



# SEGURANÇA NO TRÂNSITO

COCA FERRAZ  
TIAGO BASTOS  
ARCHIMEDES RAIA JR.  
BARBARA BEZERRA

KARLA RODRIGUES  
ANA PAULA LAROCCA  
MAGÁLY ROMÃO

NO TRÂNSITO

# Segurança no Trânsito

# Segurança no Trânsito

Antonio Clóvis Pinto “Coca” Ferraz  
Jorge Tiago Bastos  
Archimedes Azevedo Raia Junior  
Barbara Stolte Bezerra  
Karla Cristina Rodrigues Silva  
Ana Paula Camargo Larocca  
Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos Romão

Núcleo de Estudos de Segurança no Trânsito  
Departamento de Transportes  
Escola de Engenharia de São Carlos  
Universidade de São Paulo

Centro de Estudos em Planejamento e Políticas Urbanas  
Departamento de Transportes  
Setor de Tecnologia  
Universidade Federal do Paraná

Observatório Nacional de Segurança Viária  
2023

# ficha catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Segurança no trânsito / Antonio Clóvis Pinto  
Ferraz...[et al.]. -- 3. ed. -- Curitiba,  
PR : Ed. dos Autores, 2023.

Outros autores: Jorge Tiago Bastos, Archimedes  
Azevedo Raia Junior, Bárbara Stolte Bezerra, Karla  
Cristina Rodrigues Silva, Ana Paula Camargo Larocca,  
Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos Romão.

Bibliografia.  
ISBN 978-65-00-85500-5

1. Acidentes de trânsito - Prevenção - Brasil  
2. Mortalidade 3. Segurança no trânsito 4. Sinistro  
de trânsito - Prevenção - Brasil I. Ferraz, Antonio  
Clóvis Pinto. II. Bastos, Jorge Tiago. III. Raia  
Junior, Archimedes Azevedo. IV. Bezerra, Bárbara  
Stolte. V. Silva, Karla Cristina Rodrigues.  
VI. Larocca, Ana Paula Camargo. VII. Romão, Magaly  
Natalia Pazzian Vasconcellos.

23-179871

CDD-363.1251

## Índices para catálogo sistemático:

1. Trânsito : Segurança : Problemas sociais 363.1251

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

## autoria

### // Antônio Clóvis Pinto “Coca” Ferraz

Professor da USP – São Carlos  
Coordenador do NEST-USP

### // Jorge Tiago Bastos

Professor da UFPR – Curitiba

### // Archimedes Azevedo Raia Junior

Professor da UFSCar – São Carlos

### // Barbara Stolte Bezerra

Professora da UNESP – Bauru

### // Karla Cristina Rodrigues Silva

Coordenadora do Programa Visão Zero  
City of Gainesville, FL, EUA

### // Ana Paula Camargo Larocca

Professora da USP – São Carlos

### // Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos Romão

Professora da FATEC – Jaú



# colaboração

- / Adriana Massa de Carvalho
- / Adriane Monteiro Fontana
- / André Vicente de Souza Martins
- / Cândido Moreira Andrade
- / Cida Cristina de Souza Moraes
- / Dara de Cezar Borszcz
- / Fábio Quintela Fortes (“in memoriam”)
- / Fábio Racy
- / Fátima Elisabeth de Faria
- / Fernanda Antonio Simões
- / Fernando Hideki Hirose
- / Gustavo Riente Andrade
- / Heitor Vieira (“in memoriam”)
- / João Alberto Nogueira Júnior
- / José Aurélio Ramalho
- / Louise Fuhrmann
- / Luana Niederheitmann Lagner
- / Luiz Fernando Romano Devico
- / Mário Guissu Yamada
- / Miguel Andrés Castillo Rangel
- / Milton Pombo da Paz
- / Omar David Ordoñez Sayago
- / Pedro Augusto Borges dos Santos
- / Paulo Guimarães
- / Raquel Almqvist
- / Sverker Almqvist

# homenagem **póstuma**

/ Fábio Quintela Fortes

/ Heitor Vieira

/ Heloísa Maria Barbosa

/ Jorge Luís Gomes Chueire

/ José Alberto Gonçalves (Gaeta)

/ Reinier Hohannes Rozestraten

/ Susi Lippi Marques Oliveira

/ Wellington Figueiredo

# prefácio

Com a perda de mais de 500 mil vidas no trânsito no Brasil nos últimos 15 anos, torna-se evidente a importância do tema segurança no trânsito para o bem-estar da sociedade contemporânea. Ainda que o Brasil tenha avançado em muitos aspectos, ainda há muito o que ser feito para a garantia da segurança nos deslocamentos.

Com o compromisso global de reduzir o número de mortos e feridos no trânsito, renovado a partir da Segunda Década de Ação pela Segurança no Trânsito da Organização das Nações Unidas, há um longo caminho a ser percorrido pelos países, principalmente naqueles de baixa e média renda, onde ocorrem as maiores taxas de risco no trânsito. A experiência internacional tem demonstrado que é possível reduzir mortes e lesões no trânsito a níveis muito menores que os da realidade brasileira. Mesmo no cenário local, há uma série de boas práticas com potencial de replicação.

O conteúdo desta obra é composto por uma série de temas relacionados às múltiplas dimensões da segurança no trânsito, sendo um ótimo ponto de partida para todos aqueles que se interessam pelo assunto. Contudo, traz também conteúdos mais aprofundados, contribuindo para preencher a lacuna ainda existente a respeito do conhecimento técnico sobre segurança no trânsito.

Resultado de uma parceria entre diversos especialistas experientes, este livro, “Segurança no Trânsito”, reúne um conjunto vasto de dados, informações, conceitos, procedimentos e diretrizes capazes de auxiliar estudantes e profissionais na busca por maior segurança no trânsito em suas atividades. É, portanto, um chamado a todos os envolvidos na área a continuarem trabalhando incansavelmente para tornar o trânsito mais seguro no país.

**Paulo Guimarães**

CEO do Observatório Nacional de Segurança Viária

# apresentação

Há cerca de 25 anos, o Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP) lavrou convênio com a Universidade de Lund - Suécia (um dos mais importantes centros de estudos de Segurança Viária no mundo), com o objetivo de desenvolver a área de Segurança no Trânsito junto à Área de Pós-graduação em Transportes da EESC-USP.

Durante a vigência do convênio e nos anos que se seguiram, foram viabilizadas diversas ações: ida de alunos da Pós-graduação em Transportes para fazer cursos em Lund; ida de docentes da EESC-USP para realizar estudos como professor visitante em Lund; vinda de professores da Universidade de Lund para ministrar cursos na Pós-graduação em Transportes, realização de cursos, eventos e seminários na EESC-USP, apresentação de trabalhos em congressos nacionais e internacionais, publicação de trabalhos em revistas técnicas e periódicos científicos, assessorias a municípios por meio da fundação Fipai, na área de Segurança no Trânsito, publicação de livros, etc.

Hoje, inúmeros egressos da Pós-graduação em Transportes da EESC-USP atuam na área de Segurança Viária como professores em universidades e como profissionais em órgãos públicos e empresas privadas. Também são inúmeros os trabalhos técnicos e científicos que utilizam como referência os livros editados na EESC-USP.

Foram publicados três livros sobre Segurança no Trânsito no âmbito da EESC-USP: o primeiro em 2008; o segundo em 2012 (atualizando e aperfeiçoando o primeiro) e este terceiro em 2023 (atualizando e aperfeiçoando o segundo) com sete autores (todos egressos da Pós-graduação em Transportes da EESC-USP e professores em universidades públicas). Este terceiro livro foi preparado e editado em parceria com a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e com o Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV) – organização de referência na área no país.

Em especial, este livro tem por base informações do livro “Segurança Viária” (EESC-USP, 2012), do PNATRANS (2018), do livro “Handbook of Road Safety Measures” (2009), de publicações diversas do ONSV, do IPEA, da ANTP, da ABRAMET, da ANPET e do Manual de Segurança Viária do DER-SP (2023), entre outros.

**Antonio Clóvis Pinto “Coca” Ferraz**

Professor da EESC-USP

# sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
1.1 Gravidade do problema da sinistralidade viária .....	21
1.2 Segurança no trânsito e desenvolvimento .....	24
1.3 Custos dos sinistros de trânsito .....	25
1.4 Visão Sistêmica .....	27
1.5 Segurança no trânsito e mobilidade .....	34
1.6 Caráter multidisciplinar da segurança viária .....	35
1.7 Políticas para a segurança no trânsito .....	36
1.8 Gestão da segurança viária .....	42
1.9 Abordagem dos sistemas seguros .....	37
1.10 Década da segurança no trânsito .....	45
1.11 O plano nacional de redução de mortes e lesões no trânsito (PNATRANS) .....	45
1.12 Questões .....	46
Referências do capítulo .....	47
<b>2. FUNDAMENTOS SOBRE SINISTROS DE TRÂNSITO .....</b>	<b>51</b>
2.1 Conceituação de sinistro e morte no trânsito .....	51
2.2 Classificação dos tipos de sinistros .....	52
2.3 Classificação dos sinistros quanto à gravidade .....	56
2.4 Classificação das vítimas quanto ao estado físico .....	56
2.5 Documentação dos sinistros .....	57
2.6 Questões .....	58
Referências do capítulo .....	59
<b>3. FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AOS SINISTROS .....</b>	<b>61</b>
3.1 Introdução .....	61
3.2 Exposição ao trânsito .....	61
3.3 Legislação e fiscalização .....	63
3.4 Fatores de risco associados ao ser humano .....	64
3.5 Fatores de risco associados à via .....	76
3.6 Fatores de risco associados aos veículos .....	79
3.7 Fatores de risco associados ao meio ambiente .....	82
3.8 Distribuição dos fatores contribuintes .....	84
3.9 Leis propostas por Elvik .....	85
3.10 Questões .....	86
Referências do capítulo .....	87
<b>4. FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À SEVERIDADE .....</b>	<b>91</b>
4.1 Introdução .....	91
4.2 Excesso de velocidade .....	91
4.3 Não utilização dos equipamentos de segurança .....	95
4.4 Veículos sem estrutura de proteção aos ocupantes .....	98
4.5 Presença de obstáculo perigoso próximo à pista .....	100
4.6 Questões .....	109
Referências do capítulo .....	110
<b>5. QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE SINISTRALIDADE .....</b>	<b>113</b>
5.1 Introdução .....	113
5.2 Registro dos sinistros .....	114
5.3 Confiabilidade das informações dos bancos de dados .....	115
5.4 Taxas de sinistros .....	116

# sumário

5.5 Considerações sobre as taxas.....	118
5.6 Identificação e classificação dos locais críticos.....	121
5.7 Tratamento e análise dos dados de sinistros.....	125
5.8 Investigação dos sinistros nos locais críticos.....	129
5.9 Estatísticas oficiais de sinistros no país.....	133
5.10 Questões.....	136
Referências do capítulo.....	138
<b>6. ENGENHARIA NA MOBILIDADE SEGURA.....</b>	<b>141</b>
6.1 Introdução.....	141
6.2 Engenharia viária.....	142
6.3 Engenharia de tráfego.....	148
6.4 Engenharia na redução de sinistralidade.....	153
6.5 Questões.....	156
Referências do capítulo.....	157
<b>7. TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE CONFLITOS DE TRÁFEGO.....</b>	<b>159</b>
7.1 Introdução.....	159
7.2 Técnica sueca.....	161
7.3 Análise expedita de conflitos de tráfego.....	166
7.4 Questões.....	167
Referências do capítulo.....	167
<b>8. AUDITORIA DE SEGURANÇA VIÁRIA.....</b>	<b>169</b>
8.1 Introdução.....	169
8.2 Benefícios e custos.....	171
8.3 Ações decorrentes das auditorias.....	172
8.4 Fases de aplicação das auditorias.....	172
8.5 Listas de verificação.....	174
8.6 O papel da ASV para o sistema seguro.....	177
8.7 A ASV e o método iRAP.....	179
8.8 Questões.....	181
Referências do capítulo.....	181
<b>9. ESFORÇO LEGAL NO TRÂNSITO.....</b>	<b>183</b>
9.1 Introdução.....	183
9.2 Legislação.....	183
9.3 Gestão legal.....	189
9.4 Documentação dos sinistros.....	196
9.5 Questões.....	198
Referências do capítulo.....	200
<b>10. EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO.....</b>	<b>203</b>
10.1 Introdução.....	203
10.2 Legislação brasileira.....	204
10.3 Ensino na escola.....	209
10.4 Formação e aprimoramento de condutores.....	212
10.5 Campanhas educativas.....	213
10.6 Questões.....	217
Referências do capítulo.....	217
<b>11. CULTURA DE SEGURANÇA NO TRÂNSITO.....</b>	<b>221</b>
11.1 Introdução.....	221

# sumário

11.2 Cultura de segurança.....	221
11.3 Cultura de segurança e a segurança no trânsito.....	223
11.4 Evidências internacionais.....	224
11.5 A cultura de segurança e a resiliência.....	226
11.6 Questões.....	227
Referências do capítulo.....	227
<b>12. MEDICINA DE TRÁFEGO.....</b>	<b>229</b>
12.1 Introdução.....	229
12.2 Áreas de atuação.....	230
12.3 Exame de aptidão física e mental.....	231
12.4 Atendimento às vítimas de sinistros.....	237
12.5 Importância da rapidez e da qualidade do atendimento.....	240
12.6 Questões.....	241
Referências do capítulo.....	242
<b>13. PSICOLOGIA DO TRÂNSITO.....</b>	<b>245</b>
13.1 Introdução.....	245
13.2 Atividades da psicologia no trânsito.....	246
13.3 Exame de avaliação psicológica para condutores.....	246
13.4 Comportamento dos condutores.....	251
13.5 Questões.....	253
Referências do capítulo.....	254
<b>14. SIMULADORES DE DIREÇÃO.....</b>	<b>255</b>
14.1 Introdução.....	255
14.2 A tarefa de direção e processamento da informação.....	256
14.3 Os simuladores de direção.....	262
14.4 Pesquisa aplicada com o uso de simulador.....	266
14.5 Outras ferramentas de pesquisa em segurança viária.....	278
14.6 Questões.....	279
Referências do capítulo.....	279
<b>15. ESTUDOS NATURALÍSTICO DE DIREÇÃO.....</b>	<b>283</b>
15.1 Introdução.....	283
15.2 Estudos naturalísticos internacionais.....	282
15.3 Estudo naturalístico de direção brasileiro.....	285
15.4 Questões.....	298
Referências do capítulo.....	298
<b>16. MODELOS DE PREVISÃO DE SINISTROS.....</b>	<b>303</b>
16.1 Introdução.....	303
16.2 Metodologia do HSM.....	305
16.3 Considerações finais.....	312
16.4 Questões.....	312
Referências do capítulo.....	314
<b>17. AÇÕES PARA A REDUÇÃO DA SINISTRALIDADE VIÁRIA.....</b>	<b>315</b>
17.1 Introdução.....	315
17.2 Sistema político administrativo.....	316
17.3 Esforço legal.....	319
17.4 Educação para o trânsito.....	323
17.5 Veículos e equipamentos de segurança.....	327



17.6 Sistema viário.....	333
17.7 Questões.....	364
Referências do capítulo.....	364
<b>18. MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS AÇÕES .....</b>	<b>367</b>
18.1 Introdução.....	367
18.2 Teoria da compensação do risco.....	368
18.3 Efeito Peltzman.....	370
18.4 Migração dos sinistros.....	371
18.5 Erros na avaliação da eficácia.....	372
18.6 Etapas do monitoramento.....	376
18.7 Métodos de avaliação da eficácia.....	376
18.8 Questões.....	383
Referências do capítulo.....	385
<b>19. AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE SEGURANÇA NO TRÂNSITO.....</b>	<b>387</b>
19.1 Introdução.....	387
19.2 Custos econômicos dos sinistros.....	389
19.3 Benefícios econômicos dos projetos.....	391
19.4 Vida útil dos projetos.....	392
19.5 Custos dos projetos.....	392
19.6 Taxa de juros e taxa mínima de atratividade.....	393
19.7 Expressões para transferência de capital.....	396
19.8 Fluxos de caixas de projetos.....	397
19.9 Métodos de avaliação econômica.....	398
19.10 Avaliação multicritério.....	402
19.11 Questões.....	408
Referências do capítulo.....	410
<b>20. DIMENSÃO DA SINISTRALIDADE VIÁRIA NO BRASIL .....</b>	<b>413</b>
20.1 Dados gerais.....	413
20.2 Evolução da sinistralidade.....	414
20.3 Dados de diferentes fontes.....	417
20.4 Mortes em sinistros por faixa etária.....	419
20.5 Mortes em sinistros por modo de transporte.....	420
20.6 Mortes em sinistros: faixa etária x modo de transporte.....	421
20.7 Mortalidade no trânsito nas unidades da federação.....	423
20.8 Sinistralidade rodovias e vias urbanas.....	426
20.9 Questões.....	433
Referências do capítulo.....	434
<b>21. POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA .....</b>	<b>437</b>
21.1 Plano nacional de redução de mortes e lesões no trânsito.....	437
21.2 Situação atual e medidas necessárias segundo pilares do PNATRANS.....	439
21.3 Questões.....	457
Referências do capítulo.....	458
<b>SOBRE OS AUTORES.....</b>	<b>460</b>
<b>O OBSERVATÓRIO.....</b>	<b>462</b>

# 1. introdução

## 1.1 - GRAVIDADE DO PROBLEMA DA SINISTRALIDADE VIÁRIA

### // CENÁRIO MUNDIAL

A sinistralidade no trânsito é um grave problema no mundo contemporâneo. Atualmente, morrem cerca de 1,35 milhão de pessoas por ano em razão dos sinistros (sinistros) de trânsito (cerca de 3.500 mortes diárias). Aproximadamente 50 milhões sofrem algum tipo de lesão — muitos ficando com sequelas físicas, mentais e/ou psicológicas que impedem uma vida normal (WHO, 2021). As projeções para o ano de 2030 indicam que o número de mortes no trânsito no mundo pode chegar a 2,1 milhões (LA, 2023).

A sinistralidade no trânsito foi a sexta causa de incapacidades no mundo em 2019, considerando o indicador *DALY* (*Disability-Adjust Life Year*). O indicador *DALY* é uma medida que combina o número de anos perdidos devido à morte prematura e o número de anos vividos com sequelas graves — que impedem uma vida normal (dados ponderados conforme o tipo de incapacidade), tomando como referência o tempo médio de vida da população do país (WHO, 2019).

Na Tabela 1.1 estão indicados os valores das taxas de mortes por grupo de 100 mil habitantes, 100 mil veículos e bilhão de quilômetros (ou veículos-quilômetros) percorridos para alguns países, ordenados conforme a taxa de mortes por 100 mil veículos.

**Tabela 1.1** – Mortes por bilhão de quilômetros percorridos.

País	Taxa de mortalidade					
	Ano	Mortes/ 100 mil habitan- tes	Ano	Mortes/ 100 mil veículos	Ano	Mortes/ bilhão de veículos-qui- lômetros
Islândia	2021	2,42	2019	2,00	2021	2,18
Noruega	2021	1,48	2020	2,47	2021	1,78
Suíça	2021	2,30	2021	3,18	2021	3,00
Suécia	2021	2,02	2021	3,43	2020	2,62
Dinamarca	2021	2,22	2021	3,81	2021	2,44
Reino Unido	2021	2,39	2020	4,00	2021	3,36
Japão	2021	2,55	2020	4,00	2021	4,88
Espanha	2021	3,23	2021	4,25	2021	6,39
Alemanha	2021	3,08	2021	4,48	2021	3,73
Austrália	2020	4,30	2020	5,60	2020	4,54
Holanda	2021	3,32	2019	5,65	2021	4,73
França	2021	4,35	2021	6,06	2020	4,84
República Tcheca	2021	5,06	2021	6,60	2021	9,93
Polônia	2021	5,95	2021	6,74	2019	11,65
Lituânia	2021	5,21	2021	7,93	2021	11,61
Nova Zelândia	2020	6,29	2019	8,00	2020	6,90
Canadá	2021	4,62	2018	8,00	2021	4,43
Israel	2021	3,89	2019	10,00	2020	5,53
Coreia do Sul	2021	5,64	2020	11,00	2021	8,18
Hungria	2021	5,60	2021	11,15	2021	11,67
Estados Unidos	2021	12,93	2019	12,00	2021	8,28
Uruguai	2019	12,00	2019	17,00	-	-
Argentina	2018	12,30	2018	22,00	-	-
Sérvia	2021	7,58	2018	22,00	-	-
México	2020	10,70	2020	26,00	2020	23,90
Brasil	2021	15,64	2021	29,93	2021	30,28
Colômbia	2020	10,80	2020	34,00	-	-
Marrocos	2020	8,40	2020	64,00	-	-
África do Sul	2018	22,40	2018	104,00	-	-
Turquia	2021	6,32	-	-	2020	16,18

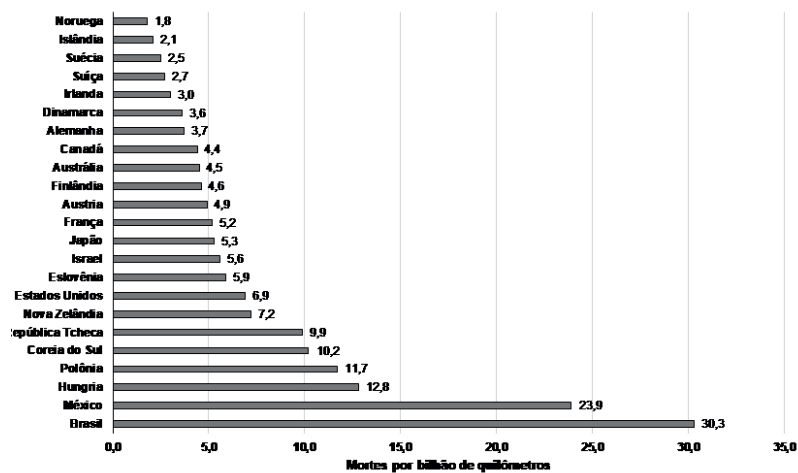
Fontes: ITF (2023), OECD (2023) e ONSV e UFPR (2023).

## // CENÁRIO NACIONAL

Em 2021, de acordo com o Ministério da Saúde (Brasil, 2023a), morreram no país 33.813 pessoas em razão dos sinistros de trânsito. Nesse mesmo ano, utilizando dados da Polícia Rodoviária Federal (Brasil, 2023b) e do Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito (Brasil, 2023c), estima-se que houve mais de 1 milhão de sinistros e mais de 500 mil feridos (milhares com sequelas graves e definitivas que impedem uma vida normal).

Em comparação com alguns países de alta renda, além do México e da Turquia (países de média renda, como o Brasil), como ilustrado na Figura 1.1, construída com dados da Tabela 1.1, a taxa de mortes no Brasil por bilhão de quilômetro percorrido pela frota de veículos rodoviários (parâmetro mais adequado para medir o risco de morte no trânsito) é 2 a 17 vezes maior em relação aos países de alta renda tomados como referência, o que reflete uma situação extremamente grave. Em relação à Turquia, a taxa é 87% maior. Em relação ao México, a taxa é 27% maior.

**Figura 1.1** – Mortes por bilhão de quilômetros percorridos.



Fontes: ITF (2023) e ONSV e UFPR (2023).

Muito preocupante é o fato de que o número de mortes em sinistros de trânsito voltou a crescer em 2020 e 2021, últimos anos com estatísticas oficiais consolidadas, interrompendo uma sequência de reduções no período de 2015 a 2019. Entre 2019 e 2020, o crescimento foi de 2,41%; entre 2020 e 2021, o crescimento foi de 3,35% (Brasil, 2023a).

## **1.2 - SEGURANÇA NO TRÂNSITO E DESENVOLVIMENTO**

A segurança no trânsito é fortemente influenciada pelo nível de desenvolvimento econômico e social: nos países social e economicamente menos desenvolvidos, as taxas de mortes por veículo e por quilômetro são, em geral, muito maiores do que nos países mais desenvolvidos. A classificação conforme o nível de renda (países de baixa, média e alta renda), geralmente adotada pela Organização Mundial da Saúde em seus relatórios globais, reflete de maneira geral o nível de desenvolvimento econômico e social dos países.

Os dados da Tabela 1.1 comprovam esta informação. África do Sul, Marrocos, Colômbia, Brasil, México, Sérvia e Argentina, exemplos de países de média renda, apresentam taxas de mortes por veículo mais elevadas que os demais países listados, todos de alta renda (Islândia, Suécia, Noruega, Itália, Espanha, Reino Unido, Japão, etc.). Diretamente ligados à questão econômica, os seguintes fatores contribuem para o crescente número de mortes no trânsito nos países de mais baixa renda: condutores imprudentes, em razão da falta de cultura de segurança no trânsito; vias mal projetadas e sem conservação adequada; frota mais antiga e sem manutenção adequada; legislação inapropriada; fiscalização incipiente; grande utilização de motocicletas e veículos semelhantes; atendimento médico precário das vítimas, etc.

No que diz respeito ao desenvolvimento social, a maior segurança no trânsito dos países de mais alta renda deve-se principalmente aos seguintes fatores: existência de uma cultura consolidada de segurança viária; legislação e punição mais severas; maior conhecimento e respeito às leis e regras de trânsito por parte da população; condutores e pedestres com melhor treinamento; amplo acesso das pessoas às informações sobre as estatísticas de sinistros, etc.

Nos países de média renda, as principais vítimas dos sinistros se encontram nas classes econômicas mais baixas que não têm acesso

ao automóvel e, por isso, são os usuários mais vulneráveis (pedestres, ciclistas e motociclistas). Os países de baixa e média renda são responsáveis por menos de 60% dos veículos motorizados, mas concentram 90% das mortes no trânsito no mundo (WHO, 2021).

Em um mesmo país, as taxas de sinistros de trânsito também variam significativamente entre diferentes estados, regiões ou cidades, dependendo do desenvolvimento econômico e social. Para exemplificar, seguem as taxas de mortes por bilhão de quilômetros percorridos relativos ao ano de 2021, obtidos por ONSV e UFPR (2023), em cinco estados brasileiros: São Paulo = 19,16, Paraná = 31,30, Maranhão = 46,59, Piauí = 62,93 e Alagoas = 67,20.

A pouca preocupação com a sinistralidade no trânsito nos países de mais baixa renda deve-se à existência de problemas mais graves e a escassez de recursos — numa certa semelhança com a teoria das necessidades humanas de Maslow, sintetizadas graficamente por meio de cinco camadas distintas em uma pirâmide. A camada inferior representa as necessidades vitais para a sobrevivência, as camadas superiores estão associadas a distintas necessidades em ordem de importância e a camada mais alta reúne as necessidades espirituais. Além disso, nos países de mais baixa renda, a cultura técnica sobre segurança viária tende a ser menos desenvolvida e a população, em geral, percebe menos o problema em seu aspecto técnico.

A perda de anos de vida, em razão das mortes, e de anos de vida saudável, em decorrência de sequelas graves definitivas, têm transformado a sinistralidade viária nos países de mais baixa renda em um sério problema de saúde pública. Dessa forma, viabilizar recursos para combater a sinistralidade viária, colocar em prática ações apropriadas — mesmo que impopulares — e convencer a população da importância dessas medidas constitui um grande desafio para autoridades e técnicos dos países de baixa e média renda, como é o caso do Brasil.

## **1.3 - CUSTOS DOS SINISTROS DE TRÂNSITO**

### **// CUSTO ECONÔMICO**

Um aspecto extremamente negativo dos sinistros de trânsito é o impacto que têm sobre a economia dos países. Estudos de vários organismos internacionais apontam que o custo dos sinistros de trânsito representa cerca de 1 a 2% do PIB dos países (1% nos

países menos desenvolvidos ou de baixa renda, 1,5% nos medianamente desenvolvidos ou de média renda e 2% nos muito desenvolvidos ou de alta renda). Considerando que, em 2023, o Produto Interno Bruto (PIB) no mundo está estimado em US\$112,6 trilhões, admitindo o percentual médio de 1,5%, o custo dos sinistros é de cerca de US\$1,7 trilhões.

No custo dos sinistros estão incluídos os seguintes itens: despesas médicas e hospitalares, tratamento e reabilitação das vítimas, perdas materiais (veículos, produtos, postes, sinalização de trânsito, muros, etc.), remoção dos veículos acidentados, resgate das vítimas, limpeza e reparo dos danos causados à via e à sinalização de trânsito, perdas de dia de trabalho, pensões e aposentadorias precoces, custos policiais e judiciários, funerários, etc.

No Brasil, foram realizados dois estudos detalhados sobre os custos dos sinistros de trânsito, ambos pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Em 2003, sobre sinistros nas cidades (IPEA e ANTP. Brasil, 2003); em 2006, sobre sinistros nas rodovias (IPEA, DENATRAN e ANTP. Brasil, 2006). Os valores dos custos totais associados aos sinistros foram de R\$5,3 bilhões nas cidades, em 2003, e R\$22 bilhões nas rodovias, em 2006. Atualizando os valores para 2023, com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), obtêm-se: R\$16,25 bilhões nas cidades e R\$56,98 bilhões nas rodovias (total geral de R\$72,23 bilhões). Admitindo que o número e a distribuição dos sinistros nos anos considerados (2003, 2006 e 2023) sejam similares (o que de fato ocorreu), o valor de R\$72,23 bilhões em 2023 constitui uma estimativa adequada.

O IPEA (Brasil, 2020) atualizou os valores para 2014, chegando a um total geral de R\$50 bilhões – que, atualizado pelo IPCA, resulta em R\$84,23 bilhões em 2023. O valor de R\$72,23 bilhões corresponde a 0,72% do PIB de R\$10,1 trilhões, previsto para o país em 2023; o valor de R\$84,23 bilhões corresponde a 0,84% do PIB – ambos relativamente próximos do valor de 1% previsto nos estudos internacionais para os países de baixa e média renda.

#### // CUSTO HUMANO E SOCIAL

Mais impactante que o custo econômico dos sinistros é o custo humano e social: sofrimento físico e psicológico das vítimas, sofrimento psicológico dos familiares e pessoas com ligação com as

vítimas, doenças de natureza psicológica que acometem vítimas e pessoas próximas (depressão, fobias, etc.), perda de qualidade de vida de muitas das vítimas e de seus familiares, desestruturação econômica de famílias, distanciamento de entes queridos em razão do tratamento hospitalar e de reabilitação, etc.

#### // CUSTO AMBIENTAL

Em sinistros envolvendo veículos que transportam produtos químicos, muitas vezes com derramamento de carga, provoca grandes danos ao meio ambiente: no solo, nas águas, na flora, na fauna e até mesmo no clima. Esses custos (impactos negativos), ainda que sejam difíceis de mensurar, trazem grande prejuízo para o meio ambiente.

#### 1.4 - VISÃO SISTÊMICA

O trânsito pode ser considerado como um sistema constituído de três elementos: ser humano, veículo e via/meio ambiente — os quais, na maioria absoluta das vezes, interagem de maneira adequada entre si. Quando essa interação não ocorre de maneira apropriada, em razão da falha de um ou mais fatores associados a esses elementos (base da teoria multicausal), pode ocorrer o sinistro.

Uma visão sistêmica acerca da sinistralidade no trânsito, representada em forma de quadro (matriz), foi desenvolvida por Haddon (1968). Uma versão adaptada desta matriz é mostrada no Quadro 1.2. Nesse quadro estão relacionadas as principais ações associadas a cada um dos três elementos que compõem o sistema de trânsito, no sentido de evitar os sinistros (período pré-sinistro), de minimizar as consequências dos sinistros no instante em que ocorrem (momento do sinistro) e de minimizar os efeitos após os sinistros (período pós-sinistro).

Dessa forma, uma política adequada de segurança no trânsito deve atuar no sentido de:

- Reduzir a exposição ao risco;
- Reduzir a quantidade de sinistros;
- Reduzir a severidade dos sinistros;
- Reduzir os danos às vítimas.

A seguir, são comentadas, de forma breve, algumas ações fundamentais a serem empreendidas, visando à consecução desses objetivos.

**Quadro 1.1** – Versão adaptada da matriz de Haddon.

Período	Elemento	Exemplos de ações
<b>Pré-sinistro</b> <b>Prevenção do sinistro</b>	<b>Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução da exposição ao risco (diminuição da necessidade de viajar, substituindo viagens por modos mais seguros, etc);</li> <li>• Conhecimento das normas e regras;               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treinamento prático;</li> </ul> </li> <li>• Conscientização (convencimento) das pessoas para um comportamento adequado (criação de uma cultura de segurança);</li> <li>• Legislação severa e fiscalização intensa);</li> <li>• Uso de vestimenta com material refletivo por parte de pedestres, ciclistas, motociclistas e trabalhadores no período noturno.</li> </ul>
	<b>Veículo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projeto voltado para proporcionar segurança;</li> <li>• Manutenção adequada de freios, pneus, direção, suspensão, etc.</li> <li>• Vidro e/ou visor do capacete limpos e desembacados;</li> <li>• Material refletivo nas bicicletas e motocicletas para maior visibilidade noturna.</li> </ul>
	<b>Via/meio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometria da via adequada;</li> <li>• Limite de velocidade apropriado;               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinalização adequada;</li> </ul> </li> <li>• Rugosidade e drenagem adequadas da pista;               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faixa lateral com superfície regular, pequena declividade e sem obstáculos;</li> <li>• Inexistência de elementos próximos que prejudiquem a visibilidade ou desviem a atenção;</li> </ul> </li> <li>• Existência de painéis com mensagens variáveis para avisar sobre condições climáticas adversas, existência de obras, etc.</li> </ul>

<b>Sinistro</b> <b>Prevenção de traumatismos durante o sinistro</b>	<b>Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidade compatível com o local;</li> <li>• Uso de equipamentos de segurança (cinto de segurança, cadeiras especiais para crianças, capacete para motociclistas, etc)               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crianças no banco traseiro;</li> </ul> </li> <li>• Cargas no porta-malas ou bagageiro.</li> </ul>
	<b>Veículo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrutura externa resistente ao impacto para proteger os ocupantes;</li> <li>• Parte frontal flexível para minimizar as lesões de pedestres, ciclistas e motociclistas;</li> <li>• Veículos dotados de bolsa de ar (airbag).</li> </ul>
	<b>Via/meio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faixa lateral com superfície regular, baixa declividade e sem obstáculos;</li> <li>• Barreiras de contenção nos locais críticos;</li> <li>• Amortecedores de impacto em elementos rígidos próximos à pista.</li> </ul>
<b>Pós-sinistro</b> <b>Conservação da vida</b>	<b>Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapidez na chegada ao local de atendimento especializado;</li> <li>• Pessoal treinado e equipamentos adequados ao socorro e ao transporte das vítimas;</li> <li>• Tratamento hospitalar de urgência e tratamento posterior adequados;</li> <li>• Reabilitação física e psicológica das vítimas.</li> </ul>
	<b>Veículo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existência de extintor de incêndio;</li> <li>• Retirada rápida da pista.</li> </ul>
	<b>Via/meio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinalização de emergência da pista, indicando o sinistro;</li> <li>• Limpeza da pista e recuperação dos dispositivos de controle (sinais de trânsito, semáforos, etc).</li> </ul>

Fonte: Haddon (1968).

## // REDUÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RISCO

A redução da exposição ao risco compreende as seguintes principais ações: diminuição da necessidade de viajar, redução da distância média das viagens, realização de viagens por modos mais seguros e eliminação de situações de risco.

A diminuição da necessidade de viajar está associada à disponibilidade e ao aperfeiçoamento das várias formas de telecomunicações, com a possibilidade de realizar compras e efetuar operações bancárias via Internet, com a ampliação das oportunidades de realizar trabalho na própria residência, advindas do avanço da informática, etc.

A redução da distância das viagens está associada a um uso mais racional do solo, de modo a proporcionar às pessoas oportunidades de trabalho, estudo, compras e lazer em locais mais próximos às suas residências.

A realização de viagens por modos mais seguros é conseguida com a melhoria do transporte público, através de medidas de incentivo ao uso do transporte público e/ou desestímulo ao uso do transporte individual (sobretudo da motocicleta e do automóvel), etc.

A eliminação de situações de risco pode decorrer, por exemplo, das seguintes ações: proibição de dirigir à noite e em rodovias para os condutores recém-habilitados, punição mais rígida e fiscalização mais intensa no que diz respeito ao nível de álcool no sangue e ao limite de velocidade, limitação da velocidade das motocicletas, melhorias nas rodovias e vias urbanas rápidas no que diz respeito à segurança e à correção de problemas em locais críticos (com alta incidência de sinistros), etc.

## // REDUÇÃO DA OCORRÊNCIA E DA SEVERIDADE DOS SINISTROS

Para reduzir a ocorrência e a severidade dos sinistros, deve-se, genericamente, atuar em seis áreas: Engenharia (Engineering), Educação (Education), Esforço Legal (Enforcement), Engajamento (Engagement), Ambiente (Environment) e Avaliação (Evaluation). Como as palavras em Inglês referentes a essas seis áreas começam com a letra E, é usual no jargão técnico dizer que a sinistralidade no trânsito deve ser combatida com os seis Es.

**A seguir, são comentadas as principais ações afetas a cada uma dessas áreas.**

## **Engenharia**

No âmbito da Engenharia Viária e da Engenharia de Tráfego, as principais ações para a melhoria da segurança no trânsito são: projetos de novas rodovias e vias expressas com ênfase na segurança, tratamento dos locais críticos, melhoria da manutenção das vias, melhoria da sinalização, definição das condições de operação com ênfase na segurança (redução do limite de velocidade, proibição de conversões perigosas, etc.), utilização de medidas para a redução da velocidade (lombadas, estreitamento de pista, etc.), utilização de dispositivos de fiscalização eletrônica (radares, detectores de avanço de sinal vermelho, etc.), melhoria da iluminação em locais com alta incidência de sinistros noturnos, etc.

No campo da Engenharia Automotiva, é importante o aperfeiçoamento dos veículos, visando obter melhor desempenho nas frenagens e desvios rápidos de trajetória, estrutura com maior resistência a impactos e poder de absorção da energia cinética, projeto do veículo concebido para atenuar o impacto com usuários vulneráveis, melhor visibilidade noturna, equipamentos de segurança mais eficientes, etc.

A contribuição da Engenharia Eletrônica para uma maior segurança no trânsito está no desenvolvimento de tecnologias automatizadas, denominadas genericamente de sistemas inteligentes de transporte (ITS – Intelligent Transport Systems), que atuam no desempenho dos veículos e do controle do tráfego com base em informações detectadas automaticamente, portanto, sem intervenção humana. Os veículos 100% autônomos, uma realidade ainda distante do dia a dia do trânsito brasileiro, representam a evolução plena no que diz respeito a este aspecto.

## **Educação**

No campo da Educação, são desenvolvidas as atividades de conscientização (convencimento) da população acerca da importância do respeito às leis e à sinalização de trânsito para evitar sinistros e, também, de preparação (capacitação) das pessoas para que possam conduzir veículos (carros, motocicletas, bicicletas, charretes, etc.), ou locomover-se a pé, com segurança.

Nos países de baixa e média renda, um dos principais objetivos da educação para o trânsito é criar uma cultura de segurança no trânsito, que implica em mudança no comportamento e na atitude das pessoas.



as, visando reduzir a sinistralidade. Algumas ações importantes na área da Educação para a melhoria da segurança no trânsito são: inclusão do tema no currículo das escolas em todos os níveis com aulas teóricas e práticas, aperfeiçoamento do processo de formação dos novos condutores, reciclagem e tratamento psicológico de condutores que se envolvem com frequência em sinistros, cursos especializados para os motoristas profissionais, campanhas educativas pela mídia, etc.

### **Esforço legal**

O esforço legal no trânsito compreende: legislação, fiscalização, punição e documentação dos sinistros. O esforço legal tem como finalidade a organização do sistema de trânsito, visando uma maior segurança, fluidez e comodidade na movimentação de pessoas em veículos e a pé, preservação do meio ambiente, convivência pacífica dos cidadãos, etc.

Alguns pontos importantes na área do Esforço Legal que contribuem para melhoria da segurança no trânsito são: estabelecimento de penalidades mais rígidas para as infrações que envolvem maior risco de sinistros, obrigatoriedade de determinadas características na fabricação de novos veículos, definição de regras mais rígidas para a obtenção e renovação do documento de habilitação, melhoria da fiscalização (treinamento dos agentes, aumento do efetivo do corpo de agentes, ampliação da fiscalização eletrônica, etc.), aperfeiçoamento do processo de coleta dos dados de sinistros, etc.

### **Engajamento**

A redução da sinistralidade depende muito da mudança de comportamento e de atitude das pessoas. Em vista disso, é fundamental o engajamento da sociedade no processo de alcançar uma maior segurança no trânsito: governos, empresas, organizações não governamentais, clubes de serviço, associações, poder legislativo e judiciário, etc.

Em primeiro lugar, é preciso conscientizar/convencer a população que o problema da sinistralidade no trânsito é grave e pode ser evitado com a mudança no comportamento e na atitude das pessoas. Para atingir esse objetivo, é fundamental a divulgação de notícias sobre o assunto e a veiculação de campanhas publicitárias eficazes pela mídia, sobretudo pela Internet (redes sociais, plataformas de áudio e vídeo, etc.), rádio e televisão com vistas a

efetivamente criar uma cultura de segurança no trânsito.

O engajamento por parte das três esferas de governo (federal, estadual e municipal) se materializa com a aplicação de volume adequado de recursos, concretização de ações eficazes e liderança no processo de envolver a sociedade (órgãos da mídia, ONGs, clubes de serviço, associações de bairro, movimentos sociais, coletivos, etc.) com a questão. Por isso, é essencial a vontade política dos três poderes: executivo, legislativo e judiciário.

### **Ambiente**

O ambiente viário e seu entorno exercem grande influência no comportamento de condutores e pedestres no trânsito, uma vez que podem induzir atitudes mais seguras ou de maior risco. Isso significa que aspectos como limite de velocidade e geometria da via devem estar de acordo com as características do ambiente ao redor, ou seja, o tráfego existente em determinado local deve ser condicionado às características de uso e ocupação já existentes, evitando o aparecimento de conflitos entre os diversos tipos de usuários.

Em um ambiente compartilhado por condutores de veículos motorizados, pedestres e ciclistas, deve haver uma adequada distribuição no espaço e no tempo, de modo que determinado tipo de usuário não seja favorecido em detrimento da segurança de outros. Ações de humanização do trânsito empreendidas em alguns países têm garantido um ambiente mais seguro para os usuários do sistema de transporte, principalmente para os pedestres e ciclistas.

### **Avaliação**

A avaliação permanente (monitoramento) da situação da segurança no trânsito é de extrema importância para a definição de prioridades das intervenções e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Em especial, é fundamental proceder à avaliação das ações empreendidas no sentido de identificar aquelas que tenham sucesso e que, portanto, podem ser replicadas em outros locais ou situações.

Para a avaliação permanente das ações (monitoramento) é imprescindível a criação/manutenção de bancos de dados, os quais devem conter todas as informações referentes à situação da segurança, tais como registros de sinistros, levantamento dos conflitos existentes, fluxos de veículos e pedestres, etc.

## // REDUÇÃO DOS DANOS ÀS VÍTIMAS

A redução dos danos às vítimas é obtida mediante a melhoria do atendimento aos feridos, com o objetivo de evitar mortes e sequelas graves. Essas ações podem estar focadas em uma ou mais das seguintes etapas: socorro, tratamento e reabilitação.

A melhoria do socorro às vítimas dos sinistros passa pela redução do tempo de chegada de equipe especializada no local do sinistro para aplicar os procedimentos de urgência, na aquisição de equipamentos e viaturas adequadas, no treinamento dos profissionais que integram as equipes de resgate e, também, na disseminação do conhecimento das técnicas de primeiros socorros entre a população. O tratamento dos feridos pode ser em nível hospitalar ou ambulatorial.

A possibilidade de melhoria nesse campo envolve investimentos em instalações e equipamentos hospitalares, bem como o treinamento de profissionais da área de traumatologia (médicos e paramédicos).

A melhoria do processo de reabilitação física e/ou psicológica das vítimas dos sinistros de trânsito está associada à criação de centros especializados, à melhoria das instalações e equipamentos dos centros existentes e ao treinamento dos profissionais que atuam na área.

## 1.5 - SEGURANÇA NO TRÂNSITO E MOBILIDADE

Como individualmente a probabilidade do envolvimento em sinistros é pequena, o desejo de mobilidade das pessoas prepondera sobre o desejo de segurança. Em razão disso, a aceitação de ações por parte da população para a melhoria da segurança no trânsito depende muito do impacto que têm sobre a mobilidade.

Quando o impacto é negativo, há maior resistência em aceitar as ações. Exemplos: fiscalização eletrônica de velocidade, eliminação de acessos (entradas e saídas) à via, restrições ao uso do solo (localização e tamanho de estabelecimentos comerciais, etc.), implantação de vias com acesso restrito (calçadões, etc.), restrições para os recém-habilitados (por exemplo, não dirigir a noite, não dirigir em rodovias, etc.), implantação de medidas para redução de velocidade (obstáculos transversais, estreitamento de pista, etc.), restrição de conversões em cruzamentos, etc.

Outras ações não prejudicam a mobilidade e, portanto, não oferecem, em geral, grande resistência por parte da população, salvo se

prejudicarem muito a conveniência ou aumentarem o custo. Exemplos: obrigatoriedade do uso de cinto de segurança ou de capacete, projetos de veículos mais seguros, utilização de mobiliário rodoviário mais seguro (elementos verticais laterais mais flexíveis e/ou colapsíveis, emprego de dispositivos de contenção, etc.), melhoria do serviço de atendimento de emergência, etc.

Há, ainda, ações que proporcionam mais segurança e mobilidade e que, por isso, têm total aceitação. Exemplos: melhoria do padrão da via (duplicação, construção de terceira faixa em aclives, etc.), melhoria do sistema de freio dos veículos, implantação de dispositivos de controle mais adequados (semáforos, rotatórias, etc.).

Existe uma série de tecnologias veiculares emergentes que tendem a ser bem aceitas se não encarecerem demais os veículos, pois vão beneficiar simultaneamente a segurança sem prejudicar a mobilidade. Exemplos: detector de fadiga do condutor com acionamento automático de sinal de alerta, detector de veículos à frente com acionamento automático do freio, etc.

## 1.6 - CARÁTER MULTIDISCIPLINAR DA SEGURANÇA VIÁRIA

A segurança do trânsito é uma questão multidisciplinar, exigindo a participação de profissionais de diferentes áreas: Engenharia, Educação, Polícia, Direito, Medicina, Odontologia, Enfermagem, Fisioterapia, Psicologia, Pedagogia, Ciências Sociais, Urbanismo, Comunicação, etc.

Aos profissionais da área de Engenharia cabe a responsabilidade de projetar, executar e manter vias para usuários de veículos e pedestres adequadas no que diz respeito à geometria, à resistência, à regularidade e à textura da superfície de rolamento, à sinalização, etc. Também cabe a estes profissionais realizar a gestão da segurança viária, envolvendo a coleta e o tratamento estatístico dos dados de sinistros, a logística de socorro às vítimas, a implementação de ações visando à redução dos sinistros, etc. Adicionalmente, na área da Engenharia, porém no campo da Engenharia Mecânica e da Engenharia Elétrica/Eletrônica, encontram-se ações visando ao aperfeiçoamento dos veículos no que diz respeito à segurança e aos sistemas de fiscalização eletrônica.

As Ciências Médicas têm papel de grande importância na prevenção dos sinistros de trânsito mediante a realização dos exames fi-

sicos para verificar se o condutor está apto ou não a dirigir, como também no tratamento das sequelas físicas e emocionais das pessoas envolvidas em sinistros. A Medicina, a Odontologia e a Enfermagem, na implementação dos primeiros socorros e no tratamento das vítimas. A Fisioterapia, na reabilitação das vítimas com sequelas. A Psicologia, na avaliação psicológica para verificar se a pessoa reúne condições para dirigir, na preparação e reciclagem dos condutores, no apoio às vítimas de sinistros e às suas famílias, etc.

O Direito também tem papel relevante no trânsito. Todos os aspectos legais relacionados ao trânsito são tratados por essa ciência. Elaboração de leis e normas sobre o Trânsito, solicitações e julgamentos de indenizações por danos físicos e prejuízos materiais, recursos e julgamentos sobre multas e outras penalidades, indiciamentos judiciais, etc. são de alçada de profissionais do Direito (juizes, promotores e advogados).

Os profissionais da área de Pedagogia (professores) atuam no processo de educação e capacitação de crianças, adolescentes e adultos, tanto no ensino convencional como em cursos específicos.

Os profissionais da área de Administração e Economia também têm participação ativa nas questões do trânsito, uma vez que tratam da organização e gestão de recursos humanos, materiais e financeiros necessários para proporcionar sistemas seguros. Os profissionais da Economia, particularmente, são encarregados da mensuração dos impactos econômicos dos sinistros de trânsito e viabilidade de intervenções.

À Polícia Militar cabe a fiscalização (policiamento) do trânsito: verificação do comportamento dos condutores, verificação do porte de licença dos veículos e carteiras de habilitação, elaboração de boletins de ocorrência de sinistros de trânsito, etc. A Polícia Civil é responsável pela elaboração de laudo técnico de campo no caso dos sinistros com vítimas, condução dos processos relativos a sinistros e incidentes no trânsito, etc.

A função de agente de trânsito, prevista no atual Código de Trânsito Brasileiro, criou a oportunidade de pessoas civis com formação básica também atuarem na fiscalização e operação do trânsito.

## **1.7 - POLÍTICAS PARA A SEGURANÇA NO TRÂNSITO**

### **// PRINCÍPIOS A SEREM SEGUIDOS**

A seguir são comentados os princípios que devem orientar as políticas voltadas para a segurança no trânsito, com base no OECD (2008).

### **Tratamento científico**

Antigamente, considerava-se que os sinistros eram eventos que ocorreriam de maneira aleatória e independente de outros fatores. Atualmente, no entanto, o sucesso obtido pelos países mais desenvolvidos na diminuição dos sinistros e das vítimas, mediante o emprego de enfoque científico (análise racional e ações práticas adequadas) e visão sistêmica, tem mostrado que os sinistros de trânsito são, em grande medida, previsíveis e evitáveis.

Em grande parte dos sinistros observa-se a presença de poucos fatores de risco. Esses sinistros podem ser reduzidos/evitados mediante ação dirigida para diminuir/eliminar um ou alguns dos fatores de risco identificados. Assim, uma política (conjunto de ações) lógica e eficiente para combater a sinistralidade no trânsito deve estar focada em eliminar/minimizar pelo menos um dos fatores de risco mais frequentes — que somente podem ser identificados com a existência de um banco de dados dos sinistros e com o tratamento e análise adequada das informações.

### **Enfoque multissetorial**

Tradicionalmente, a segurança no trânsito era considerada uma responsabilidade do setor de Transporte. Na década de 1960, no entanto, muitos países mais desenvolvidos criaram organismos específicos para cuidar da segurança no trânsito e trataram de envolver outros setores no processo, sobretudo o da Saúde, pois a quantidade de óbitos, feridos, leitos hospitalares ocupados e anos de vida e saúde perdidos (medidos através do índice DALY) em razão dos sinistros de trânsito se equivalem ou mesmo superam muitas doenças clássicas.

Atualmente, há certo consenso de que a questão da sinistralidade viária nos países e estados deve ser gerida por um órgão estatal específico e envolver os seguintes principais setores públicos e privados: trânsito, saúde, educação, polícia, fabricantes de veículos, meios de comunicação, centros de pesquisa, organizações não governamentais, empresas operadoras de rodovias, empresas de transporte (de passageiros e de carga), etc.

Um trabalho articulado e envolvendo todos esses setores é necessário para reduzir a sinistralidade viária a uma dimensão aceitável.

### **Sistemas de trânsito projetados para evitar os sinistros**

Os sinistros de trânsito não são de responsabilidade exclusiva dos usuários, pois muitos outros fatores, sobre os quais os usuários não têm controle, podem contribuir para a ocorrência de sinistros, como, por exemplo, vias e veículos mal projetados. Por outro lado, o comportamento de uma pessoa não é regido apenas por seu conhecimento e capacidade, mas também é influenciado por fatores externos.

Em vista disso, os elementos que compõem o sistema de trânsito (vias, veículos, legislação, fiscalização, etc.) devem ser planejados, projetados e operados de modo a facilitar o deslocamento e a tomada de decisão por parte dos usuários,

bem como induzir ao respeito às leis e às regras de trânsito. Exemplos de ações que contribuem para reduzir os sinistros: imposição de penalidades mais rígidas, intensificação da fiscalização, projetos de veículos com melhor desempenho do ponto de vista de segurança, construção de vias e interseções mais seguras, etc.

### **Sistemas de trânsito projetados para reduzir a gravidade dos sinistros**

Os elementos do sistema de trânsito (vias, veículos, legislação, fiscalização, etc.) devem ser planejados, projetados e operados de modo que os sinistros não causem lesões graves nas pessoas. As “vias que perdoam” fazem parte deste contexto. As mesmas ações citadas no item anterior também servem de exemplos de medidas que contribuem para reduzir a gravidade dos sinistros.

### **Sistemas de trânsito que proporcionam justiça social no que diz respeito à segurança**

As estatísticas mostram que a maioria das vítimas dos sinistros são as pessoas de renda mais baixa, que se deslocam em modos mais vulneráveis: a pé, de bicicleta ou de motocicleta. As pessoas com menor renda, além da deficiência na educação e no treinamento como usuárias dos sistemas de trânsito, não têm acesso ao tratamento médico adequado e as famílias ficam desamparadas no caso de morte ou sequelas da pessoa responsável ou corresponsável pelo sustento da casa. Sob a ótica da justiça social, é importante que os sistemas de trânsito ofereçam o mesmo grau de proteção a todos os usuários da via.

### **Soluções apropriadas para a segurança no trânsito**

As soluções para a redução da sinistralidade viária devem levar em conta a cultura, o desenvolvimento econômico e social, a composição do tráfego, etc. de cada país, região ou cidade. Dessa forma, a transferência de conhecimentos e tecnologias dos países de alta renda para os países de baixa e média renda deve ser feita com critério, procedendo-se as análises e as adaptações pertinentes. A experiência local deve estar sempre presente na definição das ações a serem implementadas.

### **// REQUISITOS PARA O ÊXITO**

Alguns dos principais requisitos para que as políticas voltadas à redução da sinistralidade viária tenham êxito são brevemente discutidos a seguir.

#### **Vontade política**

Vontade política está relacionada à disposição dos poderes executivo, legislativo e judiciário de empreenderem ações, apoiarem iniciativas e destinarem recursos para a segurança no trânsito. Em alguma medida, cabe às autoridades e técnicos das áreas de Trânsito e Saúde a missão de convencer os políticos da necessidade da implementação de políticas adequadas de segurança no trânsito.

#### **Engajamento da sociedade**

Um ponto fundamental para o êxito das políticas de segurança no trânsito é o engajamento da sociedade no processo. Nesse sentido, é vital ter os governantes e a população conscientes da importância do combate à sinistralidade viária, criando, assim, uma cultura de segurança no trânsito.

A cultura de segurança no trânsito em um país, estado, etc. é expressa, sobretudo, pelo comportamento da população no trânsito (respeito às leis, habilidade na condução de veículos, cooperação com os demais usuários, etc.) e na atenção dada à questão por parte dos governantes (destino de recursos, intensidade de fiscalização, implementação de planos eficazes, etc.), ademais de outros aspectos (WTI, 2010).

### **Equipe técnica adequada**

O combate à sinistralidade viária somente tem êxito se pautado por enfoque científico, que envolve a coleta de dados, o tratamento e a análise das informações, a implementação de ações apropriadas baseadas em evidências e seu monitoramento. Essa é uma tarefa para equipes técnicas multidisciplinares lideradas por profissionais experientes.

### **Recursos suficientes**

A destinação de recursos para a segurança no trânsito depende dos poderes executivo e legislativo, em nível federal, estadual ou municipal, sobretudo durante a preparação e aprovação dos orçamentos anuais. Também, na capacidade do governo e da opinião pública de sensibilizarem as empresas e organizações em geral para investirem recursos privados na segurança viária. A mudança de paradigma na avaliação econômica de projetos de transporte também é fundamental para que recursos destinados à segurança viária sejam considerados como investimentos.

### **Envolvimento de outros setores**

É importante que outros órgãos, além do setor de trânsito, sejam envolvidos nas políticas de segurança, como por exemplo: Saúde, Educação, Polícia, Ministério Público, Fabricantes e Revendedores de Veículos, Mídia, Centros de Pesquisa, Organizações não Governamentais (ONGs), Empresas Operadoras de Rodovias, Empresas e Transportadores Autônomos de Passageiros e de Carga, etc.

### **// PROGRAMA VISÃO ZERO**

Uma das mais bem elaboradas e implementadas políticas de segurança no trânsito é o Programa Visão Zero, posto em prática na Suécia desde 1997 (Vision Zero, 2023). O programa é baseado nos quatro preceitos comentados a seguir.

#### **Ética**

A vida humana e a saúde são bens supremos não passíveis de precificação. Isso significa que a segurança deve sempre preponderar sobre a mobilidade e a acessibilidade. Quando necessário, a mobilidade e/ou a acessibilidade devem ser sacrificadas em prol da segurança.

### **Responsabilidade**

Os usuários não são os únicos responsáveis pelos sinistros, mortes e sequelas graves causados pelo trânsito. A responsabilidade deve ser dividida com os técnicos responsáveis pelo projeto, manutenção e operação da via, os policiais que fazem a fiscalização, os autores das leis e normas que regem o sistema de trânsito, os fabricantes de veículos, os responsáveis pelo setor de saúde pública, etc.

Obviamente, os usuários são responsáveis por seguir as leis de trânsito, como obedecer aos limites de velocidade e não dirigir alcoolizados. Se as regulamentações legais não são obedecidas, cabe a outros setores uma parcela da responsabilidade, devendo criar mecanismos que impeçam os atos de desobediência, como aumentar a fiscalização com agentes ou equipamentos eletrônicos, tornar mais rígida a legislação, utilizar dispositivos físicos para reduzir a velocidade, etc.

### **Filosofia de segurança no trânsito**

Essa filosofia pode ser sintetizada da seguinte forma: como é inevitável a ocorrência de falhas humanas, o sistema de trânsito deve ser projetado e operado de modo a absorver os erros de condutores e pedestres, evitando mortes e lesões graves. Isso significa estabelecer limites de velocidade compatíveis com o tipo de via (em função da presença de pedestres/ciclistas, do projeto geométrico, do uso do solo lindeiro, etc.), utilizar elementos de contenção lateral quando não for possível eliminar obstáculos próximos à pista e de amortecedores de choques frontais (onde necessário), entradas e saídas das vias de alta velocidade devem ser limitadas e somente com faixas de aceleração/desaceleração, não implantar rotatórias vazadas, etc.

### **Compromisso com os cidadãos**

Por último, o Programa Visão Zero (Vision Zero, 2023) estabelece um compromisso com os cidadãos de que eles têm assegurado o direito de utilizar o sistema de trânsito com toda a segurança, podendo e devendo cobrar das autoridades, técnicos e policiais esse compromisso; mas, em contrapartida, devem cooperar respeitando as regulamentações legais.

*Algumas das principais ações empreendidas na Suécia dentro do programa Visão Zero são as seguintes:*

- Melhoria do desempenho no que diz respeito à segurança de componentes do sistema viário e de controle do tráfego;
- Projeto e fabricação de veículos que oferecem maior proteção aos usuários;
- Melhoria do desempenho dos cintos de segurança e a obrigatoriedade de que os novos veículos tenham um dispositivo que emite sinal sonoro quando o cinto não está colocado;
- Instalação de barreiras flexíveis separando os fluxos em diversas rodovias de pistas simples;
- Adoção do limite de 30km/h em vias urbanas com grande movimentação de pedestres e ciclistas;
- Ampliação do uso de radares e novas formas de fiscalização de velocidade;
- Aumento da fiscalização de condutores que ingeriram álcool ou outras substâncias psicoativas, mediante ao uso de “bafômetros” e “drogômetros”;
- Adoção da segurança no trânsito como quesito competitivo nos contratos de transporte rodoviário.

### **1.8 - GESTÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA**

No caso do órgão de trânsito de um município, que tem responsabilidade sobre as vias urbanas e rurais (rodovias e estradas) de jurisdição municipal, a gestão da segurança ocorre em nível “micro” e compreende as seguintes principais atividades: alimentação de banco de dados das informações contidas nos boletins de ocorrência da polícia, processamento e sistematização dos dados, investigação dos fatores de risco recorrentes, definição e caracterização de ações no âmbito municipal, visando à redução da sinistralidade (tratamento de locais críticos, intensificação da fiscalização em locais e horários críticos, desenvolvimento de campanhas dirigidas a usuários e/ou tipos de sinistros críticos, etc.), monitoramento das ações implementadas, acompanhamento dos dados globais relativos à sinistralidade ao longo do tempo, etc. Na definição do tipo de tratamento a ser implementado nos locais críticos (onde é maior a sinistralidade), é sempre recomendável proceder à observação do trânsito no campo, ou mesmo à aplicação de técnicas de avaliação dos conflitos do trá-

fego ou auditorias de segurança viária.

Em um órgão rodoviário regional responsável por um grupo de rodovias, a gestão da segurança compreende a realização de um conjunto de atividades semelhantes.

Em um país ou estado, a gestão é realizada em nível “macro” e, em linhas gerais, envolve as seguintes principais atividades: recebimento e compilação dos dados globais dos sinistros dos diversos municípios e dos órgãos rodoviários regionais, processamento/sistematização/análise dos dados globais, acompanhamento dos dados globais ao longo do tempo (monitoramento), definição de ações no âmbito estadual ou nacional visando à redução da sinistralidade e implementação de macroações, como, por exemplo: mudanças na legislação, realização de campanhas publicitárias de massa, melhoria dos programas de educação para o trânsito nas escolas, aperfeiçoamento do processo de formação de condutores, etc.

### **1.9 - ABORDAGEM DOS SISTEMAS SEGUROS**

Tendo em vista o objetivo de minimizar ou mesmo zerar o número de mortos no trânsito (além de reduzir substancialmente as lesões graves) e o reconhecimento de que atuar sobre o fator humano por si só não é suficiente para reduzir os riscos, a abordagem dos Sistemas Seguros propõe uma visão integrada do problema da sinistralidade viária. Neste sentido, esta abordagem tem se destacado no mundo todo como a maneira mais efetiva de atuar em prol da segurança viária, sendo a perspectiva recomendada pela Organização Mundial da Saúde para a redução de sinistros e suas consequências. A abordagem dos Sistemas Seguros parte dos seguintes princípios (FWHA, 2007; Austroads, 2016):

- Mortes e lesões graves no trânsito são inaceitáveis;
- Humanos cometem erros (e esses erros devem ser antecipados);
- O corpo humano é vulnerável a impactos;
- A responsabilidade pela sinistralidade viária é compartilhada;
- A segurança deve ser proativa (e não reativa);
- A redundância é crucial.

Dois conceitos foram basilares para a construção da abordagem dos Sistemas Seguros. Um deles é o conceito de Visão Zero, originado na Suécia na década de 1990, partindo de um pressuposto ético de a morte ou lesão grave no trânsito é inaceitável (Swedish Trans-



port Administration, 2020). O outro trata da Segurança Sustentável, conceito originado na Holanda na mesma época, estruturado a partir das seguintes premissas (Austroads, 2016; SWOV, 2019):

- **Funcionalidade:** As características físicas e visuais de uma via devem manifestar sua função e, conseqüentemente, a velocidade que deve ser praticada;
- **Homogeneidade:** A interação entre usuários trafegando em diferentes velocidades, em diferentes direções e em veículos com massas/tamanhos diferentes deve ser minimizada (baseado no princípio da biomecânica);
- **Previsibilidade:** as vias devem ser autoexplicativas, ou seja, previsíveis, de modo que a função da via e as regras para utilizá-las devem estar claras para todos os usuários;
- **Possibilidade de perdoar o erro humano:** em caso de sinistro, as vias e a lateral das vias devem ser capazes de acomodar (“perdoar”) o erro humano;
- **Estado de atenção:** os usuários devem ser capazes de avaliar sua própria capacidade cognitiva de desempenhar a tarefa de condução.

O Quadro 1.1, baseado em FHWA (2007), resume as diferenças entre a abordagem tradicionalmente adotada na segurança viária e a abordagem dos Sistemas Seguros.

**Quadro 1.2** – Abordagem tradicional x Sistemas Seguros.

Abordagem Tradicional	Sistemas Seguros
Prevenção de sinistros	Prevenção de mortes e lesões graves
Melhoria do comportamento humano	Projeto considerando as limitações e o erro humano
Controle de velocidade	Redução da energia cinética do sistema
Responsabilidade individual	Responsabilidade compartilhada
Reação baseada no histórico de sinistros	Proatividade na identificação e tratamento de riscos

Fonte: FHWA (2007).

## 1.10 - DÉCADA DA SEGURANÇA NO TRÂNSITO

A Organização das Nações Unidas (ONU), por meio de sua Assembleia Geral, proclamou o período 2011–2020 como a década da ação em prol da segurança no trânsito, com a meta de reduzir o número de mortes no mundo, aumentando o número de atividades conduzidas em âmbito nacional, regional e mundial (UN, 2010). Com o passar da década, ainda que muitos países tenham obtido êxito em reduzir a mortalidade no trânsito, a sinistralidade viária e seus impactos continuaram sendo um desafio para muitos países, principalmente nos casos das nações de baixa e média renda (WHO, 2021).

Em razão disso, em 2020, a Assembleia Geral da ONU proclamou, por meio da Resolução A/74/299, o período entre 2021 e 2030 como a Segunda Década de Ação pela Segurança no Trânsito, novamente com a meta de reduzir pela metade o número de mortes e feridos no trânsito no período (UN, 2020). Nesse sentido, a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2021) desenvolveu um Plano Global para servir como um documento de referência para a efetiva implementação da Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021-2030, trazendo ações recomendadas nos seguintes temas:

- Transporte multimodal e planejamento do uso do solo;
- Infraestrutura viária segura;
- Segurança veicular;
- Uso seguro da via;
- Resposta no pós-sinistro.

## 1.11 O PLANO NACIONAL DE REDUÇÃO DE MORTES E LESÕES NO TRÂNSITO (PNATRANS)

O Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), criado pela Lei nº 13.614 de 11 de janeiro 2018 (Brasil, 2018), tem como meta a redução pela metade (no mínimo) do índice nacional de mortos no trânsito por grupo de veículos e do índice nacional de mortos no trânsito por grupo de habitante. O PNATRANS é considerado, portanto, o instrumento da política nacional de segurança viária e encontra-se alinhado aos princípios da segunda Década Mundial de Ação pela Segurança no Trânsito. O Plano está estruturado em seis pilares (Brasil, 2021):

- **Pilar 1:** Gestão da Segurança no Trânsito;
- **Pilar 2:** Vias Seguras;

- **Pilar 3:** Segurança Veicular;
- **Pilar 4:** Educação para o Trânsito;
- **Pilar 5:** Atendimento às Vítimas;
- **Pilar 6:** Normatização e Fiscalização.

O PNATRANS relaciona-se diretamente com dois dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (Brasil, 2021). No que diz respeito ao ODS 3 - Saúde e Bem-Estar, o PNATRANS é plenamente convergente à Meta 3.6: “Até 2030, reduzir pela metade as mortes e os ferimentos globais por sinistros em estradas”. Em relação ao ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, o PNATRANS contribui para a Meta 11.2: “Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos.”

### 1.12 QUESTÕES

- 1) Discorrer sobre a gravidade da sinistralidade viária no contexto mundial e nacional, citando números a respeito.
- 2) Comentar sobre a relação entre a segurança viária e o desenvolvimento econômico e social.
- 3) Quais os principais fatores considerados no cálculo do valor dos custos dos sinistros de trânsito?
- 4) Citar os valores associados aos custos dos sinistros de trânsito no mundo e no Brasil. Qual a relação desses custos com o PIB dos países?
- 5) Comparar os custos de sinistros com a mesma gravidade nas rodovias e nas cidades. Qual a razão das diferenças?
- 6) No que consiste a abordagem dos Sistemas Seguros?
- 7) No que consiste a matriz de Haddon? Quais as principais ações mitigadoras associadas a cada etapa dos sinistros e componentes do sistema de trânsito?
- 8) Em quais áreas deve-se atuar para reduzir a quantidade e a severidade dos sinistros de trânsito? Discorrer sucintamente sobre as ações associadas a cada uma delas.
- 9) Discorrer sobre o tema: segurança no trânsito x mobilidade.
- 10) Comentar sobre o caráter multidisciplinar da segurança viária.

11) Comentar acerca dos princípios que devem orientar as políticas de segurança no trânsito.

12) Discutir os principais requisitos para o êxito das políticas de segurança no trânsito.

13) Discorrer sobre os preceitos do Programa Visão Zero da Suécia e relacionar as principais ações empreendidas.

14) No que consiste a gestão da segurança no trânsito em nível de municípios e de órgãos rodoviários regionais? E em nível de estado ou país?

15) Discorrer sobre os principais aspectos relacionados à década da segurança no trânsito.

16) Quais tipos de ações são preconizadas no Plano Global desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde para o Plano Global para a implementação da Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021-2030?

17) No que consiste o PNATRANS?

### REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

Austroroads (2016). **Safe System Assessment Framework**. AP-R509-16. Austrália: Sydney. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Chris-Jurewicz/publication/294428116\\_Safe\\_System\\_Assessment\\_Framework/links/56c0d8bb08aee-dba0564867e/Safe-System-Assessment-Framework.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Chris-Jurewicz/publication/294428116_Safe_System_Assessment_Framework/links/56c0d8bb08aee-dba0564867e/Safe-System-Assessment-Framework.pdf). Acesso em: 27 set. 2023.

Brasil (2003). **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e Associação Nacional de Transportes Públicos. [S. l.: s. n.].

Brasil (2006). **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras – Relatório Executivo**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Departamento Nacional de Trânsito e Associação Nacional de Transportes Públicos. [S. l.: s. n.].

Brasil (2018). **Lei nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018**: Cria o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (Pnatrans) e acrescenta dispositivo à Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), para dispor sobre regime de metas de redução de índice de mortos no trânsito por grupos de habitantes e de índice de mortos no trânsito por grupos de veículos. Brasília, DF: Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/L13614.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13614.htm). Acesso em: 20 de setembro de 2023.

Brasil (2020). **Custos dos acidentes de trânsito no Brasil - estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Bra-

sil: Brasília. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/atlasviolencia/arquivos/artigos/7018-td2565.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

Brasil (2021). **Resolução CONTRAN Nº 870, de 13 de setembro de 2021:** Dispõe sobre o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), instituído pela Lei nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao8702021.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

Brasil (2023a). **Óbitos por Causas Externas.** DATASUS: Informações de Saúde (TABNET). Ministério da Saúde. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/ext10uf.def>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

Brasil (2023b). Polícia Rodoviária Federal - Acidentes. Ministério da Justiça e Segurança Pública. [S. L.] Disponível em: <https://www.gov.br/prf/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-acidentes>. Acesso em: 27 de setembro 2023.

Brasil (2023c). **RENAEST: Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito.** Senatran. Ministério dos Transportes. [S. L.] Disponível em: [http://dados.transportes.gov.br/dataset/42e2320b-ea67-4fdc-896f-71363e043fc6/resource/dd6aadae-7655-4fb8-b537-5a4e3e42d28e/download/renaest\\_dabertos\\_20230912.zip](http://dados.transportes.gov.br/dataset/42e2320b-ea67-4fdc-896f-71363e043fc6/resource/dd6aadae-7655-4fb8-b537-5a4e3e42d28e/download/renaest_dabertos_20230912.zip). Acesso em: 27 de setembro 2023.

FHWA (2007). **Safe System.** Federal Highway Administration. Disponível em: [https://safety.fhwa.dot.gov/zerodeaths/docs/FHWA\\_SafeSystem\\_Brochure\\_V9\\_508\\_200717.pdf](https://safety.fhwa.dot.gov/zerodeaths/docs/FHWA_SafeSystem_Brochure_V9_508_200717.pdf). Acesso em: 27 de setembro 2023.

Haddon, W. (1968). **The Changing Approach to the Epidemiology, Prevention, and Amelioration of Trauma: the Transition to Approaches Etiologically Rather than Descriptively Based.** American Journal of Public Health.

ITF (2023). **Road Safety Country Profiles.** International Traffic Safety Data and Analysis Group (IRTAD). International Transport Forum. Disponível em: <https://www.itf-oecd.org/road-safety-country-profiles>. Acesso em: 10 out. 2023.

LA (2023). **The Dialogue.** [s.l.]. Leadership for the Americas. Disponível em: <https://www.thedialogue.org/>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

OECD (2008). **International Transport Forum. Towards Zero: Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach.** Organization for Economic Co-operation and Development.

OECD (2023). **Performance indicators - Safety.** International Traffic Safety Data and Analysis Group (IRTAD). Organization for Economic Co-operation and Development. Disponível em: <https://stats.oecd.org/Index.aspx>. Acesso em: 10 out. 2023.

ONSV; UFPR (2023). **Taxa de mortes por bilhão de quilômetros percorridos.** Relatório técnico. Observatório Nacional de Segurança Viária e Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <https://www.onsv.org.br/estudos-pesquisas/estudos-e-pesquisas>.

Acesso em: 15 de outubro de 2023.

Swedish Transport Administration (2020). **Vision Zero: Together We Save Lives.** Trafikverket. Disponível em: <https://bransch.trafikverket.se/en/startpage/operations/Operations-road/vision-zero-academy/This-is-Vision-Zero/>. Acesso em: 27 de setembro 2023.

SWOV (2019). **Sustainable Road Safety.** Institute for Road Safety Research. Disponível em: <https://swov.nl/sites/default/files/bestanden/downloads/FS%20Sustainable%20Safety.pdf>. Acesso em: 27 de setembro 2023.

UN (2010). **General Assembly Adopts Text Proclaiming Decade of Action for Road Safety (2011–2020), Aimed Reducing Traffic-related Deaths, Injuries.** United Nations. USA: Nova Iorque.

UN (2020). **Resolution adopted by the General Assembly on 31 August 2020.** Without reference to a Main Committee (A/74/L.86 and A/74/L.86/Add.1). Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/pnatrans/resoluouonu.pdf>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

Vision Zero (2023). **Vision Zero.** [s.l.]. [s.n.]. Disponível em: <https://visionzero.global/>. Acesso em: 27 set. 2023.

WHO (2019). **Global Health Estimates: Life expectancy and leading causes of death and disability.** World Health Organization. Disponível em: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

WHO (2021). **Plano Global - Década de Ação pela segurança no trânsito 2021-2030.** [s.l.]. World Health Organization. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/pnatrans/PlanoGlobaldaSegundaDcadeAopelaSegurananoTrnsito.pdf>. Acesso em: 26 de setembro de 2023.

WTI (2010). **Toward Zero Deaths: A National Strategy on Highway Safety.** Western Transportation Institute, College of Engineering Montana State University. USA.

## 2. fundamentos sobre sinistros de trânsito

### 2.1 - CONCEITUAÇÃO DE SINISTRO E MORTE NO TRÂNSITO

Considera-se como sinistro de trânsito todo evento que resulte em dano ao veículo ou à sua carga e/ou em lesões a pessoas e/ou animais, e que possa trazer dano material ou prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou em áreas abertas ao público (ABNT, 2020). Dessa forma, não há a necessidade de envolvimento de algum veículo, sendo considerado um sinistro de trânsito a queda de um pedestre, por exemplo. No entanto, esse tipo de evento é usualmente considerado como sinistro comum e não sinistro de trânsito.

Uma exceção a essa regra está em estudo do IPEA e ANTP (Brasil, 2003) sobre o custo dos sinistros de trânsito nas cidades, no qual a queda de pedestre foi considerada como um sinistro de trânsito. Em uma visão ainda mais abrangente, também deveria ser considerada como sinistro de trânsito a queda de uma pessoa no interior de um veículo de transporte coletivo. À luz dessas considerações, uma definição mais ampla de sinistro de trânsito poderia ser: um evento ocorrido em uma via, incluindo a calçada, em razão do trânsito de veículos e pedestres que resulta em danos materiais e/ou lesões em pessoas.

De acordo com a Convenção de Viena, realizada em 1968, com o objetivo de padronizar as regras de trânsito em nível internacional, uma morte é atribuída a um sinistro de trânsito quando a vítima morre no período de até 30 dias após o sinistro em decorrência das lesões sofridas. A mesma definição é adotada na NBR 10697/2020, que dispõe sobre a terminologia a ser utilizada na pesquisa sobre sinistros de trânsito (ABNT, 2020).

A morte das vítimas dos sinistros de trânsito pode ocorrer no próprio local, no trajeto até o hospital ou no hospital. Nos países mais desenvolvidos, onde há maior rapidez e melhores recursos no atendimento de emergência às vítimas no local dos sinistros, a porcentagem de mortes no local é menor do que nos países menos desenvolvidos. Na ausência de dados específicos para um país ou região, tem sido adotado, internacionalmente, com base em diversos estudos, um número de mortos fora do local dos sinistros igual a 65% do número de mortes no local (valor obtido por intermédio dos dados constantes dos boletins de ocorrência dos sinistros).

No Brasil, o estudo do IPEA, DENATRAN e ANTP (Brasil, 2006)

para as rodovias federais brasileiras, considerando em conjunto os anos de 2004 e 2005, aponta os seguintes valores: 61% das mortes ocorreram no local do sinistro e 39% durante o transporte ou no hospital; o número de mortes fora do local do sinistro equivale a 65% das mortes ocorridas no local (mesma porcentagem adotada internacionalmente para os falecimentos ocorridos até 30 dias após o sinistro); 73% dos feridos manifestaram sintomas no local e 27% fora do mesmo — parte dos dois grupos veio a óbito.

## 2.2 - CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE SINISTROS

O nível de desagregação empregado na classificação dos tipos de sinistros deve ser capaz de separar os sinistros cujas características são distintas, de forma a possibilitar a identificação das prováveis “causas”. Isso é importante para a definição das ações a serem implementadas, visando reduzir a sinistralidade, uma vez que a eficácia de qualquer medida depende do tipo de sinistro que se deseja evitar. Se a classificação for muito agregada, torna-se muito difícil definir os fatores que contribuem para a ocorrência dos sinistros. Por exemplo, se os sinistros envolvendo dois veículos forem classificados genericamente como colisão, não importando se traseira, frontal, transversal ou lateral, a busca de associação entre esse tipo de sinistro e as características do sistema viário fica prejudicada, uma vez que os diferentes tipos de colisão apresentam conjuntos distintos de fatores “causadores” ou determinantes.

*A classificação dos tipos de sinistros é baseada em dados da ABNT (2020). A seguir, são descritos cada um deles:*

- **Colisão traseira** – ocorre na frente contra a traseira ou na traseira contra a traseira, quando os veículos transitam no mesmo sentido ou em sentidos opostos, podendo pelo menos um deles estar em marcha ré. Ocorre, em geral, quando o veículo que está à frente freia bruscamente, ou se locomove com velocidade muito baixa, e o veículo de trás, por estar muito próximo e/ou com velocidade muito alta, não consegue frear a tempo e colide com o da frente.

- **Colisão frontal** – Ocorre quando os veículos transitam em sentidos opostos, na mesma direção, colidindo frontalmente. Ocorre, em geral, quando um dos veículos invade a pista destinada ao tráfego no sentido oposto em razão de ultrapassagem imprudente ou perda de controle da direção em razão de um ou mais dos seguintes fato-

res: curva fechada, excesso de velocidade, foco de atenção desviado, cochilo, defeito do veículo, problema na pista, etc.

- **Colisão transversal** – Ocorre transversalmente, quando os veículos transitam em direções que se cruzam, ortogonal ou obliquamente. Ocorre, comumente, em cruzamentos viários quando um dos veículos avança inadvertidamente um sinal de “Pare” ou “Dê a Preferência”, ou o sinal vermelho de um semáforo. Este tipo de sinistro é o equivalente ao denominado de abalroamento transversal.

- **Colisão lateral** – Ocorre lateralmente, quando os veículos transitam na mesma direção, podendo ser no mesmo sentido ou em sentidos opostos. Ocorre, em geral, quando um dos veículos não percebe a presença de outro que está ao seu lado e invade a faixa contígua, seja para ultrapassar outro veículo que está à frente, fazer uma conversão ou simplesmente mudar de faixa. Também pode ocorrer quando um dos veículos invade parcialmente a pista contrária. Este tipo de sinistro é o equivalente ao denominado de abalroamento lateral.

- **Choque** – Há o impacto de um veículo contra qualquer objeto fixo ou objeto móvel sem movimento. Ocorre comumente quando o condutor perde o controle do veículo e sai da pista em razão de um ou mais dos seguintes fatores: curva fechada, excesso de velocidade, foco de atenção desviado, cochilo, defeito do veículo, problema na pista, etc.

- **Atropelamento de animal** – Animal(is) sofre(m) o impacto de um veículo em movimento. Ocorre devido à presença de animais na via e/ou à falta de cuidado do condutor, ou perda de controle do veículo e saída da pista devido a um ou mais dos seguintes fatores: curva fechada, excesso de velocidade, foco de atenção desviado, cochilo, defeito do veículo, problema na pista, etc.

- **Atropelamento de pessoa** – Pessoa(s) sofre(m) o impacto de um veículo em movimento. Ocorre devido à falta de cuidado do pedestre e/ou do condutor, ou perda de controle do veículo e saída da pista devido a um ou mais dos seguintes fatores: curva fechada, excesso de velocidade, foco de atenção desviado, cochilo, defeito do veículo, problema na pista, etc.

- **Tombamento** – O veículo sai de sua posição normal, imobilizando-se sobre uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira. Pode ocorrer em razão de uma colisão, choque ou saída da pista e queda sobre uma superfície situada em plano inferior ou, ainda, subida ou queda em um talude.

- **Capotamento** – O veículo gira sobre si mesmo, em qualquer sentido, ficando em algum momento com as rodas para cima, imobilizando-se em qualquer posição. As causas são, em geral, as mesmas do tombamento, porém mais acentuadas.

- **Engavetamento** – Há o impacto de três ou mais veículos, em um mesmo sentido de circulação, resultando de uma sequência de colisões traseiras, laterais ou transversais. Ocorre, em geral, quando os veículos não mantêm uma distância de segurança que seja compatível com a velocidade, condições da pista e/ou condições ambientais. Nesse caso, uma colisão entre dois veículos pode desencadear colisões múltiplas, caracterizando o sinistro denominado engavetamento. É mais comum acontecer quando a pista está lisa (devido à chuva, neve, presença de óleo ou gelo, etc.) e/ou quando a visibilidade é baixa por causa de nevoeiro.

- **Queda** – Há impacto em razão de queda livre do veículo, queda de pessoas ou cargas transportadas em razão do movimento do veículo. Ocorre, em geral, devido ao transporte inadequado de cargas, desequilíbrio de passageiros no interior de um ônibus devido a movimentos bruscos, queda de ocupante de motocicleta, etc.

- **Sequência** – Combinação dos sinistros de trânsito anteriormente definidos, que ocorrem em sequência no mesmo evento.

- **Outros** – sinistros de trânsito que não se enquadram em nenhum dos tipos anteriores. Exemplos: veículo que teve o para-brisa quebrado por uma pedra solta lançada pelas rodas de outro veículo; veículo que se incendiou, etc.

Na **Figura 2.1** são ilustrados os diversos tipos de sinistros mencionados

**Figura 2.1** – Tipos de sinistros de trânsito

<b>Colisão Traseira</b>	
<b>Colisão Frontal</b>	
<b>Colisão Transversal</b>	
<b>Colisão lateral no mesmo sentido (a) e em sentido contrário (b)</b>	
<b>Choque</b>	
<b>Atropelamento de animal</b>	
<b>Atropelamento de pessoa</b>	
<b>Tombamento</b>	
<b>Capotamento</b>	
<b>Engavetamento</b>	
<b>Queda</b>	
<b>Sequência</b>	



### 2.3 - CLASSIFICAÇÃO DOS SINISTROS QUANTO À GRAVIDADE

A classificação utilizada para caracterizar os sinistros quanto à gravidade, preconizada pela ABNT (2020) para pesquisas de sinistros de trânsito, considera três categorias de sinistros:

- Sem vítimas (apenas danos materiais);
- Com vítimas não fatais (feridos);
- Com vítimas fatais.

A existência e a quantidade de vítimas fatais são apontadas somente se a morte ocorreu no local ou até o fechamento do boletim de ocorrência por parte da Polícia. Se a vítima veio a falecer posteriormente, seja no hospital ou em outro local, o fato, em geral, não aparece nos boletins de ocorrência. Dessa forma, para obter o número total de mortos em sinistros de trânsito é necessário recorrer às estatísticas do sistema de Saúde Pública, realizando um cruzamento de dados pessoais, ou estimar esse valor mediante a aplicação de um fator multiplicativo sobre o número total de mortes ocorridas no local dos sinistros. Também o registro dos feridos somente é feito se os sintomas da pessoa se manifestarem no local do sinistro; se os sintomas aparecerem posteriormente, a pessoa não é considerada como vítima não fatal, ou mesmo fatal se vier a morrer.

### 2.4 CLASSIFICAÇÃO DAS VÍTIMAS QUANTO AO ESTADO FÍSICO

A seguir, é apresentada a classificação quanto ao estado das vítimas, preconizada pela ABNT (2020):

- **Fatal** - vítima que venha a falecer em razão das lesões e/ou em decorrência do sinistro de trânsito, no momento do sinistro ou até 30 dias após a sua ocorrência;
- **Não fatal** - vítima com lesões ou não, que não venha a óbito em até 30 dias após a ocorrência do sinistro de trânsito;
- **Grave** - vítima cujas lesões sofridas causem incapacidade temporária ou permanente para as ocupações habituais, implicando dar entrada em hospital ou cuidado de especialistas;
- **Leve** - vítima cujas lesões sofridas não causem incapacidade temporária ou permanente para as ocupações habituais, implicando ou não em dar entrada em hospital.

A norma não faz menção à classificação “ileso” em específico, de modo que esta classificação está incluída nas vítimas “não fatais”.

### 2.5 DOCUMENTAÇÃO DOS SINISTROS

No processo de documentação dos sinistros (preenchimento do boletim de ocorrência por parte de policial militar ou agente de trânsito, por exemplo), as seguintes informações são necessárias para a completa caracterização do evento:

- **Localização no espaço:** unidade da federação, município, bairro e endereço, com nome da rua/avenida e número ou indicação de interseção de ruas/avenidas no caso de vias urbanas e indicação do marco quilométrico no caso de rodovias (por exemplo, km 234+200m), acrescida de mais alguma referência que revele uma localização mais precisa. O registro das coordenadas geográficas (latitude e longitude) é de grande importância para a localização precisa da ocorrência;
- **Localização no tempo:** ano, mês, dia do mês, dia da semana, horário, etc.;
- **Características dos veículos envolvidos:** tipo, marca, ano de fabricação, número da placa, estado geral, etc.;
- **Características das pessoas envolvidas:** nome, idade, sexo, endereço, tipo e número do documento de habilitação (ou sem habilitação), alterações visíveis do estado físico e mental devido à ingestão de álcool ou droga, etc.;
- **Características das vítimas:** nome, idade, sexo, endereço, número da carteira de identidade, tipo (condutor, motociclista, ciclista, passageiro ou pedestre), estado (morto, ferido grave ou ferido leve), uso ou não de equipamento de segurança (cinto, capacete, etc.), etc.;
- **Tipo e estado do pavimento:** asfalto, paralelepípedo, não revestido, pavimento com superfície lisa, pista seca, molhada, com neve, com gelo, com óleo, etc.;
- **Condições ambientais:** tempo claro, com nevoeiro, com fumaça, com chuvisco, com chuva forte, com vento forte, nevando, local com iluminação ou sem iluminação (vital nos sinistros noturnos), anoitecendo, amanhecendo, etc.;
- **Descrição do sinistro:** tipo (colisão, tombamento, choque, etc.), motivos prováveis que levaram à ocorrência do sinistro (exemplo: sinalização inadequada, veículo em péssimo estado de manutenção, pista com defeito, etc.), razões da gravidade do sinistro (exemplo: velocidade alta, não uso do cinto de segurança ou do capacete, etc.), desenho do local indicando a posição dos veículos e/ou pedestres envolvidos, etc. Essas informações são estabelecidas com base na visão do agente de trânsito

e no depoimento dos envolvidos e de testemunhas.

A precisão das informações constantes dos boletins de ocorrência é de fundamental importância para a identificação dos fatores contribuintes mais comumente observados nos sinistros e, portanto, para a definição e a implementação de ações visando reduzir a sinistralidade no trânsito. Nos sinistros sem vítimas e sem envolvimento de veículos oficiais, se necessário, para efeito de acionamento de seguro ou outro motivo, os envolvidos devem comparecer a um posto da Polícia Militar e relatar o sinistro visando à elaboração do Boletim de Ocorrência, sendo que, nesse caso, é feita a observação que o documento foi preenchido com base nas informações dos próprios envolvidos. Em algumas unidades da federação, os interessados podem fazer o registro da ocorrência do sinistro de trânsito pela Internet. Muitos sinistros sem vítimas não são, portanto, registrados; e aqueles que são registrados não contêm informações confiáveis uma vez que são relatados pelos próprios envolvidos.

## 2.6 - QUESTÕES

- 1) Conceituar sinistro e morte no trânsito.
- 2) Reproduzir os percentuais de mortos e feridos nos sinistros de trânsito obtidos no estudo do IPEA para as rodovias federais brasileiras, considerando em conjunto os anos de 2004 e 2005.
- 3) Descrever os tipos de sinistros considerados na classificação preconizada pela ABNT.
- 4) Discorrer sobre a classificação dos sinistros quanto à gravidade empregada pela Polícia Militar na elaboração dos boletins de ocorrência e nas estatísticas de sinistros.
- 5) Qual a classificação das vítimas quanto ao estado físico preconizada pela ABNT?
- 6) Quais as principais informações que devem constar do documento de registro oficial para a completa caracterização dos sinistros de trânsito?
- 7) Por que é importante a precisão das informações constantes dos boletins de ocorrência dos sinistros de trânsito?
- 8) Comentar sobre o registro do sinistro de trânsito em que não há vítimas, mas apenas danos materiais.

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

ABNT (2020). **Norma brasileira ABNT NBR 10697 - Pesquisa de sinistros de trânsito - Terminologia**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, Brasil: [s. n.].

Brasil (2003). **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e Associação Nacional de Transportes Públicos. [S. l.: s. n.].

Brasil (2006). **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras – Relatório Executivo**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Departamento Nacional de Trânsito e Associação Nacional de Transportes Públicos. [S. l.: s. n.].

## 3. fatores de risco associados aos sinistros

### 3.1 - INTRODUÇÃO

Ainda que seja comum se referir à “causa” de um sinistro de trânsito, a maioria deles não pode ser associada a um único evento ou fator causal. Os sinistros de trânsito acontecem, em geral, por uma convergência de fatores, sendo possível identificar um ou mais fatores determinantes (que contribuíram diretamente) e outros fatores não determinantes (que contribuíram indiretamente).

Denomina-se fator de risco associado à ocorrência de sinistros de trânsito qualquer fator que aumente a probabilidade da sua ocorrência. O risco de ocorrência dos sinistros, em uma visão abrangente, está relacionado com a exposição ao trânsito, com o binômio legislação/fiscalização e com um grande número de fatores associados aos componentes físicos do sistema de trânsito: ser humano, veículo, via e meio ambiente.

Na sequência são discutidos os principais fatores de risco associados aos sinistros.

### 3.2 - EXPOSIÇÃO AO TRÂNSITO

A exposição ao risco de sinistros de trânsito é medida pela quantidade de transporte expressa, normalmente, em veículos–quilômetros ou passageiros– quilômetros, e corresponde à distância total percorrida, expressa em quilômetros, por todos os veículos ou usuários, num determinado período de tempo. Pode se referir a um determinado modo ou, conjuntamente, a todos os modos, considerando um país, estado, município ou parte do sistema viário (interseção, segmento de via, etc).

Caso sejam mantidos inalterados outros fatores de risco, quanto maior a quantidade de transporte, maior a probabilidade da ocorrência de sinistros, ainda que essa relação não seja linear e que a densidade do tráfego modifique a tipologia dos sinistros. Por exemplo, em densidades mais próximas à densidade de congestionamento (Níveis de Serviço D e E), é mais provável que ocorram colisões traseiras e engavetamentos, sendo mais raros os sinistros envolvendo saídas de pista, como capotamentos ou choque com objeto; além disso, tais sinistros tendem a ser menos graves também, pois envolvem velocidades mais baixas.

No entanto, a probabilidade de ocorrência dos sinistros não depende apenas da quantidade total de exposição, mas, também, da maneira como a mesma ocorre. Isso significa que apesar de haver correlação entre a quantidade de exposição e o número de sinistros, essa relação é

complexa, pois depende de outros aspectos como, por exemplo, o comportamento dos condutores (que, por sua vez, depende de inúmeros fatores), o modo de transporte usado, etc. 18 Em especial, dois aspectos ligados à forma de exposição podem ser considerados relevantes: o modo de transporte e o nível de separação dos distintos tipos de veículos e das diferentes formas de tráfego.

No que diz respeito ao modo de transporte, o risco do envolvimento em sinistros segue, em geral, a seguinte ordem (do maior para o menor): motocicleta – bicicleta – pedestre – automóvel – ônibus/caminhão. Elvik e Vaa (2004) citam que, na Noruega, a taxa de sinistros por quilômetro percorrido para pedestres é de 4 a 6 vezes maior do que a de ocupantes de automóvel; e de ciclistas, 6 a 9 vezes maior. O maior risco de envolvimento em sinistros da motocicleta, e também da bicicleta, deve-se aos seguintes fatos: por ser um veículo menor, a chance de não ser vista por outros condutores é maior; por ser um veículo com apenas duas rodas, está sujeita à perda de estabilidade lateral, que pode levar à queda ou desvio de trajetória; e por ser, muitas vezes, conduzida por jovens que tendem a apresentar um comportamento de maior risco (excesso de velocidade e manobras perigosas).

No caso dos ônibus/caminhões, contribuem para o menor risco de envolvimento em sinistros os seguintes aspectos: serem mais visíveis em razão do maior tamanho, serem conduzidos por motoristas profissionais e atingirem menores velocidades.

A separação dos distintos tipos de veículos e diferentes tipos de tráfego pode ser feita no espaço ou no tempo: entre os “veículos” mais lentos e que não oferecem proteção aos ocupantes (pedestres e bicicletas), os veículos mais rápidos e que oferecem proteção aos ocupantes (automóveis, ônibus, caminhões, etc.) e a movimentação de pedestres, como também entre o tráfego rápido de passagem e o tráfego local mais lento. O risco é menor quando há separação, como nos seguintes casos:

- Existência de calçadas (passeios) em nível superior ao lado do leito carroçável;
- Vias exclusivas para pedestres, vias exclusivas para ciclistas (ciclovias), faixas exclusivas para ciclistas (ciclofaixas) e vias exclusivas para o uso de pedestres e ciclistas;
- Acostamento revestido e em bom estado nas rodovias comuns para evitar que pedestres, ciclistas, carroças, etc. circulem pela faixa de rolamento;

- Passarelas para pedestres e ciclistas sobre vias de grande movimento;
- Semáforos para travessia de pedestres e ciclistas em vias de grande movimento;
- Vias marginais às rodovias destinadas ao trânsito local;
- Anel rodoviário circundando as cidades maiores para separar o tráfego pesado de passagem do tráfego local.

### **3.3 - LEGISLAÇÃO E FISCALIZAÇÃO**

A experiência mostra que, quanto mais severas as penalidades previstas na legislação aos infratores das leis de trânsito (multas elevadas, recolhimento da habilitação, retenção do veículo, detenção, etc.), menor a quantidade de sinistros e menor a quantidade de vítimas (fatais e não fatais) por sinistro, pois é maior o uso dos equipamentos de segurança, menor a incidência de prática de direção perigosa, menor o excesso de velocidade, menor a quantidade de condutores alcoolizados, etc. Também é importante que a legislação regulamente todos os aspectos relacionados com a segurança viária, como formação dos condutores, reciclagem dos condutores, requisitos do projeto de veículos e vias, etc.

Tão importante quanto uma legislação apropriada, é a efetiva fiscalização, pois esta atua no sentido de inibir a desobediência às leis e regras de trânsito, contribuindo, assim, para uma maior segurança viária.

Um estudo realizado por Bastos (2014) com dados brasileiros, mostra que há uma significativa correlação inversa entre o número de multas por veículo (que expressa o nível de fiscalização) e o número de mortes por veículo (que expressa o nível de segurança). Isto é, quanto maior o número de multas por veículo, em geral é menor o número de mortes por veículo. Das sete capitais com menor número de mortes por veículo (onde, a princípio, é maior a segurança no trânsito), cinco estão no grupo das sete cidades com maior número de multas por veículo (onde, a princípio, é maior a fiscalização do trânsito); das sete capitais com maior número de mortes por veículo (onde, a princípio, é menor a segurança no trânsito), seis estão no grupo das sete cidades com menor número de multas por veículo (onde, a princípio, é menor a fiscalização do trânsito).

### 3.4 - FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AO SER HUMANO

#### // EMPREGO DE VELOCIDADE INAPROPRIADA

O termo velocidade inapropriada diz respeito à velocidade alta ou baixa, para as condições da via e do trânsito, sendo o problema da velocidade alta mais crítico. A prática de velocidades seguras é um dos pilares do conceito de Sistemas Seguros, tendo em vista a sua influência no risco de ocorrência dos sinistros. O excesso de velocidade contribui para cerca de 30% dos sinistros de trânsito nos países de alta renda e 50% nos países de baixa e média renda (WHO, 2009). Estima-se que uma redução de 5% na velocidade média praticada possa resultar em uma redução de 30% no número de sinistros fatais (WHO, 2017). Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam a velocidade incompatível como causa de 6,31% dos sinistros registrados nas rodovias federais.

Os três principais problemas associados à velocidade inapropriada são os seguintes:

- Os usuários agem esperando que a velocidade máxima esteja no patamar do limite legal e a velocidade mínima não seja muito pequena. A decisão dos condutores/pedestres de entrar/atravesar a via, fazer ultrapassagem, conduzir a certa velocidade, etc. é tomada contando com o fato dos outros veículos estarem desenvolvendo velocidades normais. Valores de velocidade inesperados, muito elevados ou muito baixos, contribuem, assim, para muitos sinistros por não corresponderem à expectativa dos usuários. A Figura 3.1 mostra a curva do risco de envolvimento em sinistros em função da diferença da velocidade empregada em relação à velocidade média da via, conforme Solomon (AASHTO, 2010);

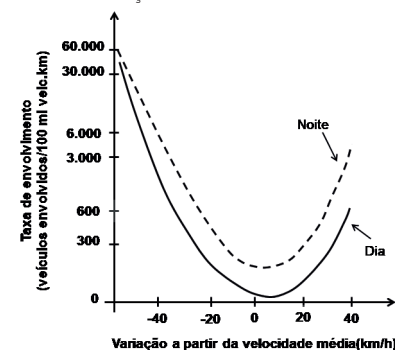
- Com velocidade alta, qualquer anormalidade (momento de distração, irregularidade na pista, defeito inesperado do veículo, etc.) pode levar à perda de controle da direção e, em consequência, a um sinistro. Velocidade alta não necessariamente significa velocidade acima do limite legal, pois existem situações em que o limite seguro de velocidade está abaixo do limite legal, como: condições climáticas adversas, obras na via, ocorrência de um incidente, condutor com idade avançada, condutor inexperiente, etc.;

- A utilização de velocidades apropriadas permite evitar uma grande parte dos sinistros, pois há tempo suficiente para executar uma

manobra evasiva (freada e/ou desvio de trajetória) no caso da presença de obstáculo à frente (outro veículo, pedestre, objeto que caiu ou se despreendeu de outro veículo, buraco na pista, etc.).

Para ilustrar, teoricamente, a influência da velocidade alta como fator contribuinte para a ocorrência de sinistros, considere os valores da distância de frenagem (distância percorrida pelo veículo a partir do momento em que aparece um estímulo indicando a necessidade de parar até a parada final) em função da velocidade apresentados na Tabela 3.1, que foram obtidos admitindo fator de atrito entre pneu e pavimento = 0,8 (usual com pavimento seco e pneu em bom estado) e tempo de percepção e reação dos condutores = 1s (usual para condutores em estado normal). Também, nesta tabela, estão indicadas as relações entre as distâncias de frenagem associadas às diferentes velocidades.

Figura 3.1 - Taxa de envolvimento em sinistros em função da variação da velocidade média



Fonte: AASHTO (2010).

Tabela 3.1 – Valores da distância de frenagem e relações entre as distâncias.

Velocidade inicial (km/h)	Distância de frenagem (m)	Relações entre as distâncias
30	13	1
40	19	1,5
60	34	2,6
80	54	4,2
100	77	5,9
120	104	8

Na Tabela 3.2 estão relacionados valores sobre a influência da redução do limite legal de velocidade em uma rodovia no número de sinistros citados em Elvik *et al.* (2009).

**Tabela 3.2** – Valores sobre a influência da redução do limite legal de velocidade no número de sinistros.

Redução da velocidade (km/h)	Valores da redução dos sinistros (%)
70 para 60 e 60 para 50	9
90 para 70 e 80 para 60	24
100 para 80	12
110 para 90	9
120 para 110	11

Fonte: Elvik *et al.* (2009).

Uma das principais motivações que levam ao comportamento de exceder a velocidade é a crença de que o condutor está economizando o seu tempo, assim, conseguindo chegar ao seu destino de uma forma mais rápida. De acordo com Ellison e Greaves (2015), condutores australianos economizam, em média, 26 segundos por dia ou dois minutos por semana ao exceder a velocidade em suas viagens diárias em áreas urbanas. Dessa forma, entende-se que há uma diferença entre a percepção dos condutores sobre o ganho de tempo com o excesso de velocidade e o ganho de tempo real em cenário urbano.

#### // INGESTÃO DE ALCÓOL, DROGAS OU MEDICAMENTOS

O uso de álcool é um dos principais fatores que provocam sinistros de trânsito pelas seguintes principais razões:

- Provoca euforia e excesso de confiança nas pessoas, o que leva à aceitação de um nível de risco superior ao normal;
- Prejudica o raciocínio, podendo ocasionar tomadas de decisões equivocadas;
- Reduz a capacidade visual e a capacidade de concentração;
- Aumenta o tempo de percepção e reação.

O efeito do álcool nas pessoas depende do teor presente no sangue, conforme descrito no Quadro 3.1 adaptado de Fox (2019).

