoanel Mário Covas, um importante corredor viário que conecta a cidade de Mauá e outras localidades.

A implementação dessas medidas tem como objetivo principal mitigar os riscos de acidentes, garantir a segurança de todos os tipos de veículos que compartilham essas vias e, ao mesmo tempo, promover uma convivência harmoniosa entre eles. Além disso, essas ações contribuirão para melhorar a mobilidade e a qualidade de vida dos moradores, bem como para o funcionamento eficiente das atividades econômicas e logísticas nessa região crucial da cidade.

Portanto, investir na melhoria das condições viárias e na educação e conscientização dos usuários é fundamental para garantir que essas vias desempenhem seu papel de forma segura e eficiente, beneficiando toda a comunidade e fortalecendo a infraestrutura de transporte da cidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697:2020**: Pesquisa de sinistros de trânsito — Terminologia. 3 ed. Rio de Janeiro, 2020. 16 p. Disponível em:

<https://www.abramet.com.br/repo/public/commons/ABNT%20NBR10697%202020%20Acidentes%20de%20Trnsito%20Terminologia.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2023.

AICHER, Otl e KRAMPEN, Martin. *Sistemas de signos en la comunicación visual*. Versão de Reinald Bernet e Erundina Vilaplana. Barcelona: Gustavo Gili, 1979.

ALVES, Neemias Souza. **Sentidos da sinalização viária: Cuiabá em tempos de Copa do Mundo**. 2015. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estudos de Cultura Contemporânea, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2015. Disponível em: https://ri.ufmt.br/bitstream/1/76/3/DISS_2015_Neemias%20Souza%20Alves.pdf. Acesso em: 22 mar. 2023.

BRASIL. Lei nº 9503, de 23 de setembro de 1997. **CTB - Lei Nº 9.503 de 23 de Setembro de 1997**: Código de Trânsito Brasileiro. S.L.

CET - Companhia de Engenharia de Tráfego. **Técnica de análise de conflitos**. São Paulo, 2001. 21 p. NT210. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/20791/nt%20210%20revisado.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2021.

CNT – Confederação Nacional do Transporte (org.). **A evolução da sinalização rodoviária no Brasil e no mundo**. 2021. Disponível em: <https://cnt.org.br/documento/8be2ab1a-874b-4a18-bbcd-e299d9a7f06e> Acesso em: 30 abr. 2023.

CONFEA. **Mapeamento de pontos críticos de acidentes de trânsito na rodovia BR-060-Distrito Federal**. Disponível em: <https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc%202022/Civil/MAPEAMENTO%20DE%20PONTOS%20CR%3%8DTICOS%20DE%20ACIDENTES%20DE%20TR%3%82NSITO%20NA%20RODOVIA%20BR-060-DISTRITO%20FEDERAL.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. **Sinalização semafórica**. S.L.: S.L., 2014. 314 p. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/educacao/publicacoes/manual_vol_v_-2.pdf. Acesso em: 21 jun. 2023.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. **Sinalização Vertical de Advertência**. S.L.: S.L., 2022. 201 p. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of__02__MBST_Vol._II__Sin._Vert._Advertencia.pdf. Acesso em: 28 abr. 2023.

CONTRAN, Conselho Nacional de. Trânsito. **Sinalização Vertical de Indicação**. S.L: S.L., 2014. 344 p. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/educacao/publicacoes/manual_vol_iii_2.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

CONTRAN – Conselho Nacional de. Trânsito. **Sinalização Vertical de Regulamentação**. S.L: S.L., 2007. 222 p. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/educacao/publicacoes/manual_vol_i_2.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

CONTRAN – CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Dispositivos Auxiliares / CONTRAN - DENATRAN**. 1ª edição – Brasília: CONTRAN, 2021. 280p.: il. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito). Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/MBST_VOL_VI_Dispositivos_auxiliares.pdf

CONTRAN – CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Volume IV Sinalização Horizontal**. 1ª.ed. Brasília, 2007.128p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/regulamentacao-atual/manual-de-sinalizacao-horizontal-contran#:~:text=A%20sinaliza%C3%A7%C3%A3o%20horizontal%20tem%20a,ordenar%20os%20fluxos%20de%20tr%C3%A1fego>.

COSTA, Juan. *Señalética. De la señalización al diseño de programas*. Barcelona, Espanha: ed. Ceac, 1987.

La esquemática. Visualisar la información. Barcelona, Espanha: ed. Paidós, 2003.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de sinalização rodoviária**. 3ª.ed. Rio de Janeiro, 2010.

DER-SP - DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de Segurança Viária**. Disponível em: http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Documentos/ebook_sv/index.html#p=126. Acesso em: 2 out. 2023.

ESTADÃO. **São Paulo está quase parando: entenda o problema do trânsito na cidade**. Disponível em: <https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/sao-paulo-esta-quase-parando/>. Acesso em: 22 set. 2023.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Estudo aponta aumento de 13,5% em mortes no trânsito: a taxa de mortalidade por 100 mil habitantes cresceu 2,3% em uma década**. S.L., 02 ago. 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/13899-estudo-aponta-aumento-de-13-5-em-mortes-no-transito>. Acesso em: 10 ago. 2023.

INFOSIGA SP. **Painel de Resultados**. Disponível em: <http://painelderresultados.infosiga.sp.gov.br/mapa/>. Acesso em: 3 abr. 2023.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - **Trânsito - Perigo nas ruas.** Disponível em: https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=831. Acesso em: 20 mar. 2023.

MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa.** Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=acidente>. Acesso em: 20 mar. 2023.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES -. **Rodoviário.** Disponível em: <http://www.transportes.sp.gov.br/transportes/rodoviario.xhtml>. Acesso em: 1 jun. 2023.

NUNES, Cristina Colombo. **Sinalização visual em cidades: Uma análise sob a ótica do usuário.** 2005. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102791>. Acesso em: 30 abr. 2023.

ONSV - OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA. **90% dos acidentes são causados por falhas humanas, alerta observatório.** Disponível em: <https://www.onsv.org.br/comunicacao/materias/90-dos-acidentes-sao-causados-por-falhas-humanas-alerta-observatorio>. Acesso em: 22 mar. 2023.

ONTL – OBSERVATÓRIO NACIONAL DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA. **Boletim de logística a importância do modo rodoviário para o Brasil projeto bra 13/013.** Brasília: Governo Federal, 2013. 46 p. Disponível em: <https://ontl.epl.gov.br/wp-content/uploads/2022/09/A-Importancia-do-Modo-Rodoviario-para-o-Brasil.pdf>. Acesso em: 28 maio 2023.

PESSÔA, Luis Otavio Nogueira. **A comunicação visual nos espaços de origem informal da cidade.** 2008. 139 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design, Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Puc-Rio, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=12318@1#>. Acesso em: 16 mar. 2023.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **PNATRANS - Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito 2021.** Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/Anexo_I_pnatrans.pdf. Acesso em: 2 set. 2023.

PUC RIO. **A comunicação para orientação do espaço urbano.** Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/12318/12318_3.PDF. Acesso em: 30 abr. 2023.

RENZ, Eduardo Martins. **Avaliação da retrorrefletividade de pintura de demarcação viária horizontal em trechos da BR 287 e RS 509.** 2015. 77p. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015

SETAS SINALIZAÇÃO. **Sinalização de trânsito: um investimento necessário para prevenção de acidentes.** Disponível em: <https://setassinalizacao.com.br/sinalizacao-de-transito/>. Acesso em: 17 abr. 2023.

ANEXO B – NT 210

A seguir será apresentada a NT 210, Técnica de Análise de Conflitos da CET, cuja autoria é atribuída ao Engenheiro Sun Hsien Ming. Este estudo utilizou essa norma técnica como referência essencial desde as fases iniciais de pesquisa até as etapas analíticas, empregando-a como base para parâmetros e diretrizes.

NT 210

Técnica de análise de conflitos

Eng^o Sun Hsien Ming

1. Apresentação

Tendo em vista a importância cada vez maior da análise de conflitos, julgou-se útil divulgar alguns conceitos e resultados constantes do documento *Traffic Conflict Techniques for Safety and Operations*, publicado por FHWA (*Federal Highway Administration*) em janeiro de 1989.

Ao conteúdo do documento, procurou-se agregar outras análises e comentários julgados pertinentes ao assunto.

É importante ressaltar que a abordagem dada pelo FHWA não abrange o conceito de “conflito grave” do método sueco desenvolvido pela *Lund University*. O método americano dá ênfase à tipologia dos conflitos e ao tratamento estatístico, enquanto que o método sueco preconiza a classificação dos conflitos em graves e não graves, em função das estimativas de velocidade e distância. Recomenda-se que seja aplicada uma técnica de análise de conflitos em que sejam considerados os aspectos de ambos os métodos.

Os pontos julgados de interesse são:

- Definição de conflito (Seção 2)
- Vantagens da análise de conflitos (Seção 3)
- Tipos de conflito (Seção 4)
- Conflitos secundários (Seção 5)
- Quando não é recomendado proceder uma análise de conflitos (Seção 6)
- Procedimento para determinar o tamanho da amostra da pesquisa (Seção 7)
- Como identificar um índice anormal de conflitos (Seção 8)
- Análises de conflitos em avaliações do tipo antes-depois (Seção 9).

2. Definição de conflito

Um conflito é um evento envolvendo a interação de 2 ou mais usuários do sistema viário (motoristas ou pedestres) onde pelo menos um dos envolvidos toma uma ação evasiva, como frear e/ou desviar para evitar uma colisão.

Um conflito representa uma situação potencial de acidente. É um quase acidente. Se a manobra evasiva adotada não for suficiente para evitar a colisão, ter-se-á um acidente. Assim, pode-se considerar que todo acidente é precedido por um conflito, onde a manobra evasiva não existiu ou não foi suficiente para evitar a colisão.

3. Vantagens do uso da análise de conflitos

Podem ser enumeradas as seguintes vantagens da análise de conflitos em relação ao tradicional uso de acidentes:

- a) Ao contrário dos dados de acidentes, que levam longo tempo para serem acumulados, os conflitos são eventos de fácil observação direta.
- b) Um estudo de conflito pode ser feito imediatamente sem que seja necessário esperar que os acidentes ocorram.
- c) Em geral, os dados de acidentes não revelam nenhuma informação que possa indicar a provável causa do acidente, porque e como o acidente ocorreu, por não estar disponível o correspondente diagrama de colisão. Já o estudo de conflitos é extremamente útil para diagnosticar problemas operacionais ou de segurança específicos através dos quais é possível indicar o melhor tratamento. Para tanto, é indispensável a análise dos conflitos por tipo, pois é a tipologia do conflito que irá permitir diagnosticar o problema de segurança e indicar a medida corretiva a ser adotada. Por isso, a aplicação do método sueco, em que se classificam os conflitos apenas por graves e não graves, não é suficiente.
- d) Avaliações do tipo “antes-depois” com base em dados de acidentes requerem longo período de observação, durante o qual o local poderá sofrer várias modificações, inviabilizando a comparação da situação antes com a situação depois. Com a técnica de conflitos, a avaliação pode ser feita imediatamente antes e depois da implantação do projeto. Medidas corretivas adicionais podem ser tomadas de imediato se for constatado que o projeto não atingiu o objetivo pretendido ou se não forem verificados efeitos indesejáveis não esperados.

4. Tipos de conflitos

Ao todo, os conflitos são classificados por FHWA em 16 tipos:

- a) Tipo 1 – mesma direção, conversão à esquerda (Figura 1).
- b) Tipo 2 – mesma direção, conversão à direita (Figura 2).
- c) Tipo 3 – mesma direção, movimento em frente (Figura 3).
- d) Tipo 4 – mesma direção, mudança de faixa (Figura 4).
- e) Tipo 5 – direção oposta, conversão à esquerda (Figura 5).
- f) Tipo 6 – direção à direita, conversão à direita (Figura 6).
- g) Tipo 7 – direção à direita, conversão à esquerda (Figura 7).
- h) Tipo 8 – direção à direita, movimento em frente (Figura 8).
- i) Tipo 9 – direção à esquerda, conversão à direita (Figura 9).
- j) Tipo 10 – direção à esquerda, conversão à esquerda (Figura 10).
- k) Tipo 11 – direção à esquerda, movimento em frente (Figura 11).
- l) Tipo 12 – direção oposta, conversão à direita (Figura 12).
- m) Tipo 13 – conflito com pedestre, esquina posterior (Figura 13).
- n) Tipo 14 – conflito com pedestre, esquina anterior (Figura 14).
- o) Tipo 15 – conflito com pedestre, conversão à direita (Figura 15).
- p) Tipo 16 – conflito com pedestre, conversão à esquerda (Figura 16).

Os conflitos de mesmo tipo devem ser acumulados por aproximação.

Para cada tipo de conflito, pode-se agregar o conceito de “conflito grave” dado pelo método desenvolvido pela *Lund University* da Suécia.

Dessa forma, recomenda-se que as pesquisas de conflitos sejam feitas por tipo de conflito ou por agrupamento de conflitos que contenham características comuns.

Por exemplo:

- a) Conflitos de mesma direção: Tipos 1, 2, 3 e 4.
- b) Conflitos corrigíveis por semáforo: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14.
- c) Conflitos corrigíveis por estágio para conversão à esquerda: 5 e 12.
- d) Conflitos corrigíveis por estágio para pedestre: 15 e 16.