**Quadro 3.1** – Efeitos da presença de álcool no sangue.

Quantidade (decigramas por litro de sangue)	Efeitos
2-3 (cerca de um copo de cerveja, um cálice pequeno de vinho ou uma dose de bebida destilada)	As funções mentais começam a ficar comprometidas e a percepção da distância e da velocidade é prejudicada
3-5 (cerca de dois copos de cerveja, um cálice grande de vinho ou duas doses de bebidas destiladas)	O grau de vigilância e o campo visual diminuem e o controle cerebral relaxa, dando sensação de calma e satisfação
5-8 (cerca de três ou quatro copos de cerveja, três copos de vinho ou três doses de uísque)	Os reflexos ficam retardados, há dificuldade de adaptação da visão à diferença de luminosidade, a capacidade pessoal é superestimada, os riscos são subestimados e há tendência à agressividade
8-15 (a partir dessa taxa, as quantidades são muito grandes e variam de acordo com o metabolismo da pessoa)	Há dificuldade em controlar o veículo, incapacidade de coordenação e falhas na coordenação neuromuscular
15-20	Ocorre dupla visão e desconexão com a realidade.
20-50	A embriaguez é total e a pessoa, em geral, não consegue sequer ficar em pé
Maior que 50	A pessoa entra em coma alcoólico, havendo risco de morte

Fonte: Fox (2019).

Na Figura 3.2 é mostrado o risco de envolvimento em sinistros de trânsito em função da concentração de álcool no sangue dos condutores, de acordo com estudos de Compton *et al.*, Moskowitz *et al.*, Borkenstein *et al.* e Alsop (WHO, 2009).

Em grande parte dos países da Europa, o limite máximo permitido de álcool no sangue é 5 dg/l (decigramas de álcool por litro de sangue), ainda que muitos já adotem o limite de zero (ETSC, 2021). Nos Estados Unidos, o limite máximo é 8 dg/l ou mais, em praticamente todos os estados, com exceção do estado de Utah, onde o limite máximo é de 5 dg/l (NHTSA, 2023).

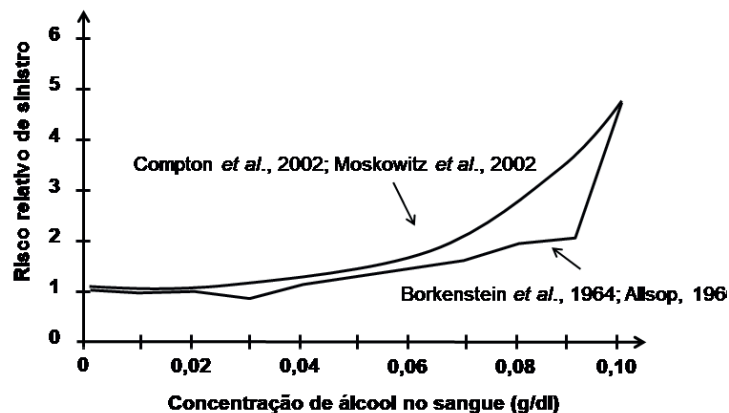
No Brasil, até 2008 vigorava o limite estabelecido pelo Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997) de 6 dg/l, que equivale a aproximadamente três copos de cerveja. Por intermédio da Lei nº 11.705 de 19 de junho de 2008 (Brasil, 2008a), da Lei nº 12.760 de 20 de dezembro de 2012 (Brasil, 2012) e do Decreto nº 6.488 de 19 de junho 2008 (Brasil, 2008b) do Governo Federal, esse limite passou a ser igual a zero e as penalidades

muito mais severas. Na realidade, segundo a Resolução CONTRAN nº 432 de 23 de janeiro de 2013 (Brasil, 2013), considerando os níveis de tolerância estabelecidos, o limite máximo é de 0,05 mg/l de ar expelido dos pulmões (que é medido por um aparelho denominado etilômetro ou bafômetro). No caso do exame de sangue, qualquer concentração de álcool por litro de sangue já configura a infração de trânsito. Acima desse limite são previstas penalidades severas, vistas a seguir:

- Entre 0,05 mg/l e 0,33 mg/l medido no bafômetro (ou acima de 0 dg/l até 5,99 dg/l medido em exame de sangue): infração gravíssima, multa igual a 10 vezes o valor base e suspensão do direito de dirigir por um ano;
- Igual ou superior a 0,34 mg/l medido no bafômetro (ou de 6 dg/l medido em exame de sangue): crime de trânsito, as mesmas punições anteriores, mais prisão em flagrante com pena que pode variar de seis meses a três anos.

Além disso, a Resolução CONTRAN nº 432 de 23 de janeiro de 2013 do (Brasil, 2013) prevê a possibilidade de constatação, pelo agente de Autoridade de Trânsito, dos sinais de alteração da capacidade psicomotora, incluindo a aparência, atitudes, orientação, memória e capacidade motora e verbal do condutor.

**Figura 3.2** – Risco relativo do condutor se envolver em um sinistro em função do teor de álcool no sangue.



Fonte: WHO (2009).

Nos países de alta renda, cerca de 20% dos condutores mortos em sinistros de trânsito apresentam excesso de álcool no sangue. Nos países de baixa e média renda, entre 33% e 69% dos condutores que morreram em sinistros e entre 8% e 29% dos condutores que sofreram ferimentos não fatais apresentaram álcool no sangue (WHO, 2022).

No caso dos pedestres, um estudo realizado no Reino Unido mostrou que 48% dos mortos estavam embriagados. Na África do Sul, outro estudo apontou que 61% das mortes entre pedestres foram provocadas por excesso de álcool no sangue dos condutores ou dos próprios pedestres (WHO, 2009).

Segundo levantamento feito por ABRAMET (2012), com dados do Instituto Médico Legal do Estado de São Paulo (IML-SP) de 2005, 44% das pessoas que morreram em sinistros de trânsito no Estado de São Paulo haviam ingerido bebida alcoólica.

De acordo com Modelli *et al.* (2008), 44,8% das vítimas de sinistros de trânsito em Brasília, entre pedestres e condutores, apresentavam níveis de álcool acima de 6 dg/l (limite máximo na lei que vigorou até 19/06/2008). Entre as vítimas de colisão, 44,2% tinham níveis de álcool acima de 6 dg/l. Quase 60% das vítimas de capotagens apresentavam níveis de álcool maiores que 6 dg/l, sendo que 84,6% eram condutores.

Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam o consumo de álcool ou substâncias psicoativas como causa de 6,06% dos 44.036 sinistros registrados. Este valor inclui o consumo de álcool ou substâncias psicoativas tanto por parte do condutor do veículo, quanto por parte do pedestre. No entanto, cabe salientar que este valor pode ser ainda maior, dada a dificuldade de atestar este comportamento de risco no momento do registro.

Em Curitiba, das 2.602 mortes em sinistros de trânsito ocorridas no período 2010-2021, 472 (18%) tiveram a utilização do álcool como fator contributivo (IPPUC, 2021). Uma pesquisa recente realizada (Melcop; Chagas; Agripino Filho, 2011) mostra que a associação entre álcool e sinistros de trânsito no Brasil é efetivamente crítica, como apontam os valores dos outros estudos anteriormente citados.

Muitas drogas têm impacto negativo sobre o comportamento das pessoas ainda pior que o álcool e particularmente quando são consumidas em conjunto com o álcool. Alguns tipos de medicamentos também alteram o estado físico e emocional das pessoas, podendo prejudicar o desempenho delas no trânsito.



## // CANSAÇO E SONOLÊNCIA

O cansaço excessivo e a sonolência reduzem bastante a capacidade física e mental dos condutores, sendo fatores frequentemente associados aos sinistros de trânsito. O condutor cansado demora mais a identificar uma situação de risco e a reagir. Em muitos casos, quando dorme ao volante, sequer reage; são comuns os sinistros sem marca de frenagem em razão de o condutor estar adormecido.

As pessoas são, em grande parte, ativas durante o período diurno, apresentando uma disposição maior para dormir durante a noite. Desta forma, mesmo dormindo durante o dia, condutores que trabalham no período noturno estão mais sujeitos a ter sonolência, o que reduz a capacidade de vigilância, ou mesmo a ter rápidos cochilos durante os quais há perda completa da atenção. Os principais fatores que contribuem para o cansaço/sonolência são: excesso de horas diárias dirigindo, dirigir em horas em que se costuma dormir, dirigir após ter dormido mal no dia anterior, dirigir por longas distâncias em rodovias monótonas, consumir álcool antes de dirigir, dirigir sob condições meteorológicas muito ruins, etc.

Pesquisa realizada na Austrália mostrou que o cansaço dos condutores era responsável por 16% dos sinistros e por 30% das vítimas fatais. Estudo concluído em 2004, na França, constatou que os sinistros provocados pelo cansaço representaram 15% do total e 34% dos sinistros fatais ocorridos nas rodovias. Os sinistros registrados em rodovias britânicas, com condutores cansados, representavam cerca de 20% do total de sinistros e provocavam 50% a mais de vítimas fatais que a média dos sinistros originados por outros motivos. Segundo estudos realizados nos Estados Unidos, a fadiga/sonolência foi uma das causas de 30% dos sinistros fatais envolvendo veículos comerciais pesados e de 52% de todos os sinistros envolvendo caminhões. Estima-se que somente nos Estados Unidos ocorram 100 mil sinistros por ano em razão do cansaço ou sonolência de condutores (WHO, 2009). Dados americanos mais recentes, de 2011 a 2015, indicam que a sonolência foi reportada em 2,3 a 2,5% dos sinistros fatais, considerando os condutores em geral profissionais e não profissionais (NHTSA, 2017).

A fadiga/sonolência na direção é uma das causas frequentes de sinistros envolvendo veículos comerciais, pois os condutores são, muitas vezes, obrigados a cumprir jornadas de trabalho excessivas. No Brasil,

uma pesquisa realizada pela CNT (2002) entre os caminhoneiros autônomos mostrou o seguinte quadro: 51,5% trabalham de 13 a 19 horas por dia, 29%, de 9 a 12 horas e 10,4% mais de 20 horas; 56,8% trabalham em média 7 dias por semana e 20,5% trabalham 6 dias por semana. Isso mostra o excesso de horas e dias de trabalho a que são submetidos os profissionais do volante no país.

Segundo estudo realizado na Nova Zelândia, o número de sinistros de trânsito poderia ser reduzido em até 19% se as pessoas não dirigissem nas seguintes condições: com sensação de sonolência, entre 2 e 5 horas da madrugada e após terem dormido menos de 5 horas nas 24 horas anteriores. Em estudo realizado nos Estados Unidos, foram identificados três grupos de condutores com maior risco de se envolverem em sinistros devido ao cansaço/sonolência: homens com menos de 29 anos, profissionais com turnos de trabalho noturno prolongados ou com horários irregulares e pessoas com apneia do sono ou narcolepsia não tratadas. O risco de sinistro duplica depois de 11 horas de condução; o risco de sinistro relacionado com o cansaço é 10 vezes superior à noite do que durante o dia; e os condutores devem ter um intervalo de descanso nas jornadas mais longas para dormir/cochilar durante algum tempo (WHO, 2009).

Os fatos apresentados têm levado organizações de diversos países a realizar campanhas de conscientização dos condutores, visando evitar os sinistros associados ao cansaço e à sonolência. New Jersey, em 2003, foi o primeiro estado americano a considerar crime o sinistro provocado por condutor cansado. O condutor fica sujeito, no caso de sinistros com vítimas, a pena de dez anos de detenção (WHO, 2009).

Segundo os registros da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023), a sonolência (“condutor dormindo”) foi a causa de 2,99% dos sinistros registrados nas rodovias federais. Entretanto, muitas vezes pode ser difícil identificar a sonolência como fator determinante do sinistro, de modo que este valor pode ser maior.

## // CONDUTA PERIGOSA

Um fator de risco de sinistros de trânsito relevante é a denominada conduta perigosa, que no caso dos condutores (direção perigosa) consiste em dirigir o veículo sem respeitar as leis de trânsito e o bom senso, como: transitar com velocidade inapropriada, ultrapassar outro veículo em via de duplo sentido de maneira impru-



dente, entrar em cruzamentos com veículos muito próximos na via preferencial, passar em cruzamentos semaforizados no vermelho, trafegar na contramão, realizar manobras perigosas, ziguezaguear com o veículo no trânsito (sobretudo motocicleta), etc.

A direção perigosa está usualmente associada à ingestão de álcool e/ou drogas, desajuste comportamental e/ou inabilidade do condutor. No caso dos pedestres, podem ser citadas como perigosas as seguintes condutas: cruzar o fluxo de veículos sem prestar atenção, atravessar a via fora da faixa de pedestre quando a mesma estiver próxima, caminhar longitudinalmente sobre a via (ainda que às vezes isso seja feito por falta de calçamento adequado do passeio), forçar a passagem na mudança de luz em semáforos, etc.

Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam as condutas perigosas como causa de 80,46% dos sinistros registrados nas rodovias federais. Foram consideradas condutas perigosas as seguintes causas:

- Acessar a via sem observar a presença de outros veículos;
- Ausência de reação do condutor;
- Condutor deixou de manter distância do veículo da frente;
- Condutor desrespeitou a iluminação vermelha do semáforo;
- Condutor dormiu;
- Condutor usou o celular;
- Conversão proibida;
- Deixar de acionar o farol da motocicleta (ou similar);
- Desrespeitar a preferência no cruzamento;
- Entrada inapropriada de pedestre;
- Estacionar ou parar em local proibido;
- Frear bruscamente;
- Consumo de álcool ou substâncias psicoativas tanto por parte do condutor do veículo, quanto por parte do pedestre;
- Manobra de mudança de faixa;
- Participar de racha;
- Pedestre andava na pista;
- Pedestre cruzava a pista fora da faixa;
- Reação tardia ou ineficiente do condutor;
- Trafegar com motocicleta (ou similar) entre as faixas;
- Transitar na calçada;
- Transitar na contramão;

- Transitar no acostamento;
- Ultrapassagem indevida e velocidade incompatível.

Não foram aqui consideradas aquelas condutas relacionadas à falta de manutenção do veículo.

### // FALTA DE HABILIDADE

Um dos fatores de risco associados aos sinistros de trânsito é a falta de habilidade, ocasionada pela ausência de treinamento, inexperiência e/ou incapacidade provocada por doenças, idade avançada, etc. Isso vale para condutores de veículos e pedestres, pois até mesmo para atravessar uma rua é necessário alguma habilidade.

Conduzir um veículo exige muita atenção, habilidade (que depende de treinamento), concentração, cuidado, senso de antecipação e respeito às leis de trânsito. Um veículo motorizado conduzido por uma pessoa não suficientemente preparada constitui uma “arma” perigosa, pois somente ao condutor cabe a decisão sobre como proceder diante de certas situações e estabelecer os procedimentos a ser adotados na direção do veículo.

Nos países de alta renda é comum haver restrições para os condutores recém-habilitados, como não dirigir em rodovias, não dirigir à noite, etc. — o que, em geral, não ocorre nos países de baixa e média renda, incluindo o Brasil. Como consequência, o envolvimento de condutores jovens em sinistros é bem maior que o envolvimento de condutores de faixas etárias superiores em decorrência da falta de experiência, muitas vezes associada à condução imprudente.

### // DESVIO DE ATENÇÃO

O desvio da atenção dos condutores está presente em muitos dos sinistros de trânsito. Situações típicas nas quais a transferência de atenção ao trânsito pode ocorrer: utilizar telefone celular, procurar/pegar objeto (no chão do carro, na bolsa, no console, etc.), manusear aparelho de som, acender cigarro, prestar atenção em objetos ou pessoas situadas ao lado da via, conversar com outros passageiros, comer, beber, concentrar o pensamento em outra coisa, etc. Alguns desses fatos também podem ocorrer com pedestres quando vão atravessar vias.

Estudos realizados mostram que em cerca de 15% dos sinistros de trânsito o fator principal foi o desvio da atenção por parte dos condutores (WHO, 2009).

Atualmente, o uso do celular é um grave problema. Estudo realizado no Canadá mostrou que o uso do celular por condutores de veículos em movimento aumenta em quatro vezes o risco do envolvimento em sinistros. Mesmo com o sistema de viva-voz, o risco é elevado, pois o problema não reside apenas no fato de o condutor retirar uma das mãos da direção para segurar o aparelho, mas nas limitações do cérebro humano para realizar tarefas distintas simultaneamente; no caso: dirigir o veículo prestando atenção na via e nos demais veículos, prestar atenção no que está sendo falado ao celular, controlar as emoções associadas ao teor da conversa por telefone, raciocinar para responder às exigências do trânsito, etc. (WHO, 2009). Em razão disso, muitos países, incluindo o Brasil, têm proibido o uso de telefone celular pelos condutores no trânsito.

Um estudo observacional realizado na Universidade Federal do Paraná trouxe evidências locais importantes sobre o comportamento de uso do telefone celular ao volante. O estudo, a partir de uma amostra de 32 condutores com a rotina de condução monitorada durante 15 dias em Curitiba e Região Metropolitana, identificou que o tipo de uso mais comum do celular foi para verificar/navegar (44,96% da quantidade de usos). A frequência média de uso foi de 8,71 usos/h e a duração de 55,34 segundos por uso. Em média, os condutores reduziram a velocidade em 6,32 km/h após o início do uso, enquanto aumentaram a velocidade em 5,11 km/h após a conclusão do uso do telefone celular. Verificar/navegar foi o tipo de uso com maior adaptação de velocidade, apresentando uma redução média de 7,39 km/h ao iniciar o uso e um aumento médio de 3,55 km/h ao fim do uso (Kubo, 2021).

O estudo de Kubo (2021) concluiu que a adaptação da velocidade para o uso do telefone celular foi relacionada à complexidade da atividade, conforme os níveis de demanda manual, visual e cognitiva exigidos. No entanto, o acréscimo de risco devido à realização de ligação ou envio de mensagem de voz não foi percebido pelos condutores, evidenciando a necessidade de medidas mais efetivas para reduzir o engajamento em tarefas secundárias relacionadas ao uso do telefone celular.

Conforme os dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023), o uso do telefone celular foi indicado como causa de 0,17% dos sinistros registrados nas rodovias federais. Este valor, contudo, pode ser mais elevado.

A presença de painéis de propaganda com mensagens variáveis, out-

doors, etc. também podem desviar a atenção dos condutores, podendo, assim, causar sinistros. Particularmente grave é o tempo que a atenção do condutor é desviada, pois se a velocidade é alta a distância percorrida é muito grande. No caso comum, por exemplo, da atenção ser desviada durante 3 segundos, as seguintes distâncias são percorridas pelo veículo em função da velocidade: 50m para  $V = 60\text{km/h}$ , 67m para  $V = 80\text{km/h}$ , 83m para  $V = 100\text{km/h}$  e 100m para  $V = 120\text{km/h}$ .

A concentração do pensamento em outras coisas também pode levar o condutor a desviar a atenção do trânsito — fato comumente associado a condutores estressados.

### // NÃO VER E NÃO SER VISTO

Aproximadamente 90% das informações usadas pelos condutores são visuais (AASHTO, 2010). Por isso, ver e ser visto são requisitos fundamentais para a segurança de todos os usuários das vias públicas. Ser visto depende do tamanho do veículo/pedestre e das cores que predominam: quanto maior o tamanho e quanto mais chamativas as cores, menor a probabilidade de não ser visto. À noite, em particular, a existência de material refletivo, sobretudo nas cores amarela e/ou laranja, nos veículos, nas roupas dos pedestres ou nos capacetes dos motociclistas/ciclistas contribui bastante para que sejam mais visíveis.

O fato de não se ver um veículo ou pedestre pode estar associado aos seguintes motivos: deficiência visual do usuário; condições ambientais com visibilidade precária, que ocorrem no período noturno, em condições atmosféricas adversas (chuva forte, nevoeiro, neve, etc.) ou quando da existência de fumaça; existência de elementos no interior do veículo que impedem a visão de áreas externas; e presença de elementos próximos da via que prejudicam a visibilidade (vegetação alta, veículos estacionados, árvores, placas de propaganda comercial, etc.). Na realidade, não é, portanto, um problema que pode ser atribuído apenas ao ser humano.

Alguns componentes dos veículos (colunas, retrovisor, etc.), bem como a presença de passageiros ao lado, impedem a visibilidade dos condutores de parte da via, constituindo o que se denomina de pontos cegos. Esse fator é mais crítico em interseções cujas vias formam ângulos menores que  $75^\circ$ , devido à posição relativa do veículo e dos olhos do condutor, sobretudo quando se trata de veículos comerciais (caminhões e ônibus).

Em muitos sinistros o condutor ou pedestre afirma que simplesmente não viu o veículo (cerca de 30% das vezes) ou o pedestre (perto de 40% das vezes). No estado australiano de Victoria, não ser suficientemente visível foi um fator que contribuiu para 65% dos sinistros envolvendo carros e motocicletas, e a única causa em 21% deles. Um estudo realizado na Alemanha revelou que a sinalização luminosa insuficiente em caminhos e nos seus reboques foi responsável por cerca de 5% das colisões graves de veículos contra caminhos. Um estudo realizado nos Países Baixos mostrou que 30% das colisões envolvendo bicicletas ocorreram à noite ou durante o crepúsculo, e poderiam ter sido evitadas se elas estivessem com luzes acesas (WHO, 2009).

Outro aspecto preocupante é o fato de os pedestres tenderem a superestimar sua própria visibilidade por parte dos condutores à noite. Em média, os condutores veem os pedestres à metade da distância que os pedestres pensam poderem ser vistos (AASHTO, 2010), fato que aumenta o risco de atropelamento na travessia de vias no período noturno.

Estudos realizados mostram que o fato de os veículos utilizarem faróis acesos durante o dia, tornando-os, assim, mais visíveis, reduz entre 10% e 15% os sinistros diurnos (Elvik; Vaa, 2004).

### **3.5 - FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À VIA**

#### **// DEFEITOS NA SUPERFÍCIE DE ROLAMENTO**

Os seguintes defeitos na pista podem ser considerados fatores de risco associados à ocorrência de sinistros: buracos, sulcos pronunciados, superfície escorregadia, deficiência da drenagem que deixa água acumulada sobre a pista, lombada ou valeta pronunciada, degrau no acostamento de rodovias, etc.

A passagem sobre buracos, sulcos, valetas e lombadas pronunciadas, bem como sobre degraus entre a pista e o acostamento, podem levar à perda de direção do veículo. O mesmo pode acontecer durante a tentativa de desviar de buracos na pista.

Superfícies escorregadias prejudicam a eficiência das ações de frenagem e desvio, aumentando a distância de frenagem e a distância necessária para desviar de obstáculos.

O acúmulo de água sobre a pista pode provocar o fenômeno denominado aquaplanagem (hidroplanagem), que ocasiona a perda do controle do veículo devido à falta de aderência dos pneus com a pista. Esse

fenômeno ocorre, em geral, associado ao binômio excesso de velocidade e pneus com desgaste acentuado.

Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam os defeitos na superfície de rolamento como causa de 3,25% dos sinistros registrados nas rodovias federais. Foram considerados defeitos na superfície de rolamento os aspectos a seguir:

- Acúmulo de água sobre o pavimento;
- Acúmulo de areia e/ou detritos sobre o pavimento;
- Acúmulo de óleo sobre o pavimento;
- Pista em desnível;
- Pista esburacada;
- Pista escorregadia.

#### **// PROJETO GEOMÉTRICO INADEQUADO**

Uma série de problemas ligados ao projeto geométrico da via pode contribuir para a ocorrência de sinistros. Alguns desses problemas são: existência de curva de pequeno raio após longo trecho em tangente e/ou com curvas suaves, trechos com distância de visibilidade de frenagem ou ultrapassagem incompatível com a velocidade usual na via, superelevação e/ou superlargura inadequadas nas curvas, falta de legibilidade (o traçado da via não é suficientemente explícito para os usuários), etc.

Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam o projeto geométrico inadequado como causa de 1,65% dos sinistros registrados nas rodovias federais. As seguintes causas foram enquadradas na categoria “projeto geométrico inadequado”:

- Acostamento em desnível;
- Acúmulo de água sobre o pavimento;
- Curva acentuada;
- Declive acentuado;
- Faixas de trânsito com largura insuficiente;
- Falta de acostamento;
- Pista em desnível;
- Restrição de visibilidade em curvas horizontais e verticais.

#### **// SINALIZAÇÃO DEFICIENTE**

Uma sinalização deficiente (inadequada, insuficiente ou deteriorada) está diretamente associada à ocorrência de sinistros.

Em especial, três aspectos são considerados críticos: falta de visibilidade das linhas de demarcação de borda, de separação de faixas e de parada obrigatória (mais comum de ocorrer à noite e em condições climáticas adversas); ausência de elementos verticais refletivos demarcadores de curvas de pequeno raio, ilhas, obras, etc.; ausência de guias sonoras (ou sonorizadores longitudinais) em rodovias; e inexistência de avisos prévios de mudanças nas características da via devido à presença de obras na pista, semáforos, cruzamentos com via preferencial, sinistros, incidentes, etc.

Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam a sinalização deficiente como causa de 0,44% dos sinistros registrados nas rodovias federais. As seguintes causas foram consideradas na categoria “sinalização deficiente”:

- Ausência de sinalização;
- Semáforo com defeito;
- Sinalização mal posicionada;
- Sinalização encoberta.

#### // INTERSEÇÕES INADEQUADAS

Os principais problemas ligados às interseções que contribuem para a ocorrência de sinistros são: visibilidade ruim para aqueles que vão entrar em um cruzamento com via preferencial, devido à geometria inadequada ou existência de elementos próximos à via (veículos estacionados, construções, árvores, vegetação alta, postes, propaganda comercial, abrigos de ônibus, etc.); entrada e saída direta (sem pista de aceleração/desaceleração) nas vias de alta velocidade; condições favoráveis ao desenvolvimento de velocidade excessiva nas aproximações; sinalização deficiente; operação imprópria: cruzamento de vias com grande movimento com sinal de parada obrigatória em vez de semáforo; semáforo com movimentos de conversão à esquerda não protegidos; duração dos tempos de semáforos inadequados; ausência de fase exclusiva para a travessia de pedestres; rotatória vazada; etc.

Um aspecto importante no que se refere às interseções diz respeito à expectativa dos condutores. Quando os condutores estão acostumados com um determinado tipo de interseção, as manobras a serem realizadas são quase que automáticas, não exigindo o processamento de uma grande quantidade de informações em tempo reduzido; ao contrário, quando surge à frente um modelo de interseção diferente do usual, a

quantidade de informações a ser processada em curto espaço de tempo é grande, o que aumenta o risco dos condutores realizarem uma manobra equivocada que pode levar a um sinistro. Assim, sobretudo nas rodovias onde a velocidade é alta, é importante manter sempre os mesmos padrões de interseção ao longo da mesma.

#### // PROBLEMAS NA LATERAL DA VIA

Os principais problemas na lateral da via que contribuem para a ocorrência de sinistros são: inexistência de calçada revestida nas vias urbanas que muitas vezes leva os pedestres a caminhar pelo leito da via; falta de acostamento nas rodovias para o tráfego de pedestres, bicicletas, carroças, etc. fora da pista; entrada/saída de estacionamentos e garagens em vias de trânsito rápido sobretudo onde a visibilidade é ruim na saída; presença de obstáculos próximos à pista, etc.

Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam problemas na lateral da via como causa de 0,47% dos sinistros registrados nas rodovias federais. As seguintes causas foram enquadradas na categoria “problemas na lateral da via”:

- Acostamento em desnível;
- Falta de acostamento;
- Falta de elemento de contenção que evite a saída do leito carroçável.

#### // FALTA DE ILUMINAÇÃO EM LOCAIS CRÍTICOS

A falta ou deficiência de iluminação em alguns locais podem dificultar a visibilidade de pedestres, bicicletas, ou mesmo do contorno da pista. Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam a falta de iluminação (iluminação deficiente) como causa de 0,23% dos sinistros registrados nas rodovias federais.

### 3.6 - FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AOS VEÍCULOS

#### // MANUTENÇÃO INADEQUADA

A falta de manutenção adequada dos veículos pode contribuir direta ou indiretamente para a ocorrência de sinistros. Alguns dos problemas mais críticos são os seguintes: 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 sem funcionar ou com mau funcionamento, falta de buzina,

espelho retrovisor quebrado ou com defeito, faróis desregulados, etc.

Muitas vezes, algum componente pode apresentar um problema súbito que pode provocar um sinistro, como é o caso do estouro de um pneu, quebra do sistema de direção, quebra do sistema de suspensão, queima das luzes dos faróis, paralisação do limpador de para-brisa sob chuva intensa, etc. Estas ocorrências envolvem quase sempre veículos velhos e mal conservados.

Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam a manutenção inadequada do veículo como causa de 6,81% dos sinistros registrados nas rodovias federais. As seguintes causas foram enquadradas na categoria “manutenção inadequada do veículo”:

- Avarias e/ou desgaste excessivo no pneu;
- Deficiência do sistema de iluminação;
- Demais falhas mecânicas ou elétricas;
- Faróis desregulados;
- Problema com o freio;
- Problema com a suspensão.

#### // TIPO DE VEÍCULO

No que diz respeito ao tipo de veículo, o risco do envolvimento em sinistros segue, em geral, a seguinte ordem (maior para menor): motocicleta–bicicleta– pedestre–carro–ônibus/caminhão. Elvik e Vaa (2004) citam que, na Noruega, a taxa de sinistros por quilômetro para pedestres é de 4 a 6 vezes maior do que a dos ocupantes de carro; e de ciclistas, 6 a 9 vezes maior.

O maior risco do envolvimento em sinistros de motocicleta e de bicicleta deve-se aos seguintes fatos: por ter menor tamanho, é maior a probabilidade de não ser vista pelos condutores dos outros tipos de veículos; por ter duas rodas, é comum a perda de equilíbrio com consequente queda e/ou desvio de trajetória e por ser, muitas vezes, conduzida de maneira perigosa.

No caso dos ônibus/caminhões, o fato de serem maiores e, portanto, mais visíveis, de serem conduzidos por profissionais e de utilizarem velocidades comparativamente menores explica o menor risco do envolvimento em sinistros.

#### // PROJETO DOS VEÍCULOS

Veículos dotados de sistema de freio, de direção, de suspensão/es-

tabilização e de faróis com desempenho superior apresentam maior segurança. Nos automóveis dotados de cinto de segurança de três pontos, bolsa de ar (airbag), banco com apoio para a cabeça, coluna da barra de direção colapsável, vidro frontal laminado, sistema de freios antiblocante, terceira luz de freio, espelhos retrovisores adequados, etc., o risco de envolver-se em sinistros e de sofrer ferimentos nos sinistros é significativamente menor em relação àqueles que não possuem essas características.

Um ponto crítico, no que diz respeito ao projeto dos veículos, é a existência de pontos cegos. A pior situação ocorre do lado direito em razão da presença da coluna do para-brisa e/ou de passageiro sentado no banco da frente, pois isso prejudica a visibilidade dos veículos que se aproximam do lado direito (oposto ao condutor) na via a ser cruzada. Também relevante no que diz respeito à segurança é o campo de visão proporcionado pelos espelhos retrovisores, que, se limitada, aumenta o risco de sinistros.

Tendo em vista o aprimoramento do quesito segurança nos veículos, a Resolução CONTRAN nº 312 de 3 de abril de 2009 (Brasil, 2009), dispôs sobre a obrigatoriedade da instalação do sistema de freios ABS (que impede o travamento das rodas dos veículos nas frenagens, aumentando, assim, a eficiência do sistema de freio) para praticamente todos os veículos de quatro rodas fabricados no país a partir de 1º de janeiro de 2014. Em 2022, a Resolução CONTRAN nº 915 de 28 de março de 2022 (Brasil, 2022), além de manter a obrigatoriedade previamente estabelecida, tratou também da obrigatoriedade da instalação do sistema antitravamento das rodas (ABS) ou do sistema de frenagem combinada das rodas (CBS) em motocicletas.

#### // VISIBILIDADE

Um fator que contribui para a ocorrência de sinistros é o fato de um usuário não perceber a presença de outro veículo ou pedestre, ou não perceber a tempo de fazer uma manobra evasiva (frear, desviar ou acelerar) para evitar a colisão.

Ainda que isso seja mais frequente durante a noite, também ocorre muitas vezes durante o dia, sobretudo quando as condições de visibilidade são ruins em razão da existência de chuva, nevoeiro, fumaça, etc., ou quando o sol se encontra próximo da linha do horizonte e provoca ofuscamento.

A facilidade de ser visto depende do tamanho do veículo/pedestre (motocicleta, bicicleta e crianças, por exemplo, são menos visíveis que carros, ônibus, caminhões e pessoas adultas), como também das cores que predominam (cores como amarelo, branco, etc. chamam mais a atenção). À noite, em particular, a existência de material refletivo (amarelo ou laranja) nos veículos, nas roupas dos pedestres ou nos capacetes dos motociclistas/ciclistas os torna mais visíveis.

Alguns componentes dos veículos (colunas, retrovisor, etc.), bem como a presença de passageiros ao lado, impedem a visibilidade de parte da via pelos condutores, constituindo o que se denomina de pontos cegos. Esse fator é mais crítico em interseções cujas vias formam ângulos menores que 75°, devido à posição relativa do veículo e dos olhos do condutor, sobretudo quando se trata de veículos comerciais (caminhões e ônibus).

Em muitos sinistros, o condutor ou pedestre afirma que simplesmente não viu o veículo (cerca de 30% das vezes) ou pedestre (perto de 40% das vezes). No estado australiano de Victoria, não ser suficientemente visível foi um fator que contribuiu para 65% dos sinistros entre carros e motocicletas, e a única causa em 21% deles. Um estudo realizado na Alemanha revelou que a sinalização luminosa insuficiente em caminhões e nos seus reboques foi responsável por cerca de 5% das colisões graves de veículos contra caminhões. Um estudo realizado nos Países Baixos mostrou que 30% das colisões contra bicicletas ocorreram à noite ou durante o crepúsculo, e poderiam ter sido evitadas se elas estivessem com luzes acesas (WHO, 2009).

Estudos realizados mostram que o fato de os veículos utilizarem faróis acesos durante o dia, tornando-os, assim, mais visíveis, leva a uma redução entre 10% e 15% dos sinistros diurnos (Elvik; Vaa, 2004).

### **3.7 - FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AO MEIO AMBIENTE**

#### **// CHUVA**

As precipitações trazem os seguintes problemas para a segurança viária: molham a pista reduzindo o atrito entre os pneus e o pavimento, prejudicam a visibilidade (fato mais acentuado no período noturno) e podem levar à formação de poças de água sobre a pista, provocando o fenômeno denominado aquaplanagem ou hidroplanagem — que ocasiona a perda do controle do veículo

devido à falta de aderência dos pneus com a pista.

Os primeiros pingos de chuva ou garoa não formam volume de água suficiente para retirar da via a poeira e os resíduos que se acumulam; como consequência, nos primeiros momentos de chuva, a pista fica bastante escorregadia. Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam a chuva como causa de 1,51% dos sinistros registrados nas rodovias federais.

Para ilustrar a influência da redução do atrito pneus–pista no risco de sinistros, quando o valor do atrito passa de 0,8 (pavimento seco) para 0,4 (comum em pavimento molhado), a distância de frenagem para velocidades na faixa entre 60 e 120 km/h aumenta na ordem de 60%. Um estudo europeu identificou que 100 mm a mais de chuva em um mês resultou em um aumento de 0,2 a 0,3% no número de sinistros com vítimas na França e na Holanda (Bergel-Hayat *et al.*, 2013).

#### **// NEVE**

A neve apresenta, a princípio, os mesmos problemas associados à chuva, com o agravante de que quando congela na superfície do pavimento reduz a aderência dos pneus a quase zero.

#### **// VENTO FORTE**

Rajadas de vento muito fortes podem provocar a perda da direção dos veículos com mudança não intencional de faixa de rolamento ou saída da pista; em alguns casos, até mesmo o tombamento.

#### **// NEBLINA E FUMAÇA**

A presença de neblina e fumaça pode reduzir significativamente a visibilidade. Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam neblina ou fumaça como causa de 0,12% dos sinistros registrados nas rodovias federais.

#### **// ÓLEO OU OUTRO MATERIAL LUBRIFICANTE SOBRE A PISTA**

O derramamento de óleo, ou outro material com características lubrificantes sobre a pista, provoca substancial redução do atrito entre os pneus e o pavimento. Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam a presença de óleo na pista como causa de 0,25% dos sinistros registrados nas rodovias federais.

## // PROGRAMA COMERCIAL

A presença de propaganda comercial na lateral da via pode atuar no sentido de desviar a atenção dos condutores.

## // ANIMAIS VIVENDO NAS PROXIMIDADES DA VIA

Animais vivendo nas proximidades da via podem atravessar a pista provocando, muitas vezes, sinistros de diferentes naturezas: atropelamento do animal, saída do veículo da faixa de rolamento ou mesmo da pista para desviar do animal (podendo ocorrer, neste caso, choque com obstáculo lateral, colisão com veículo vindo em sentido contrário, capotamento, tombamento, etc.). Dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2022 (Brasil, 2023) indicam a presença de animais na pista como causa de 1,96% dos sinistros registrados nas rodovias federais.

### 3.8 - DISTRIBUIÇÃO DOS FATORES CONTRIBUINTES

Na Tabela 3.3 são apresentados os valores obtidos em pesquisas realizadas em alguns países de alta renda e no Brasil sobre a incidência dos fatores de risco associados aos diversos componentes físicos do sistema de trânsito nos sinistros.

Tabela 3.3 – Distribuição dos fatores causadores de sinistros.

Fator	Estados Unidos (Wierwille <i>et al.</i> , 2002)	Europa (Rumar, 1985)	Brasil (Scaringella <i>et al.</i> , 2012)
Humano (H)	65%	57%	44%
Via/Meio Ambiente (A)	2%	3%	0%
Veículo (V)	2%	2%	0%
H + A	25%	27%	29%
H + V	5%	6%	19%
A + V	0%	1%	0%
H + A + V	1%	3%	8%
Total de H	96%	93%	100%
Total de A	26%	34%	37%
Total de V	6%	12%	27%

Fontes: Wienwille *et al.* (2002), Rumar (1985) e Scaringella *et al.* (2012).

A análise dos valores relacionados na Tabela 3.3 permite inferir as seguintes conclusões:

- A presença de erro ou falha humana está presente na maioria dos sinistros, seja no Brasil ou nos países de alta renda. Isso não significa que a frequência de erro ou falha dos condutores nos países de alta renda seja similar ao do Brasil, pois se trata de distribuição relativa e não absoluta. Sabidamente, os condutores brasileiros são, em geral, menos preparados e mais imprudentes;
- Mesmo que o fator humano seja o principal fator de risco associado à ocorrência de sinistros, isso não deve ser usado para transferir a responsabilidade do sinistro exclusivamente para a própria vítima. Como falhas humanas são inevitáveis, devem ser empregadas estratégias apropriadas que contribuam para a redução da probabilidade da ocorrência das mesmas;
- A maior presença de falhas associadas ao binômio via/meio ambiente nos sinistros de trânsito que ocorrem no país deve-se ao padrão inferior do projeto (geometria, sinalização, drenagem e pavimentação) e conservação das vias em relação aos países de alta renda;
- A maior presença de falhas associadas ao fator veículo nos sinistros de trânsito no Brasil deve-se à diferença na situação econômica, que resulta em falta de manutenção dos veículos, idade média da frota avançada e tecnologia veicular inferior.

No entanto, é importante salientar que conforme a abordagem dos sistemas seguros, mais importante do que determinar a parcela de cada fator causador é o entendimento da responsabilidade compartilhada na ocorrência dos sinistros de trânsito. Dessa forma, apenas a atuação conjunta em diversos fatores de risco será capaz de reduzir significativamente a ocorrência de sinistros.

### 3.9 - LEIS PROPOSTAS POR ELVIK

Elvik (2006) propôs quatro “leis” relacionadas à ocorrência de sinistros de trânsito, as quais, evidentemente, não se propõem a ser o único mecanismo de explicação para os sinistros. A intenção é apenas fazer uma associação entre fatores de risco e a chance de os sinistros ocorrerem.

## // LEI UNIVERSAL DO APRENDIZADO

A habilidade de detectar e controlar perigos no trânsito aumenta



uniformemente com o aumento da quantidade de viagens. Essa teoria é mais facilmente identificada na transição de um condutor jovem para um condutor experiente, apesar de não ser restrito a essa etapa da formação de um condutor, pois se considera o aprendizado no trânsito como um processo contínuo.

#### // LEI DOS EVENTOS RAROS

Quanto mais raro de ser encontrado um fator de risco, maior é o seu efeito na sinistralidade. Os perigos no trânsito não surgem de forma esperada ou uniforme; alguns deles aparecem com menor regularidade que outros, havendo, portanto, menos oportunidades de aprender a controlar esses problemas.

#### // LEI DA COMPLEXIDADE

Quanto maior o número de informações relevantes por unidade de tempo que um usuário da via tiver que processar, maior é a probabilidade de cometer um erro e provocar um sinistro. Um fator que ofereça risco à segurança do trânsito pode ser facilmente controlável se aparecer isoladamente. Caso haja uma sobreposição de fatores de risco, maior é a dificuldade para controlá-los, podendo o condutor negligenciar aqueles mais graves ou mesmo responder com uma ação inadequada, o que favorece a ocorrência de sinistros.

#### // LEI DA CAPACIDADE COGNITIVA

Quanto menor o estado de atenção do condutor, menor a capacidade de tomar decisões corretas e, portanto, maior o risco de sinistros. Exemplo disso é o grande prejuízo para a segurança no trânsito decorrente da ingestão de álcool ou drogas, utilização de telefone celular na direção, etc.

#### 3.10 - QUESTÕES

- 1) Conceituar fator de risco associado à ocorrência de sinistros de trânsito.
- 2) Em uma visão abrangente, com o que está relacionado o risco de sinistros no trânsito?
- 3) Discorrer brevemente sobre cada um dos principais fatores de risco associados à exposição ao trânsito.
- 4) Comentar sucintamente sobre cada um dos principais fatores de risco associados à legislação/fiscalização do trânsito.

5) Quais os principais fatores de risco associados aos seres humanos? Discorrer brevemente sobre cada um deles.

6) Quais os principais fatores de risco associados às vias? Comentar sucintamente sobre cada um deles.

7) Quais os principais fatores de risco associados aos veículos? Falar brevemente sobre cada um deles.

8) Quais os principais fatores de risco associados ao meio ambiente? Discorrer brevemente sobre cada um deles.

9) Como se distribuem os fatores de risco de sinistros associados aos diversos componentes físicos do sistema de trânsito no Brasil e nos países de alta renda? Comentar sobre os valores.

10) Citar as leis propostas por Elvik relacionadas à ocorrência de sinistros de trânsito.

#### REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

AASHTO. (2010). **HSM – Highway Traffic Safety Manual**. 1ª ed. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D. C..

ABRAMET (2012). **Associação Brasileira de Medicina de Tráfego**. Disponível em: <http://www.abramet.org.br>. Acessado em: 13 de janeiro de 2012

Bastos, J. T. (2014). **Road safety strategic analysis in Brazil: indicator and index research**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos.

Bergel-Hayat, R. *et al.* (2013). **Explaining the road accident risk: weather effects**. Accident Analysis & Prevention. [S. l.]: Elsevier.

Brasil (1997). **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997: Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Casa Civil**. [S.l.], 23 set. 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9503/Compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503/Compilado.htm). Acesso em: 19 de set de 2023.

Brasil (2008a). **Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008: Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, e a Lei nº 9.294, de 15 de julho de 1996, que dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas, nos termos do § 4º do art. 220 da Constituição Federal, para inibir o consumo de bebida alcoólica por condutor de veículo automotor, e dá outras providências. Casa Civil**. [S.l.], 19 jun. 2008. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/l11705.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11705.htm). Acesso em: 27 de setembro de 2023

Brasil (2008b). **Decreto nº 6.488, de 19 de junho 2008: Regulamenta os arts. 276 e 306 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 - Código de Trânsito Brasileiro, disciplinando a margem de tolerância de álcool no sangue e a equivalência entre os distintos testes de alcoolemia para efeitos de crime de trânsito. Casa Civil**.

[S.L.], 19 jun. 2008. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/d6488.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6488.htm). Acesso em: 27 de setembro de 2023

Brasil (2009). **Resolução CONTRAN nº 312, de 03 de abril de 2009:** Dispõe sobre a obrigatoriedade do uso do sistema antitravamento das rodas – ABS nos veículos novos saídos de fábrica, nacionais e importados. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/cons312.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

Brasil (2012). **Lei nº 12.760 de 20 de dezembro de 2012:** Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o **Código de Trânsito Brasileiro**. Casa Civil. [S.L.], 20 dez. 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12760.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12760.htm). Acesso em: 27 de setembro de 2023

Brasil (2013). **Resolução CONTRAN nº 432, de 23 de janeiro de 2013:** Dispõe sobre os procedimentos a serem adotados pelas autoridades de trânsito e seus agentes na fiscalização do consumo de álcool ou de outra substância psicoativa que determine dependência, para aplicação do disposto nos arts. 165, 276, 277 e 306 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 - Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolu-o-uo-432-2013c.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

Brasil (2022). **Resolução CONTRAN nº 915, de 28 de março de 2022:** Dispõe sobre os procedimentos para avaliação dos sistemas de freios de veículos e sobre a obrigatoriedade do uso do sistema antitravamento das rodas (ABS) e/ou frenagem combinada das rodas (CBS). Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao9152022.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

Brasil (2023). Polícia Rodoviária Federal - Acidentes. Ministério da Justiça e Segurança Pública. [S. L.] Disponível em: <https://www.gov.br/prf/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-acidentes>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

CNT (2002). **Pesquisa de Autônomos.** Confederação Nacional dos Transportes. Relatório Analítico. Brasil.

Ellison, A. B.; Greaves, S. P. (2015). **Speeding in urban environments: are the time savings worth the risk?** *Accident Analysis & Prevention*, v. 85, p. 239–247. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0001457515300750>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

Elvik, R.; Vaa, T. (2004). **The Handbook of Road Safety Measures.** Amsterdam: Elsevier Science.

Elvik, R. (2006). **Laws of Accident Causation. Accident Analysis And Prevention**, Estados Unidos, v. 38, p.747–752.

Elvik, R. *et al.* (2009). **Handbook of Road Safety Measures.** 2ª ed. Bingley: Emerald.

ETSC (2021). **Blood Alcohol Content (BAC) Drink Driving Limits across Europe.** European Transport Safety Council. Disponível em: <https://etsc.eu/issues/drink-driving/blood-alcohol-content-bac-drink-driving-limits-across-europe/>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

Fox, F. C. (2019). **O Álcool.** Centro Terapêutico Viva. Disponível em: <https://www.alcoolismo.com.br/o-alcool/>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

IPPUC (2021). **Acidentes de trânsito com vítimas fatais, município de Curitiba.** Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. Disponível em: <http://geoapp.ippuc.org.br/AcidentesDeTrnsito/dashboard.html>. Acesso em: 27 de set. de 2023

Kubo, T. N. (2021). **Análise do uso do telefone celular ao volante com base em Estudo Naturalístico de Direção.** 2021. 54 f. Monografia. Curso de Engenharia Civil, Departamento de Transportes, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Melcop, A. G. T.; Chagas, D. M. M.; Agripino Filho, D. (2011). **O Consumo de Álcool e os Acidentes de Trânsito: Pesquisa sobre a Associação entre o Consumo de Álcool e os Acidentados de Trânsito nas Cinco Regiões Brasileiras.** CCS Gráfica e Editora. Recife.

Modelli *et al.* (2008). **Alcoolemia em Vítimas Fatais de Acidentes de Trânsito no Distrito Federal, Brasil.** *Revista de Saúde Pública.* Brasil, 2008.

NHTSA (2017). **Crash Stats: Drowsy Driving 2015.** National Highway Traffic Safety. Disponível em: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812446>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

NHTSA (2023). **State Alcohol-Impaired-Driving Estimates.** National Highway Traffic Safety. Disponível em: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/813472>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

Rumar, K. (1985). **The Role of Perceptual and Cognitive Filters in Observed Behavior.** In L. Evans & R. C. Schwing (Eds.), *Human Behavior and Traffic Safety* (pp. 151–170). Springer US. Disponível em: [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4613-2173-6\\_8](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4613-2173-6_8). Acesso em: 27 de set. de 2023.

Scaringella, R. S. *et al.* (2012). **Investigação de Causas de Acidentes de Trânsito – Estudo de Amostra de Acidentes** (p. 176). São Paulo: Scaringella Trânsito.

Wierwille, W. W. *et al.* (2002). **Identification of Driver Errors: Overview and Recommendations.** Report No. FHWA-RD-02-003. USA.

WHO (2009). **Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial: Es Hora de Pasar a la Acción.** World Health Organization. Disponível em: [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2009](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009). Acesso em: 25 set. de 2023.

WHO (2017). **Managing Speed.** World Health Organization. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/managing-speed>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

WHO (2022). **Drink-Driving: A Road Safety Manual for Decision-Makers and Practitioners.** World Health Organization. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/drink-driving-a-road-safety-manual-for-decision-makers-and-practitioners-2022>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

## 4. fatores de risco associados à severidade

### 4.1 - INTRODUÇÃO

Os fatores de risco associados à severidade dos sinistros de trânsito são aqueles que aumentam a probabilidade de haver vítimas, sobretudo vítimas graves e fatais, e são principalmente os seguintes:

- Excesso de velocidade;
  - Não utilização dos equipamentos de segurança;
  - Veículos sem estrutura de proteção aos ocupantes;
  - Ambiente da lateral da via não transpassável e/ou não recuperável.
- A seguir são feitos comentários sobre cada um desses fatores.

### 4.2 - EXCESSO DE VELOCIDADE

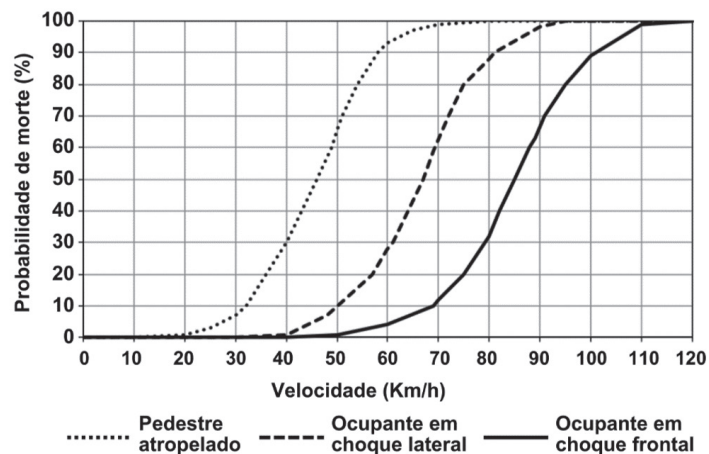
A velocidade alta é o principal fator associado aos sinistros com vítimas graves e/ou fatais.

De acordo com WHO (2009) e WHO (2017):

- O excesso de velocidade contribui para cerca de 30% das mortes no trânsito nos países mais desenvolvidos e de 50% nos países em desenvolvimento;
- Para cada 1 km/h de aumento da velocidade, a incidência de sinistros com vítimas cresce 3% e o risco de morte nos sinistros, entre 4 e 5%;
- Um pedestre adulto tem um risco de morte abaixo de 20% se atropelado por um carro a 50 km/h. No entanto, esse risco sobe para 60% se atropelado por um automóvel a 80 km/h.

A Figura 4.1 mostra o risco de morte em função da velocidade relativa nos seguintes tipos de sinistros baseados em Wramborg (Fortes *et al.*, 2005): pedestre atropelado, ocupante de automóvel com cinto de segurança sofrendo impacto lateral e ocupante de automóvel com cinto de segurança sofrendo impacto frontal. Os valores indicam que o risco de morte varia conforme o tipo de sinistro e cresce com o aumento da velocidade de impacto.

**Figura 4.1** – Risco de vítimas fatais em atropelamentos de acordo com a velocidade praticada pelo condutor no momento do sinistro.



Fonte: Fortes *et al.* (2005).

Baseado nas curvas apresentadas na Figura 4.1, estão relacionados na Tabela 4.1 os valores associados ao risco de morte no caso dos três tipos de sinistros considerando diferentes velocidades de impacto.

**Tabela 4.1** – Risco de morte para distintos tipos de sinistros em função da velocidade.

Velocidade de impacto (km/h)	Atropelamento de pedestre, ciclista e motociclista	Ocupantes de carro no caso de impacto lateral	Ocupantes de carro no caso de impacto frontal
20	0	0	0
30	8	0	0
40	30	0	0
60	93	28	3
80	100	89	32
100	100	100	90
120	100	100	100

Baumgart, reproduzido de CET (1979), estabeleceu a correlação indicada no Quadro 4.1 entre a velocidade do impacto frontal e o grau de severidade no caso de sinistros com carros, em função do tipo de impacto.

**Quadro 4.1** – Grau de severidade do impacto frontal de um automóvel em diversas situações em função da velocidade.

Região	Velocidade (Km/h)	Tipo de obstáculo		
		Barreira rígida fixa	Veículo em sentido oposto com a mesma velocidade	Veículo estacionado
A	0	Não há	Não há	Não há
B	0-40	Pequeno	Leve	Leve
C	40-50	Médio	Leve	Leve
D	50-70	Grande	Médio	Leve
E	70-90	Grande	Grande	Leve
F	90-140	Grande	Grande	Médio
G	>140	Grande	Grande	Grande

Fonte: CET (1979).

Na Tabela 4.2 estão indicados a velocidade de impacto e o risco de morte, no caso do choque frontal com um obstáculo rígido (poste, árvore, pilar, etc.), com base nos dados da Figura 4.1, para os ocupantes de automóveis, em função da velocidade inicial e da distância em que o obstáculo é visto, admitindo as seguintes hipóteses: fator de atrito pneu-pavimento = 0,8 (usual com pavimento seco e pneu em bom estado) e tempo de percepção e reação dos condutores = 1s (usual para condutores em estado normal) (Fortes *et al.*, 2005).

**Tabela 4.2** – Velocidade de impacto e probabilidade de morte para diferentes velocidades iniciais e distintas distâncias do surgimento de um obstáculo rígido à frente.

Vel. inicial (km/h)	D = 30m		D = 50m		D = 70m	
	Vel. impacto (km/h)	Probabilidade de morte (%)	Vel. impacto (km/h)	Probabilidade de morte (%)	Vel. impacto (km/h)	Probabilidade de morte (%)
60	30	0	0	0	0	0
80	69	10	27	0	0	0
100	98	85	74	20	36	0
120	120	100	105	95	83	40

Os resultados apresentados na Tabela 4.2 mostram o grande aumento do risco de morte dos ocupantes de automóveis em impacto frontal quando a velocidade desenvolvida cresce.

Sobre a questão do atrito pneu-pavimento, cabe mencionar a maior eficiência do sistema de freios denominado ABS que impede as rodas de travar, garantindo, assim, a atuação da força de atrito estático na frenagem, a qual é significativamente maior que a força de atrito dinâmica que atuaria caso as rodas estivesse travadas e deslizassem.

Na Tabela 4.4 estão relacionados os valores do risco do envolvimento em sinistros com vítimas em função da velocidade desenvolvida, mencionados por McLean e Kloeden (2002).

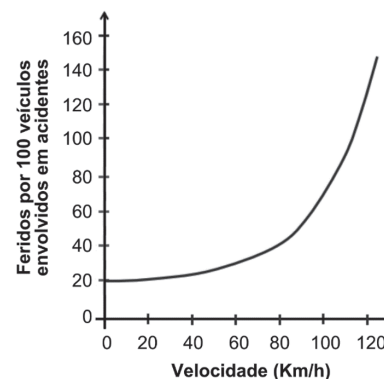
**Tabela 4.3** – Risco de ocorrência de sinistro com vítima em função da velocidade.

Velocidade (km/h)	Risco relativo
60	1,0
65	2,0
70	4,2
75	10,6
80	<b>31,8</b>

Fonte: McLean e Kloeden (2002).

Também, para ilustrar a influência da velocidade na severidade dos sinistros, na Figura 4.4 é mostrada a curva de vítimas para cada 100 veículos envolvidos em sinistros em função da velocidade, apresentada por Solomon (AASHTO, 2010).

**Figura 4.2** - Vítimas para cada 100 veículos envolvidos sinistros em função da velocidade.



Fonte: AASHTO (2010).

### 4.3 - NÃO UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

#### // CINTO DE SEGURANÇA

Toda colisão ou choque provoca desaceleração brusca, fazendo com que tudo o que esteja solto dentro do veículo continue a viajar com a velocidade anterior ao impacto, sendo, assim, projetado e indo se chocar contra o que estiver na sua frente (painel, volante, parabrisa, encosto de banco, etc.). O uso do cinto de segurança é a mais importante ação no sentido de reduzir as lesões e as mortes no trânsito dos ocupantes de automóveis, ônibus e caminhões.

O cinto de segurança apresenta os seguintes benefícios no caso de um impacto frontal:

- Reduz o valor da força de impacto sobre o ocupante, uma vez que aproveita o efeito da deformação do veículo e da deformação da mola na qual é preso para desacelerar menos rapidamente o corpo humano (o que não acontece quando o mesmo é projetado para frente e se choca com um objeto rígido);
- Faz com que a força de desaceleração atue em partes mais resistentes do corpo (tórax e pélvis em vez de outras partes mais frágeis como a cabeça);
- Distribui a força de desaceleração em uma área maior, reduzindo a pressão localizada.

O cinto de segurança também impede que os corpos dos ocupantes do veículo sejam lançados para fora do veículo nos sinistros; nos casos de capotamento e tombamento, também impede que sejam jogados de um lado para o outro. Dados gerais indicam que o uso do cinto reduz o risco de morte em cerca de 50% para condutores, 45% para os ocupantes de bancos dianteiros e 25% para os ocupantes dos bancos traseiros; o uso do cinto reduz o risco de vítimas graves em cerca de 45% para condutores, 45% para os ocupantes de bancos dianteiros e 25% para os ocupantes dos bancos traseiros (Elvik e Vaa, 2004).

Mais especificamente, os resultados da eficiência do uso do cinto pelos condutores na prevenção de lesões em diferentes tipos de sinistros, de acordo com um estudo realizado nos Estados Unidos (WHO, 2009) são os seguintes: colisão frontal = 43%, colisão lateral do lado do condutor = 27%, colisão lateral do lado oposto do condutor = 39%, colisão traseira = 49% e tombamento/capotamento = 77%.

#### // CADEIRAS DE SEGURANÇA PARA CRIANÇAS

O uso de cadeiras de segurança no banco traseiro para crianças é bastante eficaz na redução das lesões no caso de sinistros.

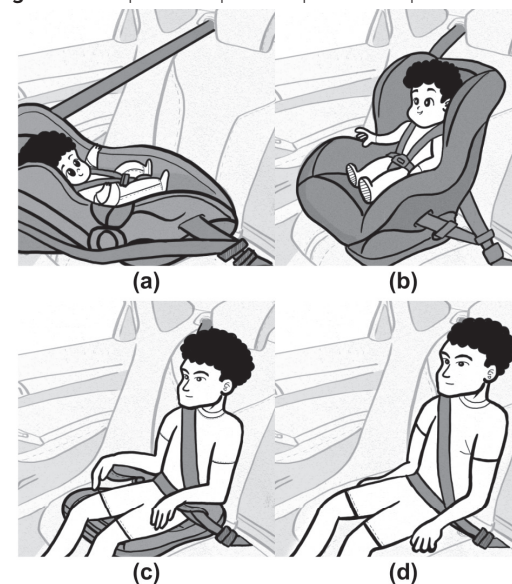
Existem diversos tipos de cadeiras, indicadas conforme a idade. A Resolução CONTRAN nº 819, de 17 de março de 2021 (Brasil, 2021), estabelece os seguintes tipos de dispositivos para o transporte de crianças com idade inferior a dez anos que não tenham atingido 1,45 m (um metro e quarenta e cinco centímetros) de altura:

- Conchinha (bebê-conforto ou conversível) para crianças até cerca de 1 ano ou crianças com peso de até 13 kg (conforme limite máximo definido pelo fabricante do dispositivo), que deve ser colocada no centro do banco traseiro com a criança virada de costas para o condutor (Figura 4.5–caso a);
- Cadeirinha fixa para crianças entre 1 e 4 anos ou crianças com peso entre 9 e 18 kg (conforme limite máximo definido pelo fabricante do dispositivo), que deve ser colocada de frente para o condutor no banco traseiro (Figura 4.5–caso b);
- Banquinho auxiliar (booster ou assento de elevação) para crianças maiores de 4 anos e com idade inferior a 7 anos e meio ou crianças com menos de 1,45 m de altura e peso entre 15 e 36 kg (conforme limite máximo estabelecido pelo fabricante do dispositivo), que é fixado no

banco traseiro para permitir que o cinto de segurança seja colocado na posição correta (Figura 4.5–caso c);

- Cinto de segurança no banco traseiro para crianças com idade superior a 7 anos e meio e inferior ou igual a 10 anos ou crianças com altura superior a 10 anos (Figura 4.5–caso d).

**Figura 4.3** – Tipos de dispositivos para o transporte de crianças menores de 10 anos.



Fonte: Brasil (2021).

De acordo com Elvik e Vaa (2004), o emprego adequado da cadeira de segurança reduz em cerca de 50% as lesões graves e fatais em crianças. Os estudos mostram que as crianças devem sempre ser transportadas no banco traseiro dos carros. Mesmo não utilizando cadeiras de segurança, o risco de lesões graves e fatais é reduzido em torno de 24% quando a criança viaja no banco traseiro.

#### // AIRBAG (BOLSA DE AR)

O airbag (balão/bolsa que é automaticamente inflada com ar no caso de um impacto forte) apresenta os seguintes principais benefícios no caso de uma colisão frontal: distribui a força do impacto mais homogê-



neamente ao longo do corpo do ocupante, diminuindo a pressão localizada e evitando que a cabeça e os membros superiores sejam lançados para frente em relação ao tórax (o movimento brusco da cabeça para frente é crítico, pois provoca danos na coluna cervical e no pescoço).

Usado em conjunto com o cinto de segurança, o airbag contribui para reduzir ainda mais o risco de morte dos condutores: algo em torno de 12% nos sinistros em geral e 22% nas colisões frontais, conforme Elvik e Vaa (2004).

A Resolução CONTRAN nº 964, de 17 de maio de 2022, dispõe sobre a obrigatoriedade do uso de airbag na parte frontal de veículos de transporte de passageiros com até nove assentos e de veículos de carga com até de 3,5 toneladas fabricados no país a partir de 1º de janeiro de 2014 (Brasil, 2022a).

#### // CAPACETE

O objetivo do capacete é proteger a cabeça (a parte mais frágil do corpo humano) das pessoas que utilizam veículos de duas rodas (motocicletas, motonetas, bicicletas, etc.) no caso de um sinistro: colisão com outro veículo, choque com objeto fixo, queda, etc. O trauma na cabeça é a principal causa de morte e sequelas graves definitivas de motociclistas. O uso do capacete é a mais importante ação no sentido de reduzir os traumatismos e as mortes no trânsito dos usuários de veículos motorizados de duas rodas, de bicicletas ou mesmo de patinetes ou outros meios de locomoção sem estrutura de proteção aos seus usuários.

O uso do capacete nos veículos motorizados de duas rodas (motocicleta e assemelhados) reduz, de acordo com Elvik e Vaa (2004), cerca de 25% o risco de traumatismos graves e fatais nos sinistros e em torno de 45% o risco de lesões graves e fatais na cabeça. Entre crianças, os sinistros com o uso da bicicleta são uma das principais causas de ferimentos.

#### 4.4 - VEÍCULOS SEM ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AOS OCUPANTES

A gravidade das lesões das vítimas de colisões e choques no trânsito depende, basicamente, da velocidade de impacto e do nível de proteção oferecido pelo par veículo–equipamento de segurança.

Sob a ótica da proteção oferecida pelo par veículo–equipamento de segurança, podem-se fazer as seguintes associações simplificadas (da pior para a melhor situação):

- Situação 1 (menos favorável): pedestres e ciclistas/motociclistas sem capacete;
- Situação 2: ciclistas/motociclistas com capacetes adequados;
- Situação 3: ocupantes de automóveis sem cinto de segurança;
- Situação 4: ocupantes de automóveis com cinto de segurança em impacto lateral (neste caso, a estrutura do veículo associada ao uso do cinto protege menos);
- Situação 5 (mais favorável): ocupantes de automóveis com cinto de segurança em impacto frontal ou traseiro (neste caso, a estrutura do veículo associada ao uso do cinto protege mais).

Os veículos de duas rodas apresentam maior risco por não oferecem nenhuma proteção aos condutores; nos automóveis o risco é menor em razão da existência da estrutura protetora e da atuação do cinto de segurança; os veículos maiores, como caminhões e ônibus, oferecem maior proteção que os automóveis por terem uma estrutura mais resistente e a posição dos ocupantes ficar a uma maior altura do solo — o que constitui fator positivo na maioria dos impactos.

No caso de colisão frontal e traseira envolvendo automóveis, o impacto é amortecido pois existe maior quantidade de material a ser deformado (amassado) na colisão/ choque; além disso, nesse caso o cinto de segurança atua de maneira mais eficaz. Nos impactos laterais, a quantidade de material a ser deformado é muito menor e a atuação do cinto de segurança é bem menos eficaz.

O risco de morte associado aos principais tipos de veículos pode ser avaliado com base nos valores indicados na Tabela 4.5, obtidos em Koornstra (2003), sobre a mortalidade no trânsito em função do modo de transporte relativo ao conjunto de países da União Europeia.

**Tabela 4.4** – Taxa de mortalidade em função do modo de transporte nos países da União Europeia no biênio 2001–2002.

Modo de transporte	Taxa de mortalidade por 100 milhões de pass.km	Probabilidade relativa de óbito
Ônibus e bonde	0,07	0,1
Carro	0,7	1,0
Bicicleta	5,4	7,7
A pé	6,4	9,1
Motocicleta/motoneta	13,8	19,7

Fonte: Koornstra (2003).



Estudo realizado nos Estados Unidos mostrou que a mortalidade por passageiro–quilômetro no caso da motocicleta é 26 vezes maior em relação ao carro e 200 vezes maior em relação ao ônibus (WHO, 2009).

Na Tabela 4.6 são apresentados os valores relativos ao risco de sofrer lesão em sinistros de trânsito, por modo de transporte, que correspondem a uma média dos valores de cinco países da Europa, tendo como referência o número de vítimas por passageiro–quilômetro.

**Tabela 4.5** – Risco de sofrer lesão no trânsito nos vários tipos de veículos (média de cinco países da Europa).

Tipo de veículo	Risco relativo
Ônibus	0,5
Carro	1,0
A pé	6,7
Bicicleta	9,4
Motocicleta/motoneta	12,0

Fonte: Elvik et al. (2009).

#### 4.5 - PRESENÇA DE OBSTÁCULO PERIGOSO PRÓXIMO À PISTA

Uma parte significativa dos sinistros de trânsito ocorre quando os veículos saem da pista. De acordo com estudos realizados na Austrália e em diversos países da União Europeia, os sinistros associados à saída da pista contribuem entre 18% e 42% para a ocorrência dos sinistros com vítimas fatais nas vias de alta velocidade (rodovias e vias urbanas expressas) (WHO, 2009).

Nos Estados Unidos, cerca de 1/3 dos sinistros com vítimas fatais ocorre em razão da saída de veículos da pista (AASHTO, 2006). No Brasil, da ordem de 22,25% dos sinistros nas rodovias federais estão relacionados com a saída de veículos da pista (capotamento, colisão com objeto e saída do leito carroçável); sendo esse valor próximo de 18,64% no caso dos sinistros com vítima fatal ou ferida (Brasil, 2023).

Os motivos que levam os veículos a sair da pista e invadir a faixa lateral da via são principalmente os seguintes (esses mesmos motivos também levam à saída da faixa de rolamento e à colisão com outro veículo que se locomove em outras faixas no mesmo sentido ou no sentido oposto):

- Sonolência do condutor que leva a rápido cochilo ou mesmo ao sono;
- Desvio momentâneo da atenção do condutor ao usar telefone celular, manusear aparelho de som, apanhar objetos, acender cigarro, olhar para

pessoas ou coisas que estão no banco de trás, aplicar cosméticos, etc.;

- Baixa visibilidade, causada, principalmente, por condições climáticas adversas;
- Derrapagem do veículo devido ao emprego de velocidade alta e/ou pista escorregadia;
- Perda da referência espacial por parte do condutor quando sob efeito de droga ou álcool;
- Desvio consciente por parte do condutor para evitar colisão com outros veículos ou choque com obstáculos situados na pista (pedestre, animal, objeto, etc.);
- Falha em componente do sistema de direção do veículo.

A saída da pista pode levar aos seguintes principais tipos de sinistros:

- Choque com objetos fixos rígidos como árvores, postes, pilares de viadutos, colunas de sustentação de pórticos, estruturas de drenagem, etc.;
- Entrada em barranco, normalmente seguida de tombamento ou capotamento;
- Queda em espaço vazio existente em viadutos, pontes, etc., muitas vezes associada com choque contra parede vertical;
- Colisão com outros veículos trafegando no sentido oposto quando a saída ocorre do lado do canteiro central em rodovias de múltiplas faixas.

Para evitar que os sinistros associados à saída de veículos da pista não resultem em gravidade, os seguintes procedimentos são indicados:

- Ter uma faixa lateral livre de obstáculos junto à pista com superfície regular e baixa declividade, de modo a permitir que os condutores possam desviar a trajetória e/ou frear o veículo antes que o impacto ocorra, ou que ocorra com velocidade baixa;
- Nos casos em que isso não for possível, deve-se utilizar dispositivo de contenção lateral de modo a desviar a trajetória dos veículos e fazer com que retornem à pista com o mínimo de dano, evitando, dessa forma, o “impacto” perigoso. Cabe colocar que o dispositivo de contenção lateral não evita o sinistro, mas faz com que, na maioria das vezes, resulte em menos gravidade; na realidade, a presença do dispositivo de contenção pode inclusive levar a um aumento do número de sinistros (ainda que menos graves), pois ele fica situado mais próxima à pista do que os obstáculos que tem o objetivo de “proteger”;
- Em alguns casos de obstáculos rígidos isolados, como extremidade da parede de túneis, guardrail de pontes, junção em V de barreiras de contenção, etc., pode ser indicado o emprego de dispositivo amortecedor de choque para que o impacto resulte mais suave.

São dois os principais tipos de dispositivos de contenção empregados no Brasil: barreiras de concreto (Figura 4.6) e defensas metálicas (Figura 4.7). Atualmente, os dois tipos apresentam uma grande variedade de modelos no que diz respeito à forma e à resistência ao impacto, de modo a oferecer a melhor alternativa para cada situação. A escolha de um ou outro tipo/modelo depende da composição da frota (em termos de massa dos veículos), da velocidade dos veículos e das características do local.

**Figura 4.4** – Exemplo de dispositivo de contenção do tipo barreira de concreto.



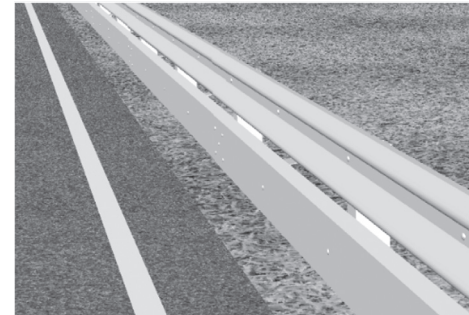
**Figura 4.5** – Exemplo de dispositivo de contenção do tipo defesa metálica.



Tomando como base os valores apresentados por Elvik *et al.* (2009), o emprego de barreira de contenção lateral, onde indicado, reduz em cerca de 45% os sinistros com vítimas fatais e em 40% o número de sinistros com vítimas não fatais.

Em cenários de rodovias com elevado fluxo de motocicletas, é possível adaptar a defesa metálica com dispositivo de proteção para o impacto de motociclistas (Figura 4.8), denominado de Sistema de Proteção para Motociclistas (SPM). A aplicação desse tipo de dispositivo de proteção deve ser priorizada especialmente em segmentos de curva, onde o risco de perda de controle e queda do motociclista é maior.

**Figura 4.6** – Exemplo de Sistema de Proteção para Motociclistas (SPM).



Fonte: Brasil (2022b).

Outros tipos de dispositivos de contenção lateral também utilizados em algumas situações podem ser os cabos de aço fixados em postes metálicos (Figura 4.9) e as barreiras rotacionais (Figura 4.10). A deflexão lateral dos cabos de aço quando do impacto ajudam a absorver a energia do impacto, contribuindo para reduzir a gravidade dos ferimentos dos ocupantes do veículo. No entanto, é necessário prever espaço lateral à via para acomodar esta deflexão, o que pode restringir os locais de implantação. As barreiras rotacionais transformam a energia do impacto em energia rotacional, também contribuindo para reduzir o risco de ferimentos mais graves.

**Figura 4.7** – Exemplo de barreira de contenção com cabos de aço.



**Fonte:** Journal of Commerce (2007).

**Figura 4.8** – Exemplo de barreira rotacional.



**Fonte:** Korea Safety Innovation (2019).

Em alguns países da Europa, como Dinamarca, Reino Unido, Suécia e Suíça, barreiras de cabos de aço têm sido empregadas no centro da pista em rodovias de duas faixas e dois sentidos (rodovias de pista simples), para evitar as ultrapassagens perigosas e que veículos desgovernados invadam a pista contrária; segundo Ogden (1996), levando a uma redução do número de sinistros com vítimas fatais de quase 100% e da ordem de 25% no caso dos sinistros com vítimas.

Os dispositivos atenuadores de impacto podem ser de diversos tipos, sendo dois deles ilustrados nas Figuras 4.11 e 4.12. Há ainda os chamados absorvedores de energia, utilizados como terminal de entrada de defensas metálicas ou barreiras de concreto (neste caso, com a devida transição), para absorver a energia cinética do impacto frontal com o dispositivo de contenção. A Figura 4.13 contém um exemplo de terminal absorvedor de energia aplicado em defesa metálica.



**Figura 4.9** – Exemplo de dispositivo atenuador de impacto em pilar de viaduto.



**Fonte:** ABSEV (2023a).

**Figura 4.10** – Exemplo de dispositivo atenuador de impacto no início de uma barreira de concreto.



**Fonte:** Lindsay (2011).

**Figura 4.11** – Exemplo de terminal absorvedor de energia aplicado em defesa metálica.



**Fonte:** ABSEV (2023b).

De acordo com WHO (2009), nos Estados Unidos, os dispositivos amortecedores de choque têm reduzido as lesões mortais e graves nos casos em que são recomendados em mais de 75%; no Reino Unido, em mais de 67%.

De acordo com AASTHO (2006), para evitar a ocorrência de sinistros graves nas saídas de pista, devem ser implementadas, na ordem de prioridade, as seguintes medidas:

- Remover o obstáculo perigoso (árvore, poste de iluminação, etc.);
- Reprojeter o obstáculo para que possa ser transpassado com segurança (exemplo: reduzir a altura de caixa de coleta de água pluvial);
- Realocar o obstáculo para um lugar onde tenha menor probabilidade de ser atingido;
- Substituir o obstáculo rígido por um dispositivo colapsível, para reduzir a gravidade do impacto;
- “Proteger” o obstáculo (poste, árvore, espaço vazio de grande altura, barranco, dispositivo de drenagem, etc.) com o emprego de barreira de contenção lateral ou amortecedor de choque frontal.

Andrade (2011) obteve as seguintes dimensões para a largura do espaço lateral com terreno de baixa declividade, regular e livre de obstáculos para evitar/ minimizar a ocorrência de sinistros no choque com obstáculos rígidos:

- Para que a probabilidade de choque seja igual a 0%: 6m para a velocidade de 60km/h, 11m para a velocidade de 80km/h e 16m para a

velocidade de 100km/h;

- Para que a probabilidade de choque seja igual a 10%: 4m para a velocidade de 60km/h, 7m para a velocidade de 80km/h e 11m para a velocidade de 100km/h;

- Para que a probabilidade de choque seja igual a 10% e o risco de sinistro grave seja pequeno: 0m para a velocidade de 60km/h, 6m para a velocidade de 80km/h e 10m para a velocidade de 100km/h.

Para ilustrar a gravidade dos sinistros no caso de choque com obstáculo rígido, na Tabela 4.7 é mostrada a relação equivalente do impacto com chão duro em queda vertical com o do choque com obstáculo rígido para diferentes velocidades, de acordo com Gibson e Walk (1960).

**Tabela 4.6** - Altura de queda equivalente ao choque com obstáculo rígido.

Velocidade no momento do choque (km/h)	Altura da queda equivalente (m)
10	0,4
20	1,6
30	3,5
40	6,3
50	9,8
60	14,8
70	19,3
80	25,2
90	31,8
100	39,3
110	47,6
120	56,6
130	66,4

Fonte: Gibson e Walk (1960).

Em relação à estratégia de substituição dos elementos fixos e rígidos presentes na lateral da via por outros colapsíveis, destacam-se as tecnologias de postes e suportes de placas colapsíveis (Figura 4.14).

**Figura 4.12** – Exemplo de suporte de placa colapsível.



Fonte: Ecoposte (2023).

#### 4.6 - QUESTÕES

- 1) Quais os principais fatores que contribuem para a severidade dos sinistros de trânsito?
- 2) Discorrer sobre o impacto da velocidade alta na gravidade dos sinistros.
- 3) Comentar sobre a importância do uso dos equipamentos de segurança nos automóveis (cinto de segurança, cadeiras para crianças e air-bag) e nos veículos motorizados de duas rodas (capacete).
- 4) Escrever resumidamente sobre a influência do tipo de veículo na gravidade dos sinistros.
- 5) Discorrer sobre o impacto da presença de obstáculo perigoso próximo à pista na gravidade dos sinistros.
- 6) Que ações devem ser implementadas para reduzir a gravidade dos sinistros associados à saída da pista?
- 7) O que são e para que servem os dispositivos denominados amortecedores de impacto?

8) Citar os valores obtidos por Andrade no que diz respeito à largura da faixa lateral livre de obstáculos com superfície regular junto à pista das rodovias.

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

AASHTO (2006). **Roadside Design Guide**. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D. C.

AASHTO (2010). **HSM – Highway Traffic Safety Manual**. 1ª ed. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D. C.

ABSEV (2023). **Guia da Segurança Viária: Atenuador de Impacto TAU II**. Associação Brasileira de Segurança Viária. Disponível em: <https://svguia.com.br/solucoesparaasegurancaviaria?pesquisa=Atenuador%20de%20Impacto>. Acesso em: 29 de set. de 2023.

ABSEV (2023). **Guia da Segurança Viária: SGET**. Associação Brasileira de Segurança Viária. Disponível em: <https://svguia.com.br/solucoes=para-a-seguranca-viaria?pesquisa=Terminal%20Absorvedor%20de%20Energia>. Acesso em: 29 de set. de 2023.

Andrade, C. M. (2011). **O modelo QRSP para a Quantificação do Risco na Saída de Veículos da Pista em Rodovias**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos.

Brasil (2021). **Resolução CONTRAN nº 819, de 17 de março de 2021**. Dispõe sobre o transporte de crianças com idade inferior a dez anos que não tenham atingido 1,45 m (um metro e quarenta e cinco centímetros) de altura no dispositivo de retenção adequado. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/ptbr/assuntos/transito/conteudocontran/resolucoes/Resolucao8192021.pdf>.

Brasil (2022a). **Resolução CONTRAN nº 964, de 17 de maio de 2022**. Dispõe sobre a obrigatoriedade do uso do equipamento suplementar de segurança passiva - Air Bag, na parte frontal, para o condutor e o passageiro do assento dianteiro, dos veículos das categorias M1 e N1. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/ptbr/assuntos/transito/conteudocontran/resolucoes/Resolucao9642022.pdf>.

Brasil (2022b). **Minuta de alteração do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (Altera o Anexo VI da Resolução CONTRAN nº 973, de 18 de julho de 2022) de 01 de outubro de 2022: Altera o Anexo VI da Resolução CONTRAN nº 973, de 18 de julho de 2022, que institui o regulamento de sinalização viária, para incluir os Sistemas de Proteção para Motociclistas (SPM) e alterar os princípios de utilização dos dispositivos tachões no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (MBST) Volume VI - Dispositivos Auxiliares**. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/participamaisbrasil/sistema-protecao-motocicletas-spm>. Acesso em: 26 de setembro de 2023

Brasil (2023). Polícia Rodoviária Federal - Acidentes. Ministério da Justiça e Segurança Pública. [S. L.] Disponível em: <https://www.gov.br/prf/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-acidentes>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

CET (1979). **Curso Básico de Engenharia de Tráfego: Análise de Segurança**. Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo.

Ecoposte (2023). **Collapsible device to support road signs in composite recycled material**. Disponível em: <https://ecoposte.com/?active=specifications>. Acesso em: 26 de set. de 2023.

Elvik, R.; Vaa, T. (2004). **The Handbook of Road Safety Measures**. Amsterdam: Elsevier Science, 2004.

Elvik, R. *et al.* (2009). **Handbook of Road Safety Measures**. 2ª ed. Bingley: Emerald.

Fortes, F. *et al.* (2005). **Interseções rodoviárias no Brasil: passado, presente e futuro**. Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte. Valparaíso, Chile.

Gibson, E. J.; Walk, R. D. (1960). **The “Visual Cliff”**. Scientific American. 1960; 202(4): 64–71.

Journal of Commerce (2007). **Wire Rope Cable Barrier Improves Highway Safety**. Disponível em: <http://www.joconl.com/article/20070404200>. Acesso em: 13 de jan. de 2012.

Koornstra, M. K. (2003). **Transport Safety Performance in the EU**. Brussels, European Transport Safety Council. Disponível em: <http://www.etsc.be/rep.htm>. Acesso em: 26 de set. de 2023.

Korea Safety Innovation (2019). **Safety roller barrier**. Disponível em: <http://www.ksikorea.com/en/safety-roller/>. Acesso em: 26 de set. de 2023.

Lindsay (2011). **Barrier Systems**. Sistemas de Segurança e Operação Viária.

McLean A. J., Kloeden C. (2002). **Alcohol, Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement**. Proceedings of the 16th International Conference on alcohol, drugs and traffic safety. Canada.

Ogden, K. W. (1996). **Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering**. Melbourne, Ashgate Publishing Ltd.

WHO (2009). **Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial: Es Hora de Pasar a la Acción**. World Health Organization Geneva. Disponível em: [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2009](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009). Acesso em: 25 de set. de 2023.

WHO (2017). **Managing speed**. World Health Organization. Geneva. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/managing-speed>. Acesso em: 25 de set. de 2023.

# 5. quantificação e qualificação de sinistralidade

## 5.1 - INTRODUÇÃO

O registro (coleta de dados) dos sinistros de trânsito, a constituição de banco de dados e o processamento/sistematização/análise das informações são vitais para a quantificação da sinistralidade viária em um determinado espaço geográfico (país, estado, rodovia, município, cidade, área da cidade, via, interseção, etc.) e para a identificação das características mais comumente presentes nos sinistros visando à elaboração de planos para a redução dos sinistros e das vítimas.

A quantificação da sinistralidade no trânsito consiste em determinar os números de sinistros, feridos e mortos, bem como os índices associados a esses parâmetros em relação à população, frota de veículos, volume de tráfego, extensão de via, veículo x quilômetro, passageiros x quilômetro, etc. Esses valores permitem avaliar a dimensão da sinistralidade viária num determinado espaço geográfico (em termos absolutos ou relativos) mediante a comparação com outras causas de sinistros, ferimentos e mortes (doenças, homicídios, etc.) e com índices relativos a outros espaços geográficos similares (países, estados, municípios, cidades, rede de rodovias, trechos de rodovias, interseções, etc.).

A identificação das características presentes com maior frequência nos sinistros (características críticas) é realizada mediante a totalização dos sinistros que apresentam a mesma característica no tocante à severidade, local, período do dia, dia da semana, tipo de sinistro, tipo de lugar, tipo de veículo envolvido, tipo de condutor, tipo de pedestre, condições ambientais, fator de risco presente, etc. Também é de grande valia na identificação da natureza dos sinistros predominantes (sinistros críticos) a totalização dos sinistros com duas, três ou mais características comuns.

Em especial, é de grande importância a identificação dos locais onde é maior a concentração de sinistros (locais críticos), que pode ser um ponto da via (interseção ou trecho com pequena extensão, algo como 100 metros), um trecho de via (segmento relativamente extenso), uma área (espaço compreendendo várias vias) ou lugares com características similares (cruzamentos ferroviários em nível, interseções semaforizadas, etc.). Uma unidade geográfica (município, estado ou país, por exemplo) também poderia ser considerada como um local crítico na comparação



com outras unidades, por exemplo, para a definição de locais para implementar determinada política pública de mobilidade segura.

A identificação dos locais críticos e da natureza dos sinistros críticos (considerando uma característica individual ou a associação de duas ou mais delas) constitui o trabalho mais importante com vistas à definição de ações mitigadoras a serem implementadas no âmbito da Engenharia, Educação, Esforço Legal, Medicina, etc., possibilitando a efetiva gestão da segurança viária.

Outro aspecto relevante acerca do registro e tratamento das informações sobre os sinistros de trânsito é a possibilidade de acompanhar as variações dos números e das taxas associadas à sinistralidade viária ao longo do tempo, o que permite o monitoramento das ações mitigadoras, a detecção de problemas emergentes e a correlação com outros fatores que podem estar afetando a sinistralidade.

Para o combate à sinistralidade no trânsito com base científica, portanto, com maior eficiência e eficácia, é imprescindível o conhecimento detalhado dos sinistros que vêm ocorrendo no espaço geográfico estudado, o que somente é possível com a realização adequada das tarefas envolvidas na coleta de dados dos sinistros, constituição do banco de dados e processamento/sistematização/análise das informações.

## **5.2 - REGISTRO DOS SINISTROS**

O registro dos sinistros de trânsito é, geralmente, feito pela Polícia. No Brasil, pela Polícia Militar dos Estados, nas cidades e rodovias/estradas municipais, pela Polícia Militar Rodoviária Federal, nas rodovias/estradas federais, e pela Polícia Militar Rodoviária dos Estados, nas rodovias/estradas estaduais.

Comumente, a documentação dos sinistros é realizada no local do sinistro quando há vítimas, ou veículos oficiais envolvidos, através do preenchimento do Boletim de Ocorrência (BO). Nos sinistros sem vítimas, se necessário para efeito de acionamento de seguro ou outro motivo, os envolvidos devem comparecer a um posto da Polícia Militar e registrar o sinistro visando à elaboração do boletim de ocorrência, sendo que, nesse caso, é feita a observação que o documento foi preenchido com base nas informações dos envolvidos. Em alguns estados do país já é possível fazer o registro dos sinistros de trânsito via Internet. Muitos dos sinistros de trânsito no país, sobretudo quando não há vítimas, não são reportados à Polícia Militar.

O boletim de ocorrência de um sinistro de trânsito é utilizado para diversos fins: constituição de banco de dados visando à quantificação da sinistralidade e à definição de medidas para reduzir a quantidade de sinistros e de vítimas; recebimento de seguro facultativo contra danos materiais; instrução de processo civil, nos casos em que se precisa realizar a cobrança dos danos por via judicial; etc. Quando o registro é feito no local por profissional preparado, as informações dos boletins de ocorrência são mais precisas. No caso dos registros de ocorrência mediante relato dos envolvidos, as informações costumam ser imprecisas e, algumas vezes, tendenciosas, não constituindo material confiável para fins de investigação dos fatores determinantes dos sinistros.

## **5.3 - CONFIABILIDADE DAS INFORMAÇÕES DOS BANCOS DE DADOS**

Os bancos de dados sobre os sinistros de trânsito baseados nos boletins de ocorrência constituem a principal fonte de informações para a caracterização da segurança viária e a definição de ações mitigadoras. É importante ressaltar, no entanto, que essas informações podem não refletir exatamente a realidade pelos motivos a seguir expostos:

- Sub-registro de sinistros – Muitos dos sinistros não são informados à Polícia. Em muitos países, incluindo o Brasil, a Polícia somente se dirige ao local do sinistro e faz o registro do sinistro quando há vítimas. Quando não há vítimas, somente se necessário para recebimento de seguro ou outro motivo relevante, os envolvidos comparecem a um Posto Policial para registrar o sinistro ou o fazem pela Internet. Mesmo no caso de sinistros com vítimas, quando os ferimentos são leves muitas vezes o evento não é registrado;
- Falhas no boletim de ocorrência – Mesmo no caso em que o boletim de ocorrência é preenchido no local por um policial, é frequente a existência de erros no preenchimento ou a ausência de informações relevantes. No caso em que o boletim é lavrado no posto policial com base no depoimento dos envolvidos, as falhas são, evidentemente, muito maiores;
- Erro de codificação – Este tipo de erro ocorre quando as informações constantes dos boletins de ocorrência são digitadas no banco de dados, em razão de descuido ou interpretação equivocada dos digitadores – que devem ser muito bem treinados para evitar que isso ocorra. Os sistemas eletrônicos de registro utilizando tablets, por exemplo, reduzem essa fonte de erro;

• Impossibilidade de identificar o local – A informação do local do sinistro no boletim de ocorrência é muitas vezes incorreta ou imprecisa. Também o sistema de referência espacial utilizado no banco de dados pode ter imperfeições.

As informações relativas aos sinistros de trânsito podem, ainda, apresentar os seguintes problemas: demora na entrada das informações no banco de dados por falta de recursos humanos e/ou materiais e adulteração dos números com fins escusos.

Também vale destacar que os boletins de ocorrência registram apenas as vítimas fatais ocorridas no local do sinistro; algumas vezes também no transporte ou no hospital quando a morte ocorre antes do fechamento do boletim. O mesmo ocorre com as vítimas, que somente são apontadas se apresentarem sintomas no local. Em vista disso, para obter o número total de mortos em sinistros de trânsito é necessário recorrer às estatísticas do sistema de Saúde Pública, ou estimar esse valor mediante a aplicação de um fator multiplicativo sobre o número total de mortes ocorridas no local dos sinistros.

#### 5.4 - TAXAS DE SINISTROS

Os números referentes à sinistralidade viária (sinistros, feridos e mortos), em uma interseção, trecho de via, rede de vias, cidade, município, região, estado, país, etc. são totalizados, comumente, no período de um ano.

Na avaliação da segurança viária são importantes o número absoluto de sinistros, de feridos e de mortos e as taxas que relacionam esses valores com outros parâmetros (população, frota de veículos, volume de tráfego, extensão da via, quantidade de transporte expressa em veículo x quilômetro ou passageiro x quilômetro, etc.). As taxas possibilitam comparar de maneira apropriada a sinistralidade viária entre locais distintos, bem como com outras causas de ferimentos e mortes, como doenças, homicídios, etc.

As principais taxas referem-se aos sinistros no total, sinistros sem vítimas (somente com danos materiais), sinistros com vítimas (feridos ou mortos), sinistros com vítimas não fatais (somente feridos), sinistros com vítimas fatais (somente mortos), vítimas no total (feridos e mortos), vítimas não fatais (somente feridos) e vítimas fatais (necessariamente com pelo menos uma morte, podendo apresentar também vítimas feridas), sendo expressos, como referido, por habitante, por veículo da frota,

por veículo que passa na via ou dispositivo viário, por quilômetro de via, por veículo x quilômetro ou por passageiro x quilômetro.

Para evitar que os valores dos índices tenham resultados significativos apenas com muitas casas decimais, as taxas são usualmente referidas a 10.000 (dez mil), 100.000 (cem mil), 1.000.000 (um milhão), ou outro valor conveniente de unidades (habitantes, veículos, veículos que passam na via ou dispositivo, quilômetros de via, veículo x quilômetro ou passageiro x quilômetro).

Para calcular as taxas de sinistros e vítimas é utilizada a seguinte expressão:

$$T = \frac{N}{Q}$$

Sendo, T: taxa de sinistros ou vítimas, N: número de sinistros ou vítimas no período, Q: população, frota de veículos, volume de tráfego, extensão da via, quantidade de transporte expressa em veículo x quilômetro ou passageiro x quilômetro no mesmo período.

A quantidade de transporte em um espaço geográfico (país, estado, município, cidade, via, etc.) é determinada pela expressão:

$$Q = F \cdot D$$

Sendo, Q: quantidade de transporte realizada no período (veíc. x km/unidade de tempo ou pass. x km/unidade de tempo), F: frota (veíc.) e D: distância média percorrida por veículo no período (km/unidade de tempo). O usual é utilizar períodos de um ano.

Para calcular a taxa de sinistros em um ponto (interseção ou trecho de via com pequena extensão) em relação ao volume de tráfego, é empregada a seguinte expressão:

$$T = \frac{N \cdot 10^6}{P \cdot V}$$

Sendo T: taxa de sinistros (acid./milhão de veíc.), N: número de sinistros no ponto no período P (acid.), P: período de tempo (dias), V: volume diário médio anual de veículos (VDM) que passa no ponto, 106: fator para que a taxa de sinistros resulte em sinistros por cada milhão de veículos que passam.

Para calcular a taxa de sinistros em um trecho de via é utilizada a seguinte expressão:

$$T = \frac{A \cdot 10^6}{P \cdot V \cdot E}$$

Sendo T: taxa de sinistros (acid./milhão de veíc. km), A: número de sinistros no trecho no período P (acid.), P: período de tempo (dias), V: volume diário médio anual de veículos (VDM) que passa no trecho, E: extensão do trecho (km), 10<sup>6</sup>: fator para que a taxa de sinistros resulte em sinistros por cada milhão de veículo x quilômetro que percorre o trecho.

As duas expressões anteriores também podem ser utilizadas para determinar a taxa de vítimas (total, feridos ou mortos) em um ponto ou trecho de via. Outra taxa utilizada nos estudos de segurança viária é a taxa de motorização da área geográfica (país, estado, região ou município), que pode ser determinada pela expressão:

$$T_m = \frac{F}{P}$$

Sendo, T<sub>m</sub>: taxa de motorização, F: frota (veíc.) e P: população (hab.). Essa taxa é usualmente expressa em veículos por 100 ou por 1.000 habitantes.

As taxas de sinistros (mortos ou feridos) em relação à população e à frota estão relacionados mediante a seguinte expressão:

$$I_p = I_f \cdot I_m$$

Sendo, I<sub>p</sub>: taxa de sinistros em relação à população (acid./hab.), I<sub>f</sub>: taxa de sinistros em relação à frota (acid./veíc.), I<sub>m</sub>: taxa de motorização (veíc./hab.).

### 5.5 - CONSIDERAÇÕES SOBRE AS TAXAS

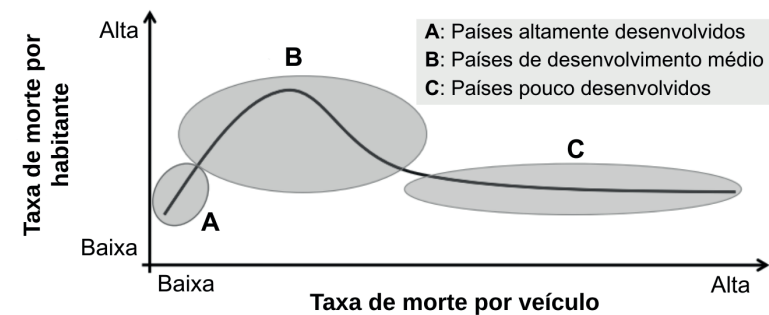
A taxa de motorização, que corresponde à taxa de veículos por habitante, retrata, em grande medida, o nível de desenvolvimento econômico e social de um país, estado, município, região, etc. Sendo o veículo automotor (automóvel, motocicleta, etc.) um bem de consumo desejado pela maioria da população, a relação entre a quantidade de veículos e a população expressa o quanto as

pessoas estão podendo satisfazer esse desejo — o que, evidentemente, guarda relação direta com a renda per capita e a distribuição da renda na sociedade (valores que expressam o grau de desenvolvimento econômico e social).

A taxa de mortes por habitante mede o impacto negativo da sinistralidade viária na sociedade. Essa taxa permite comparar o risco de morte no trânsito com os riscos advindos de outras causas, como os vários tipos de doenças, catástrofes, homicídios, sinistros no trabalho, etc. O conhecimento dos riscos de morte associados às diversas causas constitui informação relevante para a definição de prioridades na política de Saúde Pública.

A taxa de mortes por veículo é mais indicada para medir a segurança no trânsito, pois o índice de mortes por habitante é bastante influenciado pela taxa de motorização: em geral, quanto maior a taxa de motorização (que guarda estreita relação com o grau de exposição ao risco no trânsito) maior o número de mortes no trânsito. O emprego do número de habitantes como medida do risco de morte no trânsito tende a resultar em uma posição mais favorável para países com menores taxas de motorização. A Figura 5.1 ilustra este fato, mostrando a relação entre os índices de mortes por habitante e por veículo conforme o estágio de desenvolvimento do país.

Figura 5.1 – Comparação das taxas de mortes por população e frota de veículos.



Fonte: Thagesen (1996).

Nos países pouco desenvolvidos, a taxa de mortes por habitante é baixa, em razão da taxa de motorização ser baixa, e a taxa de mortes por veículo é alta, pois a preocupação com a segurança é pequena — o interesse prioritário é o desenvolvimento econômico. Nos países altamente desenvolvidos, as taxas de mortes por habitante e por veículo são baixas, apesar da taxa de motorização ser elevada, pois é grande a preocupação com a segurança. Nos países com nível de desenvolvimento médio, a taxa de motorização tem valor intermediário, a taxa de mortes por habitante maior valor e o índice de mortes por veículo valor intermediário.

O parâmetro mais apropriado para medir a segurança no trânsito é taxa de mortes por quilômetro percorrido pela frota de veículos (veículos–quilômetros percorridos), ou, conforme o caso, por quilômetro percorrido pelas pessoas (passageiros–quilômetros percorridos), pois a distância percorrida é que efetivamente mede a exposição ao risco. Essa taxa é a que melhor expressa o risco de morte nas viagens pelas rodovias e vias urbanas de um país, estado, município, etc., podendo, inclusive, ser desagregada por modo de transporte — o que permite avaliar o risco relativo de morrer ao viajar por um ou outro tipo de veículo.

A quilometragem percorrida em um dado período de tempo (usualmente um ano) pela frota de veículos é normalmente estimada mediante o produto do número de veículos pela distância média anual percorrida por cada veículo — que é estimada com base em pesquisa por amostragem ou no consumo total de combustível, com o cálculo desagregado por tipo de veículo e os resultados somados para se obter o valor total. Para obter o número anual de passageiros–quilômetro deve-se multiplicar o número de veículos–quilômetro pela taxa de ocupação média dos diversos tipos de veículos. No caso das viagens realizadas a pé ou utilizando outros modos não motorizados, a estimativa somente pode ser feita mediante pesquisa por amostragem.

O risco de morte ao passar por um ponto da via é comumente medido em relação ao volume de tráfego (mortes/veículo). Esse risco também pode ser avaliado em relação à quantidade de ocupantes dos veículos que passam, ou mesmo em relação à quantidade total de pessoas que passam, incluindo pedestres.

O risco de morte ao percorrer um trecho de via é usualmente medido em relação ao volume de tráfego (mortes/veículo), à extensão do trecho (mortes/km) ou à quantidade de tráfego expressa em veíc.

x km ou pass. x km. As duas últimas taxas são as mais adequadas.

As mesmas considerações válidas para a taxa de mortes aqui colocadas podem ser estendidas às taxas de sinistros, de vítimas, etc. A comparação das taxas (de mortes, sinistros e vítimas) entre diferentes espaços geográficos, vias, interseções, tipos de veículos, etc. permite avaliar o nível de segurança relativo e orientar a definição de planos/projetos visando à redução da sinistralidade.

### **5.6 - IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS CRÍTICOS**

Na análise da distribuição dos sinistros no espaço, uma questão básica é o critério a ser utilizado na identificação e classificação (comparação relativa) dos locais críticos (interseções, trechos de vias, áreas ou lugares com características similares). Alguns parâmetros que podem, a princípio, ser empregados para isso são: número de sinistros, índice de severidade, custo dos sinistros, taxa de sinistros, taxa de severidade, etc.

O emprego do número total de sinistros sem diferenciação da gravidade significa considerar equivalentes sinistros sem vítimas (com apenas danos materiais), com vítimas e com vítimas fatais. Assim, por exemplo, um local com 8 sinistros sem vítimas seria mais crítico que outro que teve 7 sinistros com vítimas fatais. Em razão dessa grave distorção, esse critério não expressa adequadamente a dimensão da sinistralidade viária em um local.

O mais indicado é empregar o índice de severidade, que é obtido mediante a atribuição de pesos distintos aos sinistros conforme a gravidade.

A seguinte expressão é utilizada na determinação do índice de severidade:

$$S = 1 \cdot D + P_v \cdot V + P_f \cdot F$$

Sendo S: índice de severidade; D, V e F: número de sinistros sem vítimas (apenas com danos materiais), com vítimas não fatais e com vítimas fatais, respectivamente; P<sub>v</sub> e P<sub>f</sub>: pesos atribuídos aos sinistros com vítimas não fatais e com vítimas fatais, respectivamente (para os sinistros sem vítimas, é atribuído peso igual a 1).

A dificuldade no emprego desse critério reside na definição dos valores dos pesos a serem atribuídos, que devem expressar o quanto as consequências dos sinistros com vítimas não fatais e com vítimas fatais são piores que as relativas aos sinistros sem vítimas (apenas com danos materiais).

O custo dos sinistros é avaliado considerando os números de sinistros desagregados em função da severidade (sem vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais) e os custos unitários associados a cada um desses tipos, conforme a seguinte expressão:

$$C = C_d \cdot D + C_v \cdot V + C_f \cdot F$$

Sendo C: o custo de sinistro; D, V e F: número de sinistros com apenas danos materiais, com vítimas não fatais e com vítimas fatais, respectivamente; CD, CV e CF: custo médio dos sinistros sem vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais, respectivamente.

No Brasil, podem ser utilizados os custos unitários obtidos nos estudos do IPEA e ANTP (Brasil, 2003) e IPEA, DENATRAN e ANTP (Brasil, 2006), que são os seguintes (valores atualizados para o ano de 2012):

- Cidades:  $C_d = R\$5.461,00$ ;  $C_v = R\$29.231,00$  e  $C_f = R\$241.320,00$ ;
- Rodovias:  $C_d = R\$23.866,00$ ;  $C_v = R\$121.925,00$  e  $C_f = R\$592.873,00$ .