As Figuras de 1 a 16 ilustram os 16 tipos de conflitos:

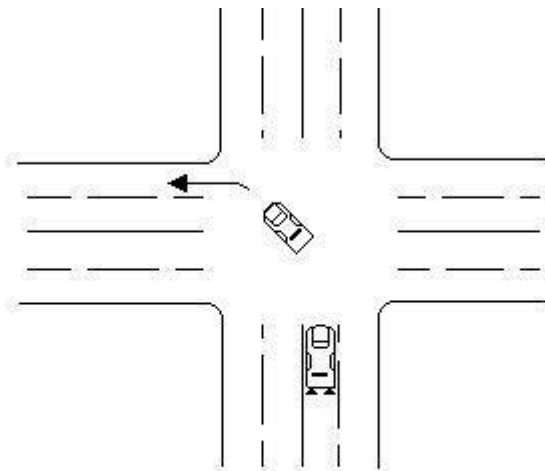


FIGURA 1 - Conflito Tipo 1
Mesma direção, conversão à esquerda

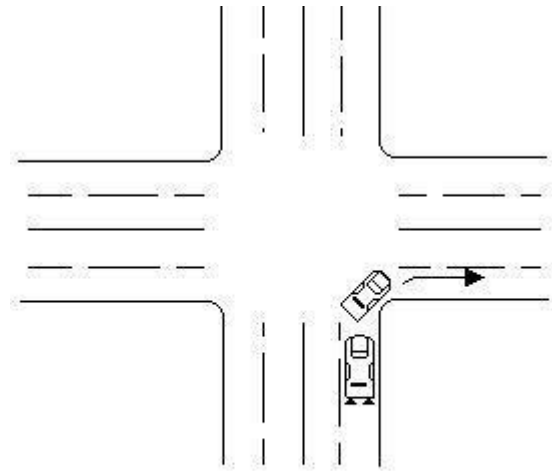


FIGURA 2 - Conflito Tipo 2
Mesma direção, conversão à direita

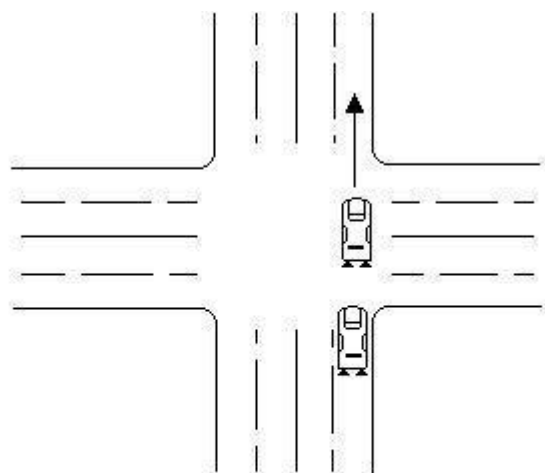


FIGURA 3 - Conflito Tipo 3
Mesma direção, movimento em frente

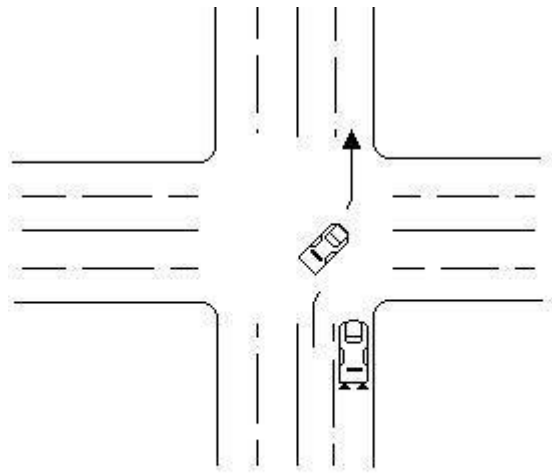


FIGURA 4 - Conflito Tipo 4
Mesma direção, mudança de faixa

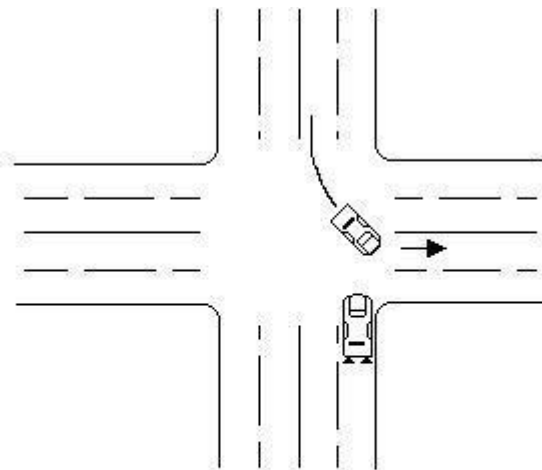


FIGURA 5 - Conflito Tipo 5
Direção oposta, conversão à esquerda

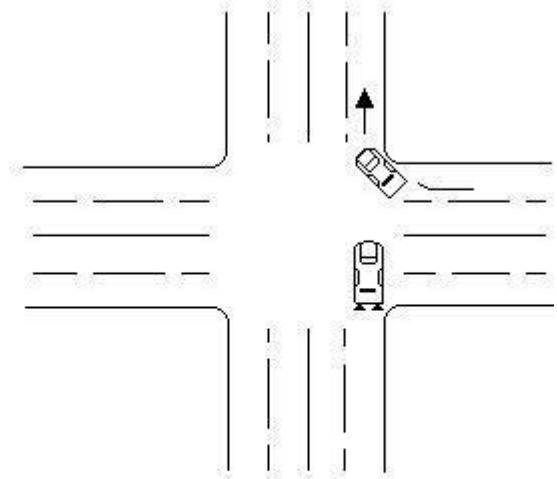


FIGURA 6 - Conflito Tipo 6
Direção à direita, conversão à direita

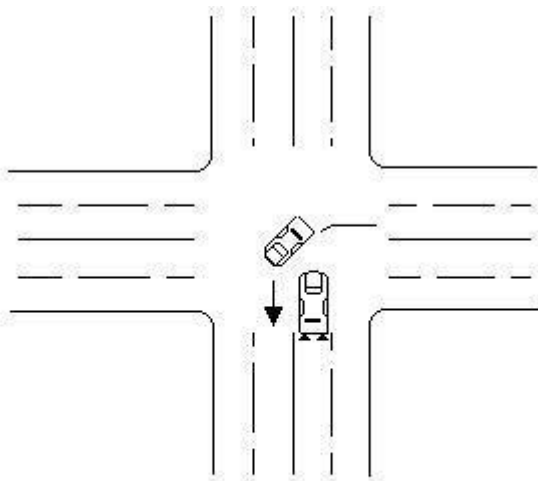


FIGURA 7 - Conflito Tipo 7
Direção à direita, conversão à esquerda

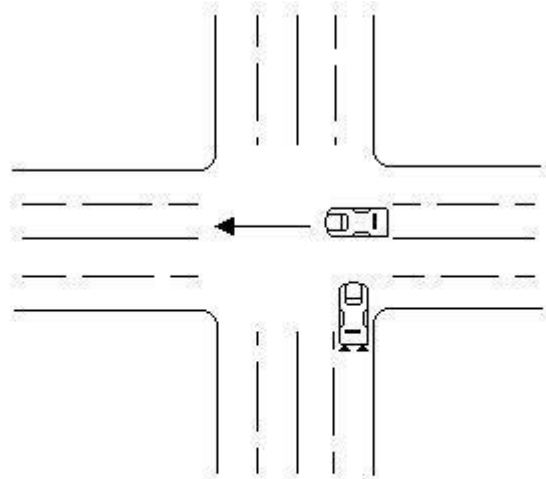


FIGURA 8 - Conflito Tipo 8
Direção à direita, movimento em frente

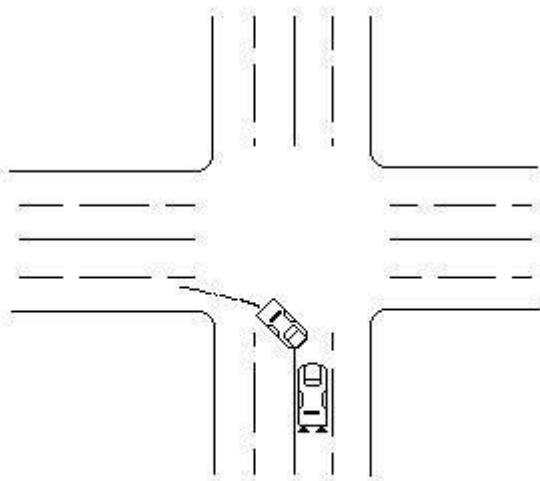


FIGURA 9 - Conflito Tipo 9
Direção à esquerda, conversão à direita

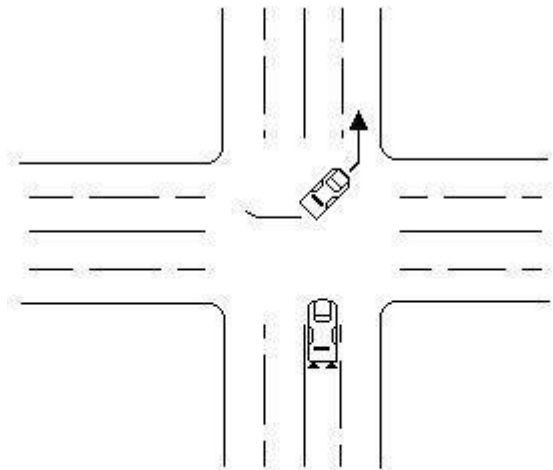


FIGURA 10 - Conflito Tipo 10
Direção à esquerda, conversão à esquerda

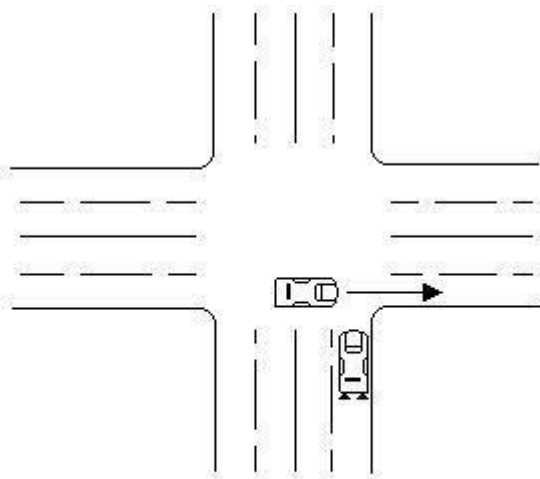


FIGURA 11 - Conflito Tipo 11
Direção à esquerda, movimento em frente

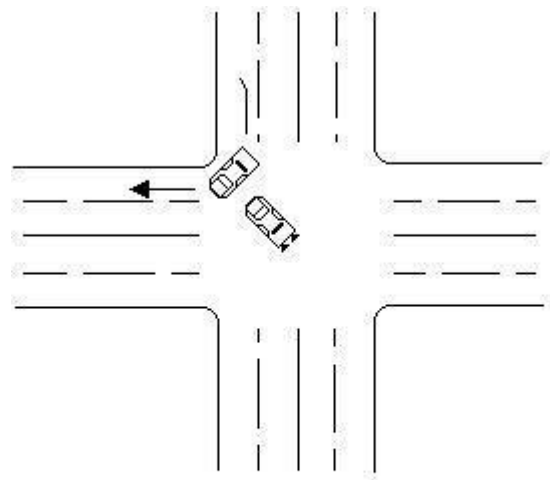


FIGURA 12 - Conflito Tipo 12
Direção oposta, conversão à direita (*)

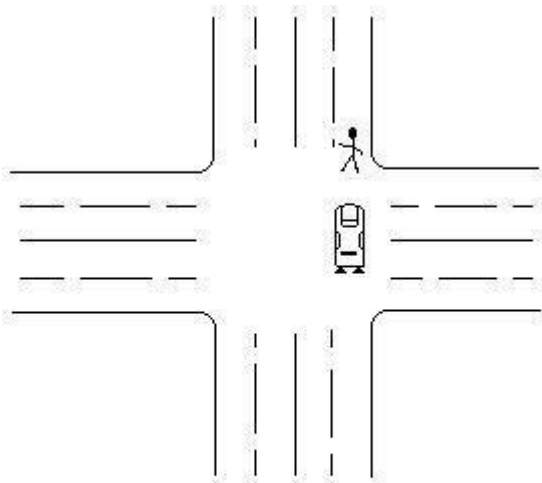


FIGURA 13 - Conflito Tipo 13
Conflito com pedestre, esquina posterior

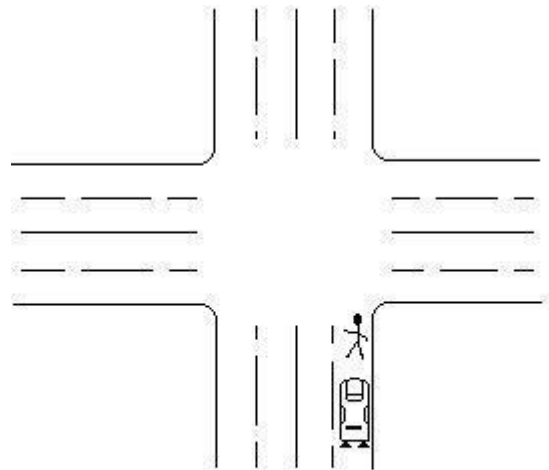


FIGURA 14 - Conflito Tipo 14
Conflito com pedestre, esquina anterior

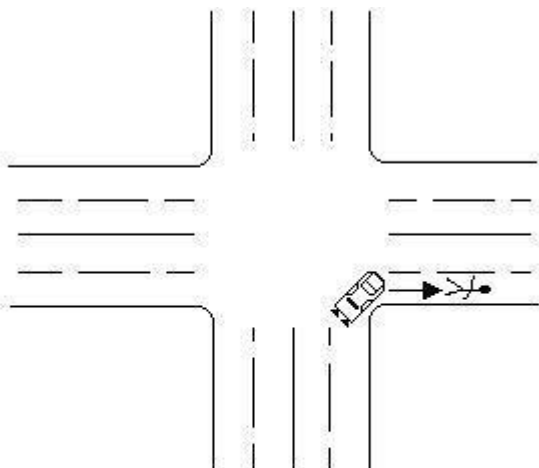


FIGURA 15 - Conflito Tipo 15
Conflito com pedestre, conversão à direita

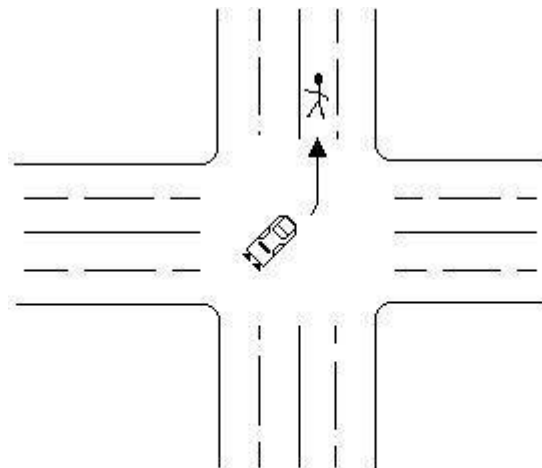


FIGURA 16 - Conflito Tipo 16
Conflito com pedestre, conversão à esquerda

(*) Observação: No documento “*Traffic Conflict Techniques for Safety and Operations – Engineers Guide*”, o conflito do tipo 12 é descrito como “*Opposing Right-Turn-on-Red*”, ou seja, esse tipo de conflito ocorre quando o veículo da direção oposta faz a conversão à direita no vermelho.