Os valores unitários dos custos associados aos diversos tipos de sinistros podem ser utilizados como referência na determinação dos pesos para o cálculo do índice de severidade. Para isso basta proceder ao cálculo das relações entre os custos unitários relativos aos sinistros com vítimas não fatais e com vítimas fatais e aqueles referentes aos sinistros sem vítimas. Utilizando os valores dos custos unitários obtidos nos estudos do IPEA resultam os seguintes valores:

- Cidades:  $PV = 5$ ;  $PF = 44$ ; ou seja:  $S = 1 \cdot D + 5 \cdot V + 44 \cdot F$
- Rodovias:  $PV = 5$ ;  $PF = 25$ ; ou seja:  $S = 1 \cdot D + 5 \cdot V + 25 \cdot F$

Contudo, atribuir um grande peso aos sinistros com vítimas fatais, como acontece quando se utilizam como referência os custos unitários, pode levar a valores do índice de severidade que não expressam adequadamente a dimensão da sinistralidade viária em termos de risco. Isso também se aplica aos sinistros com vítimas em relação àqueles sem vítimas (apenas com danos materiais). Esta crítica também vale para o caso do emprego do custo dos sinistros como critério de medida da sinistralidade viária.

Em vista disso, é mais indicado utilizar pesos menores do que aqueles obtidos mediante a comparação dos custos unitários. Esse procedimento pragmático é, no entanto, arbitrário, pois não há base para definir os pesos a serem empregados.

No Brasil, estudo do então DENATRAN (Brasil, 1987) preconiza os seguintes pesos e respectiva expressão para determinação do índice de severidade:

$$S = 1 \cdot D + 5 \cdot V + 13 \cdot F$$

Sendo S: índice de severidade; D, V e F: número de sinistros sem vítimas (com apenas danos materiais), com vítimas não fatais e com vítimas fatais, respectivamente.

Nos casos em que se considerar relevante dar um maior peso aos sinistros com pedestres como vítimas, DENATRAN (Brasil, 1987) sugere o emprego da seguinte expressão alternativa para a determinação do índice de severidade:

$$S = 1 \cdot D + 4 \cdot V + 6 \cdot P + 13 \cdot F$$

Sendo S: índice de severidade; D, V, P e F: número de sinistros sem vítimas, com vítimas não fatais ocupantes de veículos, com vítimas não fatais pedestres (atropelamentos) e com vítimas fatais, respectivamente.

Os resultados fornecidos pelas duas expressões são próximos, sendo a primeira mais simples de empregar e a segunda dando maior valor aos sinistros envolvendo pedestres. Os pesos propostos pelo DENATRAN para a determinação do índice de severidade foram obtidos baseados nos custos dos distintos tipos de sinistros estimados à época dos estudos realizados, que são bastante diferentes dos valores estimados nos estudos do IPEA (mais próximos da realidade atual). No entanto, como a diferença de pesos dos sinistros com vítimas fatais e não fatais é menor, à luz das considerações feitas anteriormente os valores dos pesos estabelecidos nas expressões do DENATRAN expressam melhor a dimensão da sinistralidade em termos de risco.

No estudo do DENATRAN (Brasil, 1987) é utilizado o termo unidade padrão de severidade (UPS) para expressar a unidade de medida do índice de severidade. Por exemplo,  $S = 104$  UPS. Também pode ser utilizado o conceito de taxa de severidade dos sinistros, obtida mediante o quociente do índice de severidade pelo volume de tráfego (UPS/veíc.), extensão da via (UPS/km) ou quantidade de transporte (UPS/veíc. x km ou UPS/pass. x km).

As discussões até aqui feitas apontam os critérios índice de severidade e taxa de severidade como os mais adequados para serem

utilizados no processo de identificação e classificação dos locais críticos. Na utilização do índice de severidade, o resultado é bastante influenciado pelo número total de sinistros, o que tem as seguintes consequências: as ações mitigadoras implementadas têm maior potencial para reduzir o número e o custo dos sinistros, e o foco será dirigido para os locais de maior tráfego onde é maior o número de sinistros — em consequência, onde também é maior a pressão da população por ações mitigadoras. Na utilização da taxa de severidade, são identificados os locais onde efetivamente há algo incomum que leva aos sinistros, e não apenas um elevado volume de tráfego. Isso pode levar à seleção de locais com baixo volume de tráfego e poucos sinistros e, assim, as ações implementadas levam à redução de um menor número de sinistros. Como estes dois critérios apresentam pontos positivos, alguns órgãos utilizam uma combinação de ambos.

Além dos critérios aqui apresentados, existem outros que utilizam procedimentos estatísticos mais elaborados, mas que não cabe tratar nesta publicação. Por exemplo, Albuquerque *et al.* (2018) desenvolveram um método para priorização de locais concentradores de sinistros na malha rodoviária federal sob responsabilidade do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), contemplando aspectos físicos e operacionais da rodovia, fatores financeiros, bem como a quantidade e a gravidade dos sinistros. O método é constituído por duas etapas: (1) estabelecimento de grupos de segmentos de rodovia segundo uma prioridade geral segundo critérios financeiros (considerando a relação entre o custo dos sinistros e o valor do investimento necessário para implementar a respectiva contramedida) e de gravidade dos sinistros (conforme um fator de gravidade determinado a partir do custo dos sinistros e da exposição em cada segmento); (2) estabelecimento de subgrupos de prioridades específicas a partir da segmentação da rodovia em trechos com extensão de 1 quilômetro e agrupados segundo tipo de pista (simples ou dupla), de solo lindeiro (urbano ou rural) e de relevo (plano, ondulado ou montanhoso).

### **5.7 - TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS DE SINISTROS**

As informações sobre os sinistros de trânsito constantes dos boletins de ocorrência, que se encontram no banco de dados dos órgãos municipais ou rodoviários regionais, devem ser processadas/sistemizadas e analisadas para que possa ser elaborado um diagnóstico

da sinistralidade viária e desenvolvidos planos/ projetos orientados à redução dos sinistros, dos feridos e dos mortos no trânsito, no espaço geográfico considerado. O processo de processamento/sistematização e análise dos dados tem por objetivo a quantificação da sinistralidade viária numa cidade ou numa rodovia e a identificação das características mais comumente presentes nos sinistros.

A identificação das características mais frequentemente presentes nos sinistros (características críticas) é realizada mediante a totalização dos sinistros que apresentam a mesma característica no tocante à gravidade, local, período do dia (de dia, à noite, ao amanhecer, ao entardecer, etc.), dia da semana (sábado, domingo, etc.), datas de feriados importantes e prolongados (carnaval, natal, páscoa, etc.), tipo de sinistro (colisão frontal, colisão transversal, choque, atropelamento, etc.), tipo de lugar (passagens ferroviárias em nível, semáforos, curvas fechadas, pontes estreitas, etc.), tipo de veículo envolvido (motocicleta, automóvel, caminhão, ônibus, etc.), tipo de condutor (jovem, idoso, etc.), tipo de pedestre (criança, idoso, etc.), condições ambientais (tempo bom, com chuva, com neblina, com fumaça, etc.), fator de risco presente (velocidade excessiva, condutor alcoolizado, pedestre alcoolizado, condutor jovem, condução perigosa, desrespeito à sinalização, não uso de equipamento de segurança, chuva forte, ofuscamento, etc.).

Para identificar a natureza dos sinistros que mais ocorrem, também é muito útil a totalização dos sinistros que envolvem a associação de duas ou mais características comuns. As possibilidades são muitas, como, por exemplo: local e período do dia; local e severidade, local e fator de risco especificado, local e dia da semana; dia da semana e fator de risco especificado; dia da semana, fator de risco específico e tipo de condutor; local, dia da semana, tipo de condutor e fator de risco especificado; área da cidade, período do dia, tipo de condutor e tipo de veículo, etc. Alguns exemplos de informações relevantes que resultam do tratamento e análise dos dados dos sinistros: locais críticos, usuários críticos, eventos críticos (shows, grandes eventos, espetáculos esportivos, etc.), datas críticas (feriados prolongados, carnaval, natal, etc.), horas críticas, etc.

Em especial, é de grande importância a identificação dos locais onde é maior a concentração de sinistros (locais críticos). De maneira geral, podem ser identificadas as seguintes situações: concentração de sinistros em um ponto bem definido, que pode ser uma interseção ou trecho de via com pequena extensão (denominados de pontos



críticos); concentração ao longo de um trecho de via (trecho crítico); concentração em uma determinada área (área crítica); concentração em lugares com características similares (cruzamentos ferroviários em nível, faixas de travessias de pedestres, semáforos, etc.) localizados numa região da cidade, de uma rodovia, etc.

Atualmente, a tarefa de análise da sinistralidade no trânsito é bastante facilitada com a utilização de sistemas informatizados que incluem Sistema de Informação Geográfica–SIG (Geographic Information System–GIS), para o mapeamento dos sinistro no espaço — o que exige a existência de arquivo com mapa georreferenciado da cidade ou rodovia e o adequado registro do local do sinistro.

A caracterização espacial dos sinistros num sistema SIG depende da forma de identificação do local no boletim de ocorrência do sinistro e no mapa georreferenciado (que devem ser vinculadas). Nas áreas urbanas, o modo mais simples é identificar o local do sinistro assinalando o nome da via onde ocorreu, seguido do nome de outra via se foi numa interseção, ou dos nomes das vias transversais anterior e posterior se foi num meio de quadra. Outra forma de registro consiste em associar o local do sinistro com o nome da via e o número do imóvel mais próximo. No caso das rodovias, o usual é identificar o local fornecendo o quilômetro aproximado com precisão de 100m (por exemplo, km 203+400m). A forma mais precisa de registro do local é, no entanto, a partir das coordenadas geográficas (latitude e longitude) do local de ocorrência do evento.

Os sistemas de informação geográfica permitem gerar distintos mapas temáticos (mapas com a localização dos locais críticos associados a uma ou mais características previamente selecionadas dos sinistros), proporcionando, assim, uma visualização clara da distribuição espacial dos sinistros com características semelhantes. Com isso, é possível associar aos diversos locais críticos assinalados no mapa as características mais comumente presentes nos sinistros, facilitando a identificação da natureza dos mesmos sinistros e a definição de ações mitigadoras.

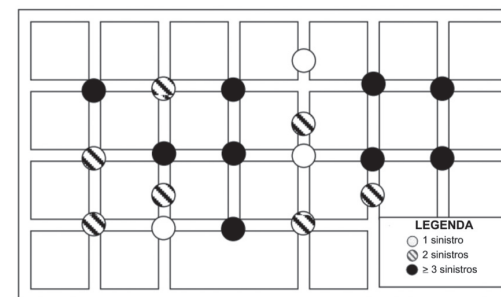
A título de exemplo, na Tabela 5.1 estão indicados os totais dos sinistros com vítimas (fatais e não fatais), bem como as respectivas porcentagens em relação ao total, associados com uma ou mais características comuns dos sinistros críticos ocorridos em uma cidade nos últimos três anos.

**Tabela 5.1** – Quantidades absolutas e relativas dos sinistros em uma cidade.

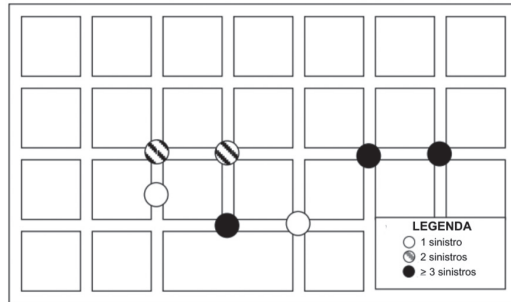
Discriminação	Total	% em relação aos sinistros com vítimas
Sinistros com vítimas (fatais e não fatais)	2000	100
Sinistros com vítimas fatais	100	5
Sinistros com vítimas envolvendo motocicleta	800	40
Sinistros envolvendo condutores alcoolizados	600	30
Sinistros envolvendo alta velocidade	700	35
Sinistros envolvendo motocicletas e alta velocidade	500	25
Sinistros envolvendo motocicletas, condutores alcoolizados e alta velocidade	30	15

Nas Figuras 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6 são mostrados exemplos de mapas temáticos relativos aos sinistros ocorridos em uma região de uma cidade nos últimos três anos.

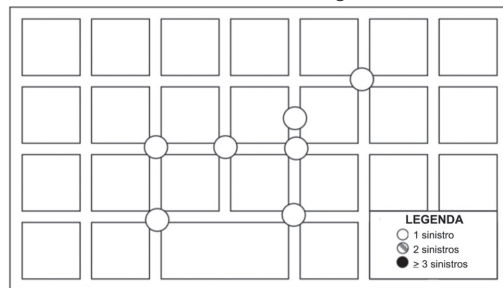
**Figura 5.2** - Mapa de área da cidade com a localização de todos os sinistros com vítimas.



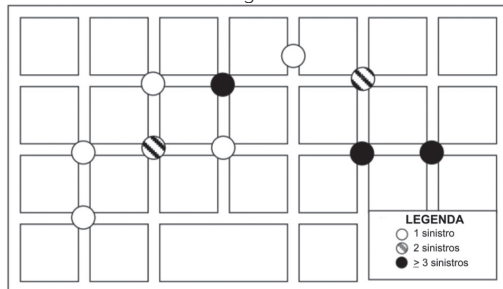
**Figura 5.3** – Mapa da mesma área com a localização de todos os sinistros com vítimas do tipo atropelamento.



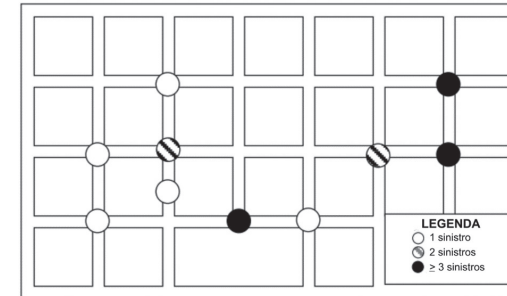
**Figura 5.4** – Mapa da mesma área com a localização de todos os sinistros com vítimas nos sábados e nos domingos envolvendo motocicletas.



**Figura 5.5** – Mapa da mesma área com a localização de todos os sinistros com vítimas nos sábados e nos domingos envolvendo condutores alcoolizados.



**Figura 5.6** – Mapa de área da cidade com a localização de todos os sinistros com vítimas envolvendo alta velocidade



Somente após a identificação dos locais críticos e da natureza dos sinistros críticos (aqueles que mais ocorrem, considerando uma característica individual ou a associação de duas ou mais delas) é que se deve proceder à definição das ações a serem efetivadas, visando à redução da quantidade e da severidade dos sinistros.

### 5.8 - INVESTIGAÇÃO DOS SINISTROS NOS LOCAIS CRÍTICOS

No caso da definição do tipo de tratamento nos locais críticos, deve-se investigar a natureza dos sinistros predominantes para encontrar as medidas mais apropriadas visando não apenas eliminar ou reduzir ao máximo os sinistros típicos, mas, também, evitar que, com a intervenção, outras formas de sinistros passem a ocorrer ou aumentem em quantidade e/ou severidade. Esse processo investigativo deve compreender as seguintes ações: análise da descrição dos sinistros constantes dos boletins de ocorrência, consulta a moradores e trabalhadores do local, entrevistas com usuários (incluindo pessoas envolvidas em sinistros no local) e pesquisas/ levantamentos de campo. Algumas vezes podem ser necessárias informações adicionais, tais como: perfil das velocidades, volume de tráfego, tipo e quantidade de manobras de conversão, análise de conflitos de tráfego, etc.

A investigação no campo deve ser feita nas condições predominantes em que ocorrem os sinistros (durante o dia, à noite, com chuva, etc.) e o técnico deve dirigir e andar no local executando todas as manobras possíveis, visando identificar os fatores que podem estar contribuindo para a ocorrência dos sinistros.

Também é possível filmar o trânsito no local para posterior análise

detalhada. De acordo com Ministério dos Transportes (Brasil, 2002) e Gold (1998), três ferramentas úteis no processo de investigação detalhada da natureza dos sinistros em um local.

O quadro de sinistros é usualmente constituído de oito colunas (podendo ser simplificado com a utilização de um menor número de colunas), conforme descrito a seguir (Brasil, 2002):

- Identifica a ordem cronológica das ocorrências verificadas no período;
- Indica a data da ocorrência;
- Apresenta o número do Boletim de Ocorrência;
- Indica o dia da semana, observando a seguinte convenção: 1 – domingo, 2 – segunda, 3 – terça, 4 – quarta, 5 – quinta, 6 – sexta e 7 – sábado;
- Indica a hora da ocorrência;
- Identifica o tipo de sinistro, observando a seguinte convenção: 1 – colisão lateral, 2 – colisão transversal, 3 – colisão frontal, 4 – colisão traseira, 5 – choque, 6 – capotamento, 7 – tombamento, 8 – engavetamento; 9 – atropelamento, 10 – outros;
- Indica os tipos de veículos envolvidos, observando a seguinte convenção: 1 – bicicleta, 2 – motocicleta, 3 – automóvel, 4 – perua/micro-ônibus, 5 – ônibus, 6 – caminhão com dois eixos, 7 – caminhão com três ou mais eixos, 8 – outros. No caso de atropelamento, o pedestre deve ser indicado pelo código “0”;
- Indica o tipo de severidade do sinistro, observando a seguinte convenção: SVF – sinistro com vítima fatal, STR – sinistro com ferido envolvendo pedestre, SCF – sinistro com ferido sem envolvimento de pedestre e ADM – sinistros com apenas danos materiais.

Na Tabela 5.2, é mostrado um exemplo de um quadro de sinistros.

#### // DIAGRAMA DE SINISTROS

O diagrama de sinistros consiste na representação gráfica esquemática dos sinistros que ocorreram no local crítico durante o período de tempo analisado. Cada sinistro é representado por um conjunto símbolos gráficos, seguindo o padrão estabelecido pela NBR 10696/2015 (ABNT, 2015).

**Tabela 5.2** – Exemplo de quadro (matriz) de sinistros.

Ordem (1)	Data (2)	Nº da ocorrência (3)	Dia da semana (4)	Hora (5)	Tipo de Sinistro (6)	Veículos envolvidos (7)	Severidade (8)
1	02.01.97	70	5	22:30	2	33	SMD
2	20.01.97	366	2	18:30	1	33	SCF
3	22.01.97	898	4	22:10	2	33	SDM
4	23.01.97	869	5	07:10	4	33	SDM
5	31.01.97	578	6	08:40	2	13	SCF
6	31.01.97	1255	6	17:30	4	33	SDM
7	01.03.97	2606	7	08:45	4	33	SDM
8	01.03.97	1203	7	12:40	4	33	SDM
9	07.03.97	1362	6	23:30	2	33	SCF
10	01.04.97	3833	3	23:00	2	33	SDM
11	03.04.97	3915	5	11:00	4	33	SDM
12	05.04.97	4095	7	16:30	2	23	SDM
13	09.04.97	2168	4	04:50	2	33	SCF
14	22.04.97	4935	3	07:30	4	3	SDM
15	24.04.97	2533	5	22:20	9	33	SCF
16	04.06.97	7060	4	02:00	2	25	SDM
17	08.06.97	3516	1	09:47	2	33	SCF
18	08.06.97	7264	1	13:30	2	33	SDM
19	08.06.97	7231	1	14:00	2	33	SDM
20	29.06.97	8299	1	16:00	4	33	SDM
21	13.08.97	5030	4	20:30	9	2	STR
22	03.09.97	5469	4	11:15	9	3	STR
23	09.09.97	5584	3	00:25	2	33	SDM
24	11.09.97	5626	5	01:00	2	33	SCF
25	29.09.97	12787	2	11:55	4	33	SDM
26	08.10.97	13598	4	17:45	4	33	SDM
27	08.10.97	13321	4	18:30	4	33	SDM
28	30.10.97	14482	5	19:00	4	33	SDM

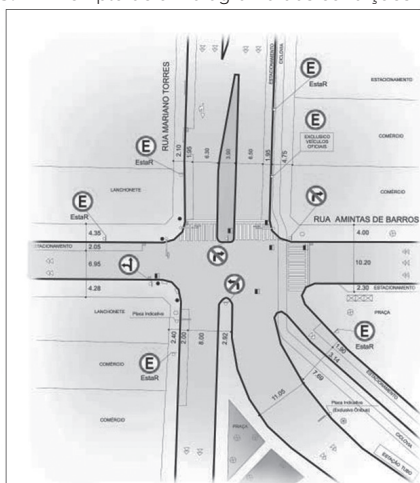
29	06.11.97	14814	5	19:55	4	33	SDM
30	09.11.97	14956	1	16:45	2	33	SDM
31	09.11.97	14889	1	17:00	2	33	SDM
32	19.11.97	15530	4	16:00	4	33	SDM
33	27.11.97	7407	5	20:30	9	3	STR
34	04.12.97	7558	5	07:00	2	35	SCF

### // DIAGRAMA DAS CONDIÇÕES LOCAIS

O diagrama das condições locais consiste em um croqui do local em estudo, contendo informações do tipo: largura das pistas de rolamento, das calçadas e do canteiro central; dimensões das ilhas de refúgio de pedestres; localização e dimensões das vagas de estacionamento e de ponto de táxi; localização, tipo e estado da sinalização existente; tipo e grau de conservação do pavimento; obstruções laterais; vegetação; localização de postes e de equipamentos urbanos presentes na área de influência; etc.

A Figura 5.7 mostra um exemplo de um diagrama das condições do local.

**Figura 5.7** – Exemplo de um diagrama das condições do local.



Fonte: Brasil (2022)

O exame minucioso do quadro de sinistros, do diagrama de sinistros e do diagrama das condições do local permite identificar o padrão típico de sinistros, bem como a natureza dos mesmos, facilitando a definição do tipo de tratamento a ser implementado visando reduzir a sinistralidade.

### 5.9 - ESTATÍSTICAS OFICIAIS DE SINISTROS NO PAÍS

#### // SISTEMA SINET (ANTIGO)

Com a finalidade de assegurar a organização e o funcionamento da estatística geral do trânsito no território nacional e disponibilizar as suas informações, o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), mediante a Portaria nº 02/94 de 28/01/1994, instituiu o Sistema Nacional de Estatísticas de Trânsito – SINET.

Posteriormente, por intermédio da Portaria DENATRAN nº 59/00 de 15/09/2000, foi criado o Comitê de Gestão do SINET, cabendo a este órgão: planejar e operar o funcionamento do SINET; definir a padronização dos dados e informações a serem fornecidos pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Trânsito, responsáveis e competentes para elaborar estatísticas no âmbito de suas respectivas circunscrições; elaborar anualmente o manual de padronização dos registros e coleta de dados sobre sinistros de trânsito em nível nacional, com participação de todos os órgãos do Sistema Nacional de Trânsito – SNT, propondo alterações, complementações e atualizações que se fizerem necessárias; manter atualizadas as estatísticas de sinistros de trânsito; estabelecer diretrizes para o funcionamento do SINET nos Estados e Distrito Federal; coordenar e supervisionar a remessa de informações a serem fornecidas ao SINET; e cobrar tempestivamente dos órgãos responsáveis o envio das informações e dados previstos no SINET.

Alguns objetivos do SINET eram: produção de material de referência nacional para a produção, análise e interpretação de estatísticas sobre o trânsito; incremento da qualidade das estatísticas de trânsito nas esferas municipal, estadual e federal; interação vertical e horizontal entre os órgãos ligados ao trânsito; servir de subsídios para formulação, gestão e avaliação de políticas de segurança de trânsito nas três esferas de governo; conscientização das comunidades sobre a situação do trânsito; possibilitar compa-

ração entre os índices de diversas localidades; e estabelecer de um canal para formação e aperfeiçoamento de profissionais de trânsito.

### // SISTEMA RENAEST (EM VIGOR)

Por intermédio da Resolução nº 208 de 26/10/2006 (Brasil, 2006), o CONTRAN (Brasil, 2023a) estabeleceu as bases para a organização e o funcionamento do Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito – RENAEST, sob a coordenação do então Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN e integrado pelos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito – SNT. O RENAEST substituiu o Sistema Nacional de Estatísticas de Trânsito – SINET.

A Resolução nº 607 de 24/05/2016 (Brasil, 2016) revogou a Resolução nº 208 de 26/10/2006 e revisou os objetivos do sistema. Mais recentemente, a Resolução nº 808 de 15/12/2020 (Brasil, 2020) revogou a Resolução nº 607 de 24/05/2016, trazendo informações mais específicas sobre o conteúdo do Boletim de Sinistro de Trânsito (BAT). O RENAEST, em sua definição mais atual, é o sistema de registro, gestão e controle de dados e informações sobre sinistros e estatísticas de trânsito, coletados pelos órgãos que compõem o Sistema Nacional de Trânsito (SNT) e pelos demais órgãos e entidades que efetuam o registro de sinistros de trânsito, que apuram suas circunstâncias ou prestam atendimento às suas vítimas (Brasil, 2023a).

Apenas em setembro de 2021 foi publicamente disponibilizada uma primeira versão do RENAEST, por meio de um painel de visualização dos dados no sítio eletrônico do então Ministério da Infraestrutura (Figura 5.8). Além disso, foram, também, disponibilizadas para download, em formato de planilha eletrônica, as bases de dados agrupadas por sinistro, localidade, tipo de veículo e vítimas. Atualmente, o RENAEST disponibiliza dados para o período 2018-2023. De acordo com informações disponibilizadas no próprio portal do RENAEST, “não constam dados de rodovias federais” e há “dados incompletos para algumas unidades da federação no período de 2018 a 2021” (Brasil, 2023b).

Figura 5.8 – Painel geral do RENAEST.



Fonte: Brasil (2023b).

O objetivo do RENAEST é atender a necessidade de implantação de uma base nacional de estatísticas de trânsito, que contemple uma sistemática para comunicação, registro, controle, consulta e acompanhamento das informações decorrentes da sinistralidade no trânsito nacional e suas consequências, e que subsidie a elaboração de estudos e pesquisas necessárias à melhoria da segurança viária no país. O RENAEST deve integrar-se ao sistema de Registro Nacional de Veículos Automotores – RENAVAL, ao Registro Nacional de Condutores Habilitados – RENACH e ao Registro Nacional de Infrações – RENAINF.

Todos os órgãos responsáveis pelo trânsito em nível federal, estadual e municipal devem ser integrados ao RENAEST. O RENAEST tem por meta estabelecer metodologia de registro e análise de variáveis relativas à segurança viária e indicadores sobre a evolução da sinistralidade, com vistas à elaboração de estudos e pesquisas que possibilitem a tomada de decisões, a correta orientação e a aplicação de diferentes medidas e ações a serem adotadas pelos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito – SNT e competências de coordenação do RENAEST (Brasil, 2023a).

O órgão máximo executivo de trânsito da União deve estabelecer os padrões necessários ao fornecimento das informações e dos dados ao RENAEST. A Resolução nº 808 de 15/12/2020 (Brasil, 2020) faz menção

a dois manuais: o Manual do Sistema RENAEST e o Manual de Gestão de Estatísticas de Sinistro de Trânsito. Esses dois documentos têm por objetivo estabelecer metodologia padronizada para comunicação, registro, controle, consulta e acompanhamento de dados e informações sobre sinistros e estatísticas de trânsito (Brasil, 2023a). No entanto, esta documentação ainda não se encontra disponível.

Para fins de consolidação dos dados no sistema informatizado, foram estabelecidos três níveis de validação: a primeira, em nível municipal, a ser realizada pelos órgãos ou entidades executivas de trânsito nos municípios integrados ao SNT; a segunda, em nível estadual, a ser realizada pelos órgãos e entidades executivas de trânsito dos estados e do Distrito Federal; e a terceira, em nível federal, que será realizada pelo órgão máximo executivo de trânsito da União.

#### **5.10 - QUESTÕES**

- 1) Qual o objetivo do registro, da constituição de banco de dados e do processamento/ sistematização/análise das informações sobre os sinistros de trânsito?
- 2) No que consiste a quantificação da sinistralidade viária?
- 3) Quais as principais características associadas aos sinistros de trânsito? Como é feita a identificação das características mais comumente presentes nos sinistros (características críticas)?
- 4) Qual o significado do termo sinistros críticos?
- 5) Conceituar locais críticos no tocante à sinistralidade viária. Como eles são classificados do ponto de vista da abrangência do espaço geográfico?
- 6) Que informações devem orientar a definição de ações visando à redução da sinistralidade no trânsito? Em que âmbitos se situam essas ações?
- 7) A identificação dos locais críticos e da natureza dos sinistros críticos é suficiente para a definição das ações mitigadoras em todos os casos? Caso negativo, citar a situação na qual são necessárias informações complementares e a forma de obtê-las.
- 8) Por que é importante acompanhar a variação dos números e das taxas associados à sinistralidade viária ao longo do tempo?
- 9) Qual a relevância dos planos e projetos visando à redução da sinistralidade viária serem feitos com base científica?
- 10) Quais os órgãos responsáveis pelo registro dos sinistros de trânsito

no Brasil? Todos os sinistros são reportados à Polícia?

- 11) Quais as principais informações que devem constar dos boletins de ocorrência de sinistros?
- 12) Para quais fins é utilizado o boletim de ocorrência de sinistros?
- 13) Escrever sobre a confiabilidade das informações contidas no banco de dados dos sinistros.
- 14) Os boletins de ocorrência registram todos os mortos e feridos nos sinistros de trânsito? Discorrer sobre o fato citando números.
- 15) Quais as principais taxas relativas à sinistralidade viária? Como elas são calculadas? Para que servem essas taxas?
- 16) Qual a interpretação e a utilidade da taxa de mortes por habitante? E da taxa de mortes por veículo?
- 17) Qual a taxa mais adequada para caracterizar a sinistralidade no trânsito de um país ou estado? Por quê?
- 18) Quais os critérios (parâmetros) que podem ser utilizados para a identificação dos locais críticos no que concerne à sinistralidade viária?
- 19) Conceituar índice de severidade relativo à sinistralidade no trânsito.
- 20) Por que é mais adequado utilizar o índice de severidade do que o número total de sinistros ou o custo total dos sinistros?
- 21) Qual o aspecto positivo do emprego do índice de severidade? E da taxa de severidade?
- 22) Quais são as expressões propostas pelo então DENATRAN para o cálculo do índice de severidade? O que as distingue?
- 23) Por que a tarefa de análise da sinistralidade no trânsito é atualmente mais fácil do que no passado?
- 24) Quais as maneiras de identificar o local de ocorrência do sinistro num sistema de informação geográfica?
- 25) Que tipos de mapas podem ser gerados num SIG? O que eles possibilitam?
- 26) Dê exemplos de informações relevantes que resultam do tratamento e análise dos dados dos sinistros.
- 27) Quais os procedimentos envolvidos na investigação detalhada da natureza dos sinistros predominantes nos locais críticos?
- 28) No que consiste o quadro (matriz) de sinistros, o diagrama de sinistros e o diagrama das condições locais? Qual a utilidade dessas ferramentas?
- 29) Discorrer sobre o sistema RENAEST.
- 30) Considere o caso de um país onde são verificados os seguintes



valores: população = 20.000.000 hab., frota = 8.000.000 veíc., quilometragem média anual dos veículos = 5.000km, número anual de sinistros = 10.000 acid., número anual de sinistros com vítimas = 5.000 acid., número anual de sinistros com vítimas não fatais = 4.500, número de sinistros com vítimas fatais = 500, número anual de vítimas = 7.000, número anual de feridos = 6.200, número anual de mortos = 800. Pede-se a determinação dos seguintes valores: taxa de motorização, taxa anual de sinistros (total, sem vítimas, com vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais) em relação à população, em relação à frota e em relação à quantidade de tráfego e taxa de vítimas (total, feridos e mortos), também em relação aos três parâmetros citados.

31) Suponha um cruzamento onde passam em média 12.000 veículos por dia e onde ocorrem anualmente os seguintes tipos de sinistros: 15 sinistros somente com danos materiais, 10 sinistros com feridos, 5 sinistros com feridos envolvendo pedestres e 3 sinistros com vítimas fatais. Pede-se a determinação dos seguintes valores: taxa de sinistros (total, sem vítimas, com vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais) em relação ao volume de tráfego. Quais são os índices de severidade, considerando as duas expressões propostas pelo então DENATRAN?

32) Considere um trecho de via com L = 3,2km de extensão e VDM = 8.350 veíc./ dia, onde ocorrem anualmente os seguintes tipos de sinistros: 17 sinistros somente com danos materiais, 10 sinistros com feridos, 6 sinistros com feridos envolvendo pedestres e 2 sinistros com vítimas fatais. Pede-se a determinação dos seguintes valores: taxa de sinistros (total, sem vítimas, com vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais) em relação à extensão da via e à quantidade de tráfego. Quais os índices de severidade, considerando as duas expressões propostas pelo então DENATRAN?

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

ABNT (2015). Norma brasileira ABNT NBR 14885 - **Símbolos gráficos dos diagramas de acidentes dos relatórios de acidentes de trânsito**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, Brasil: [s. n.].

Albuquerque, B. C. P. *et al.* (2018). **Método de priorização de locais concentradores de acidentes na malha rodoviária federal sob responsabilidade do DNIT**. [S. l.: s. n.]. Disponível em: [http://146.164.5.73:30080/tempsite/anais/documentos/2018/Trafego%20Urbano%20e%20Rodoviario/Seguranca%20Viaria%20IV/1\\_628\\_AC.pdf](http://146.164.5.73:30080/tempsite/anais/documentos/2018/Trafego%20Urbano%20e%20Rodoviario/Seguranca%20Viaria%20IV/1_628_AC.pdf). Acesso em: 28 de set. de 2023.

Brasil (1987). **DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Manual de Iden-**

**tificação, Análise e Tratamento dos Pontos Negros**. Ministério da Justiça, Brasília, 2ª edição, 1987. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Brasil (2002). **Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. Ministério dos Transportes. Programa PARE. Brasília, 2002. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Brasil (2006). **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras – Relatório Executivo**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Departamento Nacional de Trânsito e Associação Nacional de Transportes Públicos. [S. l.: s. n.].

Brasil (2018). **Lei nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018**: Cria o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (Pnatrans) e acrescenta dispositivo à Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), para dispor sobre regime de metas de redução de índice de mortos no trânsito por grupos de habitantes e de índice de mortos no trânsito por grupos de veículos. Brasília, DF: Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/L13614.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13614.htm). Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2006). **Resolução CONTRAN Nº 208, de 26 de outubro de 2006 - Estabelece as bases para a organização e o funcionamento do Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito - RENAEST e dá outras providências**. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: [https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao208\\_06.pdf](https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao208_06.pdf). Acesso em: 28 de set. de 2023.

Brasil (2016). **Resolução CONTRAN Nº 607, de 24 de maio de 2016 - Estabelece o Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito – RENAEST e dá outras providências**. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao6072016.pdf>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Brasil (2020). **Resolução CONTRAN Nº 808, de 15 de dezembro de 2020 - Dispõe sobre o Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito (RENAEST)**. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao8082020.pdf>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Brasil (2023a) CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. Resoluções. <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/resolucoes-contran>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Brasil (2023b). **RENAEST: Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito**. Senatran. Ministério dos Transportes. [S. l.] Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/registro-nacional-de-acidentes-e-estatisticas-de-transito>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

Gold, P. A. (1998). **Segurança de Trânsito – Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes**. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Washington D.C., 1998.

Thagesen, B. (1996). **Highway and Traffic Engineering in Developing Countries**. Grã Bretanha: E & Fn Spon, 1996.

## 6. engenharia na mobilidade segura

### 6.1 - INTRODUÇÃO

São vários os ramos da Engenharia que incluem atividades aplicadas ao trânsito e à mobilidade segura. Entre eles podem ser destacados os seguintes: Engenharia Viária, Engenharia de Tráfego, Engenharia Automotiva e Engenharia Eletrônica.

A Engenharia Viária trata do projeto, construção e manutenção da infraestrutura viária, que é constituída das vias e obras de arte (pontes, viadutos, passarelas, trevos, rotatórias, túneis, etc.). Pode-se considerar que contempla a parte física (hardware) do sistema de movimentação de pessoas e cargas.

A Engenharia de Tráfego contempla o sistema de operação do trânsito, a sinalização de trânsito e a gestão da segurança viária – o que, de certa forma, corresponde ao programa operacional (software) do sistema de movimentação de pessoas e cargas.

A Engenharia Automotiva envolve conhecimentos de Arquitetura, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica, Medicina (Ergometria, Traumatologia, etc.), etc. com vistas ao desenvolvimento do projeto e manutenção dos veículos, sob a ótica da segurança, conforto, desempenho, estética, custo, etc.

A Engenharia Eletrônica atua no desenvolvimento de dispositivos eletrônicos para o controle dos veículos e do tráfego, incluindo os sistemas denominados inteligentes que buscam aprimorar o desempenho dos veículos e dos dispositivos de controle do tráfego com base em informações detectadas automaticamente (sem intervenção humana).

O objetivo da Engenharia no trânsito é fazer com que o deslocamento de veículos e pedestres seja realizado de maneira racional, isto é, com segurança, rapidez/fluidez e comodidade. A segurança é avaliada pelo número de sinistros. A meta é minimizar a frequência de ocorrência dos sinistros, principalmente dos mais graves. É importante perseguir o ideal de eliminar por completo os sinistros, em particular os graves.

A rapidez/fluidez está associada ao deslocamento com velocidades e esperas normais, sem excessiva lentidão ou congestionamentos. Em algumas situações é impossível evitar a ocorrência de congestionamentos, cabendo, contudo, à Engenharia utilizar todas as estratégias para minimizar a frequência e a amplitude dos mesmos. A comodidade corresponde à existência de condições de deslocamento com conforto para condutores, passageiros e pedestres. Isso significa: vias e calça-

das (passeios) revestidas com superfícies regulares e em bom estado de conservação, faixas veiculares e passeios com largura adequada, raios de curva compatível com a velocidade da via ou dispositivo viário, cruzamentos com geometria e condições de operação adequadas, sinalização de trânsito apropriada, guias rebaixadas nas esquinas com vistas a proporcionar acessibilidade às pessoas com deficiência, pessoas que empurram carrinhos ou têm dificuldade em subir degraus, etc.

Três aspectos importantes com relação ao planejamento e projeto do sistema viário e de trânsito são: economia, estética e impacto ambiental. As soluções devem ser, tanto quanto possível, de baixo custo, uma vez que os recursos econômicos são escassos. As obras viárias e a sinalização de trânsito devem estar integradas de forma harmônica com a paisagem urbana ou rural, apresentando uma estética adequada. Também é importante que as soluções não degradem o ambiente natural e o ambiente construído, uma vez que algumas obras viárias e o trânsito intenso podem trazer grandes prejuízos para as zonas residenciais, zonas históricas, áreas verdes, etc.

Ao longo deste capítulo serão mencionados, conforme pertinência, uma série de documentos que tratam de aspectos mais detalhados contemplados pela Engenharia voltada à mobilidade segura. Tais documentos incluem manuais disponibilizados por órgãos oficiais e normas técnicas.

Contudo, dada a visão prioritária de segurança viária empregada, cabe destaque ao Manual de Segurança Viária recentemente publicado pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (São Paulo, 2023). O documento aborda, entre outros aspectos, diretrizes e medidas para um projeto seguro de rodovias, aprofundando conteúdos tratados de maneira introdutória na presente publicação.

## **6.2 - ENGENHARIA VIÁRIA**

A Engenharia Viária trata da elaboração do projeto, da construção e da manutenção e operação da infraestrutura viária (vias e obras de arte).

### **// PROJETOS DE VIAS**

O projeto da infraestrutura viária envolve o projeto geométrico da via, o projeto do pavimento e do acostamento, o projeto de drenagem, o projeto das obras de arte, o projeto dos dispositivos de contenção e da lateral da via, etc.

Considerando o ambiente rodoviário, as principais diretrizes gerais para o projeto de vias no Brasil podem ser encontradas nos seguintes documentos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (Brasil, 2023):

- 723 - Manual de estudos de tráfego;
- 726 - Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários - escopos básicos e instruções de serviço;
- 739 - Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários/instruções para acompanhamento e análise;
- 742 - Manual de implantação básica de rodovia.

Documentos que contêm diretrizes mais específicas serão mencionados a seguir, conforme cada aspecto associado à engenharia viária é abordado. Além disso, é possível encontrar diretrizes estabelecidas por órgãos estaduais, como os Departamentos de Estradas de Rodagem.

### **// PROJETO GEOMÉTRICO DA VIA**

No projeto geométrico da via são desenvolvidas as seguintes principais atividades:

- Definição do traçado em planta: extensão dos trechos retos (em tangente), extensão e raios das curvas horizontais, emprego de curvas de transição, etc.;
- Definição do perfil longitudinal: extensão e declividade dos trechos retos, extensão e raios das curvas verticais convexas e côncavas, etc.;
- Compatibilização do traçado em planta com o perfil longitudinal para evitar situações de risco ou desconfortáveis para os usuários, etc.;
- Definição da seção transversal: número de faixas, largura das faixas, largura do acostamento, tipo de acostamento, largura da faixa livre lateral, superelevação (inclinação transversal nas curvas), superlargura (largura adicional nas curvas de raio pequeno), tipo de divisória central, etc.

A qualidade do projeto geométrico guarda relação direta com a segurança viária. Uma via com um projeto geométrico adequado apresenta uma quantidade de sinistros menor em relação a uma via com projeto inadequado.

No Brasil, os seguintes manuais que tratam de questões pertinentes à geometria viária, considerando o ambiente rodoviário, são disponibilizados pelo DNIT (Brasil, 2023):

- 706 - Manual de projeto geométrico de rodovias rurais;
- 718 - Manual de projeto de interseções;

- 728 - Manual de acesso de propriedades marginais a rodovias federais;
- 740 - Manual de projeto geométrico de travessias urbanas.

#### // PROJETO DO PAVIMENTO E DO ACOSTAMENTO

O projeto do pavimento e do acostamento envolve a definição dos tipos de materiais a serem empregados, do dimensionamento da espessura das diversas camadas que compõem o pavimento e o acostamento, do tipo de rugosidade da superfície do pavimento, do processo construtivo, etc. As principais diretrizes para o projeto do pavimento no Brasil podem ser encontradas nos seguintes documentos do DNIT (Brasil, 2023):

- 667 - Método de projeto de pavimentos flexíveis;
- 714 - Manual de pavimentos rígidos;
- 719 - Manual de pavimentação.

#### // PROJETO DA DRENAGEM

O projeto da drenagem trata da definição em planta e perfil dos elementos de drenagem, dos tipos de elementos a serem empregados, das dimensões dos elementos, etc. Um sistema de drenagem é fundamental para que, mesmo sob chuva intensa, não haja formação de poças de água na rodovia que poderia provocar o fenômeno da hidroplanagem. Do ponto de vista da segurança, também é importante que os elementos de drenagem sejam transpassáveis, se situem longe da pista ou sejam protegidos com dispositivos de contenção apropriados. As diretrizes federais para o projeto da drenagem rodoviária podem ser encontradas nos seguintes documentos do DNIT (Brasil, 2023):

- 715 - Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem;
- 724 - Manual de drenagem de rodovias;
- 736 - Álbum de projetos - tipo de dispositivos de drenagem.

#### // PROJETO DAS OBRAS DE ARTE

O projeto das obras de arte envolve o projeto arquitetônico (forma geométrica, aspecto visual, materiais a serem utilizados, etc.), o projeto estrutural (tipo e dimensionamento dos elementos estruturais) e o projeto construtivo (equipamentos e modo de realizar a obra). As principais diretrizes para o projeto de obras de arte no Brasil podem ser encontradas nos seguintes documentos do DNIT (Brasil, 2023):

- 698 - Manual de projeto de obras-de-arte especiais;

- 709 - Manual de inspeção de pontes rodoviárias;
- 710 - Manual de conservação rodoviária;
- 751 - Álbum de projetos-tipo de pontes semipermanentes.

#### // PROJETO DA LATERAL DA VIA

O projeto da lateral da via está associado ao conceito de “rodovias que perdoam” e deve contemplar uma avaliação das condições do terreno lateral à rodovia quanto à declividade dos taludes e presença de obstáculos fixos e rígidos. Esta avaliação é feita dentro da chamada “zona livre” – uma região de largura definida destinada a acomodar os veículos que eventualmente saiam da pista. Essas condições são fundamentais em caso de saída de pista, pois a depender das características do ambiente da lateral da via, o sinistro pode ter sua gravidade substancialmente aumentada.

Em relação à declividade dos taludes, os mesmos devem ser recuperáveis, ou seja, devem possuir declividade suave o suficiente para que o condutor do veículo que saiu da pista consiga retomar o controle do veículo ou parar em segurança. Este conceito se aplica tanto a taludes de corte quanto de aterro.

No que diz respeito à presença de obstáculos fixos e rígidos na lateral da via, é necessário primeiramente avaliar a possibilidade de reposicionamento desses elementos para fora da zona livre determinada. Há, ainda, a possibilidade de substituição desses elementos por elementos colapsáveis, ou seja, deformáveis mediante impacto.

Nos casos em que não é possível proporcionar um talude recuperável e/ou remover/substituir elementos fixos e rígidos, deve-se adotar um dispositivo de contenção lateral. Os dispositivos de contenção lateral têm por objetivo conter e/ou desviar a trajetória dos veículos que saem da pista de forma imprevista para que retornem à mesma com o mínimo de danos aos ocupantes, evitando, dessa forma, o choque perigoso com obstáculos situados na lateral da via.

No projeto dos dispositivos de contenção são definidos o tipo e o local onde devem ser implantados os dispositivos de contenção lateral e os dispositivos absorvedores de energia e atenuadores de impacto (destinados ao choque frontal). Os dispositivos de absorvedores de energia e atenuadores de impacto visam reduzir os danos aos ocupantes no caso de choque frontal com elementos rígidos isolados situados ao lado da via, como extremidade da

parede de túneis, guardrail de pontes, junção em V de dispositivos de contenção lateral, como terminal de entrada ou de saída de dispositivos de contenção lateral, etc.

Requisitos mais detalhados para a avaliação da necessidade de dispositivos de contenção, bem como especificações técnicas de barreiras de concreto e defensas metálicas podem ser encontradas nas seguintes normas da ABNT:

- NBR 15486/2016 – Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – diretrizes de projeto e ensaios de impacto (ABNT, 2016);
- NBR 14885/2015 – Segurança no tráfego – Barreiras de concreto (ABNT, 2015);
- NBR 6971/2023 – Dispositivos auxiliares – Critérios de implantação e requisitos para a manutenção de defensas metálicas – fabricação e fornecimento de defensas metálicas do tipo maleável, semimaleável e tripla onda, para manutenção destes sistemas (ABNT, 2023);
- NBR 17084/2022 – Dispositivos auxiliares – Sistemas de proteção para motociclistas (SPM) (ABNT, 2022).

### // CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE VIAS, OBRAS DE ARTE E DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO

A implantação dos projetos (construção das obras) engloba as seguintes principais ações por parte do poder público: desapropriações, licitações, fiscalização das obras, medição das obras, pagamentos às empresas construtoras, etc. Por parte das empreiteiras, as seguintes principais ações podem ser citadas: dimensionamento e alocação de equipamentos e mão de obra, locação das obras e acompanhamento topográfico da execução, aquisição e transporte de materiais, implantação do canteiro de obras, execução dos serviços, etc.

A manutenção envolve a manutenção corretiva e a manutenção preventiva. A manutenção corretiva consiste no conserto dos problemas que vão aparecendo durante a vida útil da via, como tapamento de buracos, reconstrução de parte do pavimento ou de elementos de drenagem danificados devido à chuva intensa, reparação de dispositivos de contenção, etc. A manutenção preventiva consiste na implementação de ações periódicas para evitar o aparecimento de problemas futuros, como recapeamento do pavimento, limpeza e pintura das obras de arte, etc.

Os documentos disponibilizados pelo DNIT sobre este tema são (Brasil, 2023):

- 720 - Manual de restauração de pavimentos asfálticos;
- 737 - Manual de recuperação de pavimentos rígidos;
- 744 - Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários;
- 745 - Manual de gerência de pavimentos.

### // VEGETAÇÃO

Em rodovias, a depender das dimensões e rigidez, elementos da vegetação podem representar obstáculos para os veículos em caso de saída de pista, especialmente na lateral mais próxima à via. Além disso, a manutenção da vegetação contribui para a adequada visibilidade da sinalização vertical. Ainda que com uma ênfase mais ambiental e não restrita à faixa de domínio das rodovias, o documento “734 - Manual de vegetação rodoviária”, produzido pelo DNIT (Brasil, 2020a), trata de vários aspectos relacionados à vegetação em rodovias.

Em vias urbanas, a vegetação contribui para o paisagismo e qualidade ambiental. Contudo, precauções devem ser tomadas para que elementos da vegetação (como árvores, por exemplo) não causem restrições de visibilidade. Considerando os usuários de motocicleta, por exemplo, a depender da velocidade, a presença de árvores ou vegetações mais rígidas na lateral da via pode representar riscos em caso de impacto com o corpo do motociclista.

### // OPERAÇÃO DE VIAS

A operação diz respeito ao controle do tráfego, assistência ao usuário e medidas de gestão de incidentes na via. As ações de controle do tráfego podem ocorrer em tempo real, que exige o monitoramento contínuo do tráfego, ou serem planejadas (medidas de apoio a obras de manutenção, por exemplo). A assistência aos usuários consiste no auxílio no caso de avaria do veículo, cabines telefônicas para uso no caso da ocorrência de imprevistos, áreas de descanso com sanitários, socorro médico, etc. As medidas de gestão de incidentes na via são fundamentais para assegurar as condições de fluidez e segurança dos demais usuários no caso da necessidade de intervenções em razão de diversos tipos de acontecimentos (catástrofes climáticas, incidentes e sinistros de trânsito, etc.), assim como garantir a segurança dos usuários e dos técnicos diretamente envolvidos nessas ações.

Os seguintes documentos do DNIT trazem diretrizes importantes associadas a diversos aspectos da operação de rodovias (Brasil, 2023):

- 699 - Procedimentos básicos de operação de rodovias;
- 702 - Manual de resgate de acidentados;
- 708 - Instruções para a fiscalização do transporte rodoviário de produtos perigosos no âmbito nacional;
- 716 - Manual para implementação de planos de ação de emergência para atendimento a sinistros envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos;
- 729 - Diretrizes básicas para elaboração de estudos e programas ambientais rodoviários;
- 730 - Manual para atividades ambientais rodoviárias;
- 735 - Equipamentos redutores de velocidade e seu efeito sobre os sinistros nas rodovias federais;
- 738 - Manual de sinalização de obras e emergências em rodovias;
- 741 - Manual de projeto e práticas operacionais para segurança nas rodovias.

### **6.3 - ENGENHARIA DE TRÁFEGO**

As palavras tráfego e trânsito são empregadas na prática como sinônimas, ambas significando movimentação de veículos e pedestres. Assim, é indiferente falar em Engenharia de Tráfego ou Engenharia de Trânsito, embora a primeira forma seja a mais utilizada nos meios técnicos do país. A Engenharia de Tráfego trata, principalmente, do sistema de circulação e estacionamento, da sinalização de trânsito e da gestão da segurança no trânsito.

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro: “Considera-se trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga” (Brasil, 1997).

#### **// SISTEMA DE CIRCULAÇÃO E ESTACIONAMENTO**

O sistema de circulação e estacionamento envolve as seguintes principais atividades:

- Definição da hierarquia e sentido de percurso das vias;
- Forma de operação dos cruzamentos (pare, dê preferência, semáforo, rotatória, passagem em desnível, etc.);
- Estabelecimento dos limites de velocidade nas vias;

- Definição dos locais para estacionamento e tipo (paralelo, em ângulo, com limitação de tempo, etc.);
- Horários de carga e descarga de caminhões;
- Proibição de circulação de determinados tipos de veículos em algumas vias ou faixas, durante todo o dia ou em determinadas horas;
- Aplicação de planos de circulação/estacionamento alternativos em razão de obras, eventos, dias atípicos, etc.;
- Implementação de ações físicas para reduzir a velocidade em locais críticos: lombadas, estreitamento de pista, chicanas, rotatórias, sonorizadores, etc.;
- Emprego de dispositivos automáticos de fiscalização, como radares, detectores de avanço do sinal vermelho em semáforos, etc.;
- Estabelecimento de prioridade para o transporte público no sistema viário quando pertinente (faixas exclusivas, canaletas para ônibus, preferência nos semáforos, etc.);
- Preparação e aplicação de planos de operação emergenciais em casos de sinistros ou incidentes de diferentes naturezas que possam bloquear vias ou faixas de tráfego, etc.

#### **// SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO**

A sinalização de trânsito consiste num conjunto de elementos que fornecem informações aos usuários visando organizar e disciplinar a circulação de veículos e pedestres nas vias públicas. Constitui um dos mais importantes componentes do sistema de trânsito, pois por intermédio dela é feita a comunicação aos usuários (condutores e pedestres) sobre como utilizar de maneira adequada o sistema viário tendo em vista a segurança, eficiência e comodidade. A sinalização de trânsito é classificada em vertical, horizontal, semafórica e dispositivos de sinalização auxiliar.

A sinalização vertical consiste de placas sustentadas por suportes adequados, e pode ser de regulamentação (cuja obediência é obrigatória), de advertência (que são avisos sobre situações existentes à frente que exigem maior atenção) e de indicação (informações de direções a serem seguidas, nomes das vias, mensagens educativas, etc.).

A sinalização horizontal ou de solo consiste de linhas, símbolos e legendas, de tipos e cores diversas, colocadas no pavimento. Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres, controlando e orientando os deslocamentos e, assim, complementando a sinalização verti-



cal de regulamentação, advertência, indicação ou semafórica, tornando mais eficiente e segura a operação das vias. A vantagem da sinalização horizontal é apresentar, em comparação com a sinalização vertical, maior visibilidade, pois se localiza no centro do campo visual do condutor; também relevante é o fato de transmitir mensagens sem desviar a atenção do motorista da pista.

A sinalização semafórica consiste em luzes que são acesas ou apagadas para orientar a passagem de veículos e pedestres em cruzamentos e outros locais. Os dispositivos de sinalização auxiliar são elementos utilizados para aumentar a visibilidade da sinalização ou de obstáculos à circulação, como, por exemplo: tachas, sonorizadores, marcadores de alinhamento, cones, etc.

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) disponibiliza o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, composto por nove volumes organizados segundo os seguintes temas (Brasil, 2022):

- Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação;
- Volume II - Sinalização Vertical de Advertência;
- Volume III - Sinalização Vertical de Indicação;
- Volume IV - Sinalização Horizontal;
- Volume V - Sinalização Semafórica;
- Volume VI - Dispositivos Auxiliares;
- Volume VII - Sinalização Temporária;
- Volume VIII - Sinalização Cicloviária;
- Volume IX - Cruzamentos Rodoferroviários.

Publicado pelo DNIT em sua terceira edição em 2010, o documento “743 – Manual de Sinalização Rodoviária” (Brasil, 2010) trouxe uma atualização das diretrizes de sinalização em rodovias, considerando o atendimento aos manuais já mencionados de sinalização vertical, horizontal e semafórica do CONTRAN. Além disso, o documento apresenta exemplos de projetos-tipo de sinalização.

Adicionalmente, uma série de normas da ABNT tratam de especificações sobre propriedades dos materiais utilizados na sinalização viária, tais como placas, películas e dispositivos auxiliares.

#### // GESTÃO DA SEGURANÇA

A gestão da segurança viária envolve as seguintes principais atividades: quantificação e qualificação da sinistralidade, definição de ações visando à redução do número e da severidade dos sinistros de trânsito, tratamento de locais críticos, aplicação de

técnicas de conflitos de tráfego, realização de auditoria de segurança viária, monitoramento da sinistralidade, etc. A gestão da segurança viária é um dos pilares do Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito – PNATRANS (Brasil, 2021).

Tendo em vista o nível de conscientização da administração pública e de organizações privadas em relação à segurança viária, a Norma “ISO 39001 – Sistemas de Gestão da Segurança Viária” reúne requisitos e recomendações para um sistema de gestão que permita a uma organização que interage com o sistema viário reduzir mortes e ferimentos graves em sinistros de trânsito (PVST, 2014).

#### // QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS SINISTROS

A quantificação dos sinistros consiste na obtenção de valores acerca da sinistralidade viária em um determinado espaço geográfico (país, estado, rodovia, município, cidade, área da cidade, via, interseção, etc.). A qualificação consiste na identificação da natureza dos sinistros predominantes, ou seja, das características mais comumente presentes e que são denominadas características críticas.

Essa atividade envolve a digitação das informações contidas nos boletins de ocorrência da polícia, a constituição de banco de dados e o processamento/ sistematização/análise das informações. O acompanhamento do comportamento da sinistralidade ao longo do tempo é denominado monitoramento.

#### // DEFINIÇÃO DAS AÇÕES MITIGADORAS

Conhecida a natureza dos sinistros predominantes, é feita a definição das ações a serem implementadas visando reduzir a quantidade e a severidade dos mesmos, seja no âmbito da Engenharia, Educação, Esforço Legal, Medicina, Psicologia, etc. A identificação dos locais críticos e da natureza dos sinistros predominantes (considerando uma característica individual ou a associação de duas ou mais delas) é que vai determinar quais tipos de ações mitigadoras devem ser colocadas em prática.

#### // TRATAMENTO DE LOCAIS CRÍTICOS

O tratamento dos locais críticos consiste na definição e na implementação de ações visando corrigir problemas no sistema viário que contribuem para a ocorrência de um elevado número de sinistros num mesmo local (local crítico). Para a definição do tipo de tratamento nos locais críticos

ticos, deve-se investigar mais detalhadamente a natureza dos sinistros predominantes para encontrar a medida mais apropriada, visando não apenas eliminar ou reduzir ao máximo os sinistros típicos, como evitar que, com a intervenção outras formas de sinistros, passem a ocorrer ou aumentem em quantidade/severidade.

#### // TÉCNICAS DE CONFLITO DE TRÁFEGO

Denomina-se conflito de tráfego, numa visão abrangente, uma interação anormal entre dois veículos, entre um veículo e um ou mais pedestres (ou outro usuário da via), ou entre um veículo e um elemento da via (guia, sinal de trânsito, obstáculo, etc.), que certamente conduziria a um sinistro se não houvesse por parte de um ou mais usuários uma manobra evasiva (freada brusca, desvio brusco de trajetória ou aceleração brusca). Dessa forma, um conflito pode ser considerado um quase sinistro.

Diversos estudos realizados mostram que, quase sempre, existe uma forte correlação entre os conflitos de tráfego (quase sinistros) e os sinistros, tanto em gênese (fatores causadores) como em número, pois uma parte dos conflitos resulta em sinistros. Essa constatação levou ao desenvolvimento de técnicas (métodos) de análise dos conflitos de tráfego (TCTs), com o propósito de avaliar a segurança no trânsito em um local, como também conhecer os motivos dos sinistros estarem ocorrendo. A aplicação de uma TCT visa, portanto, quantificar e tipificar os conflitos de tráfego existentes em um local, que são supostos guardar estreita relação com os sinistros reais, com o intuito de obter informações para definir as ações mitigadoras visando reduzir a acidentalidade viária.

#### // AUDITORIA DE SEGURANÇA VIÁRIA

A Auditoria de Segurança Viária (ASV) pode ser definida como uma análise formal, do ponto de vista da segurança do trânsito, de uma via, elemento viário ou esquema de circulação, existente ou projetado, por uma equipe de examinadores qualificados e independentes. A auditoria pode ser empregada para avaliar desde o caso simples de uma interseção em nível, até sistemas viários complexos envolvendo vias e interseções, passando pela análise de sistemas de sinalização, esquemas de circulação do trânsito, etc. O objetivo principal da ASV é identificar possíveis problemas relativos à segurança viária e apresentar soluções para reduzir/eliminar esses problemas.

### 6.4 - ENGENHARIA NA REDUÇÃO DE SINISTRALIDADE

#### // ENGENHARIA VIÁRIA E DE TRÁFEGO

No âmbito da Engenharia Viária e de Tráfego, são muitas as ações que podem contribuir para uma maior segurança no trânsito. São exemplos de algumas ações:

- Projetos de novas rodovias e vias expressas com ênfase na segurança (o emprego de auditoria de segurança viária contribui muito para isso);
- Manutenção adequada das vias e obras de arte;
- Correção de defeitos na geometria e no pavimento de vias existentes;
- Projeto e manutenção adequada da sinalização de trânsito;
- Eliminação de objetos fixos rígidos nas laterais das rodovias;
- Implantação de dispositivos de contenção lateral nos trechos críticos de rodovias e vias urbanas expressas;
- Instalação de atenuadores de impacto na frente de obstáculos rígidos situados ao lado das rodovias e vias urbanas expressas;
- Escolha adequada da forma de operação nas interseções (parada obrigatória, semáforos, rotatórias, dispositivos de canalização, etc.);
- Definição adequada dos estágios dos semáforos; dimensionamento correto da duração dos tempos dos semáforos; sincronização de semáforos próximos;
- Implantação de passagens em desnível para veículos e/ou pedestres;
- Melhoria da visibilidade, sobretudo nas interseções;
- Implementação de ações físicas para reduzir a velocidade em locais críticos: lombadas, estreitamento de pista, chicanas, rotatórias, sonorizadores, etc.;
- Emprego de dispositivos automáticos de fiscalização da velocidade (radares) e de detectores de avanço do sinal vermelho em semáforos, etc.;
- Implantação de ilha central para facilitar a travessia de pedestres;
- Melhoria da iluminação em locais com alta incidência de sinistros noturnos;
- Fixação de limites legais de velocidade menores em vias com alta sinistralidade;
- Eliminação de rotatórias vazadas (com passagem direta dos veículos da via principal) em rodovias e vias urbanas expressas;

- Tratamento de locais críticos (o emprego de uma técnica de conflitos de tráfego pode contribuir para a identificação da natureza dos sinistros e da escolha da ação mitigadora);
- Melhoria do processo de tratamento e análise dos dados de sinistros; etc.

Um documento importante sobre diretrizes para a redução de sinistros nas rodovias é o “Guia de redução de sinistros com base em medidas de engenharia de baixo custo” disponibilizado pelo DNIT (Brasil, 1998). O documento fornece procedimentos adequados para a redução da sinistralidade enquanto não são implantadas obras de grande porte capazes, em tese, de resolver o problema da sinistralidade de forma mais efetiva. Especificamente em relação às travessias de pedestres em passarelas, o DNIT disponibiliza o documento “Álbum de projetos-tipo de passarelas para pedestres” (Brasil, 2020b).

#### // DESENHO DE VIAS URBANAS

No contexto urbano, o planejamento do sistema viário e o desenho das vias também impactam decisivamente no nível de segurança. No estabelecimento do sistema viário, são determinados os comprimentos de quadra e a largura das vias, aspectos que têm influência direta sobre a velocidade praticada pelos condutores e, conseqüentemente, sobre a segurança no trânsito. Quadras longas estimulam o excesso de velocidade, pois o comprimento disponível para a aceleração entre duas interseções (onde o trânsito pode ser interrompido) é maior, permitindo que se atinjam velocidades mais elevadas. Vias largas, com duas ou mais faixas de tráfego por sentido, remetem a um cenário de trânsito rápido e convidam os condutores à prática de velocidades mais elevadas.

Neste sentido, é necessário adaptar boa parte do cenário das vias urbanas brasileiras, em sua grande parte planejadas e executadas sob o ponto de vista do usuário de automóvel. Considerando o ambiente de vias locais e coletoras, destacam-se como alternativa para o desenho de vias mais seguras as medidas de moderação de tráfego (traffic calming). Em um sentido mais restrito, tais medidas podem ser entendidas como parte de uma política de redução da velocidade (Belo Horizonte, 2023), com os objetivos de:

- Reduzir o número e a severidade dos sinistros;
- Reduzir os ruídos e a poluição do ar;

- Revitalizar as características ambientais das vias por meio da redução do domínio do automóvel.

O Guia Global de Desenho de Ruas da Global Designing Cities Initiative (GDCl, 2018) indica algumas medidas intermediárias, aplicadas por meio de elementos e materiais caracterizados pelo baixo custo e pela facilidade de instalação/remoção, tais como: meio-fios modulares (permitindo o redesenho de interseções, por exemplo), balizadores flexíveis, pintura e termoplástico, vasos de plantas e intervenções temporárias locais (como a destinação de vias exclusivamente para pedestres e ciclistas nos finais de semana, por exemplo). Como medidas de caráter permanente, destacam-se diversos tipos de medidas, por exemplo (GDCl, 2018):

- Travessias – faixas de pedestres, faixas de pedestres diagonais, travessias elevadas, travessias protegidas por medidas de moderação de tráfego, travessias desalinhadas (possibilitando que o pedestre direcione o olhar para o sentido de tráfego veicular oposto) e travessias com estreitamento da via;
- Refúgios para pedestres – ilhas de refúgio de pedestres, pontas de canteiros centrais (para proteger a área de espera do pedestre no canteiro) e nivelamento de canteiros centrais nos locais de travessia;
- Extensões de calçadas – extensão das calçadas nas esquinas (reduzindo o raio de giro e, portanto, a velocidade dos veículos na conversão), avanços de calçadas (causando estreitamento da via e reduzindo a distância de travessia dos pedestres) e remoção de faixas de conversão exclusivas (que, em geral, favorecem altas velocidades de conversão);
- Acessibilidade universal, incluindo rampas, superfícies táteis e avisos sonoros;
- Rede cicloviária segura para ciclistas, incluindo vias compartilhadas, ciclofaixas, ciclovias e dispositivos para a guarda segura da bicicleta.

#### // ENGENHARIA AUTOMOTIVA

No campo da Engenharia Automotiva, a contribuição para uma maior segurança viária passa pelas seguintes principais ações:

- Aperfeiçoamento dos equipamentos de segurança;
- Aperfeiçoamento dos sistemas de freio, direção, suspensão, estabilização e luzes externas (incluindo faróis);
- Aperfeiçoamento da estrutura e componentes dos veículos para aumentar a resistência aos impactos e o poder de absorção

da energia cinética, melhorando, assim, a proteção aos ocupantes e reduzindo os danos ao corpo humano;

- Aperfeiçoamento da parte dianteira dos veículos, que deve ser projetada (geometria e material) de modo a minimizar os danos a pedestres, ciclistas e motociclistas no caso das colisões frontais;
- Emprego de estrutura de proteção na parte inferior da carroceria dos caminhões, sobretudo na parte traseira, para evitar que os veículos menores (automóveis, motocicletas, motonetas e bicicletas) entrem embaixo no caso de colisão;
- Melhoria da visibilidade externa para os condutores, reduzindo ao mínimo os pontos situados na lateral que prejudicam a visibilidade dos veículos que se aproximam do lado direito (oposto ao condutor) nas vias a serem cruzadas, como, também, melhorar o desempenho dos espelhos retrovisores;
- Tornar os veículos mais visíveis, como: emprego de material refletivo, sobretudo nas motocicletas e bicicletas; etc.

## // ENGENHARIA ELETRÔNICA

A contribuição da Engenharia Eletrônica para uma maior segurança no trânsito está no aperfeiçoamento e desenvolvimento de tecnologias automáticas, denominadas genericamente de sistemas inteligentes, que atuam no desempenho dos veículos e do controle do tráfego com base em informações detectadas automaticamente, portanto sem intervenção humana. Exemplos destas tecnologias: detector de fadiga do condutor, detector de veículos à frente com acionamento automático do freio, sistema de detecção automática de velocidade, sistema de limitação da velocidade dos veículos, etc.

### 6.5 - QUESTÕES

- 1) Citar e comentar sobre os principais ramos da Engenharia que incluem atividades relacionadas com o trânsito de veículos e pedestres.
- 2) Discorrer sucintamente sobre os objetivos da Engenharia no trânsito.
- 3) Que três aspectos são importantes no planejamento e projeto dos sistemas viário e de trânsito? Comentar.
- 4) Discorrer sobre as atividades associadas à Engenharia Viária.
- 5) Conceituar Trânsito e Engenharia de Tráfego.
- 6) Quais as áreas abrangidas pela Engenharia de Tráfego?
- 7) No que consiste o sistema de circulação e estacionamento?

8) Discorrer brevemente sobre o tema sinalização de trânsito.

9) No que consiste a gestão da segurança no trânsito? Comentar sobre as atividades desenvolvidas na área.

10) Dê exemplos de ações que podem contribuir para uma maior segurança no trânsito nas áreas de Engenharia Viária e de Trânsito.

11) Idem na área da Engenharia Automotiva.

12) Idem na área da Engenharia Eletrônica.

### REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

ABNT (2015). **Norma brasileira ABNT NBR 14885 - Segurança no tráfego – Barreiras de concreto**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, Brasil: [s. n.].

ABNT (2016). **Norma brasileira ABNT NBR 15486 - Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – diretrizes de projeto e ensaios de impacto**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, Brasil: [s. n.].

ABNT (2022). **Norma brasileira ABNT NBR 17084 - Dispositivos auxiliares – Sistemas de proteção para motociclistas (SPM)**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, Brasil: [s. n.].

ABNT (2023). **Norma brasileira ABNT NBR 6971 - Dispositivos auxiliares – Critérios de implantação e requisitos para a manutenção de defensas metálicas – fabricação e fornecimento de defensas metálicas do tipo maleável, semimaleável e tripla onda, para manutenção destes sistemas**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, Brasil: [s. n.].

Belo Horizonte (2023). **Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego**. Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte. Disponível em: [https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/imagens/authenticated%2C%20editor\\_a\\_bhtrans/manual\\_traffic\\_calming.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/imagens/authenticated%2C%20editor_a_bhtrans/manual_traffic_calming.pdf). Acesso em: 21 de set. de 2023.

Brasil (1997). **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997: Institui o Código de Trânsito Brasileiro**. Casa Civil. [S.l.], 23 set. 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9503Compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503Compilado.htm). Acesso em: 19 de set. de 2023.

Brasil (1998). **Guia de redução de acidentes com base em medidas de engenharia de baixo custo**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Brasília, Brasil: [s.n.]. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/703\\_guia\\_de\\_reducao\\_de\\_acidentes.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/703_guia_de_reducao_de_acidentes.pdf). Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2010). **Manual de sinalização rodoviária**. Brasília, Brasil: [s. n.]. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/743\\_manuaisinalizacaoarodoviaria.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/743_manuaisinalizacaoarodoviaria.pdf). Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2020a). **Manual de vegetação rodoviária**. Brasília, Brasil: [s. n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/publicacao-ipr-734-manual-de-vegetacao-rodoviaria>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2020b). **Álbum de projetos - tipo de passarelas para pedestres**. Brasília, Brasil: [s. n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/publicacao-ipr-748-album-de-projetos-tipo-de-passerelas-para-pedestres>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2021). **Resolução CONTRAN Nº 870, de 13 de setembro de 2021 - Dispõe sobre o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), instituído pela Lei nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018**. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao8702021.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2022). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**. Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN. Brasília, Brasil: [s. n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/senatran/manuais-brasileiros-de-sinalizacao-de-transito>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2023). **Manuais vigentes**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Brasília, Brasil: [s.n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

GDCl (2018). **Guia global de desenho de ruas**. Global Designing Cities Initiative. Disponível em: <https://globaldesigningcities.org/publication/global-street-design-guide-pt/>. Acesso em: 21 de set. de 2023.

São Paulo (2016). **Manual de Segurança Viária**. Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo. São Paulo, Brasil: [s. n.]. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Documentos/SegurancaViaria.aspx>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

PVST (2014). **Manual de Implantação de um Sistema de Gestão de Segurança Viária - Requisitos da Norma ISO 39001**. SK Editora Ltda. Disponível em: <https://pvst.com.br/wp-content/uploads/2020/09/manual-da-norma-iso-39001-pdf.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

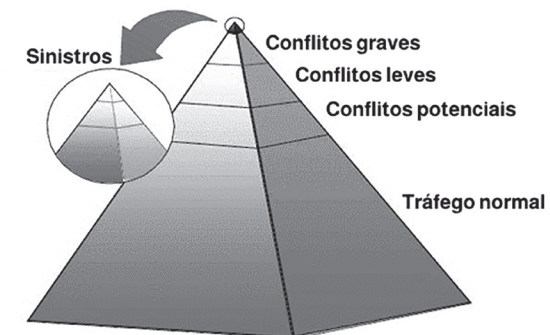
## 7. técnicas de avaliação de conflitos de tráfego

### 7.1 - INTRODUÇÃO

Denomina-se conflito de tráfego, em uma visão abrangente, uma interação anormal entre dois veículos, entre um veículo e um ou mais pedestres (ou outro tipo de usuário da via), ou entre um veículo e um elemento da via (guia, sinal de trânsito, obstáculo, etc.), que certamente conduziria a um sinistro se não houvesse, por parte de um ou mais usuários, uma manobra evasiva (freada brusca, desvio brusco de trajetória ou desaceleração/aceleração brusca ou desaceleração/aceleração mais desvio de trajetória). Dessa forma, um conflito pode ser considerado um quase sinistro.

Diversos estudos realizados mostram que, quase sempre, existe uma forte correlação entre a quantidade de conflitos de tráfego graves (quase sinistros) e a quantidade de sinistros, pois uma parte dos conflitos resulta em sinistros. Estima-se que, para cada sinistro com vítimas reportado, ocorram de 3.000 a 40.000 conflitos. Essas proporções são ilustradas, esquematicamente, na Figura 7.1, e podem variar de acordo com o tipo e a gravidade dos conflitos. Também relevante é a constatação de que os mesmos fatores de risco que contribuem para a ocorrência de conflitos de tráfego graves em um local estão presentes nos sinistros.

Figura 7.1 – Pirâmide representativa dos conflitos de tráfego.



Fonte: Hyden e Linderholm (1986).

Esses fatos levaram ao desenvolvimento de técnicas de análise dos conflitos de tráfego (TCTs), com o propósito de avaliar a segurança do trânsito em um local e conhecer os fatores de risco que levam aos conflitos de tráfego graves e, em consequência, aos sinistros. Essas técnicas visam, portanto, quantificar e tipificar os conflitos de tráfego graves existentes em um determinado local, com o intuito de fornecer informações sobre o potencial da sinistralidade no mesmo e que tipo de ações devem ser implementadas para reduzir os conflitos e, conseqüentemente a sinistralidade viária.

Em especial, uma das utilidades das TCTs é permitir avaliar em curto prazo a eficiência de ações efetivadas para reduzir a sinistralidade, mediante a comparação da quantidade de conflitos graves existentes antes e depois da intervenção. Dessa forma, não é preciso esperar por um período mais longo até que se tenha um conjunto de registros de sinistros para uma avaliação antes e depois.

O tipo e a quantidade de conflitos que ocorrem devem ser determinados seguindo procedimentos padronizados, empregando pesquisadores treinados que observam o trânsito no local por um período de tempo relativamente longo para que os resultados sejam confiáveis. Além das vantagens inerentes, o emprego das TCTs tem sido impulsionado pelas seguintes razões:

- Muitas vezes é difícil definir os fatores de risco baseado nos registros dos sinistros, mesmo quando eles são elaborados corretamente;
- Como os sinistros de trânsito constituem um evento raro, muitas vezes a quantidade de dados disponíveis em um local (cruzamento ou trecho de via) não é suficiente para permitir uma análise precisa da situação da segurança viária — o que impede, por exemplo, a avaliação em prazo pequeno da eficácia de ações implementadas para reduzir a sinistralidade;
- Nos países de baixa e média renda, há ainda o problema dos registros dos sinistros não serem, muitas vezes, feitos corretamente.

O ideal é que as informações obtidas ao se aplicar uma técnica de conflitos de tráfego sejam analisadas em conjunto com os dados das estatísticas dos sinistros, embora, algumas vezes, os resultados da aplicação da técnica de conflitos constituem a única fonte de dados disponível ou confiável.

A existência de uma grande quantidade de conflitos de tráfego graves em um local é vista por muitos usuários como um fator

prejudicial à qualidade da operação (nível de serviço), pelo desconforto que causa a condutores, passageiros e pedestres. Dessa forma, pode-se considerar que também existe correlação entre o número de conflitos graves e a qualidade da operação.

As principais técnicas de análise de conflitos de tráfego (TCTs) existentes são as desenvolvidas na Suécia, França, Inglaterra e Estados Unidos. A seguir é descrita a Técnica Sueca — uma das mais difundidas no Brasil — com base em Hyden, Laureshyn e Várhelyi (2018).

## **7.2 - TÉCNICA SUECA**

A Técnica Sueca foi desenvolvida e vem sendo aprimorada pelo Departamento de Engenharia e Planejamento de Tráfego da Universidade de Lund. Essa técnica tem por princípio o fato de que a análise dos conflitos é mais valiosa por mostrar os fatores de risco que levam aos sinistros, normalmente não revelada nos boletins de registro de sinistros, do que, propriamente, pela capacidade de prever o número de sinistros. Seguem considerações sobre a aplicação da Técnica Sueca.

### **// ETAPAS DO TRABALHO**

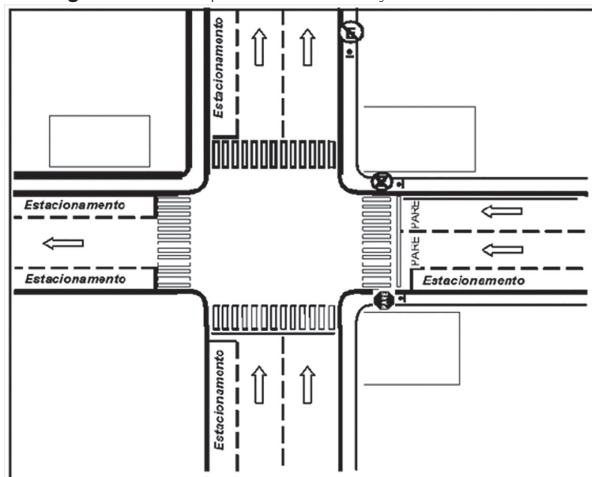
As etapas na aplicação da TCT sueca são as seguintes:

1. Definição do local a ser estudado com base nas quantidades e nos índices associados à sinistralidade, no conhecimento prévio por parte dos técnicos de se tratar de um local crítico, em reclamações da população, etc.;
2. Elaboração do plano de estudo em função das características do local e dos dados de sinistros disponíveis. Esse plano envolve a preparação de croquis do local contendo as seguintes informações: esquema dos fluxos de tráfego (veículos e pedestres) nas diversas faixas, localização dos estacionamento, velocidades típicas, sinais de trânsito (posição e tipo), etc. Também, a definição do número de pesquisadores, posições onde devem ficar na pesquisa (entre 10 e 30 metros do local para não influir no comportamento dos usuários), dias e horários da pesquisa, etc. Recomenda-se utilizar três dias de observação, limitada no máximo a seis horas por dia;
3. Levantamento “in loco” dos conflitos pelos pesquisadores;
4. Processamento, sistematização e análise das informações coletadas e elaboração de diagnóstico;
5. Definição das ações para eliminar/reduzir os conflitos e, por consequência, a sinistralidade no local.



Figura 7.2 mostra um exemplo de um croqui elaborado para uma interseção a ser analisada.

Figura 7.2 – Croqui de uma interseção a ser analisada.



### // TREINAMENTO DOS PESQUISADORES

O treinamento dos pesquisadores é normalmente realizado em cinco dias. Compreende uma parte teórica, observação em vídeo e treinamento em campo com aferição em vídeo. O número ideal de pesquisadores para serem treinados é de oito a dez pessoas, conduzidos por dois especialistas, ficando um deles responsável pela parte em vídeo.

### // COLETA DE INFORMAÇÕES

No processo de coleta de informações, a principal tarefa dos pesquisadores é detectar e registrar os conflitos, bem como estimar a velocidade dos veículos antes de iniciar a manobra evasiva e a distância entre o ponto de início dessa manobra e o local onde ocorreria a colisão se nenhuma ação fosse realizada. Também, identificar e registrar os possíveis fatores que levaram ao conflito.

Os dados relativos a cada conflito devem ser apontados em um formulário padronizado, como o mostrado na Figura 7.3. Os dados a serem anotados são os seguintes: dia e período da observação, hora do conflito, condições atmosféricas e do pavimento, eventuais

problemas de circulação, usuários envolvidos, estimativa das velocidades dos veículos que realizaram manobras para evitar a colisão, estimativa das distâncias do início das manobras até o possível ponto de colisão, tipo de manobra evasiva, diagrama das trajetórias dos veículos na manobra evasiva (que devem ser desenhadas no croqui do local previamente incluído na folha padrão) e os possíveis fatores que levaram à ocorrência do conflito. O preenchimento do formulário padrão deve ser realizado imediatamente após a verificação do conflito.

Outros aspectos gerais relacionados com a segurança do trânsito no local também podem ser apontados pelos pesquisadores em uma folha à parte. Exemplos de aspectos a serem anotados: dificuldades de visibilidade, ofuscamento causado pela luz do sol, defeitos do pavimento, etc.

Se disponível, a utilização de câmera de vídeo simultaneamente com o trabalho dos observadores proporciona um ganho considerável na confiabilidade das informações, pois a análise dos conflitos pode ser feita em escritório em condições mais favoráveis, com a repetição das imagens, apresentação em câmera lenta, discussão com outros observadores, etc. Não é recomendável, no entanto, a utilização apenas de câmeras, pois muitos conflitos podem ocorrer em razão de fatores que estão fora do campo visual coberto pelas mesmas.

### // ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

O tempo que decorreria desde o início da ação evasiva até o local da possível colisão, se os usuários tivessem continuado se movimentando sem alterar a velocidade e a direção dos seus movimentos, é denominado de tempo para o sinistro (TS). O valor de TS é obtido através da relação entre a distância do início da manobra evasiva até o possível ponto de colisão (D) e a velocidade inicial (V) do veículo que realizou a manobra evasiva, ou seja:  $TS = D / V$ .

O esquema mostrado na Figura 7.4 ilustra a situação.

Conhecidas as velocidades (V) e os tempos para o sinistro (TS), os pontos correspondentes são lançados no gráfico da Figura 7.5 para identificação do tipo de conflito: grave ou leve. No caso das manobras evasivas terem sido executadas por dois veículos, a manobra mais crítica é que deve ser considerada na avaliação da gravidade do conflito (se uma das manobras se localiza na região de conflitos de natureza leve e a outra, de grave, o conflito deve ser considerado grave).

**Figura 7.3** – Exemplo de preenchimento de formulário utilizado no método sueco de pesquisa de conflitos de tráfego.

**FOLHA DE REGISTRO DE CONFLITO**

Observador(s): Alexandre, Bárbara e Rogério		Data: 18/6/2007	Horário: 16:50	Número: 7	Cidade: São Carlos
Inteção: Rua XV de Novembro com Rua Aquidabam			Condições do Tempo: Sol <input checked="" type="checkbox"/> Encoberto <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/>		
Superfície: Seca <input checked="" type="checkbox"/> Molhada <input type="checkbox"/>		Visibilidade: <input checked="" type="checkbox"/> Boa (iluminação natural total-amplo visibilidade) <input type="checkbox"/> Prejudicada (iluminação natural parcial-visibilidade ampla dependente de iluminação artificial)		Norte	

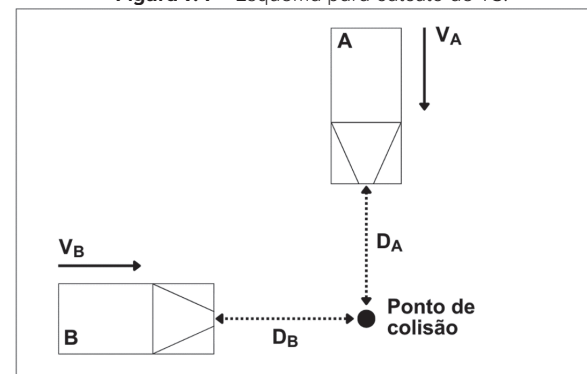
	Usuário I	Usuário II	Envolvido Secundário III	<b>POSIÇÃO DO OBSERVADOR E DA FILMADORA</b>
Veículo	<input checked="" type="checkbox"/>			POSIÇÃO DO OBSERVADOR ⊗ POSIÇÃO DA FILMADORA ↗
Bicicleta				
Pedestre		<input checked="" type="checkbox"/>		
Outro				
Sexo (ped.)	M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/> F <input checked="" type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	
Idade (ped.)				
Velocidade	20 km/h	1,4 km/h		
Distância do ponto de colisão	8 m	10 m		
Valor do TS	1,4 seg			
Ação de Evitar				
Frenagem	<input checked="" type="checkbox"/>			
Desvio				
Aceleração				
Possibilidade de desviar	Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/>		
		Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		

**Descrição das causas do evento:**

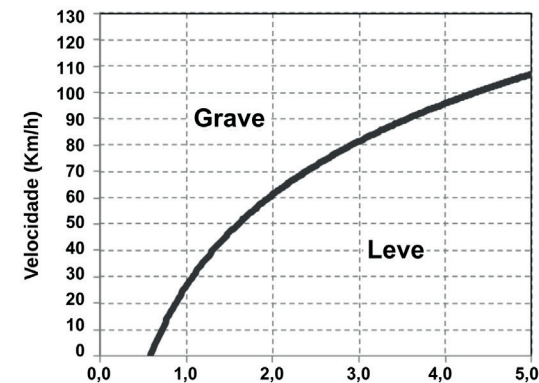
O carro fez conversão à direita e quase atropelou o pedestre, pois o motorista estava olhando para a esquerda.

	Carro, Caminhão, Ônibus
	Motocicleta, Bicicleta
	Pedestre

**Figura 7.4** – Esquema para cálculo de TS.



**Figura 7.5** – Critério para a classificação da severidade de conflitos de tráfego.



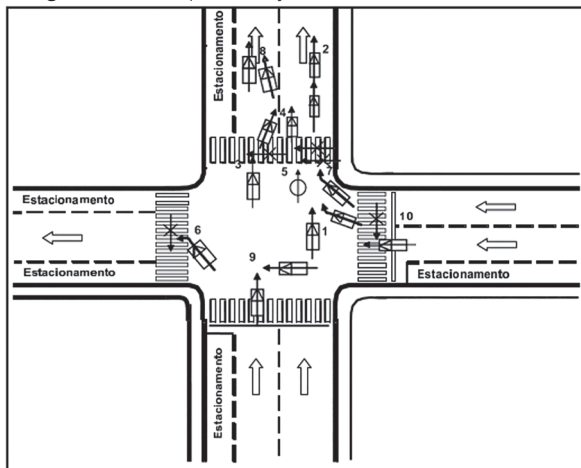
A avaliação da segurança do local analisado deve ser feita com base nos conflitos graves. Ainda que em alguns estudos seja feita a avaliação da segurança baseada em um índice global, que leva em conta os conflitos graves e leves com pesos diferentes; não há, a princípio, justificativa para isso, uma vez que as pesquisas apontam a existência de correlação apenas entre os conflitos graves e os sinistros. Ao comparar a segurança no trânsito de diferentes locais com base no número de conflitos graves, a quantidade de conflitos estimada deve ser referida à mesma unidade de tempo (mês, ano, etc.).

Além dos dados numéricos, deve-se fazer um croqui com a locali-

zação dos conflitos no local analisado, com anotação dos pares de usuários envolvidos (separados em veículos convencionais, motocicletas, bicicletas e pedestres) e do tipo de sinistro que poderia advir do conflito observado (colisão traseira, colisão frontal, colisão lateral, colisão transversal, choque, atropelamento, etc.).

A Figura 7.6 ilustra a análise realizada em uma interseção.

Figura 7.6 – Croqui do conjunto dos conflitos observados.



As informações obtidas mediante a aplicação da técnica sueca de conflitos de tráfego, aliadas, sempre que possível, aos dados sobre os sinistros, permitem elaborar um diagnóstico detalhado da segurança no local e definir um plano de ações visando eliminar/reduzir os conflitos e, conseqüentemente, os sinistros.

### 7.3 - ANÁLISE EXPEDITA DE CONFLITOS DE TRÁFEGO

Algumas vezes, por falta de recursos ou de tempo para a aplicação de uma técnica de conflitos de tráfego, é empregado na prática o seguinte procedimento expedito: um profissional experiente observa o trânsito durante um período razoável de tempo e aponta em um croqui do local os tipos de conflitos que considera graves e os pontos onde ocorrem, bem como os possíveis fatores causadores dos mesmos.

Ainda que a análise expedita seja útil para a definição de ações a serem implementadas visando à melhoria da segurança viária em

um local crítico, ela somente é recomendada quando por alguma razão não é possível realizar o procedimento convencional.

### 7.4 - QUESTÕES

- 1) Conceituar conflito de tráfego.
  - 2) Comentar sobre a relação entre conflitos de tráfego e sinistros de trânsito.
  - 3) No que consiste uma técnica de análise de conflitos de tráfego (TCT)?
  - 4) Que fatos têm impulsionado o emprego das TCTs?
  - 5) O que seria ideal na análise da acidentalidade no trânsito de um local?
  - 6) Discorrer sobre a relação entre a quantidade de conflitos de tráfego em um local e a qualidade da operação do trânsito (nível de serviço).
  - 7) Quais as principais técnicas de análise de conflitos de tráfego (TCTs) existentes?
  - 8) Descrever de maneira breve as etapas envolvidas na Técnica Sueca de conflitos de tráfego.
  - 9) Comentar sobre a avaliação expedita de conflitos de tráfego.
  - 10) Em um conflito envolvendo um carro e uma motocicleta, foram obtidos os seguintes dados: Carro:  $V = 30\text{km/h}$  e  $D = 20\text{m}$ ; Motocicleta:  $V = 50\text{km/h}$ ,  $D = 30\text{m}$ . Determinar se o sinistro foi grave ou leve, utilizando os procedimentos da Técnica Sueca de análise de conflitos de tráfego.
- 11) Refazer a questão 10, considerando  $D = 20\text{m}$  para a motocicleta.

### REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

- Hyden, C. (1987). **The development of a method for traffic safety evaluation: the Swedish Conflict Technique**. Lund Institute of Technology: Suécia.
- Hyden, C.; Linderholm, L. (1986). **The Swedish Traffic - Conflicts Technique**. Lund Institute of Technology: Suécia.
- Hyden, C.; Laureshyn, A.; Vårhelyi, A. (2018). **The Swedish Traffic Conflict Technique - Observer's manual**. Lund Institute of Technology: Suécia.

## 8. auditoria de segurança viária

### 8.1 - INTRODUÇÃO

A denominação Auditoria de Segurança Viária (ASV) é empregada para designar a análise formal, do ponto de vista da segurança no trânsito, de uma via, elemento viário ou esquema de circulação, existente ou projetado, por uma equipe de examinadores qualificados e independentes. A auditoria pode ser empregada para analisar desde o caso simples de uma interseção em nível, até sistemas viários complexos envolvendo vias e interseções, passando pela análise de sistemas de sinalização, esquemas de circulação do trânsito, etc. Atualmente, a ASV deve considerar os princípios de Sistemas Seguros a partir de velocidades consideradas seguras para diferentes tipos de interações (colisões frontais entre dois veículos ou um atropelamento de pedestre, por exemplo).

São dois os objetivos de uma ASV: identificar os problemas relativos à segurança viária e apontar os procedimentos para a eliminação ou mitigação desses problemas. Os procedimentos apontados devem estar concentrados em aspectos relacionados com a via e/ou com o ambiente no seu entorno, considerando as características físicas e operacionais. A realização de uma ASV deve conduzir à identificação das ações necessárias para reduzir a quantidade e a severidade dos sinistros.

Alguns aspectos relevantes das ASVs são os seguintes:

- Constitui um exame formal com processo estruturado, normalmente utilizando uma lista de verificação de elementos chaves (checklist);
- É realizada por equipe de profissionais que não estão envolvidos com a operação ou projeto da via;
- Tem enfoque exclusivamente nos aspectos relacionados à segurança;
- Na condução de uma ASV devem ser considerados todos os usuários da via (condutores de veículos convencionais, motociclistas, pedestres e ciclistas), bem como todas as condições ligadas ao ambiente, tais como: durante o dia, à noite, com chuva, etc.

As ASVs são caracterizadas por seu aspecto de formalidade e independência, devendo ser realizadas por profissionais devidamente treinados e com experiência em segurança viária. O objetivo principal das ASVs é garantir que sistemas viários em operação, ou novos projetos de sistemas viários, sejam dotados de condições adequadas no tocante à segurança.

Uma ASV realizada em uma via ou interseção existente deve, necessariamente, levar em conta os dados disponíveis sobre a sinistralidade viária no local para facilitar e orientar o trabalho. A ASV na fase de projeto é uma ferramenta indicada para evitar a construção de vias ou obras de arte com falhas no tocante à segurança, evitando, assim, o dispêndio de recursos adicionais para a correção dos problemas após a implantação. O desenvolvimento da Auditoria de Segurança Viária é atribuído ao britânico Malcolm Bulpitt, que, na década de 1980, inicialmente aplicou os conceitos de auditoria de segurança no setor ferroviário. Nessa época, o governo britânico designou técnicos para inspecionar todos os aspectos relacionados com uma nova linha férrea antes da entrada em operação. Posteriormente, Bulpitt aplicou os conceitos de verificação independente para melhorar a segurança nos projetos rodoviários desenvolvidos pelo Departamento de Transportes e Rodovias do Município de Kent. Em 1990, o Instituto de Rodovias e Transportes da Inglaterra publicou o documento intitulado “Diretrizes para a Auditoria de Segurança Viária”. No ano seguinte, o emprego dessas diretrizes tornou-se obrigatório em todo o sistema viário do país, por determinação do Departamento de Transportes do Reino Unido (Van der Kooi, 1999).

No ano de 1990, a ASV foi introduzida na Austrália, quando a auditoria da Pacific Highway, uma rodovia já existente, usou checklists especialmente preparados. Em 1994, foi publicado um manual de auditoria de segurança viária pelo Austroads — associação das agências de transporte da Austrália e Nova Zelândia, representando todos os níveis de governo, com foco na mobilidade segura. Em 2022, foi lançada a versão mais atual do guia australiano (Austroads, 2022). Na década final do século 20, as ASVs foram implantadas no Canadá, Dinamarca e Estados Unidos (Ogden, 1996; Proctor; Belcher; Cook, 2001; Nodari; Lindau, 2001).

Atualmente, o emprego das ASVs é cada vez mais comum nos países de mais alta renda. Nos países de baixa e média renda, o procedimento tem se restringido, em geral, aos grandes projetos rodoviários ou projetos financiados por organismos internacionais. Em alguns países de baixa renda observam-se tentativas de desenvolver procedimentos mais simples no emprego das ASVs visando baratear o custo.

Quatro são os principais obstáculos na utilização de ASVs:

- Ceticismo de alguns órgãos gestores do trânsito, que relutam em

gastar recursos com as ASVs por falta de uma cultura de segurança no trânsito;

- Dificuldade de alguns profissionais em aceitar que seus projetos sejam revisados por outros técnicos;
- Dificuldade de conseguir que profissionais experientes sejam contratados, em vez daqueles considerados mais baratos e sem tanta prática ou conhecimento do assunto;
- Restrições dos órgãos financiadores na liberação de recursos para aplicação em ASVs.

Além da minimização da ocorrência de sinistros e/ou da redução da severidade em locais específicos, uma ASV busca, também, impedir a migração da ocorrência de sinistros de um determinado local crítico para outro próximo.

### **8.2 - BENEFÍCIOS E CUSTOS**

Os principais benefícios advindos da aplicação de auditorias de segurança viária são os seguintes:

- Redução do número de sinistros;
- Redução da severidade dos sinistros;
- Redução dos custos associados aos sinistros;
- Redução dos custos associados à reconstrução de obras em razão de projetos mal elaborados do ponto de vista da segurança;
- Aumento da consciência sobre a segurança viária entre autoridades e técnicos;
- Ganho de experiência no que diz respeito à segurança para os projetistas viários, que é útil na elaboração de projetos futuros;
- Garantia de que todos os usuários foram considerados sob a ótica da segurança.

O custo da realização de uma ASV, considerando todas as etapas do projeto de uma grande obra, representa cerca de 4 a 10% do valor total, estando incluso neste custo: remuneração dos consultores, gasto da empresa contratante no gerenciamento da auditoria e custos associados com a implementação das ações recomendadas (Ogden, 1996; Proctor; Belcher; Cook, 2001; Nodari; Lindau, 2001; Nodari, 2003; FHWA, 2012). Alguns estudos apontam valores da relação benefício-custo no emprego de ASVs na faixa entre 1 e 20. (Ogden, 1996; Proctor; Belcher; Cook, 2001; Nodari; Lindau, 2001; Nodari, 2003; FHWA, 2012). Estudos mais recentes do Banco Mundial indicam que,

para cada dólar investido, há um retorno de 36 dólares em uma ASV na fase de projeto e um retorno de seis dólares em uma ASV na fase de operação (Deng; Jordan; Goodge, 2012).

### **8.3 - AÇÕES DECORRENTES DAS AUDITORIAS**

Algumas ações típicas implementadas para a melhoria da segurança viária advindas da aplicação das ASVs são:

- Alterações gerais na geometria da via ou obra de arte;
- Alteração da largura das faixas de rolamento e dos acostamentos;
- Modificação dos valores da superelevação;
- Modificação dos valores da superlargura;
- Readequação do sistema de drenagem;
- Melhoria das condições do espaço ao lado da via;
- Implantação de dispositivos de contenção lateral ou frontal;
- Remoção de objetos que prejudicam a visibilidade;
- Implantação de passarelas, faixas de pedestres, obstáculos transversais, etc. para facilitar a travessia de pedestres e ciclistas;
- Iluminação de locais onde ocorrem travessias de pedestres e de bicicletas;
- Melhoria da geometria das faixas de aceleração e desaceleração em rodovias e vias urbanas rápidas;
- Realinhamento da via nas aproximações das interseções, etc.

### **8.4 - FASES DE APLICAÇÃO DAS AUDITORIAS**

As ASVs podem ser aplicadas nas diversas fases que compreendem a realização de uma obra viária: estudo de viabilidade, projeto preliminar, projeto definitivo, antes da abertura ao tráfego e depois da abertura ao tráfego. Em razão da limitação de recursos financeiros, as ASVs não são, normalmente, aplicadas em todas as fases do projeto. No entanto, há concordância por parte de especialistas que, quanto mais cedo o desenvolvimento de um projeto for auditado, maior o ganho de segurança no final.

A seguir, são comentados os procedimentos associados a cada uma das etapas na realização de uma nova obra viária.

#### **// FASE 1 – ESTUDO DE VIABILIDADE**

Auditorias no estágio do estudo de viabilidade são conduzidas antes do desenvolvimento do planejamento e do projeto. Nessa fase,

a ASV auxilia nos seguintes aspectos: seleção das opções de traçado, tipo de projeto, localização de interseções e tipo de controle de acesso, impactos na rede viária existente, etc. A avaliação do desempenho relativo a segurança de um projeto proposto e como ele reúne a necessidade de todos os usuários da via (condutores, motociclistas, pedestres e ciclistas) é feita nesta etapa.

#### **// FASE 2 – PROJETO PRELIMINAR**

Nesta etapa, padrões gerais de projetos são avaliados, como por exemplo, alinhamento vertical e horizontal, geometria e tipo de interseções, distância de visibilidade, largura de faixas e acostamentos, superelevação, superlargura, dispositivos para ciclistas e pedestres, etc. Alguns impactos na segurança resultantes de desvios na aplicação das normas podem ser detectados neste estágio. Nos estágios posteriores, torna-se muito mais difícil fazer mudanças no alinhamento, pois a etapa de desapropriação já vai estar finalizada.

#### **// FASE 3 – PROJETO DEFINITIVO**

Nesta fase, todos os elementos do projeto final já estão prontos. Uma auditoria detalhada neste estágio revisa aspectos como o projeto geométrico final, projeto de sinalização vertical e horizontal, projeto de iluminação, projeto de paisagismo, detalhes das interseções, provisões para usuários especiais (ciclistas, deficientes físicos, pedestres idosos, etc.), sistema de drenagem, dispositivos de contenção lateral e de amortecimento de choque, elementos localizados nos acostamentos e laterais das vias, etc. Nesta etapa, reside a última oportunidade de alterar o projeto antes da construção, evitando mudanças de última hora e eventual necessidade de correção após a implantação — ações que sempre resultam mais onerosas.

#### **// FASE 4 – ANTES DA ABERTURA AO TRÁFEGO**

A auditoria antes da abertura ao tráfego envolve uma inspeção detalhada da obra viária. A equipe de auditores conduz veículos, anda de bicicleta e caminha pela nova obra, para garantir que as necessidades de todos os usuários estão contempladas, visando eliminar as condições perigosas.

Nesta fase, devem ser incluídas verificações sob a ótica dos condutores dos veículos rodoviários convencionais, motociclistas, ciclis-



tas, pedestres, etc. realizadas à luz do dia e à noite, em tempo seco e chuvoso, etc. O foco principal neste estágio é apontar possíveis desvios no projeto original que podem constituir risco potencial de sinistros. Há casos em que a ASV é realizada durante a construção para verificar se as determinações estabelecidas na fase de projeto estão sendo verificadas.

### // FASE 5 – DEPOIS DA ABERTURA DA OBRA AO TRÁFEGO

Após o início da operação, a ASV é realizada para avaliar o desempenho da obra em condições reais de tráfego, verificando se há deficiências no que diz respeito à segurança do trânsito, e, caso haja necessidade, definir as soluções a serem adotadas. Recomenda-se a aplicação de ASVs periodicamente nas vias existentes, considerando que as condições de operação podem mudar com o passar dos anos, em razão de alterações no volume do tráfego, nas características do pavimento, nas características da frota, etc. Este procedimento é designado auditoria de revisão ou monitoramento da segurança.

### 8.5 - LISTAS DE VERIFICAÇÃO

Em geral, na realização de uma auditoria de segurança viária, é feita a verificação de uma lista de elementos chaves (checklist). Os checklists são elaborados para guiar o processo de auditoria, facilitando o trabalho dos auditores e garantindo que todos os itens relevantes sejam verificados. Trata-se, portanto, de uma ferramenta extremamente útil. Não devem, no entanto, ser um instrumento rígido, mas sim um roteiro flexível com lembretes de pontos a examinar.

A lista de verificação pode ser sucinta, contendo apenas a relação geral dos itens a serem conferidos (em inglês, Prompt List, que pode ser traduzida por Lista de Alerta), ou detalhada com todos os pontos a serem observados (em Inglês, Detailed Checklist, que pode ser traduzida por Lista Detalhada).

No Quadro 8.1, estão relacionados alguns manuais desenvolvidos para a realização de ASVs em diversos países, associados aos tipos de lista de verificação adotados.

**Quadro 8.1** – Tipos de lista de verificação adotados em manuais de ASV

Organização	País de origem	Tipos de lista
<i>Austroads</i>	Austrália	Sucinta e detalhada
Universidade de New Brunswick	Canadá	Sucinta e detalhada
Associação de Transportes do Canadá	Canadá	Sucinta
Comissão Nacional de Segurança de Trânsito do Chile	Chile	Sucinta e detalhada
-	Dinamarca	Detalhada
<i>Transfund New Zealand</i>	Nova Zelândia	Sucinta
<i>Institution of Highways and Transportation</i>	Inglaterra	Sucinta

Fontes: Proctor, Belcher e Cook (2001).