5. Conflitos secundários

Em muitas situações, quando um motorista toma uma ação evasiva para evitar uma colisão, pode colocar um terceiro motorista em situação de risco. Esse tipo de evento é denominado de conflito secundário. Assim, um conflito é denominado secundário quando é causado por outro conflito. As Figuras 17 e 18 ilustram exemplos de conflitos secundários.

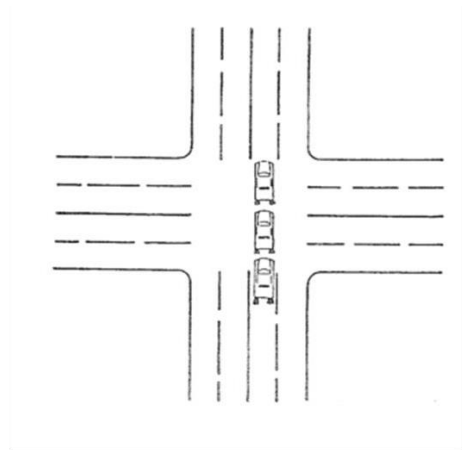


FIGURA 17 - Conflito Tipo 17
Veículo lento, conflito secundário de mesma direção

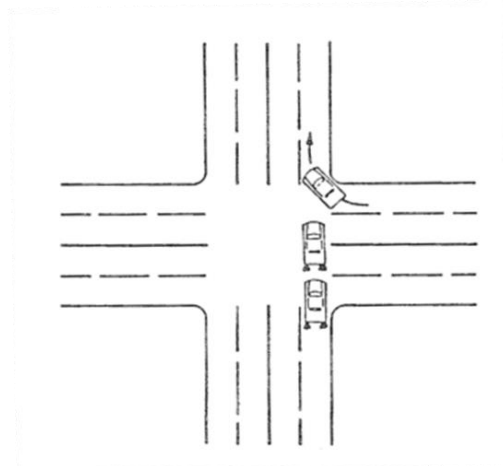


FIGURA 18 - Conflito Tipo 18
Conversão à direita, conflito secundário com veículo que segue em frente

Normalmente, eles não são levados em conta nas pesquisas de conflito, computando-se apenas os conflitos que provocaram o conflito secundário.

6. Quando não é recomendável a análise de conflitos

Em geral, a análise de conflitos pode ser aplicada a qualquer local que se queira determinar e diagnosticar problemas de segurança, com a consequente proposição de medidas para corrigi-los.

Entretanto, como as pesquisas de campo exigem consideráveis recursos humanos, não é prático conduzir estudos de conflito em todo e qualquer local. A seguir, são dadas algumas linhas gerais para decidir quando e onde não se recomenda conduzir um estudo:

- a) Durante períodos de congestionamento ou de tráfego forçado (nível de serviço F) em condições de movimento e parada constantes;
- b) Em locais com baixo volume de veículos, onde o total de veículos que entram no cruzamento é inferior a 1000 veículos por dia.

7. Procedimento para determinar o tamanho da amostra

Segundo FHWA, o número de horas de pesquisa necessário para estimar o número de conflitos de um determinado tipo (ou grupo) com uma precisão de $\pm p$ por cento e com um intervalo de confiança α pode ser calculado utilizando-se da seguinte expressão:

$$n = \left(100 \frac{t}{p}\right)^2 \frac{\sigma_e^2}{\bar{Y}^2} \quad (1)$$

onde

n = número de horas a serem pesquisadas

$t = 1,65$ (com nível de confiança $\alpha = 90\%$)

$p = 50\%$ (precisão de estimativa)

σ_e^2 = variância obtida em pesquisas anteriores

\bar{Y} = número médio de conflitos por hora (por tipo de conflito)

Exemplo:

Conflito tipo “Direção à esquerda, movimento em frente” (Tipo 11). Após 10 períodos de 25 minutos (4,17 horas) de pesquisa, foram observados 12 conflitos.

$$\bar{Y} = (12 \text{ conflitos} / 10 \text{ períodos}) \times (60/25) = 2,88 \text{ conflitos} / \text{hora}$$

Aplicando a expressão (1), com

$$t = 1,65 (\alpha = 90\%); p = 50\%; \sigma_e^2 = 0,42 \text{ (Tabela 1)}; \bar{Y} = 2,88$$

obtem-se

$$n = 0,55 \text{ horas}$$

Como o número de horas necessárias para pesquisa (0,55 horas) foi menor do que o número de horas da pesquisa (4,17 horas), pode-se usar a expressão (1) para recalculer a precisão da estimativa p .

Tomando-se o valor de $n = 4,17$ horas, chega-se que $p = 18\%$. Então, conclui-se que com nível de confiança de 90%, o número médio de conflitos por hora deve estar compreendido no intervalo $2,88 \pm 18\%$, isto é, $2,88 \pm 0,52$ (entre 2,36 e 3,40 conflitos por hora).

Se o número de horas de pesquisa fosse inferior ao número necessário, então, deve-se complementar a pesquisa até atingir as horas necessárias.

Pode-se também utilizar outros níveis de confiança:

$t = 2,58$ ($\alpha = 99\%$), $t = 1,96$ ($\alpha = 95\%$), etc.

Pode-se ainda utilizar diretamente as Tabelas 1 a 3, as quais são resultado de pesquisas desenvolvidas por FHWA nos EUA.

Tabela 1 – Cruzamentos com as seguintes características:

- Cruzamentos semaforizados e não semaforizados
- 3 e 4 aproximações
- Velocidades baixas (< 60 km/h) e velocidades altas (> 60 km/h)
- 2 e 4 faixas de tráfego.

Os números da Tabela 1 foram obtidos com base em pesquisas com intervalos de 15 minutos, precisão de $p = \pm 50\%$ e nível de confiança de $\alpha = 90\%$.

Tabela 1

Tipo de conflito	Descrição	Número médio de conflitos por hora (Y)	Variância (σ_e^2)	Horas de pesquisa (n)
1	Mesma direção, conversão à esquerda	7,14	21,53	4,6
2	Mesma direção, conversão à direita	4,89	11,20	5,1
3	Mesma direção, movimento em frente	3,21	5,58	5,9
4	Mesma direção, mudança de faixa	---	---	---
5	Direção oposta, conversão à esquerda	0,77	1,18	21,6
6	Direção à direita, conversão à direita	0,71	1,11	23,9
7	Direção à direita, conversão à esquerda	0,59	0,78	24,5
8	Direção à direita, movimento em frente	0,31	0,35	39,3
9	Direção à esquerda, conversão à direita	---	---	---
10	Direção à esquerda, conversão à esquerda	0,78	1,01	18,1
11	Direção à esquerda, movimento em frente	0,39	0,42	30,0
12	Direção oposta, conversão à direita	---	---	---
(*)	Todos os conflitos de mesma direção	15,48	74,82	3,4

(*) = Tipo 1 + Tipo 2 + Tipo 3 + Tipo 4

Tabela 2 – Cruzamentos com as seguintes características:

- Cruzamentos semaforizados
- 4 aproximações

Os números da Tabela 2 foram obtidos com a precisão de $p = \pm 50\%$ e nível de confiança de $\alpha = 90\%$. As pesquisas foram realizadas durante o dia, pavimento seco e não incluem os conflitos secundários.

Tabela

Tipo de conflito	Descrição	10.000 a 25.000 veículos por dia		Mais que 25.000 veículos por dia	
		Número médio de conflitos por hora (Y)	Horas de pesquisa (n)	Número médio de conflitos por hora (Y)	Horas de pesquisa (n)
1	Mesma direção, conversão à esquerda	12,25	1,6	7,60	4,1
2	Mesma direção, conversão à direita	11,32	1,0	19,88	0,3
3	Mesma direção, movimento em frente	34,36	0,1	60,82	0,1
4	Mesma direção, mudança de faixa	0,69	(**)	1,66	(**)
5	Direção oposta, conversão à esquerda	2,64	1,8	2,00	3,2
6	Direção à direita, conversão à direita	0,34	(**)	0,24	(**)
7	Direção à direita, conversão à esquerda	0,05	(**)	0,04	(**)
8	Direção à direita, movimento em frente	0,02	(**)	0,03	(**)
9	Direção à esquerda, conversão à direita	0,03	(**)	0,01	(**)
10	Direção à esquerda, conversão à esquerda	0,04	(**)	0,06	(**)
11	Direção à esquerda, movimento em frente	0,03	(**)	0,01	(**)
12	Direção oposta, conversão à direita	0,01	(**)	0,02	(**)
(*)	Todos os conflitos de mesma direção	58,61	0,3	89,96	0,1

(*) = Tipo 1 + Tipo 2 + Tipo 3 + Tipo 4

(**) = Mais de 2 semanas de pesquisa

Tabela 3 – Cruzamentos com as seguintes características:

- Cruzamentos não semaforizados
- 4 aproximações (duas aproximações preferenciais)

Os números da Tabela 3 foram obtidos com a precisão de $p = \pm 50\%$ e nível de confiança de $\alpha = 90\%$. As pesquisas foram realizadas durante o dia, pavimento seco e não incluem os conflitos secundários.

Tabela 3

Tipo de conflito	Descrição	10.000 a 25.000 veículos por dia		Mais que 25.000 veículos por dia	
		Número médio de conflitos por hora (Y)	Horas de pesquisa (n)	Número médio de conflitos por hora (Y)	Horas de pesquisa (n)
1	Mesma direção, conversão à esquerda	6,42	5,7	12,07	1,6
2	Mesma direção, conversão à direita	5,26	4,4	5,61	3,9
3	Mesma direção, movimento em frente	9,26	0,7	13,80	0,3
4	Mesma direção, mudança de faixa	0,01	(**)	0,25	(**)
5	Direção oposta, conversão à esquerda	0,33	(**)	0,82	19,1
6	Direção à direita, conversão à direita	0,50	48,4	0,82	18,0
7	Direção à direita, conversão à esquerda	0,45	(**)	0,39	(**)
8	Direção à direita, movimento em frente	0,48	16,5	0,30	3,8
9	Direção à esquerda, conversão à direita	0,05	42,0	0,02	(**)
10	Direção à esquerda, conversão à esquerda	0,31	(**)	0,36	(**)
11	Direção à esquerda, movimento em frente	0,61	12,3	0,30	(**)
12	Direção oposta, conversão à direita	---	---	---	---
(*)	Todos os conflitos de mesma direção	20,96	1,9	29,01	1,0

(*) = Tipo 1 + Tipo 2 + Tipo 3 + Tipo 4

(**) = Mais de 2 semanas de pesquisa

O método acima, bem como as Tabelas 1 a 3, são o resultado de pesquisas americanas e não envolvem o conceito de conflitos graves do método sueco. Para os conflitos graves, conforme o método sueco, não existe disponível nenhuma estatística. É altamente desejável a realização de pesquisas na cidade de São Paulo para compor estatísticas de conflitos para permitir uma aplicação mais sistemática e extensiva da técnica de análise de conflitos nos projetos e estudos de segurança.

Na falta de estatísticas específicas para São Paulo, pode-se fazer a seguinte simplificação.

Tomando novamente a expressão (1):

$$n = \left(100 \frac{t}{p}\right)^2 \frac{\sigma_e^2}{\bar{Y}^2}$$

Admitindo que os conflitos seguem a distribuição de Poisson, tem-se que $\sigma_e^2 = \bar{Y}$ (variança igual à média), a expressão (1) fica:

$$n = \left(100 \frac{t}{p}\right)^2 \frac{1}{\bar{Y}} \quad (2)$$

Por exemplo, para $t = 1,65$ (nível de confiança de 90%), $p = 50\%$ e $\bar{Y} = 10$ conflitos/hora, para uma hora de pesquisa o número médio de conflitos/hora deve-se situar no intervalo 10 ± 5 , o que é um intervalo muito grande. Diminuindo o valor de p (isto é, aumentando a precisão) para 20%, já seriam necessárias quase 7 horas de pesquisa e o intervalo se reduziria para 10 ± 2 . Quanto menor for o número médio de conflitos \bar{Y} e maior a precisão (menor valor de p), maior deverá ser o número de horas da pesquisa. Na prática, recomenda-se que a pesquisa tenha uma duração mínima de 2 horas.

Note-se que \bar{Y} pode ser o valor médio / hora, de um tipo de conflito, de um grupo de tipos ou o total de conflitos, dependendo do objeto do estudo realizado.

Outra observação importante é que como os conflitos variam em função do horário do dia (pois dependem da intensidade do fluxo e do comportamento dos motoristas e pedestres), a pesquisa de conflitos não pode ser feita em um período consecutivo muito extenso. Por exemplo, se forem necessárias 4 horas de pesquisa, recomenda-se que sejam feitas pesquisas de 2 horas em 2 dias (durante o mesmo horário) e não 4 horas seguidas no mesmo dia. Assim, é importante que a intensidade e o comportamento do tráfego não mudem de padrão durante o período da pesquisa.

8. Como identificar um índice anormal de conflitos

Não é possível a total eliminação de acidentes ou de situações potenciais de acidentes, uma vez que na maior parte dos locais os conflitos (e os acidentes) ocorrem de forma fortuita, completamente ao acaso, sem um fator causal determinante. Além disso, muitos acidentes são causados por fatores humanos (motorista dormiu ao volante ou motorista bêbado, por exemplo), ou por fatores relativos à conservação do veículo (pneus carecas, falta de freio, etc.), que não podem ser evitados com medidas de engenharia de tráfego. Em um determinado local, um problema de segurança é evidenciado quando existe uma causa na via que determina, de forma sistemática, a ocorrência de conflitos. Resolver o problema de segurança é eliminar essa causa.