Em seguida, é apresentado um exemplo de lista de verificação sucinta para a realização de auditoria de segurança viária numa rodovia existente, adaptada de Nodari (2003).

### // VERIFICAÇÃO DO TRAÇADO

1. Rampas extensas e/ou muito íngremes que levam ao emprego de velocidades elevadas e dificuldade de frenagem dos veículos pesados;
2. Curvas verticais acentuadas depois de longo trecho com curvas verticais suaves;
3. Curvas horizontais fechadas depois de longo trecho reto e/ou com curvas suaves;
4. Longos trechos sem possibilidade de ultrapassagem nas rodovias de pista simples, associada à baixa velocidade dos veículos pesados;
5. Problemas na compatibilização dos alinhamentos horizontal e vertical;

### // VERIFICAÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL

6. Faixas de tráfego com largura reduzida;
7. Acostamento com largura insuficiente para o trânsito de pedestres, bicicletas e outros veículos (se for o caso);

8. Canteiro central com largura insuficiente para o refúgio de pedestres (se pertinente);
9. Falta de cerca ou muro no canteiro central para evitar a travessia de pedestres (se pertinente);
10. Superlargura inadequada nas curvas;
11. Superelevação inadequada nas curvas;
12. Pontes e túneis estreitos (com folga lateral muito pequena ou inexistente);

#### // VERIFICAÇÃO DO PAVIMENTO

13. Defeitos na estrutura, como buracos, estrias, etc.;
14. Superfície muito lisa (com baixa aderência);
15. Poças de água na pista ocasionada por falha na drenagem;
16. Revestimento do acostamento com condições precárias para a movimentação de pedestres, bicicletas e outros veículos (se for o caso);

#### // VERIFICAÇÃO DA SINALIZAÇÃO

17. Sinalização horizontal inadequada e/ou em mal estado de conservação;
18. Sinalização vertical inadequada e/ou em mal estado de conservação;
19. Ausência ou mal estado de conservação de elementos divisores de faixas e bordas da pista: tachões, tachas, etc.;
20. Ausência ou mal estado de conservação de elementos delimitadores (sargentos, etc.) nas curvas fechadas e nos dispositivos de canalização;

#### // ELEMENTOS DE SEGURANÇA

21. Ausência de dispositivos de contenção lateral nos trechos críticos;
22. Falta de elementos de amortecimento de choque em pilares, paredes, colunas de sustentação e em outros elementos rígidos situados na lateral da via;
23. Ausência ou mal estado de conservação de dispositivos de alerta (sonorizadores) e de redução de velocidade (lombadas, tachas longitudinais, etc.);
24. Falta de iluminação em locais onde é necessária;

#### // INTERSEÇÕES

25. Projeto geométrico inadequado, causando dúvidas aos condutores de como proceder ou permitindo a passagem em alta velocidade;
26. Controle de operação inadequado;
27. Não percebida a distância suficiente para os condutores que se aproximam;
28. Com problemas de visibilidade devido à existência de vegetação, placas, postes, etc.;
29. Em número excessivo em alguns trechos da rodovia;
30. Com sinalização inadequada e/ou em mal estado de conservação;
31. Condições ruins para a travessia de pedestres e bicicletas;

#### // ZONA ADJACENTE À RODOVIA

32. Faixa lateral com superfície regular e livre de obstáculos (árvores, postes, pilares, barrancos, espaços vazios de grande altura, etc.) com largura insuficiente;
33. Entradas/saídas da rodovia sem pista de aceleração e desaceleração;
34. Falta de área para estacionamento nos locais de parada de ônibus de linhas regulares;
35. Vegetação alta prejudicando a visibilidade;
36. Falta de cerca para impedir a entrada de animais na rodovia;

#### // CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO

37. Velocidade regulamentada inapropriada (alta ou baixa) considerando as condições geométricas da rodovia e o ambiente do entorno;
38. Número significativo de caminhões longos e lentos no tráfego incompatível com o tipo de rodovia;
39. Tráfego no limite da capacidade nos horários de pico, levando à realização de manobras de ultrapassagem perigosas;
40. Grande quantidade de travessias em nível de pedestres e bicicletas.

### **3.6 - O PAPEL DA ASV PARA O SISTEMA SEGURO**

A abordagem do Sistema Seguro parte do princípio de que a vida e a saúde das pessoas são a prioridade máxima no sistema viário, e isso não deve ser comprometido em nome da mobilidade. O objetivo principal do Sistema Seguro é assegurar que, em caso de sinistro, as forças de impacto permaneçam abaixo dos níveis que resultam

em morte ou lesões graves. Países que se destacam em segurança viária implementaram essa abordagem com excelentes resultados, sendo também a base do Plano Global da 2ª Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021–2030 proclamada pela Organização das Nações Unidas. Essa abordagem se baseia em princípios de segurança bem estabelecidos (WHO, 2021):

- Erro Humano - reconhece que cometer erros de julgamento, tomar decisões equivocadas e cometer más escolhas são inerentes à natureza humana;
- Fragilidade Humana - considera que, desprotegidos, os seres humanos não podem sobreviver a colisões que ocorrem a velocidades superiores a cerca de 30 quilômetros por hora (km/h);
- Componentes Projetados - compreende que os elementos do sistema que são projetados, como veículos e estradas, podem ser adaptados para serem compatíveis com o comportamento humano. Isso envolve reconhecer que sinistros podem acontecer, mas o sistema global pode ser concebido de forma a minimizar danos, principalmente tornando as vias compreensíveis e capazes de perdoar erros humanos;
- Responsabilidade Compartilhada - destaca que a segurança nas vias é uma responsabilidade compartilhada. Aqueles que usam as vias têm a responsabilidade de considerar a segurança de si próprios e dos outros, bem como cumprir as leis. Aqueles que projetam, constroem, mantêm e gerenciam estradas e veículos têm a responsabilidade de tomar medidas proativas para melhorar a segurança de todo o sistema.

Ferramentas de gestão da infraestrutura rodoviária que auxiliam na implementação da abordagem do Sistema Seguro podem ser divididas em duas categorias: reativas e proativas. As ferramentas reativas, como programas de identificação de “locais críticos”, usam dados de sinistros para criar planos de segurança com base em locais onde ocorreram sinistros graves no passado. No entanto, essas abordagens dependem da disponibilidade de dados de alta qualidade, que frequentemente são limitados. Além disso, com o tempo, a proporção de sinistros graves em locais críticos geralmente diminui. Portanto, as ferramentas reativas, por si só, não são suficientes para apoiar totalmente a abordagem dos Sistemas Seguros.

Por outro lado, as ferramentas proativas focam na identificação de falhas fundamentais nas vias e em seus projetos, prevendo onde os sinistros graves são mais prováveis de ocorrer no futuro. Elas proporcionam

uma maneira sistemática de gerenciar o risco em toda a rede rodoviária e são compatíveis com a abordagem do Sistema Seguro. Tanto as auditorias de segurança rodoviária quanto a metodologia do iRAP (International Road Assessment Programme) oferecem abordagens proativas para a gestão da segurança na infraestrutura viária.

### **8.7 - A ASV E O MÉTODO DO IRAP**

A metodologia do iRAP consiste em vários protocolos sumarizados a seguir. O Mapeamento de Risco de Taxa de Sinistros baseia-se em dados reais de sinistros e oferece uma abordagem reativa à gestão de riscos. As classificações por estrelas, estimativas de fatalidades e lesões graves, bem como os Planos de Investimento em Estradas Mais Seguras, fazem parte de uma abordagem proativa à gestão de riscos, ou seja, podem ser realizados sem a necessidade de dados detalhados de sinistros, semelhante às ASVs.

A metodologia do iRAP pode ser aplicada em estradas existentes e em projetos, tanto em trechos muito curtos (até 100 metros), quanto em trechos muito longos (incluindo redes inteiras) e pode ser usada em apoio à ASV (fase de projeto e antes da abertura do tráfego) e a inspeções de segurança viária (rodovias já existentes).

O processo para conduzir a metodologia do iRAP é descrito nos itens a seguir:

- Coletam-se informações sobre a rodovia ou o projeto: incluindo uma lista fixa de 52 atributos de infraestrutura rodoviária conhecidos por afetar a probabilidade e a gravidade dos sinistros (por exemplo, presença de calçadas, tipos de interseções, condições à beira da estrada, número de faixas de tráfego, etc.), bem como dados de velocidade e fluxo de tráfego a cada 100 metros;
- Combinação dos dados por meio de fatores de modificação de sinistros para calcular pontuações por estrelas (SRS) e Classificações por Estrelas. As Classificações por Estrelas são um padrão internacional usado para estimar o risco de uma pessoa sofrer lesões graves ou fatais ao viajar em um veículo (automóvel, motocicleta ou bicicleta) ou a pé em uma estrada específica. As rodovias e projetos são classificados em uma escala de 1 a 5 estrelas, de modo que rodovias de 1 estrela têm o maior risco relacionado à infraestrutura, enquanto as de 5 estrelas têm o menor risco (e a menor pontuação de SRS);
- Estimativas das fatalidades e lesões graves: Podem ser calculadas com

base nos dados que fundamentam as Classificações por Estrelas, nos dados de fluxo (ou exposição) e nos dados de sinistros em nível de rede;

- Desenvolvimento de Planos de Investimento em Rodovias Mais Seguras (SRIPs): Um SRIP é uma lista prioritária de contramedidas que poderiam melhorar de forma eficaz as Classificações por Estrelas de uma estrada ou projeto para reduzir o risco relacionado à infraestrutura. Os planos baseiam-se em uma análise econômica de uma variedade de contramedidas, comparando o custo de implementação com a redução nos custos de sinistros que resultariam de sua implementação. Os planos incluem informações detalhadas de planejamento e engenharia, como registros de atributos de estradas, opções de contramedidas e avaliações econômicas para cada segmento de 100 metros em uma rede viária.

A metodologia do iRAP é explicada em detalhes em fichas técnicas, especificações, manuais e guias (iRAP, 2021a; iRAP, 2021b). As ferramentas que permitem a aplicação da metodologia do iRAP estão disponíveis gratuitamente por meio do software online ViDA (iRAP, 2021c). Algumas ferramentas específicas mencionadas neste manual incluem o Demonstrador de Classificação por Estrelas, que permite o cálculo rápido de SRS e Classificações por Estrelas para um único segmento de estrada com qualquer combinação de atributos de projeto e a aplicação Classificação por Estrelas para Projeto (SR4D), que suporta avaliações ao longo de trechos mais longos de estradas e projetos. Cada uma dessas ferramentas é descrita com mais detalhes em iRAP (2021a) e iRAP (2021b). Essas ferramentas são complementadas pelo Toolkit de Segurança Viária, que oferece informações práticas e gratuitas sobre as causas e prevenção de sinistros graves de trânsito (iRAP, 2021d).

A ASV e a metodologia do iRAP representam abordagens diferentes, mas complementares, para a gestão da segurança na infraestrutura viária. Cada uma delas possui suas próprias vantagens e limitações; no entanto, ao combiná-las, é possível ampliar o potencial de ambas as abordagens. A metodologia do iRAP é aprimorada pela experiência e conhecimento que os auditores de segurança viária trazem para o processo de elaboração dos projetos viários, bem como pela capacidade das ASVs de examinar detalhadamente todos os aspectos da segurança da infraestrutura. Por outro lado, as ASVs se beneficiam da capacidade da metodologia do iRAP de produzir métricas

objetivas e repetíveis, especialmente as Classificações por Estrelas, que fornecem evidências sobre a gravidade das preocupações com a segurança e o impacto provável das recomendações. Isso permite estabelecer critérios quantitativos de segurança para os projetos.

### 3.8 - QUESTÕES

- 1) No que consiste uma Auditoria de Segurança Viária (ASV)?
- 2) Quais os objetivos de uma ASV?
- 3) Discorrer de forma breve sobre a história do emprego das ASVs.
- 4) Quais são os principais benefícios advindos da aplicação de ASVs?
- 5) Qual o percentual do custo da aplicação de auditoria de segurança em todas as etapas de uma obra viária em relação ao valor total? Em que faixa varia os valores da relação benefício-custo do emprego de ASVs?
- 6) Quais os principais obstáculos à utilização de ASVs?
- 7) Relacionar algumas ações típicas para a melhoria da segurança viária implementadas com base no resultado do emprego de ASVs.
- 8) Quais as etapas em que se deve fazer auditorias de segurança no caso de novos projetos de obras viárias? Comentar os aspectos principais relativos a cada uma dessas etapas.
- 9) Para que servem as listas de verificação (checklists) na realização de uma ASV? Quais os tipos de lista que podem ser utilizados?
- 10) Dê exemplo de uma lista de verificação a ser utilizada em uma auditoria de segurança viária no caso de uma rodovia existente.
- 11) Como a ASV e o método iRAP se relacionam?

### REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

Austroroads (2022). **Guide to Road Safety Part 6 - Road Safety Audit**. [s.l.] AGRS06-22. Disponível em: <https://austroroads.com.au/publications/road-safety/agrs06>. Acesso em: 26 de set. de 2023.

Deng, F.; Jordan, P.; Goodge, M. (2012). **Reducing traffic accidents in China - strengthening the use of road safety audits**. [s.l.]. China Transport Topics, v. 7. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/439411468261867284/pdf/728930BRI0Box30d0and0peer0reviewed.pdf>. Acesso em: 26 de set. de 2023.

FHWA (2012). **Road Safety Audits - An Evaluation of RSA Programs and Projects**. Washington, USA: FHWA-SA-12-037. Disponível em: [https://safety.fhwa.dot.gov/rsa/case\\_studies/fhwasa12037/fhwasa12037.pdf](https://safety.fhwa.dot.gov/rsa/case_studies/fhwasa12037/fhwasa12037.pdf). Acesso em: 26 de set. de 2023.

iRAP (2021a). **iRAP Methodology Fact Sheets**. International Road Assessment Pro-

gramme. London: England. Disponível em: <https://irap.org/methodology/>. Acesso em: 26 de set. de 2023.

iRAP (2021b). **iRAP Specification, Manuals and Guides**. International Road Assessment Programme. London: England. Disponível em: <https://irap.org/specifications/>. Acesso em: 26 de set. de 2023.

iRAP (2021c). **Welcome to ViDA. The iRAP Online Software to Help Create a World Free of High Risk Roads**. International Road Assessment Programme. London: England. Disponível em: <https://vida.irap.org/en-gb/home>. Acesso em: 26 de set. de 2023.

iRAP (2021d). **Road Safety Toolkit. International Road Assessment Programme**. London: England. Disponível em: <https://toolkit.irap.org/>. Acesso em: 26 de set. de 2023.

Nodari, C. T. (2003). **Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários Rurais de Pista Simples**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. Porto Alegre.

Nodari, C. T.; Lindau, L. (2001). **Auditorias de Segurança Viária**. Revista Transportes, volume 9, número 2. São Paulo, Brasil: ANPET.

Ogden, K. W. (1996). **Safer Roads - A Guide to Road Safety Engineering**. Melbourne, Ashgate Publishing Ltd.

Proctor, S.; Belcher M.; Cook, P. (2001). **Practical Road Safety Auditing Hardcover**. Institute of Civil Engineers Pub.

Van der Kooi (1999). **Road Safety, Audit Tools, Procedures And Experiences - A Literature Review And Recommendations**. SWOV REPORT D-99-5. Disponível em: <https://swov.nl/system/files/publication-downloads/d-99-05.pdf>. Acesso em: 25 de set. de 2023.

WHO (2021). **Plano Global - Década de Ação pela segurança no trânsito 2021-2030**. [s.l.]. World Health Organization. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/pnatrans/PlanoGlobaldaSegundaDcadeAopelaSegurananoTrnsito.pdf>. Acesso em: 26 de set. de 2023.

## 9- esforço legal no trânsito

### 9.1 - INTRODUÇÃO

O esforço legal no trânsito compreende, genericamente, três componentes: legislação de trânsito, gestão do trânsito no âmbito legal e documentação dos sinistros. A finalidade do esforço legal é organizar o sistema de trânsito para que a circulação de veículos e pedestres seja realizada com segurança, fluidez, comodidade, preservação do meio ambiente, convivência pacífica dos usuários, etc.

A legislação diz respeito às leis e normas que regulamentam o trânsito.

A gestão no âmbito legal corresponde à implementação da legislação na prática, e envolve basicamente três atividades: administração, fiscalização e punição dos infratores. A administração diz respeito à consecução dos procedimentos burocráticos e operacionais; a fiscalização, à verificação do cumprimento das leis e normas do trânsito; e a punição, à aplicação das penalidades aos infratores.

A documentação dos sinistros consiste na coleta de informações mediante o preenchimento de Boletim de Ocorrência. Nos sinistros com vítimas, também é necessária a elaboração de documento detalhado relatando o sinistro por parte da Polícia Técnico-Científica, órgão vinculado à Secretaria de Segurança Pública dos Estados.

O esforço legal está presente no Pilar 6 do PNATRANS, “Normatização e Fiscalização” (Brasil, 2021), o qual tem por objetivo estimular o cumprimento das regras de trânsito por meio de leis, operação de fiscalização e aplicação das penalidades cabíveis. O Pilar 6 é composto em cinco grandes iniciativas:

- Gestão e coordenação do PNATRANS;
- Fortalecimento do sistema de resposta às ocorrências de sinistros de trânsito;
- Promoção de inovação na operação e na fiscalização de trânsito;
- Prevenção de comportamentos de risco por meio de operação de fiscalização de trânsito;
- Formação e capacitação continuada dos agentes de trânsito.

A seguir, são discutidos os três componentes do esforço legal no trânsito.

### 9.2 - LEGISLAÇÃO

No país, a legislação de trânsito está expressa na Constituição Federal (na qual são feitas referências genéricas), no Código de Trânsito

Brasileiro (documento principal), em resoluções do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), em portarias do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), em decretos e em leis específicas.

A seguir, são comentados os aspectos mais relevantes presentes nesses documentos.

### // CONSTITUIÇÃO FEDERAL DO BRASIL

Na Constituição Federal é feita referência ao tema trânsito nos artigos 22, 23 e 144 (Brasil, 1988).

O artigo 22 estabelece que somente à União compete legislar sobre a matéria trânsito.

O artigo 23 dispõe que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios estabelecer e implantar política de educação para a segurança do trânsito.

No artigo 144 é explicitado que a segurança pública é dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, e exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio — na qual se insere o trânsito —, por intermédio dos seguintes órgãos: Polícia Federal; Polícia Rodoviária Federal; Polícia Ferroviária Federal; Polícias Civis; Polícias Militares e Corpos de Bombeiros Militares; e Polícias Penais Federal, Estaduais e Distrital. Também neste artigo é estabelecido que a Polícia Rodoviária Federal é um órgão permanente, organizado e mantido pela União e estruturado em carreira, destinado, na forma da lei, ao patrulhamento ostensivo das rodovias federais. O mesmo artigo estabelece, ainda, que a segurança viária: (1) compreende a educação, engenharia e fiscalização de trânsito, além de outras atividades previstas em lei, que assegurem ao cidadão o direito à mobilidade urbana eficiente; (2) compete, no âmbito dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, aos respectivos órgãos ou entidades executivos e seus agentes de trânsito, estruturados em Carreira, na forma da lei.

### // CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO

A legislação de trânsito do país está estabelecida no Código de Trânsito Brasileiro, objeto da Lei 9.503, de 23 de Setembro de 1997, e está em vigor desde 28 de Janeiro de 1998 (Brasil, 1997).

A seguir, são comentados, em linhas gerais, os teores dos vários capítulos que compõem o código.

O capítulo I define o conceito de trânsito, estabelece que o trânsito em condições seguras é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito (que são responsáveis por erro ou omissão na aplicação das ações voltadas para a segurança), dispõe que as disposições do código são aplicáveis a todos os condutores e proprietários de veículos nacionais ou estrangeiros e determina que o código aplica-se às vias públicas usuais e, também, às vias internas de condomínios fechados, às vias e áreas de estacionamento de estabelecimentos privados e às praias abertas à circulação de veículos.

O capítulo II define o Sistema Nacional de Trânsito e as obrigações e os órgãos que o compõem. O Sistema Nacional de Trânsito é o conjunto de órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que tem por finalidade o exercício das atividades de planejamento, administração, normatização, pesquisa, registro e licenciamento de veículos, formação, habilitação e reciclagem de condutores, educação, engenharia, operação do sistema viário, policiamento, fiscalização, julgamento de infrações e de recursos e aplicação de penalidades.

Compõem o Sistema Nacional de Trânsito os seguintes órgãos e entidades:

- Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, coordenador do sistema e órgão máximo normativo e consultivo, ao qual compete estabelecer as normas regulamentares referidas neste Código e as diretrizes da Política Nacional de Trânsito; coordenar os órgãos do Sistema Nacional de Trânsito, objetivando a integração de suas atividades;
- Conselhos Estaduais de Trânsito – CETRAN e o Conselho de Trânsito do Distrito Federal – CONTRANDIFE, órgãos normativos, consultivos e coordenadores;
- Órgãos e entidades executivos de trânsito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;
- Órgãos e entidades executivos rodoviários da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;
- Polícia Rodoviária Federal;
- Polícias Militares dos Estados e do Distrito Federal; e
- Juntas Administrativas de Recursos de Infrações – JARI.

O capítulo III dispõe sobre as normas gerais de circulação e conduta, definindo, principalmente, os procedimentos a serem seguidos



pelos condutores de veículos. Também, alguns procedimentos específicos a serem observados por passageiros, pedestres, ciclistas ou qualquer outro usuário da via, bem como na circulação de animais.

O capítulo IV define as normas de circulação de pedestres e condutores de veículos não motorizados.

O capítulo V estabelece os direitos dos cidadãos no que diz respeito ao sistema de trânsito e os deveres dos órgãos e entidades responsáveis.

O capítulo VI dispõe sobre a educação para o trânsito, explicitando que a educação para o trânsito é direito de todos e constitui dever prioritário dos órgãos componentes do Sistema Nacional de Trânsito.

O capítulo VII define os aspectos gerais relativos à sinalização de trânsito e determina que as normas e especificações sejam definidas pelo CONTRAN.

O capítulo VIII estabelece aspectos gerais relativos à engenharia de tráfego, operação, fiscalização e policiamento ostensivo de trânsito, bem como determina que as normas e especificações pertinentes sejam definidas pelo CONTRAN.

O capítulo IX define aspectos gerais relativos às características dos veículos, determinando que as normas e especificações pertinentes são definidas pelo CONTRAN.

O capítulo X estabelece as normas para a circulação no território nacional de veículos licenciados em outros países.

O capítulo XI dispõe sobre o registro de veículos e a expedição do Certificado de Registro de Veículo – CRV, documento de porte obrigatório para a circulação.

O capítulo XII dispõe sobre o licenciamento dos veículos, que deve ser realizado anualmente pelo órgão executivo de trânsito do Estado, ou do Distrito Federal, onde estiver registrado.

O capítulo XIII define as condições a serem preenchidas por veículos e condutores para o transporte de escolares e de motofrete.

O capítulo XIV estabelece as condições e as exigências para obtenção da habilitação: Permissão para Dirigir por um ano, para os iniciantes, e Carteira Nacional de Habilitação, nas suas diversas categorias, após este período. As várias categorias de condutor previstas são as seguintes:

- Categoria A – condutor de veículo motorizado de duas ou três rodas, com ou sem carro lateral;

- Categoria B – condutor de veículo motorizado, não abrangido pela categoria A, cujo peso bruto total não exceda a três mil e quinhentos quilogramas e cuja lotação não exceda a oito lugares, excluído o do motorista;

- Categoria C – condutor de veículo motorizado, abrangido pela Categoria B, utilizado em transporte de carga, cujo peso bruto total exceda a três mil e quinhentos quilogramas;

- Categoria D – condutor de veículo motorizado, abrangido pelas Categorias B e C, utilizado no transporte de passageiros, cuja lotação exceda a oito lugares, excluído o do motorista;

- Categoria E – condutor de combinação de veículos em que a unidade tratora se enquadre nas Categorias B, C ou D e cuja unidade acoplada, reboque, semirreboque, trailer ou articulada, tenha seis mil quilogramas ou mais de peso bruto total, ou cuja lotação exceda a oito lugares.

O capítulo XV define as ações que caracterizam infrações de trânsito, a natureza das infrações (leve, média, grave, ou gravíssima) e as penalidades correspondentes: multa, apreensão do veículo, recolhimento do documento de habilitação, etc.

O capítulo XVI dispõe sobre as penalidades a serem impostas aos infratores das leis de trânsito e das responsabilidades de condutores, proprietários dos veículos, etc. As principais penalidades previstas são as seguintes: advertência por escrito, multa, suspensão do direito de dirigir, apreensão do veículo, cassação da Carteira Nacional de Habilitação ou da Permissão para Dirigir e frequência obrigatória em curso de reciclagem. Para cada tipo de infração é estabelecido o valor da multa e o número de pontos atribuídos (o total de pontos acumulados pode, em determinadas circunstâncias, levar à suspensão do direito de dirigir).

O capítulo XVII estabelece as medidas administrativas de alçada da autoridade de trânsito ou seus agentes, que são as seguintes: retenção do veículo, remoção do veículo, recolhimento da Carteira Nacional de Habilitação ou da Permissão para Dirigir, recolhimento do Certificado de Registro, recolhimento do Certificado de Licenciamento Anual, transbordo do excesso de carga, realização de teste de dosagem de alcoolemia ou perícia de substância entorpecente ou que determine dependência física ou psíquica, recolhimento de animais que se encontrem soltos nas vias e na faixa de domínio das

vias de circulação e realização de exames de aptidão física, mental, de legislação, de prática de primeiros socorros e de direção veicular.

O capítulo XVIII define as diretrizes dos processos administrativos de responsabilidade das autoridades de trânsito ou seus agentes, enfocando os seguintes principais aspectos: autuação dos infratores, julgamento das autuações e aplicação das penalidades, interposição e julgamento dos recursos.

O capítulo XIX define os crimes de trânsito e estabelece que a esses crimes aplicam-se as normas gerais do Código Penal e do Código de Processo Penal.

As penas previstas são de detenção, suspensão da habilitação, impedimento para obtenção da permissão para dirigir e multa.

No capítulo XX encontram-se as disposições finais e transitórias, no qual são estabelecidos prazos para o cumprimento de algumas determinações do código, procedimentos a serem adotados na transição do código antigo para o novo e outros procedimentos relevantes não abordados nos capítulos anteriores. Entre esses procedimentos consta o artigo 320, que trata da destinação da receita arrecadada com a cobrança das multas de trânsito.

Além do corpo principal, o código contém um anexo, no qual são apresentados conceitos e definições de aspectos abordados ao longo do código.

### // RESOLUÇÕES DO CONTRAN

As resoluções do CONTRAN têm por objetivo regulamentar os diversos aspectos do código de trânsito, bem como estabelecer novas normas e procedimentos visando manter atualizadas as leis de trânsito à luz da experiência e de pesquisas realizadas.

### // PORTARIAS DA SENATRAN

As portarias da SENATRAN têm por objetivo definir procedimentos para operacionalização de normas estabelecidas pelo código de trânsito ou por resoluções do CONTRAN (em alguns casos, as resoluções do CONTRAN explicitam que a definição posterior de procedimentos será feita pela SENATRAN).

## 9.3 - GESTÃO LEGAL

### // ÓRGÃOS DE TRÂNSITO E RESPECTIVAS FUNÇÕES

O Quadro 9.1 mostra o organograma dos diversos órgãos que compõem o Sistema Nacional de Trânsito e que são responsáveis pela gestão do trânsito no âmbito legal.

**Quadro 9.1** – Organograma do Sistema Nacional de Trânsito.

Instância	Consultivos e Coordenados	Órgão executivos		Agentes de Fiscalização	Julgamento e Recursos	Julgamento e Recursos
		Trânsito	Rodoviário			
Federal	CONTRAN	SENATRAN (diretrizes e supervisão)	PRF DNIT	PRF DNIT	JARI	Órgão especial da JARI - CONTRAN
Estadual	CENTRAN e CONTRANDIFE	DETRAN (veículo e condutor)	DER	DETRAN DER PM (convênio)	JARI	CETRAN CONTRADIFE
Municipal	X	Órgãos Municipais (estacionamento, circulação, pesos, dimensões, etc.)	Órgãos Municipais	PM (convênio) Órgãos Municipais	JARI	CETRAN CONTRADIFE

Significado das siglas: CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito, CETRAN – Conselho Estadual de Trânsito, CONTRANDIFE – Conselho de Trânsito do Distrito Federal, SENATRAN – Secretaria Nacional de Trânsito, DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito, PRF – Polícia Rodoviária Federal, DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, DER – Departamento de Estradas de Rodagem dos Estados, PM – Polícia Militar do Estado, JARI – Juntas Administrativas de Recursos de Infrações.

Além do DER, pode haver outros órgãos executivos rodoviários dos Estados, como, por exemplo, o DERSA (Desenvolvimento Rodoviário S.A.) no Estado de São Paulo.

Resumidamente, as atribuições dos vários órgãos que integram o Sistema Nacional de Trânsito são as seguintes:

- CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) – É o órgão coordenador do sistema e o órgão máximo normativo e consultivo, ao qual compete estabelecer as normas regulamentares referidas do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e as diretrizes da Política Nacional de Trânsito;
- CETRAN (Conselhos Estaduais de Trânsito) e CONTRANDIFE (Conselho de Trânsito do Distrito Federal) – São órgãos normativos, consultivos e coordenadores em nível de Estado, com a missão de elaborar normas suplementares expressas no CTB e nas resoluções do CONTRAN no âmbito das suas respectivas compe-

tências. Outras atribuições conferidas a esses órgãos são: responder consultas relativas à aplicação da legislação, dirimir conflitos sobre circunscrição e competência no âmbito dos municípios e julgar os recursos interpostos contra as decisões das JARIs dos órgãos executivos estaduais e municipais que funcionam no Estado;

- SENATRAN (Secretaria Nacional de Trânsito) – É o órgão máximo executivo do Sistema Nacional de Trânsito (SNT) que atualmente integra a estrutura do Ministério dos Transportes, com autonomia administrativa e técnica, com jurisdição sobre todo o território nacional. Tem autonomia para definir procedimentos para operacionalização de normas estabelecidas pelo código de trânsito ou por resoluções do CONTRAN, além de coordenar a execução da Política Nacional de Trânsito. Outras das suas atribuições são: organização e manutenção do Registro Nacional de Condutores Habilitados – RENACH, do Registro Nacional de Veículos Automotores – RENAVAL, do Registro Nacional de Infrações de Trânsito – RENAINF, e do Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito – RENAEST; prestação de suporte técnico, jurídico, administrativo e financeiro ao CONTRAN na execução de suas funções; etc.;

- Órgãos executivos de trânsito dos Estados (DETRANs) – São órgãos da Polícia Civil. Dentre as suas atribuições estão: supervisão e fiscalização dos exames de habilitação; controle de informações sobre direitos e transações de veículos; emissões e renovações de habilitações, controle de multas de trânsito; supervisão e fiscalização do registro, licenciamento e expedição do certificado de registro de veículo automotor; prestação de serviços referentes a cursos, programas e campanhas educativas de trânsito; fiscalização e controle da apreensão e liberação de veículos e documentos; apuração das infrações penais de autoria incerta ou desconhecida praticadas com veículos motorizados e oriundas da falsificação de documentos de veículos e condutores; aplicação e julgamento das penalidades por infrações de sua competência, notificando os infratores e arrecadando as multas que aplicar; etc. Os DETRANs possuem divisões regionais denominadas CIRETRANs (Circunscrição Regional de Trânsito), com a finalidade de implementar no âmbito do município as atribuições dos DETRANs e possuindo as mesmas atribuições operacionais do Departamento Sede, inclusive contando com médicos e psicólogos credenciados para realização de exames de sanidade física e mental e avaliação psicológica;

- Órgãos executivos rodoviários da união (DNIT e PRF), dos estados (DERs, em São Paulo também o DERSA) – dentre as suas atribuições estão: planejar, projetar e regulamentar o trânsito nas rodovias e estradas (não aplicável à PRF); implantar, manter e operar o sistema de sinalização (não aplicável à PRF); coletar dados e realizar estudos sobre os sinistros de trânsito; executar a fiscalização de trânsito, atuando e aplicando penalidades de advertência e de multas; arrecadar multas; promover e participar de programas e projetos de educação e segurança no trânsito; fiscalizar a emissão de poluentes pelos veículos automotores, etc.;

- Órgãos executivos de trânsito dos municípios (Secretarias, Departamentos ou Empresas ligadas à Prefeitura) – entre suas atribuições estão: planejar, projetar e regulamentar o trânsito nas vias urbanas e rodovias municipais; implantar, manter e operar o sistema de sinalização; coletar dados e realizar estudos sobre os sinistros de trânsito; executar a fiscalização de trânsito, atuando e aplicando penalidades de advertência e de multas; arrecadar multas; promover e participar de programas e projetos de educação e segurança no trânsito; fiscalizar a emissão de poluentes pelos veículos automotores, etc.;

- PM (Polícia Militar dos Estados) – A Polícia Militar, mediante convênio com os DETRANs e com os DERs, atua, por intermédio da Polícia Rodoviária, na fiscalização das infrações nas rodovias e estradas estaduais. Nas vias urbanas e rodovias e estradas municipais, a Polícia Militar, mediante convênio com os DETRANs, atua na fiscalização das infrações de competência do Estado. Também pode, mediante convênio com o órgão executivo municipal, atuar na fiscalização das infrações de competência municipal;

- JARI (Junta Administrativa de Recursos de Infrações) – São órgãos que funcionam junto aos órgãos executivos rodoviários ou de trânsito, com a finalidade de julgar os recursos interpostos pelos infratores contra penalidades impostas.

A distribuição de competência (fiscalização de trânsito, aplicação das medidas administrativas e penalidades cabíveis e arrecadação de multas aplicadas) dos órgãos executivos de trânsito municipal e dos órgãos executivos de trânsito dos Estados (DETRANs) e do Distrito Federal, em função dos tipos de infração, encontra-se definida no Manual Brasileiro de Fiscalização de Trânsito (MBFT) aprovado pela Resolução CONTRAN nº 985/2022 (Brasil, 2022a). No Quadro

9.2 estão relacionadas às competências de atuação associadas aos principais tipos de infração.

**Quadro 9.2** – Competências associadas aos principais tipos de infrações

Competência	Infrações
<b>Estado</b>	Dirigir sem a habilitação pertinente, conduzir veículo não registrado e/ou não licenciado, dirigir alcoolizado ou drogado, deixar de prestar socorro à vítima de sinistro, não portar no veículo placas de identificação ou placas fora das especificações, transitar com veículos que não atendam as especificações legais, conduzir veículo sem os equipamentos obrigatórios ou em mal estado, transportar em veículo destinado ao transporte de passageiros carga excedente, transitar em velocidade superior ao limite legal ou incompatível com o local em rodovias, etc.
<b>Município</b>	Transitar em velocidade superior ao limite legal ou incompatível com o local, estacionar ou parar irregularmente, circular fora das normas, ultrapassar irregularmente, passar no sinal vermelho de semáforo, deixar de dar preferência de passagem a pedestre e a veículo não motorizado que se encontre na faixa a ele destinada, deixar de dar preferência de passagem nas interseções com sinalização de Pare ou de Dê a Preferência, transitar com o veículo produzindo fumaça, gases ou partículas em níveis superiores aos limites legais, transitar com veículo com dimensões ou carga superiores aos limites legais, fazer ou deixar que se faça reparo em veículo na via pública sem motivo de força maior, ter o veículo imobilizado na via por falta de combustível, etc.
<b>Estado e Município (dupla competência)</b>	Deixar o condutor ou passageiro de usar o cinto de segurança, transportar crianças sem observância às normas de segurança, dirigir sem atenção ou sem os cuidados indispensáveis à segurança, disputar corrida por espírito de emulação, desobedecer às ordens emanadas da autoridade competente de trânsito ou de seus agentes, transitar com o veículo com lotação excedente, conduzir motocicleta, motoneta e ciclomotor sem usar capacete de segurança adequado, dirigir o veículo utilizando-se de fones nos ouvidos conectados a aparelhagem sonora ou de telefone celular, etc.

### // FISCALIZAÇÃO DO TRÂNSITO

Segundo o Manual Brasileiro de Fiscalização de Trânsito (MBFT, 2022), a fiscalização de trânsito é parte integrante do esforço legal, é uma ferramenta de suma importância na busca da convivência pacífica entre os usuários das vias, devendo ser conjugada às ações de operação de trânsito, engenharia de tráfego e educação para o trânsito. Até 1997, a fiscalização de trânsito era exercida exclusivamente pela Polícia Militar, como atividade decorrente do exercício do policiamento em geral. Com o atual Código de Trânsito Brasileiro, em vigor desde 1998, foi criada a figura do agente de trânsito para atuar na fiscalização e da autoridade de trânsito, conforme os seguintes conceitos:

- Autoridade de trânsito é o dirigente máximo de um órgão executivo integrante do Sistema Nacional de Trânsito, ou pessoa por ele expressamente credenciada;
- Agente de trânsito é qualquer pessoa, civil ou militar, designada

pela autoridade de trânsito e credenciada junto ao CETRAN ou CONTRANDIFE, para o exercício das atividades de fiscalização do trânsito, aplicação de multas, etc.

Na legislação federal, está previsto o processo de municipalização do trânsito, que consiste em passar aos municípios uma série de atribuições relacionadas à gestão do trânsito no âmbito legal. Nos municípios que ainda não municipalizaram o trânsito, a gestão é realizada por outros órgãos mediante convênios, o DETRAN, na administração do trânsito e punição dos infratores, e a Polícia Militar, no campo da fiscalização. Mesmo nos municípios em que o trânsito encontra-se municipalizado, a Polícia Militar, mediante convênio com os DETRANs, continua atuando na fiscalização das infrações de trânsito de competência do Estado e, se houver convênio com o município, também na fiscalização das infrações de competência do município, atuando, nesse caso, na mesma esfera dos agentes de trânsito municipais.

Além dos agentes de trânsito, dos policiais rodoviários federais, dos policiais militares (sempre mediante convênio) e dos guardas municipais, a fiscalização também pode ser realizada por dispositivos eletrônicos ou audiovisual, que, no estágio atual de desenvolvimento tecnológico, podem atuar (verificar se há irregularidade e fotografar, documentando a infração para posterior processamento) nas seguintes principais infrações: velocidade acima do limite legal da via, passagem com a luz vermelha em semáforos, parada sobre a faixa de pedestres em semáforos, realização de conversão proibida em cruzamentos, veículo transitando em faixas exclusivas para ônibus, veículo com licenciamento vencido, veículo circulando em horários/dias proibidos no sistema.

O Manual Brasileiro de Fiscalização de Trânsito (MBFT, 2022) contempla os procedimentos gerais a serem observados pelas autoridades de trânsito, seus agentes e órgãos de julgamento de 1ª e 2ª instâncias. O manual é composto por duas partes: (1) uma parte geral, onde são apresentadas normas, conceitos e definições aplicáveis ao conjunto normativo do trânsito; e (2) fichas de fiscalização de cada uma das infrações de trânsito, compostas por campos destinados ao detalhamento das infrações e indicação dos seus respectivos amparos legais e procedimentos de rodízio estabelecido com base no dígito final da placa, etc.

Os seguintes requisitos são necessários para que a fiscalização do trânsito seja realizada com eficácia:

- Agentes de trânsito devidamente treinados e em quantidade suficiente;
- Viaturas (carros, motocicletas, bicicletas, etc.) em bom estado e em número suficiente;
- Equipamentos auxiliares, como bafômetros e radares móveis, em quantidade suficiente;
- Dispositivos de fiscalização eletrônica em número suficiente e adequadamente utilizados (o uso incorreto desses dispositivos pode levar à aplicação de um exagerado número de multas com impacto insignificante na redução da quantidade e da severidade dos sinistros).

O emprego de dispositivos eletrônicos para a fiscalização da velocidade é tratado de maneira apropriada em Brandão.

## // PUNIÇÃO DOS INFRATORES

Como a desobediência às leis e normas do trânsito coloca em risco a integridade física e o patrimônio do infrator e de outras pessoas, é importante que os infratores sejam adequadamente punidos para evitar a reincidência. A seguir, é explicitada a lógica adotada na aplicação das penalidades.

Constatada a infração, o agente de trânsito lavra o auto de infração, onde devem constar todas as informações previstas no artigo 280 do Código de Trânsito Brasileiro:

- Tipificação da infração;
- Local, data e hora do cometimento da infração;
- Caracteres da placa de identificação do veículo, sua marca e espécie, e outros elementos julgados necessários à sua identificação;
- Prontuário do condutor, sempre que possível;
- Identificação do órgão ou entidade e da autoridade ou agente atuador ou equipamento que comprove a infração;
- Assinatura do infrator, sempre que possível, valendo esta como notificação do cometimento da infração.

Também importante é que a infração deve ser comprovada por declaração da autoridade ou do agente da autoridade de trânsito, por aparelho eletrônico (as mais comuns são as infrações de excesso de velocidade e desrespeito a faixa de pedestres ou avanço de sinal vermelho em semáforos), ou por equipamento audiovisual, ou qualquer outro meio tecnologicamente disponível previamente regulamentado pelo CONTRAN.

Uma vez encaminhado o auto de infração ao órgão executivo, é verificada a consistência do mesmo. Se for verificado qualquer problema, o auto é cancelado; caso contrário, é preparada uma notificação de autuação, que é enviada dentro do prazo de 30 dias, contados a partir do cometimento da infração, ao proprietário do veículo. Este, então, tem as seguintes opções: acatar a penalidade, se pertinente, informando ao órgão executivo os dados do real condutor a fim de transferir os pontos atribuídos ao tipo de infração cometido (segundo a Resolução nº 918/2022 do CONTRAN, de 28 de março de 2022 – válida a partir de 1º de abril de 2022) (Brasil, 2022b).

Não havendo interposição de recurso no prazo de 30 dias, ou indeferido o recurso de defesa prévia, é feita a notificação de penalidade ao infrator (ao proprietário do veículo, ao infrator, ou a ambos, conforme seja o caso). Nesta etapa, ainda cabe recurso junto à JARI (Junta Administrativa de Recursos de Infrações) do órgão executivo, que pode deferir ou não a solicitação de anulação da penalidade com base nos argumentos apresentados. Depois dessa instância, resta, ainda, a interposição de recurso junto ao CETRAN/CONTRANDIFE, ou ao CONTRAN, no caso de infrações nas rodovias e estradas federais.

Nos casos usuais, segundo a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 do Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997), a penalidade consiste na aplicação de multa e na anotação do número de pontos correspondentes. Tanto o valor da multa, como o número de pontos, depende do tipo de infração: leve (R\$ 88,38 e 3 pontos), média (R\$ 130,16 e 4 pontos), grave (R\$ 195,23 e 5 pontos) ou gravíssima (R\$ 293,47 e 7 pontos). A autoridade de trânsito determina a suspensão temporária do direito de dirigir se o infrator atingir:

- 20 (vinte) pontos, caso constem 2 (duas) ou mais infrações gravíssimas na pontuação;
- 30 (trinta) pontos, caso conste 1 (uma) infração gravíssima na pontuação;
- 40 (quarenta) pontos, caso não conste nenhuma infração gravíssima na pontuação.

Sob certas condições, no caso de infração leve ou média, a penalidade pode restringir-se a uma advertência por escrito.

Além da aplicação de multas, suspensão temporária do direito de dirigir e obrigatoriedade de frequentar curso de reciclagem, outras penalidades previstas no código são: cassação definitiva do direito

de dirigir, apreensão (retenção ou remoção) do veículo, recolhimento do Certificado de Registro do Veículo e recolhimento do Certificado de Licenciamento Anual.

Quando se trata de ato grave que caracteriza crime no trânsito, como, por exemplo, lesão corporal culposa, embriaguez ao volante, participação em competição, etc., as penas previstas são: detenção, suspensão ou cassação da habilitação, obrigatoriedade de frequentar curso de reciclagem, etc. Quando as penalidades para os crimes no trânsito não estiverem dispostas de modo diverso no Código de Trânsito, valem as normas gerais do Código Penal e do Código de Processo Penal.

Em algumas situações extremas, o próprio agente de trânsito pode aplicar algum tipo de penalidade no ato da lavratura da infração. Exemplos: apreensão do veículo por falta de documentação correta, ou por falta de equipamentos de segurança, ou pela existência de problemas no veículo que impedem uma movimentação segura; proibição do condutor de continuar dirigindo por não portar o documento de habilitação, ou estar com o documento vencido, ou estar embriagado ou drogado; impedimento da viagem dos passageiros acomodados inadequadamente; etc.

#### **9.4 - DOCUMENTAÇÃO DOS SINISTROS**

A documentação dos sinistros (coleta de informações através do preenchimento do Boletim de Ocorrência) é realizada pela Polícia Militar dos Estados, nas cidades e rodovias e estradas municipais, pela Polícia Militar Rodoviária Federal, nas rodovias e estradas federais, e pela Polícia Militar Rodoviária dos Estados, nas rodovias e estradas estaduais.

A documentação dos sinistros é realizada pela Polícia Militar no local do sinistro quando há vítimas ou, mesmo não existindo vítimas, quando há veículos oficiais envolvidos.

Nos sinistros sem vítimas e sem envolvimento de veículos oficiais, se necessário, para efeito de acionamento de seguro ou outro motivo, os envolvidos devem registrar o boletim de ocorrência conforme o prazo determinado pelo órgão competente, sendo que, nesse caso, é feita a observação que o documento foi preenchido com base nas informações dos envolvidos. Nas unidades da federação, os interessados podem fazer o registro da ocorrência do sinistro de trânsito pela Internet. Muitos sinistros sem vítimas não são, portanto, registra-

dos; e aqueles que são não contêm informações confiáveis, uma vez que são relatados pelos próprios envolvidos.

Os boletins de ocorrência dos sinistros de trânsito devem necessariamente conter as informações básicas relacionadas no Capítulo 2, além de outras consideradas relevantes pelo policial.

O Boletim de Ocorrência de Sinistro de Trânsito é utilizado para diversos fins: constituição de banco de dados dos sinistros visando à elaboração de diagnóstico e de plano de ações para reduzir a sinistralidade viária; acionamento do seguro do veículo (quando houver); acionamento do seguro DPVAT (seguro obrigatório de danos pessoais causados por veículos automotores em vias terrestres), que serve para cobrir despesas hospitalares em caso de sinistro; instrução de processo cível, nos casos em que se precisa realizar a cobrança dos danos via judicial, etc.

A primeira providência nos sinistros sem vítimas é remover os veículos do local, quando tal medida é necessária para assegurar a segurança e a fluidez do trânsito. Não remover o veículo é considerado uma infração de trânsito de natureza média.

No caso de sinistros com vítimas, a Polícia Militar deve preservar o local até a chegada da Polícia Técnico-Científica, normalmente composta por um perito, um fotógrafo e um desenhista, para documentar em detalhes o sinistro. O trabalho dos peritos visa descrever em detalhe o sinistro e apontar as causas do mesmo. Para isso, verifica a situação da via e da sinalização, identifica marcas de pneus na pista nas frenagens ou derrapagens e a extensão das mesmas, realiza vistoria nos veículos para verificar se houve avaria mecânica, podendo até mesmo enviar peças para análise pormenorizada, etc. O trabalho dos peritos é finalizado no escritório com a elaboração do laudo, anexando, se necessário, fotografias e desenho esquemático. O laudo é, então, encaminhado ao Delegado de Polícia para ser utilizado na ação judicial.

Algumas vezes, no entanto, quando não há vítimas fatais, os feridos já foram removidos e a presença dos veículos acidentados na via prejudica bastante a segurança e/ou a fluidez do tráfego, a Polícia Militar pode optar pela retirada dos veículos acidentados da via antes da chegada da Polícia Científica. Nesse caso, a perícia fica prejudicada, limitando-se praticamente ao exame dos veículos.

O condutor que fugir do local do sinistro, deixar de prestar socorro



às vítimas ou não preservar o local do sinistro comete infração gravíssima (7 pontos) e recebe multa, sem prejuízo da aplicação de outras penalidades cabíveis.

Na gestão da fiscalização do trânsito, são utilizados indicadores para a avaliação da qualidade, eficiência e eficácia do serviço, tais como:

- Número de agentes de fiscalização por habitante, veículo, extensão da via, extensão da malha viária, etc.;
- Número de dispositivos de fiscalização eletrônica por habitante, veículo, extensão da via, extensão da malha viária, etc.;
- Número de multas por habitante, veículo, extensão da via, extensão da malha viária, agente de fiscalização, radar, etc.;
- Número de sinistros (mortes ou feridos) por multa aplicada;
- Número de multas por infração cometida (dado obtido por amostragem).

Esses indicadores são bastante úteis, uma vez que permitem comparar as situações de distintos espaços geográficos (país, estado, município, cidade, rodovia, etc.), bem como as situações do mesmo espaço geográfico em diferentes períodos de tempo.

A criação de um sistema nacional para emissão de boletins de ocorrência de sinistros de trânsito está entre os produtos previstos no PNATRANS, em seu “Pilar 1 – Gestão da Segurança no Trânsito” (Brasil, 2021). Com o registro nacional padronizado, contribui-se para a melhoria da qualidade dos bancos de dados de sinistros e, conseqüentemente, para um diagnóstico mais preciso e consolidado da sinistralidade, de modo subsidiar adequadamente a tomada de decisão no âmbito da gestão da segurança viária.

Paralelamente, a Resolução CONTRAN nº 808/2020 estabelece que a SENATRAN deve estabelecer os campos mínimos com os dados que devem compor um boletim de ocorrência de sinistro de trânsito (Brasil, 2020). Iniciativas no sentido da padronização do registro das ocorrências são fundamentais para a efetivação e confiabilidade do RENAEST.

### 9.5 - QUESTÕES

- 1) Quais são os componentes integrantes do Esforço Legal no trânsito? Discorrer sucintamente sobre cada um deles.
- 2) Qual o objetivo do Esforço Legal no trânsito?
- 3) Quais os principais documentos legais que tratam da legislação de trânsito no país?

4) Dizer, no máximo em três linhas, do que trata cada capítulo do Código de Trânsito Brasileiro.

5) Qual o objetivo das resoluções do CONTRAN e das portarias da SENATRAN?

6) Quais são, resumidamente, as atribuições dos vários órgãos que integram o Sistema Nacional de Trânsito?

7) Em quais documentos é definida a distribuição de competência (fiscalização de trânsito, aplicação das medidas administrativas e penalidades cabíveis e arrecadação de multas aplicadas) dos órgãos executivos de trânsito municipal e dos órgãos executivos de trânsito dos Estados (DETRANs)? Dar três exemplos de infração de competência do estado, do município e de ambos (dupla competência).

8) No que consiste a municipalização do trânsito?

9) Conceituar autoridade de trânsito e agentes de trânsito.

10) No que consiste a fiscalização do trânsito com dispositivos eletrônicos? Quais os principais tipos de infração que esses dispositivos têm sido utilizados para detectar?

11) Quais os requisitos para que a fiscalização do trânsito seja realizada com eficácia?

12) Por que é importante punir os infratores das leis e normas do trânsito?

13) Quais as principais informações que devem constar do auto de infração de trânsito? Quem pode lavrar este auto?

14) No que consistem a notificação de autuação e a notificação de penalidade?

15) Quais as instâncias de recursos que podem ser interpostos pelos infratores?

16) Como são classificadas as infrações no que diz respeito à gravidade do delito? Quais as penalidades associadas a cada um dos tipos de infração?

17) Discorrer sobre o tema crime no trânsito.

18) Quem deve fazer a documentação dos sinistros de trânsito?

19) A documentação dos sinistros é sempre realizada no local do evento? Explicar.

20) Quais as informações básicas que devem conter os boletins de sinistros de trânsito?

21) Qual a finalidade dos boletins de ocorrência de sinistros de trânsito?

22) Qual a primeira providência nos sinistros sem vítimas? Comentar.

23) Discorrer sobre o papel da Polícia Técnico-Científica nos sinistros de trânsito.

24) Qual a penalidade automática para o condutor que fugir do local do sinistro, deixar de prestar socorro às vítimas ou não preservar o local do sinistro?

25) Comentar sobre os principais índices empregados na avaliação da gestão da fiscalização.

### REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

Brandão, L. M. (2011) **Medidores eletrônicos de velocidade: uma visão da engenharia para sua implantação.** Curitiba: Perkons.

Brasil (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 19 de set. de 2023.

Brasil (1997). **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997: Institui o Código de Trânsito Brasileiro.** Casa Civil. [S.l.], 23 set. 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9503Compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503Compilado.htm). Acesso em: 19 de set. de 2023.

Brasil (2020). **Resolução CONTRAN nº 808, de 15 de dezembro de 2021:** Dispõe sobre o Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito (RENAEST). Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao8082020.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023

Brasil (2021). **Resolução CONTRAN Nº 870, de 13 de setembro de 2021:** Dispõe sobre o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), instituído pela Lei nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao8702021.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023

Brasil (2022a). **Manual Brasileiro De Fiscalização De Trânsito/2022.** [S. l.], Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/mbvt2022.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2022b). **Resolução CONTRAN nº 918, de 28 de março de 2022:** Consolida as normas sobre procedimentos para a aplicação das multas por infrações, a arrecadação e o repasse dos valores arrecadados, nos termos do Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/ptbr/assuntos/transito/conteudocontran/resolucoes/Resolucao9182022.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023

# 10. educação para o trânsito

## 10.1 - INTRODUÇÃO

Educação para o Trânsito é a designação dada às atividades que visam ensinar às pessoas a forma adequada de se comportar no trânsito, bem como conscientizá-las da importância de ter um comportamento apropriado para que a movimentação de veículos e pedestres seja realizada com segurança, eficiência e comodidade. O objetivo da Educação para o Trânsito não é, portanto, apenas transmitir conhecimento teórico e prático às pessoas, mas, também, convencê-las a se comportar de acordo com os conhecimentos adquiridos.

A Educação para o Trânsito é de grande importância no mundo atual, em razão da intensa movimentação de veículos e pedestres existente nas vias terrestres urbanas e rurais. A meta de maior relevância da Educação para o Trânsito é promover a segurança dos usuários, pois as consequências humanas, sociais e econômicas dos sinistros são extremamente negativas para a sociedade. Nesse sentido, cabe colocar que o fator falha humana — possível de ser minimizado com a Educação para o Trânsito — está presente na grande maioria dos sinistros.

Um dos grandes desafios na implementação de uma política adequada de Educação para o Trânsito nos países de baixa e média renda, onde a questão da sinistralidade viária é crítica, é a falta de conscientização da população e dos governantes da importância da questão. Para se obter êxito no combate à violência do trânsito, a Educação para o Trânsito deve ser assumida como responsabilidade de todos: governo (em todas as suas instâncias) e sociedade (pessoas individualmente, empresas, organizações em geral, etc.).

Educação para o Trânsito não é apenas uma disciplina escolar, mas, sim, uma ação contínua que envolve a mídia, família, amigos, colegas de trabalho, bem como todas as faixas etárias: crianças, adolescentes, adultos e idosos. A educação para o trânsito envolve, de maneira geral, três vertentes: conhecimento, treinamento e conscientização (convencimento). As três facetas da educação para o trânsito (conhecimento, treinamento e conscientização) devem ser dirigidas, de forma diferenciada e apropriada, às pessoas de todas as idades: crianças, adolescentes, adultos e idosos.

O conhecimento está relacionado ao ensino teórico das leis e regras do trânsito, mostrando como o trânsito funciona e como as pes-

soas devem se comportar para se locomover a pé, como condutoras de veículo e como passageiras.

O treinamento consiste em fazer as pessoas executarem na prática, sob supervisão, o conhecimento teórico para que adquiram a habilidade necessária. Essa atividade, imprescindível para os condutores de veículos motorizados, também é de grande importância para pedestres, ciclistas, condutores de veículos com tração animal e pessoas que se deslocam montadas em animais.

A conscientização tem por objetivo convencer as pessoas da importância de terem um comportamento adequado no trânsito, visando a sua própria segurança e a das outras pessoas. Além disso, a conscientização contribui para a preservação do patrimônio próprio e dos outros, a circulação pacífica sem desentendimentos, a operação eficiente do sistema viário, o respeito ao meio ambiente, etc.

As atividades de ensino voltadas para o trânsito devem começar desde a pré-escola, pois muitas crianças necessitam locomover-se sozinhas pelas ruas, caminhando ou utilizando bicicleta, e devem continuar em todos os níveis de ensino (fundamental, médio e superior). E, de maneira apropriada, continuarem ao longo de toda a vida das pessoas, evidentemente com mais ênfase e contornos próprios quando as pessoas vão obter a licença para conduzir veículos motorizados.

De maneira geral, a educação para o trânsito envolve as seguintes principais áreas: ensino na escola, formação e aprimoramento de condutores e campanhas educativas — as quais são discutidas posteriormente neste capítulo.

## **10.2 - LEGISLAÇÃO BRASILEIRA**

A educação para o trânsito é assunto tratado na Constituição Federal do Brasil (Brasil, 1988), no Código de Trânsito Brasileiro - Lei 9.503, de 23/09/1997 (Brasil, 1997), em leis e decretos do governo federal, em resoluções do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), em portarias da Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN) e outras matérias oficiais.

A seguir, são colocados os aspectos mais relevantes presentes nesses documentos.

### **// CONSTITUIÇÃO FEDERAL**

Dois artigos da Constituição Federal são particularmente relevantes. O artigo 6º, que faz referência à educação de maneira geral, e o artigo 23

no inciso XII, que faz menção particular à educação para a segurança no trânsito. Ambos são reproduzidos a seguir (Brasil, 1988).

Artigo 6º – São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 90, de 2015).

Artigo 23º – É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: Inciso XII – estabelecer e implantar política de educação para a segurança do trânsito.

### **// CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO**

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB), instituído pela Lei 9.503 de 23/09/1997 e em vigor desde 28/01/1998, estabelece, no capítulo I, que o trânsito em condições seguras é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito (SNT), que devem adotar as medidas necessárias para assegurar esse direito — entre as quais estão as atividades de Educação para o Trânsito (Brasil, 1997).

No capítulo II, o código coloca de maneira explícita que algumas das finalidades do SNT são: educação para o trânsito e formação, habilitação e reciclagem de condutores. Também é definido que o SNT deve estabelecer as diretrizes com vistas à segurança, fluidez, conforto, defesa ambiental e educação para o trânsito. Outro ponto mencionado é a obrigação dos órgãos e entidades que compõem o SNT de estimular, orientar e promover campanhas educativas voltadas para a segurança no trânsito (Brasil, 1997).

O capítulo VI do CTB é inteiramente dedicado à educação para o trânsito. Logo de início define que a educação para o trânsito é direito de todos e constitui dever prioritário para os componentes do SNT (Brasil, 1997).

Os principais aspectos abordados no capítulo VI do CTB são os seguintes: funcionamento das escolas públicas de trânsito, campanhas educativas para a segurança no trânsito, promoção da educação para o trânsito na pré-escola e nas escolas de 1º, 2º e 3º graus, adoção de conteúdos relativos à educação para o trânsito nas escolas de formação para o magistério, treinamento de professores e multiplicadores e campanha nacional sobre primeiros socorros no caso de sinistros de trânsito (Brasil, 1997).

No que se refere a recursos para a implementação de programas destinados a prevenção de sinistros (onde o tema educação está presente), o artigo 78 do código dispõe que o percentual de dez por cento do total dos valores arrecadados destinados à Previdência Social, do Prêmio do Seguro Obrigatório de Danos Pessoais causados por Veículos Automotores de Via Terrestre – DPVAT, de que trata a Lei nº 6.194, de 19 de dezembro de 1974, serão repassados mensalmente ao Coordenador do Sistema Nacional de Trânsito para aplicação, por intermédio do CONTRAN, em programas dos Ministérios da Saúde, da Educação, do Trabalho e Emprego, dos Transportes e da Justiça e Segurança Pública (Brasil, 1997).

No capítulo XIII, o CTB estabelece que os condutores de veículos escolares devem ser aprovados em curso especializado, nos termos da regulamentação do CONTRAN. Outros requisitos do condutor são: ter idade superior a 21 anos, ser habilitado na categoria D e não ter cometido mais de uma infração gravíssima nos 12 últimos meses (Brasil, 1997).

O capítulo XIV determina que a formação de condutores deve incluir, obrigatoriamente, curso de direção defensiva, de primeiros socorros e de conceitos básicos de proteção ao meio ambiente relacionados com o trânsito. Também neste capítulo, é explicitado que para conduzir veículos de transporte coletivo de passageiros, de escolares, de produto perigoso, ou para habilitar-se nas categorias D e E, o candidato deverá ser aprovado em curso especializado e em curso de treinamento de prática veicular em situação de risco, nos termos da normatização do CONTRAN. Outra questão ligada à educação para o trânsito abordada neste capítulo são os procedimentos voltados para a aprendizagem prática dos condutores e para a realização dos exames teóricos e práticos visando à obtenção da Permissão para Dirigir (a Carteira Nacional de Habilitação somente é concedida depois de um ano se determinadas condições forem cumpridas) (Brasil, 1997).

No capítulo XX, é estabelecida a Semana Nacional de Trânsito que deverá ser celebrada anualmente de 18 a 25 de Setembro. Nessa semana, deverão ser realizadas atividades de diversas naturezas voltadas, sobretudo, para a segurança no trânsito. Também é disposto no artigo 320 que a receita arrecadada com a cobrança das multas de trânsito será aplicada, exclusivamente, em sinalização, em engenharia de tráfego, em engenharia de campo, em policiamento, em fiscalização, em renovação de frota circulante e em educação de trânsito, bem como

que o percentual de 5% do valor das multas de trânsito arrecadadas será depositado, mensalmente, na conta de fundo de âmbito nacional destinado à segurança e educação de trânsito (Brasil, 1997).

#### **// LEI 9.602 E DECRETO 2.613**

A lei 6.194 de 19 de dezembro de 1974 dispõe sobre seguro obrigatório de danos pessoais causados por veículos automotores de via terrestre, ou por sua carga, a pessoas transportadas ou não (DPVAT), e tem por objetivo indenizar as vítimas de trânsito em caso de invalidez permanente e de despesas médicas e hospitalares (AMDS ou DAMS) devidamente comprovadas, ou os beneficiários das mesmas em caso de morte (Brasil, 1974). De acordo com a lei 8.212, de 24 de julho de 1991, 50% da receita bruta do prêmio associado ao seguro DPVAT deve ser repassado à Seguridade Social 50% (cinquenta por cento) do valor total do prêmio recolhido e destinado ao Sistema Único de Saúde-SUS, para custeio da assistência médico-hospitalar dos segurados vitimados em sinistros de trânsito (Brasil, 1991).

#### **// RESOLUÇÃO 30/98 DO CONTRAN**

A Resolução CONTRAN nº 30/98 dispõe sobre a realização de campanhas permanentes de segurança no trânsito, que serão desenvolvidas em torno de temas específicos relacionados com os fatores de risco (definidos na resolução) e com a produção dos sinistros de trânsito (Brasil, 1998b).

#### **// RESOLUÇÃO 265/07 DO CONTRAN**

A Resolução CONTRAN nº 265/07 trata da formação teórico-técnica do processo de habilitação de condutores como atividade extracurricular no Ensino Médio e define os procedimentos para implementação nas escolas interessadas. Nesta resolução, são definidos os conteúdos específicos voltados para a formação e desenvolvimento de comportamentos seguros no trânsito para alunos do Ensino Médio (Brasil, 2007).

#### **// RESOLUÇÃO 314/09 DO CONTRAN**

Segundo a Resolução CONTRAN nº 314/09 estabelece os procedimentos para a execução das campanhas educativas de trânsito a serem promovidas pelos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito. Em resumo, são aprovadas as orientações para a realização

de campanhas educativas de trânsito e é estabelecido que os órgãos e entidades do SNT devem assegurar recursos financeiros e nível de profissionalismo adequado para o planejamento, a execução e a avaliação das campanhas de que tratam esta resolução (Brasil, 2009a).

#### // RESOLUÇÃO 321/09 DO CONTRAN

A Resolução CONTRAN nº 321/09 institui exame obrigatório para avaliação de instrutores e examinadores de trânsito no exercício da função em todo o território nacional. Nessa resolução, são também estabelecidos os principais objetivos do exame obrigatório (Brasil, 2009b):

- I. Ampliar a qualidade do processo de formação e reciclagem de condutores;
- II. Aferir o grau de conhecimento de instrutores e de examinadores acerca de assuntos relacionados à sua área de atuação;
- III. Requalificar instrutores e examinadores que apresentam falta de conhecimento acerca de assuntos relacionados à sua área de atuação;
- IV. Possibilitar aos órgãos executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal o acompanhamento do nível de qualidade dos serviços prestados à comunidade por profissionais credenciados;
- V. Oferecer uma referência aos profissionais em exercício na função para estudos permanentes com vistas à melhoria de seu desempenho.

#### // RESOLUÇÃO 637/16 DO CONTRAN

A Resolução CONTRAN nº 637/16 dispõe sobre a organização e o funcionamento do Registro Nacional de Infrações de Trânsito – RENAINF e dá outras providências relacionadas à arrecadação dos recursos do Fundo Nacional de Segurança e Educação de Trânsito – FUNSET. Entre outros aspectos, resolve que os órgãos e entidades executivos de trânsito e rodoviários que efetuam a cobrança e o recebimento da multa de trânsito devem repassar ao FUNSET o percentual de cinco por cento sobre o total desta arrecadação (Brasil, 2016).

#### // RESOLUÇÃO 789/20 DO CONTRAN

A Resolução CONTRAN nº 789/20 consolida normas e procedimentos para a formação de condutores de veículos. Em particular, no que se refere à educação para o trânsito, trata dos cursos teóricos e práticos para obtenção da Permissão para Dirigir, da renovação

da Carteira Nacional de Habilitação e de reciclagem para motoristas infratores, bem como dos cursos especializados para condutores de veículos de transporte coletivo de passageiros, de transporte de escolares, de transporte de produtos perigosos e de transporte de emergência. Define, inclusive, os tópicos a serem abordados em cada um dos cursos (Brasil, 2020).

#### // RESOLUÇÃO 929/22 DO CONTRAN

A Resolução CONTRAN nº 929/22 trata dos critérios para funcionamento das Escolas Públicas de Trânsito, previstas no Código de Trânsito Brasileiro, estabelecendo que elas destinam-se, a promover a Política Nacional de Trânsito (PNT) bem como executar ações e cursos voltados para o exercício da cidadania, mobilidade e segurança no trânsito. Também que, em suas atividades, priorizará o desenvolvimento do convívio social no espaço público, promovendo princípios de equidade e de ética visando uma melhor compreensão do sistema de trânsito com ênfase na segurança e no meio ambiente (Brasil, 2022a).

#### // RESOLUÇÃO 930/22 DO CONTRAN

A Resolução CONTRAN nº 930/22 trata sobre a regulamentação do curso especializado obrigatório destinado aos profissionais em transporte de passageiros (mototaxista) e em entrega de mercadorias (motofretista) que exerçam atividades remuneradas na condução de motocicletas e motonetas. O curso especializado deve apresentar uma estrutura composta pelos seguintes módulos (Brasil, 2022b):

- Módulo I (básico) – com conteúdos de ética e cidadania na atividade profissional, noções básicas de legislação, gestão do risco sobre duas rodas e segurança e saúde;
- Módulo II (específico) – com conteúdos sobre o transporte de pessoas ou transporte de cargas;
- Módulo III (prática de pilotagem profissional) – com instruções sobre a prática veicular individual específica para cargas ou pessoas.

#### 10.3 - ENSINO NA ESCOLA

As considerações que seguem estão baseadas sobretudo em Rozestraten (2004).

A formação de valores, que acontece, sobretudo, durante o pro-



cesso de educação escolar, é vital para moldar o comportamento das pessoas no trânsito. A meta da Educação é dotar as pessoas de informações, regras, técnicas e habilidades para viver dentro de uma cultura. Como, na sociedade contemporânea, o trânsito faz parte da vida diária das pessoas, o ensino do trânsito nas escolas é de fundamental importância na formação de crianças e adolescentes.

A tendência atual na educação para o trânsito não é ter uma disciplina autônoma específica para tratar do tema, mas, sim, a adoção do conceito de transversalidade, isto é, ter o tema trânsito abordado nas diversas disciplinas que fazem parte do currículo escolar: Português, Matemática, Ciências Sociais, Ciências Naturais, Educação Artística, História, Geografia, Educação Física, Educação Religiosa, Inglês, etc. De certa forma, essa estratégia reflete o caráter multidisciplinar do trânsito, uma vez que o mesmo envolve o conhecimento de distintas áreas: Sociologia, Psicologia, Pedagogia, Direito, Matemática, Física, Administração, etc.

A abordagem do tema trânsito nas várias disciplinas deve ser complementada com eventos específicos nas escolas: palestras, representações teatrais, filmes, vídeos, jogos educativos, ações em redes sociais, concursos de redação e desenho, etc. Um aspecto importante no ensino do trânsito é que não basta passar aos alunos apenas o conhecimento teórico: conjunto de leis e regras. É necessário que os alunos saibam colocar em prática esse conhecimento, o que exige o treinamento em condições reais de trânsito. Isso significa ensinar o aluno a traduzir em comportamento aquilo que aprendeu intelectualmente, pois um trânsito seguro não se faz somente com conhecimento, mas com ações adequadas envolvendo o respeito às normas e regras.

A reprodução em escala menor do sistema de trânsito das cidades (vias, dispositivos viários, sinalização vertical, horizontal e semafórica, etc.), em geral denominada de “Cidade Mirim para Educação de Trânsito”, é um importante instrumento para ajudar no treinamento prático dos alunos. Nesses locais, os alunos trafegam a pé, utilizando bicicletas ou outro tipo de veículo apropriado, tendo a oportunidade de realizar treinamento em “laboratório”, onde os erros naturais cometidos na fase de aprendizagem não incorrem em risco. Esse tipo de instalação pode ser simples e desmontável, para ser usado no próprio pátio das escolas, ou mais completo e amplo, construído em

local próprio, para ser utilizado por alunos de várias escolas. Neste caso, os alunos são transportados para a cidade mirim e lá fazem aulas práticas como pedestres ou condutores de veículos sob a orientação de instrutores devidamente preparados.

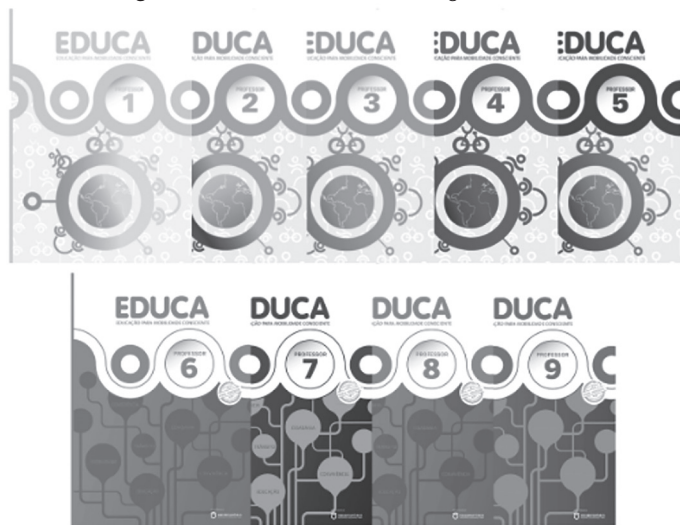
Na realidade, os dois tipos de cidade mirim são importantes. Na própria escola, pela facilidade de repetir várias vezes o treinamento. Em um local específico, pela oportunidade de realizar o treinamento em uma situação que simula de maneira mais próxima à realidade, bem como para marcar mais intensamente a vida escolar do aluno, pelo simples fato de sair da escola e ter uma atividade diferente do usual.

Depois de receber o conhecimento teórico e realizar o treinamento prático em “laboratório” adequado às suas idades, os alunos maiores devem completar o treinamento nas ruas, sob supervisão, em condições reais do trânsito. Também é importante destacar que o ensino de segurança no trânsito nas escolas deve abranger desde a pré-escola até as universidades, pois trata-se de assunto de fundamental importância para a preservação da integridade física das pessoas.

Outro exemplo de ação educativa de fundamental importância é o Programa EDUCA, concebido pelo Observatório Nacional de Segurança Viária. O Programa EDUCA tem por objetivo formar cidadãos que contribuam com uma melhoria contínua e um transitar mais seguro, com um conteúdo alicerçado na legislação brasileira e totalmente alinhado com a BNCC - Base Nacional Comum Curricular da Educação. Os conteúdos foram desenvolvidos para o Ensino Fundamental, com base em uma abordagem crítica de temas transversais como Saúde, Meio Ambiente, Ética e Cidadania, nas diversas áreas de conhecimento, focado na mobilidade urbana (ONSV, 2023a).

O Programa EDUCA conta com livros didáticos do 1º ao 9º ano do Ensino Fundamental (Figura 10.1) e manual do professor com todas orientações de uso e foram aprovados pelo CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) e pela SENATRAN (Secretaria Nacional de Trânsito). Paralelamente a este trabalho há, ainda, uma formação a distância que é oferecida para os educadores

Figura 10.1 - Livros didáticos do Programa EDUCA.



#### 10.4 - FORMAÇÃO E APRIMORAMENTO DE CONDUTORES

A aprendizagem teórica e prática visando à formação de condutores são tratadas, sobretudo, no capítulo XIV do Código de Trânsito Brasileiro e na Resolução CONTRAN nº 789/20 (Brasil, 2020).

Na Resolução CONTRAN nº 789/20, são definidos os tópicos a serem abordados nos cursos teóricos e práticos para obtenção da Permissão para Dirigir, da renovação da Carteira Nacional de Habilitação e de reciclagem para condutores infratores, bem como dos cursos especializados para formação de condutores de veículos de transporte coletivo de passageiros, de transporte de escolares, de serviços de motofrete e mototáxi, de transporte de produtos perigosos e de transporte de emergência (Brasil, 2020).

Os tópicos a serem abordados no curso para a formação de condutores visando à obtenção da Permissão para Dirigir e da Autorização para Conduzir Ciclomotores são os seguintes: Legislação de Trânsito, Direção Defensiva, Noções de Primeiros Socorros, Convívio Social no Trânsito e Noções sobre o Funcionamento do Veículo, além do Curso de Prática de Direção Veicular. Para renovação da CNH, os tópicos a serem tratados no curso são: Direção

Defensiva e Noções de Primeiros Socorros (Brasil, 2020).

No curso de reciclagem de condutores infratores, os tópicos a serem abordados são: Legislação de Trânsito, Direção Defensiva, Noções de Primeiros Socorros e Relacionamento Interpessoal (Brasil, 2020).

No curso especializado para condutores de veículos de transporte coletivo de passageiros, de veículos de transporte escolar e de veículos de emergência, os tópicos são: Legislação de Trânsito, Direção Defensiva, Noções de Primeiros Socorros, Respeito ao Meio Ambiente e Convívio Social e Relacionamento Interpessoal. No curso especializado para condutores de veículos de transporte de produtos perigosos, os tópicos são: Legislação de Trânsito, Direção Defensiva, Noções de Primeiros Socorros, Respeito ao Meio Ambiente e Convívio Social, Prevenção de Incêndio e Movimentação de Produtos Perigosos. Também são definidos os conteúdos para os cursos de condutores que desejam mudar a categoria das suas habilitações (Brasil, 2020).

No curso de reciclagem para infratores, o objetivo é permitir a reflexão e o desenvolvimento de valores de respeito ao próximo, ao meio ambiente e à vida, bem como de solidariedade e de controle das emoções. Também importante é o aperfeiçoamento dos condutores por intermédio de cursos de direção defensiva. O objetivo dos cursos de direção defensiva é ensinar o condutor a reconhecer antecipadamente as situações de perigo e prever o que pode acontecer com ele, com seus acompanhantes, com seu veículo e com os outros usuários da via e, assim, dirigir sempre com atenção, para, com antecedência, tomar as decisões corretas para evitar os sinistros (Brasil, 2020).

#### 10.5 - CAMPANHAS EDUCATIVAS

O Código de Trânsito Brasileiro dispõe sobre as campanhas educativas de âmbito nacional obrigatórias no artigo 75, que tem a seguinte redação (Brasil, 1975):

“O CONTRAN estabelecerá, anualmente, os temas e os cronogramas das campanhas de âmbito nacional que deverão ser promovidas por todos os órgãos ou entidades do Sistema Nacional de Trânsito, em especial nos períodos referentes às férias escolares, feriados prolongados e à Semana Nacional de Trânsito;

§ 1º– Os órgãos ou entidades do Sistema Nacional de Trânsito deverão promover outras campanhas no âmbito de sua circunscrição e de acordo com as peculiaridades locais;

§ 2º— As campanhas de que trata este artigo são de caráter permanente, e os serviços de rádio e difusão sonora de sons e imagens explorados pelo poder público são obrigados a difundir-las gratuitamente, com a frequência recomendada pelos órgãos competentes do Sistema Nacional de Trânsito.”

Além desse artigo do código, a questão das campanhas educativas em nível nacional é tratada nas Resoluções CONTRAN nº 30/98 e 314/09. A Resolução CONTRAN nº 30/98 (Brasil, 1998b) dispõe sobre a realização de campanhas permanentes de segurança no trânsito, que serão desenvolvidas em torno de temas específicos relacionados com os fatores de risco e com a produção dos sinistros de trânsito. Define, ainda, como os principais fatores de risco a serem trabalhados os seguintes: sinistros com pedestres, ingestão de álcool, excesso de velocidade, segurança veicular, equipamentos obrigatórios dos veículos e seu uso. A Resolução CONTRAN nº 314/09 (Brasil, 2009) estabelece os procedimentos para a execução das campanhas educativas de trânsito a serem promovidas pelos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito, indicando aspectos a serem considerados na concepção das campanhas (linguagem, seleção de mídias, frequência de veiculação, etc.).

Os princípios que devem nortear uma boa comunicação (campanhas), segundo Yanaze, devem basear-se em um processo que permita: criar consciência, chamar a atenção, despertar interesse, levar ao conhecimento, promover identificação, criar expectativa, criar desejo, garantir a preferência, levar à decisão, promover a ação, conseguir e manter a satisfação, suscitar interação, garantir a fidelização e levar à disseminação. Outro aspecto importante na comunicação (campanhas) é a necessidade de conhecer em detalhes a situação do local e do público alvo, para que os resultados sejam satisfatórios (Yanaze, 2011).

A seguir, algumas observações relevantes sobre o tema campanhas de segurança no trânsito baseadas em Delhomme *et al.* Campanhas de segurança no trânsito constituem um conjunto de atividades de comunicação para convencer e/ou motivar pessoas em geral a mudarem as suas crenças e/ou os seus comportamentos visando à redução da sinistralidade viária geral ou de um segmento específico, por intermédio de uma ou mais modalidades de mídia frequentemente combinado com outras ações de suporte, como aumento da fiscalização, mudança na legislação, concessão de prêmios, etc. (Delhomme, 2009).

As campanhas de segurança no trânsito visam mudar comportamentos inadequados que aumentam os riscos de sinistros e/ou aumentar o conhecimento e o nível de consciência sobre os riscos. Um ponto vital para a eficácia das campanhas de segurança no trânsito é a identificação do público alvo, uma vez que o conhecimento da audiência é fundamental para a elaboração de uma campanha eficiente. Toda campanha voltada para a segurança no trânsito deve ser avaliada durante a sua implementação para que alguns ajustes sejam realizados e, no final, para efetivamente concluir a sua eficácia.

As campanhas de educação de trânsito podem assumir formas e procedimentos diversos, como apresentado a seguir.

#### // CAMPANHAS PELA MÍDIA

As campanhas de educação de trânsito veiculadas pelos grandes órgãos de comunicação (internet, rádio, televisão, jornal e outdoor) podem ser voltadas para atingir toda a população ou um segmento específico de usuários (pedestres, motociclistas, crianças, etc.). Também podem focar aspectos genéricos relacionados à segurança ou específicos.

A experiência mostra que as campanhas direcionadas a um segmento específico de usuários e/ou abordando aspectos específicos, apresentam maior eficácia que as campanhas genéricas. Os resultados são ainda melhores se as campanhas forem acompanhadas de uma intensificação da fiscalização voltadas para a questão focada.

As campanhas de educação de trânsito veiculadas pela mídia são, na sua maioria, de iniciativa do poder público. Há, no entanto, campanhas patrocinadas por organizações não governamentais e entidades privadas, como fabricantes de veículos, revendedores de veículos, redes de televisão, rádio e jornais, etc.

A experiência internacional na veiculação de campanhas pela mídia, sobretudo televisiva e, atualmente, na internet e redes sociais, aponta que resultados satisfatórios somente são conseguidos com a veiculação de mensagens e imagens impactantes que toquem profundamente as pessoas. Não se deve atuar no sentido de preservar as pessoas de tomar conhecimento dos horrores associados aos sinistros de trânsito; ao contrário, devem-se mostrar a elas mensagens e cenas que as choquem para que efetivamente mudem o seu comportamento no trânsito.

## // CAMPANHAS EM EMPRESAS, ESCOLAS E ORGANIZAÇÕES SOCIAIS

Em muitas cidades, o poder público e/ou organizações não governamentais, promovem programas de educação para o trânsito mediante palestras e cursos, sobretudo de direção defensiva, em escolas, empresas, organizações sociais, etc. Esses programas têm caráter permanente ou esporádico — neste caso, realizados principalmente durante a Semana Nacional de Trânsito. Muitas empresas e organizações, principalmente as que têm como atividade o transporte de carga e/ou de passageiros, promovem campanhas internas de educação para os seus funcionários com o intuito de diminuir o número de sinistros dentro de suas empresas e organizações.

## // MOVIMENTO MAIO AMARELO

As considerações que seguem estão baseadas no Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV, 2023b). Maio Amarelo é um movimento internacional de conscientização para redução de sinistros de trânsito, com o objetivo de colocar em pauta, para a sociedade, o tema trânsito, bem como estimular a participação da população, empresas, governos e entidades por meio de ações coordenadas. Maio Amarelo foi criado em 2014 pelo Observatório Nacional de Segurança Viária, tendo em vista a referência à data de 11 de maio de 2011, quando a Organização das Nações Unidas decretou a Década Mundial de Ações para a Segurança no Trânsito.

## // CONCURSOS E PRÊMIOS

Outro tipo de campanha de Educação para o Trânsito é a realização de concursos de desenhos, redação, etc. destinados a estudantes. Neste caso, a atribuição de prêmios pode ser um elemento motivador para a participação de um grupo maior de escolares. Também relevante é a realização de concursos e prêmios em outros âmbitos, como aqueles realizados periodicamente pela SENATRAN (Secretaria Nacional de Trânsito), por exemplo.

## // CONCENTRAÇÕES, CARREATAS E PASSEATAS

Eventos como concentrações, carreatas e passeatas, normalmente animadas com músicas e/ou outras atrações, também são empregados no sentido de divulgar a importância do comportamento correto das

pessoas no trânsito para evitar os sinistros. Em geral, esses eventos são divulgados com antecedência pela mídia e acompanhados com a distribuição de panfletos com conteúdo informativo e educativo.

## // VEICULAÇÃO DE INFORMAÇÕES EDUCATIVAS MEDIANTE OUTDOORS, CARTAZES, PANFLETOS E POSTAGENS NA INTERNET

A veiculação de informações educativas por meio de outdoors, cartazes, panfletos e postagens na internet também são procedimentos empregados dentro do contexto da Educação para o Trânsito.

## 10.6 - QUESTÕES

- 1) No que consiste a Educação para o Trânsito?
- 2) Qual o objetivo da Educação para o Trânsito?
- 3) Por que a Educação de Trânsito é de grande importância no mundo atual?
- 4) Qual a maior dificuldade da Educação para o Trânsito nos países não desenvolvidos?
- 5) A Educação para o Trânsito deve ser dirigida apenas a escolares? Deve ser algo de responsabilidade apenas das escolas e dos pais? Deve ser algo estanque?
- 6) Quais as três vertentes associadas à Educação para o Trânsito? Discorrer sobre cada uma delas.
- 7) Citar os dispositivos legais que fazem referência à Educação para o Trânsito e comentar brevemente o conteúdo explicitado em cada um deles.
- 8) Quais são, genericamente, as áreas de atuação da Educação para o Trânsito?
- 9) Discorrer, brevemente, sobre a Educação para o Trânsito nas escolas.
- 10) Discorrer, sucintamente, sobre a formação de condutores.
- 11) Discorrer, resumidamente, sobre as campanhas educativas no contexto da Educação para o Trânsito.

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

Brasil (1974). **Lei nº 6.194, de 19 de dezembro de 1974**. Dispõe sobre o Seguro Obrigatório de Danos Pessoais causados por veículos automotores de via terrestre, ou por sua carga, a pessoas transportadas ou não. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6194.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6194.htm).

Brasil (1875). **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.** Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 1997. Artigo 75.

Brasil (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 19 de set. de 2023.

Brasil (1991). **Lei nº 8.212, de 24 de julho de 1991.** Dispõe sobre a organização da Segurança Social, institui Plano de Custeio, e dá outras providências. Disponível em [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8212cons.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8212cons.htm).

Brasil (1997). **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997: Institui o Código de Trânsito Brasileiro.** Casa Civil. [S.L.], 23 set. 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9503Compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503Compilado.htm). Acesso em: 19 de set. de 2023.

Brasil (1998b). **Resolução CONTRAN nº 30, de 21 de maio de 1998.** Dispõe sobre campanhas permanentes de segurança no trânsito a que se refere o art. 75 do Código de Trânsito Brasileiro. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucao-contran-no-30-de-21-de-maio-de-1998>.

Brasil (2017). **Resolução CONTRAN nº 265, de 14 de dezembro de 2007.** Dispõe sobre a formação teórico-técnica do processo de habilitação de condutores de veículos automotores e elétricos como atividade extracurricular no ensino médio e define os procedimentos para implementação nas escolas interessadas. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucao-contran-no-265-de-14-de-dezembro-de-2007>.

Brasil (2009a). **Resolução CONTRAN nº 314, de 08 de maio de 2009.** Estabelece procedimentos para a execução das campanhas educativas de trânsito a serem promovidas pelos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucao-contran-no-314-de-08-de-maio-de-2009>.

Brasil (2009b). **Resolução CONTRAN nº 321, de 17 de setembro de 2009.** Institui exame obrigatório para avaliação de instrutores e examinadores de trânsito no exercício da função em todo o território nacional. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: [https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao\\_contran\\_321\\_09.pdf](https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao_contran_321_09.pdf).

Brasil (2016). **Resolução CONTRAN nº 637, de 30 de novembro de 2016.** Dispõe sobre a organização e o funcionamento do Registro Nacional de Infrações de Trânsito - RENAINF, de que trata o inciso XXX do art. 19 do Código de Trânsito Brasileiro - CTB, e dá outras providências. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: [https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao6372016\\_alterada.pdf](https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao6372016_alterada.pdf).

Brasil (2020). **Resolução CONTRAN nº 789, de 18 de junho de 2020.** Consolida

normas sobre o processo de formação de condutores de veículos automotores e elétricos. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao7892020r.pdf>.

Brasil (2022a). **Resolução CONTRAN nº 929, de 28 de março de 2022.** Dispõe sobre os critérios de padronização para funcionamento das Escolas Públicas de Trânsito. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao9292022.pdf>.

Brasil (2022b). **Resolução CONTRAN nº 930, de 28 de março de 2022.** Dispõe sobre a regulamentação do curso especializado obrigatório destinado aos profissionais em transporte de passageiros (mototaxista) e em entrega de mercadorias (motofretista) que exerçam atividades remuneradas na condução de motocicletas e motonetas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 abr. 2022. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao9302022.pdf>.

Delhomme, P. *et al.* (2009) **Manual para Desenho, Implementação e Avaliação de Campanhas de Comunicação de Segurança Viária.** Instituto Belga de Segurança Rodoviária: Bélgica.

Rozestraten, R. (2004) **Psicopedagogia do Trânsito.** Campo Grande: Editora UCDB.

ONSV (2023a). **Educa: Programa de Educação no Trânsito.** Observatório Nacional de Segurança Viária. Disponível em: <https://www.onsv.org.br/projetos/observatorio-educa>. Acesso em: 19 de set. de 2023.

ONSV (2023b). **Maião Amarelo.** Observatório Nacional de Segurança Viária. Disponível em: <https://www.onsv.org.br/maioamarelo/conheca-o-movimento>. Acesso em: 19 de set. de 2023.

Yanaze, M. H. (2011). **Gestão de Marketing e Comunicação: Avanços e Aplicações.** Editora Saraiva.

# 11. cultura de segurança no trânsito

*“Uma cultura de segurança no trânsito contempla não apenas o comportamento das pessoas enquanto usuários das vias urbanas e rodovias, seja como condutor, pedestre ou passageiro, mas também o comportamento geral da sociedade nas atividades de alocação de recursos voltados para a segurança viária, projeto e operação das vias e dos veículos, policiamento e fiscalização, atendimento e tratamento das vítimas de acidentes, educação nas escolas e outras esferas, preparação dos condutores, campanhas de prevenção de acidentes, punição dos infratores, etc”.*

## 11.1 - INTRODUÇÃO

A crescente consciência dos fatores que modelam o comportamento das pessoas e as suas decisões, bem como o seu consequente impacto na segurança de qualquer sistema, tem levado a um grande interesse por uma cultura de segurança, que se traduz por uma atitude permanente de busca por segurança em qualquer situação ou ambiente. A identificação de riscos potenciais ou reais em qualquer situação, avaliando o potencial sucesso ou insucesso em aceitá-los e enfrentá-los, ou mesmo evitá-los, reflete uma cultura de segurança, que deve integrar informação sobre os riscos e respectivos perigos tendo em vista a avaliação da capacidade individual.

Embora as questões da cultura de segurança sejam, hoje, amplamente divulgadas no resultado das investigações de vários grandes desastres, ainda há muitos mal-entendidos em torno do uso deste conceito. Muitas vezes, refere-se à necessidade de melhorar a cultura de segurança como se isso constituísse uma característica concreta de uma organização. Na verdade, a maioria dos seus aspectos são intangíveis, embora conduzam a manifestações tangíveis e observáveis.

## 11.2 - CULTURA DE SEGURANÇA

A definição de cultura de segurança pelo Comitê Consultivo para a Segurança das Instalações Nucleares é frequentemente citada (ACSNI, 1993): A cultura de segurança de uma organização é o produto dos valores, atitudes, percepções, competências e padrões de comportamento individuais e de grupo que determinam o compromisso, o estilo e a proficiência da gestão de saúde e segurança numa organização (ACSNI, 1993).



Dois elementos importantes devem ser apontados como constituintes da cultura de segurança: as convicções e atitudes subjacentes à segurança, que são expressas tanto a nível individual como em grupo, bem como as manifestações de segurança tangíveis por meio das quais essas convicções e atitudes são expressas.

A relevância para a gestão da segurança reside nas fortes relações entre essas manifestações tangíveis e os elementos subjacentes da cultura. Para moldar comportamentos e decisões, as práticas de gestão de segurança nas organizações e nos ambientes devem concentrar-se nos elementos subjacentes da cultura de segurança, e não nas suas manifestações. O principal objetivo é que cada indivíduo compreenda que a observação dos comportamentos impostos no contexto de uma organização é válida para fora da mesma e os mesmos princípios que os fundamentam devem ser assumidos como princípios para a vida. Por isso, não se compreende que alguém siga rigorosamente as regras definidas no meio de trabalho e, fora desse ambiente, não respeite regras de segurança e assumam levemente riscos de perigo elevado.

Numa organização ou mesmo num ambiente, a cultura de segurança engloba as lacunas entre o que é formalmente determinado pelo sistema de gestão de segurança e os aspectos não formalizados das operações, que são estratégias operacionais implementadas para gerir “áreas cinzentas”, os hotspots ou lacunas. Tais estratégias constituem as manifestações tangíveis da cultura de segurança que são desenvolvidas com base na experiência, de acordo com as convicções do que é seguro e inseguro e de quem as aplica.

O desafio passa, então, a ser o desenvolvimento de estratégias e métodos para identificar e agir de acordo com as convicções e atitudes existentes. O objetivo de uma organização seria incorporar na sua gestão de segurança, características que contribuam para o que poderia ser considerado dentro do ambiente operacional dessa organização uma cultura de segurança positiva.

De modo geral, as organizações com uma cultura de segurança positiva caracterizam-se por comunicações alicerçadas na confiança recíproca, por percepções partilhadas da importância da segurança e pela confiança na eficácia das medidas preventivas existentes.

Existem muitas abordagens diferentes para a cultura de segurança e a única certeza é que não existem certas e nem erradas. Em

cada lugar no tempo e para cada meio em que se insere, alguns métodos para abordar a cultura de segurança podem ser mais adequados e eficientes do que outros. (APLU, 2016).

Nesse sentido, a medida em que se adota uma boa gestão do trânsito, voltada para a segurança viária, e constrói-se um sistema que seja mais tolerante aos erros humanos, por meio da identificação dos fatores de risco, e a partir daí faz-se o uso de medidas de traffic calming, medidas educativas, e de fiscalização, é estabelecido um ambiente que se comunica por si só com os usuários. Devem ser mantidas as bases de dados para o monitoramento dos fatores de risco e das fragilidades desses usuários, porque, a partir delas, serão dadas as respostas em termos de implementação de um sistema seguro, estabelecendo-se, assim, o que se chama de ambiente propício para se promover de forma gradual a conscientização e interiorização da cultura de segurança propriamente dita. Trata-se de um processo lento e gradual, que precisa de ação e resiliência, porém possível de se conseguir. Durante todo esse processo, uma comunicação interna e externa é fundamental para que a equipe envolvida nas ações esteja sempre consciente, disposta e engajada, e a população realmente compreenda o que está sendo feito.

Conforme Kunsch (2003), a comunicação é um ato de comunhão de ideias e estabelecimento de um diálogo. Não é simplesmente uma transmissão de informações. Dada sua abrangência, a comunicação estabelece o diálogo da organização em âmbito interno e externo. Portanto, falar, dizer e informar é muito diferente de comunicar, porque o ato ou ação de comunicar tem a intenção de tornar comum e pode e deve ser feito de muitas formas. Uma delas é a partir de ações que estejam alinhadas com as necessidades de segurança da população (“comunicar realizando”). Por exemplo, utilizando técnicas de comunicação interna (com a equipe envolvida no processo) e externa (com a população), que são fundamentais para o êxito do processo.

### **11.3 - CULTURA DE SEGURANÇA E A SEGURANÇA NO TRÂNSITO**

Reason (1997) considera que a cultura de segurança é um termo muito usado, e poucos concordam sobre seu preciso significado ou como pode ser mensurada. Choudhry, Fang e Mohamed (2007), baseados em uma ampla revisão de literatura de pesquisas publicadas sobre o tema,

afirmam que, embora o termo cultura de segurança tenha sido largamente usado por muitos anos, o seu conceito não é claro.

Ward *et al.* (2010), ao estudarem a influência de uma cultura de segurança nos Estados Unidos, consideraram que cultura de segurança no trânsito parecia ser um conceito intuitivo e poderoso para explicar as diferenças demográficas observadas no âmbito regional e internacional com relação a riscos de sinistros, bem como a propensão para cometer atos de alto risco. Sendo que se for possível definir e aplicar este conceito a uma teoria social e comportamental, pode ser possível desenvolver um novo paradigma para intervenções de segurança no trânsito.

Uma abordagem baseada em cultura é complementar, mas fundamentalmente diferente na forma e filosofia de intervenções de tráfego tradicionais de segurança, incluindo engenharia, fiscalização e educação, na medida em que se propõe tratar a origem de comportamentos de risco. Uma cultura que tolera ou se envolve em risco, por exemplo, resistindo às intervenções de segurança, irá propagar comportamentos de risco e impedir a política de segurança viária.

Os autores consideram que os elementos presentes na cultura de segurança, seriam basicamente três:

- Cognição (valores, crenças, expectativas, atitudes, decisões) – é uma faceta importante da cultura que orienta e motiva comportamentos baseados na própria cultura. Aspectos da cognição dentro de uma cultura incluem: (1) as virtudes que são valorizadas pela sociedade; (2) as crenças sobre os comportamentos normais dentro da sociedade; (3) as expectativas para as violações dos comportamentos normativos; (4) as atitudes sobre os comportamentos próprios; e (5) a influência coletiva de fatores cognitivos sobre o processo de tomada de decisão do indivíduo.

- Comportamento – refere-se às ações para se qualificar aos membros do grupo ou representar membros do grupo.

- Artefatos – são os símbolos, expressões e ferramentas de uma cultura, inclusive as leis que ditam o cumprimento cultural.

#### **11.4 - EVIDÊNCIAS INTERNACIONAIS**

Conner *et al.* (2007) concluíram, ao estudar a relação entre comportamento e excesso de velocidade, que efeitos consistentes de normas morais em intenções e comportamento podem representar um

alvo para a cultura, com base em intervenções destinadas a mudar o comportamento de excesso de velocidade.

Nos Estados Unidos, em algumas escolas de nível médio do Arizona, foi aplicada uma campanha para incentivar o uso do cinto de segurança. Pesquisadores da Universidade Estadual de Montana, ao analisarem seus efeitos, verificaram que a cultura de segurança no trânsito de condutores adolescentes teve uma influência significativa sobre o uso do cinto de segurança. Neste projeto, utilizou-se fortemente na campanha o apelo a normas sociais para aumentar a consciência da importância (crença no valor do cinto de segurança) e desejo social geral (percepções do uso de pares e as expectativas dos pais) do uso de cinto de segurança consistente entre estudantes do ensino médio (Ward *et al.*, 2010).

Os resultados mostraram claramente que a campanha atingiu o público-alvo e que eles perceberam as normas. A percepção da importância do uso de cinto por parte de seus amigos (colegas) aumentou consideravelmente nas escolas onde a campanha foi veiculada, enquanto percepções equivocadas do uso do cinto por pares permaneceram inalteradas nas escolas de controle. O estudo concluiu que as intervenções tradicionais (envolvendo mudança de política, educação dos pais e professores e aplicação da lei) devem ser combinadas com intervenções de base cultural que envolvam mudanças de atitudes e percepções de comportamentos normativos (usando a mídia de massa e comunicação interpessoal para corrigir percepções sobre as normas sociais) nos níveis individual e da comunidade. (Delhorne *et al.*, 2009).

Da Matta, Vasconcellos e Pandolfi (2010) afirmam que em países como Índia, China, Peru e Brasil, o veículo é símbolo de uma cidadania diferenciada, um modo de ser e estar não mais individualizado, mas também relacional ou hierarquizado, o que produz procedimentos e atitudes na via, de acordo com o preço, a marca e o condutor do veículo. Braga e Faria (2011) colocam que a prática educativa geralmente adotada reflete uma visão de que os sinistros de trânsito não são entendidos como consequência de um modo de vida que incentiva a velocidade e que fomenta o individualismo e a competição, fatores culturais dominantes em vários contextos sociais.

Alguns estudos desenvolvidos em Portugal falam sobre educação e a sua relação de civismo, como elo para promover cultura

de segurança. Reto e Sá, em Marques (2011), em pesquisas com usuários de rodovias em Portugal na região da grande Lisboa, verificaram que a falta de educação e de civismo é apontada como a principal causa de acidentalidade, com 51,8%, seguida de alcoolismo com 19,1% e excesso de velocidade com 6,6%.

A cultura de segurança de trânsito parece ser um conceito intuitivo e poderoso para se explicar as diferenças observadas nos sinistros de trânsito. Uma abordagem baseada em cultura é complementar, mas fundamentalmente diferente na forma e na filosofia das intervenções de segurança de tráfego tradicionais. Incluí-la, portanto, na engenharia, fiscalização e educação seria uma opção. Esta diferença pode ser resumida em relação aos objetivos e métodos utilizados para alterar o comportamento do condutor, ou seja, deve se tratar a causa e não apenas o sintoma.

### **11.5 - A CULTURA DE SEGURANÇA E A RESILIÊNCIA**

O conceito de resiliência aparece primeiramente nas engenharias e na resistência dos materiais, ou seja, é a capacidade que os materiais têm para se adaptar a fim de que possam manter suas funções. Esse conceito passou a ser usado na psiquiatria, na gestão das empresas, em centrais nucleares, em órgãos de defesa, entre outros. Atualmente, esse conceito foi estendido às cidades, devido ao fato que a população, principalmente dos países do hemisfério Sul, está crescendo de forma intensa e se concentrando em áreas urbanas, provocando um fenômeno de urbanização sem precedentes.

Nesse contexto, questões como lidar com desastres naturais, problemas de segurança, poluição atmosférica, inundações, falta de energia, congestionamentos, guerras, greves, crises político-financeiras e ameaças de toda ordem, exigem uma forma de pensar mais racional, técnica e profissional, de modo a antecipar questões fundamentais e agir de forma mais adequada para que o sistema possa recuperar rapidamente seu equilíbrio e as pessoas possam se sentir seguras sob todos os aspectos.

Os sistemas devem funcionar de forma coordenada sem que se prejudiquem mutuamente, mas sim por cooperação. Nessa perspectiva, não se separam as duas vertentes da segurança: safety e security. Tem-se, então, realmente, a palavra segurança sob todos os aspectos e de forma integrada e entende-se que uma comu-

nidade será resiliente se fizer parte de uma sociedade que tenha antes uma cultura de segurança.

É necessário o planejamento com retorno de médio e longo prazo, integrando diferentes áreas e, sobretudo, promovendo as mudanças necessárias, começando pelo ambiente construído, seja urbano ou rural – trata-se de uma importante questão de políticas públicas de longo prazo com a qual temos urgência em lidar.

Higbee e Emba (2003) consideram que:

*A mudança real no desempenho da Segurança ocorrerá com uma mudança na cultura de Segurança em qualquer sistema ou ambiente. A mudança na cultura requer liderança e repetição consistentes. É necessária uma mudança sistemática nos valores do público-alvo e não uma nova prioridade que vai e vem com as prioridades de financiamento ou intenções políticas (Higbee; Emba, 2003).*

### **11.6 - QUESTÕES**

- 1) Conceituar cultura de segurança.
- 2) Cite e explique os três elementos que compõem a cultura de segurança.
- 3) Resumir as principais evidências internacionais sobre a importância da cultura de segurança.
- 4) Como os conceitos de cultura de segurança e resiliência se relacionam?

### **REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO**

ACSNI (1993). **Grupo de estudo ACSNI sobre fatores humanos**. Comité Consultivo para a Segurança das Instalações Nucleares. Londres, Reino Unido: HM Stationery Office.