Qual seria o número de conflitos que indicaria haver uma causa e, portanto, um problema de segurança? Para responder, considere-se a frequência média de conflitos de um determinado tipo em uma amostra grande de cruzamentos. Considerem-se cruzamentos com problemas de segurança (e que, portanto, requerem medidas corretivas) aqueles que apresentam número de conflitos superior a 90 percentil. Como critério, o limite de 90 percentil seria o limite anormal de conflitos, acima do qual seria necessária a investigação de possíveis causas e da aplicação de medidas corretivas. Se houver restrições orçamentárias para a implantação de projetos, podem-se priorizar os locais que apresentarem um índice igual ou superior a 95 percentil. Analogamente, se houver sobras de recursos, podem-se implantar medidas corretivas para cruzamentos que apresentarem um índice de conflitos inferior a 90 percentil (80 percentil, por exemplo).

Se, por exemplo, o valor de 90 percentil para determinado tipo de conflito for de 110 conflitos/dia, isso significa que 90% dos cruzamentos da amostra pesquisada apresentam conflitos inferiores a 110, ou seja, apenas 10% dos cruzamentos apresentam conflitos maiores que 110.

As Tabelas 4 a 7 mostram o número de conflitos correspondentes a 90 e 95 percentil da amostra pesquisada por FHWA nos EUA.

Tabela 4 – Cruzamentos com as seguintes características:

- Cruzamentos não semaforizados de 4 aproximações com volume total entre 2500 a 10000 veículos/dia.

O número de conflitos é o total dos conflitos nas 2 aproximações com “direito de preferencial” (sem placa PARE) por um dia de 11 horas (das 7 às 18 horas), em dias úteis, pavimento seco e não inclui conflitos secundários.

Tabela 4

Tipo de conflito	Descrição	Número de conflitos por dia	Variança	90 percentil	95 percentil
1	Mesma direção, conversão à esquerda	70,645	1.005,0	110,0	130,0
2	Mesma direção, conversão à direita	57,912	2.197,3	120,0	150,0
3	Mesma direção, movimento em frente	101,861	9.648,2	225,0	295,0
4	Mesma direção, mudança de faixa	0,105	0,050	[]	[]
5	Direção oposta, conversão à esquerda	3,640	8,300	7,5	9,0
6	Direção à direita, conversão à direita	5,546	12,1	10,0	12,0
7	Direção à direita, conversão à esquerda	4,993	72,7	16,0	23,0
8	Direção à direita, movimento em frente	5,228	11,6	10,0	12,0
9	Direção à esquerda, conversão à direita	0,567	0,828	[]	[]
10	Direção à esquerda, conversão à esquerda	3,366	7,790	7,0	9,0
11	Direção à esquerda, movimento em frente	6,698	42,0	1,5	19,0
12	Direção oposta, conversão à direita	---	---	---	---
(*)	Todos os conflitos de mesma direção	230,523	17.929,2	410,0	490,0
(***)	Todos os conflitos de direção à direita ou à esquerda, movimento em frente	11,926	75,2	24,0	29,0

(*) = Tipo 1 + Tipo 2 + Tipo 3 + Tipo 4

(***) = Tipo 8 + Tipo 11

[] = Os conflitos são tão raros que qualquer número deve ser considerado como anormal.

Tabela 5 – Cruzamentos com as seguintes características:

- Cruzamentos não semaforizados de 4 aproximações com volume total entre 10.000 a 25.000 veículos/dia.

O número de conflitos é o total dos conflitos nas 2 aproximações com “direito de preferencial” (sem placa PARE) por um dia de 11 horas (das 7 às 18), em dias úteis, pavimento seco e não inclui conflitos secundários.

Tabela 5

Tipo de conflito	Descrição	Número de conflitos por dia	Variança	90 percentil	95 percentil
1	Mesma direção, conversão à esquerda	132,745	11.643,4	275,0	350,0
2	Mesma direção, conversão à direita	61,695	1.156,5	105,0	125,0
3	Mesma direção, movimento em frente	151,831	6.921,8	255,0	290,0
4	Mesma direção, mudança de faixa	2,797	22,6	[]	[]
5	Direção oposta, conversão à esquerda	8,982	39,8	17,0	21,0
6	Direção à direita, conversão à direita	8,972	99,4	21,0	29,0
7	Direção à direita, conversão à esquerda	4,333	21,2	10,0	14,0
8	Direção à direita, movimento em frente	3,327	4,297	6,0	7,5
9	Direção à esquerda, conversão à direita	0,165	0,077	[]	[]
10	Direção à esquerda, conversão à esquerda	3,913	6,452	7,0	9,0
11	Direção à esquerda, movimento em frente	3,250	4,644	6,0	7,5
12	Direção oposta, conversão à direita	---	---	---	---
(*)	Todos os conflitos de mesma direção	319,068	28.650,5	540,0	640,0
(***)	Todos os conflitos de direção à direita ou à esquerda, movimento em frente	6,577	15,7	12,0	14,0

(*) = Tipo 1 + Tipo 2 + Tipo 3 + Tipo 4

(***) = Tipo 8 + Tipo 11

[] = Os conflitos são tão raros que qualquer número deve ser considerado como anormal.

Tabela 6 – Cruzamentos com as seguintes características:

- Cruzamentos semaforizados de 4 aproximações com volume total entre 10.000 a 25.000 veículos/dia.

O número de conflitos é o total dos conflitos nas 4 aproximações com “direito de preferencial” (sem placa PARE) por um dia de 11 horas (das 7 às 18), em dias úteis, pavimento seco e não inclui conflitos secundários.

Tabela 6

Tipo de conflito	Descrição	Número de conflitos por dia	Variança	90 percentil	95 percentil
1	Mesma direção, conversão à esquerda	134,724	10.298,3	270,0	340,0
2	Mesma direção, conversão à direita	124,476	2.445,1	190,0	220,0
3	Mesma direção, movimento em frente	377,938	4.928,9	470,0	500,0
4	Mesma direção, mudança de faixa	7,621	52,8	17,0	22,0
5	Direção oposta, conversão à esquerda	29,057	211,2	49,0	56,0
6	Direção à direita, conversão à direita	3,707	2,839	6,0	7,0
7	Direção à direita, conversão à esquerda	0,515	0,125	1,0	1,2
8	Direção à direita, movimento em frente	0,229	0,118	0,7	1,0
9	Direção à esquerda, conversão à direita	0,333	0,188	0,8	1,1
10	Direção à esquerda, conversão à esquerda	0,463	0,466	1,3	1,9
11	Direção à esquerda, movimento em frente	0,289	0,240	[]	[]
12	Direção oposta, conversão à direita	0,094	0,058	[]	[]
(*)	Todos os conflitos de mesma direção	644,760	25.338,4	860,0	930,0
(***)	Todos os conflitos de direção à direita ou à esquerda, movimento em frente	0,519	0,215	1,1	1,4

(*) = Tipo 1 + Tipo 2 + Tipo 3 + Tipo 4

(***) = Tipo 8 + Tipo 11

[] = Os conflitos são tão raros que qualquer número deve ser considerado como anormal.