APLU (2016). **A guide to implementing a Safety Culture in our universities**. Council on Research Task Force on Laboratory Safety. CoR Paper 1. Association of Public and Land-grant Universities. Washington, DC.

Braga, M. G. C.; Faria, E. O. (2011). **Incentivar uma Cultura da Segurança – utopia ou a hora é esta?** IX Rio Transportes, Rio de Janeiro.

Conner, M. *et al.* (2007). **Application of the theory of planned behavior to the prediction of objectively assessed breaking of posted speed limits**. British Journal of Psychology 98. p.429-453.

Choudhry, R. M.; Fag, D.; Mohamed, S. (2007). **The nature of safety culture: a survey of the state-of-the-art**. Safety Science, n. 45, p. 903-1012.

Da Matta, R.; Vasconcellos, J. G.; Pandolfi, R. (2010). **Fé em Deus e pé na tábua, ou como e por que o trânsito enlouquece o Brasil**. Editora Rocco.

Delhomme, P. *et al.* (2009). **Manual for designing, implementing and evaluating road safety communication campaigns**. Belgian Road Safety Institute (IBSR-BIVV).

Higbee, G. A., Emba, C. S. (2003). Industrial Safety & Hygiene News.

Kunsh, M. (2003). **Planejamento de Relações Públicas na Comunicação Integrada**. São Paulo: Summus Editorial, 2003 - 6ª edição.

Marques, C. D. (2011). **A Influência da Publicidade na Segurança Rodoviária**. Dissertação (Mestrado). Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa.

Reason, J. (1997). **Managing the risks of organizational accidents**. Ashgate Publishing Limited. Inglaterra.

Ward, N. *et al.* (2010). **White paper on traffic safety culture**. White paper n.2, Western Transportation Institute, College of Engineering Montana State University.

## 12. medicina de trânsito

### 12.1 - INTRODUÇÃO

As considerações que seguem são baseadas na Associação Brasileira de Medicina de Tráfego – ABRAMET (2012).

A Medicina de Tráfego é o ramo da Ciência Médica que trata da manutenção do bem-estar físico, psíquico e social do ser humano que se desloca por qualquer modo de transporte. Dessa forma, um dos focos da Medicina de Tráfego é estudar as causas dos sinistros de trânsito com a finalidade de prevenir a ocorrência dos mesmos ou mitigar as suas consequências, bem como contribuir com subsídios técnicos para a elaboração do ordenamento legal e a adequação do comportamento dos usuários no sistema viário.

A Medicina de Tráfego surgiu no ano de 1960, durante um Congresso de Medicina Legal na cidade de Nova York, Estados Unidos. Os médicos legistas, inclusive do Brasil, presentes nesse evento, impressionados com o crescente número de feridos e mortos nos sinistros de trânsito, decidiram reunir-se no mesmo ano na cidade de San Remo, Itália, quando, então, fundaram a Associação Internacional de Medicina dos Sinistros e do Tráfego (IAATM). O primeiro Congresso dessa Associação teve lugar em Roma, Itália, no ano de 1963.

O desenvolvimento da Medicina de Tráfego no país está diretamente ligado à ABRAMET (Associação Brasileira de Medicina de Tráfego), fundada em 1980, que congrega os especialistas em Medicina de Tráfego e demais profissionais que se interessam pela segurança no trânsito. Trata-se de uma entidade médica sem fins lucrativos, que tem por objetivo realizar estudos capazes de contribuir para a promoção da saúde e prevenção de sinistros no ambiente do trânsito, bem como promover pesquisas científicas, cursos e a divulgação de informações relativas à segurança no trânsito e à saúde dos condutores.

Dentre as suas inúmeras atividades, a ABRAMET desenvolve e publica trabalhos científicos ligados à Medicina de Tráfego e à Segurança no Trânsito; realiza intercâmbio científico e associativo com entidades congêneres nacionais e internacionais; atua junto ao poder público fornecendo subsídios visando à aplicação de uma legislação adequada e eficiente relativa à segurança viária; e divulga e incentiva em todos os níveis o conhecimento sobre temas relacionados à Medicina de Tráfego e à Segurança no Trânsito, por intermédio de campanhas educativas, estudos e ações de prevenção. Duas atividades de grande visibili-

dade realizadas pela ABRAMET são a publicação de revista contendo artigos e informações e a realização de congressos.

No Brasil, a Medicina de Tráfego é uma especialidade médica reconhecida pela Associação Médica Brasileira, pelo Conselho Federal de Medicina e pela Comissão Nacional de Residência Médica. A organização que confere o título aos profissionais que se habilitam como especialistas em Medicina de Tráfego é a ABRAMET.

### 12.2 - ÁREAS DE ATUAÇÃO

As principais áreas de atuação da Medicina de Tráfego são: preventiva, curativa, legal, ocupacional e medicina de viagem.

No contexto da Medicina de Tráfego preventiva, o exame de aptidão física e mental dos condutores, necessários para obtenção da primeira habilitação e da renovação da habilitação, é de grande relevância, uma vez que permite identificar a presença de doenças físicas ou mentais que podem levar ao impedimento temporário ou definitivo da ação de conduzir tendo em conta o risco para a segurança no trânsito.

A Medicina de Tráfego curativa abrange, em uma visão geral, as seguintes etapas do atendimento das vítimas dos sinistros de trânsito: no local do sinistro e no transporte até o hospital (atendimento pré-hospitalar); de urgência no momento da chegada ao hospital; hospitalar das pessoas internadas; ambulatorial das vítimas não internadas; e reabilitação física e/ou psicológica das vítimas com sequelas.

A Medicina de Tráfego legal realiza perícias, avaliações e colabora com a elaboração dos preceitos legais afetos ao sistema de trânsito.

A Medicina de Tráfego ocupacional cuida da prevenção das doenças dos condutores profissionais, como, por exemplo, perda auditiva, zumbido no ouvido, problemas respiratórios, doenças osteomusculares, neuroses, fobias e distúrbios comportamentais. Outro foco desta especialidade são os aspectos ergonômicos do exercício da profissão de motorista, as condições inseguras do tráfego e a normatização dos exames a que devem ser submetidos os motoristas que dirigem profissionalmente, conforme os riscos a que estão expostos. Também faz parte das atribuições deste campo da Medicina de Tráfego sugerir procedimentos médicos a serem implementados por ocasião dos exames de admissão e demissão nas empresas, bem como nos exames periódicos.

A Medicina de Viagem é um ramo mais recente da Medicina de Tráfego, que vem despertando interesse cada vez maior em razão da intensificação dos deslocamentos humanos. Constitui uma área promissora de atuação da Medicina de Tráfego, pois contempla, entre outros aspectos, a prevenção de doenças infecto-contagiosas e os sinistros com animais peçonhentos que podem ocorrer durante a viagem ou no destino do viajante; a imunização mediante aplicação de vacinas, seja para viagens nacionais ou internacionais; as patologias relacionadas com o meio de transporte e com as mudanças geográficas como altitude e clima; etc.

### 12.3 - EXAME DE APTIDÃO FÍSICA E MENTAL

O exame de aptidão física e mental, obrigatório para os condutores de veículos automotores em determinadas situações, é regulamentado, sobretudo, nos artigos 147 e 148 da Lei nº 9.503 de 1997 do Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997), modificado posteriormente pelas leis 13.146 de 2015 e 14.071 de 2020, conforme reproduzido a seguir.

*Art. 147. O candidato à habilitação deverá submeter-se a exames realizados pelo órgão executivo de trânsito, na ordem descrita a seguir, e os exames de aptidão física e mental e a avaliação psicológica deverão ser realizados por médicos e psicólogos peritos examinadores, respectivamente, com titulação de especialista em medicina do tráfego e em psicologia do trânsito, conferida pelo respectivo conselho profissional, conforme regulamentação do Contran: (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Parte promulgada pelo Congresso Nacional) (Vide Lei nº 14.071, de 2020)*

*I - de aptidão física e mental;*

*II - (VETADO);*

*III - escrito, sobre legislação de trânsito;*

*IV - de noções de primeiros socorros, conforme regulamentação do CONTRAN;*  
*V - de direção veicular, realizado na via pública, em veículo da categoria para a qual estiver habilitando-se.*

*§ 1º Os resultados dos exames e a identificação dos respectivos examinadores serão registrados no RENACH. (Renumerado do parágrafo único, pela Lei nº 9.602, de 1998);*

*§ 2º O exame de aptidão física e mental, a ser realizado no local de residência ou domicílio do examinado, será preliminar e renovável com a seguinte periodicidade: (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020);*

*I - a cada 10 (dez) anos, para condutores com idade inferior a 50 (cinquenta) anos; (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência);*

II - a cada 5 (cinco) anos, para condutores com idade igual ou superior a 50 (cinquenta) anos e inferior a 70 (setenta) anos; (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência);

III - a cada 3 (três) anos, para condutores com idade igual ou superior a 70 (setenta) anos. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência);

§ 3º O exame previsto no § 2º incluirá avaliação psicológica preliminar e complementar sempre que a ele se submeter o condutor que exerce atividade remunerada ao veículo, incluindo-se esta avaliação para os demais candidatos apenas no exame referente à primeira habilitação. (Redação dada pela Lei nº 10.350, de 2001);

§ 4º Quando houver indícios de deficiência física ou mental, ou de progressividade de doença que possa diminuir a capacidade para conduzir o veículo, os prazos previstos nos incisos I, II e III do § 2º deste artigo poderão ser diminuídos por proposta do perito examinador. (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência);

§ 5º O condutor que exerce atividade remunerada ao veículo terá essa informação incluída na sua Carteira Nacional de Habilitação, conforme especificações do Conselho Nacional de Trânsito – Contran. (Incluído pela Lei nº 10.350, de 2001);

§ 6º Os exames de aptidão física e mental e a avaliação psicológica deverão ser analisados objetivamente pelos examinados, limitados aos aspectos técnicos dos procedimentos realizados, conforme regulamentação do Contran, e subsidiarão a fiscalização prevista no § 7º deste artigo. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência);

§ 7º Os órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, com a colaboração dos conselhos profissionais de medicina e psicologia, deverão fiscalizar as entidades e os profissionais responsáveis pelos exames de aptidão física e mental e pela avaliação psicológica no mínimo 1 (uma) vez por ano. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência);

Art. 147-A. Ao candidato com deficiência auditiva é assegurada acessibilidade de comunicação, mediante emprego de tecnologias assistivas ou de ajudas técnicas em todas as etapas do processo de habilitação. (Incluído pela Lei nº 13.146, de 2015) (Vigência);

§ 1º O material didático audiovisual utilizado em aulas teóricas dos cursos que precedem os exames previstos no art. 147 desta Lei deve ser acessível, por meio de substituição com legenda oculta associada à tradução simultânea em Libras. (Incluído pela Lei nº 13.146, de 2015) (Vigência);

§ 2º É assegurado também ao candidato com deficiência auditiva requerer, no ato de sua inscrição, os serviços de intérprete da Libras, para acompanhamento em aulas práticas e teóricas. (Incluído pela Lei nº 13.146, de 2015) (Vigência).

Também cabe reproduzir o artigo 148.

Art. 148. Os exames de habilitação, exceto os de direção veicular, poderão ser aplicados por entidades públicas ou privadas credenciadas pelo órgão executivo de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, de acordo com as normas estabelecidas pelo CONTRAN;

§ 1º A formação de condutores deverá incluir, obrigatoriamente, conceitos de direção defensiva e de proteção ao meio ambiente relacionados com o trânsito. (Redação dada pela Medida Provisória nº 1.153, de 2022);

§ 2º Ao candidato aprovado será conferida Permissão para Dirigir, com validade de um ano;

§ 3º A Carteira Nacional de Habilitação será conferida ao condutor no término de um ano, desde que o mesmo não tenha cometido nenhuma infração de natureza grave ou gravíssima ou seja reincidente em infração média;

§ 4º A não obtenção da Carteira Nacional de Habilitação, tendo em vista a incapacidade de atendimento do disposto no parágrafo anterior, obriga o candidato a reiniciar todo o processo de habilitação;

§ 5º O Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN poderá dispensar os tripulantes de aeronaves que apresentarem o cartão de saúde expedido pelas Forças Armadas ou pelo Departamento de Aeronáutica Civil, respectivamente, da prestação do exame de aptidão física e mental. (Incluído pela Lei nº 9.602, de 1998);

Art. 148-A. Os condutores das categorias C, D e E deverão comprovar resultado negativo em exame toxicológico para a obtenção e a renovação da Carteira Nacional de Habilitação. (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência) (Vide Lei nº 14.599, de 2023);

§ 1º O exame de que trata este artigo buscará aferir o consumo de substâncias psicoativas que, comprovadamente, comprometam a capacidade de direção e deverá ter janela de detecção mínima de 90 (noventa) dias, nos termos das normas do CONTRAN. (Incluído pela Lei nº 13.103, de 2015) (Vigência);

§ 2º Além da realização do exame previsto no caput deste artigo, os condutores das categorias C, D e E com idade inferior a 70 (setenta) anos serão submetidos a novo exame a cada período de 2 (dois) anos e 6 (seis) meses, a partir da obtenção ou renovação da Carteira Nacional de Habilitação, independentemente da validade dos demais exames de que trata o inciso I do caput do art. 147 deste Código. (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência);

§ 3º (Revogado). (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência);

§ 4º É garantido o direito de contraprova e de recurso administrativo, sem efeito suspensivo, no caso de resultado positivo para os exames de que trata este artigo, nos termos das normas do Contran. (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência);

§ 5º O resultado positivo no exame previsto no § 2º deste artigo acarretará ao condutor: (Redação dada pela Lei nº 14.599, de 2023);



I - (VETADO); e (Incluído pela Lei nº 14.599, de 2023);

II - a suspensão do direito de dirigir pelo período de 3 (três) meses, condicionado o levantamento da suspensão à inclusão no Renach de resultado negativo em novo exame, vedada a aplicação de outras penalidades, ainda que acessórias. (Incluído pela Lei nº 14.599, de 2023);

§ 6º O resultado do exame somente será divulgado para o interessado e não poderá ser utilizado para fins estranhos ao disposto neste artigo ou no § 6º do art. 168 da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. (Incluído pela Lei nº 13.103, de 2015) (Vigência);

§ 7º O exame será realizado, em regime de livre concorrência, pelos laboratórios credenciados pelo órgão máximo executivo de trânsito da União, nos termos das normas do Contran, vedado aos entes públicos: (Redação dada pela Lei nº 14.440, de 2022);

I - fixar preços para os exames; (Incluído pela Lei nº 13.103, de 2015) (Vigência);

II - limitar o número de empresas ou o número de locais em que a atividade pode ser exercida; e (Incluído pela Lei nº 13.103, de 2015) (Vigência);

III - estabelecer regras de exclusividade territorial. (Incluído pela Lei nº 13.103, de 2015) (Vigência);

§ 8º A não realização do exame previsto neste artigo acarretará ao condutor: (Incluído pela Lei nº 14.599, de 2023);

I - nos casos de que trata o caput deste artigo, o impedimento de obter ou de renovar a Carteira Nacional de Habilitação até que seja realizado o exame com resultado negativo e a aplicação das sanções previstas no art. 165-B deste Código; e (Incluído pela Lei nº 14.599, de 2023);

II - no caso do § 2º, a aplicação das sanções previstas no § 5º deste artigo e nos arts. 165-B e 165-D deste Código, conforme a irregularidade verificada. (Incluído pela Lei nº 14.599, de 2023);

§ 9º Compete ao órgão máximo executivo de trânsito da União comunicar aos condutores, por meio do sistema de notificação eletrônica de que trata o art. 282-A deste Código, o vencimento do prazo para a realização do exame com 30 (trinta) dias de antecedência, bem como as penalidades decorrentes da sua não realização. (Incluído pela Lei nº 14.599, de 2023).

## // REGULAMENTAÇÃO QUANTO À OPERACIONALIZAÇÃO DO EXAME

### **Resolução 927/2022 do CONTRAN**

Esta resolução (Brasil, 2022) dispõe sobre o exame de aptidão física e mental, a avaliação psicológica e o credenciamento das entidades públicas e privadas de que tratam o art. 147, I e §§ 1º a 4º e o art. 148 do Código de Trânsito Brasileiro. A seguir são repro-

duzidos os artigos 1º ao 3º da mesma.

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre o exame de aptidão física e mental, a avaliação psicológica e o credenciamento das entidades públicas e privadas de que tratam o art. 147, I e §§ 1º a 4º e o art. 148 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB);

Art. 2º Caberá ao órgão máximo executivo de trânsito da União criar e disciplinar o uso do formulário Registro Nacional de Condutores Habilitados (RENACH), destinado à coleta de dados dos candidatos à obtenção da Autorização para Conduzir Ciclomotor (ACC) e da Carteira Nacional de Habilitação (CNH), e nos processos de renovação, adição e mudança de categoria, bem como determinar aos órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, no âmbito de suas circunscrições, a sua utilização;

§ 1º O preenchimento dos formulários com o resultado do exame de aptidão física e mental e da avaliação psicológica é de responsabilidade das entidades credenciadas pelos órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal;

§ 2º As informações prestadas pelo candidato são de sua responsabilidade;

Art. 3º Para fins desta Resolução, considera-se candidato a pessoa que se submete ao exame de aptidão física e mental e/ou à avaliação psicológica para a obtenção da ACC, da CNH, da renovação e da adição ou mudança de categoria;

Parágrafo único. Ficam dispensados da realização dos exames previstos no caput os candidatos que se enquadrem no § 5º do art. 148 do CTB

A seguir, são apresentados os principais aspectos do exame de aptidão física e mental.

Por ocasião do exame de aptidão física e mental para condutores de veículos automotores, são exigidos os seguintes procedimentos médicos:

- Anamnese, com a aplicação de um questionário e interrogatório complementar pelo médico perito examinador;
- Exame físico geral, no qual o médico perito examinador deverá observar o tipo morfológico do paciente, seu comportamento e atitude frente ao examinador (humor, aparência, fala, contactuação e compreensão, perturbações da percepção e atenção, orientação, memória e concentração, controle de impulsos e indícios do uso de substâncias psicoativas), seu estado geral (face, tufismo, nutrição, hidratação, coloração da pele e mucosas, deformidades e cicatrizes) visando à detecção de enfermidades que possam constituir risco para a direção veicular;
- Exames específicos (avaliação oftalmológica, avaliação otorrinolaringológica, avaliação cardiorrespiratória, avaliação neuroló-

gica, avaliação do aparelho locomotor, avaliação dos distúrbios do sono – exigida quando da renovação, adição e mudança para as categorias C, D e E, exames complementares ou especializados – solicitados a critério médico);

- O exame de aptidão física e mental do candidato portador de deficiência física será realizado por Junta Médica Especial designada pelo Diretor do órgão ou entidade executivo de trânsito do Estado ou do Distrito Federal.

O parecer médico perito examinador de trânsito deverá indicar uma das seguintes situações:

- Apto – quando não houver contraindicação para condução de veículos na categoria pretendida pelo candidato;
- Apto com restrições – quando houver necessidade de registro na CNH de qualquer restrição referente ao condutor ou adaptação veicular;
- Inapto temporariamente – quando o motivo da reprovação para a condução de veículo automotor na categoria pretendida for passível de tratamento ou correção;
- Inapto – quando o motivo da reprovação para condução de veículo automotor na categoria pretendida for irreversível, não havendo possibilidade de tratamento ou correção.

No resultado, poderão ser utilizadas, a critério médico, as seguintes observações: obrigatório o uso de lentes corretoras; obrigatório o uso de otofone; obrigatório o uso de veículo automático; obrigatório o uso de veículo automático com direção hidráulica; obrigatório o uso de veículo adaptado; obrigatório o uso de veículo adaptado com direção hidráulica; obrigatório o uso de moto com carro lateral (side car) e câmbio manual adaptado; obrigatório o uso de moto com carro lateral (side car) e freio manual adaptado; apto portador de deficiência física; etc.

Também poderão ser feitas as seguintes restrições: tempo de validade do exame; vedado dirigir em rodovias; vedado dirigir após o pôr do sol; vedada a atividade remunerada; etc. São definidos os procedimentos a serem realizados no caso dos condutores portadores de defeito físico, incluindo a relação das adaptações necessárias no veículo em função do tipo de deficiência física.

Outro aspecto tratado diz respeito aos requisitos para o credenciamento de médicos pelos órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal para atuarem na realização de exames

de aptidão física e mental, e que são os seguintes: estar regularmente inscritos no respectivo Conselho Regional e ter Título de Especialista em Medicina de Tráfego, reconhecido pelo Conselho Federal de Medicina (CFM), ou ter concluído o Programa de Residência em Medicina de Tráfego. Também são definidos outros aspectos, como: fiscalização dos profissionais, características das instalações dos locais dos exames, equipamentos médicos necessários nos exames, etc.

#### // OBSERVAÇÕES SOBRE O EXAME DE APTIDÃO FÍSICA E MENTAL

Do estado físico e mental dos condutores depende a vida deles próprios e de outras pessoas, o que confere ao exame de aptidão física e mental grande relevância, devendo, portanto, caracterizar um ato médico e não apenas um mero procedimento burocrático. O médico deve ter em conta que o exame de aptidão física e mental para condutores funciona de certa forma como uma ação de saúde pública, pois para muitas pessoas é uma das poucas oportunidades de ser atendido por um médico. Daí a necessidade de cuidado redobrado com o exame e, se detectada alguma doença, a orientação para a pessoa e o encaminhamento para tratamento médico.

O artigo 153 do Código de Trânsito Brasileiro determina que “O candidato habilitado terá em seu prontuário a identificação de seus instrutores e examinadores, que serão passíveis de punição conforme regulamentação a ser estabelecida pelo CONTRAN” (Brasil, 1997). A dificuldade de avaliar as repercussões de certas doenças no desempenho do condutor e a inexistência de critérios conclusivos na legislação tornam difícil para o médico perito examinador estabelecer um parecer adequado. Não há na legislação brasileira qualquer referência a patologias que possam ser consideradas impeditivas ou restritivas para a condução de veículos automotores, embora existam evidências de que algumas doenças aumentam bastante a probabilidade do condutor ter agravado seu estado de saúde e de se envolver em sinistros.

#### 12.4 - ATENDIMENTO ÀS VÍTIMAS DE SINISTROS

O atendimento às vítimas dos sinistros pode ser considerado envolvendo, usualmente, as seguintes etapas:

- Atendimento por pessoas não especializadas no local (primeiros socorros);

- Atendimento por equipe especializada no local;
- Transporte por equipe especializada até o hospital;
- Atendimento de urgência na chegada ao hospital;
- Tratamento hospitalar ou ambulatorial;
- Reabilitação física e psicológica.

A seguir, são comentadas brevemente essas várias etapas.

#### // PRIMEIROS SOCORROS

Os primeiros socorros são as providências que devem ser imediatamente tomadas após o sinistro, por pessoas que estejam no local, e envolvem as seguintes ações:

- Sinalizar o local, utilizando triângulos de segurança, arbustos, etc. e ligando o pisca alerta de veículos próximos, para evitar o agravamento da situação e garantir segurança àqueles que vão prestar socorro às vítimas;
- Ligar para 192 (SAMU – Serviço de Atendimento Móvel de Urgência), 193 (Resgate do Corpo de Bombeiros) ou 190 (Polícia Militar), informando o local do sinistro e as características do mesmo;
- Tranquilizar as vítimas que estiverem conscientes, informando que o socorro já está a caminho e não tentar levantar ou carregar a vítima e nem dar nada para beber;
- Prestar os primeiros socorros às vítimas graves mediante a utilização de técnicas simples (que são ensinadas por ocasião do exame para obtenção do documento de habilitação, ou em cursos específicos): respiração artificial boca a boca, estancamento de hemorragia, etc.

Em alguns sinistros, outras providências urgentes são necessárias: utilizar extintores para apagar incêndio, afastar pessoas do local devido ao derramamento ou escape de substâncias tóxicas, etc.

#### //SOCORRO ESPECIALIZADO NO LOCAL E NO TRANSPORTE

Uma equipe especializada de socorro deve contar com médicos e/ou paramédicos especializados e com equipamentos adequados para o atendimento de urgência no local do sinistro, bem como com ambulâncias equipadas para realizar os procedimentos médicos indicados durante o transporte das vítimas até o hospital. Nos sinistros em que há vítimas presas nas ferragens, é necessária a presença de equipe especializada com ferramentas e equipamentos apropriados para resgatar os ocupantes do(s) veículo(s).

Quanto mais rápida a chegada de equipe especializada no local do sinistro e quanto melhor a qualidade do atendimento, que depende de profissionais treinados e de equipamentos adequados, maiores as chances de sobrevivência das vítimas em estado grave, bem como de evitar sequelas graves definitivas. Também relevante para a sobrevivência, ou minimização das sequelas, é o tempo de chegada das vítimas ao hospital.

#### // ATENDIMENTO DE URGÊNCIA NA CHEGADA AO HOSPITAL

Uma etapa vital para a sobrevivência, ou minimização da probabilidade de sequelas definitivas nas vítimas em estado grave, são as ações de urgência efetuadas na chegada ao hospital. Para isso, é necessário contar com equipe médica especializada em Traumatologia, cirurgiões experientes e instalações (como centros de terapia intensiva) e equipamentos adequados.

#### // TRATAMENTO HOSPITALAR

Após receber os cuidados médicos de urgência, as vítimas graves permanecem internadas no hospital, visando o monitoramento médico constante do seu estado físico e psicológico, acompanhado da administração de medicamentos e, se necessário, da realização de intervenções cirúrgicas. Também neste caso, conta a favor da recuperação segura e rápida das vítimas a existência de corpo médico especializado e hospital dotado de equipamentos e instalações adequadas.

#### // TRATAMENTO AMBULATORIAL

O tratamento ambulatorial, indicado para vítimas com lesões leves, ou vítimas graves em processo final de recuperação, consiste na administração de medicamentos e acompanhamento médico menos frequente.

#### // REABILITAÇÃO FÍSICA E PSICOLÓGICA

Muitas das vítimas dos sinistros de trânsito necessitam passar por tratamento de reabilitação física (para recuperar movimentos, etc.) e/ou psicológica (para vencer traumas decorrentes de situações de sofrimento físico extremo, proximidade da morte, perda de pessoas próximas, etc.). Reconhecidamente, as sequelas advindas dos sinistros de trânsito, como o transtorno do estresse pós-traumático (TEPT), são de difícil diagnóstico e tratamento. Por isso, é fundamental contar

com centros especializados dotados de instalações e equipamentos adequados, como também com profissionais especializados.

### 12.5 - IMPORTÂNCIA DA RAPIDEZ E DA QUALIDADE DO ATENDIMENTO

A probabilidade de sobrevivência das vítimas dos sinistros de trânsito depende muito do tempo de chegada do socorro médico especializado no local do sinistro, bem como da qualidade do atendimento. A seguir, são citados dados de algumas pesquisas realizadas sobre o assunto. Um estudo desenvolvido por Brown (Elvik & Vaa, 2004) apresentou os seguintes resultados:

- Chegada da ambulância no local menos de 10 minutos após o sinistro: 6,3% das vítimas morreram;
- Chegada da ambulância no local entre 11 e 20 minutos após o sinistro: 9,3% das vítimas morreram;
- Chegada da ambulância no local entre 21 e 30 minutos após o sinistro: 10,8% das vítimas morreram;
- Chegada da ambulância no local entre 31 e 120 minutos após o sinistro: 12,2% das vítimas morreram;
- Chegada da ambulância no local mais de 120 minutos após o sinistro: 13,4% das vítimas morreram.

Estudos de Sampalis *et al.* (Elvik *et al.*, 2009) mostraram que quando o tempo transcorrido entre o sinistro e a hospitalização é maior que uma hora, as chances de não sobreviver nos seis primeiros dias após o sinistro é de 1,27 a 5,06 vezes maior (melhor estimativa = 3,01).

Henriksson *et al.* (Elvik & Vaa, 2004) estudaram a relação entre a probabilidade de sobrevivência e o tempo decorrido entre o momento do sinistro e a chegada ao hospital, bem como da existência ou não de atendimento especializado no hospital. Os resultados encontrados foram os seguintes:

- Cerca de 50% dos mortos em sinistros de trânsito apresentavam lesões de tal magnitude que não teriam sobrevivido em nenhuma circunstância;
- Cerca de 12% dos mortos teriam sobrevivido se tivessem sido transportados mais rapidamente a um hospital;
- Cerca de 33% dos mortos teriam sobrevivido se tivessem sido transportados mais rapidamente a um hospital especializado em traumatologia;

- Cerca de 5% dos mortos somente foram encontrados muito tempo depois do sinistro.

As taxas de mortes em áreas rurais, onde teoricamente o tempo entre o sinistro e o atendimento às vítimas é maior, mostraram-se entre 1,18 e 3,31 vezes superiores em relação às áreas urbanas. Brodsky & Hakkert, Maio *et al.*, Muelleman *et al.* (Elvik *et al.*, 2009).

Na Tabela 12.1, são reproduzidos dados sobre a porcentagem de sobrevivência das vítimas dos sinistros em alguns municípios localizados em países com distintos níveis de desenvolvimento econômico-social. (WHO, 2009).

**Tabela 12.1** – Distribuição percentual das mortes em sinistros de trânsito observada em municípios

Descrição	Kumasi (Gana)	Monterrey (México)	Seattle (Estados Unidos)	Valores médios dos países da Europa
<b>Estágio de desenvolvimento do país</b>	Pequeno	Médio	Alto	Muito alto
<b>Antes de entrar no hospital</b>	81	72	59	50
<b>No hospital</b>	19	28	41	50

Fonte: WHO (2009).

Os números da Tabela 12.1 mostram que, quanto maior o grau de desenvolvimento do país ou estado, o que significa melhores condições de atendimento às vítimas dos sinistros de trânsito antes de chegarem ao hospital (caracterizadas por menores tempos entre a ocorrência do sinistro e a chegada ao hospital e por assistência médica de melhor qualidade no local do sinistro e no transporte até o hospital), maior a probabilidade da vítima sobreviver.

### 12.6 - QUESTÕES

- 1) Conceituar Medicina de Tráfego.
- 2) No que consiste a ABRAMET? Quais as principais atividades de-

envolvidas pela entidade?

3) Quais as áreas de atuação da Medicina de Tráfego? Explicar sucintamente cada uma delas.

4) Onde está legalmente estabelecida a obrigatoriedade da realização do exame de aptidão física e mental para condutores? Quem está obrigado a fazer esse exame?

5) Que documentos da legislação vigente tratam da operacionalização do exame de aptidão física e mental?

6) Citar os principais aspectos tratados na Resolução CONTRAN nº 927/22.

7) Como é realizada a avaliação física e mental para condutores?

8) Comentar sobre os problemas existentes na legislação em vigor no que diz respeito ao exame de aptidão física e mental.

9) Quais as etapas envolvidas no atendimento às vítimas dos sinistros de trânsito? Escrever comentários breves sobre cada uma delas.

10) Comentar sobre a importância da rapidez no socorro especializado às vítimas dos sinistros de trânsito, bem como da qualidade do atendimento. Citar dados a respeito.

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

ABRAMET (2012). **Associação Brasileira de Medicina de Tráfego**. Disponível em: <http://www.abramet.org.br>. Acesso em: 13 de jan. de 2012.

Brasil (1997). **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997: Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Casa Civil**. [S.l.], 23 set. 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9503/Compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503/Compilado.htm). Acesso em: 19 de set. de 2023.

Brasil (2022). **Resolução CONTRAN nº 927, de 28 de março de 2022**: Dispõe sobre o exame de aptidão física e mental, a avaliação psicológica e o credenciamento das entidades públicas e privadas de que tratam o art. 147, I e §§ 1º a 4º e o art. 148 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/ptbr/assuntos/transito/conteudocontran/resolucoes/Resolucao9272022.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

Elvik, R. *et al.* (2009). **Handbook of Road Safety Measures**. 2. ed. Bingley: Emerald, 2009.

Elvik, R.; Vaa, T. (2004). **The Handbook of Road Safety Measures**. Amsterdam: Elsevier Science.

WHO (2009). **Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial**: es hora de pasar a la acción. Es Hora de Pasar a la Acción. World Health Organization. Disponível em: [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2009](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009). Acesso em: 20 de set. de 2023.

# 13. psicologia do trânsito

## 13.1 - INTRODUÇÃO

As considerações que seguem são baseadas, principalmente, em Rozestraten (1988). A Psicologia do Trânsito é a área da Psicologia que trata do comportamento das pessoas no trânsito, seja como pedestre, condutor ou passageiro. As principais áreas de atuação da Psicologia do Trânsito são as seguintes:

- Realização do exame psicológico previsto na legislação para os condutores de veículos automotores, que pode levar a impedimentos de dirigir temporários ou definitivos;
- Reabilitação de condutores com desvios de conduta;
- Definição e aplicação de ações que possam contribuir para a melhoria do comportamento dos usuários no trânsito, de modo a promover uma maior segurança viária e reduzir desentendimentos no trânsito;
- Acompanhamento e aconselhamento de motoristas profissionais, autônomos ou de empresas, visando preservar a saúde mental dos mesmos para garantir um comportamento adequado no trânsito.

Do ponto de vista psicológico, os principais fatores relacionados com a ocorrência dos sinistros de trânsito são:

- Não percepção correta dos riscos;
- Aceitação de riscos maiores que os normalmente aceitos;
- Falha no processo de percepção e processamento das informações e tomada de decisão;
- Falta de controle das emoções e dos impulsos.

Todos esses fatores são sensíveis às condições físicas e psicológicas do condutor ou pedestre, as quais podem ser afetadas por alguns tipos de doença, desajuste social, ingestão de álcool e/ou droga, estímulo negativo de outras pessoas, sonolência, cansaço, estresse, pressa excessiva, etc.

Muitos dos sinistros de trânsito resultantes de falhas humanas podem ser evitados com:

- Maior conhecimento e melhor treinamento;
- Convencimento da importância de dirigir com cuidado e respeitar as normas do trânsito;
- Desenvolvimento do autocontrole para controlar as emoções e os impulsos;
- Melhoria da concentração.

Os três últimos aspectos mencionados estão fortemente ligados à área da Psicologia do Trânsito.



### 13.2 - ATIVIDADES DA PSICOLOGIA NO TRÂNSITO

As principais atividades no campo da Psicologia do Trânsito são:

- Aplicação dos exames de avaliação psicológica obrigatório para futuros condutores;
- Aplicação dos exames de avaliação psicológica para condutores profissionais nas empresas de transporte, sobretudo no processo de admissão;
- Reabilitação psicológica de condutores infratores e envolvidos em sinistros de trânsito;
- Acompanhamento e aconselhamento de motoristas profissionais, autônomos ou de empresas, visando preservar a saúde mental dos mesmos para garantir um comportamento adequado no trânsito;
- Elaboração de programas de educação para o trânsito nas escolas e na formação de condutores, instrutores, agentes de trânsito, etc., utilizando conceitos psicopedagógicos;
- Elaboração de campanhas de segurança no trânsito, também com base em conceitos psicopedagógicos;
- Ensino da matéria em cursos de especialização;
- Desenvolvimento de ações socioeducativas com pedestres, ciclistas, condutores, etc.;
- Atuação como perito em demandas envolvendo sinistros de trânsito;
- Elaboração de laudos, pareceres psicológicos, relatórios técnicos e científicos;
- Desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre o comportamento das pessoas no trânsito considerando os diversos fatores que interferem no comportamento, visando fornecer subsídios para a elaboração e a aplicação de ações para a melhoria da segurança viária;
- Contribuição na análise e descrição do ato de dirigir e na necessidade de adaptações ergonômicas para execução segura dessa tarefa no projeto de novos veículos.

### 13.3 - EXAME DE AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA PARA CONDUTORES

#### // CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A avaliação psicológica, obrigatória para a obtenção do documento de habilitação para conduzir veículos automotores, da adição de categoria ao documento de habilitação e da renovação do documento

de habilitação para os condutores que exercem atividade remunerada, é realizada mediante exames psicológicos com a avaliação dos candidatos através de testes específicos.

Os testes têm a função de mensurar características e diferenças individuais e as reações do indivíduo. São utilizados testes objetivos para mensurar a inteligência e aptidões, e de personalidade, para conhecer o tipo de comportamento. Os testes visam verificar a existência de manifestações de distúrbios que sejam incompatíveis com a ação de conduzir, de abuso de álcool ou drogas, de sintomas de estresse e de alterações da estrutura psíquica do candidato.

#### // REGULAMENTAÇÃO QUANTO À OBRIGATORIEDADE

O exame de avaliação psicológica, obrigatório para os condutores de veículos automotores em determinadas situações, é regulamentado, sobretudo, no artigos 147 e 148 do Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997), modificado posteriormente pela Lei nº 14.071/2020 de 2001 (Brasil, 2020), conforme reproduzido a seguir.

*Art. 147. O candidato à habilitação deverá submeter-se a exames realizados pelo órgão executivo de trânsito, na ordem descrita a seguir, e os exames de aptidão física e mental e a avaliação psicológica deverão ser realizados por médicos e psicólogos peritos examinadores, respectivamente, com titulação de especialista em medicina do tráfego e em psicologia do trânsito, conferida pelo respectivo conselho profissional, conforme regulamentação do Contran:*

*I – de aptidão física e mental;*

*II – (VETADO);*

*III – escrito, sobre legislação de trânsito;*

*IV – de noções de primeiros socorros, conforme regulamentação do CONTRAN;*

*V – de direção veicular, realizado na via pública, em veículo da categoria para a qual estiver habilitando-se.*

*§ 1º Os resultados dos exames e a identificação dos respectivos examinadores serão registrados no RENACH. (Renumerado do parágrafo único, pela Lei nº 9.602, de 1998).*

*§ 2º O exame de aptidão física e mental, a ser realizado no local de residência ou domicílio do examinado, será preliminar e renovável com a seguinte periodicidade: (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020).*

*I - a cada 10 (dez) anos, para condutores com idade inferior a 50 (cinquenta) anos; (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência).*

*II - a cada 5 (cinco) anos, para condutores com idade igual ou superior a 50 (cinquenta) anos e inferior a 70 (setenta) anos; (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência).*

III - a cada 3 (três) anos, para condutores com idade igual ou superior a 70 (setenta) anos. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência).

§ 3º O exame previsto no § 2º incluirá avaliação psicológica preliminar e complementar sempre que a ele se submeter o condutor que exerce atividade remunerada ao veículo, incluindo-se esta avaliação para os demais candidatos apenas no exame referente à primeira habilitação. (Redação dada pela Lei nº 10.350, de 2001).

§ 4º Quando houver indícios de deficiência física ou mental, ou de progressividade de doença que possa diminuir a capacidade para conduzir o veículo, os prazos previstos nos incisos I, II e III do § 2º deste artigo poderão ser diminuídos por proposta do perito examinador. (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência).

§ 5º O condutor que exerce atividade remunerada ao veículo terá essa informação incluída na sua Carteira Nacional de Habilitação, conforme especificações do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. (Incluído pela Lei nº 10.350, de 2001).

§ 6º Os exames de aptidão física e mental e a avaliação psicológica deverão ser analisados objetivamente pelos examinados, limitados aos aspectos técnicos dos procedimentos realizados, conforme regulamentação do CONTRAN, e subsidiarão a fiscalização prevista no § 7º deste artigo. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência).

§ 7º Os órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, com a colaboração dos conselhos profissionais de medicina e psicologia, deverão fiscalizar as entidades e os profissionais responsáveis pelos exames de aptidão física e mental e pela avaliação psicológica no mínimo 1 (uma) vez por ano. (Incluído pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência).

Também cabe reproduzir o artigo 148.

Art. 148. Os exames de habilitação, exceto os de direção veicular, poderão ser aplicados por entidades públicas ou privadas credenciadas pelo órgão executivo de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, de acordo com as normas estabelecidas pelo CONTRAN.

## // REGULAMENTAÇÃO QUANTO À OPERACIONALIZAÇÃO DO EXAME

### **Resolução 927/2022 do CONTRAN**

Esta resolução dispõe sobre os exames de aptidão física e mental, a avaliação psicológica e o credenciamento das entidades públicas e privadas de que tratam o art. 147, I e §§ 1º a 4º e o art. 148 do CTB. A seguir são reproduzidos os artigos 5º, 6º e 7º da mesma (Brasil, 2022).

Art. 5º Na avaliação psicológica deverão ser aferidos, por métodos e técnicas psicológicas, os seguintes processos psíquicos (Anexo XIII):

- I - tomada de informação;
- II - processamento de informação;
- III - tomada de decisão;
- IV - comportamento;
- V - autoavaliação do comportamento;
- VI - traços de personalidade.

Art. 6º Na avaliação psicológica, serão utilizadas as seguintes técnicas e instrumentos:

- I - entrevistas diretas e individuais (Anexo XIV);
- II - testes psicológicos, que deverão estar de acordo com resoluções vigentes do Conselho Federal de Psicologia (CFP), que definem e regulamentam o uso de testes psicológicos;
- III - dinâmicas de grupo;
- IV - escuta e intervenções verbais.

Parágrafo único. Para realização da avaliação psicológica, o psicólogo responsável deverá se reportar às Resoluções do Conselho Federal de Psicologia que instituem normas e procedimentos no contexto do trânsito e afins.

Art. 7º A avaliação psicológica do candidato com deficiência física deverá ser realizada de acordo com as suas condições físicas.

O parecer final do psicólogo perito examinador de trânsito, que deve ser disponibilizado no prazo máximo de dois dias úteis, deverá se enquadrar em uma das seguintes categorias (Brasil, 2022):

- I. apto - quando apresentar desempenho condizente para a condução de veículo automotor;
- II. inapto temporário - quando não apresentar desempenho condizente para a condução de veículo automotor, porém passível de adequação; ou
- III. inapto - quando não apresentar desempenho condizente para a condução de veículo automotor.

O Anexo XIII da Resolução CONTRAN nº 927/2022 (Brasil, 2022) enumera os aspectos que o candidato deverá apresentar em uma avaliação psicológica. Tais aspectos são classificados em cinco categorias de avaliação:

1. Tomada de informação;
2. Processamento de informação;
3. Tomada de decisão;

4. Comportamento;
5. Traços e personalidade

A avaliação da tomada de informação é composta pela avaliação da atenção (manutenção da visão consciente dos estímulos ou situações), da detecção (capacidade de perceber e interpretar os estímulos fracos de intensidade ou após ofuscamento), da discriminação (capacidade de perceber e interpretar dois ou mais estímulos semelhantes) e da identificação (capacidade de perceber e identificar sinais e situações específicas de trânsito). Particularmente na avaliação da atenção são consideradas a atenção difusa ou vigiância (esforço voluntário para varrer o campo visual na sua frente à procura de algum indício de perigo ou de orientação) a atenção concentrada seletiva (fixação da atenção sobre determinados pontos de importância para a direção, identificando-os dentro do campo geral do meio ambiente) e a atenção distribuída (capacidade de atenção a vários estímulos ao mesmo tempo) (Brasil, 2022).

No que diz respeito ao processamento de informação, são avaliados a orientação espacial e avaliação de distância (capacidade de situar-se no tempo, no espaço ou situação reconhecendo e avaliando os diferentes espaços e velocidades), o conhecimento cognitivo (capacidade de aprender, memorizar e respeitar as leis e as regras de circulação e de segurança no trânsito) a identificação significativa (capacidade de identificar sinais e situações de trânsito), a inteligência (capacidade de verificar, prever, analisar e resolver problemas de forma segura nas diversas situações da circulação), a memória (capacidade de registrar, reter, evocar e reconhecer estímulos de curta duração, experiências passadas e conhecimentos das leis e regras de circulação e de segurança e a combinação de ambas na memória operacional do momento) e, por fim, o julgamento ou juízo crítico (considerando a escala de valores para perceber, avaliar a realidade, chegando a julgamentos que levem a comportamentos de segurança individual e coletiva no trânsito) (Brasil, 2022).

A avaliação da tomada de decisão refere-se à capacidade para escolher dentre as várias possibilidades que são oferecidas no ambiente de trânsito, o comportamento seguro para a situação que se apresenta. A avaliação comportamental inclui (i) a avaliação dos comportamentos adequados às situações que deverão incluir tempo de reação simples e complexo, coordenação viso

e audiomotora, coordenação em quadros motores complexos, aprendizagem e memória motora e (ii) a avaliação da capacidade para perceber quando suas ações no trânsito correspondem ou não ao que pretendia fazer (Brasil, 2022).

Em relação aos traços de personalidade, a avaliação deve considerar o equilíbrio entre os diversos aspectos emocionais da personalidade, a socialização (valores, crenças, opiniões, atitudes, hábitos e afetos que considerem o ambiente de trânsito como espaço público de convívio social que requer cooperação e solidariedade com os diferentes protagonistas da circulação) e a ausência de traços psicopatológicos não controlados que podem gerar, com grande probabilidade, comportamentos prejudiciais à segurança de trânsito para si e ou para os outros (Brasil, 2022).

### **13.4 - COMPORTAMENTO DOS CONDUTORES**

#### **// DESVIO DA PERSONALIDADE E SEGURANÇA DO TRÂNSITO**

Alguns condutores apresentam desvio de personalidade que os tornam mais propensos a se envolver em sinistros de trânsito e, por isso, deveriam passar por tratamento psicológico para readaptar o seu comportamento.

A seguir são discutidos os principais desvios de comportamento observados nos condutores:

- Conductor depressivo – nos momentos de crise dá pouco valor à segurança;
- Conductor introvertido – imerso nos seus pensamentos e problemas, com frequência se mostra desatento ao que se passa ao seu redor prejudicando, assim, a segurança;
- Conductor agressivo – usa o veículo como válvula de escape, onde descarrega a sua raiva; comete imprudências e descontrola-se com facilidade comprometendo, dessa forma, a segurança;
- Conductor inseguro – sente-se com pouco domínio sobre o veículo e o trajeto, é lento ao conduzir e tomar decisões e, com isso, prejudicando a segurança e a fluidez do trânsito;
- Conductor sugestível – é influenciado por outras pessoas; o perigo reside, sobretudo, nos condutores jovens que passam a dirigir de maneira perigosa estimulados por amigos;
- Conductor negativista – mal-humorado e pessimista, não dirige

de forma cooperativa, prejudicando a segurança com as suas atitudes egoístas;

- Condutor distraído – não tem concentração ao dirigir, desviando, frequentemente, a atenção para outras coisas e, como isso, prejudicando a segurança;
- Condutor inquieto – está sempre buscando algo, abre o porta-luvas, procura algo nos bolsos, olha para trás, etc.; a sua dispersão compromete a segurança.

### // COMPORTAMENTO NO TRÂNSITO X DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL

Condições econômicas e sociais precárias, falta de oportunidades de trabalho e de desenvolvimento pessoal, etc. afetam de maneira negativa o estado psicológico das pessoas, levando muitas delas a ter um comportamento inadequado no trânsito. Isso explica, em grande parte, a maior sinistralidade viária nos países em desenvolvimento. O combate à sinistralidade no trânsito é questão complexa, que constitui um grande desafio para a sociedade moderna, sobretudo nos países de baixa e média renda.

### // COMPORTAMENTO HUMANO E SEGURANÇA DO TRÂNSITO

Os estudos mostram que o risco de morrer ou sofrer lesão grave em um sinistro diminui bastante para quem usa os equipamentos de segurança, sobretudo o cinto de segurança nos automóveis e o capacete nas motocicletas. No entanto, ainda que isso seja de conhecimento geral, a utilização é baixa se não houver imposição legal. A existência de lei obrigando ao uso e prevendo punições é fundamental para uma maior utilização desses equipamentos. O uso cresce ainda mais se a fiscalização for intensa e as punições mais severas. Isso também vale para outros casos, como dirigir com velocidade incompatível, conduzir alcoolizado, etc. Esses fatos levam à conclusão que as pessoas, em geral, pautam seu comportamento no trânsito olhando mais a possibilidade de serem castigadas, com uma multa ou outra penalidade, e menos a dimensão do castigo – muito maior no caso do envolvimento em um sinistro.

Ainda que se envolver em um sinistro, ser ferido, ou até mesmo morrer, sejam castigos extremamente maiores que sofrer uma multa, o

comportamento da maioria dos condutores é muito mais influenciado pela, em geral, maior probabilidade de ser multado. Assim, quanto maior a fiscalização, maior a obediência dos usuários às leis do trânsito. Evidentemente que também influencia no comportamento das pessoas o valor da multa, ou a possibilidade de sofrer uma penalidade mais forte.

Desta forma, ainda que a Educação possa atuar no sentido de aperfeiçoar o comportamento humano no trânsito, a existência de leis severas, fiscalização intensa e punição efetiva dos infratores são absolutamente necessárias para uma maior segurança no trânsito.

### 13.5 - QUESTÕES

- 1) Quais as principais áreas de atuação da Psicologia do Trânsito?
- 2) Do ponto de vista psicológico, quais os principais fatores relacionados com a ocorrência dos sinistros de trânsito?
- 3) Que atividades podem ser desenvolvidas para reduzir as falhas humanas nos sinistros de trânsito? Quais delas situam-se no campo da Psicologia?
- 4) Quais as principais atividades realizadas no campo da Psicologia do Trânsito?
- 5) Onde está legalmente estabelecida a obrigatoriedade da realização do exame de avaliação psicológica para condutores? Quem está obrigado a fazer esse exame?
- 6) Que documentos da legislação vigente tratam da operacionalização do exame de avaliação psicológica para condutores?
- 7) Citar os principais aspectos tratados na resolução 927/22 do CONTRAN.
- 8) Como é realizada a avaliação psicológica para condutores?
- 9) Discorrer sobre desvios da personalidade e segurança do trânsito.
- 10) Comentar acerca da relação entre o comportamento no trânsito e o desenvolvimento econômico e social.
- 11) Discorrer sobre a seguinte assertiva: “As pessoas, em geral, pautam o seu comportamento no trânsito, no que diz respeito à segurança, olhando mais a probabilidade de serem castigadas e menos a dimensão do castigo”.

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

Brasil (1997). **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997: Institui o Código de Trânsito Brasileiro.** Casa Civil. [S.l.], 23 set. 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9503Compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503Compilado.htm). Acesso em: 19 de set. de 2023.

Brasil (2020). **Lei nº 14.071, de 13 de outubro de 2020:** Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), para modificar a composição do Conselho Nacional de Trânsito e ampliar o prazo de validade das habilitações; e dá outras providências. Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14071.htm#art1](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14071.htm#art1). Acesso em: 19 de set. de 2023.

Brasil (2022). **Resolução CONTRAN nº 927, de 28 de março de 2022:** Dispõe sobre o exame de aptidão física e mental, a avaliação psicológica e o credenciamento das entidades públicas e privadas de que tratam o art. 147, I e §§ 1º a 4º e o art. 148 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro. Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/ptbr/assuntos/transito/conteudocontran/resolucoes/Resolucao9272022.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

Rozenstraten, R. (2004) **Psicopedagogia do Trânsito, Conceitos e Processos Básicos.** Campo Grande: Editora UCDB.

# 14. simuladores de direção

## 14.1. - INTRODUÇÃO

Segundo Allen, Rosenthal e Cross (Fisher *et al.*, 2011), os simuladores de direção são ferramentas de pesquisa que permitem estudar o comportamento do condutor em diversos cenários de direção, de forma rápida, segura e econômica. Os simuladores de direção podem ser definidos como aparelhos de laboratório utilizados para observar o comportamento do condutor enquanto dirige em um ambiente virtual e que visam gerar uma experiência semelhante a dirigir um veículo no mundo real. Bella (2009), Chrysler e Nelson (Fisher *et al.*, 2011) e Carste e Jamson (Porter, 2011) destacam que é cada vez mais frequente o uso de ambientes virtuais porque permitem testar vários condutores e múltiplos cenários de direção ainda inexistentes, de forma segura e com um alto controle experimental de todos os fatores que intervêm na percepção da sinalização.

No Brasil, as pesquisas sobre percepção da sinalização têm sido feitas principalmente em laboratórios (Moraes; Fontana; Ferraz, 2003; Castilho, 2009) e algumas na estrada (ONSV, 2013) ou baseadas em questionários (Fontana, 2001). Em ambiente simulado de direção equipado com sistema de rastreamento do olhar, as primeiras pesquisas foram realizadas a partir de 2013, com destaque para as desenvolvidas por (Costa; Figueira; Larocca, 2022; Larocca, *et al.*, 2018; Rondora, Pirdavani; Larocca, 2022; Calsavara; Kabbach Jr.; Larocca, 2021; Vieira; Larocca, 2017; Nodari *et al.*, 2018; Nodari, *et al.*, 2017). O principal objetivo destas pesquisas foi o de introduzir o uso dos simuladores de direção no Brasil para estudar a percepção da sinalização e, no geral, o comportamento dos condutores brasileiros, e ajustar a sinalização para melhorar o tempo de resposta – ação e reação – à percepção de risco sinalizada pelas placas de sinalização.

As principais motivações para utilizar os simuladores de direção como suporte à segurança viária se apoiam em dois aspectos. Em primeiro lugar, na possibilidade de estimar o desempenho funcional que teriam os projetos de sinalização rodoviária antes da sua implantação em uma rodovia. Em segundo lugar, incentivar o uso de ambientes simulados de direção para estudar o comportamento do condutor brasileiro e a sua interação com o entorno rodoviário.

Sobre a primeira motivação, ressalta-se a importância de elaborar projetos de sinalização que sejam conspícuos e verdadeiramente re-

levantes para os condutores, a fim de contribuir na mitigação dos no trânsito. Nesse contexto, as pesquisas com o uso de simulador de direção buscam contribuir no estudo do porquê que alguns condutores não percebem ou não respeitam a sinalização, e como pode ser aprimorada a conspicuidade e a relevância da sinalização para aumentar as chances de que seja percebida e respeitada.

Já sobre a motivação para utilizar ambientes simulados de direção, Bella (2009), Chrysler e Nelson (Fisher *et al.*, 2011) e Carste e Jamson (Porter, 2011) mencionam que, entre os diversos recursos disponíveis para estudar o comportamento do condutor, o uso dos simuladores de direção é cada vez mais frequente, tanto pelos avanços tecnológicos no realismo da simulação quanto pela flexibilidade que oferecem para estudar vários condutores e múltiplos cenários rodoviários, com alto controle experimental para o pesquisador e de forma segura para o condutor. O uso de simuladores de direção se consolida, portanto, como o recurso mais apropriado para avaliar o desempenho que teria um projeto de sinalização antes da sua implantação na rodovia, corrigindo eventuais falhas antes que elas contribuam para a ocorrência de sinistros de trânsito durante a operação.

#### **14.2. - A TAREFA DE DIREÇÃO E O PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO**

A condução de um veículo é uma tarefa universal e cotidiana, mas às vezes muito complexa, pois requer realizar em paralelo múltiplas funções sensoriais, perceptivas, cognitivas e motoras (Evans, 2004). Essas funções podem ser realizadas de forma consciente ou inconsciente, controlada ou automatizada, segundo as exigências do entorno rodoviário e a experiência do condutor (Simões; Carvalhais, 2006).

Michon (1985) formulou um modelo hierárquico de três níveis para representar o processo de direção de um veículo conforme segue: primeiro, no nível estratégico ou de navegação, o condutor planeja a rota de viagem; segundo, no nível tático ou guiado, define-se a posição na pista e dentro do fluxo de tráfego; e terceiro, no nível operacional ou de controle, o condutor interage com os comandos do veículo (volante, pedais, etc.) para executar as manobras definidas nos níveis superiores.

Em termos gerais, os sinistros no trânsito derivam-se de erros humanos, veiculares ou do entorno rodoviário. Desses três fatores, o mais suscetível a falhas é o fator humano, devido às limitações que têm as

pessoas em termos físicos, cognitivos e perceptivos, além da alta variabilidade interpessoal e intrapessoal desses recursos no universo de condutores (Dewar; Olson, 2007).

Dewar e Olson (2007) e Karthaus *et al.* (2020) afirmam que o processamento da informação é a operação mais exigente e complexa na direção de um veículo, uma vez que compreende executar continuamente, e em poucos segundos, um processo que demanda tanto recursos mentais quanto físicos do condutor. No processamento da informação, o condutor deve, primeiramente, estar atento e utilizar seus sentidos para detectar e interpretar os estímulos – informações – presentes na rodovia, sejam visuais, sonoros ou de outra natureza. Posteriormente, o condutor realiza um processo cognitivo para comparar esses estímulos com experiências prévias e, caso for necessário, tomar uma decisão para reagir diante dos mesmos. Por último, o condutor realiza um processo motor para executar a decisão tomada. Uma vez finalizado esse ciclo de processamento da informação, o condutor frequentemente apaga a informação percebida para processar novos estímulos.

Entre os diversos estímulos que o condutor deve processar, Castro, Horberry e Tornay (Castro; Horberry, 2004) destacam que há alguns que comprometem a segurança. Nesse caso, o processamento da informação pode ser denominado como percepção do risco, onde o risco é entendido como qualquer objeto ou situação que possa produzir um sinistro. Assim, a percepção de risco começa com a detecção e interpretação do objeto ou situação potencialmente perigosa, seguida de uma decisão para evitar o risco – tomada com base nas experiências prévias do condutor, para, finalmente, executar ou não a manobra de evasão do risco.

A percepção da sinalização é outro exemplo de processamento da informação, onde o estímulo a ser percebido é o sinal de trânsito. Em primeiro lugar, a detecção do sinal dependerá da conspicuidade do mesmo e da disposição do condutor de atendê-lo. Posteriormente, a compreensão dependerá da legibilidade do sinal e do conhecimento do condutor sobre a sinalização rodoviária. E por último, a resposta do condutor após a percepção da sinalização dependerá da relevância do sinal e do respeito que tenha o condutor pelas normas de trânsito (Dewar; Olson, 2007).

A seguir, descrevem-se os principais fatores humanos que condicionam a detecção, compreensão e respeito da sinalização vertical rodoviária conforme Lay (Castro; Horberry, 2004):



- **Atenção:** É um recurso físico e mental que o condutor dedica a uma determinada tarefa e em determinado período. A forma como o condutor aloca a sua atenção enquanto dirige dependerá da sua capacidade de atenção e das demandas de atenção do entorno rodoviário. Entornos com pouca demanda geram estados de desatenção e relaxamento excessivo, enquanto entornos com elevada demanda de atenção geram estresse e a necessidade de descartar algumas informações.

- **Capacidade de processamento de informação:** O condutor possui uma capacidade limitada de processamento e só consegue atender, adequadamente, uma única fonte de informação por vez, embora seja capaz de trocar rapidamente seu foco de atenção. Novamente, em situações onde a demanda de informação ultrapassa as capacidades do condutor, ele/ela deverá descartar algumas dessas informações.

- **Capacidade visual:** aproximadamente 90% das informações que o condutor percebe são visuais. As características mais relevantes da visão humana na direção são a acuidade visual, o campo de visão efetivo – região na qual o condutor consegue detectar com clareza os objetos, a sensibilidade ao contraste – utilizada para distinguir objetos, a visão periférica – fundamental para a percepção de velocidade, a habilidade para determinar velocidades em função da variação do ângulo visual dos objetos e a estratégia para monitorar a rodovia.

- **Percepção-reação:** É a destreza, medida em tempo, que o condutor tem para perceber a informação, processá-la, tomar uma decisão e iniciar uma resposta. Os tempos de percepção-reação variam de acordo com o tipo de condutor, seu estado físico e mental, e as expectativas que ele/ela tem da rodovia.

- **Percepção de risco:** É a avaliação subjetiva que o condutor faz do perigo na rodovia. O risco percebido pode ser maior que o risco objetivo ou real da rodovia – considerado como uma condição segura, ou menor que o risco objetivo da rodovia – considerado como uma condição potencial de sinistro. A subestimação do risco pode estar originada por uma má comunicação do risco real ou por uma superestimação do condutor das suas habilidades na direção.

- **Idade:** Com os anos, a capacidade visual do condutor diminui, afetando a sua acuidade visual, o seu campo de visão efetivo, a sensibilidade ao contraste e a velocidade de movimento dos olhos, além de

umentar o seu tempo de percepção-reação. Todas essas limitações dificultam a percepção da sinalização vertical por parte dos condutores idosos. Por outro lado, os condutores idosos compensam essas limitações com velocidades menores, para diminuir as chances de sofrer um sinistro.

- **Experiência dirigindo:** Conforme os condutores ganham experiência dirigindo, eles/elas conseguem automatizar tarefas básicas, o que permite dividir melhor a atenção em tarefas mais complexas. Adicionalmente, a literatura sugere que os condutores mais experientes monitoram melhor o entorno rodoviário para coletar mais informação e com maior antecedência, e por conseguinte, ter mais tempo para tomar decisões.

#### // O PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO E O RASTREIO DO OLHAR

Fisher *et al.* (2011) afirmam que o olhar do condutor é um bom indicativo da informação que está sendo processada, enquanto o tempo de observação fornece uma ideia da complexidade no processamento dessa informação. Nesse sentido, o rastreamento do movimento dos olhos do condutor permite ter uma boa estimativa de onde o condutor está alocando a sua atenção e por quanto tempo.

Na direção, o condutor realiza constantemente três tipos de movimentos oculares para observar alguma região de interesse (Duchowski, 2007; Fisher, 2011): fixações, transições e perseguições. A fixação ocorre quando o olhar do condutor está localizado em um único objeto de forma contínua por um período de tempo mínimo, geralmente definido em 100 milésimas de segundo. Entre fixações, o condutor realiza transições ou sacadas, definidas como movimentos rápidos do olho para mudar seu foco de atenção entre dois locais; as sacadas demoram em média entre 10 e 100 milésimas de segundo e acredita-se que, durante esses movimentos, o condutor não consegue coletar informações visuais relevantes. Por último, as perseguições visuais são consideradas como fixações com transições suaves que acompanham o movimento relativo de um objeto.

Existem diversas tecnologias para detectar a orientação dos olhos, destacando-se, recentemente, a técnica de detecção combinada da pupila e da reflexão da córnea. Essa técnica utiliza câmeras de vídeo e ferramentas de processamento de imagem para detectar a pupila

da pessoa e estimar o centro da mesma como a origem do olhar da pessoa. Adicionalmente, as câmeras detectam a reflexão da córnea frente a uma emissão de luz, o que permite conhecer a orientação dos olhos. As duas informações são utilizadas em conjunto para determinar o vetor que representa o olhar da pessoa e estimar o local que está observando dentro do campo visual (Duchowski, 2007).

### // A PERCEPÇÃO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL RODOVIÁRIA

No contexto da sinalização vertical, existe uma distinção entre o conceito de sinal e placa: o sinal é a informação transmitida ao condutor, enquanto a placa é o elemento físico que apresenta o sinal. Quando em um local há uma única placa, não existe nenhuma diferença entre falar da percepção do sinal ou da placa, porém, nos locais onde o sinal está duplicado – uma placa de cada lado da pista – existe uma diferença entre a percepção do sinal e a percepção das placas.

Segundo a mensagem do sinal, a sinalização vertical pode ser dividida em três categorias: de advertência, de regulamentação e de informação. Os sinais de advertência têm por finalidade alertar ao condutor de perigos existentes na rodovia para que o usuário possa reagir adequadamente. Os sinais de regulamentação notificam ao condutor de obrigações ou proibições que deve cumprir. E, por último, os sinais de informação facilitam a navegação do condutor e fornecem outras informações não relacionadas com a direção do veículo (Brasil, 2022). Segundo Castro, Horberry e Tornay (Castro; Horberry, 2004), Lay (Castro; Horberry, 2004), Chrysler e Nelson (Fisher *et al.*, 2011) e Carste e Jamson (Porter, 2011), a percepção da sinalização vertical é, portanto, um caso particular de processamento da informação e, como tal, pode ser analisada em três etapas:

1. A primeira etapa compreende a detecção visual do sinal por parte do condutor, que dependerá da conspicuidade da placa e do nível de atenção do condutor. Para garantir que o sinal seja detectado pelos usuários, a placa deve estar localizada conforme as expectativas dos condutores – por exemplo, à direita da pista (BOROWSKY, 2008) – e atrair facilmente sua atenção dentro do entorno rodoviário através do tamanho, cor, contraste e retrorrefletância.

2. Uma vez detectado, o sinal deverá ser lido e compreendido. Nesta etapa é fundamental garantir a legibilidade e compreensão da sinalização. A legibilidade dependerá da distância de percepção, do

tamanho e do contraste dos símbolos utilizados. O sinal será compreensível se for simples e preciso, e se a sua forma, tamanho e cor puderem ser facilmente associados com outros sinais semelhantes.

3. Por último, se o sinal exige alguma manobra por parte do condutor, ele deverá decidir se obedece ou não a sinalização. O respeito da sinalização dependerá, principalmente, do condutor, porém, o sinal também deverá ser relevante, coerente com o entorno e apresentado no momento adequado.

Lay (Castro; Horberry, 2004) e Chrysler e Nelson (Fisher *et al.*, 2011) consideram que a sinalização vertical rodoviária é totalmente efetiva quando é detectada, compreendida e obedecida pelos condutores. Para Summala e Näätänen (1974) e Castro *et al.* (2004), o principal problema na efetividade da sinalização não é de percepção, senão motivacional. Isto quer dizer que o sinal pode ser percebido pelo condutor, mas é ignorado. Para mitigar esse problema motivacional, deve-se evitar sinais que sejam redundantes ou incongruentes com o entorno, e ressaltar a importância da sinalização nos locais realmente críticos para a segurança do condutor. Na literatura, existem vários métodos para avaliar a efetividade da sinalização vertical, entre os quais se destaca a técnica de rastreamento do olhar do condutor.

A seguir, é apresentado um conjunto de especificações técnicas listadas por Castro, Horberry e Tornay (Castro; Horberry, 2004), que visam aprimorar a efetividade da sinalização vertical, principalmente em termos de percepção:

- As placas de sinalização devem estar localizadas entre 8 e 10 graus da linha de visão do condutor para garantir que estejam dentro do campo visual efetivo do condutor. Isto melhora a conspicuidade do sinal e diminui o esforço do condutor para detectá-lo.
- Sempre que for possível, utilizar símbolos e imagens em vez de letras, pois requerem menores tempos de legibilidade e compreensão, além de serem universais.
- A codificação da forma, cor e tamanho do sinal complementam a mensagem da sinalização vertical, além de facilitar a compreensão e associação entre sinais.
- A distância de legibilidade é a máxima distância na qual o sinal é legível. Para 90% da população, a distância de legibilidade está determinada pela seguinte regra: a cada milímetro de altura do símbolo, a distância de legibilidade do mesmo aumenta 600 milímetros.

- A sinalização de advertência não deve estar afastada a mais de 15 segundos da condição advertida para não perder relevância, credibilidade e recordação por parte do usuário.

### 14.3. OS SIMULADORES DE DIREÇÃO

#### // DEFINIÇÃO, APLICAÇÕES, VANTAGENS E DESVANTAGENS

Para Allen, Rosenthal e Cross (Fisher *et al.*, 2011), os simuladores de direção são definidos como aparelhos ou equipamentos de laboratório utilizados para observar o comportamento do condutor enquanto dirige em um ambiente virtual e que visam gerar uma experiência semelhante à de dirigir um veículo no mundo real. Por definição, os simuladores de direção criam uma ilusão de direção no condutor, sem querer – nem poder – reproduzir completamente a experiência de dirigir um veículo na realidade. Os simuladores de direção começaram a desenvolver-se na década de 1960, como substitutos dos estudos em campo, para evitar os altos custos desses estudos in loco e poder estudar de forma segura o desempenho do condutor em situações de risco; ainda hoje, os simuladores conservam essas vantagens sobre outras ferramentas de pesquisa. Durante as últimas décadas, o uso dos simuladores e sua sofisticação têm crescido de forma exponencial, principalmente como consequência dos avanços tecnológicos no processamento computacional, nos sistemas de projeção visual e na criação de cenários virtuais 3D, que permitem gerar ambientes virtuais cada vez mais realísticos.

Caird (Fisher *et al.*, 2011) relata que simuladores de direção são utilizados, principalmente, nas seguintes linhas de pesquisa: treinamento das habilidades motoras e cognitivas do condutor, estudo do comportamento e do desempenho do condutor em condições de risco, avaliação de protótipos e de dispositivos veiculares, e avaliação de projetos rodoviários.

O Quadro 14.1 resume as principais vantagens e limitações dos simuladores de direção, comentadas anteriormente.

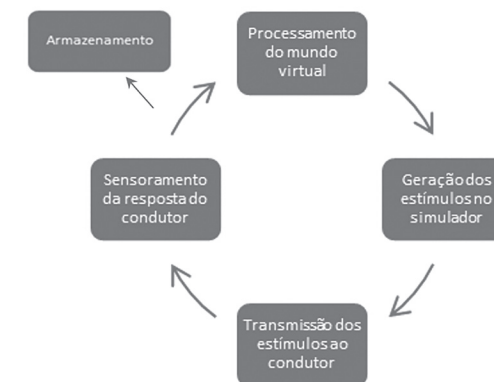
Quadro 14.1 – Vantagens e limitações dos simuladores de direção

Vantagens	Limitações
<p><b>Controle experimental:</b> é possível controlar todas as variáveis do entorno rodoviário e identificar com precisão a influência de cada uma delas no comportamento do condutor. Também é possível reproduzir as mesmas condições de estudo para diferentes condutores.</p> <p><b>Eficiência:</b> Capacidade de testar vários condutores e cenários de direção, de forma rápida e econômica.</p> <p><b>Segurança:</b> os condutores estão livres de qualquer tipo de ferimento.</p>	<p><b>Motivação:</b> As viagens carecem de um motivo, o que é um fator fundamental no comportamento adotado pelo condutor no mundo real.</p> <p><b>Percepção de risco:</b> o condutor sabe que não há risco de sofrer sinistros e aceita maiores riscos no simulador.</p> <p><b>Simulation sickness:</b> alguns condutores podem sentir enjoo e devem ser retirados do experimento.</p>

#### // A ARQUITETURA DOS SIMULADORES DE DIREÇÃO

A arquitetura dos simuladores de direção faz referência aos elementos que compõem o simulador e à forma como esses estão estruturados para fazer a simulação. Em termos gerais, os simuladores dividem-se em cinco componentes físicos conforme ilustrado na Figura 14.1: processamento, geração, transmissão, sensoriamento e armazenamento.

Figura 14.1 – Componentes de um simulador de direção.



Fonte Allen, Rosenthal e Cross (Fisher *et al.*, 2011).

Em primeiro lugar, o componente de processamento são os computadores que calculam os parâmetros de posicionamento, velocidade e orientação do veículo principal e do fluxo de tráfego, e que determinam quais objetos são apresentados no ambiente virtual. O segundo componente compreende a produção dos estímulos de direção – imagem, som, vibração e movimento – conforme os cálculos realizados pelo componente de processamento; o motor gráfico e o misturador de som são dois exemplos de dispositivos geradores de estímulos dentro do simulador.

Já o terceiro componente transmite os estímulos ao condutor, através das telas de projeção, as caixas de som e os atuadores de vibração e movimento, entre outros. A resposta dos condutores frente a esses estímulos transmitidos é coletada pelo quarto componente do simulador: os sensores e os comandos de controle do veículo – volante, pedais, etc. Por último, o componente de armazenamento coleta a resposta do condutor, a qual é transmitida ao componente de processamento para reiniciar o ciclo de simulação.

Além desses componentes físicos, o simulador possui dois componentes não físicos ou virtuais: o modelo de dinâmica veicular do carro principal e o modelo virtual da pista. O modelo de dinâmica veicular é uma representação matemática dos sistemas de transmissão, frenagem, direção e suspensão do veículo, que simula a resposta mecânica e dinâmica do carro em função das manobras realizadas pelo condutor – por exemplo, virar o volante, acionar o pedal ou trocar de marcha – e da interação com a superfície de rolamento do cenário virtual. O modelo de dinâmica veicular tem como objetivo principal retornar a velocidade e a orientação do veículo para determinar a posição do mesmo no ambiente virtual.

Já o modelo da pista compreende a representação virtual da topografia, do projeto geométrico, do fluxo de tráfego, da sinalização e demais elementos presentes no entorno rodoviário. O ambiente virtual da pista compõe-se da cena ou representação estática dos objetos no ambiente virtual, e dos eventos ou ações cinemáticas que realizam esses objetos.

#### // TIPOS DE SIMULADORES DE DIREÇÃO

Os simuladores de direção podem ser classificados como de baixo, médio o alto nível, segundo seu grau de sofisticação, conforme a literatura de Jamson (Fisher *et al.*, 2011):

- Simuladores de baixo nível: não fornecem estímulos de movimento e a vibração é transmitida unicamente através de um volante com force-feedback. Também não há imersão dentro de uma cabine de carro, o campo de visão é limitado (menos de 120°) e a resolução espacial é inferior a 3 arcmin.

- Simuladores de nível médio: ainda não são fornecidos estímulos de movimento, mas há imersão dentro de uma cabine de carro. O campo de visão é maior ou igual a 120° e a resolução espacial está abaixo dos 3 arcmin. Pode-se fornecer estímulos de vibração no banco do condutor para simular o sistema de suspensão.

- Simuladores de alto nível: fornecem estímulos de movimento e vibração, há imersão dentro de uma cabine de carro e o sistema de projeção acostuma ter um campo de visão de 180°.

A Figura 14.2 ilustra três tipos de simuladores diferentes. A escolha de qual tipo de simulador utilizar está relacionada com a disponibilidade de recursos da pesquisa e dos requerimentos do estudo.

Figura 14.2 – Tipos de simuladores de direção.



Embora os simuladores de direção sejam cada vez mais acolhidos pela comunidade científica e estejam se tornando mais sofisticados, as análises e os resultados obtidos através de um ambiente simulado de direção só podem ser extrapolados ao mundo real se forem validados previamente. Por definição, validar um estudo no simulador é comprovar se os comportamentos observados nele são semelhantes aos observados no mundo real. Segundo Mullen (Fisher *et al.*, 2011), uma vez validados esses comportamentos, espera-se que as análises e os resultados obtidos no simulador sejam semelhantes à realidade.

Para atingir a validação do simulador devem considerar-se três aspectos: primeiro, analisar a fidelidade entre os estímulos gerados pelo simulador e os estímulos gerados no mundo real; em segundo, avaliar o grau de imersão dos condutores dentro do simulador, isto é, se realmente sentiram que estavam dirigindo um

1 Motor utilizado em volantes de cockpits de simulação de corrida para fornecer ao usuário uma sensação real.

veículo; e por último, comparar a magnitude dos resultados observados no simulador em relação aos observados na realidade.

#### 14.4. - PESQUISA APLICADA COM O USO DE SIMULADOR

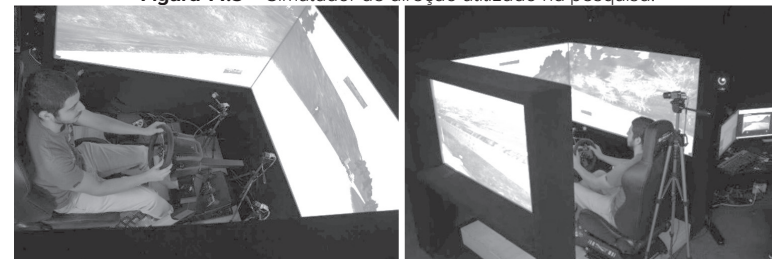
Recentemente, uma pesquisa foi desenvolvida com o uso de simulador de direção para avaliar projetos de sinalização, antes da sua implantação na rodovia (Rangel, 2015; Larocca, *et al.*, 2018). Em particular, o objetivo deste trabalho foi analisar como os condutores percebiam a sinalização vertical dentro de um ambiente simulado de direção, apoiado ao uso de um sistema de rastreamento do olhar. No experimento, 21 condutores dirigiram em um trecho de 10 quilômetros de uma rodovia brasileira que possui 31 sinais de trânsito, para mensurar a distância de percepção, o número de fixações e o tempo de observação da sinalização, assim como a variação da velocidade após percepção da mesma.

A percepção da sinalização dentro do ambiente virtual foi semelhante à reportada na literatura para estudos em estradas: em média, os condutores perceberam um de cada três sinais, o tempo de observação foi de 360 milésimos de segundo, a distância de percepção foi de 100 metros e somente a percepção dos limites de velocidade foi relevante no comportamento dos condutores. Adicionalmente, obteve-se uma validade relativa entre as velocidades no simulador e as velocidades de operação medidas no trecho estudado. Nesse sentido, os resultados deste estudo confirmam a viabilidade e a validade do simulador de direção na avaliação de projetos de sinalização.

O simulador de direção utilizado nesta pesquisa está constituído por duas dimensões: uma dimensão física composta pelos equipamentos que permitem o controle do veículo e projetam o cenário virtual, e uma dimensão não física composta pelo modelo virtual da pista e o modelo de dinâmica veicular do carro principal – aquele que é dirigido pelos participantes do experimento.

Na Figura 14.3, ilustra-se o simulador de direção utilizado nesta pesquisa

Figura 14.3 – Simulador de direção utilizado na pesquisa.



#### // CENÁRIO VIRTUAL DO TRECHO DA RODOVIA

A cena virtual da rodovia brasileira, denominada de cenário base, foi desenvolvida a partir das seguintes informações: projeto geométrico em planta e perfil, cadastro da sinalização existente no trecho e filmagem do trecho – útil para definir os elementos externos e as texturas dos elementos rodoviários presentes no trecho. A Figura 14.4 apresenta o ambiente virtual do trecho estudado e a comparação com a filmagem.

Figura 14.4 – Ambiente virtual do trecho em estudo.



O segundo passo foi a criação do cenário, que compreendeu adicionar o fluxo de tráfego à cena virtual criada anteriormente. O comportamento do tráfego no ambiente virtual foi determinado através de três parâmetros: a velocidade de operação medida in loco, a distribuição por tipo de veículo, calculada a partir das contagens nas praças de pedágio e a densidade do fluxo. Definiu-se densidade do fluxo em 18 veículos-equivalentes/km/h, que corresponde ao limite de um nível de serviço B em rodovias de múltiplas faixas.

Por fim, a simulação do ambiente virtual é um processo iterativo que compreende atualizar e gerar a cena virtual observada pelo condutor, executar as interações do tráfego programadas na confecção do cenário, coletar as ações do condutor sobre o volante e os pedais, atua-



lizar os parâmetros do modelo veicular segundo as ações do condutor e finalmente calcular uma nova posição do veículo dentro do ambiente virtual para recomençar o ciclo. Neste caso, a simulação foi realizada a uma taxa de 60 frames por segundo, isto quer dizer que a cada 0,016 segundos atualizava-se o cenário virtual e coletavam-se dados sobre o controle do veículo (posição, velocidade, aceleração, etc.).

Além dos componentes descritos anteriormente, integrou-se ao simulador um sistema para rastrear o olhar do condutor (Figura 14.5), que permitiu estimar com precisão para onde e por quanto tempo o olhar do condutor estava alocado, enquanto dirigia no simulador. O sistema de rastreamento do olhar foi de vital importância na presente pesquisa, porque permitiu medir quantas vezes, em que instante de tempo e por quanto tempo perceberam os condutores as placas de sinalização dentro do ambiente virtual.

Figura 14.5 – Sistema de rastreamento do olhar *SmartEye*.



#### // CENÁRIOS DE SINALIZAÇÃO PROPOSTOS PARA COMPLEMENTAR A SINALIZAÇÃO REAL NAS CURVAS CRÍTICAS DO TRECHO DA RODOVIA

O objetivo final do uso do simulador nesta pesquisa foi obter evidências sobre a efetividade da sinalização de curvas críticas, com vistas à proposição de medidas complementares de sinalização nessas curvas. Para isso, foram utilizados quatro cenários:

- **Cenário base:** Cenário representativo do trecho de estudo com a sinalização original (antes das alterações);
- **Cenário A:** Este cenário visa testar se uma placa suspensa é mais conspícua que as placas instaladas no solo e se o uso em conjunto de sinais e mensagens de advertência tem uma maior

influência no condutor com respeito ao uso normal de sinais;

- **Cenário B:** Este cenário visa avaliar se os estímulos visuais das linhas de estímulo à redução de velocidade (LERV) e os marcadores de alinhamento numerados (MAN) são atendidos pelos condutores e se conseguem gerar uma redução maior na velocidade;

- **Cenário C:** Este cenário visa avaliar a efetividade na implantação de todas as alternativas em conjunto e, por conseguinte, combina o uso das LERV, dos MAN e placas compostas nos dois locais mais críticos do trecho.

Para o Cenário Base, foi realizado um experimento no simulador com vinte e um participantes, e foi possível quantificar quantos condutores perceberam uma ou mais placas de sinalização ao longo do trecho virtual. Para os Cenários A, B e C, realizou-se um novo experimento no simulador, com novos participantes, para testar os três cenários de sinalização diferentes, propostos nas duas curvas mais críticas do trecho. O tamanho efetivo da amostra foi de 20 condutores. As Figuras 14.6 a 14.11 ilustram a reprodução virtual dos três cenários testados nas duas curvas críticas do trecho.

Figura 14.6 – Sinalização cenário A na curva 6: km 510+875.





**Figura 14.7** – Sinalização cenário B na curva 6: km 510+875.



**Figura 14.9** – Sinalização cenário A na curva 14: km 514+640.



**Figura 14.8** – Sinalização cenário C na curva 6: km 510+875



**Figura 14.10** – Sinalização cenário B na curva 14: km 514+640



**Figura 14.11** – Sinalização cenário C na curva 14: km 514+640.



**// RESULTADOS PARA OS CENÁRIOS A, B E C**

A primeira variável analisada foi a velocidade média espacial dos condutores ao longo de cada cenário estudado, que é definida como o quociente entre a distância percorrida e o tempo de simulação de cada condutor. A velocidade média dos 20 condutores analisados foi de 84±10 km/h, 85±11 km/h e 85±11 km/h, nos cenários A, B e C, respectivamente. Essas velocidades são semelhantes entre si e em relação à velocidade média de 83 ± 13 km/h registrada no teste da situação atual – ver item 5.4, logo, os condutores tiveram comportamentos semelhantes nos quatro testes realizados no simulador.

Adicionalmente, compararam-se as velocidades de operação na entrada das curvas críticas no trecho (C6 no km 510+875 e C14 no km 514+640), para os diferentes cenários de sinalização testados. A Tabela 14.1 resume os resultados dessa comparação.

**Tabela 14.1** – Velocidades de operação na entrada das curvas nos três cenários

Cenário	Velocidade de operação na entrada da curva # 6 (km 510 + 875)	Velocidade de operação na entrada da curva # 14 (km 514 + 640)
Base	102 km/h	110 km/h
A	98 km/h	103 km/h
B	97 km/h	100 km/h
C	85 km/h	90 km/h

Com base na Tabela 14.1 ressalta-se que as velocidades de operação registradas no cenário C foram as mais baixas de todas, com redução de 20% em relação às velocidades de operação registradas no cenário atual de sinalização. Enquanto os cenários A e B apresentaram velocidades de operação semelhantes, com redução de 5 a 10 % em relação ao cenário base. Pode-se afirmar, portanto, que a sinalização proposta no cenário C gerou a maior percepção de risco nos condutores e, por conseguinte, as velocidades de operação foram as menores.

Esta análise foi complementada pela verificação da menor velocidade praticada ao longo de toda a curva, pois, muitas vezes, os condutores freiam durante a curva para reduzir a possibilidade de sofrer saídas de pista ou capotamentos. Os valores obtidos podem ser consultados na Tabela 14.2. Novamente, o cenário C registrou as menores velocidades nas curvas críticas, com redução média de 20 a 25% em relação ao cenário base. Igualmente, o comportamento dos condutores foi semelhante nos cenários de sinalização A e B.

**Tabela 14.2** – Velocidade mínima média nas curvas nos três cenários.

Cenário	Velocidade mínima média na curva # 6 (km 510 + 875)	Velocidade mínima média na curva #4 (km 514 + 640)
Base	94 km/h	91 km/h
A	80 km/h	91 km/h
B	80 km/h	87 km/h
C	70 km/h	73 km/h

Adicionalmente, analisaram-se as velocidades de operação dos condutores antes de entrar na tangente (trecho reto anterior à curva) para conferir se efetivamente a percepção da sinalização no cenário C reduz significativamente a velocidade dos condutores antes de entrar na curva ou se simplesmente as velocidades já eram menores nesse cenário antes de entrar nas curvas. A análise foi realizada a 200 metros da entrada da curva – onde começa a sinalização das mesmas – e os resultados obtidos destacam que as velocidades de operação na tangente anterior foram semelhantes tanto no cenário base quanto nos três cenários propostos, conforme ilustrado na Tabela 14.3.

**Tabela 14.3** – Velocidade de operação a 200 m das curvas nos três cenários.

Cenário	Velocidade de operação a 200 m da entrada da curva # 6 (km 510 + 875)	Velocidade de operação a 200 m da entrada da curva # 14 (km 514 + 640)
Base	119 km/h	129 km/h
A	107 km/h	123 km/h
B	109 km/h	131 km/h
C	111 km/h	126 km/h

Logo, evidencia-se que a sinalização do cenário C efetivamente influenciou a redução da velocidade dos condutores, os quais diminuíram, em média, 30 km/h antes de entrar nas curvas e 45 km/h até atingirem a menor velocidade nas curvas. Essa redução é significativamente maior que a observada no teste da situação de sinalização atual, onde os condutores diminuíram, em média, 18 km/h antes de entrar nas curvas. Ressalta-se, também, que no cenário C todos os condutores diminuíram a velocidade após percepção da sinalização, enquanto no teste da situação atual, três de cada quatro condutores que perceberam a sinalização efetivamente diminuíram a velocidade. Isto quer dizer que a sinalização do cenário C foi mais relevante para os condutores que a sinalização existente no cenário base.

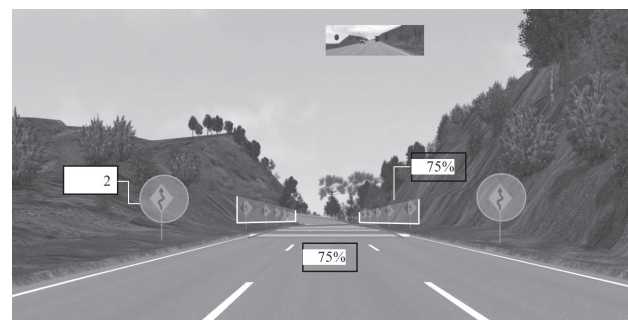
Já em termos da percepção da sinalização, o uso do sistema de rastreamento do olhar permitiu identificar se os condutores realmente observaram os diferentes elementos propostos na sinalização e qual foi a distribuição da atenção entre esses elementos. No caso do cenário A, a placa aérea foi observada por 4 de cada 5 condutores, enquanto as placas de limite de velocidade no solo foram observadas por 40% dos condutores e as placas de advertência de curva no solo foram observadas por 30% deles. Com base nesses resultados, foi possível afirmar que a placa aérea foi mais conspícua que as placas de solo existentes no cenário base e, por conseguinte, foi mais efetiva para chamar a atenção dos condutores sobre o risco das curvas. A Figura 14.12 ilustra a porcentagem de condutores que perceberam cada elemento de sinalização proposto no cenário A.

**Figura 14.12** – Porcentagem de condutores que perceberam cada elemento de sinalização - Cenário A.



Algo semelhante foi observado no caso do cenário B: os sinais de limite de velocidade e advertência de curva no solo foram percebidos por 20% dos condutores, enquanto os marcadores de alinhamento numerados (MAN) e as linhas de estímulo à redução da velocidade (LERV) foram percebidos por quatro de cada cinco condutores. Novamente, os delineadores numerados e as linhas de estímulo à redução da velocidade foram mais conspícuos que a sinalização do cenário base nas duas curvas críticas. Entretanto, destaca-se que ainda 20% dos condutores não perceberam nenhuma das quatro sinalizações propostas nas duas curvas. A Figura 14.13 ilustra a porcentagem de condutores que perceberam cada elemento de sinalização proposto no cenário B.

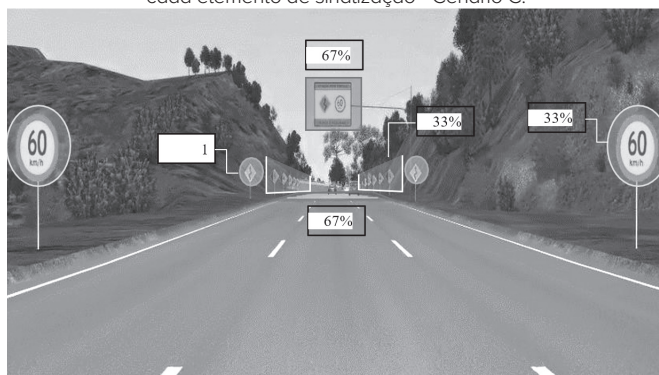
**Figura 14.13** – Porcentagem de condutores que perceberam cada elemento de sinalização - Cenário B.





De outro lado, no caso do cenário C, a placa aérea e as linhas de estímulo à redução da velocidade foram percebidas por 67% dos condutores, os limites de velocidade no solo (R- 19) e os marcadores de alinhamento numerados foram percebidos por 33% deles e os sinais de advertência de solo por apenas 10% dos condutores. Ressalta-se que, contrário ao observado no teste para o cenário base e ao observado nos cenários A e B, neste caso todos os condutores que participaram do experimento perceberam pelo menos algum tipo de sinalização nas duas curvas críticas, elevando a efetividade na percepção da sinalização. A Figura 14.14 ilustra a porcentagem de condutores que perceberam cada elemento de sinalização proposto no cenário C.

**Figura 14.14** – Porcentagem de condutores que perceberam cada elemento de sinalização - Cenário C.



Desta forma, observou-se que o cenário C também foi o mais efetivo em termos de chamar a atenção de todos os condutores para perceber a sinalização e que, entre os distintos elementos propostos, os mais conspícuos foram a placa aérea e as linhas de estímulo à redução da velocidade, seguidos dos marcadores de alinhamento numerados e as placas R-19, enquanto as placas de advertência de curva foram as menos percebidas.

Finalmente, é necessário considerar que as magnitudes dos resultados obtidos no simulador não são necessariamente iguais à obtida no mundo real, porém, espera-se que as diferenças relativas observadas no simulador – entre dois locais ou cenários – também serão válidas no mundo real. Por exemplo, não é possível afirmar que, caso a sinalização proposta no cenário C for implantada nas curvas críticas do trecho, os

condutores irão diminuir no mundo real exatamente 30 km/h antes de entrar nas curvas, conforme obtido no experimento no simulador. Mas, é possível afirmar que se esse cenário for implantado, a redução na velocidade será maior que a gerada pelos cenários A ou B, conforme obtido no experimento no simulador.

### // IMPLANTAÇÃO DO PROJETO DE SINALIZAÇÃO NO TRECHO

A alternativa de projeto selecionada para implantação no trecho compreendeu uma série de alterações básicas ao longo de todo o trecho e alterações maiores nas curvas mais críticas do trecho, as quais incluíram uma placa aérea composta, marcadores de alinhamento numerados e linhas de estímulo à redução da velocidade, além da sinalização existente no cenário base. Segue um conjunto de fotos indicando como era a sinalização original (cenário base) e a sinalização depois das alterações realizadas a partir dos dados coletados com o simulador de direção equipado com o sistema de rastreamento do olhar (Figura 14.15).

**Figura 14.15** – Antes e depois da implantação do projeto de sinalização.



**Antes** da intervenção a partir dos resultados obtidos no simulador de direção – sinalização existente antes da curva no km 510+600 m da Rodovia Régis Bittencourt.



**Depois** da intervenção a partir dos resultados obtidos no simulador de direção – alteração da sinalização antes da curva no km 510+600 m da Rodovia Régis Bittencourt.



**Antes** da intervenção a partir dos resultados obtidos no simulador de direção – sinalização existente antes da curva no km 514+650 m da Rodovia Régis Bittencourt.



**Depois** da intervenção a partir dos resultados obtidos no simulador de direção – alteração da sinalização antes da curva no km 514+650 m da Rodovia Régis Bittencourt.



**Antes** da intervenção a partir dos resultados obtidos no simulador de direção – sinalização existente antes da curva no km 514+100 m da Rodovia Régis Bittencourt.



**Depois** da intervenção a partir dos resultados obtidos no simulador de direção – alteração da sinalização existente antes da curva no km 514+100 m da Rodovia Régis Bittencourt.

#### 14.5 - OUTRAS FERRAMENTAS DE PESQUISA EM SEGURANÇA VIÁRIA

Além dos simuladores de direção, existem outras ferramentas disponíveis para estudar o comportamento dos condutores – e neste caso em particular a percepção da sinalização, as quais vão desde estudos em laboratório até estudos naturalísticos, passando por grupos focais, pistas de teste e estudos observacionais (Evans, 2004). Segue uma breve descrição dessas ferramentas que podem complementar os estudos em ambientes simulados de direção.

- Estudos em laboratório: são utilizados para caracterizar o comportamento do condutor através de questionários e formular hipóteses sobre como reagiria o condutor diante de cenários hipotéticos. Esses cenários são apresentados através de imagens ou vídeos, sem nenhuma interação por parte do condutor.

- Grupos focais: reúne-se um grupo de condutores para discutir sobre seu comportamento na direção e identificar problemas no sistema de transporte desde a perspectiva dos condutores.

- Pistas de teste: neste caso, o condutor é observado enquanto dirige em um ambiente controlado. São utilizados para estudar situações de risco ou testar novos elementos (sinalização, pavimento, veículos, dispositivos on-board) antes da sua implantação no sistema de transporte.

- Estudos observacionais: neste caso, o condutor é observado enquanto dirige em um ambiente não controlado. Os estudos observacionais podem ser feitos fora do veículo ou dentro do veículo. Por um lado, o pesquisador observa o comportamento dos condutores que passam por um local determinado, e por outro lado, o pesquisador acompanha um único condutor enquanto percorre um determinado trecho.

- Estudos naturalísticos: são considerados um tipo de estudo observacional e utilizam veículos instrumentados com sistemas de posicionamento global, acelerômetros e câmeras, para registrar o comportamento do condutor de forma não intrusiva – sem a presença de um pesquisador no veículo – enquanto dirige no seu dia a dia. É considerada a melhor opção para estudar o comportamento real dos condutores, porém, os custos para analisar podem ser elevados. Os estudos naturalísticos de direção são tratados no Capítulo 15.

#### 14.6 - QUESTÕES

- 1) O que são simuladores de direção? Quais as vantagens e desvantagens do seu uso em estudos de segurança viária?
- 2) Quais os principais fatores humanos que condicionam a detecção, compreensão e respeito da sinalização vertical rodoviária?
- 3) Descreva os tipos de simuladores de direção.
- 4) Descreva os principais resultados obtidos na pesquisa aplicada com o uso de simulador de direção descrita neste capítulo no que diz respeito à velocidade na entrada de curvas.
- 5) Descreva os principais resultados obtidos na pesquisa aplicada com o uso de simulador de direção descrita neste capítulo no que diz respeito à velocidade na entrada de curvas.
- 6) Descreva os principais resultados obtidos na pesquisa aplicada com o uso de simulador de direção descrita neste capítulo no que diz respeito à velocidade mínima em curvas.

#### REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

Bella, F. (2009). **Can driving simulators contribute to solving critical issues in geometric design?** Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 120-126.

Borowsky, A. S. (2008). **The relation between driving experience and recognition of road signs relative to their location.** Human Factors, 50, 173-182.

Brasil (2022). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito.** Conselho Nacional de Trânsito. Brasília, Brasil: [s. n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/senatran/manuais-brasileiros-de-sinalizacao-de-transito>. Acesso em: 20 de set. de 2023

Calsavara, F.; Kabbach J. R., F.; Larocca, A. P. C. (2021). **Effects of fog in a brazilian road segment analyzed by a driving simulator for sustainable transport: Drivers' Visual Profile.** Sustainability (Basel, Switzerland), 13, p. 9448.

Porter, B. (2001). **Handbook of Traffic Psychology**. Waltham, USA: Academic Press.

Castilho, F. (2009). **Sobre a conspicuidade, legibilidade e retrorrefletividade das placas de sinalização viária**. São Carlos, Brasil: Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.

Castro, C.; Horberry, T. (2004). **The Human Factors of Transport Signs**. Boca Raton, USA: CRC Press.

Costa, A. T.; Figueira, A. C.; Larocca, A. P. C. (2022). **An eye-tracking study of the effects of dimensions of speed limit traffic signs on a mountain highway on driver's perception**. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, pp. 42-53.

Dewar, R. e Olson, P. (2007). **Human Factors in Traffic Safety**. Tucson, USA: Lawyers & Judges Publishing Company.

Duchowski, A. (2007). **Eye Tracking Methodology, Theory and Practice**. Londres: Springer.

Evans, L. (2004). **Traffic Safety**. Bloomfield Hills, Estados Unidos: Science Serving Society.

Fisher, D. L. *et al.* (2011) **Handbook of Driving Simulation for Engineering, Medicine and Psychology**. Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press.

Fisher, D. P. (2011). **Eye Behaviors: How Driving Simulators can Expand their Role in Science and Engineering**. Em D. Fisher, M. Rizzo, J. Caird, & J. Lee, Handbook of Driving Simulation for Engineering, Medicine, and Psychology. Boca Raton, USA: CRC Press.

Fontana, A. M. (2001). **Proposta de pequenas alterações nos principais sinais de trânsito para melhorar o impacto visual: avaliação utilizando método psicofísico**. Dissertação de Mestrado. (U. d. Paulo, Ed.) São Carlos.

Karthus, M. W. (2020). **The ability of young, middle-aged and older drivers to inhibit visual and auditory distraction in a driving simulator task**. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 68, pp. 272-284.

Larocca, A. P. C. *et al.* (2018). **Analysis of perception of vertical signaling of highways by drivers in a simulated driving environment**. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 58, pp. 471-487.

Moraes, R.; Fontana, A.; Ferraz, A. (2003). **Estudo do impacto visual de sinais horizontais de trânsito**. Actas del XI Congreso Chileno de Ingenieria de Transporte, (pp. 43-54). Santiago de Chile.

Nodari, C. T. *et al.* (2017). **Avaliação do realismo e da sensação de mal-estar (simulador sickness) no uso de simulador imersivo de direção**. 31º Congresso da ANPET, (pp. 3103-3115). Recife.

Nodari, C. T. *et al.* (2018). **Efeito das linhas de centro e de bordo de uma rodovia sobre a velocidade praticada por condutores em Simulador de Direção Imersivo**. 32º Congresso da ANPET, (pp. 3390-3401). Gramado.

ONSV (2013). **Placas: má conservação traz perigo nas estradas**. Observatório Nacional de Segurança Viária. ProTeste, pp. 25-27.

Rangel, M. A. C. (2015). **Análise da percepção da sinalização vertical por parte do condutor, utilizando ambientes simulados de direção: um estudo de caso na rodovia BR-116**. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos da USP.

Rondora, M. E.; Pirdavani, A. e Larocca, A. P. C. (2022). **Driver behavioral classification on curves based on the relationship between speed, trajectories, and eye movements: a driving simulator study**. Sustainability, 14(10), p. 6241.

Simões, A.; Carvalhais, J. (2006). **Ergonomia e segurança dos transportes**. Segurança, 31-36.

Summala, H.; Näätänen, R. (1974). **Perception of highway signs and motivation**. J. Saf. Res., 150-154.

Vieira, F. S.; Larocca, A. P. C. (2017). **Drivers' speed profile at curves under distraction task**. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 44, pp. 12-19.



# 15. estudos naturalístico de direção

## 15.1 - INTRODUÇÃO

A compreensão dos aspectos comportamentais no trânsito é um desafio para pesquisadores de todo o mundo. No entanto, os registros oficiais de sinistros de trânsito permitem uma análise limitada dos comportamentos de risco, sendo raramente possível identificar os fatores realmente envolvidos na sua ocorrência (Oviedo-Trepalacios *et al.*, 2019). No Brasil, os estudos sobre o comportamento do condutor têm se limitado a pesquisas com aplicação de questionários (Ilias *et al.*, 2012; Brasil, 2019), que estão sujeitas ao viés de memória do entrevistado e à concepção do que é socialmente aceito como comportamento adequado no trânsito (Dozza *et al.*, 2015). Em relação aos estudos com simuladores de direção, outra alternativa para analisar aspectos comportamentais no trânsito, ainda há muitos desafios a serem superados, incluindo a validação e o realismo dos cenários (Larocca *et al.*, 2018; Lucas *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2017).

O estudo naturalístico de direção (Naturalistic Driving Study –NDS) permite a investigação da tarefa de direção em condições reais a partir do monitoramento da rotina de condução de um indivíduo, sem qualquer tipo de restrição ou estímulo. A finalidade do NDS é registrar o comportamento do condutor, bem como as condições externas ao longo do seu percurso, por meio da coleta de dados de vídeo, coordenadas geográficas, velocidade do veículo e outros fatores, equipando o veículo com um sistema de aquisição de dados (SWOV, 2010).

## 15.2 - ESTUDOS NATURALÍSTICOS INTERNACIONAIS

Estudos naturalísticos já foram desenvolvidos no exterior, como por exemplo nos Estados Unidos, União Europeia, Austrália, Canadá, Japão, China e Irã. As principais características dos estudos naturalísticos realizados internacionalmente encontram-se resumidas na Tabela 15.1.

**Tabela 15.1** – Projetos de estudos naturalísticos de direção (END) no exterior.

Projeto	Países	Veículos	Condutores	Horas de condução	Distância [km]
100 Car NDS	EUA	100	241	42,300	3,218,688
SHRP2 NDS	EUA	3,500 <sup>b</sup>	3,500 <sup>b</sup>	1,000,000 <sup>b</sup>	56,327,040
ANDS	Austrália	346	409	716,320	1,512,630
UDRIVE	UE <sup>a</sup>	192	287	87,870	4,000,000 <sup>b</sup>
Candrive I	Canadá	100	100	-	-
CNDS	Canadá	140	149	53,000 <sup>b</sup>	1,800,000 <sup>b</sup>
-	Japão	60	60	-	-
SH-NDS	China	5	60	-	750,000
-	Irã	52	52	546 <sup>b</sup>	25,740 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Reino Unido, Países Baixos, França, Espanha, Alemanha e Polónia

<sup>b</sup> Valores aproximados.

O *100-Car Naturalistic Driving Study* foi o primeiro NDS em larga escala e foi realizado nos Estados Unidos. O principal objetivo da pesquisa foi registrar eventos de sinistros e quase-sinistros. A plataforma de coleta de dados foi composta por cinco câmeras, um acelerômetro e um receptor GPS, entre outros sensores de monitoramento. Foram utilizados 100 veículos, com 241 condutores. O tempo total de viagem dos dados coletados foi superior a 40.000 horas, com distância acima de 3 milhões de quilômetros, predominantemente na região metropolitana de Virgínia do Norte e Washington D.C. (Neale *et al.*, 2005). O *SHRP2 (Strategic Highway Research Program-2)* foi o segundo NDS realizado nos Estados Unidos. O estudo foi realizado em seis estados, com mais de 3.500 veículos, um milhão de horas de vídeo e 56 milhões de quilômetros percorridos. Mais de 1.500 sinistros foram registrados (Njord; Steudle, 2015).

Outra iniciativa na América do Norte, o *Canadian Naturalistic Driving Study (CNDS)* foi baseado em dados de viagens de 140 veículos, entre carros, picapes e minivans, com quatro câmeras, um sensor de radar frontal e um receptor GPS. Participaram do estudo 149 motoristas, com aproximadamente 53.000 horas de dados coletados e 1.800.000 quilômetros de distância percorrida (CNDS, 2021). Também no Canadá, o *Candrive* é uma iniciativa da Saskatchewan University e contou com 100 motoristas (Candrive, 2021).

Na União Europeia, o estudo de condução naturalística *UDRIVE* foi um programa de grande escala realizado em seis países europeus

entre 2012 e 2017: Reino Unido, Países Baixos, França, Espanha, Alemanha e Polónia. O objetivo deste estudo foi coletar dados comportamentais de três modais de transporte (carros, caminhões e veículos motorizados de duas rodas). 192 veículos e 287 motoristas fizeram parte da pesquisa. Os dados coletados totalizaram quase 90.000 horas de condução e aproximadamente 4 milhões de quilômetros percorridos (van Nes *et al.*, 2019).

O *Australian Naturalistic Driving Study (ANDS)* foi lançado em 2015, com o objetivo de coletar dados de viagens de 360 veículos – 180 em Sydney e 180 em Melbourne. Os veículos foram equipados com quatro câmeras, receptores GPS e acelerômetros (ANDS, 2017). O ANDS coletou dados de 346 veículos e 409 participantes (Larue *et al.*, 2019). O último relatório relacionou um acervo de mais de 700 mil horas de período percorrido e mais de 1,5 milhão de quilômetros de distância percorrida (ANDS, 2017).

Na Ásia, a metodologia naturalística foi realizada em três países: Japão, China e Irã. No Japão foi realizado um NDS entre 2006 e 2008, com a participação de 60 condutores. Todos os veículos foram equipados com um receptor GPS, cinco câmeras, um acelerômetro, um sensor de direção e interruptores digitais para detectar o uso de pedais de freio e aceleração (Uchida *et al.*, 2010). Na China, o *Shanghai Naturalistic Driving Study (SH-NDS)* foi realizado entre 2012 e 2015. Participaram do estudo 60 condutores, com mais de 160 mil quilômetros de distância percorrida. O SH-NDS contou com cinco veículos equipados com o sistema de aquisição de dados desenvolvido pelo Virginia Tech Transportation Institute (Zhu *et al.*, 2018). Entre abril de 2017 e abril de 2018, foi realizado um NDS no Irã. O estudo contou com a participação de 52 condutores. Um par de câmeras foi instalado nos veículos pessoais dos participantes, permitindo a gravação de eventos de conflito entre veículos e pedestres. No geral, a amostra continha aproximadamente 550 horas de dados coletados e 25 mil quilômetros percorridos (Sheykhfard *et al.*, 2021).

### 15.3 - ESTUDO NATURALÍSTICO DE DIREÇÃO BRASILEIRO

#### // CONCEPÇÃO DO ESTUDO

Desde 2019, no Brasil, vem sendo desenvolvido o Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro (Brazilian Naturalistic Driving Study –

NDS-BR), financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Universidade Federal do Paraná e Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV). O NDS-BR se destaca como uma iniciativa de baixo custo para a investigação de temas associados aos comportamentos de risco de excesso de velocidade e realização de tarefas secundárias durante a condução – ambos aspectos que carecem de evidências científicas para subsidiar a tomada de decisões nos países de média e baixa renda. Alguns dos princípios que nortearam a concepção do NDS-BR são descritos no Quadro 15.1.

**Quadro 15.1** – Características do NDS-BR.

O que o NDS-BR “é” / “aborda”	O que o NDS-BR “não é” / “não aborda”
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseia-se no monitoramento da tarefa real de condução, sem controle experimental;</li> <li>• Possui instrumentação não intrusiva;               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usa o próprio automóvel dos condutores;</li> </ul> </li> <li>• Coleta informações geográficas (coordenadas, velocidade, tempo, aceleração, azimute, altitude);</li> <li>• Registra tarefas secundárias à direção (uso do cinto de segurança, uso do celular, etc.);</li> <li>• Registra o ambiente externo (vista frontal direita e esquerda);               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possui tempo médio de monitoramento de cada condutor de duas semanas;</li> <li>• Concentra-se na área urbana;</li> <li>• Depende da codificação manual do comportamento dos participantes.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registra os tempos de reação;               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registra a distância dos veículos à frente e atrás;                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientado para investigação de sinistros;</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Inclui dispositivos de rastreamento ocular e infravermelho;               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclui câmeras voltadas para os pedais;                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclui sistema de acionamento dos pedais;</li> </ul> </li> <li>• Orientado para pesquisa comportamental por idade ou gênero;                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registra áudio;</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Registra imagens dos passageiros;               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclui técnicas automáticas de codificação do comportamento do condutor (visão computacional);                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registra as ações no veículo (luz de freio, pisca-alerta, etc.).</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

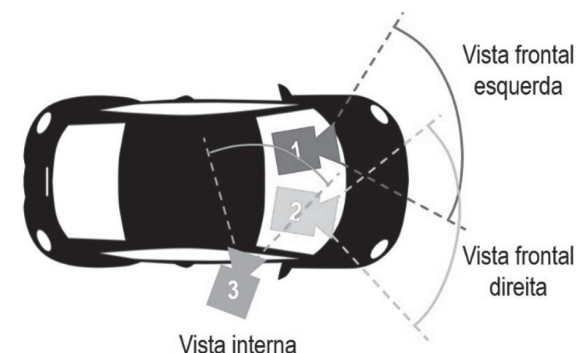
#### // INSTRUMENTAÇÃO DOS VEÍCULOS E COLETA DE DADOS

A partir do desenvolvimento de uma plataforma de coleta de dados naturalísticos (PCDN), foi possível coletar dados de 32 condutores e 1.002 viagens, incluindo 381 horas de condução e 9.444

km de distância percorrida na cidade de Curitiba - PR e sua região metropolitana. Os condutores foram monitorados durante duas semanas, com exceção de três motoristas de aplicativos de mobilidade que foram monitorados por um período menor de uma semana devido à maior distância percorrida.

A característica não intrusiva da instalação não causou danos ao veículo e permitiu a fácil remoção e reinstalação em outro veículo. A PCDN foi instalada no próprio veículo pessoal de cada participante. O receptor GPS foi fixado no painel do veículo a fim de favorecer a comunicação com os satélites. As câmeras foram posicionadas conforme a Figura 15.1. As câmeras 1 e 2 foram posicionadas voltadas para a parte frontal externa do veículo, uma à esquerda e outra à direita, respectivamente. A câmera 3, voltada para o motorista, foi dedicada a capturar as interações do motorista com o volante, câmbio e painel do veículo. Independentemente da orientação, todas as câmeras foram fixadas no interior do veículo.

**Figura 15.1** – Posicionamento das câmeras dentro do veículo e campo de captura de imagem.



Fonte: Amancio (2021).

A fim de proporcionar um certo nível de privacidade aos participantes, nenhum áudio foi gravado durante a pesquisa. A aquisição desses dados foi realizada utilizando programas que eram executados simultaneamente quando o computador era ligado. A coleta

de imagens de câmeras (Figura 15.2) e coordenadas geográficas foi sincronizada. As coordenadas geográficas foram registradas em intervalos de 1 segundo. A primeira viagem de cada um dos 32 condutores também foi considerada inválida, a fim de descartar o período de adaptação do condutor com o ambiente de monitoramento.

**Figura 15.2** – Imagens coletadas pelas câmeras.



Cada condutor assinou um Termo de Uso de Imagem e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme estabelecido pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos ao qual o projeto foi submetido e aprovado. Todos os pesquisadores assinaram um termo de confidencialidade em relação aos dados coletados.

## // PRINCIPAIS RESULTADOS

Os dados coletados foram aplicados em pesquisas recentes no Brasil, com conjunto parcial de dados ou completo, a depender do estágio da coleta de dados, conforme detalhado a seguir segundo os temas estudados.

### **Uso do telefone celular ao volante**

Com foco na investigação do uso do celular ao volante, utilizando uma amostra de seis condutores, 201 viagens e 627 episódios de uso do celular, Bastos *et al.* (2020) concluíram que o uso do celular durou em média 28,51 segundos e ocorreu em 58,71% das viagens com frequência média de 8,37 interações com o aparelho celular por hora. A proporção do tempo de viagem usando o celular foi de 7,03%, e a velocidade média instantânea durante o uso do equipamento foi de 12,77 km/h. Em geral, os condutores gastaram menos tempo em interações mais complexas e utilizaram o celular sob velocidades mais baixas.

Bastos *et al.* (2021) utilizaram dados de excesso de velocidade e uso do telefone celular para comparar o comportamento de risco entre condutores que estavam com e sem carona no veículo. Após a

realização de testes de hipóteses, os resultados estatisticamente significativos mostraram que os condutores com carona se envolveram em menos episódios de excesso de velocidade e engajamento com o telefone celular em comparação com os condutores sem carona, bem como praticaram uma menor velocidade ao utilizar o telefone celular. Além disso, o comportamento dos condutores em ambas as situações também diferiu quanto ao tipo de uso do celular, sendo a proporção de tipos de uso que demandam maior nível de distração visual e manual sendo maior entre os condutores sem carona.

Kubo (2022) produziu e analisou indicadores de desempenho da segurança viária relacionados ao uso do telefone celular ao volante para a amostra completa dos 32 condutores participantes. Os tipos de uso do telefone celular foram classificados segundo as categorias “digitando”, “ligando/mensagem de voz”, “segurando”, “utilizando no suporte”, “verificando/navegando” e “outros”. Entre os mais utilizados, verificar/navegar representou 44,96% da quantidade de uso e 33,69% do tempo de uso, seguido por uso no suporte, que representou 37,25% da quantidade de uso e 30,73% do tempo de uso do telefone celular. Em média, condutores utilizaram o telefone celular com uma frequência de 8,71 usos/h e uma duração de 55,34 segundos por uso. As velocidades médias durante uso de telefone celular foram menores e “digitando” foi o tipo de uso que obteve a menor velocidade, resultando em uma média de 10,25 km/h. Analisando a adaptação da velocidade como forma de compensação de risco, em média, os condutores reduziram a velocidade em 6,32 km/h durante o processo de início do uso do telefone celular, enquanto aumentaram a velocidade em 5,11 km/h durante o processo de conclusão do uso do telefone celular. Quando classificados por tipo de uso, verificar/navegar foi o tipo de uso com maior adaptação de velocidade estatisticamente significativa, apresentando uma redução média de 7,39 km/h ao iniciar o uso e um aumento médio de 3,55 km/h ao concluir o uso.

### **Caracterização geral dos episódios de excesso de velocidade**

Cordeiro (2022) buscou caracterizar o excesso de velocidade praticado nas vias de Curitiba (PR) sob quatro aspectos: a hierarquia de via em que aconteceram, o sexo do condutor e o uso ou não de telefone celular e cinto de segurança. Em vias locais, hou-

ve uma frequência de aproximadamente 130 episódios de excesso de velocidade por hora, o maior valor entre as hierarquias viárias. A variação média de velocidade foi superior nas vias de trânsito rápido, seguidas das vias arteriais, locais e coletoras, respectivamente. A duração dos episódios também foi superior em vias de trânsito rápido, seguidas pelas vias locais, coletoras e arteriais, respectivamente. Já em relação ao sexo do condutor, as diferenças foram significativas em relação à variação média da velocidade, mas não em relação à duração, sendo que condutores homens apresentaram uma maior variação média de velocidade.

#### **Excesso de velocidade em vias arteriais**

Suginoshita *et al.* (2020) investigaram a influência de fatores físicos e operacionais de duas vias arteriais urbanas da cidade de Curitiba no comportamento de excesso de velocidade. Esses fatores incluíram a presença de permissão de estacionamento, a presença de radares de velocidade, a existência de semáforos e o número de faixas. Foram considerados os valores de velocidade instantânea obtidos pelo GPS e comparados com o limite de velocidade de cada trecho de via para identificar o excesso de velocidade de acordo com três categorias: 10% acima do limite de velocidade; 20% acima; e 30% acima. Utilizando Regressão Logística Binária, concluiu-se que a presença de radares de velocidade e a ausência de permissão de estacionamento aumentaram a probabilidade de obediência ao limite de velocidade. A proibição de estacionamento nas vias analisadas ocorre em dias úteis e períodos comerciais em que a demanda de tráfego é maior, reduzindo a velocidade.

#### **Velocidade na passagem por radares**

Amancio (2021) utilizou dados naturalísticos para investigar o impacto de radares de velocidade na velocidade praticada por condutores em vias arteriais dos eixos estruturantes de Curitiba. Foram conduzidas três análises: um gráfico de perfil de velocidade, indicadores estatísticos descritivos e a definição de um padrão de comportamento dos condutores através de testes estatísticos. O autor detectou uma redução média de velocidade ocasionada devido à presença dos radares de -0,69 km/h ou -1,33%.

Foram encontrados dois padrões de comportamento do condutor

consolidados na literatura: o “efeito canguru” (uma redução pontual da velocidade próximo ao radar de velocidade) e o efeito da compensação (uma redução pontual da velocidade seguida de um aumento da velocidade para um nível superior). Além disso, alguns grupos apresentaram aumento de velocidade após o radar, sem a devida redução da velocidade nas proximidades do dispositivo. A este padrão deu-se o nome de cobra strike, devido ao formato da curva de velocidade. Em outras palavras, esse padrão representa um efeito de compensação mais agressivo, uma vez que apresenta apenas os efeitos negativos da instalação do radar.

#### **Velocidade na passagem por lombadas e travessias elevadas**

Amancio *et al.* (2023) investigaram o perfil de velocidades praticadas na passagem por lombadas e travessias elevadas. A metodologia incluiu a análise das velocidades em três faixas de análise de velocidade (antes, durante e depois da passagem pelo dispositivo). A velocidade média durante a passagem resultou da mesma magnitude para lombadas e travessias elevadas (26 km/h), assim como para a variação de velocidade entre as faixas antes e durante – uma redução de cerca de 43%. Maiores reduções de velocidade entre a faixa antes e durante foram encontradas para vias com maior hierarquia. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois dispositivos para distâncias de conformidade de velocidade menores ou iguais a 30 km/h ou 40 km/h, embora a distância média tenha sido 15,41% maior para 30 km/h e 5,57% maior para 40 km/h no caso de travessias elevadas.

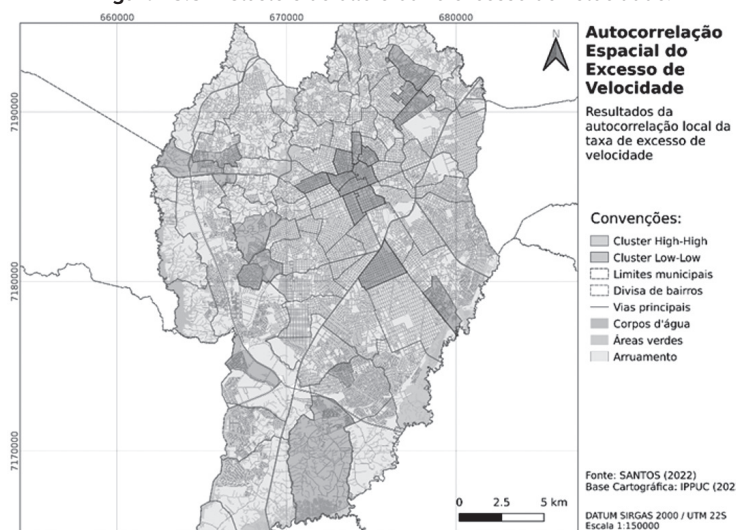
#### **Influência do ambiente construído no excesso de velocidade**

Santos (2022) utilizou os dados naturalísticos para investigar a influência do ambiente construído na prática do excesso de velocidade. O modelo de Regressão Geograficamente Ponderada (RGP) foi aplicado usando as zonas de tráfego de Curitiba como nível zonal para investigar a influência de parâmetros de densidade, diversidade do uso do solo, desenho urbano, densidade de comércios e serviços, distância ao transporte público e demográficos. Os diagnósticos do modelo mostraram que alguns modelos RGP tiveram um desempenho melhor do que a regressão global, mas nenhum dos modelos pôde prever a heterogeneidade espacial associada à ocorrência



do excesso de velocidade com um desempenho desejável. Apenas a variável “proporção de vias arteriais”, incluída na categoria de design, apresentou correlação com o excesso de velocidade com significância estatística de 95% e com 100% das zonas de tráfego, apresentando uma correlação inversa em relação ao excesso de velocidade. O estudo ainda indicou a presença de clusters de alto e baixo excesso de velocidade na cidade (Figura 15.3) e, a partir de testes estatísticos de comparação, demonstrou que zonas de tráfego com elevados valores de excesso de velocidade apresentaram: (1) menor renda média; (2) menor diversidade do uso do solo; (3) menor densidade de radares; e (4) menor densidade de semáforos.

**Figura 15.3** – Clusters de alto e baixo excesso de velocidade.



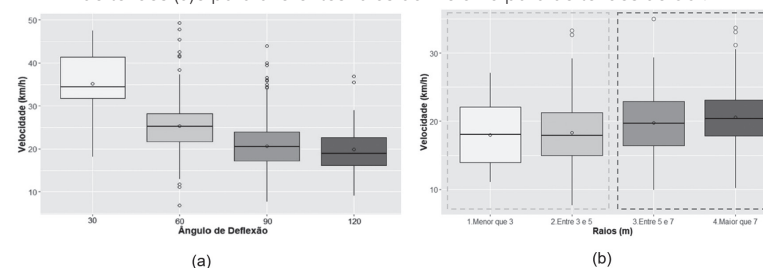
Fonte: Santos (2022).

### Velocidade em manobras de conversão

Szeliga (2022) analisou a influência de fatores viários e ambientais na escolha da velocidade por parte de condutores de veículos de passeio em manobras de conversão em vias urbanas. Foram analisadas 1.201 manobras de conversão praticadas em interseções em nível do sistema viário municipal de Curitiba. Considerou-se a variação

de velocidade ( $\Delta V$ ), sendo essa a diferença entre a velocidade média em curva e a velocidade média de entrada na tangente anterior à curva. Os resultados indicaram valores mais altos de velocidade nas curvas para ângulos de deflexão mais baixos, como os de 30 e 60° (Figura 15.4a). No recorte considerando apenas conversões de 90°, as velocidades mais altas foram encontradas em conversões à esquerda, em cruzamentos com maiores raios do meio fio (Figura 15.4b), com controle semafórico, sem chuva, durante a noite. Quando considerada a variação da velocidade, os valores mais elevados ocorreram para maiores ângulos de deflexão.

**Figura 15.4** – Velocidade praticada durante a curva para diferentes deflexões (a) e para diferentes raios do meio-fio para deflexões de 90°.



Fonte: Szeliga (2022).

### Comportamento de ciclistas

Queiroz e Oliveira (2022) utilizaram os dados de vídeo do NDS-BR para realizar um estudo observacional do comportamento de ciclistas em Curitiba. O objetivo foi analisar o uso da infraestrutura e os comportamentos de risco. Ambos estudos identificaram 1.095 episódios em que havia ciclistas trafegando no trânsito da cidade. Testes estatísticos com intervalos de confiança de 95% foram utilizados para verificar diferenças no comportamento dos ciclistas. A infraestrutura cicloviária adequada para ciclistas foi observada em apenas 37% dos episódios. Observou-se maior predominância do gênero masculino no uso do modo (86% eram homens). Verificou-se que 75% dos ciclistas não utilizavam capacete e 92% não utilizavam equipamentos de iluminação acoplados à bicicleta durante o período noturno. Porém, quando em situações de cruza-



mento com automóveis, 92% dos ciclistas respeitaram a sinalização semafórica existente. Ao se tratar de infraestrutura cicloviária disponível, em apenas 37% dos casos foi possível constatar a presença de vias dedicadas ao tráfego de bicicletas.

### Comportamento de pedestres

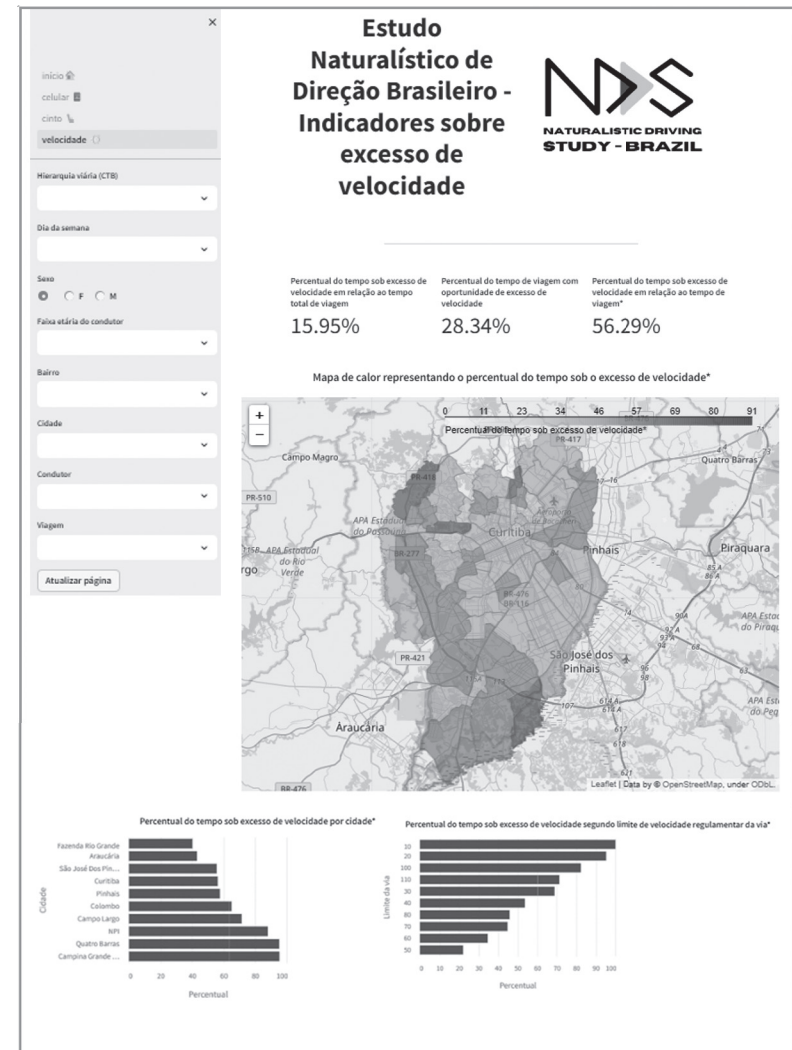
Kudla, Santos e Bernardinis (2022) também realizaram um estudo observacional com o uso das imagens externas ao veículo, desta vez com foco no pedestre. Ao todo, analisou-se o comportamento de 1.945 pedestres, identificados nas gravações de 45 viagens. Os resultados do estudo demonstraram que 88,28% dos pedestres realizam a circulação em local correto (na calçada) e que 78,44% também realizam a travessia em locais adequados. Dentre os 24,02% que realizam travessia no meio da quadra, 42,17% dos casos os pedestres estavam a menos de 50 metros de distância da faixa de pedestre mais próxima. Ainda, 35,27% dos pedestres estavam envolvidos em alguma atividade secundária, sendo a mais comum o envolvimento em conversas com um ou mais pedestres (83,24%).

### Painel de visualização dos dados naturalísticos

No sentido de facilitar a gestão, manutenção e manipulação dos dados da pesquisa, Shimoyama *et al.* (2022) desenvolveram uma primeira versão de um painel de visualização dos dados naturalísticos de direção do NDS-BR com a utilização da ferramenta Power BI. O painel foi posteriormente atualizado e transferido para a plataforma Streamlit (Oliveira; Bastos, 2023).

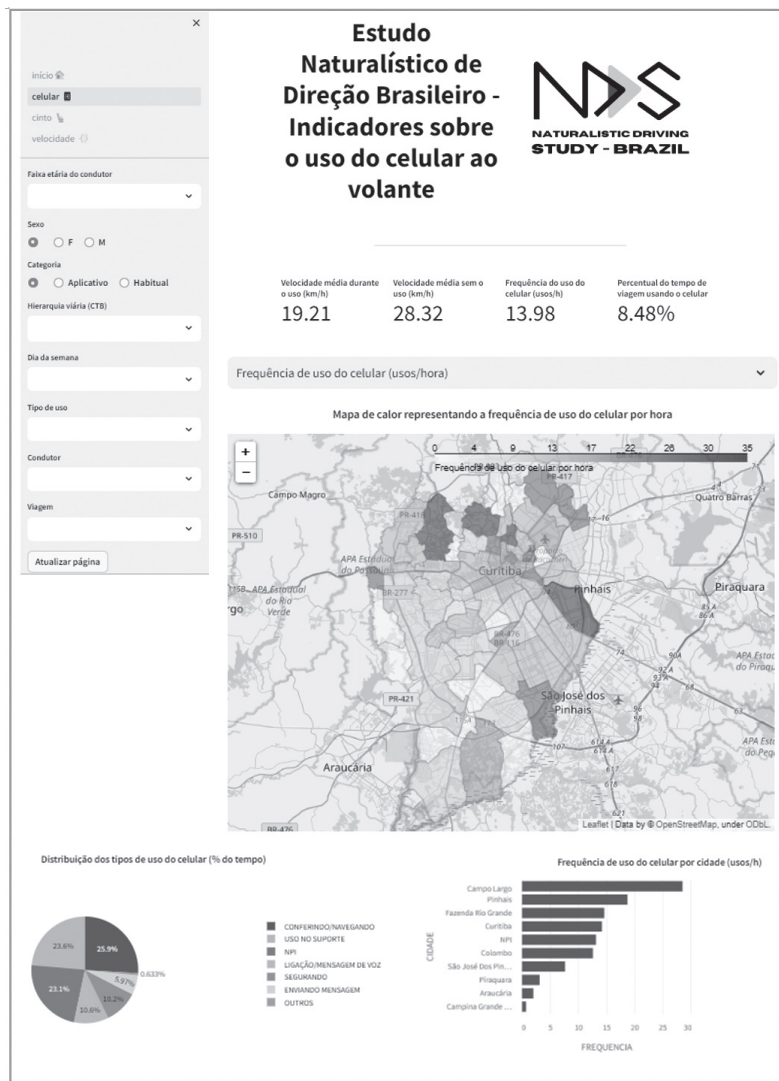
Nos dashboards elaborados, foram apresentados os valores para indicadores relacionados ao excesso de velocidade (Figura 15.5), uso do telefone celular ao volante (Figura 15.6) e não uso do cinto de segurança (Figura 15.7) por meio de gráficos, mapas e quadros de valores. A construção de um painel de visualização dos dados do NDS-BR permitiu a identificação de uma série de situações críticas em termos de segurança viária, bem como a identificação de oportunidades para investigações mais aprofundadas em temáticas específicas, aumentando o potencial de aproveitamento dos dados naturalísticos e sua possibilidade de aplicação como um subsídio adicional para a gestão da segurança viária no nível municipal.

Figura 15.5 – Imagens do painel de visualização dos dados naturalísticos de direção – excesso de velocidade.



Fonte: Oliveira e Bastos (2023).

**Figura 15.6** – Imagens do painel de visualização dos dados naturalísticos de direção – uso do celular ao volante.



Fonte: Oliveira e Bastos (2023).

**Figura 15.7** – Imagens do painel de visualização dos dados naturalísticos de direção – não uso do cinto de segurança.



Fonte: Oliveira e Bastos (2023).

## 15.4 - QUESTÕES

- 1) Conceitue um estudo naturalístico de direção.
- 2) Quais as principais características do Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro?
- 3) Descreva os principais resultados do Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro em relação ao excesso de velocidade.
- 4) Descreva os principais resultados do Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro em relação ao uso do telefone celular ao volante.
- 5) Descreva os principais resultados do Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro em relação ao não uso do cinto de segurança.

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

ANDS (2017) **Australian Naturalistic Driving Study - About the study**. [S. L.]. Disponível em: <http://www.ands.unsw.edu.au/about-study>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Amancio, E. C. (2021) **Influência de dispositivos de fiscalização eletrônica de velocidade no comportamento do condutor em cenário urbano**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Amancio, E. C. *et al.* (2023) **Impact of speed bumps and raised crosswalks on passenger vehicles speed based on naturalistic data**. *Transportes*, v. 2, n. 2, p. 1-16. Disponível em: <https://doi.org/10.58922/transportes.v3i1i2.2832>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Bastos, J. T. *et al.* (2020) **Naturalistic driving study in brazil: an analysis of mobile phone use behavior while driving**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, [s. l.], v. 17, n. 17, p. 6412, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17176412>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Bastos, J. T. *et al.* (2021) **Is organized carpooling safer? Speeding and distracted driving behaviors from a naturalistic driving study in Brazil**. *Accident Analysis & Prevention*, [s. l.], v. 152, p. 105992. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.105992>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Brasil (2019) **Vigilatel Brasil 2018: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Estatística e Informação em Saúde. [S. L.]: Ministério da Saúde.

Brasil (2023) **Estatísticas vitais: óbitos por causas externas**. Ministério da Saúde [S.L.]. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Candrive (2023) **The Canada Naturalistic Driving Study**. Disponível em: <https://www.canada-nds.net/>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

CNDS (2021). **Canada Naturalistic Driving Study (CNDS)**. [S. L.]. Disponível em: <https://www.canada-nds.net/index.html>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Cordeiro, V. G. (2022) **Caracterização do excesso de velocidade em Curitiba a partir de dados naturalísticos**. Monografia. Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná.

Dozza, M.; Flannagan, C. A. C. e Sayer, R. (2015) **Real-world effects of using a phone while driving on lateral and longitudinal control of vehicles**. *Journal of Safety Research*, [s. l.], v. 55, p. 81–87, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.09.005>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Queiroz, L. M. e Oliveira, T. Z. (2022) **Estudo Naturalístico do Comportamentos dos Ciclistas no Trânsito**. Monografia. Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná.

Kubo, T. N. (2022) **Análise do uso do telefone celular ao volante com base em Estudo Naturalístico de Direção**. Monografia. Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná.

Kudla, G. C.; Santos, M. C. R. e Bernardinis, M. A. P. (2022) **Análise do comportamento dos pedestres através de um estudo naturalístico e a influência da infraestrutura**. Anais do 3º Simpósio de Transportes do Paraná, 4º Seminário em Aeroportos e Transporte Aéreo e 3º Urbanidade. Curitiba: [s. n.], 2022. p. 27–38. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/3stpr2022.art02p27-38>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Larocca, A. P. C. *et al.* (2018) **Analysis of perception of vertical signaling of highways by drivers in a simulated driving environment**. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, [s. l.], v. 58, p. 471–487. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.06.034>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Larue, G. S. *et al.* (2019) **Visualising data of the Australian Naturalistic Driving Study**. Anais do 8th International Symposium on Naturalistic Driving Research. [S. l.: s. n.], 2019.

Lucas, F. R. *et al.* (2013) **Uso de simuladores de direção aplicado ao projeto de segurança viária**. *Boletim de Ciências Geodesicas*, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 341–352. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1982-21702013000200010>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Marshall, S. C. *et al.* (2013) **The Canadian Safe Driving Study—Phase I pilot: Examining potential logistical barriers to the full cohort study**. *Accident Analysis & Prevention*, [s. l.], v. 61, p. 236–244. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.04.002>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Neale, V. L. *et al.* (2005) **An overview of the 100-car naturalistic driving study and findings**. Washington, D.C.: [s. n.]. Disponível em: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-01/esv/esv19/05-0400-W.pdf>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Njord, J. e Steudle, K. (2015) **Big data hit the road - The first year of use of the SHRP 2 Safety Databases**. TR News, [s. l.], p. 2–8. Disponível em: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/trnews/trnews300BigData.pdf>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Oliveira, L. B.; Bastos, J. T. (2023) **Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro – Painel de visualização**. Disponível em: <https://painelndsbr.streamlit.app/>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Oviedo-Trespalacios, O. *et al.* (2019) **The impact of road advertising signs on driver behaviour and implications for road safety: A critical systematic review**. Transportation Research Part A: Policy and Practice, [s. l.], v. 122, n. August 2018, p. 85–98, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.01.012>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Santos, P. A. B. (2022) **The impact of built environment on speeding behavior in Curitiba - Brazil**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano, Universidade Federal do Paraná.

Santos, M. I. *et al.* (2017) **Conceito, configuração e aplicação de um simulador de direção no Brasil – Estudo de caso**. Transportes, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 1. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/transportes.v25i2.1174>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Sheykhfard, A. *et al.* (2021) **Analysis of the occurrence and severity of vehicle-pedestrian conflicts in marked and unmarked crosswalks through naturalistic driving study**. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, [s. l.], v. 76, p. 178–192, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.11.008>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Shimoyama, A. T. *et al.* (2022). **Elaboração de um painel de visualização de dados naturalísticos de direção utilizando Power-BI**. Anais do 3º Simpósio de Transportes do Paraná, 4º Seminário em Aeroportos e Transporte Aéreo e 3º Urbanidade. Curitiba: [s. n.], 2022. p. 137–146. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/3stpr2022.comtec03p137-146>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Sugunoshita, M. C. *et al.* (2020). **Fatores determinantes para o excesso de velocidade em vias arteriais urbanas**. Anais do 2º Simpósio de Transportes do Paraná . 3º Seminário em Aeroportos e Transporte Aéreo . 3º Urbanidade. Curitiba: [s. n.], 2020. p. 63–74. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/2stpr2020.artcomp05p63-74>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

SWOV (2010) **Naturalistic Driving: observing everyday driving behaviour**. SWOV Fact sheet.

Szeliga, R. A. (2022) **Velocidade praticada em curvas horizontais em meio urbano : uma análise baseada em dados naturalísticos**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano, Universidade Federal do Paraná.

Uchida, N. *et al.* (2010) **An investigation of factors contributing to major crash types in Japan based on naturalistic driving data**. IATSS Research, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 22–30. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2010.07.002>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Udrive (2019) **What is UDRIVE?**. [S. l.]. Disponível em: <http://www.udrive.eu/index.php/about-udrive/overview>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

Van Nes, N. *et al.* (2019) **The potential of naturalistic driving for in-depth understanding of driver behavior: UDRIVE results and beyond**. Safety Science, [s. l.], v. 119, p. 11–20. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.12.029>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

VTTI (2019) **Naturalistic Driving Studies**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.vtti.vt.edu/impact/index.html>.

WHO (2018) **Global status report on road safety**. World Health Organization. Geneva: [s. n.].

Zhu, M. *et al.* (2018) **Modeling car-following behavior on urban expressways in Shanghai: A naturalistic driving study**. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, [s. l.], v. 93, p. 425–445. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.06.009>. Acesso em: 28 de set. de 2023.

# 16. modelos de previsão de sinistros

## 16.1 - INTRODUÇÃO

A experiência mostra que há forte relação entre o número e a gravidade dos sinistros e as características do local (segmento de via ou interseção) onde ocorrem. Essa constatação levou ao surgimento dos modelos de previsão de sinistros, que têm por objetivo estabelecer relações matemáticas entre o número provável de sinistros que vai ocorrer em um segmento de via ou interseção em função das características físicas, geométricas e operacionais do local.

Essas relações matemáticas são diferentes conforme a região, pois os sinistros são fortemente influenciados por outros fatores além das características do local, como: comportamento dos condutores, condições e tipos de veículos da frota, clima prevalente (chuva, neve, etc. aumentam o risco da ocorrência de sinistros), legislação e fiscalização do trânsito (punições fortes e fiscalização intensa tem impacto na redução de sinistros), estado da sinalização, etc. Todos esses fatores, com exceção do clima, dependem em grande parte do grau de desenvolvimento econômico, social e cultural da região, que, em geral, são diferentes em cada país, estado ou região.

Os modelos de previsão mais completos, além da quantidade de sinistros, também fornecem uma estimativa da distribuição dos sinistros por grau de severidade e por tipo.

Os modelos de previsão são empregados com as seguintes finalidades:

- Identificação de locais onde existe um elevado risco de ocorrência de sinistros, sobretudo de sinistros graves, independente da existência de banco de dados prévio;
- Quantificação da redução dos sinistros viários (quantidade e severidade) quando da implementação de tratamento (ações físicas mitigadoras) na via;
- Avaliação econômica dos benefícios da implementação de ações, visando à redução de sinistros;
- Identificação de fatores que contribuem para ocorrência de sinistros;
- Subsídio ao projeto de novas vias, ou reabilitação de vias existentes, sob a ótica da segurança;
- Auxílio à tomada de decisão na definição das prioridades na implementação de ações voltadas para a redução do número de sinistros.

Por se constituírem como ferramentas valiosas na melhoria da segu-



rança no trânsito, os modelos de previsão de sinistros vêm ganhando cada vez mais importância nos países de alta renda, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. A publicação pela AASHTO (2010), em 2010, do Highway Safety Manual – HSM (Manual de Segurança Viária) com suplemento para autoestradas acrescentado em 2014 — um documento que apresenta modelos de previsão de sinistros para várias situações viárias desenvolvidos para serem utilizados nos Estados Unidos — pode ser considerado um marco para a consolidação do emprego dos modelos de previsão de sinistros para a redução dos sinistros viários.

O desenvolvimento de modelos de previsão é uma tarefa complexa e de custo relativamente alto, mesmo atualmente, onde acessos a modelos matemáticos complexos vem sendo difundido no ambiente acadêmico. Parte da complexidade está na coleta de dados, pois os modelos exigem uma longa série histórica confiável de dados de sinistros, inventário viário e modificações executadas nos últimos anos combinado a utilização de técnicas estatísticas sofisticadas. Dessa forma, os modelos apresentados no HSM, devidamente adaptados para as condições nacionais, ou idealmente, para as condições de cada estado ou mesmo regiões dentro do mesmo estado, representam um ponto de partida para quantificação do número de sinistros viários.

O desenvolvimento de modelos locais para captar idiossincrasias de cada local deve ser realizado sempre que possível.

Duas vantagens do emprego dos modelos de previsão de sinistros são as seguintes:

- Como os modelos são desenvolvidos com base em dados relativos a longos períodos de tempo e de um grande número de locais é evitado o viés existente quando se utiliza dados reais dos sinistros referidos a períodos curtos de tempo e a poucos ou apenas um local (muito comum na prática);
- A pequena quantidade e/ou a baixa confiabilidade dos dados de sinistros referidos a um local são superadas, pois os modelos utilizam grande quantidade de dados de outros locais similares.

A seguir, são feitas breves considerações sobre a metodologia do HSM no desenvolvimento e aplicação dos modelos de previsão de sinistros, uma vez que foge ao escopo deste livro tratar em detalhes assunto tão específico e complexo.

## **16.2 - METODOLOGIA DO HSM**

### **// SITUAÇÕES TRATADAS NO HSM**

No HSM, foram desenvolvidos modelos de previsão de sinistros para os seguintes casos:

#### **1. Rodovias de pista simples (duas faixas e dois sentidos)**

- Segmentos;
- Interseções dos seguintes tipos: com três aproximações e parada obrigatória na aproximação da via secundária; com quatro aproximações e parada obrigatória nas aproximações das vias secundárias; com quatro pernas semaforizadas.

#### **2. Rodovias de pista dupla (duas ou mais faixas por sentido)**

- Segmentos;
- Interseções dos seguintes tipos: com três aproximações e parada obrigatória na aproximação da via secundária; com quatro aproximações e parada obrigatória nas aproximações das vias secundárias; com quatro aproximações semaforizadas.

#### **3. Vias arteriais urbanas e suburbanas**

- Segmentos dos seguintes tipos: duas faixas e dois sentidos; três faixas e dois sentidos, sendo a faixa central para conversão à esquerda; quatro faixas, sendo duas em cada sentido e com ou sem separação física central; cinco faixas, sendo duas em cada sentido e a faixa central para conversão à esquerda;
- Interseções dos seguintes tipos: com três aproximações e parada obrigatória na aproximação da via secundária; com quatro pernas e parada obrigatória nas aproximações das vias secundárias; com três pernas semaforizada; com quatro pernas semaforizadas.

O suplemento publicado no ano de 2014 incluiu:

#### **4. Autoestradas: Segmentos urbanos com até dez faixas nos sentidos de tráfego e rurais com até oito faixas combinado os dois sentidos de tráfego.**

#### **5. Interseções em desnível, incluindo trevos parciais e interseções com acessos laterais.**

Para incluir a variedade de características geométricas dos vários sistemas, ainda é necessário o desenvolvimento de outros modelos e funções de desempenho de segurança, bem como fatores de ajuste para condições que diferem das condições base para a qual os modelos estão calibrados.



## // FUNÇÕES DE DESEMPENHO DA SEGURANÇA

As funções de desempenho de segurança são desenvolvidas usando métodos estatísticos aplicados em dados históricos de sinistros de infraestrutura semelhante, mas com níveis variados de tráfego médio diário anual – AADT. Tradicionalmente, as funções de desempenho de segurança (SPF) mais simples usam AADT e comprimento do segmento como variável independente para estimar sinistros em trechos viários e tráfego em aproximações primárias e secundárias no caso de interseções. Os métodos estatísticos mais difundidos para o desenvolvimento dessas funções são a distribuição de Poisson, Binomial Negativa e Regressão Generalizada. Além disso, a inferência bayesiana tem sido estudada em conjunto com essas abordagens, assim como métodos espaciais que combinam aprendizado de máquina e outras técnicas de mineração de dados.

No HSM, a previsão do número de sinistros para segmentos de via ou interseções com características (geométricas, físicas e operacionais) preestabelecidas, referida como condição base (de referência ou padrão), é feita mediante o emprego de expressões denominadas Safety Performance Functions – SPFs (Funções do Desempenho da Segurança) desenvolvidas com base em uma grande quantidade de dados de sinistros relativos a uma determinada região.

A seguir, para exemplificar, é mostrada a SPF obtida para segmentos de rodovias de pista simples (obtida com base em um amplo conjunto de dados de sinistros relativos a rodovias americanas e válida somente para as condições base descritas na sequência):

$$N_b = \text{VDMA} \times L / 1,609 \times 365 \times 10^{-6} \times e^{-0,312}$$

Sendo,  $N_b$ : número de sinistros previsto para as condições base em segmentos de rodovia de pista simples (acid/ano), VDMA: volume diário médio anual do tráfego (veíc/dia), L: extensão do segmento analisado em km, e: base do sistema de logaritmos neperiano. As condições base para rodovias de pista simples estabelecidas pelo HSM na obtenção de SPFs são as seguintes:

- Largura da faixa de rolamento igual a 3,6m;
- Largura do acostamento igual a 1,8m;
- Acostamento pavimentado;
- Índice que caracteriza a faixa lateral da rodovia no tocante ao risco de sinistro na saída de veículos da rodovia igual a 3 em uma

escala de 1 a 7 (este índice é estabelecido em função das características da faixa lateral da rodovia);

- Densidade de acessos a rodovia igual a 5 acessos/km;
- Relevo plano;
- Não existência de: curvatura vertical ou horizontal, sonorizador ao longo do eixo longitudinal, faixas adicionais para ultrapassagem, faixa central para conversão à esquerda, iluminação e fiscalização eletrônica de velocidade.

No HSM também são apresentadas SPFs para os outros tipos de situações anteriormente mencionadas, também obtidas com base em um amplo conjunto de dados de sinistros no tempo e no espaço relativos a rodovias americanas e válidas somente para as condições base explicitadas em cada caso.

Os modelos de previsão de sinistros para rodovias brasileiras ainda são incipientes devido à dificuldade de obtenção de base de dados que conseguem integrar registros de sinistros e características viárias. Alguns pesquisadores (Silva, 2012; Cunto; Sobreira; Ferreira, 2013; Waihrich, 2016; Silva, 2017; Mendes *et al.* 2023) identificaram lacunas para o contexto brasileiro e estabeleceram fatores de calibração ou funções de desempenho de segurança para algumas regiões do Brasil. Para isso, diversos bancos de dados foram considerados para construir um diagnóstico de segurança consistente.

## // FATORES DE MODIFICAÇÃO DE SINISTROS

Nos segmentos de rodovia ou nas interseções em que as condições reais diferem das condições base, é necessário ajustar os valores fornecidos pela SPF mediante a aplicação de fatores apropriados denominados Crash Modification Factors – CMFs (Fatores de Modificação de Sinistros).

Assim, o número previsto de sinistros deve ser determinado pela seguinte expressão:

$$N_r = N_b \times (\text{CMF}_1 \times \text{CMF}_2 \times \text{CMF}_3 \times \dots \times \text{CMF}_n)$$

Sendo  $N_r$ : número de sinistros previstos para as condições reais da rodovia ou interseção,  $N_b$ : número de sinistros previstos para as condições base, CMFi: fatores de modificação relativos às características de 1 a n.

Se a condição real de uma determinada característica for menos favorável do ponto de vista da segurança, o fator de modificação

resulta maior que 1; caso contrário, menor que 1.

As características para as quais devem ser determinados fatores de modificação variam conforme o tipo de rodovia e o tipo de local (segmento ou interseção).

No caso de segmentos de rodovias de pista simples, por exemplo, as características para as quais devem ser determinados fatores de modificação são as seguintes:

- Largura da faixa de rolamento (m);
- Largura e tipo do acostamento (m);
- Tipo de revestimento do acostamento (pavimentado, terra, etc.);
- Curva horizontal (comprimento, raio e existência ou não de curva de transição);
- Curva horizontal: superelevação;
- Declividade longitudinal;
- Densidade de acessos;
- Presença ou ausência de sonorizador ao longo do eixo longitudinal;
- Presença ou ausência de faixas adicionais;
- Presença ou ausência de faixa central para conversão à esquerda;
- Características da faixa lateral (largura livre de obstáculos etc.);
- Presença ou ausência de iluminação;
- Presença ou ausência de fiscalização eletrônica de velocidade.

Os fatores de modificação são determinados seguindo os procedimentos padronizados pelo HSM, sendo os valores fornecidos diretamente ou mediante expressões, tabelas, gráficos ou fotos.

Por exemplo, no caso de segmentos de uma rodovia de pista simples, o fator de modificação em razão da existência de faixa adicional em um aclave é igual a 0,75 (menor que 1 pois é uma condição mais favorável do ponto de vista da segurança em relação a não existência da faixa). No caso da presença de rampa, o valor deve ser determinado como segue: se a declividade da rampa for menor que 3% (terreno em nível), CMF = 1; se for entre 3% e 6% (terreno ondulado), CMF = 1,10; se for maior que 6%, CMF = 1,16.

Obviamente, as características para as quais devem ser determinados fatores de modificação variam conforme a situação (tipo de rodovia e de segmento ou interseção).

#### // FATORES DE CALIBRAÇÃO

Quando o modelo de previsão de sinistros vai ser empregado

em outras regiões que não aquela onde foi desenvolvida a SPF, é necessário utilizar um Fator de Calibração Regional (Calibration Factor – C) para levar em conta as diferenças de comportamento dos condutores, legislação, fiscalização, condições e tipos de veículos, clima prevalente, etc.

Nesse caso, o número previsto de sinistros deve ser determinado pela seguinte expressão:

$$N_r = N_b \times C \times (CMF_1 \times CMF_2 \times CMF_3 \times \dots \times CMF_n)$$

Sendo Nr: número de sinistros previstos para as condições reais da rodovia ou interseção na região onde se localiza, Nb: número de sinistros previstos para as condições base, C: fator de calibração regional, CMFi: fatores de modificação relativos às características de 1 a n.

O fator de calibração é determinado pela relação entre o número de sinistros observados e o número de sinistros previsto pelo modelo para um conjunto amostral significativo de locais (entre 30 e 50 são em geral suficientes), referidos ao mesmo período de tempo. O valor do fator de calibração deve ser obtido separadamente para o caso de segmentos e de interseções.

Obviamente, se a situação em uma região for menos favorável do ponto de vista da segurança, o fator de calibração resulta maior que 1; caso contrário, menor que 1.

#### // CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DOS MODELOS DO HSM

Como as características físicas e operacionais de uma rodovia variam ao longo do seu traçado, ela deve ser dividida em conjuntos de segmentos (interseções) homogêneos e o modelo de previsão de sinistros aplicado separadamente para cada grupo de segmentos (interseções) homogêneos.

#### // MÉTODO EMPÍRICO DE BAYES

Na utilização dos modelos de previsão de sinistros é recomendado o emprego do método Empírico de Bayes (EB), que permite compor os resultados fornecidos pelo modelo e o número real de sinistros (quando disponível) em cada grupo de segmentos ou interseções homogêneas. Consequentemente, o número de sinistros previsto em

cada conjunto de locais similares pelo método EB resulta em um valor intermediário entre o número de sinistros previstos e o número de sinistros observados.

O número esperado de sinistros através do método EB é obtido pela seguinte equação:

$$N_{\text{esp}} = w \times N_{\text{pre}} + (1,00 - w) \times N_{\text{obs}}$$

Sendo  $N_{\text{esp}}$ : número de sinistros esperado;  $N_{\text{pre}}$ : número de sinistros previstos pelo modelo;  $N_{\text{obs}}$ : número de sinistros observados;  $w$ : fator de ponderação referente à SPF.

O valor de  $w$  é dado pela seguinte expressão:

$$w = 1 / (1 + k \times N_{\text{pre}})$$

Sendo  $w$ : fator de ponderação;  $k$ : parâmetro de dispersão associado à SPF;  $N_{\text{pre}}$ : número de sinistros previstos.

No caso de segmentos de rodovias de pista simples, por exemplo, o valor de  $k$  é dado por:

$$k = 0,236/L$$

Sendo,  $k$ : fator de dispersão;  $L$ : extensão da rodovia em km.

#### // DISTRIBUIÇÃO DOS SINISTROS

Nas Tabelas 16.1 e 16.2, estão indicados os valores associados à distribuição dos sinistros quanto à tipologia e severidade, respectivamente, no caso de segmentos de rodovia de pista simples considerando o conjunto de dados de sinistros dos Estados Unidos utilizado no HSM. Em outras regiões, recomenda-se o emprego das distribuições reais observadas.

**Tabela 16.1** – Distribuição dos sinistros quanto à tipologia.

Tipo de sinistro	Grau de severidade		Total
	Sinistros com vítimas	Danos Materiais	
<b>Sinistro envolvendo apenas um veículo</b>			
Atropelamento de animais	3,8%	18,4%	12,1%
Atropelamento de ciclistas	0,4%	0,1%	0,2%
Atropelamento de pedestre	0,7%	0,1%	0,3%
Capotamento	3,7%	1,5%	2,5%
Saída de pista	54,4%	50,5%	52,1%
Outros	0,7%	2,9%	2,1%
Total (apenas um veículo)	63,8%	73,5%	69,3%
<b>Sinistro envolvendo mais de um veículo</b>			
Colisão transversal	10,0%	7,2%	8,5%
Colisão frontal	3,4%	0,3%	1,6%
Colisão traseira	16,4%	12,2%	14,2%
Colisão lateral	3,8%	3,8%	3,7%
Outros	2,6%	3,0%	2,7%
Total (mais de um veículo)	36,2%	26,5%	30,7%
Total de sinistros	100,0%	100,0%	100,0%

**Tabela 16.2** – Distribuição dos sinistros quanto à severidade

Severidade dos sinistros	Percentual do total de sinistros em segmentos de rodovias
Fatal	1,3%
Vítimas com ferimentos graves	5,4%
Vítimas com ferimentos moderados	10,9%
Vítimas com ferimentos leves	14,5%
Danos materiais sem vítimas	67,9%
Total	100%

### 16.3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos países de alta renda, vem crescendo o emprego de modelos de previsão de sinistros no combate à sinistralidade no trânsito. No Brasil, o desenvolvimento e o emprego desses modelos é bastante recente; até agora restritos a alguns poucos trabalhos acadêmicos. Esses estudos mais recentes ainda não conseguem replicar a variedade de características viárias e econômicas para avaliações antes e depois mais abrangentes.

### 16.4 - QUESTÕES

- 1) Que fato levou à ideia do desenvolvimento dos modelos de previsão de sinistros?
- 2) No que consistem os modelos de previsão de sinistros? Um modelo de previsão estabelecido para uma região pode ser utilizado em outras sem restrições? Explique.
- 3) Que informações fornecem os modelos completos de previsão de sinistros?
- 4) Para que servem os modelos de previsão de sinistros?
- 5) Qual o estágio atual do emprego de modelos de previsão de sinistros nos países desenvolvidos? E no Brasil?
- 6) Comentar sobre o Highway Safety Manual – HSM, editado pela AASHTO em 2010.
- 7) O que se recomenda quanto ao emprego de modelos de previsão de sinistros nos países em desenvolvimento?

8) Quais as duas principais vantagens do emprego de modelos de previsão de sinistros?

9) Quais as situações contempladas nos modelos apresentados no HSM?

10) Conceituar Funções de Desempenho da Segurança (Safety Performance Functions–SPFs).

11) Quais as condições base consideradas no HSM para o desenvolvimento da SPF no caso de segmentos de rodovias de pista simples?

12) De que modo os modelos de previsão de sinistros contribuem para avaliação da eficácia de ações de segurança viária?

13) O que são Fatores de Modificação de Sinistros (Crash Modification Factors –CMFs)?

14) Quais as características para as quais devem ser determinados CMFs no caso das rodovias de pista simples?

15) Conceituar Fator de Calibração (Calibration Factor –C).

16) Como é determinado o fator de calibração?

17) No que consiste o Método Empírico de Bayes?

18) Considere o caso de um segmento de rodovia de pista simples que apresenta as características referidas como condições base. Considerando estar a rodovia localizada na região para a qual foi desenvolvida a SPF apresentada no HSM, qual o número anual de sinistros previsto neste trecho, supondo uma extensão de 3km e volume diário médio anual de 5.000 veíc/dia?

19) Se esse trecho fosse em rampa de 5%, qual o novo número de sinistros estimado? E se o trecho tivesse faixa adicional (3ª faixa) no sentido de aclave? E se ambos os fatos ocorressem simultaneamente?

20) Se o segmento referido na questão 18 estivesse localizado em uma região diferente de onde o modelo foi desenvolvido, qual o valor do fator de calibração sabendo que o número médio de sinistros anual real em toda a extensão da rodovia foi 180 e o estimado 60?

21) Refazer as questões 18 e 19 considerando a rodovia situada na região referida na questão 20.

22) Especificamente no segmento analisado (considerado em rampa e com faixa adicional), o número real de sinistros médio anual foi igual a 17. Qual a melhor estimativa para o número de sinistros utilizando o método EB?

23) Qual a previsão da distribuição dos sinistros por severidade e por tipologia para o caso da questão 22? Comentar sobre a confiabilidade desses resultados.

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

AASHTO. (2010). **HSM – Highway Safety Manual**. 1ª ed. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D.C.

AASHTO (2014). **Highway Safety Manual. Supplement**. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D.C.

Cunto, F.; Sobreira, L.; Ferreira, S. (2013). **Assessing the Transferability of the Highway Safety Manual Predictive Method for Urban Roads in Fortaleza City, Brazil**. Road Safety and Simulation, 141(1), 4014072. Disponível em: [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000734](http://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000734). Acesso em: 29 de set. de 2023.

Mendes, O. B. B. *et al.* **Assessing the Performance of Highway Safety Manual (HSM) Predictive Models for Brazilian Multilane Highways**. Sustainability 2023, 15(13), 10474. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su151310474>. Acesso em: 29 de set. de 2023.

Silva, K. C. R. (2012). **Aplicação do modelo de previsão de sinistros do HSM em rodovias de pista simples do estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos.

Silva, K. C. R. (2017). **Assessing the transferability of crash prediction models for two lane highways in Brazil**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos.

Waihrich, D. R. L. da S. (2016). **Calibração do método de previsão de sinistros do Highway Safety Manual (HSM) para trechos rodoviários de pista dupla no Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília.

# 17. ações para a redução da sinistralidade viária

## 17.1 - INTRODUÇÃO

Inúmeras são as ações que contribuem para uma maior segurança no trânsito. Essas ações podem estar situadas nos seguintes âmbitos: político-administrativo, esforço legal, educação, veículos/equipamentos de segurança e sistema viário.

No caso dos órgãos de trânsito municipais e rodoviários regionais, as ações são específicas, como, por exemplo: tratamento de locais críticos (melhoria da sinalização, correção de defeitos do pavimento, implantação de dispositivos redutores da velocidade, instalação de radares, implantação de semáforos ou rotatórias, mudanças na geometria da via ou interseção, implantação de terceira faixa, etc.); intensificação da fiscalização em locais críticos, horários críticos, veículos críticos, eventos críticos e/ou usuários críticos; campanhas de âmbito local ou regional; melhoria das condições do socorro médico (maior rapidez e melhor qualidade no atendimento às vítimas); etc.

No que diz respeito aos órgãos de trânsito estaduais e federais, as ações são gerais e abrangentes, como por exemplo: mudanças na legislação contemplando punições mais severas, intensificação da fiscalização do trânsito, normas mais rígidas do ponto de vista da segurança na construção/reconstrução de novas vias e na fabricação de veículos, aperfeiçoamento do sistema de educação nas escolas, campanhas de âmbito estadual ou federal, etc.

Para o desenvolvimento dos planos/projetos, é importante ter uma estimativa da eficiência das diversas ações na redução da sinistralidade, preferencialmente com valores desagregados por tipo de sinistro quanto à gravidade. Essas informações são fundamentais na definição dos tipos de planos/projetos a serem implantados e para selecionar aqueles que apresentam maior potencial para reduzir a sinistralidade. As estimativas resultam, em geral, mais precisas quando feitas com base nos resultados de ações similares realizadas na mesma cidade ou região, pois fatores como o nível educacional, a cultura, o nível de fiscalização, o clima, as características do sistema viário, os tipos de veículos utilizados, etc. influem no grau de eficácia das ações. Nos países de alta renda, onde é feito o monitoramento adequado das ações voltadas para a segurança no trânsito e muitos estudos e pesquisas são realizados, existe disponibilidade de dados (locais, regionais e nacionais) confiáveis sobre o impacto das ações

mais comumente empregadas na redução da sinistralidade.

Nos países de baixa e média renda, quase sempre esse tipo de informação é escassa, sendo muitas vezes utilizados dados oriundos de estudos realizados em países de alta renda — com consequente aumento do nível de incerteza dos resultados das ações.

Duas publicações que reúnem informações valiosas sobre os resultados esperados de ações voltadas para a segurança no trânsito são de autoria de Elvik e Vaa (2004) e Elvik *et al.* (2009). Utilizando metodologia científica na análise de inúmeros estudos realizados em países de alta renda, são fornecidos nestas publicações o valor mais provável e o intervalo de variação, com 95% de confiança, dos resultados esperados de uma vasta gama de ações específicas visando à redução da sinistralidade.

Também vêm sendo cada vez mais empregados na previsão dos resultados das ações voltadas para a redução da sinistralidade (quantidade, severidade e tipo) os modelos de previsão de sinistros — assunto tratado no Capítulo 13.

A seguir, são comentadas de maneira breve as principais ações de caráter geral voltadas para a melhoria da segurança viária nos distintos âmbitos. Também são relacionadas diversas ações específicas e os valores mencionados por Elvik e Vaa (2004) e Elvik *et al.* (2009) do potencial que as mesmas têm para reduzir a sinistralidade no trânsito, com as adequações e adaptações consideradas pertinentes.

É importante colocar, no entanto, que os dados apresentados foram obtidos com base em estudos realizados em países de alta renda, onde a obediência às leis de trânsito é menos dependente do nível de fiscalização. Nos países de baixa e média renda, onde a obediência às leis depende muito mais do nível de fiscalização, os valores podem ser bastante diferentes. Assim, a simples entrada em vigor de uma nova lei de trânsito tem impacto maior nos países de alta renda; por outro lado, a intensificação da fiscalização tem maior impacto nos países de baixa e média renda.

### **17.2 - SISTEMA POLÍTICO ADMINISTRATIVO**

O sistema político-administrativo diz respeito à estrutura, organização e atuação das várias esferas de governo (federal, estadual e municipal) e poderes constituídos (executivo, legislativo e judiciário) no que diz respeito à segurança no trânsito. Os principais aspectos relacionados com o sistema político-administrativo são discutidos a seguir.

### **// ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO GOVERNAMENTAL**

No combate à sinistralidade no trânsito é absolutamente necessária a existência de um órgão federal com força política e institucional para planejar e gerenciar a segurança viária em nível nacional, bem como de órgãos similares em cada estado (para atuar em nível estadual) e nas cidades maiores (para atuar em nível municipal).

Também importante é a organização da atuação governamental mediante a divisão de responsabilidades entre as diversas esferas de governo e os vários órgãos envolvidos, de forma a garantir eficiência na aplicação dos recursos e a consecução de ações eficazes na redução da sinistralidade.

### **// MARCO LEGAL**

A existência de marco legal apropriado (leis, resoluções, etc.), de responsabilidade do governo federal e, em alguns aspectos, também dos governos estaduais e municipais é fundamental para que a atuação dos órgãos responsáveis pela segurança no trânsito e as ações implementadas tenham amparo legal.

### **// FONTES E QUANTIDADES DE RECURSOS**

De grande relevância no campo político-administrativo é a definição das fontes e quantidades de recursos para serem aplicados na segurança viária nas diversas esferas de governo.

É fundamental garantir que haja recursos suficientes para os investimentos necessários na segurança do trânsito, envolvendo as áreas de educação, esforço legal, infraestrutura viária, gestão da segurança, etc.

### **// REGISTRO, TRATAMENTO E ANÁLISE DOS SINISTROS**

Uma importante atividade que deve ser realizada pelos órgãos governamentais responsáveis pela segurança viária nas rodovias federais e estaduais e nas rodovias e vias urbanas municipais diz respeito à quantificação e à caracterização da sinistralidade viária.

Conhecer a quantidade dos diversos tipos de sinistros, a evolução no tempo dos números e índices associados à sinistralidade, bem como as características dos sinistros, constitui informação vital para o desenvolvimento de planos e projetos eficazes visando à redução da sinistralidade.



## // CAMPANHAS E VEICULAÇÃO DE INFORMAÇÕES

Outra atividade de grande relevância afeta as três esferas de governo (federal, estadual e municipal) é a realização de campanhas de segurança no trânsito e a veiculação de informações a respeito da sinistralidade, bem como das ações implementadas pelos governos e os resultados dessas ações. Campanhas pela mídia, quando bem elaboradas e implementadas, levam à mudança de comportamento dos usuários, fazendo com que adotem um patamar de risco menor no trânsito.

O conhecimento da gravidade do problema e dos esforços do governo, no sentido de reduzir a sinistralidade, é importante para conseguir o engajamento da população – fator de fundamental importância para a redução da sinistralidade.

## // ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS

A elaboração e a implementação de planos voltados para a segurança no trânsito também são obrigação das três instâncias de governo, por intermédio dos órgãos responsáveis pelo setor.

A participação da comunidade no processo de elaboração dos planos e a participação da iniciativa privada no aporte de recursos são fatores relevantes para o sucesso dos planos voltados para a segurança viária.

## // CONTROLE DA EXPOSIÇÃO

A sinistralidade viária guarda estreita relação com a intensidade de exposição ao trânsito (quantidade de veículo x quilômetro e passageiro x quilômetro) e da forma de exposição, caracterizada pela distribuição modal, grau de separação no trânsito dos diversos tipos de veículos, tipos de vias predominantes, estado de manutenção das vias, etc.

Cabe, assim, às várias esferas de governo atuar no sentido de reduzir a intensidade e as formas inseguras de exposição no trânsito, com a adoção de medidas apropriadas nas áreas de planejamento do uso do solo, nível de taxação dos veículos motorizados, implantação de vias seguras, definição das tarifas de pedágios, definição de valores do seguro obrigatório, etc.

No que diz respeito à distribuição modal, considerando que o risco do envolvimento em sinistros, sobretudo em sinistros graves, é muito maior quando se utiliza motocicleta e muito menor quando se utiliza ônibus, a estratégia é incentivar o uso do transporte coletivo e desestimular a utilização da motocicleta.

## // ENGAJAMENTO DA SOCIEDADE

O combate à sinistralidade viária exige o engajamento de toda a sociedade: governos federal, estadual e municipal, órgãos de comunicação, polícia, fabricantes de veículos, organizações não governamentais, órgãos responsáveis pelas rodovias, empresas de transporte de carga e passageiros, empresas em geral, clubes de serviço, usuários, etc.

Em vista disso, os governos, nas suas várias esferas, devem atuar no sentido de promover essa mobilização da sociedade e o efetivo engajamento da mesma no processo.

## 17.3 - ESFORÇO LEGAL

### AÇÕES DE CARÁTER GERAL

#### ***Aprimoramento da legislação***

O aprimoramento das leis e normas de trânsito deve ser uma ação contínua, à luz do acompanhamento dos índices de sinistralidade, de mudanças na sociedade, de inovações na tecnologia (dos veículos, da operação das vias, da fiscalização, etc.), etc.

Alguns exemplos de ações visando o aprimoramento da legislação são: estabelecer penalidades mais rígidas para as infrações de maior gravidade (multas e penalidades mais fortes inibem a desobediência às leis e regras do trânsito e, conseqüentemente, atuam no sentido de reduzir a sinistralidade), definir a obrigatoriedade de determinadas características na fabricação de novos veículos, dispor sobre regras mais rígidas para a obtenção e renovação do documento de habilitação, estabelecer as normas para a fiscalização eletrônica utilizando novas tecnologias, estabelecer requisitos mais rígidos para o transporte de produtos perigosos, etc.

#### ***Aprimoramento da fiscalização***

Uma grande parte dos condutores tem um comportamento no trânsito balizado pelo receio de ser flagrado cometendo uma infração do que propriamente por razões de segurança.

Em razão disso, o aumento da probabilidade de ser flagrado cometendo uma infração, obtida com uma fiscalização mais intensa e/ou eficiente, leva a um maior grau de obediência às leis e regras do trânsito, e, conseqüentemente, a uma redução da sinistralidade.

O aprimoramento da fiscalização do trânsito passa pelas seguintes principais ações: treinamento dos agentes, aumento do corpo de

agentes, ampliação da frota de veículos (carros, motocicletas, etc.), disponibilidade de uma maior quantidade de equipamentos (radares portáteis, bafômetros, etc.), ampliação da fiscalização eletrônica (de maneira apropriada para que não ocorra um exagerado número de multas sem redução proporcional da quantidade de sinistros), etc.

Diversos estudos apontam que o emprego de velocidade acima do limite legal e o ato de dirigir após ingestão de álcool são as infrações que, de forma díspar, estão mais comumente relacionadas com a quantidade e gravidade dos sinistros de trânsito. Dessa forma, focar mais esses dois tipos de infração conduz a uma maior eficiência da fiscalização no tocante à diminuição da sinistralidade.

A fiscalização é da maior relevância para que os condutores efetivamente cumpram a legislação de trânsito, contribuindo, dessa forma, para a redução da sinistralidade viária. Elvik e Vaa (2004) estimaram que se houvesse uma obediência total à legislação, haveria, na Noruega, uma redução de aproximadamente 27% no número de vítimas e de 48% do número de mortes no trânsito.

#### **Aprimoramento do processo de punição dos infratores**

A efetiva punição dos infratores e a rapidez do processo guardam relação estreita com o grau de obediência às leis e regras do trânsito.

Assim, quando pertinente, o processo de aplicação de multas e outras penalidades deve ser objeto de aprimoramento.

#### **Aprimoramento do processo de documentação dos sinistros**

A documentação (coleta dos dados) dos sinistros de trânsito é fundamental no processo de identificação dos locais críticos e dos fatores recorrentes (mais comumente presentes) e, em decorrência, na definição de ações mitigadoras.

Dessa forma, quando couber, o aprimoramento do processo de documentação dos sinistros é de grande importância.

#### **// AÇÕES ESPECÍFICAS**

A seguir, são mencionados os valores da redução de sinistros esperados de diversas ações específicas no âmbito do Esforço Legal extraídos de Elvik e Vaa (2004) e Elvik *et al.* (2009) com as adequações e adaptações consideradas pertinentes. O nível de confiança de que os valores estejam nos intervalos citados é de 95%. Em alguns casos, são feitos breves comentários.

#### **Fixação de limite da taxa de álcool no sangue**

A fixação de um limite para a taxa de álcool no sangue dos condutores é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros fatais = -7% a -5% (melhor estimativa = -6%).

#### **Fiscalização frequente da taxa de álcool no sangue**

A fiscalização frequente da taxa de álcool no sangue utilizando bafômetro (etilômetro) é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros fatais = -18% a -11% (melhor estimativa = -14%).

#### **Obrigatoriedade do uso do cinto de segurança**

A obrigatoriedade do uso do cinto de segurança é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros fatais = -12% a -10% (melhor estimativa = -11%);
- Sinistros com vítimas = -15% a -10% (melhor estimativa = -12%).

#### **Fiscalização frequente do uso do cinto de segurança**

A fiscalização frequente do uso do cinto de segurança é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros fatais = -21% a +14% (melhor estimativa = -6%);
- Sinistros com vítimas = -18% a +4% (melhor estimativa = -8%);
- Todos os sinistros = -9% a +1% (melhor estimativa = -4%).

#### **Obrigatoriedade do uso do capacete**

A obrigatoriedade do uso do capacete por motociclistas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais = -33% a -19% (melhor estimativa = -26%);
- Sinistros com vítimas = -28% a -25% (melhor estimativa = -27%).

#### **Obrigatoriedade do uso do farol aceso durante o dia**

A obrigatoriedade do uso do farol baixo aceso durante o dia é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros diurnos com pedestres como vítimas = -18% a +7% (melhor estimativa = -6%);
- Sinistros diurnos com ciclistas como vítimas = -23% a +4% (melhor estimativa = -10%);

- Sinistros diurnos do tipo colisão frontal ou lateral = -12% a -5% (melhor estimativa = -8%).

#### **Obrigatoriedade da inspeção periódica dos veículos**

A obrigatoriedade da inspeção periódica anual dos veículos é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -10% a +7% (melhor estimativa = -2%);
- Sinistros sem vítimas = -1% a +3% (melhor estimativa = +1%).

#### **Concessão de habilitação provisória**

O sistema de concessão de habilitação provisória para condutores recém-habilitados, com a concessão posterior da habilitação definitiva condicionada a um comportamento adequado no período probatório (normalmente de 1 ano), é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -4% a -1% (melhor estimativa = -3%).

#### **Penas severas aos infratores**

A implementação de uma legislação que inclui cartas de advertência, multas com valores significativos, anotação de pontos no prontuário conforme a infração cometida e suspensão da habilitação, quando pertinente, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -18% a -15% (melhor estimativa = -17%);
- Sinistros sem vítimas = -15% a -3% (melhor estimativa = -9%);
- Todos os sinistros = -14% a -9% (melhor estimativa = -12%).

#### **Fiscalização com radares móveis (portáteis)**

A fiscalização da velocidade em um trecho de via utilizando radares móveis (portáteis), variando o ponto de medição da velocidade e sem aviso prévio da presença dos mesmos no local, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -31% a -2% (melhor estimativa = -17%).

#### **Emprego de detectores de avanço de sinal vermelho**

A fiscalização utilizando detectores de avanço do sinal vermelho em semáforos é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -18% a -3% (melhor estimativa = -11%);
- Sinistros sem vítimas = -22% a +7% (melhor estimativa = -9%);
- Todos os sinistros = -21% a -2% (melhor estimativa = -12%).

#### **Fiscalização com viaturas policiais estacionadas**

A fiscalização com viaturas policiais paradas na via, verificando o comportamento dos condutores e efetuando abordagem aleatória, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -19% a -16% (melhor estimativa = -17%);
- Todos os sinistros = -20% a -18% (melhor estimativa = -19%); em áreas urbanas = -31% a -26% (melhor estimativa = -28%); em áreas rurais = -6% a -2% (melhor estimativa = -4%).

#### **Fiscalização com viaturas policiais circulando**

A fiscalização com viaturas policiais circulando (patrulhamento), verificando o comportamento dos condutores e efetuando abordagem aleatória, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros fatais = -32% a +36% (melhor estimativa = -4%);
- Sinistros com vítimas = -20% a -12% (melhor estimativa = -16%).

#### **Jornada de trabalho**

A adoção de jornada de trabalho adequada para os condutores profissionais, isto é, períodos máximos de trabalho e mínimos de descanso, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas envolvendo veículos comerciais = -19% a +14% (melhor estimativa = -4%).

### **17.4 - EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO**

#### **// AÇÕES DE CARÁTER GERAL**

##### **Aprimoramento do ensino na escola**

O ensino teórico e prático das leis e regras do trânsito nas escolas para crianças e adolescentes (fase da vida propícia para a aquisição de conhecimento e de valores), bem como a conscientização da importância do comportamento adequado no trânsito visando à segurança e o respeito ao próximo, são atividades das

mais importantes no mundo atual.

Dessa forma, é de fundamental importância o aprimoramento contínuo do ensino teórico e prático do trânsito nas escolas em todos os níveis (pré-escola, fundamental, médio e superior).

Nas aulas práticas para crianças, é indicada a utilização do que se designa por “Cidade Mirim para Educação de Trânsito” – uma reprodução em escala menor do sistema de trânsito de uma cidade, com vias, dispositivos viários, sinalização vertical, horizontal e semaforica, etc.

#### **Aprimoramento da formação/reciclagem de condutores**

O aprendizado teórico e prático adequado das pessoas que desejam obter o documento de habilitação para conduzir é fundamental para a segurança no trânsito, pois o conhecimento e a habilidade prática são vitais na condução segura de veículos. Uma formação ainda melhor, mediante cursos especializados, deve ser destinada aos condutores de veículos de transporte coletivo de passageiros, de transporte de escolares, de transporte de produtos perigosos e de transporte de emergência.

Também importantes são os cursos teóricos e práticos visando à reciclagem dos condutores, tanto por ocasião da renovação do documento de habilitação, como na devolução aos infratores do documento de habilitação retido.

#### **Aprimoramento das campanhas educativas**

As campanhas educativas visam convencer as pessoas da necessidade de ter um comportamento adequado no trânsito, respeitando as normas e regras para evitar os sinistros. Em geral, as campanhas utilizam os seguintes principais meios: televisão, outdoors, rádio, painéis digitais, cartazes, distribuição de material impresso, placas com mensagem ao longo das vias, palestras, eventos públicos, realização de concursos, etc.

Para que as campanhas apresentem resultados satisfatórios, é importante observar as seguintes regras: mudanças no comportamento de um maior número de usuários são conseguidas quando é grande a porcentagem que apresenta comportamento inadequado; mudanças no comportamento de um maior número de usuários são conseguidas quando as campanhas são combinadas com um aumento da fiscalização com foco na mudança de comportamento desejada; campanhas com foco

específico no tipo de comportamento que se deseja mudar, e explicando claramente o porquê da importância da mudança, apresentam resultados melhores que campanhas com mensagens genéricas; campanhas dirigidas a segmentos específicos de usuários (público alvo) têm melhores resultados; campanhas veiculadas por televisão apresentam melhores resultados que por outras formas de mídia; e as mensagens/imagens veiculadas devem ter forte impacto para efetivamente sensibilizar as pessoas e incitá-las a mudar de comportamento no trânsito.

As campanhas educativas são de grande importância, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde é grande o desrespeito às leis de trânsito.

#### **// AÇÕES ESPECÍFICAS**

A seguir, são mencionados os valores da redução de sinistros esperados de diversas ações específicas no âmbito da Educação para o Trânsito extraídos de Elvik e Vaa (2004) e Elvik *et al.* (2009), com as adequações e adaptações consideradas pertinentes. O nível de confiança de que os valores estejam nos intervalos citados é de 95%. Em alguns casos, são feitos breves comentários.

#### **Ensino de como atravessar as ruas para crianças**

O ensino nas escolas de como atravessar as ruas para crianças é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com crianças entre 5 e 9 anos atravessando ruas como vítimas = -15% a -7% (melhor estimativa = -11%);
- Sinistros com crianças entre 9 e 12 anos atravessando ruas como vítimas = -32% a -7% (melhor estimativa = -20%).

#### **Ensino de como andar de bicicleta para crianças**

O ensino nas escolas de como conduzir bicicleta para crianças com idade entre 6 e 16 anos é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com crianças entre 6 e 16 anos andando de bicicleta como vítimas = -17% a +7% (melhor estimativa = -6%).

#### **Curso de direção defensiva**

Os cursos de direção defensiva são previstos para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros envolvendo condutores problemáticos que fizeram curso de direção defensiva = -19% a +2% (melhor estimativa = -9%);
- Sinistros envolvendo condutores que fizeram curso de direção defensiva voluntariamente = -52% a -6% (melhor estimativa = -33%).

#### **Reciclagem de condutores profissionais**

A reciclagem periódica de condutores profissionais, mediante cursos de direção defensiva e palestras motivacionais, associada a algum tipo de prêmio concedido pelo não envolvimento em sinistros, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros envolvendo participantes do programa = -33% a -5% (melhor estimativa = -20%).

#### **Campanhas genéricas pela mídia**

Campanhas genéricas utilizando os meios usuais de comunicação são previstas para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -13% a -5% (melhor estimativa = -9%).

#### **Campanhas direcionadas a pedestres**

Campanhas direcionadas a pedestres utilizando os meios usuais de comunicação são previstas para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros envolvendo atropelamento de pedestres = -2% a +8% (melhor estimativa = +3%).

#### **Campanhas direcionadas a manter distância do veículo à frente**

Campanhas direcionadas a manter distância do veículo à frente utilizando os meios usuais de comunicação são previstas para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros envolvendo colisão traseira = -17% a +1% (melhor estimativa = -9%).

#### **Campanhas direcionadas a não dirigir após ingerir bebida alcoólica**

Campanhas direcionadas a não dirigir após ingerir bebida alcoólica utilizando os meios usuais de comunicação são previstas para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros envolvendo ingestão de bebida alcoólica = -21% a -8% (melhor estimativa = -14%).

### **17.5 - VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA**

#### **// AÇÕES DE CARÁTER GERAL**

##### **Aprimoramento do projeto dos veículos**

O aperfeiçoamento dos equipamentos de segurança e dos sistemas de freio, direção, suspensão, estabilização e luzes externas (incluindo faróis), contribuem para prevenir os sinistros de trânsito.

Também relevante é o aperfeiçoamento da estrutura e componentes, para aumentar a resistência aos impactos e o poder de absorção da energia cinética, de forma a melhorar a proteção dos ocupantes.

Outro aspecto importante refere-se à parte dianteira dos veículos, que deve ser projetada (geometria e material) de modo a minimizar os danos a pedestres, ciclistas e motociclistas no caso das colisões frontais.

O emprego de estrutura de proteção na parte inferior da carroceria dos caminhões, sobretudo na parte traseira, também é relevante para evitar que os veículos menores (automóveis, motocicletas, motonetas e bicicletas) entrem embaixo no caso de colisão traseira.

Também fundamental é o aperfeiçoamento das características dos veículos que transportam produtos perigosos, uma vez que quando envolvidos em sinistros de trânsito podem provocar grandes danos.

No que concerne à visibilidade, é relevante reduzir ao mínimo os pontos “cegos”, sobretudo aqueles situados na lateral direita dos veículos, que prejudicam a visibilidade nas vias a serem cruzadas e melhorar o desempenho dos espelhos retrovisores.

Nos automóveis dotados de cinto de segurança de três pontos, bolsa de ar (airbag), banco com apoio para a cabeça, coluna da barra de direção colapsável, vidro frontal laminado, sistema de freios antiblocante, terceira luz de freio, espelhos retrovisores adequados, etc., o risco de se envolver em sinistros e de sofrer lesões (leves, graves e fatais) nos sinistros é significativamente menor em relação aos carros que não possuem essas características.

Também no caso das motocicletas e bicicletas, é possível melhorar bastante as condições do projeto visando uma maior segurança.

Um outro ponto relevante no contexto da segurança veicular está no desenvolvimento de novas tecnologias automáticas, denominadas ge-

nericamente de sistemas inteligentes, que atuam no desempenho dos veículos com base em informações detectadas automaticamente (sem intervenção humana), como por exemplo: detector de fadiga do condutor com acionamento de alarme, detector de veículos à frente com acionamento automático do freio, sistema de limitação da velocidade dos veículos, sistemas automáticos de controle da velocidade, etc.

### **Aprimoramento da manutenção dos veículos**

A manutenção adequada dos veículos pode contribuir bastante para a redução da sinistralidade. Alguns dos problemas críticos que podem contribuir para os sinistros são: pneus lisos ou defeituosos, freios desregulados, sistema de suspensão/estabilização com problemas, faróis ou lanternas desreguladas ou queimadas, limpador do para-brisa sem funcionar ou funcionando mal, falta de buzina, espelho retrovisor deficiente, etc.

Muitas vezes, um componente pode subitamente apresentar um problema levando a uma situação crítica, como é o caso do estouro de pneu, quebra do sistema de direção, quebra do sistema de suspensão, apagamento dos faróis, paralisação do limpador de para-brisa sob chuva intensa, etc. Esses eventos envolvem quase sempre veículos velhos e mal conservados.

Duas ações importantes no sentido de melhorar a manutenção da frota veicular são: campanhas de conscientização da importância da manutenção e a obrigatoriedade da inspeção periódica (já adotada em muitos países).

### **Tornar os veículos mais visíveis**

A probabilidade de ser visto depende do tamanho e das cores dos veículos; quanto maior o tamanho e quanto mais chamativas as cores, menor a chance de não ser visto. À noite, a existência de material refletivo, nas cores amarela ou laranja, sobretudo nas motocicletas e bicicletas (principalmente na parte traseira e nos pedais) e nos capacetes dos motociclistas e ciclistas contribui bastante para que sejam mais visíveis.

Os estudos mostram que o fato de os veículos utilizarem faróis acesos durante o dia leva a uma significativa redução do número de sinistros.

A terceira luz de freio colocada na parte superior ou inferior do vidro traseiro dos carros apresenta como principal vantagem o fato de poder ser vista pelos condutores dos veículos que estão posicionados

mais atrás na fila, permitindo o acionamento do freio com maior antecipação, contribuindo, assim, para evitar as colisões traseiras simples ou em série (engavetamento). Outra vantagem da terceira luz de freio é que ela normalmente se mantém mais limpa por estar em posição mais elevada, e, portanto, mais visível nos dias de chuva e/ou no tráfego em estradas não pavimentadas.

Para as pessoas que trabalham à noite nas vias urbanas e rodovias é de vital importância a utilização de material refletivo nas roupas.

### **// AÇÕES ESPECÍFICAS**

A seguir, são mencionados os valores da redução de sinistros esperados de diversas ações específicas no âmbito dos Veículos e Equipamentos de Segurança extraídos de Elvik e Vaa (2004) e Elvik *et al.* (2009), com as adequações e adaptações consideradas pertinentes. O nível de confiança de que os valores estejam nos intervalos citados é de 95%. Em alguns casos, são feitos breves comentários.

#### **Profundidade do sulco dos pneus**

Uma maior profundidade do sulco da banda de rodagem é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros (principalmente em pista molhada):

- Todos os sinistros: profundidade menor que 2mm para cerca de 2,5mm = -30% a -5% (melhor estimativa = -19%); profundidade de cerca de 2,5mm para cerca de 4mm = -19% a +3% (melhor estimativa = -9%); profundidade de cerca 4mm para mais de 5mm = -1% a +12% (melhor estimativa = +6%).

A profundidade do sulco da banda de rodagem influencia na aderência dos pneus com a superfície de rolamento, afetando, assim, a distância de frenagem e a distância necessária para desviar de um obstáculo sobre a pista. Além disso, quanto menor a profundidade do sulco, dentro de certos limites, maior a probabilidade de ocorrência de hidroplanagem quando há água acumulada sobre a pista.

#### **Faróis acesos durante o dia**

O uso do farol baixo aceso nos automóveis durante o dia é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas (pedestre atropelado por automóvel) = -37% a -10% (melhor estimativa = -24%);



- Sinistros com vítimas (colisão frontal ou lateral) = -18% a -1% (melhor estimativa = -10%);
- Sinistros com vítimas (colisão traseira) = -26% a 0% (melhor estimativa = -14%);
- Sinistros com vítimas (envolvendo mais de dois veículos durante o dia) = -9% a -3% (melhor estimativa = -6%).

No Brasil, de acordo com o artigo nº 244, parágrafo IV, do Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997), motocicleta, motoneta e ciclomotor devem obrigatoriamente transitar com os faróis acesos.

### **Terceira luz de freio**

O emprego da terceira luz de freio nos carros é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros do tipo colisão traseira = -15% a -13% (melhor estimativa = -14%).

### **Cinto de segurança**

O uso do cinto de segurança por parte dos ocupantes dos carros é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros com vítimas:

- Sinistros fatais: condutores = -55% a -45% (melhor estimativa = -50%); passageiros no banco dianteiro = -55% a -35% (melhor estimativa = -45%); passageiros no banco traseiro = -35% a -15% (melhor estimativa = -25%);
- Sinistros com vítimas graves: condutores = -50% a -40% (melhor estimativa = -45%); passageiros no banco dianteiro = -60% a -30% (melhor estimativa = -45%); passageiros no banco traseiro = -40% a -10% (melhor estimativa = -25%);
- Sinistros com vítimas leves: condutores = -30% a -20% (melhor estimativa = -25%); passageiros no banco dianteiro = -25% a -15% (melhor estimativa = -20%); passageiros no banco traseiro = -35% a -5% (melhor estimativa = -20%);
- Todos os sinistros com vítimas: condutores = -33% a -23% (melhor estimativa = -28%); passageiros no banco dianteiro = -29% a -17% (melhor estimativa = -23%); passageiros no banco traseiro = -36% a -6% (melhor estimativa = -21%).

### **Airbag**

O emprego de airbag é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros com vítimas:

- Sinistros fatais com condutores sem cinto de segurança = -11% a +9% (melhor estimativa = -1%);
- Sinistros fatais com condutores com cinto de segurança = -24% a -5% (melhor estimativa = -15%);
- Sinistros fatais do tipo colisão frontal com condutores sem cinto de segurança = -18% a -7% (melhor estimativa = -13%);
- Sinistros fatais do tipo colisão frontal com condutores com cinto de segurança = -47% a +5% (melhor estimativa = -5%).

### **Uso de capacete por motociclistas**

O uso de capacete por motociclistas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros com vítimas:

- Sinistros fatais com lesões na cabeça = -55% a -32% (melhor estimativa = -44%);
- Sinistros com lesões graves na cabeça = -58% a -39% (melhor estimativa = -49%);
- Sinistros com lesões leves na cabeça = -41% a -25% (melhor estimativa = -33%);
- Sinistros com vítimas = -30% a -20% (melhor estimativa = -25%).

### **Uso de capacete por ciclistas**

O uso de capacete adequado por parte de ciclistas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros com vítimas:

- Sinistros com lesões na cabeça = -73% a -51% (melhor estimativa = -64%);
- Sinistros com lesões na face = -52% a -9% (melhor estimativa = -34%).

### **Crianças no banco traseiro ou dianteiro**

O fato de a criança estar sentada no banco traseiro em vez de no banco dianteiro é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros com vítimas:

- Sinistros com a criança como vítima: não usando cadeira especial em ambas as situações = -29% a -22% (melhor estimativa = -26%); usando cadeira especial em ambas as situações = -23% a -4% (melhor estimativa = -14%).

### **Cadeiras especiais para crianças**

O uso de cadeira especial por parte das crianças pequenas, comparado com o uso do cinto de segurança, é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros com vítimas:

- Sinistros com crianças como vítimas = -79% a -59% (melhor estimativa = -71%).

### **Carros com melhores características**

Um carro projetado com características superiores sob a ótica da segurança é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de vítimas:

- Vítimas fatais = -29% a -10% (melhor estimativa = -20%).

### **Encosto para a cabeça**

A presença de encosto para a cabeça no assento é prevista para conduzir às seguintes alterações na ocorrência de lesões na região do pescoço nos sinistros do tipo colisão traseira:

- Para encosto ajustável = -17% a -11% (melhor estimativa = -14%);
- Para encosto fixo = -34% a -17% (melhor estimativa = -25%).

### **Teto resistente a impactos**

A existência de teto resistente a impacto é prevista para conduzir às seguintes alterações número de sinistros do tipo capotagem:

- Sinistros fatais = -79% a -72% (melhor estimativa = -75%);
- Sinistros com vítimas = -36% a -32% (melhor estimativa = -35%).

### **Limitador de velocidade**

O emprego de dispositivo limitador de velocidade nos veículos é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas não fatais = -10% a -36% (melhor estimativa = -23%);
- Sinistros com vítimas fatais = -59% a -18% (melhor estimativa = -38%).

### **Uso de material refletivo por parte dos pedestres**

O uso de material refletivo nas roupas de pedestres é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Atropelamentos noturnos = -95% a -75% (melhor estimativa = -85%).

## **17.6 - SISTEMA VIÁRIO**

### **// AÇÕES DE CARÁTER GERAL**

#### **Projeto das vias**

As características das vias, em especial daquelas onde a velocidade é alta (rodovias e vias urbanas expressas), têm uma grande influência na sinistralidade viária, razão pela qual devem ser estabelecidos padrões apropriados para o projeto das mesmas. Alguns aspectos importantes são: raios das curvas horizontais e verticais, declividade das rampas, compatibilização do traçado em planta e do perfil longitudinal, dimensões dos elementos da seção transversal, drenagem, rugosidade do pavimento, largura livre lateral, barreiras de contenção lateral, dispositivos amortecedores de choque, etc.

Em particular, atenção especial deve ser focada nas interseções, pois é nelas que ocorre uma grande parte dos sinistros. Nesse sentido, deve-se definir claramente a trajetória a ser seguida mediante sinalização horizontal, definir claramente a prioridade na passagem com sinalização vertical e horizontal apropriada, diminuir a área de conflito, melhorar a visibilidade, proporcionar ângulos de entrada que facilitem a visão dos veículos das outras vias, implantar faixas de aceleração/desaceleração onde necessárias, utilizar semáforo ou viaduto (cruzamento em desnível) quando o tráfego é intenso, induzir a redução da velocidade nas aproximações, sinalizar antecipadamente a existência da interseção, etc.

Também importante é o emprego de dispositivos para a redução da velocidade onde necessário. Os principais dispositivos utilizados são: lombadas, travessias de pedestres elevadas (lombo-faixas), sonorizadores, estreitamento da pista nas esquinas e/ou nas travessias de pedestres no meio de quadra, via em forma de zig-zag (chicana), ilha para servir de refúgio para os pedestres no centro da via, minirrotatórias, etc.

#### **Sinalização adequada**

Uma sinalização adequada é fundamental para a segurança viária.

Especial atenção deve ser dada a três pontos: a visibilidade das linhas de demarcação de borda, de separação de faixas e de parada obrigatória; a existência de elementos verticais refletivos demarcadores de curvas de pequeno raio, ilhas, obras, etc; e a existência de avisos prévios de mudanças nas características da via em razão da presença de obras na pista, semáforos, cruzamentos com via preferencial, sinistros, incidentes, etc.

### **Avisos em painéis digitais**

A veiculação de informações adequadas em painéis digitais contribui para a redução da sinistralidade.

Algumas das informações que podem ser veiculadas são: existência de neblina, sinistros à frente, porcentagem de condutores que passaram pelo local com velocidade acima do limite legal num dado período de tempo (última hora, dia anterior, última semana, etc.), porcentagem de condutores que não respeitaram a prioridade dos pedestres na faixa, velocidade do veículo ao passar pelo local, condutor mantendo distância insuficiente do veículo da frente, existência de fila de veículos parados ou com baixa velocidade à frente (tráfego congestionamento, via em obras, etc.), etc.

### **Barreiras para pedestres e/ou animais**

Nos trechos urbanos e nas vias urbanas expressas, pode ocorrer um grande número de atropelamentos de pedestres por imprudência das pessoas em cruzar a via fora dos locais apropriados (passarelas, túneis, faixas de pedestres bem sinalizadas, etc.). Nesses casos, pode ser indicada a construção de barreiras (gradil metálico, cerca, muro, etc.) para evitar que os pedestres atravessem. Nas rodovias e vias com duas ou mais faixas por sentido, o usual é implantar a barreira no canteiro central.

A construção de cercas nas laterais das vias também é recomendada nos locais onde existe um elevado número de atropelamentos de animais.

### **Auditoria de segurança viária**

As auditorias de segurança viária nas etapas de planejamento, projeto, construção, manutenção e operação podem contribuir bastante para a redução dos sinistros e das mortes no trânsito.

### **// AÇÕES ESPECÍFICAS**

A seguir, são mencionados os valores da redução de sinistros esperados de diversas ações específicas no âmbito do Sistema Viário extraídos, sobretudo, de Elvik e Vaa (2004) e Elvik *et al.* (2009), com as adequações e adaptações consideradas pertinentes aos. O nível de confiança de que os valores estejam nos intervalos citados é de 95%. Em alguns casos, são feitos breves comentários.

### **Rodovias de qualidade superior**

Para efeito da comparação de rodovias com diferentes padrões de segurança são considerados os seguintes três tipos de rodovias:

- Rodovia classe A – Rodovias com duas ou mais faixas por sentido, divisão central física com canteiro largo ou elemento de contenção, número reduzido de saídas e entradas sempre em pistas de aceleração/desaceleração e características geométricas de excelente padrão.
- Rodovia classe B – Rodovias com duas ou mais faixas por sentido, normalmente com divisão central mediante faixa pintada no pavimento, com significativo número de entradas e saídas diretas e características geométricas de bom padrão; ou rodovias de pista simples (duas faixas e dois sentidos) com faixa adicional nos aclives acentuados, com significativo número de entradas e saídas diretas e características geométricas de padrão superior.
- Rodovia classe C – Rodovias de pista simples (duas faixas e dois sentidos) sem faixa adicional nos aclives acentuados, com grande número de entradas e saídas diretas e características geométricas de padrão inferior.

### **Rodovia classe A x Rodovia classe B**

Em relação às rodovias de classe B, as rodovias de classe A são previstas para ter as seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -70% a -30% (melhor estimativa = -50%).

### **Rodovia classe B x Rodovia classe C**

Em relação às rodovias de classe C, as rodovias de classe B são previstas para ter as seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -80% a -40% (melhor estimativa = -60%).

### **Implantação de terceira faixa**

A implantação de faixa adicional para permitir a ultrapassagem nos aclives acentuados nas rodovias de pista simples é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -27% a -4% (melhor estimativa = -13%);
- Sinistros sem vítimas = -27% a -7% (melhor estimativa = -18%).

### **Implantação de trechos curtos com quatro faixas**

A implantação de trechos curtos com quatro faixas para permitir ultrapassagens nos aclives/declives acentuados nas rodovias de pista simples é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -55% a -25% (melhor estimativa = -40%);
- Sinistros sem vítimas = -37% a +42% (melhor estimativa = -6%).

### **Implantação de acostamento em rodovias**

A implantação de acostamento com largura acima de 1,80m é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -30% a -2% (melhor estimativa = -17%);
- Sinistros sem vítimas = -60% a -43% (melhor estimativa = -49%).

### **Pavimentação do acostamento em rodovias**

A pavimentação de acostamento já existente, com largura acima de 1,80m, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -48% a -24% (melhor estimativa = -37%).

### **Aumento da largura de rodovias estreitas**

O aumento da largura de rodovias estreitas e, portanto, da largura de faixas de tráfego estreitas para padrões adequados, é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -8% a -1% (melhor estimativa = -5%).

A explicação é que a maior largura das faixas reduz o risco de colisão lateral e, em menor medida, colisão frontal e traseira.

### **Aumento da largura de vias urbanas estreitas**

O aumento da largura de vias urbanas estreitas e, portanto, da largura de faixas de tráfego estreitas para padrões adequados, é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = +7% a +20% (melhor estimativa = +14%).

A explicação é que a maior largura aumenta o tempo de travessia de pedestres e de veículos nas interseções, superando, assim, o benefício da dedução do risco de colisão.

### **Aumento da largura de pontes estreitas**

O aumento da largura de pontes estreitas para padrões adequados é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -51% a -14% (melhor estimativa = -35%).

### **Implantação de divisão central física em rodovias**

Em rodovias com duas ou mais faixas por sentido e divisão central mediante linhas pintadas no pavimento, a implantação de divisão central física, com mureta resistente ou canteiro largo, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -15% a -8% (melhor estimativa = -12%);
- Sinistros sem vítimas = -21% a -14% (melhor estimativa = -18%).

A separação física das correntes de tráfego atua no sentido de reduzir/ eliminar a invasão das faixas destinadas ao fluxo oposto, evitar que veículos cruzem a pista e, conforme o tipo utilizado, desestimular ou mesmo impedir que pedestres atravessem a rodovia.

### **Implantação de divisão central física em vias urbanas**

Em vias urbanas com duas ou mais faixas por sentido e divisão central mediante linhas pintadas no pavimento, a implantação de divisão central física (mureta resistente) é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -33% a -3% (melhor estimativa = -19%).

### **Implantação de canteiro central com guia em vias urbanas**

Em vias urbanas com duas ou mais faixas por sentido e divisão central mediante a colocação de guias, com largura acima de 1m para servir como refúgio para os pedestres cruzarem a via em duas etapas, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -16% a -24% (melhor estimativa = -20%).

### **Contenção lateral nos trechos em aterro**

O emprego de contenção lateral (barreira de concreto ou defensa metálica) nos trechos de rodovia em aterro de grande altura e com declividade alta é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais associados à saída da rodovia = -54% a -32% (melhor estimativa = -44%);
- Sinistros com vítimas associados à saída da rodovia = -52% a -41% (melhor estimativa = -47%);
- Todos os sinistros associados à saída da rodovia = -35% a +33% (melhor estimativa = -7%).

#### **Contenção na parte central de rodovias com duas ou mais faixas por sentido**

O emprego de contenção (barreira de concreto ou defesa metálica) na parte central de rodovias com duas ou mais faixas por sentido é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais = -53% a -31% (melhor estimativa = -43%);
- Sinistros com vítimas = -36% a -23% (melhor estimativa = -30%);
- Todos os sinistros = +21% a +27% (melhor estimativa = +24%).

#### **Defesa metálica em substituição à barreira de concreto**

A substituição de barreira de concreto (rígida) por defesa metálica (flexível) é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais = -66% a +2% (melhor estimativa = -41%);
- Sinistros com vítimas = -42% a -20% (melhor estimativa = -32%).

#### **Contenção com cabos na parte central de rodovias de pista simples**

O emprego de contenção com cabos de aço suportados por pilares metálicos na parte central das rodovias de pista simples é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais = -100% (melhor estimativa = -100%);
- Sinistros com vítimas = -36% a -16% (melhor estimativa = -26%);
- Todos os sinistros = +24% a +44% (melhor estimativa = +34%).

#### **Contenção com cabos na parte central de rodovias com pista dupla**

O emprego de contenção com cabos de aço suportados por pilares metálicos na parte central das rodovias de pista dupla é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -40% a -15% (melhor estimativa = -29%).

#### **Amortecedores de choque**

O emprego de amortecedores de choque na frente de elementos fixos rígidos isolados, situados próximos à pista das rodovias, é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais resultantes de choque com obstáculos = -83% a -46% (melhor estimativa = -69%);
- Sinistros com vítimas resultantes de choque com obstáculos = -75% a -62% (melhor estimativa = -69%);
- Sinistros sem vítimas resultantes de choque com obstáculos = -63% a -23% (melhor estimativa = -46%).

#### **Declividade do terreno**

A redução da declividade transversal do terreno ao lado da rodovia é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas: de 1:3 para 1:4 = -46% a -38% (melhor estimativa = -42%), de 1:4 para 1:6 = -26% a -18% (melhor estimativa = -22%);
- Sinistros sem vítimas: de 1:3 para 1:4 = -33% a -25% (melhor estimativa = -29%), de 1:4 para 1:6 = -26% a -21% (melhor estimativa = -24%).

A explicação é que terrenos mais planos facilitam a recuperação do controle dos veículos que saem da pista, facilitam o desvio de obstáculos sobre a pista e, muitas vezes, proporcionam uma melhor visibilidade.

#### **Largura livre de obstáculos**

O aumento da largura livre de obstáculos fixos rígidos (postes, árvores, etc.) situada ao lado da rodovia é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros: de 1m para 5m = -24% a -20% (melhor estimativa = -22%), de 5m para 9m = -46% a -43% (melhor estimativa = -44%).

A explicação é que, se não houver o choque com obstáculos fixos rígidos, muitos dos veículos que saem da pista por estarem desgobernados, ou tentando desviar de outros veículos ou obstáculos situados na pista, podem ter o controle recuperado sem que ocorra qualquer sinistro.

#### **Aumento do raio de curva em rodovias e vias urbanas expressas**

O aumento do raio das curvas em vias de alta velocidade é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros: de 100m para 300m = -55% a -45% (melhor esti-

mativa = -50%), de 300m para 500m = -36% a -29% (melhor estimativa = -33%), de 500m para 800m = -27% a -19% (melhor estimativa = -23%), de 800 para 1.500m = -22% a -14% (melhor estimativa = -18%), de 1.500m para valor acima de 2.000m = -16% a -8% (melhor estimativa = -12%), aumento do raio a partir de 2.000m = -5% a +5% (melhor estimativa = 0%).

#### **Emprego de curva de transição em rodovias e vias urbanas expressas**

O emprego de curva de transição entre trechos retos e curvas circulares em vias de alta velocidade é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -19% a -1% (melhor estimativa = -11%).

#### **Emprego de declividade longitudinal menor**

O emprego de declividade longitudinal menor em vias de alta velocidade é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros: acima de 7% para de 6% = -38% a +1% (melhor estimativa = -20%), de 6% para 4% = -20% a 0% (melhor estimativa = -10%), de 4% para 2,5% = -15% a -5% (melhor estimativa = -10%), de 2,5% para 1,5% = -12% a -1% (melhor estimativa = -7%), de 1,5% para menos de 1% = -8% a +6% (melhor estimativa = -2%).

#### **Reconstrução de rodovias**

A reconstrução de uma via contempla, no caso mais geral, a melhoria do traçado em planta e perfil, da seção transversal, da superfície do pavimento, da sinalização, do sistema de contenção lateral e frontal, etc.