Tabela 7 – Cruzamentos com as seguintes características:

- Cruzamentos semaforizados de 4 aproximações com volume total maior que 25.000 Veículos /dia.

O número de conflitos é o total dos conflitos nas 4 aproximações por um dia de 11 horas (das 7 às 18), em dias úteis, pavimento seco e não inclui conflitos secundários.

Convém lembrar que todos os números constantes das Tabelas 4 a 7 não englobam o conceito de “conflito grave”. Para conflitos graves é necessária a realização de pesquisas para que se tenham estatísticas apropriadas.

Tabela 7

Tipo de conflito	Descrição	Número de conflitos por dia	Variança	90 percentil	95 percentil
1	Mesma direção, conversão à esquerda	83,644	11.613,7	265,0	360,0
2	Mesma direção, conversão à direita	218,625	7.587,5	470,0	510,0
3	Mesma direção, movimento em frente	669,051	23.994,7	870,0	940,0
4	Mesma direção, mudança de faixa	18,211	160,6	35,0	43,0
5	Direção oposta, conversão à esquerda	22,001	377,7	48,0	60,0
6	Direção à direita, conversão à direita	2,603	2,268	4,6	5,4
7	Direção à direita, conversão à esquerda	0,417	0,261	1,1	1,4
8	Direção à direita, movimento em frente	0,290	0,215	[]	[]
9	Direção à esquerda, conversão à direita	0,062	0,022	[]	[]
10	Direção à esquerda, conversão à esquerda	0,631	0,824	1,7	2,5
11	Direção à esquerda, movimento em frente	0,140	0,135	[]	[]
12	Direção oposta, conversão à direita	0,227	0,124	[]	[]
(*)	Todos os conflitos de mesma direção	989,531	67.198,4	1.340,0	1.460,0
(***)	Todos os conflitos de direção à direita ou à esquerda, movimento em frente	0,430	0,335	1,1	1,5

(*) = Tipo 1 + Tipo 2 + Tipo 3 + Tipo 4

(***) = Tipo 8 + Tipo 11

[] = Os conflitos são tão raros que qualquer número deve ser considerado como anormal.

9. Análise de conflitos em avaliações do tipo “antes-depois”

Uma grande vantagem da análise de conflitos é a possibilidade de observar os conflitos imediatamente antes e depois que uma alteração é feita, sem precisar esperar anos como é o caso do índice de acidentes. Usando uma análise de conflitos como ferramenta de avaliação, é possível determinar se as medidas adotadas no local do estudo foram realmente efetivas na redução dos conflitos.

O que pode ocorrer com a implantação de um projeto é diminuir a quantidade de alguns tipos de conflitos e, eventualmente, aumentar outros. No caso de semáforos, podem diminuir os conflitos do tipo colisão lateral e aumentar os conflitos do tipo colisão traseira. Assim, é importante a análise por tipo de conflito e não apenas para o total de conflitos. Dessa forma, pode-se saber exatamente que tipos de conflito diminuíram e não apenas o total de conflitos. Para os que aumentaram, podem ser tomadas outras medidas corretivas. Entretanto, em vez de fazer a análise para cada tipo de conflito individualmente, dependendo do objetivo de cada estudo, recomenda-se agrupar os tipos de conflito de acordo com determinadas características.

Tendo em vista que os conflitos são eventos aleatórios, como ter certeza de que uma eventual redução de conflitos na situação “depois” tenha sido causada pela implantação do projeto e não o mero resultado de uma flutuação aleatória? O problema reside em saber, para cada tipo de conflito, (ou agrupamento de tipos de conflito), se o aumento ou diminuição é resultado da medida aplicada ou se é fruto da aleatoriedade.

Para responder a esta questão, pode-se adotar o procedimento a seguir descrito, proposto pelo Eng^o Pedro Szasz.

Seja n_1 e n_2 o número de horas da pesquisa e C_1 e C_2 o total de conflitos “antes” e “depois”, respectivamente. Então os valores médios de conflitos por hora nas situações “antes” e “depois” são:

$$\bar{Y}_1 = \frac{C_1}{n_1} \quad \text{e} \quad \bar{Y}_2 = \frac{C_2}{n_2}$$

$$\text{Seja } \Delta = \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2$$

Então, pode-se escrever:

$$\mu_1 - \mu_2 = \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 \pm Z = \Delta \pm Z \quad (3)$$

onde:

- μ é a média real de conflitos / hora do local em estudo
- \bar{Y} é a média de conflitos / hora da pesquisa (amostra)
- Z é dado por:

$$Z = \frac{\Delta}{EP} \quad \text{e} \quad EP = \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{n_1 n_2}} \quad (4)$$

Se zero estiver dentro do intervalo dado por (3), pode-se concluir que a medida aplicada não teve nenhum efeito sobre os conflitos do tipo pesquisado. Se zero estiver à esquerda do intervalo, significa que a medida aplicada provocou uma redução no número de conflitos do tipo ou grupo considerado. Se zero estiver à direita do intervalo significa que para o tipo ou grupo de conflito pesquisado, a medida aplicada provocou um aumento no número de conflitos.

Exemplo:

$$n_1 = 4 \text{ e } n_2 = 1$$

$$C_1 = 10 \text{ e } C_2 = 6$$

$$\bar{Y}_1 = 10/4 = 2,5 \text{ e } \bar{Y}_2 = 6/1 = 6$$

$$\Delta = \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 = 2,5 - 6 = -3,5$$

$$EP = \sqrt{(10 + 6)/4} = 2$$

$$Z = 3,5/2 = 1,75$$

$$\mu_1 - \mu_2 = \Delta \pm Z = -3,5 \pm 1,75$$

Em outras palavras:

$$-5,25 < \mu_1 - \mu_2 < -1,75$$

Como zero está à direita do intervalo, conclui-se que houve um aumento no número de conflitos do tipo pesquisado após a implantação do projeto.

Pode-se também dar a seguinte interpretação aos dados apresentados. Supondo que o índice de 10 conflitos em 4 horas permanecesse o mesmo nas 2 situações (“antes” e “depois”), qual a probabilidade de ocorrerem 6 conflitos em 1 hora?

Admitindo, por simplicidade que a diferença das médias segue a distribuição normal de Gauss¹, pode-se encontrar (em tabelas estatísticas) que $Z = 1,75$ corresponde a uma probabilidade de 0,959 ou 96%. Isso significa que, se não houvesse de fato um aumento de conflitos, a probabilidade de não se obter 6 conflitos em 1 hora na situação “depois” é de 96%, isto é, há uma probabilidade de apenas 4% de os conflitos chegarem a 6 num período de uma hora. Isso quer dizer que é altamente improvável que os conflitos não aumentaram. Pode-se concluir então, com boa margem de acerto, que houve efetivamente um aumento no número de conflitos do tipo estudado na situação “depois”.

Eng^o Sun Hsien Ming/CTA5 – Gerência de Sistemas de Controle de Tráfego - GSC

¹ Na realidade, a distribuição correta é a distribuição binomial, sendo que a distribuição normal pode ser considerada como uma aproximação da binomial. Entretanto, para números pequenos, pode ser significativa a diferença entre as duas distribuições.