#### **Rodovias em zona rural**

A reconstrução de rodovias em zona rural é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -25% a -15% (melhor estimativa = -20%);
- Sinistros sem vítimas = -12% a +3% (melhor estimativa = -5%).

#### **Rodovias em zona urbana**

A reconstrução de rodovias em zona urbana é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -12% a -1% (melhor estimativa = -7%);
- Sinistros sem vítimas = -12% a +3% (melhor estimativa = -5%).

#### **Recapamento de pavimento com pequenos defeitos**

O recapamento de pavimento com pequenos defeitos (superfície desgastada e pequenas trincas e deformações) é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -4% a +6% (melhor estimativa = +1%);
- Sinistros com vítimas = -13% a +6% (melhor estimativa = -4%).

Com a melhoria da superfície de rolamento, os condutores passam a utilizar velocidades maiores, reduzindo o benefício da rodagem em uma superfície mais regular.

#### **Conserto de defeitos no pavimento**

O conserto de defeitos significativos no pavimento (buracos, trincas e deformações acentuadas) é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -5% a +30% (melhor estimativa = +10%);
- Sinistros sem vítimas = -5% a +30% (melhor estimativa = +10%).

Com a melhoria da superfície de rolamento, os condutores passam a utilizar velocidades maiores e prestar menos atenção ao ato de dirigir, pois não necessitam desviar dos buracos maiores, o que leva quase sempre a um aumento do número de sinistros, com o benefício do conserto ficando restrito à melhoria da mobilidade (maior velocidade) e conforto (rodar mais suave).

#### **Aumento da rugosidade de pavimento liso**

O aumento da rugosidade de pavimentos lisos, mediante o recapamento com mistura asfáltica adequada, é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -5% a -10% (melhor estimativa = -7%).

O maior atrito entre os pneus e o pavimento reduz a distância de frenagem e a distância para desviar de obstáculos girando o volante, atuando, assim, para reduzir os sinistros, sobretudo quando a pista está molhada.

#### **Contorno rodoviário**

A implantação de contorno rodoviário, em geral com rodovia de classe A ou B, para eliminar o tráfego de passagem em vias que cruzam a cidade, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:



- Sinistros com vítimas = -33% a -16% (melhor estimativa = -25%);
- Sinistros sem vítimas = -38% a -13% (melhor estimativa = -27%);
- Todos os sinistros = -38% a +1% (melhor estimativa = -21%).

#### **Tela antiofuscante na parte central de rodovias**

A implantação de tela antiofuscante na parte central de rodovias de múltiplas faixas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros noturnos com vítimas = -45% a +45% (melhor estimativa = -11%);
- Sinistros noturnos sem vítimas = -25% a +51% (melhor estimativa = +6%).

#### **Sinalização de curvas fechadas**

A existência de curvas fechadas (de pequeno raio) em rodovias após longo trecho reto e/ou com curvas de grande raio contribui para a ocorrência de sinistros, pois os condutores têm a expectativa de que o alinhamento à frente é similar ao percorrido até então. Nas vias com muitas curvas fechadas, a quantidade de sinistros nas curvas é proporcionalmente menor, pois os condutores já dirigem com a expectativa de encontrar uma nova curva de pequeno raio à frente.

#### **Sinais com aviso da existência da curva**

O emprego de sinais avisando da existência de curva fechada à frente é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -73% a +84% (melhor estimativa = -30%);
- Sinistros sem vítimas = -60% a +108% (melhor estimativa = -8%).

#### **Sinais com aviso da velocidade máxima recomendada**

O emprego de sinais com aviso da velocidade máxima recomendada antes de curvas fechadas é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -22% a -2% (melhor estimativa = -13%);
- Sinistros sem vítimas = -50% a 0% (melhor estimativa = -29%).

#### **Sinalização com marcadores de alinhamento**

O emprego de marcadores de alinhamento (usualmente postinhos com cerca de 1m de altura com sinal indicativo de direção na parte

superior, conhecidos como sargentos) nas curvas fechadas é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -52% a -22% (melhor estimativa = -39%);
- Sinistros sem vítimas = -44% a +21% (melhor estimativa = -18%).

#### **Aumento do número de faixas em vias com duas ou três faixas sem divisão central física**

O aumento da capacidade de vias arteriais urbanas por meio da adição de faixas de tráfego em vias com duas ou três faixas sem divisão central física é previsto para conduzir às seguintes alterações no número de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -15% a -8% (melhor estimativa = -12%);
- Sinistros sem vítimas = +24% a +40% (melhor estimativa = +32%).

#### **Aumento do número de faixas em vias com duas ou quatro faixas sem divisão central física**

O aumento da capacidade de vias arteriais urbanas por meio da adição de faixas de tráfego em vias com duas ou quatro faixas sem divisão central física é previsto para conduzir às seguintes alterações no número de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -13% a -8% (melhor estimativa = -11%);
- Sinistros sem vítimas = +8% a +18% (melhor estimativa = +32%).

#### **Aumento do número de faixas em vias com duas ou quatro faixas com divisão central física**

O aumento da capacidade de vias arteriais urbanas por meio da adição de faixas de tráfego em vias com duas ou quatro faixas com divisão central física é previsto para conduzir às seguintes alterações no número de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -9% a +2% (melhor estimativa = -4%);
- Sinistros sem vítimas = +8% a +22% (melhor estimativa = +15%).

#### **Implantação de trevos em interseções com três pernas**

A implantação de trevo (cruzamento em desnível dos fluxos principais) em interseções com três pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -20% a +28% (melhor estimativa = +1%).

### **Implantação de trevos em interseções com quatro pernas**

A implantação de trevo (cruzamento em desnível dos fluxos principais) em interseções com quatro pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -57% a -46% (melhor estimativa = -50%).

### **Implantação de rotatória em interseções com sinal de “Dê a preferência”**

A implantação de rotatória em interseções onde antes a prioridade de passagem era estabelecida com sinal de Dê a Preferência é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -47% a -31% (melhor estimativa = -40%).

### **Implantação de rotatória em interseções com semáforo**

A implantação de rotatória em interseções onde antes havia semáforo é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -27% a +1% (melhor estimativa = -14%).

### **Separação física de todas as faixas da via secundária em interseções com três pernas**

A separação com elemento físico das diversas faixas da via secundária em interseções com três pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = +1% a +38% (melhor estimativa = +18%).

### **Separação física de todas as faixas da via secundária em interseções com quatro pernas**

A separação com elemento físico das diversas faixas da via secundária em interseções com quatro pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -31% a -7% (melhor estimativa = -20%);
- Sinistros sem vítimas = -71% a +47% (melhor estimativa = -35%).

### **Separação física da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com três pernas**

A separação física da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com três pernas é prevista para conduzir às

seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -52% a +10% (melhor estimativa = -27%).

### **Separação com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com três pernas**

A separação com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com três pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -63% a +79% (melhor estimativa = -19%).

### **Separação física da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com quatro pernas**

A separação física da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com quatro pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -25% a +22% (melhor estimativa = -4%).

### **Separação com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com quatro pernas**

A separação com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com quatro pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -52% a +170% (melhor estimativa = +14%).

### **Separação física ou com pintura da faixa de conversão à direita da via principal em interseções com três pernas**

A separação física ou com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com três pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -15% a +48% (melhor estimativa = +12%).

### **Separação física ou com pintura da faixa de conversão à direita da via principal em interseções com quatro pernas**

A separação física ou com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções comuns com quatro pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -25% a -12% (melhor estimativa = -19%).

### **Separação física de todas as faixas das duas vias em interseções com três pernas**

A separação física de todas as faixas das duas vias em interseções com três pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -2% a +58% (melhor estimativa = +24%).

### **Separação física de todas as faixas das duas vias em interseções com quatro pernas**

A separação física de todas as faixas das duas vias em interseções com quatro pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -52% a -5% (melhor estimativa = -32%).

### **Separação com pintura de todas as faixas das duas vias em interseções com quatro pernas**

A separação com pintura de todas as faixas das duas vias em interseções com quatro pernas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -70% a -41% (melhor estimativa = -57%).

### **Aumento da distância de visibilidade em interseções não semaforizadas**

Nas interseções com sinal do tipo Pare ou Dê a Preferência, onde a distância de visibilidade para os veículos da via secundária é insuficiente, o aumento da distância de visibilidade para um valor adequado é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -18% a +14% (melhor estimativa = -3%);
- Sinistros sem vítimas = -24% a -7% (melhor estimativa = -16%);
- Todos os sinistros = -19% a -4% (melhor estimativa = -12%).

### **Redução da declividade em interseções**

Nas interseções onde a declividade de qualquer uma das vias, ou de ambas, é grande, a diminuição da declividade para menos de 3% é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -30% a -3% (melhor estimativa = -17%);
- Sinistros sem vítimas = +1% a +27% (melhor estimativa = +13%).

### **Via separada para pedestres e bicicletas**

A implantação de calçada (superfície revestida situada entre 10 e 15cm acima da pista) para pedestres e bicicletas (com espaços separados por linha demarcatória contínua) ao lado da pista destinada aos veículos motorizados é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -32% a +21% (melhor estimativa = -10%);
- Sinistros com ciclistas como vítimas = -29% a +45% (melhor estimativa = +1%);
- Sinistros com ocupantes de veículos motorizados como vítimas = -10% a +14% (melhor estimativa = +1%);
- Todos os sinistros com vítimas = -10% a +11% (melhor estimativa = 0%).

### **Ciclovia (via exclusiva para bicicleta)**

A implantação de ciclovia (via exclusiva para bicicleta) isolada, ou separada com guia da pista destinada aos veículos motorizados e da calçada para pedestres (neste caso a separação pode ser mediante a demarcação de linha contínua) é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -11% a +4% (melhor estimativa = -3%);
- Sinistros com ciclistas como vítimas = -3% a +18% (melhor estimativa = +7%);
- Sinistros com ocupantes de veículos motorizados como vítimas = -12% a -1% (melhor estimativa = -7%);
- Todos os sinistros com vítimas = -5% a +1% (melhor estimativa = -2%).

### **Ciclofaixa**

O emprego de ciclofaixa (faixa separada mediante a colocação de uma linha contínua para o uso de bicicletas) na pista destinada aos veículos motorizados é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -42% a -16% (melhor estimativa = -30%);
- Sinistros com ciclistas como vítimas = -17% a 0% (melhor estimativa = -9%);
- Sinistros com ocupantes de veículos motorizados como vítimas

= -42% a -31% (melhor estimativa = -37%);

- Todos os sinistros com vítimas = -25% a -16% (melhor estimativa = -21%).

### **Ciclofaixa em interseção semaforizada**

O emprego de ciclofaixa em interseção semaforizada é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com ciclistas como vítimas = -29% a +16% (melhor estimativa = -9%);
- Todos os sinistros com vítimas = -7% a +38% (melhor estimativa = +14%).

### **Passarela ou túnel para pedestres e bicicletas**

A implantação de passarela ou túnel para os pedestres/ciclistas cruzarem uma via movimentada é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -90% a -69% (melhor estimativa = -82%);
- Sinistros com ocupantes de veículos motorizados como vítimas = -29% a +15% (melhor estimativa = -9%);
- Todos os sinistros com vítimas = -44% a -13% (melhor estimativa = -30%).

### **Iluminação de vias**

A iluminação adequada de vias é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros noturnos com vítimas fatais = -62% a -57% (melhor estimativa = -60%);
- Sinistros noturnos com vítimas = -34% a -11% (melhor estimativa = -23%);
- Sinistros noturnos sem vítimas = -23% a -10% (melhor estimativa = -16%).

### **Melhoria na iluminação**

Se a iluminação de uma via é deficiente, a melhoria das mesma é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros noturnos com vítimas: de ruim para médio = -20% a +6% (melhor estimativa = -8%), de ruim para bom = -17% a -9% (melhor estimativa = -13%);
- Sinistros noturnos sem vítimas: de ruim para médio = -4% a +3% (melhor estimativa = -1%), de ruim para bom = -14% a -4% (melhor

estimativa = -9%).

### **Iluminação de túneis**

A iluminação de túneis é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -51% a -14% (melhor estimativa = -35%).

### **Correção de sinalização incorreta**

A correção de sinalização (vertical e horizontal) incorreta é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -25% a -3% (melhor estimativa = -15%);
- Sinistros sem vítimas = -14% a 0% (melhor estimativa = -7%).

O conceito de sinalização incorreta está associado aos seguintes principais problemas: falta de sinais, excesso de sinais, uso equivocado de sinais, erro no posicionamento do sinal prejudicando a visibilidade, sinal colocado fora do lugar correto confundindo os usuários, falta de correspondência entre a sinalização vertical e horizontal, sinais sem retrorefletância adequada comprometendo a visibilidade noturna, sinalização com visibilidade prejudicada por falta de manutenção, etc.

### **Sinalização superior no caso de obras na via**

O emprego de uma sinalização temporária de padrão superior ao usual no caso de obras na via é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -65% a -5% (melhor estimativa = -40%).

### **Redução de 30 para 15 acessos por quilômetro em rodovias e vias urbanas expressas**

A redução de 30 para 15 acessos por quilômetro é prevista para conduzir às seguintes alterações no número de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -33% a -25% (melhor estimativa = -29%).

### **Redução de 15 para 6 acessos por quilômetro em rodovias e vias urbanas expressas**

A redução de 15 para 6 acessos por quilômetro é prevista para conduzir às seguintes alterações no número de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -34% a -29% (melhor estimativa = -31%).

### **Redução de 6 para menos de 3 acessos por quilômetro em rodovias e vias urbanas expressas**

A redução de 6 para 3 acessos por quilômetro é prevista para conduzir às seguintes alterações no número de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -28% a -22% (melhor estimativa = -25%).

### **Colocação de sinal de parada obrigatória em cruzamentos originariamente sem sinalização**

A colocação de sinal de “Pare” em cruzamentos originariamente sem sinalização é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -44% a -25% (melhor estimativa = -35%);
- Sinistros sem vítimas = -34% a +8% (melhor estimativa = -16%).

Em cruzamentos sem sinalização, a prioridade de passagem, de acordo com a legislação, é do veículo que vem da direita — regra que gera muita confusão na prática, por não ser de aplicação automática e, no caso do Brasil, nem sequer lembrada por muitos dos condutores. Nos cruzamentos pouco movimentados onde não há sinalização, essa regra é muitas vezes ignorada, com os condutores adotando como preferencial a via mais movimentada, ou a via onde existem mais estabelecimentos comerciais.

### **Colocação de sinal de parada obrigatória em cruzamento originariamente com sinal de “Dê a preferência”**

A colocação de sinal de “Pare” em cruzamentos originariamente com sinal de “Dê a preferência”, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -38% a -16% (melhor estimativa = -28%);
- Sinistros sem vítimas = -21% a -2% (melhor estimativa = -12%).

Esses valores resultam de estudos realizados em países de alta renda, onde os condutores efetivamente param no sinal de “Pare” e, no sinal de “Dê a preferência”, somente param quando houver um veículo próximo na via preferencial. No Brasil, no entanto, os condutores interpretam o sinal de “Pare” como se fosse um sinal de “Dê a preferência”, isto é, somente param se houver um veículo próximo na via preferencial. Dessa forma, o benefício do emprego do sinal de “Pare” no país reside no fato de que a mensagem é mais forte e mais clara. Em vista do exposto, deve haver, no caso do Brasil, uma maior

eficácia, do ponto de vista da segurança, no emprego do sinal de “Pare” em relação ao sinal de “Dê a preferência”, mas com benefício presumivelmente menor em relação aos valores mencionados.

### **Colocação de semáforo em cruzamentos com três pernas**

A colocação de semáforos em cruzamentos com três pernas, originariamente com sinal de parada obrigatória, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -25% a -5% (melhor estimativa = -15%);
- Sinistros sem vítimas = -40% a +15% (melhor estimativa = -15%).

### **Colocação de semáforo em cruzamentos com quatro pernas**

A colocação de semáforo em cruzamentos com quatro pernas, originariamente com sinal de parada obrigatória, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -35% a -25% (melhor estimativa = -30%);
- Sinistros sem vítimas = -45% a -25% (melhor estimativa = -35%).

### **Colocação de semáforo para pedestres no meio de quadra**

A colocação de semáforo para pedestres no meio de quadra, onde anteriormente havia apenas faixa de pedestres, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -59% a +29% (melhor estimativa = -27%);
- Sinistros com ocupantes de veículos como vítimas = -45% a +309% (melhor estimativa = +53%);
- Todos os sinistros com vítimas = -56% a +32% (melhor estimativa = -23%).

### **Implantação de fase exclusiva para a travessia de pedestres**

A implantação de fase exclusiva para a travessia de pedestres em um semáforo é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -40% a -15% (melhor estimativa = -30%);
- Sinistros com ocupantes de veículos como vítimas = -27% a -9% (melhor estimativa = -18%).

### **Implantação de vermelho geral**

A introdução de vermelho geral com duração entre 2 e 3 segundos, ou aumento da duração de 1 para 2-3 segundos, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -65% a -40% (melhor estimativa = -55%).

### **Implantação de fase exclusiva para conversão à esquerda**

A implantação de fase exclusiva para a conversão à esquerda, onde essa manobra é permitida, mas não protegida, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros envolvendo conversão à esquerda = -64% a -50% (melhor estimativa = -58%).

### **Melhoria da sinalização horizontal e da canalização do tráfego**

A melhoria da sinalização horizontal e da canalização do tráfego em interseções semaforizadas é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -35% a +10% (melhor estimativa = -15%).

### **Melhoria da visibilidade dos grupos focais**

Quando as condições de visibilidade dos grupos focais são ruins, a correção do problema é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -45% a -35% (melhor estimativa = -40%).

A melhoria das condições de visibilidade dos grupos focais pode ser obtida mediante uma ou mais das seguintes medidas: retirada de elementos físicos que prejudicam a visão dos grupos focais, mudança da posição do grupo focal para uma posição mais visível, utilização de focos com maior tamanho, utilização de anteparos atrás dos focos, etc.

### **Duração e ordem das fases**

A correção de problemas associados à duração e/ou à ordem das fases de um semáforo é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -75% a -15% (melhor estimativa = -55%);
- Sinistros sem vítimas = -25% a +70% (melhor estimativa = +15%).

### **Implantação de controle atuado pelo tráfego**

A implantação de controle atuado pelo tráfego em substituição ao controle de tempo fixo é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -33% a -15% (melhor estimativa = -25%).

### **Coordenação da operação**

A coordenação da operação de semáforos próximos com sistema de onda verde é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -22% a -15% (melhor estimativa = -19%);
- Sinistros sem vítimas = -26% a -20% (melhor estimativa = -23%).

### **Amarelo piscante**

O emprego de amarelo piscante quando o tráfego é pequeno, principalmente durante a madrugada, é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas no amarelo piscante = -7% a +165% (melhor estimativa = +55%);
- Sinistros sem vítimas no amarelo piscante = +30% a +55% (melhor estimativa = +40%).

### **Conversão à direita no vermelho**

A permissão de conversão à direita no vermelho quando não há veículos e nem pedestres passando é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas envolvendo conversão à direita = +50% a +70% (melhor estimativa = +60%);
- Sinistros sem vítimas envolvendo conversão à direita = +9% a +11% (melhor estimativa = +10%).

### **Informador do tempo de verde e de vermelho restante**

A utilização de informador do tempo de verde e de vermelho restante, com indicação digital ou conjunto de lâmpadas que vão se apagando uma a uma, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros (Spigolon, 2010):

- Todos os sinistros em geral = -35% a -15% (melhor estimativa = -25%).



### **Redução do limite de velocidade de 60 para 40km/h e de 50 para 30km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 60 para 40km/h e de 50 para 30km/h é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -76% a -54% (melhor estimativa = -67%).

### **Redução do limite de velocidade de 70 para 60km/h e de 60 para 50km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 70 para 60km/h e de 60 para 50km/h é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais = -31% a -14% (melhor estimativa = -23%);
- Sinistros com vítimas = -10% a -7% (melhor estimativa = -9%);
- Todos os sinistros = -11% a -8% (melhor estimativa = -9%).

### **Redução do limite de velocidade de 90 para 70km/h e de 80 para 60km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 90 para 70km/h e de 80 para 60km/h é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais = -60% a -19% (melhor estimativa = -43%);
- Sinistros com vítimas = -31% a -14% (melhor estimativa = -23%);
- Sinistros sem vítimas = -40% a +17% (melhor estimativa = -6%);
- Todos os sinistros = -31% a -16% (melhor estimativa = -24%).

### **Redução do limite de velocidade de 100 para 80km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 100 para 80km/h é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais = -39% a -19% (melhor estimativa = -29%);
- Sinistros com vítimas = -18% a -10% (melhor estimativa = -14%);
- Sinistros sem vítimas = -40% a +17% (melhor estimativa = -6%);
- Todos os sinistros = -15% a -9% (melhor estimativa = -12%).

### **Redução do limite de velocidade de 110 para 90km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 110 para 90km/h é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais = -62% a -44% (melhor estimativa = -54%);

- Sinistros com vítimas = -7% a -4% (melhor estimativa = -6%);
- Todos os sinistros = -10% a -8% (melhor estimativa = -9%).

### **Redução do limite de velocidade de 120 para 110km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 120 para 110km/h é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas fatais = -30% a +40% (melhor estimativa = -1%);
- Sinistros com vítimas = -20% a -7% (melhor estimativa = -14%);
- Sinistros sem vítimas = -6% a +8% (melhor estimativa = +1%);
- Todos os sinistros = -14% a -8% (melhor estimativa = -11%).

### **Lombadas e travessias de pedestres elevadas (lombofaixas)**

A instalação de lombadas e travessias de pedestres elevadas (lombofaixas) é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -57% a -34% (melhor estimativa = -41%);
- Sinistros sem vítimas = -36% a -18% (melhor estimativa = -27%).

### **Elevação da pista em interseções**

A elevação da pista em interseções no nível da calçada é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -34% a +68% (melhor estimativa = +5%);
- Sinistros sem vítimas = -55% a +183% (melhor estimativa = +13%).

### **Sonorizadores próximos a interseções**

A implantação de sonorizadores próximos a interseções é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -40% a -25% (melhor estimativa = -33%);
- Sinistros sem vítimas = -45% a -5% (melhor estimativa = -25%);
- Todos os sinistros = -25% a -5% (melhor estimativa = -20%).

### **Minirrotatórias**

A implantação de minirrotatórias com contorno definido mediante a colocação de tachões ou material similar, em um cruzamento comum originariamente controlado com sinal de parada obrigatória para uma das vias é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros (Ogden, 1996):

- Todos os sinistros = -30% a -40% (melhor estimativa = -35%).

### **Marcadores de pista**

Os principais dispositivos empregados para marcar a trajetória correta dos veículos são: linhas longitudinais (marcadas com tinta ou outro material) para definir as faixas de tráfego que separam fluxos de mesmo sentido ou sentidos contrários e a borda da pista; tachas, tachões ou elementos similares coloridos e que refletem a luz dos veículos aplicados ao lado das linhas contínuas ou no espaço livre das linhas seccionadas (para melhorar a visibilidade no período noturno e em condições atmosféricas adversas); marcadores de alinhamento (conhecidos como “sargentos”): placas com setas direcionais de material refletivo sustentadas por postinhos com cerca de 1m de altura colocados ao lado da pista para sinalizar a borda da mesma (sobretudo nas curvas), marcadores de distância de segurança, etc.

Durante o dia, a visibilidade das linhas depende do contraste entre as cores das mesmas e do pavimento. Durante a noite, a visibilidade depende do grau de retrorefletância (capacidade de refletir a luz dos faróis dos veículos) do material empregado na linha; uma maior retrorefletância é obtida com a adição de esferas de vidro na tinta de demarcação ou com o emprego de materiais especiais.

Para garantir uma boa visibilidade das linhas à noite e/ou em condições atmosféricas adversas (chuva intensa, neblina, etc.), devem ser utilizados tachas, tachões ou elementos similares confeccionados com material de alta capacidade de retrorefletância.

### **Sonorizadores na borda da pista**

O emprego de sonorizadores na borda da pista é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros associados à saída da pista = -41% a -5% (melhor estimativa = -25%).

### **Linhas de borda e de divisão de faixas e marcadores de alinhamento**

A marcação das linhas de borda da pista e das linhas de divisão de faixas, associadas com marcadores de alinhamento, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -56% a -32% (melhor estimativa = -45%).

### **Balizadores na linha divisória central em rodovias de pista simples**

Balizadores flexíveis passados colocados na linha divisória central de rodovias de pista simples em curvas de pequeno raio vêm sendo empregados experimentalmente com excelentes resultados na rodovia Régis Bittencourt, no sul do estado de São Paulo. No entanto, não se dispõem ainda de dados confiáveis sobre a redução da sinistralidade.

### **Marcadores de distância de segurança**

A marcação de linhas e símbolos adequados na pista para indicar a distância de segurança entre veículos é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas tipo colisão traseira = -59% a -13% (melhor estimativa = -32%).

### **Faixa de travessia de pedestres**

A implantação de faixa de travessia de pedestres em um local sem semáforo e sem sinal de parada obrigatória é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -6% a +121% (melhor estimativa = +44%);
- Sinistros com ocupantes de veículos como vítimas = -25% a +59% (melhor estimativa = +9%).

Tudo indica que o motivo do aumento do número de sinistros esteja relacionado com a maior sensação de segurança que os pedestres têm ao atravessar na faixa, mas que não corresponde à realidade uma vez que grande parte dos condutores não respeita a preferência dos pedestres nas faixas e, portanto, não diminui a velocidade e cede o direito de passagem.

### **Faixa de travessia de pedestres elevada (lombofaixa)**

O emprego de faixa de travessia de pedestre (lombofaixa) é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros com vítimas = -83% a -27% (melhor estimativa = -65%).

Neste caso, a faixa de pedestres elevada obriga os condutores a reduzir a velocidade, e assim, levando à diminuição dos sinistros.

### **Ilha central na faixa de travessia de pedestres**

O emprego de ilha no centro nas vias de duplo sentido na faixa de travessia de pedestres é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -71% a +12% (melhor estimativa = -43%);
- Sinistros com ocupantes de veículos como vítimas = -7% a +52% (melhor estimativa = +19%);
- Todos os sinistros com vítimas = -55% a +24% (melhor estimativa = -25%).

### **Gradil para pedestres**

O emprego de gradil para evitar que pedestres atravessassem em local inapropriado, obrigando-os a atravessar nas faixas, é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -52% a -5% (melhor estimativa = -29%);
- Sinistros com ocupantes de veículos como vítimas = -33% a +27% (melhor estimativa = -8%);
- Todos os sinistros com vítimas = -44% a -2% (melhor estimativa = -24%).

### **Controle da travessia em frente às escolas**

O controle realizado por pessoa treinada e uniformizada da travessia de estudantes defronte as escolas é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -69% a +36% (melhor estimativa = -35%).

### **Alargamento da calçada nas faixas de travessia de pedestres**

O aumento da largura da calçada para reduzir a distância da travessia, com o consequente estreitamento da pista nas faixas de pedestres, em interseções ou meio da quadra, é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres atravessando como vítimas = -58% a +117% (melhor estimativa = -5%).

### **Eliminação de estacionamento dos dois lados da via**

A eliminação de estacionamento dos dois lados de uma via é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -26% a -14% (melhor estimativa = -20%);
- Sinistros sem vítimas = -30% a -25% (melhor estimativa = -27%).

A explicação para a redução é a maior visibilidade para condutores e pedestres e a eliminação das manobras para estacionar e retornar ao tráfego.

### **Eliminação de estacionamento de um dos lados da via**

A eliminação de estacionamento de um dos lados de uma via é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -15% a +159% (melhor estimativa = +49%).

A explicação para o aumento dos sinistros é que o efeito negativo advindo da maior velocidade dos veículos supera o efeito positivo do ganho de visibilidade e da eliminação de cerca de metade das manobras para estacionar e retornar ao tráfego.

### **Mudança de estacionamento diagonal para paralelo à guia**

A mudança de estacionamento diagonal (em ângulo) para estacionamento paralelo à guia é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros nas manobras para estacionamento = -70% a -54% (melhor estimativa = -63%);
- Todos os sinistros = -42% a -27% (melhor estimativa = -35%).

### **Implantação de sentido único em uma via**

A implantação de sentido único em uma via é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -6% a +4% (melhor estimativa = -1%);
- Sinistros sem vítimas = -12% a -5% (melhor estimativa = -8%).

### **Faixas de tráfego reversíveis**

A implementação de uma ou mais faixas de tráfego reversíveis (que têm o sentido alterado conforme o período do dia) é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -16% a +66% (melhor estimativa = +18%);
- Todos os sinistros (em horário de pico) = -3% a +37% (melhor estimativa = +15%);
- Todos os sinistros = -5% a +13% (melhor estimativa = +4%).

### **Faixa exclusiva para ônibus e táxis**

A implementação de faixa exclusiva para ônibus e táxi é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = +8% a +49% (melhor estimativa = +27%);
- Todos os sinistros = -8% a 0% (melhor estimativa = -4%).

### **Via exclusiva para ônibus e táxis**

A implementação de via exclusiva para ônibus e táxi é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = +2% a +20% (melhor estimativa = +11%);
- Todos os sinistros = -54% a -37% (melhor estimativa = -46%).

### **Implantação de baia em ponto de ônibus**

A implantação de baia recuada em ponto de ônibus é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -90% a -34% (melhor estimativa = -74%);
- Sinistros sem vítimas = +9% a +348% (melhor estimativa = +120%).

### **Informação em tempo real em painéis sobre a porcentagem de condutores que respeitaram o limite de velocidade**

A informação da porcentagem de condutores que respeitaram o limite de velocidade durante a última hora (dia ou semana) no local é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -62% a -24% (melhor estimativa = -46%).

### **Informação em tempo real em painéis sobre a porcentagem de condutores que respeitaram a preferência dos pedestres na faixa**

A informação da porcentagem de condutores que respeitaram a preferência dos pedestres para atravessar na faixa durante a última hora (dia ou semana) no local é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com pedestres como vítimas = -96% a +199% (melhor estimativa = -65%).

### **Informação em tempo real em painéis sobre a velocidade de cada veículo**

A informação da velocidade de cada veículo ao passar pelo local é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -78% a +59% (melhor estimativa = -41%).

### **Informação em tempo real em painéis sobre o tráfego estar parado ou lento à frente**

O aviso da existência de tráfego parado ou lento à frente é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas do tipo colisão traseira = -26% a -4% (melhor estimativa = -16%);
- Sinistros sem vítimas do tipo colisão traseira = +1% a +34% (melhor estimativa = +16%).

A explicação para o aumento dos sinistros do tipo colisão traseira sem vítimas é que, quando possível, muitos condutores mudam de faixa para sair da via e seguir por outra rota.

### **Informação em tempo real em painéis sobre a presença de neblina**

O aviso da presença de neblina à frente é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -93% a -63% (melhor estimativa = -84%).

### **Informação em tempo real em painéis sobre a existência de sinistro à frente**

O aviso da existência de sinistro à frente é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros com vítimas = -59% a -22% (melhor estimativa = -44%).

### **Informação em tempo real em painéis sobre estar à distância pequena do veículo à frente**

O aviso de que o condutor está transitando muito próximo do veículo à frente é previsto para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Sinistros do tipo colisão traseira = -56% a +104% (melhor estimativa = -6%).

### **Implantação de sinalização de cruzamento com ferrovia**

A implantação de sinalização vertical e horizontal em uma travessia originariamente sem sinalização é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -45% a -5% (melhor estimativa = -25%).

### **Implantação de luz piscante e sinal sonoro no cruzamento com ferrovia**

A implantação de luz piscante e sinal sonoro avisando que os trens estão se aproximando, onde antes havia somente sinalização vertical e horizontal, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -55% a -45% (melhor estimativa = -51%).

### **Implantação de barreira automática no cruzamento com ferrovia**

A implantação de barreira com acionamento automático quando os trens estão se aproximando, onde antes havia somente sinalização, é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -76% a -57% (melhor estimativa = -68%).

A colocação de barreira com acionamento automático quando os trens estão se aproximando, onde antes havia sinalização, luz piscante e sinal sonoro, é prevista para conduzir às seguintes variações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -56% a -32% (melhor estimativa = -45%).

### **Melhoria das condições de visibilidade no cruzamento com ferrovia**

Nos locais onde a visibilidade é ruim e não há barreira automática, a melhoria das condições de visibilidade nos cruzamentos é prevista para conduzir às seguintes alterações nos números de sinistros:

- Todos os sinistros = -68% a -5% (melhor estimativa = -44%).

### **Faixa exclusiva sinalizada para motocicletas**

As observações que seguem são baseadas em informações da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, CET-SP, divulgadas em setembro de 2023 (São Paulo, 2023). Na cidade de São Paulo, foi implantada como teste em duas vias de grande movimento uma faixa sinalizada no “meio da via” para o trânsito de motocicletas com o propósito de reduzir a sinistralidade, uma vez que nesses locais os motociclistas utilizavam o corredor que se forma entre os veículos maiores.

Nesses trechos, ocorreram 39 mortes nos dez anos anteriores à colocação das faixas de motocicletas; depois da implantação não ocorreu nenhuma morte (a implantação foi feita há cerca de 1 ano

e 9 meses). Nas faixas sinalizadas, o índice de severidade dos sinistros com motocicletas se mostrou 3 vezes menor em relação aos locais onde não há faixas sinalizadas. Também relevante é que, com a organização do fluxo de veículos, houve uma redução de 15% na lentidão média do trânsito.

A extensão total das faixas implantadas foi de 14,5 km e, diante do excelente resultado obtido, o plano da cidade é ampliar tal medida para um total de 200 km. A largura estabelecida das faixas foi de no mínimo 1,10 metros para velocidade regulamentar de 50 km/h e de 1,20 metros para velocidade regulamentar de 60 km/h.

Na Figura 17.1, é mostrada a sinalização empregada na marcação das faixas (linha azul interna ao lado de linha branca tracejada); vale notar que a faixa de motocicleta fica entre as faixas do tráfego normal situadas mais à esquerda, onde o trânsito é praticamente só de carros – que são mais estreitos.

**Figura 17.1** – Sinalização de faixas para motocicletas.



### 17.7 - QUESTÕES

- 1) Em que âmbitos podem situar-se as ações voltadas para a redução da sinistralidade no trânsito?
- 2) Que tipo de ações para a redução da sinistralidade viária são de responsabilidade dos órgãos de trânsito municipais e rodoviários regionais? Relacionar algumas dessas ações.
- 3) Que tipo de ações para a redução da sinistralidade viária são de responsabilidade dos governos estaduais e federais? Relacionar algumas dessas ações.
- 4) Por que é importante ter uma estimativa do potencial das diversas ações na redução da sinistralidade, idealmente com valores desagregados por tipo de sinistro quanto à gravidade?
- 5) Discorrer brevemente sobre a confiabilidade da previsão das ações voltadas para a redução da sinistralidade viária.
- 6) No que consiste e qual o mérito do trabalho de Elvik e Vaa (2004) e Elvik *et al.* (2009)?
- 7) Citar e comentar brevemente as principais ações voltadas para a segurança viária no âmbito político-administrativo.
- 8) Citar e comentar de maneira sucinta as principais ações genéricas visando à redução da sinistralidade no campo do esforço legal.
- 9) Quais os valores da redução da sinistralidade viária estimados por Elvik (1997) para a Noruega se houvesse uma obediência total à legislação de trânsito?
- 10) Citar as principais ações específicas para a redução da sinistralidade na área do esforço legal.

### REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

Brasil (1997). **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997: Institui o Código de Trânsito Brasileiro**. Casa Civil. [S.l.], 23 set. 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9503Compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503Compilado.htm). Acesso em: 19 de set. de 2023.

Elvik, R., Vaa, T. (2004). **The Handbook of Road Safety Measures**. Editora Elsevier.

Elvik, R. *et al.* (2009). **The Handbook of Road Safety Measures**. 2ª ed. Bingley: Emerald.

Ogden, K. W. (1996). **Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering**. Melbourne, Ashgate Publishing Ltd.

São Paulo (2023). **Faixa azul**. Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo. Disponível em: <https://www.cetsp.com.br/consultas/faixa-azul/informacoes-gerais.aspx>. Acesso em: 25 de set. de 2023.

Spigolon, L. M. G. (2010). **Semáforo: Grupo Focal Convencional x Grupo Focal com Informação de Tempo de Verde/Vermelho Restante**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos.



# 18. monitoramento e avaliação da eficácia das ações

## 18.1 - INTRODUÇÃO

O monitoramento da segurança no trânsito consiste em uma conceitualização ampla, na coleta sistemática de dados relativos à sinistralidade viária e no acompanhamento ao longo do tempo dos números e taxas associados. O monitoramento pode contemplar diferentes espaços físicos: interseção, trecho de via, via, área da cidade, cidade, trecho de rodovia, rodovia, município, malha rodoviária, estado, país, etc.

Somente com o monitoramento é possível comparar o nível de segurança no trânsito entre diferentes períodos de tempo considerando o mesmo espaço físico, permitindo, assim, a avaliação da real eficácia de ações voltadas para a redução da sinistralidade viária, bem como da detecção do surgimento de problemas emergentes. A avaliação pode se referir a um único projeto ou a um conjunto de projetos implantados em um determinado espaço geográfico. Quando se faz o acompanhamento da sinistralidade no trânsito em uma cidade, município, estado, país, malha rodoviária, etc., na realidade o que está sendo avaliado é a política de segurança viária no período analisado, que contempla o conjunto de todas as ações empreendidas.

Em uma visão mais ampla, o monitoramento/avaliação da eficácia de um projeto voltado para a segurança no trânsito deve, também, contemplar as mudanças ocorridas em toda a região de influência e considerar todos os impactos pertinentes, seja no meio ambiente, no uso do solo, nas atividades comerciais, etc. Por exemplo, a implantação de obstáculos para reduzir a velocidade ao longo de uma via comercial pode estar levando à migração do tráfego para vias paralelas próximas, situadas em uma área residencial, com as seguintes consequências negativas: aumento da sinistralidade na área residencial, perda da qualidade de vida dos moradores devido ao aumento do tráfego e as consequências que isso traz (poluição atmosférica, sonora e visual), queda das vendas dos comerciantes da via comercial devido à redução do tráfego, indução a um uso inadequado do solo com o surgimento de comércio na área residencial, etc.

A quantidade de recursos destinados à segurança no trânsito é, na maioria das vezes, reduzida diante da magnitude do problema,

sobretudo nos países em desenvolvimento. Por isso, a tendência natural é dirigir os recursos disponíveis para o desenvolvimento e a implementação de novos projetos visando reduzir a sinistralidade, em vez de destinar parte dos mesmos para o monitoramento/avaliação da eficácia das ações implementadas. Esse procedimento não é recomendável, uma vez que o monitoramento é parte fundamental no processo de melhoria da segurança viária, pois permite medir a real eficácia das ações implementadas, aporta experiência valiosa para a definição de ações futuras e enseja a possibilidade de divulgação dos resultados reais obtidos — ação importante para manter a população e as autoridades informadas e sensibilizadas sobre a relevância do tema, pois a conscientização e a mobilização da sociedade é vital para tornar o trânsito mais seguro.

Como as ações voltadas para a segurança viária, se bem planejadas e conduzidas, apresentam quase sempre resultados positivos, a divulgação das informações contribui positivamente para a imagem dos governos — sem dúvida, um forte argumento para convencer os poderes executivo e legislativo a investir mais recursos na segurança do trânsito.

### **18.2 - TEORIA DA COMPENSAÇÃO DO RISCO**

As bases da teoria da compensação do risco, também conhecidas como homeostase do risco, foram estabelecidas pelo pesquisador canadense Gerald Wilde em 1994, tendo sido publicadas em Wilde (1994). Depois disso, pesquisadores de diversas áreas deram curso às investigações sobre o assunto, tendo o próprio Wilde publicado um novo livro sobre a questão: Wilde (2005).

Para explicar a noção de compensação do risco, é necessário conceituar a diferença entre o risco objetivo e o risco subjetivo. O risco objetivo é avaliado pelos índices de sinistros em um local. O risco subjetivo corresponde à maneira como o usuário percebe (avalia) o risco no local.

A observação do comportamento dos condutores no trânsito sugere que cada pessoa possui um nível de risco subjetivo, que depende de características individuais (idade, sexo, condição social, etc.) e, também, das condições físicas e psicológicas no momento, que busca manter aproximadamente no mesmo patamar mediante alterações em alguns fatores ligados à segurança (principalmente na velocidade e no nível de atenção destinado ao ato de dirigir), em função das condições da viagem, como características da via, condições atmosféricas,

cas, volume de tráfego, características do veículo, etc. Além da velocidade e do grau de atenção, outros parâmetros ligados à segurança são frequentemente modificados em função da percepção da segurança oferecida pela via, veículo, trânsito e condições atmosféricas, como a distância do veículo que está à frente, o intervalo de tempo entre veículos sucessivos aceito para entrar numa interseção com via preferencial, etc. Essas considerações também se aplicam a pedestres quando atravessam ruas ou em outras situações no trânsito.

Dessa forma, se a situação é percebida como sendo mais perigosa, a conduta dos usuários é adotar um comportamento mais cuidadoso utilizando menor velocidade e destinando mais atenção ao ato de conduzir; se a sensação é de menos perigos usuários têm um comportamento menos cuidadoso desenvolvendo maior velocidade e prestando menos atenção ao ato de dirigir.

De acordo com a teoria da adaptação do comportamento de Wilde, a compensação do risco é total (fenômeno denominado de “homeostase”). Assim, ao perceber que o “valor” de alguns fatores de risco (que pode ser apenas um) foi eliminado ou reduzido, com mudança na via, no veículo, no trânsito ou no meio ambiente, o usuário eleva o “valor” de outros fatores de risco (que pode ser apenas um) de modo a manter o “valor” do nível global de risco aproximadamente no mesmo patamar, trocando o ganho de segurança por benefícios em termos de mobilidade (aumento da velocidade, aceitação de intervalo menor para entrar em interseções, etc.) e/ou conforto (prestando menos atenção, etc.).

Em síntese, a teoria é que quando há mudanças no “ambiente do trânsito” com vistas a melhorar a segurança, os usuários trocam o ganho de segurança por ganhos na mobilidade e/ou comodidade. A consequência da teoria de Wilde é que somente seria possível reduzir a sinistralidade viária com mudanças no comportamento das pessoas, de forma que passassem a atuar no trânsito em um patamar de segurança mais elevado.

Na prática, é realmente muito comum ocorrer a compensação do risco quando há mudanças em fatores de risco associados à via, ao veículo, ao trânsito ou ao meio ambiente, mas quase sempre não completamente como sugerido na teoria de Wilde. Os casos em que há compensação total, ou mesmo sobrecompensação (o nível de sinistralidade passa ser maior que na situação original), são raros. A magnitude da compensação depende de diversos fatores, sendo o

mais importante a percepção da ação implementada visando ao aumento da segurança. Medidas mais percebidas, como melhoria da visibilidade, melhoria da sinalização, melhoria do sistema de freios dos veículos, etc., geralmente levam a uma compensação do risco em escala maior do que medidas menos percebidas, como substituição de postes rígidos por flexíveis próximos a via, utilização de freios ABS e/ou airbag no veículo, etc.

Elvik e Vaa (2004) exemplificam quantitativamente o efeito da compensação do risco no caso da iluminação de uma via. Ao aumentar as distâncias longitudinais e laterais visíveis, quando comparadas com aquelas obtidas com as luzes dos faróis, a iluminação de uma via mostra um potencial para reduzir o número de sinistros à noite da ordem de 80%; na realidade, no entanto, a diminuição é somente de cerca de 30%. O aumento da segurança advindo do aumento do campo visível leva os condutores a imprimir maior velocidade, diminuir o nível de atenção, etc.

Em vista da existência da compensação do risco, o tipo de tratamento a ser realizado em um local crítico (com alta sinistralidade) deve ser definido com muito critério, sob pena da redução da sinistralidade ser irrelevante, nula ou mesmo negativa (caso em que há aumento da sinistralidade).

### **18.3 - EFEITO PELTZMAN**

Em 1968, entrou em vigor nos Estados Unidos uma nova regulamentação na fabricação de veículos que instituiu o uso obrigatório de uma série de componentes para aumentar a segurança. Com essa medida, era esperada uma significativa redução do número de sinistros e mortes no trânsito. No entanto, estudo realizado por Peltzman (1975) mostrou que as mudanças não diminuíram a sinistralidade viária. A conclusão foi que, ao sentir que o veículo oferecia mais segurança, os motoristas passaram a negligenciar outros fatores ligados à segurança, passando a utilizar velocidades maiores, reduzindo o nível de atenção ao dirigir, etc. Esse fenômeno ficou conhecido como “Efeito Peltzman”.

Os resultados obtidos por Peltzman, no caso da melhoria da segurança dos veículos nos Estados Unidos, apontam no sentido de ter ocorrido o fenômeno da homeostase do risco preconizado na teoria de Wilde. No entanto, estudos posteriores mostraram que efetivamente ocorre compensação do risco quando os carros são mais

seguros, mas não a ponto de compensar totalmente o efeito benéfico de novos componentes que aumentam a segurança veicular.

Outros estudos analisaram o efeito na sinistralidade da melhoria dos atributos associados à segurança das rodovias. A conclusão é similar: o fenômeno da compensação do risco efetivamente ocorre, mas muito raramente a compensação plena (homeostase).

É interessante observar que a teoria geral da compensação do risco, lançada por Wilde (1994), representa uma generalização das conclusões do trabalho de Peltzman (1975) e dos estudos posteriores sobre o impacto na sinistralidade viária da introdução de melhorias voltadas para uma maior segurança dos veículos e das vias.

### **18.4 - MIGRAÇÃO DOS SINISTROS**

Muitas vezes, a redução da sinistralidade decorrente do tratamento de um local crítico é acompanhada por um aumento da sinistralidade nas vizinhanças do local tratado. As prováveis explicações para a ocorrência desse fenômeno são as seguintes:

- Conduta mais arriscada dos usuários nos locais próximos em razão do ganho de segurança no local tratado (uma espécie de compensação do risco no espaço);
- Predição incorreta por parte dos usuários de que as características do sistema viário do local tratado vão se repetir nos outros locais similares próximos;
- Utilização de velocidade acima do habitual após trafegar por um local “tratado” que exige a passagem com velocidade baixa (uma espécie de compensação do tempo perdido);
- Mudança na distribuição espacial do tráfego com a diminuição do volume de veículos no local tratado e aumento nos locais próximos; o que ocorre, sobretudo, quando o tratamento efetuado prejudica a mobilidade, obrigando, por exemplo, a utilização de velocidade muito menor.

O fato de os condutores empregarem velocidade maior que o habitual, buscando compensar o tempo perdido, logo após a obrigatoriedade da redução da velocidade em um determinado local, também foi observado por Yamada (2005) no caso de radares fixos. Ao analisar o efeito dos radares fixos em um trecho de rodovia de pista dupla, foram obtidos os seguintes valores das porcentagens de automóveis com velocidade acima do limite legal: nos pontos situados 2km antes dos radares = 17,5%, nos locais dos radares = 10,3%, nos

pontos situados 2km depois dos radares = 29,7% e em pontos distantes dos radares = 16,9%. Considerando como referência o limite legal mais 20 km/h, os valores obtidos foram os seguintes: 2 km antes = 4,5%, nos radares = 1,7%, 2 km depois = 10,0% e em pontos distantes = 3,4%. Conclusão: a porcentagem de veículos com velocidade acima do valor de referência foi menor nos locais dos radares (como era esperado), maior 2km antes e em pontos distantes (os valores são próximos), e bem maiores nos pontos situados 2km depois dos radares – o que mostra a ocorrência do efeito da compensação do tempo perdido. Como consequência, os índices de sinistros nos trechos em torno dos radares (entre 2km antes e 2km depois) aumentaram após a colocação dos mesmos nas seguintes proporções: total de sinistros = 15,5%, sinistros sem vítimas = 9,6% e sinistros com vítimas = 31,6%. Ainda que isso não tenha sido investigado, tudo indica que houve uma migração dos sinistros próximos dos locais onde foram instalados os radares, onde a velocidade passou a ser menor, para pontos situados logo depois dos mesmos, onde a velocidade passou a ser maior em razão do efeito da compensação do tempo perdido.

Os valores obtidos por Yamada (2005) foram citados apenas para mostrar a ocorrência do efeito da compensação do tempo perdido no caso dos radares fixos. É preciso deixar claro, no entanto, que os dados se referem a uma situação bastante particular que não pode, em absoluto, ser generalizada. Diferentemente do fenômeno da compensação do risco observado no caso particular analisado, diversos estudos apontam que a colocação de radares fixos atua no sentido de reduzir significativamente os sinistros no local onde são instalados, levando a uma diminuição dos sinistros no trecho de via situado no entorno mesmo com a ocorrência do efeito da compensação do tempo perdido.

### **18.5 - ERROS NA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA**

A avaliação da eficácia do tratamento de locais críticos incorre, com frequência, em erros ocasionados pelas seguintes razões: regressão para a média, tendência de longo prazo, migração dos sinistros e variação do volume de tráfego. A regressão para a média está relacionada com o fato da ocorrência de sinistros ser um fenômeno aleatório, o que significa que a quantidade de sinistros referente a períodos de tempo de igual magnitude oscila em torno de um valor médio (quanto menor o período, maior a oscilação). Em vista disso, se os

dados utilizados na comparação da sinistralidade antes e depois do tratamento referirem-se a períodos de tempo com extensão limitada, fato comum na prática, o resultado pode ser bastante influenciado pela oscilação natural do fenômeno. Como, quase sempre, o tratamento de um local é realizado quando o número de sinistros sobe num período anterior de curta extensão (seja por pressão da opinião pública ou por precaução dos técnicos), é provável que nesse período estejam ocorrendo valores acima da média, o que significa que parte da redução dos sinistros atribuída ao tratamento reflete tão somente uma queda que aconteceria naturalmente independente do mesmo, pois a tendência é dos valores retornarem ao valor médio.

A tendência de longo prazo na curva da sinistralidade pode estar ocorrendo por outras razões completamente alheias ao tratamento efetuado. A adoção de penalidades mais rígidas na legislação, a melhoria da fiscalização, a veiculação de campanhas educativas são exemplos de fatores que podem estar influenciando para uma queda geral dos sinistros. Por outro lado, o aumento da exposição ao risco com o crescimento da frota de veículos, o aumento da porcentagem de viagens realizadas com motocicletas, etc., são fatores que podem estar influenciando para um aumento geral da sinistralidade. Dessa forma, a comparação dos dados da sinistralidade antes e depois do tratamento pode estar sendo mascarada em razão da tendência da curva da sinistralidade no longo prazo.

O fenômeno da migração dos sinistros diz respeito ao fato da redução dos sinistros no local tratado, por diversos motivos, vir acompanhado do aumento dos sinistros em outros locais próximos. Por essa razão, o indicado é fazer a avaliação da eficácia do tratamento considerando toda a área situada no entorno do local; sendo que, nesse caso, as eventuais migrações de parte do volume de tráfego para vias paralelas já é automaticamente levado em conta na avaliação.

Há casos em que o tratamento efetuado num local prejudica muito a mobilidade, sobretudo a velocidade, e não havendo vias próximas alternativas, os usuários passam a fazer trajetos utilizando vias distantes com consequente diminuição do volume de tráfego no local tratado. Também pode ocorrer um aumento do volume de tráfego no local, quando o tratamento aumenta a segurança sem prejuízo, ou mesmo melhoria, da mobilidade. Nesses casos, é muito difícil conseguir fazer uma avaliação individual da eficácia do tratamento específico. De qualquer modo, a ação acaba sendo avaliada em conjunto

com outras quando se analisa os dados da sinistralidade referidos à via como um todo, à cidade, etc.

Para ilustrar o problema de erros na avaliação da eficácia do tratamento de locais críticos, considere os valores da Tabela 18.1 referentes a um caso hipotético.

**Tabela 18.1** – Valores médios anuais relativos à quantidade de sinistros antes e depois do tratamento de um local crítico.

Discriminação	Local	Antes	Depois	Varição
Período de 3 meses antes e depois da data do tratamento	Tratado	60	20	-40 (-66,7%)
	Vizinhança	155	170	+15 (+9,7%)
	Toda área	215	190	-25 (-11,6%)
Período de 3 anos antes e depois da data do tratamento	Tratado	40	18	-22 (-55,0%)
	Vizinhança	160	162	+2 (+1,3%)
	Toda área	200	180	-20 (-10,0%)
Período de 3 anos antes e depois se não houvesse o tratamento e admitindo uma redução geral dos sinistros de 3,3% ao ano (10% em 3 anos)	Tratado	40	36	-4 (-10%)
	Vizinhança	160	144	-16 (-10%)
	Toda área	200	180	-20 (-10%)

Foi admitido no exemplo que o valor médio anual do número de sinistros no local do tratamento nos 3 meses anteriores à ação (60 sinistros) foi 50% superior ao valor médio considerando os 3 anos anteriores (40 sinistros), o que caracteriza a existência de um período de pico do fenômeno oscilatório.

Na Tabela 18.2, estão indicados os valores médios anuais dos números de sinistros correspondentes ao período de 3 anos depois do tratamento, nas seguintes duas situações: tratamento efetuado e tratamento não efetivado.

**Tabela 18.2** – Valores médios anuais correspondentes ao período de 3 anos após o tratamento.

Local	Sem tratamento	Com tratamento	Varição
Tratado	36	18	-18 (-50,0%)
Vizinhança	144	162	+18 (+12,5%)
Toda a área	180	180	0 (0,0%)

As seguintes principais conclusões podem ser inferidas do exemplo hipotético apresentado:

- Considerando o período de 3 meses antes e 3 meses depois do tratamento (insuficiente estatisticamente para uma análise adequada), a redução dos sinistros observada no local tratado é de 66,7% — o que constitui um valor bastante expressivo;
- Considerando o período de 3 meses antes e 3 meses depois, a redução dos sinistros em toda a área impactada (local tratado mais vizinhanças) é de 11,6%. Portanto, o fenômeno da migração dos sinistros provoca uma significativa redução do resultado aparentemente expressivo obtido considerando apenas o local tratado;
- Considerando o período de 3 anos antes e 3 anos depois (prazo considerado suficientemente estatisticamente para uma análise adequada), a redução dos sinistros observada no local tratado é de 55,0%. Portanto, o fato de utilizar períodos adequados de controle mostra que na realidade o benefício no local tratado foi menor que os 66,7% obtidos considerando o período de apenas 3 meses antes e 3 meses depois;
- Considerando o período de 3 anos antes e 3 anos depois, a redução dos sinistros observada em toda a área impactada (local tratado mais vizinhanças) é de 10,0% — menor que o valor de 11,6% obtido considerando apenas períodos de 3 meses;
- Considerando o período de 3 anos antes e 3 anos depois e a queda geral de 3,3% ao ano (cerca de 10% em 3 anos) do número de sinistros, constata-se que o benefício das ações no local tratado resultou, na realidade, em 50,0% (de 36 para 18) — valor significativamente menor que os 66,7% inicialmente obtido;
- Considerando o período de 3 anos antes e 3 anos depois e a queda geral dos sinistros, constata-se que o benefício das ações na área abrangendo o local tratado e a vizinhança resultou, na realidade, em 0%. Isso significa que a análise correta (abrangendo período de tempo maior, considerando toda a área impactada e levando em conta a tendência geral de queda do número de sinistros) indica que o tratamento não apresentou qualquer benefício.

O exemplo hipotético apresentado ilustra a denominada “The Iron Law of Evaluation Studies”, que pode ser traduzida como “A Lei de Ferro na Avaliação de Ações Voltadas para a Segurança Viária”, proposta por Rossi e Freeman (Elvik e Vaa, 2004). Em sín-

tese, essa lei estabelece que “os resultados de ações voltadas para a segurança viária mostram-se, em geral, menos positivos à medida que o processo de avaliação é refinado”.

### **18.6 - ETAPAS DO MONITORAMENTO**

O monitoramento/avaliação da eficácia de ações voltadas para a redução da sinistralidade viária compreende, comumente, três etapas:

- Etapa 1 – Monitoramento no período imediatamente após a implementação do projeto para que se possam fazer correções caso sejam identificadas eventuais falhas de concepção e/ou efeitos colaterais que estejam comprometendo os anos, para verificar se o projeto efetivamente trouxe redução da sinistralidade;
- Etapa 2 – Monitoramento do impacto em longo prazo, no mínimo algo como três anos, para verificar se o projeto efetivamente trouxe redução da sinistralidade;
- Etapa 3 – Monitoramento do impacto em longo prazo considerando em separado os tipos de sinistros alvos do projeto e os demais tipos de sinistros, pois pode ter ocorrido redução dos tipos de sinistros alvos e aumento de outros tipos — o que poderia exigir a implementação de novas medidas.

### **18.7 - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA**

De acordo com Ogden (1996), são três os métodos normalmente utilizados na avaliação da eficácia das ações voltadas para a redução da sinistralidade: comparação antes e depois, comparação usando locais de referência e comparação de tendências. No entanto, além desses considerados principais outros métodos são utilizados – alguns deles também aqui comentados.

#### **// COMPARAÇÃO ANTES E DEPOIS**

Na comparação antes e depois, é necessário verificar se os dados de sinistralidade não estão sofrendo a influência de outros fatores, como por exemplo: tendências de longo prazo em razão de outras ações, migração dos sinistros, mudanças nas características do tráfego (volume, presença de veículos pesados, etc.). Se isso estiver acontecendo, é necessário buscar meios de expurgar esses efeitos que não estão relacionados com as ações implementadas.

Este método consiste em comparar os valores médios dos números ou dos índices de sinistros antes e depois da implementação da ação, tomando como referência períodos de tempo suficientemente longos para que os resultados sejam estatisticamente confiáveis.

#### **// COMPARAÇÃO USANDO LOCAIS DE REFERÊNCIA (GRUPOS DE COMPARAÇÃO)**

Neste método – também conhecido como grupo de comparação ou controle – são comparados os valores médios dos números ou dos índices de sinistros nos locais onde ocorreu um determinado tipo de intervenção com aqueles observados em outros locais com características similares onde não ocorreram mudanças (locais de referência). Ainda que apenas um local possa ser utilizado em cada grupo (locais tratados e não tratados), quanto maior o número de locais controlados menor o prazo necessário para obter avaliações (comparações) confiáveis. Exemplos de locais de controle: interseções próximas, trechos de vias próximas, cidades próximas, etc. Contudo, esses locais não podem estar situados muito próximos, pois podem estar dentro da região onde ocorre migração dos sinistros.

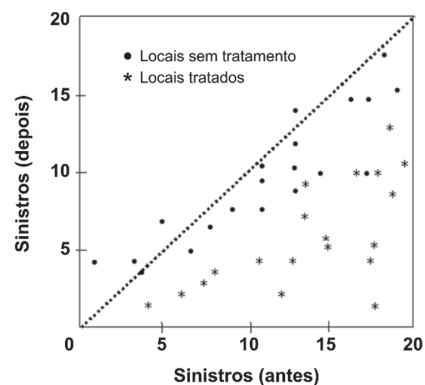
A principal vantagem deste método é que a existência de fatores não relacionados com as ações concretizadas que influenciam na sinistralidade da região afeta igualmente os locais tratados e não tratados, não havendo necessidade de expurgar os efeitos desses fatores na avaliação da eficácia do tratamento.

Uma maneira de visualizar se o efeito da intervenção é positivo, ou não, é utilizar análise gráfica, como ilustrado na Figura 18.1.

Se não houve mudanças nos valores da sinistralidade antes e depois da intervenção (situação esperada no caso dos locais onde não houve intervenção), todos os pontos distribuem-se no entorno da reta que passa pela origem com inclinação de 45°. Se, por outro lado, os pontos se agruparem abaixo da reta de 45°, significa que os valores da sinistralidade diminuíram (situação esperada no caso dos locais onde houve intervenção). A posição do agrupamento mais para cima ou para abaixo sinaliza o maior ou menor êxito das ações.



**Figura 18.1** – Gráfico para avaliação no método da comparação usando locais de controle.



Fonte: Ogden (1996).

### // COMPARAÇÃO DA TENDÊNCIA AO LONGO DO TEMPO

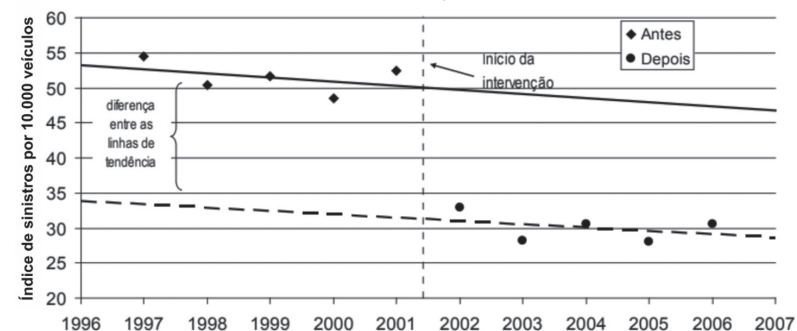
Este método consiste no desenvolvimento de um modelo de predição (previsão) dos valores futuros da sinistralidade, baseado em uma série histórica anterior à intervenção, e a comparação, após a intervenção, entre os valores médios previstos e aqueles observados.

Neste método, a influência sobre a sinistralidade de ações anteriores com efeito de longo prazo é naturalmente expurgada.

Com o desenvolvimento de programas computacionais para a determinação dos parâmetros de funções que melhor representam um conjunto espacial de pontos, bem como dos parâmetros estatísticos que avaliam a aderência da curva associada à função ao conjunto de pontos, este método passou a ser simples de ser utilizado.

A Figura 18.2 ilustra graficamente a aplicação deste método; nesse caso foi utilizada uma função linear (linha reta) para representar o conjunto de pontos referentes aos sinistros.

**Figura 18.2** – Gráfico ilustrativo do método de comparação da tendência ao longo do tempo.



### // COMPARAÇÃO USANDO UM MODELO DE PREVISÃO DE SINISTROS

Um modelo de previsão de sinistros, como visto no Capítulo 16, é uma ferramenta analítica que utiliza dados históricos e variáveis relevantes para estimar a probabilidade ou o risco de ocorrência de sinistros de trânsito em um determinado local, período de tempo ou condições específicas. Esses modelos são amplamente utilizados em segurança viária para ajudar a entender, prever e prevenir sinistros de trânsito, contribuindo para estratégias mais eficazes de gerenciamento de riscos e medidas de segurança nas estradas.

Assim, utilizando o modelo de previsão de sinistros para o período antes e depois com as variáveis de tráfego para as respectivas condições, isto é, sem a utilização dos coeficientes modificadores para o tratamento implementado, é possível comparar o que teria sido o número estimado de sinistros caso o tratamento não tivesse sido implementado com os valores reais de sinistros no período depois. Convém salientar que quando as intervenções proativas conseguem atingir o objetivo de reduzir os sinistros de trânsito, estabelecer parâmetros por meio de modelos de previsão de sinistros é fundamental para avaliar a eficácia dos tratamentos implementados.

### // OUTRAS ALTERNATIVAS PARA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA

Uma alternativa para a avaliação da eficácia dos tratamentos localizados utilizando períodos de tempo menores é a comparação do

número ou índice de conflitos de tráfego antes e depois, obtidos mediante o emprego de uma técnica de análise de conflitos de tráfego.

Uma alternativa adicional para avaliar a eficácia de contramedidas destinadas a reduzir a velocidade é a utilização da curva S de velocidade, uma ferramenta analítica que pode ser empregada na avaliação das medidas de segurança viária. Essa abordagem engloba a coleta de dados de velocidade antes e depois da implementação das medidas, com o propósito de analisar como essas intervenções influenciam o comportamento dos condutores e, por conseguinte, afetam a segurança no trânsito.

O processo começa com a coleta de dados iniciais relacionados à velocidade dos veículos que transitam em determinada via, bem como a porcentagem de veículos que excedem os limites de velocidade estabelecidos. Uma nova coleta de dados é realizada nas mesmas condições após a implementação das medidas de segurança, tais como modificações na infraestrutura, instalação de sinalização específica ou dispositivos redutores de velocidade.

Os dados coletados antes (pré-implantação) e depois (pós-implantação) são então analisados e representados graficamente na forma da curva S de velocidade. A análise desta curva permite avaliar as mudanças no comportamento dos condutores, com enfoque na velocidade média e na porcentagem de veículos que excedem os limites de velocidade.

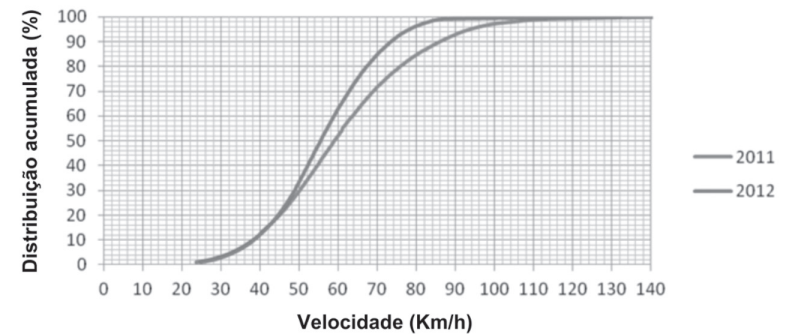
Uma curva S de velocidade que demonstra uma redução na velocidade média dos veículos e uma diminuição na porcentagem de motoristas que ultrapassam os limites de velocidade é indicativa de que as medidas de segurança estão cumprindo seu propósito. Por outro lado, a falta de mudanças significativas ou um aumento nas velocidades médias pode sugerir que ajustes ou revisões nas intervenções de segurança são necessários. Essa abordagem oferece uma base objetiva para avaliar o impacto das medidas de segurança viária voltadas para o gerenciamento das velocidades, permitindo que as autoridades de trânsito tomem decisões embasadas em dados concretos para melhorar a segurança nas vias públicas.

A elaboração da curva S está descrita em livros de estatísticas convencionais. Deve-se realizar a coleta, antes e depois, sempre no mesmo dia da semana e nos mesmos horários. De posse dos dados, a partir de uma planilha de cálculo, deve-se calcular a distribuição acumulada dos percentis pelas velocidades para os períodos antes e depois.

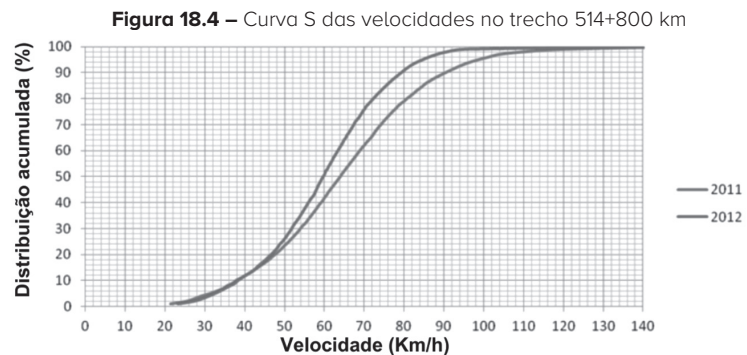
### **Exemplo de análise da curva S de velocidade**

Nas Figuras 18.3 e 18.4, são apresentados os resultados de uma pesquisa de velocidade antes e depois de intervenções realizadas em dois trechos de uma rodovia. A velocidade limite nos trechos analisados era de 60 km/h. Como pode ser observado pelas Figuras 18.3 e 18.4, houve uma redução significativa da velocidade do 85º percentil e da velocidade média, bem como redução da variância entre as velocidades observadas nos trechos analisados.

**Figura 18.3** – Curva S das velocidades no trecho 513+800 km



No caso do trecho 513+800 (Figura 18.3), houve uma redução significativa da variância das velocidades em torno de 52,02%. A diminuição da variância é um ponto importante para a segurança viária, pois diminui a amplitude da diferença das velocidades dos veículos que trafegam no local, diminuindo a ocorrência de conflitos e, conseqüentemente, a probabilidade de sinistros. No caso em questão, a variância das velocidades em 2011 igual a 381,95 (antes) passou para 183,25 em 2012 (depois). Houve uma redução da velocidade média em torno de 5,25% (de 58,90 km/h antes para 55,81 km/h depois). Houve uma redução da velocidade do 85º percentil de 12,70% (de 80,30 km/h antes para 70,10 km/h depois). Em síntese, a intervenção foi positiva.



No caso do trecho 514+800 (figura 18.4), houve uma redução significativa da variância das velocidades entre os veículos em torno de 44,15% (de 441,35 antes para 246,50 depois). Houve uma redução da velocidade média de 6,83% (de 64,4 km/h antes para 60,0 km/h depois). Houve uma redução da velocidade do 85º percentil de 11,05% (de 86,0 km/h antes para 76,5 km/h depois). Ainda que tenha ocorrido uma redução significativa das velocidades, contudo, analisando a velocidade do 85º percentil, percebe-se que os condutores ainda estão excedendo a velocidade limite do trecho (60 km/h). A velocidade média resultou dentro do limite da via. A curva S das velocidades para 2012 (depois) resultou menos inclinada, o que indica a diminuição da variância entre as velocidades. Em síntese, a intervenção foi positiva.

Alguns outros métodos são descritos em Hauer (1997), AASHTO (2010) e no Manual de Segurança Viária do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (São Paulo, 2023).

#### **Períodos de análise antes e depois**

Em todos os métodos, os períodos de tempo considerados na análise devem ser suficientemente longos para que os resultados sejam estatisticamente confiáveis. Em geral, pode-se considerar como ideal períodos maiores de 3 anos; ainda que tendências possam ser claramente constatadas em períodos de tempo menores.

Os métodos citados também podem ser utilizados para a avaliação de políticas (conjunto de ações) de segurança no trânsito em uma via, cidade, estado, país, etc. Em vez de utilizar na avaliação da segurança apenas os valores médios referentes à sinistralidade, os

dados podem ter um tratamento estatístico mais elaborado, em que, além dos valores médios, também são determinados o desvio padrão e outros parâmetros estatísticos visando tornar as conclusões mais confiáveis.

Outra questão seria a retirada da análise dos períodos que envolvem a obra em si relacionada ao tratamento a ser implementado e do período de adaptação dos usuários às intervenções realizadas na via. Neste último quesito, não existe ainda um consenso sobre esse período de adaptação, podendo variar de 3 a 6 meses após a execução da obra referente ao tratamento. Em intervenções de menor monta, a adaptação pode ser mais rápida.

Na prática diária, no entanto, as conclusões baseadas nos valores médios, tomando o cuidado de utilizar períodos de tempo aceitáveis e os sinistros-alvo relacionados à intervenção, são, em geral, plenamente satisfatórias.

#### **18.8 - QUESTÕES**

- 1) No que consiste o monitoramento da segurança no trânsito?
- 2) Quais os principais objetivos do monitoramento da segurança no trânsito?
- 3) Comentar sobre a assertiva: A avaliação de uma ação voltada para a segurança no trânsito deve-se restringir apenas à variação da sinistralidade no local tratado.
- 4) Discorrer sobre a escassez de recursos destinados ao monitoramento/avaliação das ações voltadas para a segurança no trânsito nos países em desenvolvimento.
- 5) Qual a importância do monitoramento/avaliação das ações voltadas para a redução da sinistralidade viária?
- 6) Por que é importante a divulgação dos resultados da avaliação das ações voltadas para a redução da sinistralidade viária?
- 7) Explicar a teoria da compensação do risco.
- 8) Qual o significado do fenômeno denominado homeostase? Esse fenômeno sempre ocorre quando há mudanças em fatores de segurança ligados à via, ao veículo, ao trânsito ou ao meio ambiente?
- 9) Somente de que maneira seria possível reduzir a sinistralidade viária de acordo com a teoria de Wilde? Essa conclusão sempre se aplica na prática?
- 10) No que consiste o efeito Peltzman? Que relações existem entre

o efeito Peltzman e a teoria da compensação do risco?

11) Quais as prováveis explicações para o fenômeno da migração dos sinistros? Comentar sobre cada um deles.

12) Quais as razões que levam a erros na avaliação da eficácia do tratamento de locais críticos? Comentar brevemente sobre cada uma.

13) No que consiste a Lei de Ferro na avaliação de ações voltada para a segurança viária?

14) Quais as etapas compreendidas no monitoramento/avaliação das ações para a redução da sinistralidade viária?

15) Quais os métodos normalmente utilizados na avaliação das ações para a redução da sinistralidade viária? Explicar cada um deles.

16) Qual a alternativa para a avaliação em curto prazo da eficácia das ações voltadas para a redução da sinistralidade em um local?

17) Nos 3 anos anteriores ao tratamento de um trecho de via crítico, ocorreram 62 sinistros, sendo 30 sem vítimas, 28 com vítimas não fatais e 4 com vítimas fatais. Nos três anos posteriores, ocorreram 46 sinistros, sendo 26 sinistros sem vítimas, 18 com vítimas não fatais e 2 com vítimas fatais. Determinar o percentual de redução do total de sinistros, de cada um dos tipos segundo a gravidade e, também, do índice de severidade.

18) Na tabela a seguir, estão indicados os números de sinistros classificados conforme a severidade que ocorreram em uma cidade nos últimos 10 anos, bem como a quantidade de habitantes e de veículos. Sabe-se que a partir do ano de 2006 a cidade realizou uma série de ações visando aumentar a segurança viária. Pede-se quantificar os benefícios conseguidos no tocante à redução dos sinistros, por tipo e total, do índice de severidade e dos custos dos sinistros. Empregar as seguintes duas abordagens: comparação dos valores médios nos períodos 2002–2005 (antes) e 2006–2011 (depois); comparação dos valores médios antes e depois, mas considerando a curva de tendência de queda dos sinistros (utilizar uma função linear) em razão de ações levadas a efeito em nível nacional.

Ano	Sinistros com vítimas fatais	Sinistros com vítimas não fatais	Sinistros sem vítimas	Frota de veículos	População
2002	10	713	1427	39.508	105.966
2003	10	625	1263	40.066	107.968
2004	7	701	1315	40.769	109.965
2005	11	669	1257	43.177	112.104
2006	8	470	1235	45.811	113.952
2007	5	516	1125	48.596	115.889
2008	7	622	1206	51.639	117.645
2009	4	609	1131	54.733	121.333
2010	7	504	1215	60.732	123.374
2011	6	655	1179	66.654	125.399

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

AASHTO (2010). **HSM – Highway Traffic Safety Manual**. 1ª ed. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington D. C..

Elvik, R.; Vaa, T. (2004). **The Handbook of Road Safety Measures**. Amsterdam: Elsevier Science.

Elvik, R. *et al.* (2009). **Handbook of Road Safety Measures**. 2ª ed. Bingley: Emerald.

Hauer, E. (1997). **Observational Before-After Studies in Road Safety**. Elsevier. Estados Unidos: Nova Iorque.

Ogden, K. W. (1996). **Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering**. Melbourne, Ashgate Publishing Ltd.

Peltzman, S. (1975). **The Effects of Automobile Safety Regulation**. Journal of Political Economy, volume 83. Estados Unidos.

São Paulo (2016). **Manual de Segurança Viária**. Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo. São Paulo, Brasil: [s. n.]. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Documentos/SegurancaViaria.aspx>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

Yamada, M. G. (2005). **Impactos dos radares fixos na velocidade e na acidentalidade em trecho da Rodovia Washington Luís**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos.

Wilde, G. J. S. (1994). **Target Risk Dealing with the Danger of Death, Disease and The Damage in Everyday Decisions**. PDE Publications. Canadá: Toronto.

Wilde, G. J. S. (2005). **O Limite Aceitável de Risco**. Uma Nova Psicologia de Segurança e Saúde. Tradução de Reinier Rozestraten. Brasil: São Paulo.

# 19. avaliação de projetos de segurança no trânsito

## 19.1 - INTRODUÇÃO

Os projetos voltados para a redução da quantidade e/ou da gravidade dos sinistros de trânsito estão, geralmente, situados nas áreas de Engenharia, Educação ou Esforço Legal. Também pode haver projetos nas áreas da Medicina e da Psicologia, como, por exemplo, aqueles que se destinam a aperfeiçoar o exame físico e mental e o exame psicológico para condutores, a melhoria do atendimento às vítimas (neste caso, o objetivo é reduzir o número de mortes e de vítimas com sequelas), etc. A abrangência espacial dos projetos de segurança no trânsito pode ser restrita ou ampla. São exemplos de abrangência espacial: interseção, trecho de via, via, área ou região da cidade, cidade, rodovia, malha rodoviária, município, estado, país, etc.

Os projetos de segurança no trânsito podem ser de diferentes magnitudes no que diz respeito ao valor do investimento. Exemplos de projetos com custo baixo: melhoria da sinalização em uma via, implantação de dispositivos para redução da velocidade em um trecho de via, colocação de semáforo em um cruzamento, veiculação de mensagens educativas pela mídia local e/ou ou redes sociais, etc.; exemplos de projetos com custo médio: construção de uma rotatória, construção de um viaduto, construção de um trevo, etc.; exemplos de projetos com custo alto: implantação de faixa adicional (terceira faixa) nos trechos em aclive de uma rodovia de pista simples, duplicação de rodovia de pista simples, implementação de um plano nacional de melhoria do sistema de socorro às vítimas dos sinistros, veiculação de mensagens educativas frequentes pela mídia e/ou redes sociais em nível nacional, etc.

Apesar de os sinistros de trânsito envolverem aspectos não possíveis de serem expressos em valor monetário, como perda de vida, sofrimento físico e psicológico, etc., é relevante avaliar os custos monetários associados aos mesmos e os benefícios econômicos advindos dos projetos voltados para a redução da sinistralidade. Somente assim é possível avaliar o impacto econômico negativo dos sinistros e o benefício econômico dos projetos de redução da sinistralidade implementados, bem como ajuizar da viabilidade econômica de investimentos em novos projetos, selecionar a alternativa economicamente mais indicada

entre várias existentes para um mesmo projeto, estabelecer prioridades na implementação dos projetos, etc.

A análise da viabilidade econômica de um projeto de qualquer natureza exige a estimativa dos custos e dos benefícios monetários associados ao mesmo. Os custos da maioria dos projetos de segurança viária podem ser avaliados com adequada precisão, pois trata-se da realização de obras e/ou serviços com valor de mercado conhecidos.

Com os benefícios não acontece o mesmo. O problema não reside no valor do custo unitário dos diversos tipos de sinistros classificados quanto à gravidade, pois há estudos que indicam com aproximação satisfatória esses valores. No Brasil, podem ser citados os estudos realizados pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas IPEA e ANTP (Brasil, 2003), para estimativa do custo dos sinistros nas cidades, e IPEA, DENATRAN e ANTP (Brasil, 2006), para estimativa do custo dos sinistros nas rodovias. A dificuldade está na avaliação da redução do número de sinistros dos diversos tipos decorrente da implementação do projeto. Em geral, essa redução é estimada com base nos resultados obtidos em projetos semelhantes implantados anteriormente ou com base em resultados da aplicação de modelos de previsão de sinistros. Em geral, nos projetos nas áreas de educação, esforço legal e médica a incerteza na previsão é maior que na área de engenharia.

Mesmo com a impossibilidade de expressar todos os benefícios de um projeto, ou conjunto de projetos, em valores monetários e da imprecisão na avaliação dos benefícios, os resultados da avaliação econômica são importantes para orientar os órgãos dos governos na elaboração do orçamento (quanto destinar às ações voltadas para a segurança no trânsito), na definição de uma escala de prioridades na implementação dos projetos e, também, na seleção da alternativa economicamente mais indicada para um determinado projeto. Adicionalmente, no convencimento da sociedade e dos tomadores de decisão da importância dos investimentos em segurança viária.

No processo de escolha da ação (ou ações) a ser concretizada para a redução da sinistralidade no trânsito, deve-se ter em conta que todo trabalho técnico é realizado dentro de um contexto institucional, político, econômico, social e legal. Assim, devem ser avaliados os seguintes aspectos: grau de redução dos diversos tipos de sinistro associados com as ações propostas, benefícios econômicos das ações, custo das ações, resultado da avaliação econômica das ações (valor presente líquido,

relação benefício-custo, taxa de retorno, etc.), disponibilidade de recursos, legalidade das ações, efeito das ações na mobilidade (velocidade, capacidade, comodidade, etc.), impacto no meio ambiente e aceitabilidade por parte da sociedade/comunidade.

No caso específico dos tratamentos de locais críticos, uma sequência lógica de procedimentos mencionada em diversos trabalhos é a seguinte:

1. Relacionar todas as ações com potencial para atuar no sentido de reduzir o número e/ou a severidade dos sinistros típicos que ocorrem no local;
2. Selecionar, preferencialmente com base na experiência local, quais dessas ações são mais indicadas;
3. Eliminar as ações que apresentam consequências negativas significativas em termos de segurança (contribuindo para aumentar o número e/ou a severidade de outros tipos de sinistros), de capacidade e de impacto no meio ambiente;
4. Verificar se as ações selecionadas atendem aos requisitos legais;
5. Checar se as ações selecionadas serão aceitas pela comunidade;
6. Proceder à avaliação econômica das ações selecionadas utilizando os critérios convencionais (valor presente líquido, relação benefício-custo, taxa de retorno, etc.);
7. Selecionar a ação a ser implementada com base no resultado da análise econômica e na quantidade de recursos disponíveis considerando o conjunto de ações mitigadoras a serem implementadas sob responsabilidade do órgão gestor.

## **19.2 - CUSTOS ECONÔMICOS DOS SINISTROS**

Os custos econômicos dos sinistros de trânsito incluem os seguintes principais itens: despesa médico-hospitalar, tratamento e reabilitação das vítimas, perdas materiais (veículos, carga e objetos físicos, como postes, sinais de trânsito, muros, etc.), remoção dos veículos acidentados, resgate das vítimas, limpeza e reparo dos danos causados à via e à sinalização de trânsito, perdas de dia de trabalho, pensões e aposentadorias precoces, custos policiais e judiciários, funerários, etc.

No Brasil, foram realizados dois estudos detalhados sobre os custos dos sinistros de trânsito: IPEA e ANTP (Brasil, 2003), para os sinistros nas cidades, e IPEA, DENATRAN e ANTP (Brasil, 2006), para os sinistros nas rodovias.



Os valores médios dos custos (relativos ao ano de 2003) dos sinistros de trânsito nas cidades brasileiras apresentados em Brasil (2003) são os seguintes:

- Sinistro sem vítimas = R\$ 3.262,00;
- Sinistro com vítimas não fatais (somente feridos) = R\$ 17.460,00;
- Sinistro com vítimas fatais (mortes) = R\$ 144.143,00;
- Valor médio considerando todos os tipos = R\$ 8.782,00;
- Custo total nas cidades do país = R\$ 5,3 bilhões.

Os valores médios dos custos (relativos ao ano de 2006) dos sinistros de trânsito nas rodovias brasileiras apresentados em Brasil (2006) são os seguintes:

- Sinistro sem vítimas = R\$ 16.840,00;
- Sinistro com vítimas não fatais (somente feridos) = R\$ 86.032,00;
- Sinistro com vítimas fatais (mortes) = R\$ 418.341,00;
- Valor médio considerando todos os tipos = R\$ 58.880,00;
- Custo total nas rodovias do país = R\$ 22 bilhões.

Na Tabela 19.1, encontram-se os valores atualizados (relativos ao ano de 2023) dos custos dos sinistros nas rodovias e nas cidades em função da gravidade apresentados em Brasil (2003) e Brasil (2006), tomando como base a variação do IPCA.

**Tabela 19.1 – Custos dos sinistros de trânsito em reais (R\$) atualizados para 2023.**

Discriminação	Rodovias	Cidades
Sinistro sem vítima	43.617,00	10.000,00
Sinistro com vítimas não fatais	222.831,00	53.524,00
Sinistro com vítimas fatais	1.083.545,00	441.870,00

Com base nesses valores unitários e conhecidos (em projetos já implantados), ou estimados (em projetos a implantar com base na experiência de projetos anteriormente implementados ou nos resultados obtidos com a aplicação de modelos de previsão de sinistros) e as quantidades correspondentes a cada de tipo de sinistro, pode-se avaliar o custo total dos sinistros de trânsito referente a um determinado espaço (país, estado, município, cidade, via, rodovia, malha rodoviária, cruzamento, etc.) e período de tempo (normalmente 1 ano).

### 19.3 - BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DOS PROJETOS

O benefício econômico associado aos projetos de segurança no trânsito é a economia (diminuição dos custos) advinda da redução da sinistralidade viária.

A estimativa da redução dos diversos tipos de sinistros associados ao projeto é feita, geralmente, tomando como referência projetos semelhantes implementados anteriormente, nos quais houve monitoramento da quantidade dos sinistros dos diversos tipos quanto à severidade antes e depois da implantação. Preferencialmente, devem ser utilizados dados da cidade, município, rodovia, estado, etc. onde o projeto vai ser realizado, pois o impacto na redução dos sinistros pode ser distinto conforme a região. Na ausência desse tipo de informação, podem ser utilizados valores obtidos em outras regiões ou países como aqueles apresentados no Capítulo 17, ou mediante o emprego de modelos de previsão de sinistros como discutido no Capítulo 16.

Conhecidos os custos unitários associados aos sinistros sem vítimas, com vítimas e com vítimas fatais, bem como os valores da redução anual de cada uma dessas três categorias de sinistros, pode ser avaliado o benefício econômico anual do projeto.

Para avaliação do valor dos benefícios em anos posteriores à implementação do projeto, deve-se fazer uma projeção do número de sinistros no futuro considerando a permanência da situação atual (sem o projeto) e a nova situação (com o projeto), sendo a redução dos sinistros em qualquer ano obtida pela diferença dos valores correspondentes aos dois cenários. Para isso, em geral, os estudos econômicos têm utilizado um dos dois seguintes procedimentos: considerar a redução dos sinistros e, em consequência, o benefício econômico, nos anos futuros iguais ao do ano presente; ou admitir que a redução dos sinistros e o benefício econômico cresçam com a mesma taxa de crescimento do volume de tráfego, da frota de veículos ou da população.

Admitido, por exemplo, crescimento geométrico do parâmetro tomado como referência, a seguinte expressão matemática deve ser empregada para estimar o benefício em anos futuros:

$$B_n = B_0 \cdot (1+i)^n$$

Sendo,  $B_n$ : benefício no ano  $n$ ,  $B_0$ : benefício no ano zero (presente),  $n$ : número de anos entre as datas zero e  $n$ ;  $i$ : taxa de crescimento.

Supondo crescimento aritmético, a expressão a ser utilizada é a seguinte:

$$B_n = B_0 \cdot (1+n \cdot i)$$

#### 19.4 - VIDA ÚTIL DOS PROJETOS

A vida útil de um projeto de segurança no trânsito corresponde ao intervalo de tempo em que ocorrem os benefícios (redução dos sinistros) obtidos com o investimento realizado. Na avaliação econômica de um projeto a ser efetivado, a vida útil deve ser definida com base na experiência de projetos semelhantes anteriormente implantados e/ou na experiência dos técnicos.

Há casos em que o projeto pode ser considerado não definitivo, pois existem planos de uma intervenção maior no futuro, seja em prazo curto, médio ou longo. Exemplos dessas situações: implantação de uma rotatória onde vai ser construído um trevo, construção de faixa adicional em uma rodovia de pista simples que vai ser duplicada, implantação de redutores de velocidade em um trecho de via que vai ter a geometria alterada, etc. Nesses casos, a vida útil do projeto é adotada como sendo igual ao tempo decorrido desde a data da sua implementação até a data prevista para ocorrer a nova intervenção.

Em outras situações, o projeto pode ser considerado definitivo, pois não há previsão de qualquer outra intervenção no futuro. Exemplos: implantação de rotatória que se supõe definitiva, construção de faixa adicional numa rodovia de pista simples na qual não há nenhuma previsão de duplicação, implantação de redutores de velocidade em um local em que não há previsão de alteração da geometria, etc. Nesses casos, a vida útil do projeto é adotada como sendo igual à vida útil prevista para a obra civil — que, quase sempre, após esse prazo é recuperada (reconstruída) para um novo ciclo de vida.

Considerando a incerteza das previsões de longo prazo, nos casos comuns de projetos de segurança no trânsito, deve-se limitar a vida útil a 5 ou 10 anos, no máximo 15 ou 20 anos para projetos que envolvem construção civil de grande porte: duplicação de rodovias, trevos, etc.

#### 19.5 - CUSTOS DOS PROJETOS

No caso dos projetos de segurança no trânsito, ocorre, em geral, um custo inicial maior relativo à implantação e, em seguida, custos menores de manutenção distribuídos ao longo da vida útil do projeto.

Muitas vezes, uma parte do investimento feito pode ser recuperado no final da vida útil (valor residual), seja para iniciar um novo ciclo de vida do projeto com a recuperação da obra, equipamentos e/ou materiais, ou para o reaproveitamento de equipamentos e/ou materiais em outros locais. Por ser, em geral, de pequena monta e aparecer somente no final da vida útil, o valor residual é muitas vezes considerado nos estudos de avaliação econômica.

No caso de projetos na área de Engenharia, o custo de implantação, em geral, envolve: obras, equipamentos, materiais e serviços. São exemplos típicos de projetos de Engenharia voltados para a melhoria da segurança no trânsito: construção de rotatória, implantação de redutores de velocidade, colocação de semáforo, implantação ou melhoria da sinalização, recapeamento de pavimento escorregadio, implantação ou melhoria da iluminação, etc.

Os custos de manutenção dos projetos de Engenharia contemplam os gastos com a conservação das obras, sinalização, etc. O custo anual de manutenção pode ser estimado como uma porcentagem do custo de implantação, baseado na experiência de outros projetos similares. É sugerido, preliminarmente, 3% do custo de implantação por ano. Os custos de manutenção também podem ser desagregados em um valor anual menor e um valor maior incidente em períodos maiores (por exemplo, 3 ou 5 anos) (Brasil, 2002).

Quando significativo, deve ser deduzido do custo de implantação o valor dos equipamentos e materiais existentes que serão reaproveitados no mesmo local ou em outro. Também, se significativo, o custo da manutenção da situação existente deve ser deduzida do custo de manutenção da situação futura com a implantação do projeto.

#### 19.6 - TAXA DE JUROS E TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE

##### *Taxa de juros*

Um princípio básico da Economia é que a moeda não tem valor constante no tempo, pois a todo capital monetário está associado um rendimento denominado juros (comumente expresso em porcentagem).

Para ilustrar o fato, considere, por exemplo, a quantia de R\$ 100,00 depositada em uma Instituição Financeira que paga juros de 12% ao ano (12% aa). Daqui a um ano, o valor inicial de R\$ 100,00 se transforma em R\$ 112,00. Portanto, receber R\$ 100,00

hoje não é a mesma coisa que receber R\$ 100,00 daqui a 1 ano, pois R\$ 100,00 hoje corresponde a R\$ 112,00 daqui a 1 ano; ou R\$ 112,00 daqui a 1 ano corresponde a R\$100,00 hoje.

A taxa de juros pode ser nominal ou real. Para valores baixos das taxas de juros e de inflação (o que usualmente ocorre no mundo real), a taxa nominal é aproximadamente igual a taxa real mais a taxa de inflação (correção monetária). Por exemplo, se a taxa real de juros é de 8% a.a. e a taxa de inflação é de 4% a.a., a taxa nominal de juros é de aproximadamente 12% a.a..

Admitindo esses valores e voltando ao caso anterior dos R\$ 100,00 aplicados a uma taxa nominal de 12% a.a., os R\$ 112,00 recebidos da Instituição Financeira depois de 1 ano correspondem à devolução do capital inicial de R\$ 100,00; mais R\$ 8,00 de prêmio por ter poupado (guardado para uso futuro) o dinheiro (juros real de 8% a.a.); e mais R\$ 4,00 (correção monetária de 4% a.a.) para restituir o valor de compra do capital (perdido em razão da inflação). Supondo o preço unitário de um produto igual a R\$ 10,00 o quilo, com R\$ 100,00 seria possível comprar hoje 10 quilos do produto. Considerando uma inflação de 4% a.a., o preço unitário do produto passa a ser de R\$ 10,40 daqui a 1 ano. Dessa forma, R\$ 100,00 dariam para comprar apenas 9,6 quilos do produto; para comprar os mesmos 10 quilos seriam necessários R\$ 104,00; portanto, os R\$ 4,00 pagos correspondem à restituição do valor de compra do dinheiro aplicado perdido devido à inflação.

O valor da taxa de juros é, em grande parte, regulado pelo mercado: a diferença entre a oferta e a demanda por dinheiro. Assim, nos países mais desenvolvidos (de alta renda), onde a demanda por capital é menor, pois as oportunidades de investimento são mais restritas, as taxas de juros são menores. Nos países em desenvolvimento, como há mais oportunidades de investimento, é maior a demanda por capital e, por consequência, maiores as taxas de juros.

Em situações normais, a taxa real de juros de longo prazo varia entre 3% e 8% ao ano nos países em desenvolvimento (baixa e média renda) e é menor que 3% ao ano nos países de alta renda – em alguns, até mesmo negativa.

Obviamente, quando se vai tomar dinheiro emprestado em instituições financeiras, os valores são bem maiores por conta do custo de administração da instituição e do risco envolvido no empréstimo.

### **Taxa mínima de atratividade (taxa de oportunidade de capital)**

A taxa mínima de atratividade, também denominada taxa de oportunidade de capital, corresponde à taxa de juros que representa o mínimo que uma pessoa/entidade se propõe a ganhar quando aplica seus recursos em um investimento/projeto.

Considere, por exemplo, o caso de uma pessoa que tem dinheiro aplicado em uma instituição financeira que paga rendimento de 12% ao ano. Racionalmente, essa pessoa só mudará a aplicação para outro investimento se for para obter um rendimento maior que 12% ao ano, pois esse valor ela já consegue obter na aplicação atual. Dessa forma, a taxa mínima de atratividade para ela é de 12% ao ano.

Em geral, no caso de investimento com capital próprio, a taxa mínima de atratividade pode ser considerada como igual à taxa de juros livre de risco ofertada pelo mercado financeiro. No caso de investimento com capital emprestado, a taxa mínima de atratividade é igual à menor taxa de financiamento ofertada pelo mercado financeiro.

Muitos investidores tomam como taxa mínima de atratividade a taxa básica de juros da economia, que, no caso do Brasil, é a taxa SELIC (abreviatura de Sistema Especial de Liquidação e Custódia). Isso ocorre porque os títulos atrelados à SELIC são o investimento mais seguro do mercado. Dessa forma, qualquer outro investimento só valeria a pena se a rentabilidade oferecida fosse maior que a SELIC.

No caso do investimento ter capital próprio e capital emprestado, o pagamento do capital emprestado incluindo os juros deve ser considerado como um custo do projeto.

Os órgãos de fomento do desenvolvimento econômico e social, como, por exemplo o BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social) em nível nacional, e o Banco Mundial em nível internacional, em muitas situações emprestam dinheiro com taxas de juros menores e prazos para pagamento maiores que os oferecidos no mercado, sobretudo para empresas públicas, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável, a diminuição da pobreza e a redução das desigualdades sociais e regionais.

No caso da análise do investimento em um projeto (empreendimento), a taxa mínima de atratividade (taxa de oportunidade de capital) considerada é a taxa de juros real uma vez que a inflação é suposta atingir igualmente os custos e os benefícios do empreendimento; isso significa que da taxa de juros nominal deve ser subtraída a taxa de inflação para obter a taxa real.

### 19.7 - EXPRESSÕES PARA TRANSFERÊNCIA DE CAPITAL

As expressões da Matemática Financeira para transferência de capital monetário entre datas diferentes, conforme ilustrado na Figura 19.1, são as seguintes:

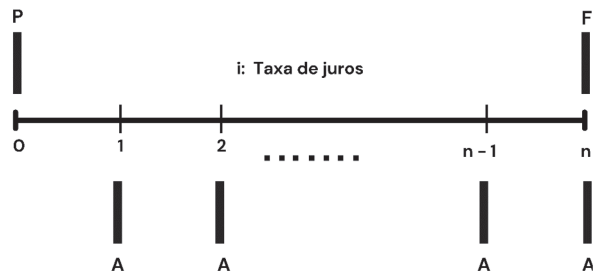
$$F = Px(1+i)^n \quad P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

$$F = Ax \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad A = Fx \left[ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$P = Ax \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{ix(1+i)^n} \right] \quad A = Px \left[ \frac{ix(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Sendo, P: valor do capital na data presente, F: valor do capital na data futura, A: valor do capital distribuído em parcelas iguais no final dos diversos períodos, i: taxa de juros e n: número de períodos de tempo entre as datas presente e futura.

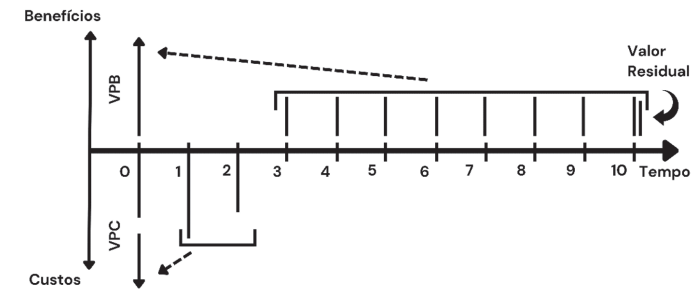
Figura 19.1 – Valores do capital associados a diferentes datas.



### 19.8 - FLUXOS DE CAIXAS DOS PROJETOS

Os projetos de segurança no trânsito apresentam fluxos de caixa (entradas e saídas de recursos monetários) similares ao mostrado na Figura 19.2.

Figura 19.2 – Fluxo de caixa típico dos projetos de segurança no trânsito.



Fonte: Ferraz e Torres (2004).

No início, ocorrem investimentos elevados para cobrir o custo de implantação e, conforme o caso, também da elaboração do projeto. Em uma grande parte dos projetos de engenharia voltados para a segurança no trânsito, o custo de implantação pode ser considerado incidente na data presente (ano zero).

Após a implementação do projeto, aparecem os custos de manutenção. Na maior parte dos projetos de engenharia voltados para a segurança no trânsito, o custo de manutenção pode ser suposto distribuído ao longo da vida útil a partir do ano 1, em parcelas iguais estimadas como uma porcentagem do investimento inicial. No final da vida útil prevista (denominada horizonte de planejamento ou de projeto), aparece o valor residual, que aparece como um custo negativo no diagrama do fluxo de caixa, pois, na realidade, constitui uma receita. O valor residual é muitas vezes desconsiderado nos estudos de avaliação econômica de projetos de segurança no trânsito, pois como se trata, em geral, de um valor pequeno e que incide no final da vida útil, o seu valor no presente resulta pouco significativo.

Os benefícios do projeto também são computados anualmente. Como visto, esses valores podem ser considerados iguais em todos os anos, ou crescentes no tempo.

## 19.9 - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA

### // FUNDAMENTOS DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA

A avaliação econômica de um projeto consiste em comparar de maneira apropriada os valores monetários dos custos e dos benefícios associados ao mesmo, o que significa levar em conta não apenas os valores dos custos e dos benefícios, mas também as datas em que ocorrem, pois a existência de juros faz com que o capital não tenha valor constante no tempo. A avaliação da viabilidade econômica geralmente é feita mediante a utilização dos métodos apresentados na sequência.

Os resultados obtidos com a aplicação desses métodos devem ser coerentes, ou seja, um projeto economicamente viável deve apresentar valores que comprovem a sua viabilidade em todos os métodos. A não compatibilidade dos resultados indica a ocorrência de problemas conceituais (que foge ao escopo desta publicação discutir) ou erro de cálculo.

Duas observações importantes:

- A inflação da moeda não é considerada nos estudos de avaliação econômica, pois é suposto que afeta igualmente os custos e benefícios e que a taxa de desconto seja igual a taxa real de juros considerada. Dessa forma, os custos e benefícios previstos para ocorrer no futuro devem ser avaliados com base no valor atual da moeda;
- Para obter maior precisão na avaliação econômica de projetos, os preços de mercado utilizados para avaliar os custos e os benefícios devem ser corrigidos para compensar impostos, subsídios e eventuais distorções do mercado. Nos casos comuns, no entanto, a precisão dos resultados com a composição dos custos e benefícios utilizando preços do mercado é satisfatória.

### // MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA

#### **Valor presente líquido**

O valor presente líquido corresponde à diferença entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. O valor presente é obtido mediante a soma de todos os valores, de custos ou benefícios, referentes à data presente (data atual ou data zero).

A transferência dos valores futuros previstos para o presente é realizada utilizando as expressões da Matemática Financeira, considerando como taxa de juros a taxa de oportunidade de ca-

pital (taxa de desconto) previamente definida. Se o valor presente líquido resultar positivo, o projeto é, do ponto de vista econômico, viável; se resultar negativo, o projeto é inviável; e se resultar nulo, é indiferente implementar ou não o projeto.

Em notação matemática:

$$VPL = VPB - VPC$$

**Se VPL > 0: viável Se VPL < 0: inviável**

**Se VPL = 0: indiferente**

Sendo VPL: valor presente líquido, VPB: valor presente dos benefícios e VPC: valor presente dos custos.

#### **Valor anual líquido**

O valor anual líquido (VAL) é igual à parcela anual correspondente à distribuição do valor presente líquido ao longo da vida útil do projeto. Se resultar positivo, o projeto é, do ponto de vista econômico, viável; se resultar negativo, o projeto é inviável; e se resultar nulo, é indiferente implementar ou não o projeto.

Em notação matemática:

$$VAL = VPL \times \left[ \frac{ix(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Se VAL > 0: viável

Se VAL < 0: inviável

Se VAL = 0: indiferente

Sendo VPL: valor presente líquido, i: taxa de oportunidade de capital e n: vida útil do projeto.

Também se pode referir ao valor anual dos benefícios (VAB) e ao valor anual dos custos (VAC), obtidos com mesma expressão anterior a partir do valor presentes dos benefícios (VPB) e do valor presente dos custos (VPC), com o valor anual presente líquido sendo igual à diferença:

$$VAL = VAB - VAC$$

#### **Relação benefício-custo**

A relação benefício-custo é dada pelo quociente entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Se resultar

maior que a unidade, o projeto é, do ponto de vista econômico, viável; se resultar menor, o projeto é inviável; e se resultar igual, é indiferente implementar ou não o projeto.

Em notação matemática:

$$RBC = \frac{VPB}{VPC}$$

Se  $RBC > 1$ : viável

Se  $RBC < 1$ : inviável

Se  $RBC = 1$ : indiferente

Sendo RBC: relação benefício-custo, VPB: valor presente dos benefícios e VPC: valor presente dos custos.

#### **Taxa interna de retorno**

A taxa interna de retorno mede a rentabilidade econômica do capital aplicado no projeto, e corresponde à taxa de juros que torna o Valor Presente dos Benefícios igual ao Valor Presente dos Custos (o que também significa tornar o Valor Presente Líquido igual a zero).

Na avaliação da viabilidade, esta taxa deve ser comparada com a taxa de atratividade (oportunidade de capital). Se resultar maior, o projeto é, do ponto de vista econômico, viável, pois apresenta rentabilidade maior em relação à aplicação livre de risco, no caso de capital próprio, ou maior que a taxa paga pelo empréstimo, no caso de capital de terceiros; se resultar menor, o projeto é inviável; e se resultar igual, é indiferente implementar ou não o projeto.

Em notação matemática:

$i^*$  é tal que:  $VPB = VPC$ , ou  $VPL = 0$

Se  $i^* > i$ : viável

Se  $i^* < i$ : inviável

Se  $i^* = i$ : indiferente

Sendo  $i^*$ : taxa de retorno do investimento,  $i$ : taxa de oportunidade de capital, VPL: valor presente líquido, VPB: valor presente dos benefícios e VPC: valor presente dos custos.

#### **Período de retorno**

O período de retorno (payback) de um projeto corresponde ao período de tempo em que o investimento realizado é recuperado integralmente.

Na avaliação da viabilidade, o período de retorno deve ser comparado com a vida útil do projeto. Se resultar menor, o projeto é, do ponto de vista econômico, viável, pois o investimento é integralmente recuperado antes do final da vida útil e, por consequência, a vida útil do projeto é suficiente para proporcionar um retorno maior que o investimento feito; se resultar maior, o projeto é inviável, pois a vida útil não é suficientemente longa para proporcionar a recuperação integral do investimento; e se resultar igual é indiferente implementar ou não o projeto.

Em notação matemática:

$n$  é tal que:  $VPB = VPC$ , ou  $VPL = 0$

Se  $n < VU$ : viável

Se  $n > VU$ : inviável

Se  $n = VU$ : indiferente

Sendo  $n$ : período de retorno do investimento,  $VU$ : vida útil do projeto,  $VPL$ : valor presente líquido,  $VPB$ : valor presente dos benefícios e  $VPC$ : valor presente dos custos.

#### **// ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E DE RISCO DE UM PROJETO**

O resultado da avaliação econômica de um projeto (empreendimento) pode ser diferente quando ocorrem alterações em um ou mais valores dos parâmetros utilizados nos cálculos (custos, benefícios, taxa de atratividade e vida útil). Dessa forma, é sempre recomendável proceder à análise de sensibilidade dos resultados mediante a variação dos valores de um ou mais dos parâmetros sobre os quais há maior incerteza quanto aos valores considerados.

Um procedimento bastante utilizado na análise de sensibilidade é estabelecer o intervalo de variação possível de ocorrer nos valores dos custos e dos benefícios e recalculer os resultados da avaliação econômica considerando os valores máximo (cenário otimista) e mínimo (cenário pessimista). Os resultados obtidos devem ser comparados com aqueles do cenário original (cenário provável).

Também é útil fazer uma análise do risco econômico do projeto, por intermédio da atribuição de probabilidades de ocorrência dos cenários considerados otimista, pessimista e provável.



## // SELEÇÃO ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS

Muitas vezes, não se trata de verificar se um determinado projeto é economicamente viável ou não, mas de comparar economicamente diferentes alternativas propostas para o mesmo projeto, todas mutuamente exclusivas (a implementação de uma delas descarta as outras).

Nos casos comuns, em que as alternativas têm vidas econômicas iguais, a seleção econômica pode ser feita com base no valor presente líquido, ou no valor anual líquido. Quanto maior o índice, melhor a alternativa. Embora a taxa de retorno também possa ser utilizada, a sua aplicação exige alguns cuidados que não cabe discutir no escopo deste livro. O valor da relação benefício-custo é inadequado para ser utilizado na comparação de alternativas.

No caso de alternativas com vidas distintas, a escolha do índice para a seleção depende do que é previsto após o término da vida útil da alternativa de menor duração. Se for prevista a recuperação do sistema para um novo ciclo de vida (caso comum no mundo real), o índice que deve ser usado no processo de seleção é o valor anual líquido. Se, ao contrário, o sistema não for recuperado, o índice a ser utilizado é o valor presente líquido.

Restrições financeiras podem, contudo, levar à escolha de uma alternativa com menor custo monetário, mesmo que a sua classificação não seja a melhor do ponto de vista econômico.

Em muitos casos reais, os benefícios (monetários ou não) das alternativas são similares. Nesses casos, a seleção pode ser realizada com base apenas no valor presente dos custos ou no valor do custo anual, seguindo as mesmas orientações já colocadas.

### 19.10 - AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO

A avaliação econômica pura considera apenas os custos e benefícios monetários de um projeto. Nos projetos de natureza pública (também em alguns de natureza privada) é imperativo examinar outros aspectos (sociais, ambientais, etc.) que não são expressos em valores monetários, como por exemplo: tempo de viagem, emissão de poluição, etc. Ainda há outros impactos, como comodidade, por exemplo, que são caracterizados qualitativamente – mas que devem ser quantificados numa escala de notas para efeito de comparação das alternativas.

Nesses casos, deve-se proceder a uma avaliação multicritério (análise multiobjectivo ou com atributos múltiplos) das várias alter-

nativas existentes para o projeto.

A avaliação multicritério envolve as seguintes principais etapas:

- Seleção dos parâmetros (também denominados de atributos, impactos ou indicadores) considerados relevantes;
- Avaliação quantitativa de cada parâmetro (mesmo naqueles de natureza qualitativa deve-se fazer uma avaliação quantitativa em escala de 0 a 10 ou de 0 a 100).
- Organização e sistematização dessas informações na forma matricial: as colunas representando as alternativas e as linhas os diversos parâmetros (impactos);
- Comparação das alternativas.

Dentre as alternativas do projeto consideradas, sempre existe a alternativa nula que consiste em manter a situação existente sem fazer nada.

Após a elaboração da matriz de avaliação, segue o exame dos valores dos parâmetros visando à comparação das alternativas.

A análise comparativa das alternativas é realizada de forma desagregada (individual) ou agregada (conjunta). A análise desagregada consiste em fazer a comparação do valor individualizado de cada parâmetro da matriz de avaliação, simplesmente examinando os valores ou, o que é mais indicado, fazendo uso de análise gráfica. Na análise agregada (conjunta), é calculado um valor global do conjunto de valores dos parâmetros mediante a soma ponderada dos mesmos, sendo os pesos atribuídos de acordo com a importância de cada um.

Para a avaliação conjunta, é absolutamente necessário proceder à normalização dos valores absolutos dos parâmetros, uma vez que eles são expressos em diferentes unidades de medida: tempo em minutos, distância em quilômetros, emissão de contaminantes em toneladas, edificações desalojadas em unidades ou metro quadrado, pessoas desalojadas em quantidade, investimento e custo em reais, etc. A normalização também auxilia bastante na comparação individualizada, pois a comparação fica mais evidente utilizando valores relativos e não absolutos.

A normalização consiste em atribuir ao melhor valor do indicador a nota 10 ou 100 e determinar as notas dos outros valores proporcionalmente. Seguem dois exemplos.

Exemplo 1. Valor do custo de implantação (milhões de reais) em três alternativas: A = 100, B = 80, C = 70. Melhor solução (a de menor custo):

$C = 70$  (nota normalizada = 10). As outras notas normalizadas são:  $A = 70/100 \times 10 = 7,00$  e  $B = 70/80 \times 10 = 8,75$ .

Exemplo 2. Valor da redução dos sinistros (número absoluto) em três alternativas:  $A = 250$ ,  $B = 200$ ,  $C = 150$ . Melhor solução (a de maior redução):  $A = 250$  (nota normalizada = 10). As outras notas normalizadas são:  $B = 200/250 \times 10 = 8,00$  e  $C = 150/250 \times 10 = 6,00$ .

A avaliação multicritério é extremamente útil na análise das várias alternativas existentes para um projeto; muitos fatores exógenos, no entanto, podem condicionar a tomada de decisão da alternativa a ser selecionada. Entre esses fatores, destacam-se: limitação financeira, impacto negativo significativo no meio ambiente natural e/ou construído.

A limitação financeira refere-se não só aos recursos próprios como à capacidade de endividamento na captação de recursos econômicos para o projeto. O impacto negativo no meio ambiente natural diz respeito à remoção de vegetação, poluição atmosférica, etc. O impacto no meio ambiente construído refere-se à remoção de edificações, implantação de construções elevadas (seja de sistemas de transporte público ou de vias), eliminação de estacionamentos, danos a sítios, monumentos e/ou edificações de valor histórico, etc.

Quando são significativos os impactos no meio ambiente natural e/ou construído, o processo de decisão sofre forte influência política, quer dos poderes constituídos, quer de pressões dos vários segmentos da população direta ou indiretamente envolvidos no projeto. Em alguns casos, ações mitigatórias e/ou compensatórias por parte do poder público podem atenuar os impactos negativos como forma de viabilizar o projeto.

Também cabe colocar que nos países de baixa e média renda, os benefícios do desenvolvimento econômico e social ensejados por novas facilidades de transporte acabam, muitas vezes, por deslocar para um plano secundário os impactos ambientais decorrentes da implementação das mesmas. Isso não ocorre nos países economicamente mais desenvolvidos, onde a preocupação com os impactos ambientais é maior.

Na comparação individual de cada parâmetro, um procedimento bastante útil é a análise gráfica. Nessa estratégia, os diversos parâmetros da matriz de avaliação são assinalados no eixo das abcissas e as notas normalizadas (medidas de desempenho variando de 0 a 10) correspondentes são marcadas em escala no eixo das ordenadas – maior (melhor) a nota do parâmetro mais acima está o ponto correspondente à mesma

no gráfico. Com a união dos pontos associados a cada parâmetro nas diversas alternativas, é possível visualizar com clareza o desempenho relativo das mesmas, facilitando, assim, a comparação entre elas.

Segue exemplo ilustrativo da comparação de alternativas utilizando análise gráfica. Considere o caso da matriz de avaliação (matriz de impactos) apresentada na Tabela 19.2 relativa a um projeto hipotético a ser implantado visando reduzir a sinistralidade em um trecho de via crítico.

Os impactos a serem considerados são os seguintes:

- 1 – Investimento (milhões de reais).
- 2 – Número de sinistros após a implantação (valor absoluto).
- 3 – Tempo de viagem no trecho após a implantação (minutos).

**Tabela 19.2** – Matriz de avaliação para o exemplo considerado.

Parâmetro	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Investimento	VA = 3,0	VA = 1,5	VA = 1,0
(peso 2)	NN = 3,33	NN = 6,67	NN = 10,00
Número de sinistros	VA = 120	VA = 140	VA = 160
(peso 3)	NN = 10,00	NN = 8,57	NN = 7,50
Tempo de viagem	VA = 5	VA = 8	VA = 10
(peso 1)	NN = 10,00	NN = 6,25	NN = 5,00
<b>Valor global</b>	<b>46,66</b>	<b>45,30</b>	<b>47,50</b>

(a) VA: Valor Absoluto do parâmetro.

(b) NN: Nota Normalizada em escala de 0 a 10.

O primeiro passo no processo de comparação individual das alternativas é a pesquisa de dominância de uma alternativa sobre outra. Diz-se que uma alternativa tem dominância sobre outra quando nenhum dos impactos associados à mesma é pior que o da outra, e pelo menos um é melhor. Nesse caso, a alternativa dominada deve ser afastada. Dentro desta linha de raciocínio, também podem ser aplicadas eliminações com base no conceito de dominância próxima, que ocorre quando uma alternativa apresenta alguns poucos impactos ligeiramente piores que os de outra, mas vence com folga na maioria.

No caso do exemplo considerado, com base na Figura 16.3, valem as seguintes observações:

- Não se aplica o conceito de dominância e nem de dominância próxima;
- A alternativa A é a pior no tocante a Investimento (é a que necessita de maior investimento) e é a melhor nos quesitos Sinistros e Tempo de Viagem;
- A alternativa C é a melhor no tocante a Investimento (é a que necessita de menor investimento) e perde nos quesitos Sinistros e Tempo de Viagem;
- A alternativa B tem valor intermediário em todos os quesitos: Investimento, Sinistros e Tempo de Viagem;
- Se a redução dos sinistros for prioritária e não houver forte restrição orçamentária, a alternativa A é a mais indicada;
- Se houver forte restrição orçamentária, a alternativa C é a mais indicada;
- A alternativa B se coloca como intermediária sob a ótica de todos os quesitos.

A análise agregada (conjunta) é realizada com base no valor (nota ou desempenho) global do conjunto de valores dos parâmetros mediante a soma ponderada dos mesmos, sendo os pesos atribuídos de acordo com a importância de cada um.

O valor global de cada alternativa é calculado pela expressão:

$$V_j = \sum P_i \times I_{ji} = P_1 \times I_{j1} + P_2 \times I_{j2} + \dots + P_n \times I_{jn}$$

Sendo,  $V_j$ : Valor global da alternativa  $j$ ,  $P_i$ : Peso atribuído ao parâmetro/indicador  $i$  e  $N_{ji}$ : Nota normalizada do parâmetro/indicador  $i$  na alternativa  $j$ .

Essa sistemática é, em princípio, bastante interessante por permitir expressar o valor (nota ou desempenho) global de cada alternativa de forma extremamente objetiva por intermédio de um número, proporcionando, assim, fácil comparação entre elas. O problema, no entanto, é que a definição dos pesos associados a cada parâmetro/indicador é, em grande medida, subjetiva.

Conforme Brasil (2018), para reduzir a subjetividade na atribuição dos pesos dos parâmetros, deve ser utilizado um método matemático apropriado. Os mais comumente empregados são: Smart (Simple Multi Attribute Rating Technique), Smarter (Smart Exploiting Ranks), também denominado de Ordinal (Ranking Methods), e AHP (Analy-

tic Hierarchy Process). Em todos eles, os pesos da ponderação são definidos a partir das notas atribuídas por um Grupo de Referência (GR) constituído de profissionais experientes com conhecimento das diferentes áreas que compõem o modelo de avaliação.

O método Smart é o mais simples deles. São utilizados os valores médios dos pesos (em porcentagem) atribuídos pelos participantes do GR para cada parâmetro; nos casos em que os valores extremos diferem muito dos demais deve ser utilizado a média depurada com a exclusão dos valores situados fora do intervalo: média – desvio padrão; média + desvio padrão. Nesse método, também pode ser buscado consenso entre os participantes do GR nos valores dos pesos a serem utilizados.

No método Smarter/Ordinal, a definição dos pesos é feita em duas etapas. Inicialmente, os atributos são ordenados pelos membros do GR de forma a obter uma ordem de prioridade (ranking) do menor para o de maior importância. Em seguida, são empregadas fórmulas matemáticas para a obtenção dos pesos a serem utilizados com base nos rankings preestabelecidos.

No Método AHP, a atribuição de pesos por parte dos membros do GR é realizada com base na comparação dois a dois dos atributos indicando qual deles é mais (menos) importante e quanto qualitativamente é essa diferença. Utilizando a Escala Fundamental de Saaty (na qual são atribuídos valores de 1 a 9 às avaliações qualitativas), são então definidos os pesos a serem utilizados no cálculo da nota final de cada alternativa.

Foge ao escopo deste livro discutir em detalhes a metodologia para a definição do valor dos pesos utilizando os métodos Smarter/Ordinal e AHP; no método Smart, como colocado, a questão é relativamente simples.

Como exemplo de aplicação do método Smart, considere o Grupo de Referência constituído por cinco técnicos que atribuíram os seguintes valores para o peso de um determinado parâmetro: 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 6,0. A média aritmética desse conjunto de números é igual a 3,40 e o desvio padrão igual a 1,39. Considerando o intervalo: média – desvio padrão; média + desvio padrão (2,01; 4,79), os valores extremos 2,0 e 6,0 devem ser excluídos e a média depurada (sem esses valores) resulta igual a 3,00 – valor do peso do parâmetro a ser utilizado.

Para exemplificar a aplicação da análise agregada, retome o caso da matriz de avaliação da Tabela 19.2 e suponha os valores dos pesos para

os parâmetros colocados na tabela: investimento = 2, sinistros = 3 e tempo de viagem = 2. Nesse caso, o valor (nota ou desempenho) global das alternativas é: A = 46,66, B = 45,30 e C = 47,50. A melhor alternativa é C, pois apresenta o maior valor, ficando A em segundo lugar.

Considere, agora, que sinistros tenham peso igual a 4. Nesse caso, os valores globais passam a ser os seguintes: A = 56,66, B = 53,87 e C = 55,00. A melhor alternativa passa a ser A, ficando C em segundo lugar.

### // APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados do estudo de avaliação econômica, e, se for o caso, também da análise multicritério, devem ser sintetizados em gráficos e tabelas para facilitar a compreensão dos tomadores de decisão (autoridades) e da população. A ênfase especial deve ser dada à redução da quantidade de sinistros sem vítimas, com vítimas e com vítimas fatais, bem como do número de feridos e de mortos.

### 19.10 - QUESTÕES

- 1) Em que áreas situam-se os projetos voltados para a segurança no trânsito?
- 2) Comentar sobre a abrangência espacial dos projetos de segurança no trânsito.
- 3) Discorrer sobre a magnitude no que diz respeito ao valor do investimento dos projetos de segurança no trânsito.
- 4) Todos os aspectos envolvidos nos sinistros de trânsito podem ser expressos em valores monetários?
- 5) Qual a utilidade de se avaliar os custos e os benefícios dos projetos voltados para a segurança no trânsito?
- 6) Em que áreas há maior incerteza na previsão da redução dos sinistros e, portanto, na avaliação dos custos associados?
- 7) Qual a sequência lógica de procedimentos no caso da definição do tipo de tratamento em um local crítico?
- 8) Quais os principais itens que incidem no custo dos sinistros de trânsito?
- 9) Que estudos recentes foram realizados no país na estimativa dos custos dos sinistros de trânsito? Citar os valores atualizados desses custos.
- 10) Qual a origem do benefício econômico associado aos projetos de segurança viária?

11) Como é feita a estimativa da redução do número de sinistros associados a um projeto a ser implantado? Comentar.

12) Quais são os procedimentos usuais para a avaliação do valor dos benefícios em anos posteriores à implementação do projeto?

13) Que outros aspectos podem ser relevantes para serem levados em conta em projetos voltados para a segurança viária?

14) Discorrer sobre o tema: vida útil dos projetos de engenharia voltados para a segurança no trânsito.

15) Escrever sobre os custos incidentes nos projetos de segurança no trânsito.

16) Conceituar taxa de desconto ou custo de oportunidade de capital no contexto da avaliação econômica de projetos e comentar sobre os valores dessa taxa.

17) Conceituar fluxo de caixa de um projeto e fazer esquema de um fluxo de caixa típico no caso dos projetos voltados para a segurança no trânsito.

18) Explicar os princípios da avaliação econômica de projetos.

19) Quais os principais métodos de avaliação econômica? Explicar sucintamente cada um deles.

20) Quais os critérios que devem ser utilizados na escolha da alternativa econômica mais indicada no caso comum de alternativas com a mesma vida útil?

21) No que consiste a análise de sensibilidade e de risco de um projeto? Que aspecto deve ser especialmente considerado quando se trata de projetos na área de segurança viária?

22) No que consiste a avaliação multicritério? Quais as etapas envolvidas na mesma? Como se pode comparar o desempenho das diferentes alternativas? Em que casos ela é indicada?

23) O governo de um estado está analisando a possibilidade de implementar um conjunto de ações visando reduzir a sinistralidade em um grupo de rodovias que apresentam elevado número de sinistros. O investimento previsto é de R\$100 milhões divididos em duas parcelas iguais, uma no presente e outra daqui a 1 ano. A vida útil das ações é suposta ser de 10 anos. É prevista uma redução de cerca de 1.000 sinistros anuais, sendo a seguinte a distribuição atual dos sinistros: 60% sem vítimas, 30% com vítimas não fatais e 10% com vítimas fatais. Os recursos serão concedidos por uma agência de crédito internacional a uma taxa de juros de 10% ao ano. Proceder a avaliação da viabilidade econômica do projeto, determinando todos os índices

econômicos. Proceder à análise de sensibilidade dos resultados da avaliação considerando uma variação para menos de 20% na redução do número de sinistros. Utilizar no cálculo do benefício econômico os valores atualizados dos custos dos sinistros obtidos pelo IPEA.

24) Repetir a questão 23, admitindo um crescimento anual do número de sinistros similar ao crescimento médio do volume de tráfego no grupo de rodovias que é igual a 5% ao ano. Não é necessário fazer a análise de sensibilidade.

25) Os custos associados aos três tipos de ação que podem ser implementados para a redução da sinistralidade em um local crítico são os seguintes: opção A: custo inicial = 70um (unidades monetárias) e custo de manutenção = 2um/ano; opção B: custo inicial = 58um e custo de manutenção = 4,5um/ano; opção C: custo inicial = 30um e custo de manutenção = 10um/ano. Em qualquer das ações o benefício econômico anual previsto é de 20um. O horizonte do projeto é estimado ser de 10 anos. Qual a alternativa indicada do ponto de vista econômico? Encontrar a solução para taxas de oportunidade de capital de 10% e 20% aa. Qual a taxa de oportunidade de capital acima da qual a ação seria inviável?

26) Considere o caso da matriz de alternativas e impactos associados apresentada na tabela a seguir relativa a um projeto hipotético a ser implementado visando reduzir a sinistralidade em um trecho de via crítico. Pede-se para selecionar a melhor alternativa, utilizando análise gráfica. Repetir o processo mediante avaliação numérica considerando pesos iguais a 1 para os itens custo, tempo de viagem e poluição ambiental e variando o peso do item Sinistros de 1 em 1 desde 1 até 4.

Impacto/alternativa	A	B	C	D
Sinistros	40	37	33	30
Custo	22	13	6	3
Tempo de viagem	1	1	1	2
Poluição atmosférica	1	1	1	1

#### REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

Brasil (2018). **Guia TPC – Orientações para Seleção de Tecnologias e Implementação de Projetos de Transporte Público Coletivo**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana (SEMOB) do Ministério das Cidades. Brasília.

Brasil (2022). **Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. Programa PARE. Ministério dos Transportes. Brasília.

Ferraz, A. C. P.; Torres, I. G. E. (2004). **Transporte Público Urbano**. Editora Rima, 2ª edição. São Carlos.

Brasil (2006). **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras – Relatório Executivo**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Departamento Nacional de Trânsito e Associação Nacional de Transportes Públicos. [S. l.: s. n.].

## 20. dimensão da sinistralidade viária no brasil

### 20.1 - DADOS GERAIS

#### // VALORES GLOBAIS

Os valores relativos à sinistralidade viária no ano de 2021, último ano com informações oficiais consolidadas, são os seguintes: 33.813 mortes (Brasil, 2023a), 15,64 mortes por 100 mil habitantes, 29,93 mortes por 100 mil veículos e 30,28 mortes por bilhão de quilômetros percorridos (ONSV; UFPR, 2023).

#### // COMPARAÇÃO COM OUTRAS CAUSAS DE ÓBITOS

As taxas de óbitos associadas às diferentes causas de mortalidade confirmam a gravidade do quadro relativo à sinistralidade viária no país. Considerando as dez principais causas definidas de óbito no ano de 2021, os sinistros de trânsito ocuparam o 12º lugar, com 33.813 mortes, sendo superada pelas seguintes causas: outras doenças por vírus (425.329), neoplasias malignas (230.764), doenças do coração (182.433), doenças cerebrovasculares (103.054), diabetes mellitus (78.258), causas mal definidas e desconhecidas mortalidades (77.924), doenças hipertensivas (68.529), influenza (gripe) e pneumonia (68.187), agressões (45.562), doenças crônicas das vias aéreas inferiores (39.112) e outros sinistros (34.614) (Brasil, 2023b).

No caso do sexo masculino, os sinistros de trânsito (28.156 mortes) ocuparam o 10º lugar, perdendo apenas para: outras doenças por vírus (23.6271), neoplasias malignas (120.284), doenças do coração (101.836), doenças cerebrovasculares (52.251), causas mal definidas e desconhecidas mortalidades (46.129), agressões (41.644), diabetes mellitus (36.413), influenza (gripe) e pneumonia (34.765) e doenças hipertensivas (32.167) (Brasil, 2023b).

#### // SITUAÇÃO EM RELAÇÃO A OUTROS PAÍSES

A comparação das taxas de mortalidade no trânsito no Brasil com as de alguns países mais desenvolvidos, conforme dados da Tabela 1.1 (Capítulo 1), indica a gravidade do problema da sinistralidade viária no país. A relação entre o número de mortes e a quantidade de quilômetros per-



corridos é, no país, aproximadamente 17 vezes superior à da Noruega; 12 à da Suécia; 9 à do Reino Unido; 7 à da Austrália; e 4 à dos Estados Unidos. Os números apresentados mostram que a sinistralidade no trânsito constitui um verdadeiro problema de saúde pública no país.

## 20.2 - EVOLUÇÃO DA SINISTRALIDADE

Na Tabela 20.1, estão indicados os valores anuais, no período 2000–2021, dos parâmetros que permitem quantificar a sinistralidade viária no país, bem como verificar a sua evolução. Os dados demográficos foram obtidos em Brasil (2023c), as informações relativas à frota de veículos motorizados em Brasil (2023d), os valores da quilometragem percorrida pela frota de veículos motorizados em ONSV e UFPR (2023), o número de mortes em sinistros de trânsito em Brasil (2023a), e a quantidade de internações no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) em Brasil (2023e).

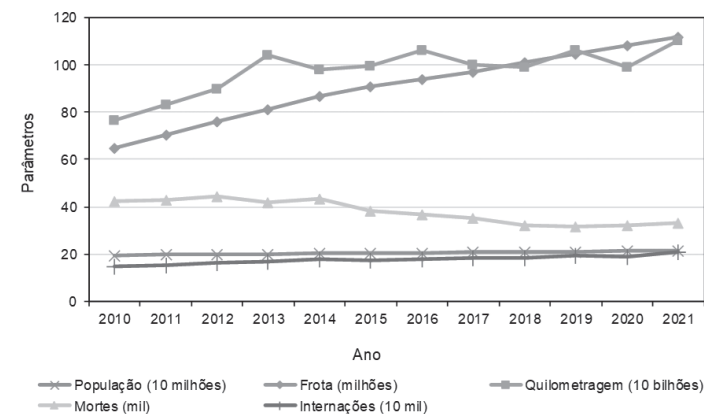
**Tabela 20.1** – Valores anuais dos parâmetros relacionados com a sinistralidade viária no país.

Ano	População	Frota	Quilometragem	Mortes	Internações <sup>a</sup>
2010	194.890.682	64.817.974	766.321.234.536	42.844	146.737
2011	196.603.732	70.543.535	830.589.262.569	43.256	154.225
2012	198.314.934	76.137.191	899.142.028.656	44.812	161.329
2013	200.004.188	81.089.666	1.042.782.144.926	42.266	169.901
2014	201.717.541	86.700.490	976.625.966.912	43.780	176.072
2015	203.475.683	90.686.936	993.557.439.840	38.651	175.054
2016	205.156.587	93.867.016	1.061.800.876.885	37.345	178.974
2017	206.804.741	97.091.956	998.383.029.262	35.375	182.838
2018	208.494.900	100.746.553	989.304.335.212	32.655	185.167
2019	210.147.125	104.784.375	1.059.272.488.011	31.945	191.719
2020	211.755.692	107.948.371	987.207.632.193	32.716	190.164
2021	213.317.639	111.446.870	1.101.562.720.831	33.813	210.278

<sup>a</sup> Número de internações de vítimas de sinistros de trânsito, segundo ano do atendimento, no âmbito do SUS, não incluindo, portanto, aquelas custeadas diretamente ou cobertas por seguro-saúde.

A representação gráfica da evolução no tempo da população, frota, quilometragem, mortes e internações é mostrada na Figura 20.1.

**Figura 20.1** – Evolução dos valores dos parâmetros associados à sinistralidade viária no país



Na Tabela 20.2, estão indicadas a taxa de motorização e as principais taxas relacionadas com a mortalidade no trânsito do país, correspondentes aos anos de 2010 a 2021.

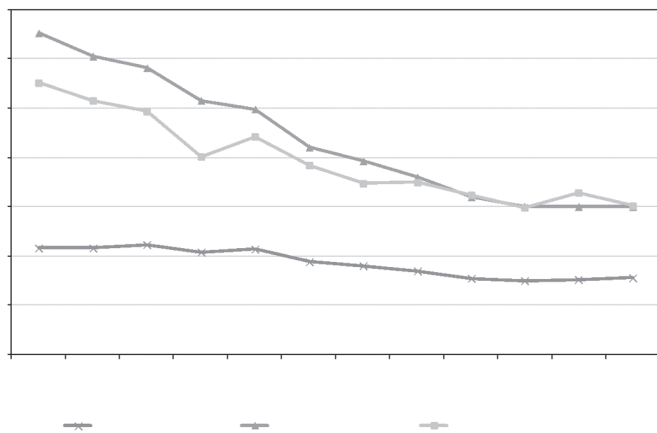
**Tabela 20.2** - Taxa de motorização e taxas relacionadas à mortalidade no trânsito no país.

Ano	Veículos/ 100 hab.	Mortes/ 100.000 hab.	Mortes/ 100.000 veíc.	Mortes/ bilhão de km
2010	33,26	21,67	6,51	55,10
2011	35,88	21,72	6,05	51,40
2012	38,39	22,35	5,82	49,29
2013	40,54	20,86	5,15	40,01
2014	42,98	21,43	4,99	44,27
2015	44,57	18,78	4,21	38,47
2016	45,75	17,99	3,93	34,76

2017	46,95	16,91	3,60	35,03
2018	48,32	15,40	3,19	32,46
2019	49,86	15,00	3,01	29,75
2020	50,98	15,27	3,00	32,75
2021	52,24	15,64	2,99	30,28

Na Figura 20.2, é mostrada a evolução no tempo das seguintes taxas: mortes/100.000 habitantes, mortes/100.000 veículos, e mortes/bilhão de quilômetro.

**Figura 20.2** – Evolução das taxas associadas à mortalidade no trânsito viária no país.



No período 2010–2021, as taxas de aumento ou redução dos principais parâmetros foram as seguintes:

- População = 9,46% (valor médio anual = 0,82%);
- Frota de veículos motorizados = 71,94% (valor médio anual = 5,05%);
- Quilometragem percorrida pela frota de veículos motorizados = 43,75% (valor médio anual = 3,35%);
- Taxa de veículos motorizados por habitante = 57,09% (valor médio anual = 4,19%);
- Mortes = - 21,08% (valor médio anual = - 2,13%);
- Internações no âmbito do SUS = 43,30% (valor médio anual = 3,32%);
- Taxa de mortes no trânsito por habitante = - 27,90% (valor médio anual = -2,93%);

- Taxa de mortes no trânsito por veículo = -54,05% (valor médio anual = -6,83%);
- Taxa de mortes no trânsito por quilômetro percorrido = -45,04% (valor médio anual = -5,30%).

### 20.3 - DADOS DE DIFERENTES FONTES

Dados nacionais sobre número de mortes no trânsito são fornecidos, no país, por três fontes oficiais: Ministério da Saúde (DATASUS), Polícia Rodoviária Federal e Secretaria Nacional de Trânsito do Ministério dos Transportes (por meio do RENAEST).

Os dados do DATASUS, do Ministério da Saúde, são baseados na declaração de óbito das vítimas. O DATASUS, por meio do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), é um sistema gerido pelo Departamento de Análise de Situação de Saúde (da Secretaria de Vigilância em Saúde), em conjunto com as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde. O procedimento começa com a coleta das Declarações de Óbito dos cartórios, realizadas pelas Secretarias de Saúde, que inserem esses dados no sistema. A informação primordial é, portanto, a causa básica do óbito, a qual é codificada pelo médico atestante segundo regras estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde. Esses valores são fornecidos desde o ano de 1996 (Brasil, 2012).

Os dados do RENAEST são baseados nos boletins de ocorrência dos sinistros de trânsito ocorridos em vias estaduais e municipais (o sistema ainda não conta com os dados da Polícia Rodoviária Federal), que registram as mortes ocorridas no local; em alguns casos até o fechamento do boletim. Esses valores são fornecidos desde o ano de 2018. Os dados são enviados pelos órgãos e entidades executivos de trânsito dos municípios e das unidades da federação ao órgão máximo executivo de trânsito – SENATRAN (Brasil, 2020). Devido a dificuldades neste processo de envio das informações à SENATRAN, os dados do RENAEST são considerados incompletos, ainda que estejam gradualmente melhorando em termos de completude (Brasil, 2023f).

Os dados da Polícia Rodoviária Federal são baseados nos boletins de ocorrência dos sinistros de trânsito ocorridos nas rodovias federais, que registram as mortes ocorridas no local; em alguns casos até o fechamento do boletim. Esses valores são fornecidos desde o ano de 2006 (Brasil, 2023g).

Na Tabela 20.3, estão indicados os valores dos números de mor-

tos em sinistros de trânsito, de 2000 a 2010, de acordo com os três órgãos citados. Em tese, os números de mortes segundo o RENAEST e a PRF estão incluídos nos números do DATASUS. No entanto, não é possível realizar a ligação entre as informações da declaração de óbito (DATASUS) e o registro do boletim de ocorrência (RENAEST ou PRF). O estabelecimento de procedimentos de associação dessas informações permitiria um diagnóstico completo da mortalidade no trânsito no país, pois seria possível identificar tanto a ocorrência de mortes no local quanto de mortes posteriores em vias urbanas e rodovias (municipais, estaduais ou federais).

Nas análises realizadas neste livro, foram utilizados os dados do Ministério da Saúde (DATASUS), pois, em tese, reúnem as informações provenientes das outras duas fontes. Dessa forma, são considerados até então os dados mais adequados para a análise geral (em rodovias e vias urbanas) da mortalidade no trânsito no país.

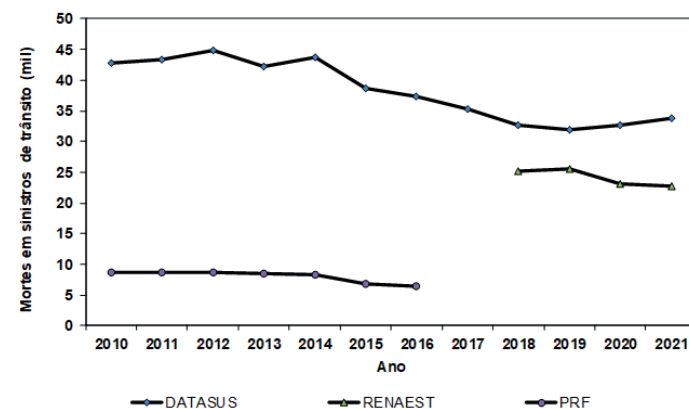
**Tabela 20.3** - Números de mortos nos sinistros de trânsito segundo fontes oficiais nacionais.

Ano	DATASUS	RENAESTa	PRF
2010	42.844	-	8.623
2011	43.256	-	8.675
2012	44.812	-	8.663
2013	42.266	-	8.426
2014	43.780	-	8.234
2015	38.651	-	6.867
2016	37.345	-	6.398
2017	35.375	-	6.248
2018	32.655	25.137	5.273
2019	31.945	25.554	5.338
2020	32.716	23.138	5.293
2021	33.813	22.827	5.396

<sup>a</sup> Dados incompletos.

A Figura 20.3 mostra a evolução no tempo do número de mortes no trânsito de acordo com os dados dos três órgãos.

**Figura 20.3** - Números de mortos nos sinistros de trânsito segundo fontes oficiais nacionais.



## 20.4 - MORTES EM SINISTROS POR FAIXA ETÁRIA

Na Tabela 20.4, estão indicadas a quantidade de mortes em sinistros de trânsito por faixa etária, bem como as taxas por 100.000 pessoas da mesma faixa de idade, relativas ao ano de 2021, de acordo com informações computadas a partir de Brasil (2023a, 2023c).

**Tabela 20.4** – Distribuição das mortes em sinistros por faixa etária no ano de 2010.

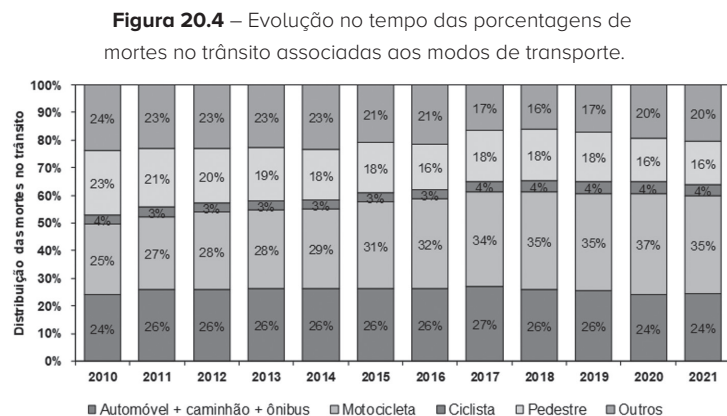
Faixa etária (anos)	Número de mortes	Distribuição em %	Quantidade de pessoas na faixa etária (milhões)	Taxa (mortes/100.000hab da faixa etária)
0-9	560	1,66%	29,39	1,91
10-19	2.401	7,10%	30,18	7,96
20-29	7.610	22,51%	34,07	22,34
30-39	6.776	20,04%	34,26	19,78
40-49	5.986	17,70%	29,85	20,05
50-59	4.664	13,79%	24,23	19,24
60-69	3.195	9,45%	17,30	18,47
70-79	1.761	5,21%	9,42	18,70
>80	710	2,10%	4,62	15,38
Ignorado	150	0,44%	-	-

Seguem observações relevantes com base nos valores relacionados na Tabela 20.4:

- As taxas de mortes até os 19 anos são menores devido ao fato das crianças e adolescentes viajarem menos que os adultos, estando, portanto, menos expostos ao risco de se envolver em sinistros;
- Na faixa de 20 a 29 anos, verifica-se a maior taxa de mortes, fruto dos seguintes motivos: o número de viagens por pessoa é elevado; os jovens têm menos experiência na direção de veículos e são mais dados à prática de direção perigosa e a conduzir sob efeito de álcool; e é maior o índice de utilização da motocicleta (veículo que oferece maior risco que os demais);
- A taxa de mortes mantém-se no mesmo patamar dos 30 aos 69 anos, reduzindo a partir dos 80 anos, muito provavelmente devido à redução da mobilidade da população mais idosa.

## 20.5 - MORTES EM SINISTROS POR MODO DE TRANSPORTE

A Figura 20.4 mostra a evolução da participação percentual das mortes em sinistros de trânsito associadas aos diferentes modos de transporte rodoviário no período 2010–2021, conforme Brasil (2023a).



Seguem algumas observações relevantes com base nos dados apresentados na Figura 20.4 (relativas ao período 2010–2021):

- A porcentagem relativa de mortes de pedestres diminuiu e a de

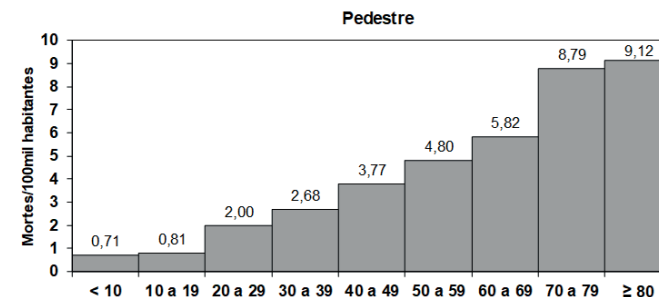
ciclistas e de ocupantes de automóvel, caminhão e ônibus mantiveram-se praticamente constante;

- A porcentagem relativa de mortes de ocupantes de motocicleta apresentou grande aumento, como resultado do grande crescimento da frota de motocicletas.

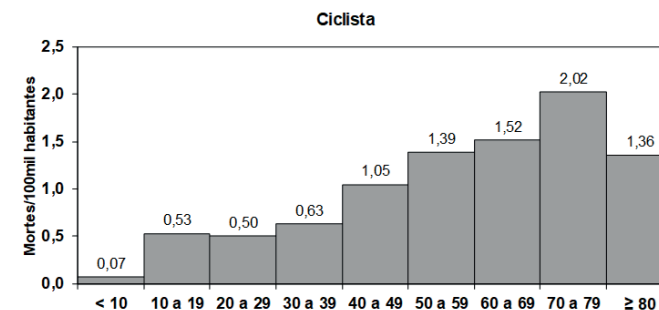
## 20.6 MORTES EM SINISTROS: FAIXA ETÁRIA X MODO DE TRANSPORTE

Nas Figuras 20.5 a 20.8, estão indicadas as taxas de mortes no trânsito por 100.000 habitantes correspondentes às várias faixas etárias, para os diversos modos de transporte no ano de 2021, conforme Brasil (2023a).

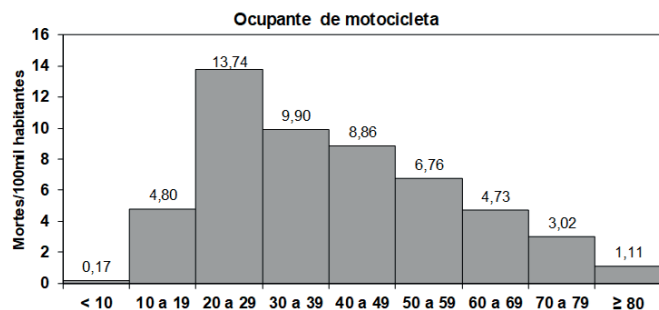
**Figura 20.5** - Taxas de mortes de pedestres por 100.000 habitantes segundo faixa etária.



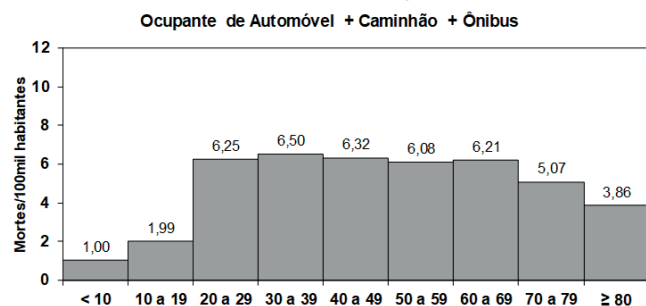
**Figura 20.6** – Taxas de mortes de ciclistas por 100.000 habitantes segundo faixa etária.



**Figura 20.7** – Taxas de mortes de ocupantes de motocicleta por 100.000 habitantes segundo faixa etária.



**Figura 20.8** – Taxas de mortes de ocupantes de automóvel, caminhão e ônibus por 100.000 habitantes segundo faixa etária.



Seguem algumas observações com base nos dados apresentados nas Figuras 17.5 a 17.8:

- Pedestres: a taxa de mortes cresce com o aumento da faixa etária em virtude da menor mobilidade das crianças e adolescentes e a diminuição da capacidade física e mental das pessoas com idade avançada – o que aumenta o risco na travessia de vias, por exemplo;
- Ciclistas: as taxas são maiores no intervalo 60–80 anos, em decorrência de um maior uso da bicicleta nessa faixa etária associada à diminuição da capacidade física e mental das pessoas com idade avançada;
- Motociclistas: as taxas são maiores no intervalo 20–40 anos, em razão do maior uso da motocicleta nessa faixa etária associada à prática de comportamentos de risco das pessoas entre 20 e 30 anos;
- Ocupantes de automóveis, caminhões e ônibus: as taxas são baixas para menores de 20 anos e maiores de 80 anos, em virtude da

menor mobilidade nessas faixas etárias, e se mantém mais ou menos constante entre 20 e 80 anos.

## 20.7 MORTALIDADE NO TRÂNSITO NAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO

Na Tabela 20.5, estão indicados os valores dos seguintes parâmetros referentes à sinistralidade nos diversos estados do país para o ano de 2010: número de mortes, índice de mortes por habitante, índice de mortes por veículo, índice de mortes por quilômetro percorrido e índice de motorização. Também está indicada a posição relativa de cada estado na classificação geral, com a melhor situação na 1ª posição e a pior situação na 27ª posição. Os estados estão ordenados com base na taxa de mortes por bilhão de quilômetros percorridos.

**Tabela 20.5** – Taxas associadas à mortalidade no trânsito e taxa de motorização no ano de 2021.

Unidades da federação	Mortes	Mortes/100 mil hab	Morte/10 mil veículos	Mortes/bilhão de km	Veíc/100 hab
São Paulo	5.211 (1º)	11,02 (5º)	1,69 (2º)	19,16 (1º)	65,06 (3)
Distrito Federal	307 (24º)	9,86 (2º)	1,59 (1º)	19,19 (2º)	62,10 (6º)
Roraima	128 (25º)	19,46 (18º)	5,31 (20º)	20,16 (3º)	36,64 (16º)
Santa Catarina	1.406 (10º)	18,78 (15º)	2,53 (4º)	23,48 (4º)	74,21 (1º)
Acre	95 (27º)	10,48 (4º)	3,11 (7º)	24,40 (5º)	33,72 (20º)
Rio Grande do Sul	1.684 (6º)	14,23 (9º)	2,24 (3º)	26,19 (6º)	63,44 (4º)
Amapá	97 (26º)	11,05 (6º)	4,50 (16º)	26,30 (7º)	24,55 (26º)
Amazonas	412 (22º)	9,58 (1º)	4,23 (15º)	26,74 (8º)	22,65 (27º)
Rondônia	442 (20º)	24,13 (24º)	4,16 (13º)	27,36 (9º)	58,06 (8º)
Minas Gerais	3.278 (2º)	15,03 (10º)	2,71 (6º)	27,80 (10º)	55,39 (9º)
Rio de Janeiro	1.885 (5º)	10,44 (3º)	2,59 (5º)	28,75 (11º)	40,36 (13º)
Mato Grosso do Sul	666 (17º)	23,28 (23º)	4,00 (12º)	30,45 (12º)	58,21 (7º)
Rio Grande do Norte	438 (21º)	12,22 (7º)	3,20 (8º)	30,45 (13º)	38,17 (15º)
Goias	1.674 (7º)	23,15 (22º)	4,18 (14º)	31,07 (14º)	55,33 (10º)

Mato Grosso	1.235 (13°)	34,17 (27°)	5,44 (21°)	31,16 (15°)	62,86 (5°)
Paraná	2.662 (3°)	22,43 (21°)	3,30 (9°)	31,30 (16°)	67,98 (2°)
Espírito Santo	813 (16°)	19,52 (19°)	3,93 (11°)	33,70 (17°)	49,68 (11°)
Pará	1.470 (9°)	16,60 (13°)	6,54 (23°)	35,08 (18°)	25,39 (25°)
Tocantins	549 (19°)	34,03 (26°)	7,51 (27°)	36,42 (19°)	45,34 (12°)
Ceará	1.307 (12°)	14,04 (8°)	3,84 (10°)	39,35 (20°)	36,30 (17°)
Bahia	2.336 (4°)	15,52 (11°)	5,21 (19°)	42,55 (21°)	29,82 (22°)
Pernambuco	1.509 (8°)	15,56 (12°)	4,75 (17°)	44,49 (22°)	32,72 (21°)
Maranhão	1.401 (11°)	19,38 (17°)	7,46 (26°)	46,59 (23°)	25,96 (24°)
Sergipe	397 (23°)	16,76 (14°)	4,91 (18°)	47,38 (24°)	34,12 (19°)
Paraíba	837 (15°)	20,59 (20°)	6,00 (22°)	54,24 (25°)	34,33 (18°)
Piauí	930 (14°)	28,09 (25°)	7,13 (25°)	62,93 (26°)	39,41 (14°)
Alagoas	644 (18°)	19,02 (16°)	7,00 (24°)	67,20 (27°)	27,15 (23°)
<b>Brasil</b>	<b>33.813</b>	<b>15,64</b> (12° - 13°) <sup>a</sup>	<b>3,14</b> (7° - 8°) <sup>a</sup>	<b>30,28</b> (11° - 12°) <sup>a</sup>	<b>49,73</b> (10° - 11°) <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Posição relativa à classificação estadual.  
**Fonte:** ONSV e UFPR (2023).

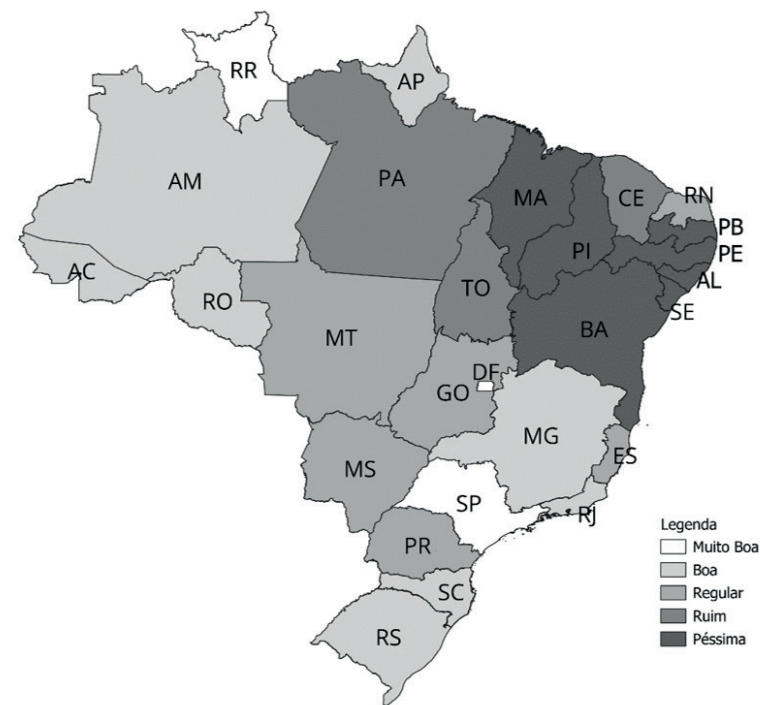
Para uma visão agregada da situação nas unidades da federação, as mesmas foram classificadas em cinco grupos, com base nos valores da taxa de mortes por bilhão de quilômetros, como indicado no Quadro 20.1.

**Quadro 20.1** – Classificação dos estados por grupo com base nos valores da taxa de mortes por bilhão de quilômetros.

Grupo	Situação Relativa	Intervalo de variação da taxa	Unidades da Federação
A	Muito Boa	19,16–20,16	SP, DF e RR
B	Boa	23,48–28,75	SC, AC, RS, AP, AM, RO, MG e RJ
C	Regular	30,45–33,70	MS, RN, GO, MT, PR e ES
D	Ruim	35,08–39,35	PA, TO e CE
E	Péssima	42,55–67,20	BA, PE, MA, SE, PB, PI e AL

Na Figura 20.9, é mostrado o mapa do país com a identificação do grupo ao qual pertence cada uma das unidades da federação.

**Figura 20.9** – Mapa temático da taxa de mortes por bilhão de quilômetros nas unidades da federação (2021).

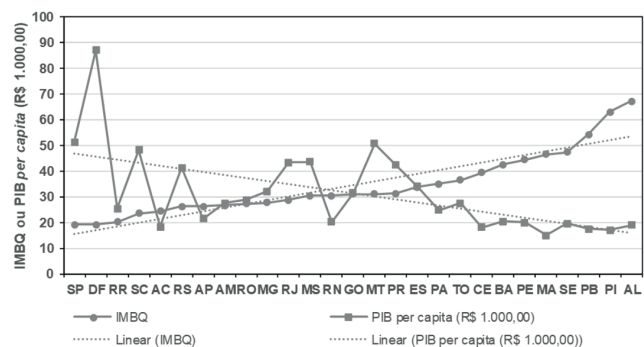


**Fonte:** ONSV e UFPR (2023).

Na Figura 20.10, são mostrados os valores da taxa de mortes por bilhão de quilômetros para o ano de 2021 e do Produto Interno Bruto por habitante (PIB per capita) nas diversas unidades da federação, correspondentes ao ano de 2020, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (Brasil, 2023h). Os estados encontram-se ordenados da menor para a maior taxa.



**Figura 20.10** - Relação entre a taxa de mortes por quilômetro (2021) e o PIB per capita.



Fonte: ONSV e UFPR (2023) e Brasil (2023h)

Observa-se uma significativa correlação entre o índice de mortes nos estados e o PIB per capita; em geral, quanto menos desenvolvido economicamente o estado, ou seja, menor o PIB per capita, maior a taxa de mortes por bilhão de quilômetros. A explicação para isso é que nos estados economicamente menos desenvolvidos são menores os recursos investidos em segurança viária, compreendendo as áreas de Educação, Fiscalização, Saúde, Sistema Viário, etc.

## 20.8 - SINISTRALIDADE RODOVIAS E VIAS URBANAS

### // SINISTROS EM RODOVIAS FEDERAIS

Na Tabela 20.6, estão indicados os valores da distribuição percentual dos sinistros com vítima e das mortes por tipo de sinistro em rodovias federais, segundo dados da Polícia Rodoviária Federal para o ano de 2021 (Brasil, 2023g).

**Tabela 20.6** - Distribuição dos sinistros com vítima e com morte por tipo de sinistro em rodovias federais.

Tipo de sinistro	Sinistros com vítima (%) n=48.186		Sinistros com morte (%) n=4.664	
	Pista simples n=23.337	Pista dupla n=24.849	Pista simples n=3.062	Pista dupla n=1.602
Colisão traseira	13,29%	25,61%	8,13%	16,42%

Colisão frontal	10,67%	1,36%	37,26%	5,56%
Colisão transversal	19,85%	8,45%	8,82%	6,43%
Colisão lateral	11,02%	14,46%	7,09%	7,18%
Choque	22,20%	22,66%	16,75%	20,60%
Atropelamento de pessoa	3,36%	4,80%	11,82%	32,65%
Atropelamento de animal	1,96%	1,17%	1,37%	0,50%
Tombamento	9,87%	9,55%	5,00%	5,06%
Capotamento	2,56%	3,03%	1,47%	1,81%
Outros	5,22%	8,92%	2,29%	3,81%
Total	100%	100%	100%	100%

<sup>a</sup> Correspondente aos tipos “colisão com objeto” e “saída do leito carroçável” adotados pela PRF.

<sup>b</sup> Queda, sequência, engavetamento, sem informação, etc.

<sup>c</sup> Inclui os trechos classificados como pista dupla e pista múltipla.

Algumas observações relevantes que se pode depreender dos valores relacionados na Tabela 20.7 são as seguintes:

- Para os sinistros com vítima em rodovias federais, o tipo de sinistro mais comum em pista simples foi o choque, sendo que esta categoria inclui tanto as colisões com objeto quanto às saídas do leito carroçável, que em grande parte podem ter resultado em choque contra latitude ou algum tipo de elemento na lateral da rodovia;
- Para os sinistros com vítima em rodovias federais, o tipo de sinistro mais comum em pista dupla foi a colisão traseira;
- Para os sinistros com morte em rodovias federais, o tipo de sinistro mais comum em pista simples foi a colisão frontal, devido, justamente, à falta de separação física entre as faixas;
- Para os sinistros com morte em rodovias federais, o tipo de sinistro

mais comum em pista dupla foi o atropelamento de pessoas.

A Tabela 20.7 contém a taxa de mortalidade por tipo de sinistro em rodovias federais, segundo a classificação do tipo de pista (simples ou dupla). Esta taxa foi calculada a partir da relação entre o número de sinistros com vítima fatal e a soma do número de sinistros com vítima (não fatal) e com vítima fatal, demonstrando, portanto, a severidade das ocorrências.

**Tabela 20.7** – Taxa de mortalidade [sinistros com morte/(sinistros com vítima + sinistros com morte)] por tipo de sinistro em rodovias federais.

Tipo de sinistro	Pista simples	Pista dupla <sup>c</sup>
Colisão Traseira	7,43%	3,97%
Colisão frontal	31,42%	20,84%
Colisão transversal	5,51%	4,68%
Colisão lateral	7,78%	3,10%
Choque <sup>a</sup>	9,01%	5,54%
Atropelamento de pessoa	31,59%	30,48%
Atropelamento animal	8,42%	2,68%
Tombamento	6,23%	3,30%
Capotamento	7,01%	3,71%
Outros <sup>a</sup>	5,43%	2,68%
<b>Geral</b>	<b>11,60%</b>	<b>6,06%</b>

<sup>a</sup> Correspondente aos tipos “colisão com objeto” e “saída do leito carroçável” adotados pela PRF.

<sup>b</sup> Queda, sequência, engavetamento, sem informação, etc.

<sup>c</sup> Inclui os trechos classificados como pista dupla e pista múltipla

Algumas observações relevantes que se pode depreender dos valores relacionados na Tabela 20.8 são as seguintes:

- Em rodovias federais de pista simples, as colisões frontais e os atropelamentos de pessoa foram os tipos de sinistros associados à maior gravidade;
- Em rodovias federais de pista dupla, o atropelamento de pessoa foi o tipo de sinistro associado à maior gravidade, seguido do atropelamento de pessoa.

## // SINISTROS EM RODOVIAS ESTADUAIS

Na Tabela 20.8, estão indicados os valores da distribuição percentual dos sinistros com vítima e dos sinistros com morte por tipo de sinistro em rodovias estaduais, segundo dados da RENAEST para o ano de 2021 (Brasil, 2023f). Os dados considerados consistem na atualização do sistema para o mês de setembro de 2023. Ainda assim, é importante destacar que, conforme informado no próprio portal do RENAEST, os dados são incompletos, correspondendo a uma amostra de 8.604 sinistros.

**Tabela 20.8** – Distribuição dos sinistros com vítima e com morte por tipo de sinistro em rodovias estaduais.

Tipo de sinistro	Sinistros com vítima (%) n=7.912		Sinistros morte (%) n=692	
	Pista simples n=5.939	Pista dupla n=1.973	Pista simples n=585	Pista dupla n=107
Colisão traseira	8,44%	25,65%	8,03%	15,89%
Colisão frontal	4,56%	7,05%	26,15%	29,91%
Colisão transversal	8,71%	6,18%	7,18%	8,41%
Colisão lateral	8,71%	19,11%	9,06%	14,02%
Colisão <sup>a</sup>	17,23%	0,25%	2,22%	3,74%
Choque	11,37%	10,49%	10,94%	2,80%
Atropelamento de pessoa	2,21%	2,58%	9,40%	14,02%
Atropelamento de animal	5,57%	2,13%	8,89%	3,74%
Tombamento	8,60%	7,55%	1,88%	0,00%
Capotamento	10,05%	6,79%	8,21%	2,80%
Outros <sup>b</sup>	14,56%	12,21%	8,03%	4,67%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

<sup>a</sup> Não especificadas se traseira, frontal, transversal ou lateral.

<sup>b</sup> Queda, sequência, engavetamento, sem informação, etc.

Algumas observações relevantes que se pode depreender dos valores relacionados na Tabela 20.9 são os seguintes:

- Para os sinistros com vítima em rodovias estaduais, o tipo de sinistro mais comum em pista simples foi a colisão (não especificada), seguido pela categoria “outros”, composta, em sua maioria, pelos sinistros cujo tipo não foi informado, o que demonstra uma clara necessidade de qualificação dessas informações para que análises mais aprofundadas sejam conduzidas;
- Para os sinistros com vítima em rodovias estaduais, o tipo de sinistro mais comum em pista dupla foi a colisão traseira, seguido das colisões laterais, de modo que ambas totalizam 44,76% dos casos;
- Para os sinistros com morte em rodovias estaduais, o tipo de sinistro mais comum em pista simples foi a colisão frontal, devido, justamente, à falta de separação física entre as faixas;
- Para os sinistros com morte em rodovias estaduais, o tipo de sinistro mais comum em pista dupla também foi a colisão frontal, o que pode ser explicado se o canteiro central separando as pistas for facilmente transponível.

A Tabela 20.9 contém a taxa de mortalidade por tipo de sinistro em rodovias estaduais, segundo a classificação do tipo de pista (simples ou dupla). Esta taxa foi calculada a partir da relação entre o número de sinistros com vítima fatal e a soma do número de sinistros com vítima (não fatal) e com vítima fatal, demonstrando, portanto, a severidade das ocorrências.

**Tabela 20.9** – Taxa de mortalidade [sinistros com morte/(sinistros com vítima + sinistros com morte)] por tipo de sinistro em rodovias estaduais.

Tipo de sinistro	Pista simples	Pista dupla
Colisão traseira	8,58%	3,25%
Colisão frontal	36,08%	18,71%
Colisão transversal	7,51%	6,87%
Colisão lateral	9,30%	3,83%
Colisão	1,25%	44,44%
Choque	8,66%	1,43%
Atropelamento de pessoa	29,57%	22,73%
Atropelamento animal	13,58%	8,70%

Tombamento	2,11%	0,00%
Capotamento	7,44%	2,19%
Outros <sup>b</sup>	5,15%	2,03%
<b>Geral</b>	<b>8,97%</b>	<b>5,14%</b>

<sup>a</sup> Não especificadas se traseira, frontal, transversal ou lateral.

<sup>b</sup> Queda, sequência, engavetamento, sem informação, etc.

Algumas observações relevantes que se pode depreender dos valores relacionados na Tabela 20.10 são as seguintes:

- Em rodovias estaduais de pista simples, as colisões frontais foram o tipo de sinistro associado à maior gravidade;
- Em rodovias estaduais de pista dupla, a colisão (não especificada) foi o tipo de sinistro associado à maior gravidade, seguido do atropelamento de pessoas.

#### // SINISTROS EM VIAS URBANAS

Na Tabela 20.10, estão indicados os valores da distribuição percentual dos sinistros com vítima e das mortes por tipo de sinistro em vias urbanas, segundo dados da RENAEST para o ano de 2021 (Brasil, 2023f). Foram considerados como sinistros ocorridos em vias urbanas todos aqueles que não continham a identificação de nome da rodovia conforme nomenclatura oficial (indicação da sigla da UF e três algarismos, UF-XXX), tendo em vista que não foi possível identificar as rodovias municipais. Os dados considerados consistem na atualização do sistema para o mês de setembro de 2023. Ainda assim, é importante destacar que, conforme informado no próprio portal do RENAEST, os dados são incompletos, correspondendo a uma amostra de 744.203 sinistros.

**Tabela 20.10** – Distribuição dos sinistros com vítima e com morte por tipo de sinistro em vias urbanas

Tipo de sinistro	Sinistros com vítima (%) n=740.629	Sinistros morte (%) n=3.574
Colisão traseira	8,80%	3,22%
Colisão frontal	5,88%	6,99%
Colisão transversal	3,78%	5,37%
Colisão lateral	8,54%	5,68%
Colisão <sup>a</sup>	19,60%	14,69%
Choque	6,93%	6,72%
Atropelamento de pessoa	2,35%	12,37%
Atropelamento de animal	0,57%	1,29%
Tombamento	0,66%	1,06%
Capotamento	1,10%	5,12%
Outros <sup>b</sup>	41,78%	37,49%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

<sup>a</sup> Não especificadas se traseira, frontal, transversal ou lateral.

<sup>b</sup> Queda, sequência, engavetamento, sem informação, etc.

As seguintes observações podem ser feitas com base nos valores da Tabela 20.11.

- Para os sinistros com vítima em vias urbanas, o tipo de sinistro mais comum foi “outros”, categoria composta, em sua maioria, pelos sinistros cujo tipo não foi informado, seguido pelas colisões não classificadas, o que demonstra uma clara necessidade de qualificação dessas informações para que análises mais aprofundadas sejam conduzidas;

- Para os sinistros com morte em vias urbanas, o tipo de sinistro mais comum foi “outros”, categoria composta, em sua maioria, pelos sinistros cujo tipo não foi informado, seguido pelas colisões não classificadas, o que demonstra uma clara necessidade de qualificação dessas informações para que análises mais aprofundadas sejam conduzidas.

A Tabela 20.11 contém a taxa de mortalidade por tipo de sinistro em vias urbanas, demonstrando a severidade das ocorrências.

**Tabela 20.11** – Taxa de mortalidade [sinistros com morte/(sinistros com vítima + sinistros com morte)] por tipo de sinistro em vias urbanas.

Tipo de sinistro	Vias urbanas
Colisão traseira	0,18%
Colisão frontal	0,57%
Colisão transversal	0,68%
Colisão lateral	0,32%
Colisão <sup>a</sup>	0,36%
Choque	0,47%
Atropelamento de pessoa	2,47%
Atropelamento animal	1,08%
Tombamento	0,77%
Capotamento	2,19%
Outros <sup>b</sup>	0,43%
Geral	0,48%

<sup>a</sup> Não especificadas se traseira, frontal, transversal ou lateral.

<sup>b</sup> Queda, sequência, engavetamento, sem informação, etc.

Em vias urbanas, o atropelamento de pessoa foi o tipo de sinistro associado à maior gravidade, seguido do capotamento e atropelamento de animal.

## 20.9 - QUESTÕES

- 1) Quais as principais observações que podem ser depreendidas com base nos dados sobre a sinistralidade viária no país?
- 2) Discorrer sobre a questão dos dados acerca da mortalidade no trânsito no país.
- 3) Citar dados e comentar sobre a distribuição das mortes nos sinistros de trânsito por faixa etária.
- 4) Idem sobre a distribuição das mortes nos sinistros por modo de transporte.
- 5) Discorrer sobre a associação faixa etária e modo de transporte no que diz respeito às mortes no trânsito.
- 6) Citar os números anuais redondos sobre a sinistralidade viária no país relativo ao ano de 2021.
- 7) Fornecer dados comparativos entre as mortes ocasionadas pelos sinistros de trânsito e por outras doenças.

8) Apresentar dados comparativos entre as taxas de mortalidade de no trânsito no Brasil e em países de alta renda.

9) Quais as principais observações que podem ser depreendidas com base nos dados sobre a sinistralidade viária em rodovias (federais e estaduais) e vias urbanas apresentados nas Tabelas 17.7, 17.9 e 17.11?

10) Idem sobre os dados apresentados nas Tabelas 17.8, 17.10 e 17.12.

### REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

Brasil (2012). **Óbitos por Causas Externas – a partir de 1996**. DATASUS: Ministério da Saúde. Brasil: Brasília. Disponível em: [http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sim/Obitos\\_Causas\\_Ext\\_1996\\_2012.pdf](http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sim/Obitos_Causas_Ext_1996_2012.pdf). Acesso em: 27 de set. de 2023.

Brasil (2020). **Resolução CONTRAN N° 808, de 15 de dezembro de 2020**: sobre o Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito (RENAEST). Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao8082020.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2023a). **Óbitos por Causas Externas**. DATASUS: Informações de Saúde (TABNET). Ministério da Saúde. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/ext10uf.def>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

Brasil (2023b). **Mortalidade**. DATASUS: Informações de Saúde (TABNET). Ministério da Saúde. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/ob10uf.def>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

Brasil (2023c). **População Residente - Estudo de Estimativas Populacionais por Município, Idade e Sexo 2000-2021**. DATASUS: Informações de Saúde (TABNET). Ministério da Saúde. Saude.gov.br. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/popsvsbr.def>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

Brasil (2023d). **Estatísticas - Frota de Veículos**. Secretaria Nacional de Trânsito: Ministério dos Transportes. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

Brasil (2023e). **Morbidade Hospitalar do SUS (SIH/SUS)**. DATASUS: Informações de Saúde (TABNET). Ministério da Saúde. Saude.gov.br. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/aceso-a-informacao/morbidade-hospitalar-do-sus-sih-sus/>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

Brasil (2023f). **RENAEST**: Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito. Senatran. Ministério dos Transportes. [S. l.] Disponível em: [http://dados.transportes.gov.br/dataset/42e2320b-ea67-4fdc-896f-71363e043fc6/resource/dd6aadae-7655-4fb8-b537-5a4e-3e42d28e/download/renaest\\_dabertos\\_20230912.zip](http://dados.transportes.gov.br/dataset/42e2320b-ea67-4fdc-896f-71363e043fc6/resource/dd6aadae-7655-4fb8-b537-5a4e-3e42d28e/download/renaest_dabertos_20230912.zip). Acesso em: 27 de set. de 2023.

Brasil (2023g). **Polícia Rodoviária Federal - Acidentes**. Ministério da Justiça e Segurança Pública. [S. l.] Disponível em: <https://www.gov.br/prf/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-acidentes>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

Brasil (2023h). **Produto Interno Bruto - PIB**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pcb.php>. Acesso em: 27 de set. de 2023.

# 21. política nacional de segurança viária

## 21.1 - PLANO NACIONAL DE REDUÇÃO DE MORTES E LESÕES NO TRÂNSITO

O Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS) pode ser considerado o instrumento da Política Nacional de Segurança Viária. O PNATRANS, criado pela Lei nº 13.614/2018 (Brasil, 2018), tem como meta a redução à metade (no mínimo) do índice nacional de mortos no trânsito por grupo de veículos e do índice nacional de mortos no trânsito por grupo de habitantes. O Plano está estruturado em seis pilares (Brasil, 2021a):

- Pilar 1: Gestão da Segurança no Trânsito;
- Pilar 2: Vias Seguras;
- Pilar 3: Segurança Veicular;
- Pilar 4: Educação para o Trânsito;
- Pilar 5: Atendimento às Vítimas;
- Pilar 6: Normatização e Fiscalização.

O PNATRANS está alinhado com as abordagens de Sistemas Seguro e Visão Zero, com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e os objetivos da Segunda Década de Ação para a Segurança no Trânsito proclamada pela Organização das Nações Unidas. O PNATRANS deve ser revisado periodicamente a cada dois anos, podendo ser estabelecidas revisões extraordinárias quando necessário (Brasil, 2021a).

Cada um dos pilares é decomposto em iniciativas, ações e produtos. Ao todo, são 272 produtos estabelecidos, sendo que a cada produto é associado um indicador, o órgão responsável, o público alvo, uma rotina/periodicidade (quanto pertinente) e um prazo, conforme exemplo da Figura 21.1. A ação A2005, dentro da “Iniciativa 2 – Atualização das diretrizes e dos parâmetros de desenho seguro”, por sua vez, dentro do “Pilar 2 – Vias Seguras”, consiste em “regulamentar e orientar a implantação de projetos de gestão de velocidades em áreas urbanas”. Um dos produtos dessa ação é o P2014, que consiste na “regulamentação da fiscalização de velocidade média” até o ano de 2025.



**Figura 21.1** – Exemplo de iniciativa, ação e produto do PNATRANS.



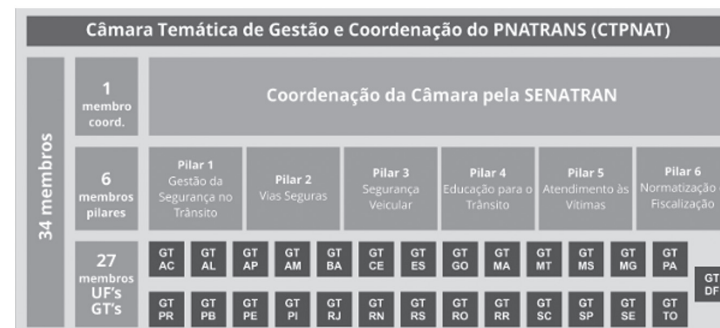
Fonte: Brasil (2021a).

A coordenação do PNATRANS é exercida por uma Câmara Temática do CONTRAN criada especificamente para este fim pela Resolução CONTRAN nº 883/2021 (Brasil, 2021b). A Câmara Temática de Gestão e Coordenação do PNATRANS (CTPNAT) tem como competência a análise de demandas relacionadas aos seguintes aspectos:

- I - coordenação das ações do PNATRANS;
- II - monitoramento de resultados das ações do PNATRANS;
- III - levantamento de estatísticas relacionadas aos efeitos das ações do PNATRANS;
- IV - proposição de aprimoramentos nas ações quanto aos objetivos do PNATRANS.

A composição da CTPNAT está representada na Figura 21.2, conforme: um membro coordenador, seis membros representantes dos pilares do PNATRANS e 27 membros de grupos de trabalho estabelecidos nas unidades da federação.

**Figura 21.2** – Composição da CTPNAT.



Fonte: Brasil (2022).

Como ferramenta para o monitoramento, visando facilitar a coleta, o processamento e a análise das informações relacionadas ao PNATRANS, os membros da CTPNAT contam com o Painel PNATRANS. O Painel PNATRANS é um plataforma de coleta de informações (lançamento de resultados), processamento de informações (contabilização de indicadores) e análise de informações (interpretação dos avanços na execução do PNATRANS, com o auxílio da ferramenta analítica do Power BI). Os órgãos e entidades responsáveis pela execução dos produtos previstos no PNATRANS devem, portanto, registrar suas atividades no Painel PNATRANS. Este processo é monitorado pelos membros da CTPNAT (Brasil, 2022).

É de grande importância destacar a necessidade de continuidade na execução do PNATRANS, como um plano de Estado, ainda que possa ser ajustado nas revisões periódicas previstas. Nesse sentido, é fundamental o papel das inúmeras organizações/instituições que contribuíram para a construção do PNATRANS, cedendo seu corpo técnico para atuar junto à Secretaria Nacional de Trânsito no extenso processo de concepção, estruturação e divulgação do PNATRANS.

## 21.2 SITUAÇÃO ATUAL E MEDIDAS NECESSÁRIAS SEGUNDO PILARES DO PNATRANS

Nesta seção, serão tecidos comentários gerais a respeito da situação atual da segurança viária segundo os seis pilares do PNATRANS, abordando temas considerados relevantes no escopo de cada um desses pilares. De maneira complementar, serão reproduzidas as

principais ações, iniciativas e produtos previstos no plano nacional, bem como, quando pertinente, elencadas outras possíveis demandas para a melhoria da segurança viária em âmbito nacional. É importante destacar que tanto os comentários a respeito da situação atual quanto a indicação de medidas necessárias não esgotam a discussão do tema, ao contrário, servem como ponto de partida para discussões mais aprofundadas a respeito de cada tema.

## // GESTÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA

### Órgão gestor exclusivo federal

Ainda que o antigo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) tenha evoluído ao status de Secretaria Nacional de Trânsito (SENA-TRAN), atualmente parte da estrutura do Ministério dos Transportes, o órgão ainda apresenta limitações institucionais para fazer de maneira adequada a gestão da segurança no trânsito no país, principalmente na viabilização de recursos. A estrutura administrativa da SENATRAN encontra-se apresentada na Figura 21.3, na qual destaca-se a existência do DSEG – Departamento de Segurança no Trânsito.

Figura 21.3 – Estrutura administrativa da SENATRAN.



Fonte: (Brasil, 2023).

Não existe, no entanto, um órgão gestor no governo federal com força institucional e recursos (técnicos e administrativos) para cuidar exclusivamente da segurança viária no país, o qual deveria ter os seguintes encargos: monitorar a sinistralidade em nível macro, estabelecer e articular uma política nacional de segurança viária, viabilizar recursos para

a concretização dos planos, supervisionar a implementação das ações, etc. Esse tipo de órgão é comum nos países de alta renda e, mesmo em países de média renda, a sua criação é considerada essencial pelos organismos internacionais envolvidos com segurança no trânsito.

Entre as ações elencadas no “Pilar 1 – Gestão da Segurança no Trânsito” do PNATRANS capazes de contribuir para esta realidade está o fortalecimento da equipe do órgão máximo de trânsito da União. Contudo, mais do que o fortalecimento da estrutura existente, entende-se que há a necessidade de criação de órgão gestor federal com força institucional e recursos (técnicos e administrativos) para tratar exclusivamente da segurança viária, com os seguintes encargos: monitoramento da sinistralidade em nível macro e micro, gestão da política nacional de segurança viária, viabilização recursos para a concretização dos planos, supervisão a implementação das ações, articulação interministerial, etc.

Esse tipo de órgão existe na maioria dos países de alta renda e a sua criação é considerada essencial pelos organismos internacionais envolvidos com segurança no trânsito. Uma alternativa neste sentido é a criação de uma agência Agência Nacional de Segurança no Trânsito (ANAST) ou denominação similar.

### Ausência de órgão gestor exclusivo nos estados e municípios

A inexistência de órgãos gestores estaduais e municipais com força institucional é outro desafio a ser superado. Ainda que haja órgãos responsáveis pelo sistema de trânsito nos estados, nenhum deles tem força institucional e nem a responsabilidade legal de fazer a gestão da segurança viária em nível estadual. Também não dispõem de estrutura administrativa e técnica para isso. Em vista disso, pode-se dizer que, com raras exceções, não existe uma política de segurança viária adequada nos estados. Isso também ocorre nas cidades maiores, nas quais a gestão da segurança viária é de extrema importância.

As seguintes ações elencadas no PNATRANS em seu “Pilar 1 – Gestão da Segurança no Trânsito” apresentam potencial de contribuir para a transformação desta realidade (Brasil, 2021a):

- Fomento à elaboração de planos locais de segurança no trânsito;
- Fomento à integração dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito.

Para além das ações previstas no PNATRANS, entende-se que os estados devem designar um órgão responsável pela gestão da segurança viária para atuar em suas respectivas jurisdições, com

os mesmos encargos da “ANAST” e trabalhando em estreita parceria com esta. Para tal, esse órgão deve ter instalações e estrutura técnica e administrativa adequadas. Também nos municípios de maior porte devem ser designados órgãos específicos para tratar da gestão da segurança no trânsito.

### **Fontes de recursos**

Os recursos atualmente investidos em segurança no trânsito, em todas as esferas de governo (federal, estadual e municipal), são claramente insuficientes diante da magnitude do problema e dos custos sociais envolvidos.

As ações a seguir, elencadas no PNATRANS (Pilar 1 – Gestão da Segurança no Trânsito), podem contribuir significativamente para a viabilização de recursos (financeiros e humanos) destinados à mobilidade segura (Brasil, 2021a):

- Sensibilização e engajamento de gestores públicos e sociedade na temática da segurança no trânsito;
- Fomento à realização de parcerias entre entidades públicas e privadas com objetivo de desenvolver soluções que contribuam para a segurança viária;
- Proposição do condicionamento do repasse de recursos financeiros procedentes do Governo Federal ou estadual à integração dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito;
- Identificação de projetos dos órgãos de trânsito que necessitam de financiamento;
- Identificação de possíveis fontes de financiamento para institucionalização da agenda de segurança no trânsito;
- Previsão nos respectivos orçamentos do valor a ser disponibilizado para realizar as ações do PNATRANS.

Em termos gerais, entende-se que os governos federal, estaduais e municipais devem destinar recursos públicos suficientes para a efetiva implementação de ações voltadas para o combate à sinistralidade viária. Por sua vez, a proposta “ANAST” deve atuar em nível nacional e internacional para captar recursos adicionais junto a organismos de fomento e empresas privadas.

## **// VIAS SEGURAS**

### **Infraestrutura de rodovias**

Uma grande parte das rodovias apresenta os seguintes problemas sob a ótica da segurança: ausência de terceira faixa nos trechos em aclives longos nas rodovias de pista simples com alto volume de tráfego, falta de acostamentos ou acostamentos muito estreitos, presença de obstáculos perigosos próximos à pista, ausência de dispositivos de contenção lateral e frontal em locais críticos, falta de passarelas para travessia de pedestres e ciclistas nas áreas com maior densidade populacional, existência de interseções rodoviárias abertas (com passagem em linha reta dos veículos da rodovia principal), valores inadequados da superelevação, e superlargura e da aderência do pavimento nas curvas, falta de legibilidade nas interseções de modo a permitir a identificação rápida e precisa das manobras a serem realizadas, entradas e saídas em locais inadequados, não compatibilidade do traçado em planta e do perfil longitudinal, sinalização inapropriada, manutenção precária, etc.

As ações listadas a seguir, extraídas do PNATRANS (Pilar 2 – Vias seguras), podem contribuir significativamente para a melhoria da infraestrutura rodoviária brasileira (Brasil, 2021a):

- Revisão de manuais técnicos referentes à infraestrutura viária segura e sinalização;
- Fomento ao desenvolvimento de soluções inovadoras em infraestrutura viária;
- Incorporação da abordagem de Sistema Seguro e Visão Zero na cultura e processos de elaboração de projetos;
- Incorporação de auditorias e inspeções de segurança em projetos de infraestrutura viária;
- Estabelecimento de diretrizes para avaliação de aspectos de segurança da infraestrutura viária na modelagem de concessões rodoviárias;
- Aprimoramento das rodovias do país para um padrão técnico que considere a segurança para todos os usuários da via ou atinjam classificação três estrelas ou mais;
- Atualização e qualificação dos normativos e manuais com foco na proteção de motociclistas;
- Promoção do uso adequado e padronizado da sinalização de trânsito em projetos de novas vias e em vias existentes;

- Sugestão de metodologia de diagnóstico de rodovias e vias urbanas para estados e municípios.

Complementarmente, as seguintes ações mais específicas devem ser implementadas nas rodovias: implantação de terceira faixa nas rodovias de pista simples com alto volume de tráfego, alargamento e pavimentação de acostamentos, instalação de dispositivos de contenção lateral e frontal, eliminação de obstáculos rígidos próximos à pista, construção de passarelas nos locais com alto volume de pedestres atravessando, substituição de interseções abertas (com passagem direta) por rotatórias que obrigam os veículos a fazer o contorno, correção dos valores da superelevação, e superlargura e da aderência nas curvas, melhoria da legibilidade da via tornando a trajetória nas interseções mais clara para os condutores, eliminação de entradas/saídas em locais inadequados, correção de problemas na sinalização, melhoria da manutenção, etc.

### **Infraestrutura de vias urbanas**

Muitos dos problemas apontados, no que diz respeito à segurança com relação ao projeto de rodovias, também ocorrem em vias urbanas. Outros problemas são típicos das vias urbanas, como, por exemplo: cruzamentos com operação/ sinalização inapropriada (por exemplo, “Pare” onde é necessário semáforo), semáforos mal posicionados e/ou sem anteparo para melhorar a visibilidade das luzes dos focos, semáforos com tempos mal dimensionados e/ou sem operação sincronizada, priorização do automóvel no planejamento viário, etc.

As seguintes ações extraídas do PNATRANS (Pilar 2 – Vias seguras), podem contribuir significativamente para a melhoria da infraestrutura das vias urbanas brasileiras (Brasil, 2021a):

- Regulamentação e orientação da implantação de projetos de gestão de velocidades em áreas urbanas;
- Fomento à implementação de Ruas Completas como estratégia para segurança viária e priorização dos usuários vulneráveis na infraestrutura viária das cidades;
- Promoção de medidas que estimulem a priorização e garantam a segurança da mobilidade ativa;
- Revisão de manuais técnicos referentes à infraestrutura viária segura e sinalização;
- Desenvolvimento e implantação de normativo com foco na prote-

ção e priorização de ciclistas;

- Atualização e qualificação dos normativos e manuais com foco na proteção de motociclistas;
- Fomento ao desenvolvimento de soluções inovadoras em infraestrutura viária;
- Incorporação da abordagem de Sistema Seguro e Visão Zero na cultura e processos de elaboração de projetos;
- Incorporação de auditorias e inspeções de segurança em projetos de infraestrutura viária;
- Promoção do uso adequado e padronizado da sinalização de trânsito em projetos de novas vias e em vias existentes;
- Sugestão de metodologia de diagnóstico de vias urbanas para estados e municípios.

Adicionalmente, as seguintes ações específicas são relevantes para o cenário das vias urbanas: redução dos limites de velocidade, tratamento adequado de interseções e travessias, implantação de programas abrangentes de gestão da velocidade, tratamento de áreas escolares, etc.

### **Identificação e tratamento dos locais críticos**

A identificação e, principalmente, o tratamento dos locais críticos de sinistros é, em geral, lento, ainda que na maioria das vezes as ações a serem implementadas sejam simples e de baixo custo, como por exemplo: melhoria da sinalização, modificação na duração dos tempos de semáforo, eliminação de obstáculos (copa de árvores, veículos estacionados, etc.) que impedem a visibilidade da sinalização, implantação de lombada para a redução da velocidade, etc.

O estabelecimento de procedimentos para identificação e tratamento de locais críticos de sinistros de trânsito é uma das ações previstas no PNATRANS (Pilar 2 – Vias Seguras). Esta ação inclui os seguintes produtos (Brasil, 2021a):

- Elaboração de Manual para identificação e tratamento de locais críticos;
- Capacitação para técnicos, projetistas e gestores na identificação e tratamento de locais críticos;
- Elaboração de Programa de tratamento de locais críticos.

Em resumo, o tratamento de locais críticos deve ser realizado com rapidez para evitar a continuidade da ocorrência de sinistros, sobre-

tudo dos mais graves. Para isso, podem ser empregadas as seguintes principais medidas: correção de problemas na via (infraestrutura ou forma de operação), implantação de dispositivos para a redução da velocidade, melhoria da iluminação, etc.

### **Transporte público**

Em geral, há poucos incentivos ao uso do transporte coletivo (o modo mais seguro) mediante subsídio da tarifa e investimentos na melhoria dos sistemas de transporte público. Isso leva ao aumento de viagens por motocicletas, por exemplo, que constitui o modo de transporte motorizado mais inseguro.

Medidas que contribuem para a valorização do transporte público estão previstas em ações do PNATRANS no “Pilar 2 – Vias Seguras”, bem como no “Pilar 1 – Gestão da Segurança no Trânsito”, a saber (Brasil, 2021a):

- Incentivo ao uso de receitas extra tarifárias para o custeio de serviços de transporte público coletivo;
- Adoção de medidas que estimulem a priorização do transporte público e garantam a segurança em seu uso.

Os diversos níveis de governo devem incentivar o uso do transporte coletivo (o modo mais seguro), mediante o subsídio à tarifa e investimentos na melhoria dos sistemas de transporte público, reduzindo o uso de modos de transporte menos seguros. Nas grandes cidades, destaca-se a importância de investimentos no transporte público coletivo sobre trilhos, por sua vez, mais seguro que os sistemas que utilizam o ônibus (mesmo no caso dos sistemas de BRT – Bus Rapid Transit), pois a infraestrutura é isolada (geralmente subterrânea), minimizando a interação com usuários vulneráveis.

## **// SEGURANÇA VEICULAR**

### **Segurança dos veículos**

Nos últimos anos, houve um significativo avanço no tocante à segurança dos veículos fabricados no país, acompanhando a tendência internacional. Exemplos disso são a obrigatoriedade do airbag e ABS nos novos veículos.

Entretanto, outras deficiências que podem ser apontadas nos veículos nacionais são: existência de pontos “cegos”, sobretudo em

razão da posição e tamanho da coluna dianteira situada na lateral direita (que prejudica a visibilidade nas vias a serem cruzadas), não existência da terceira luz de freio, tetos com baixa resistência a impactos (importante para proteger os ocupantes no caso de capotamento), etc. No caso de caminhões, uma das principais deficiências é a baixa relação potência-peso, que leva ao desenvolvimento de velocidades muito baixas nas rampas em aclive.

Nas motocicletas, podem ser citados, genericamente, os seguintes problemas associados à segurança: excesso de potência que permite o emprego de velocidades e acelerações incompatíveis com esse tipo de veículo, falta de antena protetora do pescoço e cabeça (“corta pipa”) e falta de protetor de perna (“mata cachorro”). No caso das bicicletas, um problema genérico que pode ser apontado é a ausência de material refletivo (sobretudo na parte traseira e nos pedais), o que é fundamental para que sejam mais visíveis à noite.

O aumento da segurança veicular é objeto de uma série de ações previstas no PNATRANS (Pilar 3 – Segurança Veicular), conforme (Brasil, 2021a):

- Promoção da renovação da frota para veículos mais seguros;
- Aprimoramento da segurança dos usuários vulneráveis no trânsito (pedestres, ciclistas e motociclistas);
- Aplicação dos regulamentos de segurança veicular internacionais;
- Incentivo ao uso, pelo governo e por frotistas privados, de veículos que disponham de tecnologias de segurança avançadas e que ofereçam níveis elevados de proteção aos ocupantes;
- Criação da rotulagem veicular de segurança;
- Incremento da segurança dos veículos comercializados no Brasil acompanhando as evoluções tecnológicas da indústria automobilística mundial;
- Promoção da maior segurança correlacionada com a telecomunicação embarcada em veículos;
- Compatibilização da legislação brasileira com as diretrizes de circulação de veículos autônomos;
- Promoção de maior segurança cibernética em veículos;
- Fomento à pesquisa científica e o desenvolvimento de itens de segurança veicular;
- Estímulo à fabricação de veículos e sistemas com elevado nível de segurança, inclusive por meio de incentivos fiscais;

- Aprimoramento do processo de investigação sinistros de consumo e de comunicação de recall;
- Aprimoramento do processo de homologação de veículos;
- Criação de estrutura laboratorial para a realização de ensaios de homologação, de avaliação da conformidade da produção e de investigação de sinistros de consumo;
- Elaboração de plano de comunicação continuada sobre o funcionamento das tecnologias de segurança;
- Aprimorar o processo de investigação de sinistros de trânsito.

De forma complementar e reforçando os aspectos extraídos do PNATRANS, entende-se que os novos veículos devem proporcionar melhor desempenho na frenagem e no desvio de trajetória (manobras fundamentais para evitar a ocorrência e a gravidade dos sinistros), bem como maior proteção aos ocupantes e às outras pessoas envolvidas em colisões (pedestres, ciclistas, motociclistas e ocupantes de outros veículos). Os caminhões devem ter uma relação potência-peso acima de um valor mínimo que garanta o desenvolvimento de velocidades aceitáveis nas rampas em aclive.

As motocicletas devem ter menor potência para evitar o desenvolvimento de velocidades e acelerações incompatíveis com esse tipo de veículo, bem como ser dotadas de antena protetora do pescoço e cabeça (“corta pipa”) e protetor de perna (“mata cachorro”) para proteger os condutores. Uma medida mais radical seria obrigar as motocicletas a terem sistema limitador de velocidade. As bicicletas devem ter material refletivo na parte traseira e nos pedais para que sejam mais visíveis à noite.

### **Manutenção dos veículos**

De maneira geral, a frota de veículos no país deixa bastante a desejar em termos de manutenção. Três são os principais motivos disso: não existência de inspeção periódica obrigatória (adotada na maioria dos países de alta renda), fiscalização rotineira incipiente e falta de campanhas de impacto mostrando à população os riscos da falta de manutenção.

A questão da manutenção dos veículos é contemplada em duas ações previstas no PNATRANS (Pilar 3 – Segurança Veicular), a saber (Brasil, 2021a):

- Implantação de processo de inspeção técnica veicular para os

veículos em circulação;

- Aprimoramento do processo de certificação do mercado de reposição de peças, equipamentos e sistemas de veículos.

Para além das ações do PNATRANS, para que haja uma melhoria geral da manutenção dos veículos da frota nacional são necessárias as seguintes ações complementares: aprimoramento da fiscalização rotineira nas abordagens policiais e realização de campanhas mostrando à população os riscos da falta de manutenção.

### **// EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO**

As diretrizes sobre a Educação para o Trânsito no país estão estabelecidas de modo adequado na Constituição Federal, no Código de Trânsito Brasileiro, nas resoluções do CONTRAN e outras leis específicas. No entanto, a implementação dessas diretrizes na prática não tem sido satisfatória.

Um dos entraves à implementação de ações efetivas no campo da Educação para o Trânsito no país diz respeito à falta de recursos. Nem mesmo os recursos garantidos pela lei têm sido aplicados pelas três instâncias de governo (federal, estadual e municipal).

Uma crítica com relação à Educação para o Trânsito no país é a politização e personalização dos programas. O que deveria ser uma política pública do Estado em favor da sociedade é colocado como política de Governo, criando, assim, resistências a sua implementação e a sua continuidade.

### **Educação para o trânsito nas escolas**

A Educação para o Trânsito nas escolas é bastante incipiente nos três níveis (fundamental, médio e superior) e quase não há instituições, públicas ou privadas, que adotam de maneira sistemática a educação para o trânsito nos seus currículos. Também deve ser apontada a inadequação das instalações para o treinamento prático das crianças e pré-adolescentes.

As seguintes ações elencadas no PNATRANS em seu “Pilar 4 – Educação para o Trânsito” podem contribuir para transformar a realidade da educação para o trânsito nas escolas (Brasil, 2021a):

- Estabelecimento de Diretrizes Nacionais da Educação para o Trânsito para a Educação Básica;
- Definição de critérios para avaliação de materiais didáticos, pro-



jetos e ferramentas educacionais focadas no trânsito de forma geral, fundamentadas nas Diretrizes Nacionais da Educação para o Trânsito definidas pelo CNE/Ministério da Educação;

- Criação, desenvolvimento e/ou fortalecimento de programas e projetos voltados à capacitação direta dos docentes para inserção da educação para o trânsito de forma transversal e interdisciplinar na atividade pedagógica;
- Desenvolvimento de materiais pedagógicos para o Ensino Básico com o apoio de Instituições de Ensino Superior e/ou outras instituições que tenham experiência no assunto;
- Divulgação de experiências e projetos bem-sucedidos criando um banco de experiências, boas práticas e referências para trocas de conhecimento entre o Sistema Nacional de Trânsito e ONGs;
- Fomento à implantação de projetos que estimulem a vivência do trânsito no ambiente escolar;
- Divulgação do diagnóstico da educação para o trânsito como tema transversal e interdisciplinar na Educação Básica.

### **Formação e habilitação de condutores**

As seguintes principais falhas podem ser apontadas no processo de formação e habilitação dos condutores: os instrutores não têm, muitas vezes, o preparo adequado para ministrar as aulas teóricas e práticas; o objetivo dos cursos de preparação, em geral, está na aprovação nos exames teórico e prático e não, como seria correto, no aprendizado de como conduzir e se comportar no trânsito; não há treinamento em todas as condições reais: rodovias (dos diversos tipos), com chuva, à noite, sob neblina, etc.

A questão da formação e habilitação dos condutores é contemplada nas seguintes ações previstas no PNATRANS (Pilar 4 – Educação para o trânsito), a saber (Brasil, 2021a):

- Acompanhamento dos resultados de aprendizado dos condutores no decorrer do processo de ensino-aprendizagem por meio da respectiva metodologia estabelecida;
- Atualização das exigências da formação inicial, atualização e formação continuada dos profissionais que atuam no Processo de Formação de Condutores (instrutores, examinadores, coordenadores de educação, Diretor de Ensino e Diretor Geral, entre outros);
- Desenvolvimento de um banco nacional de questões para todos

os exames teóricos;

- Elaboração de um manual de padronização de procedimentos para todos os exames práticos;
- Atualização dos critérios e a metodologia do exame de aptidão física e mental e da avaliação psicológica para obtenção e renovação da CNH;
- Atualização dos critérios para credenciamento, renovação e metodologia de avaliação dos Centros de Formação de Condutores.

### **Campanhas educativas**

As campanhas educativas veiculadas pela mídia (internet, rádio, televisão, jornal e outdoor) e outros meios (redes sociais, grupos de mensagens, cartazes, folhetos, etc.) são, claramente, em número insuficiente e de pouca eficácia. Em geral, são muito genéricas e veiculam mensagens de pouco ou nenhum impacto emocional — consequentemente, sem nenhum efeito sobre o comportamento das pessoas. Outro problema diz respeito ao fato das campanhas voltadas para a segurança no trânsito constituírem, em geral, ações isoladas sem continuidade, monitoramento e avaliação da eficácia.

Em relação às campanhas educativas, têm-se as seguintes ações previstas no PNATRANS, em seu “Pilar 4 – Educação para o trânsito” (Brasil, 2021a):

- Fortalecimento da estrutura das ações de educação para o trânsito da SENATRAN;
- Veiculação de campanhas educativas de trânsito, preferencialmente associadas às ações de fiscalização e engenharia, com base nas diretrizes definidas pelo CONTRAN;
- Destinação de espaço nas notificações de autuação e penalidade para divulgação de mensagens educativas e estatísticas de sinistros de trânsito;
- Estabelecimento de diretrizes para o desenvolvimento de campanhas educativas em mídia de massa, visando mudança de comportamento, de acordo com as recomendações da OMS e tendo como base os principais fatores de risco e estratégias de disseminação;
- Estabelecimento de parcerias com a iniciativa privada e organismos não governamentais para produção e disseminação de materiais e campanhas educativas;
- Instituição da obrigatoriedade da inserção nos Planos de Exploração Rodoviária (PER) ou similares de projetos ações educativas para

os usuários e comunidades adjacentes em articulação com os entes do Sistema Nacional de Trânsito envolvidos;

- Incentivo à produção e veiculação de campanhas educativas no setor privado, a partir da criação de critérios para concessão de um selo SENATRAN de Instituição Parceira;
- Veiculação de campanhas publicitárias pelo Sistema Nacional de Trânsito incentivando o uso do transportes mais sustentáveis (transporte coletivo, modos ativos);
- Realização de pesquisas de avaliação pós-campanha, incluindo índices-chave como lembrança espontânea, estimulada, perfis sociodemográficos e de disposição de mudança de comportamento pós-exposição às campanhas;
- Promoção de treinamentos com jornalistas e equipes de comunicação de diferentes instâncias de governo para compartilhar conceitos fundamentais da abordagem de Sistema Seguro, fontes de dados, fatores de risco, usuários vulneráveis, velocidade excessiva e abordagens possíveis no tema de segurança no trânsito e acesso a fontes para entrevistas.

Considera-se, ainda, que o engajamento da sociedade no combate à sinistralidade viária é ainda baixo; em consequência, não há uma cultura de mobilidade segura no país — condição vital para a redução da sinistralidade. As várias esferas de governo devem atuar no sentido de promover o efetivo engajamento de toda a sociedade (órgãos de comunicação, polícia, fabricantes de veículos, organizações não governamentais, órgãos responsáveis pelas rodovias, empresas de transporte de carga e passageiros, empresas em geral, clubes de serviço, usuários, etc.) no processo de redução da sinistralidade viária. As considerações que seguem estão baseadas no Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV). Um exemplo de ação neste sentido é o movimento “Maio Amarelo”, apresentado no Capítulo 10 – Educação para o Trânsito.

### **Formação de profissionais**

Não há profissionais especializados em número suficiente para atuar na área de segurança no trânsito, sendo a questão tratada com frequência por pessoas sem o conhecimento técnico necessário. Esta realidade inclui tanto a disponibilidade de profissionais para atuar na qualificação da infraestrutura viária e da segurança

veicular, quanto profissionais que atuam na formação de outros profissionais na área de trânsito.

A questão da formação de profissionais para atuar em prol da mobilidade segura é contemplada nas seguintes ações previstas no PNA-TRANS, em seu “Pilar 4 – Educação para o trânsito” (Brasil, 2021a):

- Fortalecimento, ampliação e estruturação das Escolas Públicas de Trânsito como ente disseminador de conhecimento e formador de profissionais e agentes públicos ligados ao trânsito;
- Criação e implantação de programas de prevenção e capacitação nas Universidades Federais, Estaduais e privadas, desenvolvidos pelos cursos da área da saúde (Medicina e Enfermagem), Ligas de Trauma e de Emergência, Corpos de Bombeiros, unidades militares ou sociedades civis para treinamentos da população;
- Estabelecimento de linhas de pesquisa com financiamento permanente junto às agências de fomento e conselhos (nacional e estaduais) para a educação para o trânsito;
- Fomento à disponibilização de cursos de pós-graduação, lato e stricto sensu, em universidades públicas e privadas;
- Incentivo às instituições de ensino superior a disponibilizarem em seus currículos disciplinas relacionadas à segurança viária em consonância com as diretrizes nacionais de educação para o trânsito;
- Fomento à criação de centros de pesquisa que envolvam universidades, empresas privadas e entidades governamentais que atuem na área de segurança viária;
- Disponibilização de plataformas educativas digitais (on-line) a fim de permitir a capacitação continuada de agentes públicos na área de segurança viária;
- Fomento à participação de agentes públicos nos cursos de formação continuada, compostos por graduação, extensão, pós-graduação (lato sensu e stricto sensu) em entidades nacionais e internacionais, no Brasil e no exterior.

### **// ATENDIMENTO ÀS VÍTIMAS**

O atendimento médico das vítimas dos sinistros no trânsito é bastante precário em várias partes do país, sobretudo nos locais com menor nível de desenvolvimento econômico. Os principais problemas são: demora na chegada da equipe de socorro especializada para o atendimento de urgência e transporte das vítimas, falta de

médicos especializados em traumatismos e falta de instalações e equipamentos adequados nos hospitais.

As principais ações previstas no PNATRANS (Pilar 5 – Atendimento às Vítimas) encontram-se listadas a seguir (Brasil, 2021a):

- Adequação das bases operacionais de resgate existentes e criação de novas, a fim de atender os critérios de tempo-resposta necessários ao atendimento adequado das vítimas nas principais rodovias;
- Desenvolvimento de sistemas locais de atendimento ao trauma, organizando a rede hospitalar;
- Disponibilização de novas unidades de pronto atendimento ao longo das rodovias federais e estaduais com os maiores índices de sinistros;
- Fortalecimento do Programa Comandos de Saúde nas Rodovias (CSR);
- Implantação de centros de trauma, distribuídos estrategicamente nas proximidades das principais rodovias;
- Implementação de bases de resgate aeromédico em regiões metropolitanas que ainda não dispõem do serviço;
- Regulamentação de um sistema nacional de chamadas de emergência (eCall);
- Desenvolvimento e implementação de modelo de avaliação e monitoramento do atendimento às vítimas;
- Ampliação do Programa Pró-Residência com foco nas áreas que atuam no atendimento às vítimas de sinistros de trânsito;
- Construção e regulamentação da Política Nacional de Atendimento ao Trauma, subsidiada por programas que contemplam os eixos: prevenção, atendimento pré-hospitalar (APH), assistência hospitalar e reabilitação;
- Criação e implantação do Registro Nacional de Trauma, incluindo a criação de bases regionais e estaduais de atualização;
- Criação e implantação de um Comitê Nacional de Trauma e os correspondentes estaduais, municipais ou regionais;
- Desenvolvimento do Ciclo de Atendimento às Vítimas contemplando atendimento pré-hospitalar, regulação das urgências e intra-hospitalar;
- Obrigatoriedade da presença de especialistas em Medicina de Emergência e Cirurgia do Trauma (Residência Médica) e Emergência Médica nos hospitais que atendem vítimas de sinistros de trânsito;
- Fomento a parcerias ou termos de cooperação entre os órgãos que prestam serviço de atendimento às vítimas de sinistros de

trânsito (SAMU, Bombeiros, PRF, organizações militares, organizações voluntárias e serviços privados);

- Implantação de metodologia de avaliação de programas governamentais preventivos aos sinistros de trânsito envolvendo condutores do transporte rodoviário de passageiros e de cargas;
- Inclusão dos sinistros de trânsito como agravo de notificação compulsória da CID -10;
- Criação de programa de prevenção aos sinistros de trânsito voltado especificamente aos trabalhadores dos transportes que atuam em contexto urbano;
- Revisão e adequação das portarias ministeriais vigentes relativas aos componentes do atendimento ao trauma (SAMU, Rede de Atendimento às Urgências e Emergências - RUE e centros de trauma);
- Realização de diagnóstico da cobertura atual de serviços pré-hospitalares nas principais rodovias, bem como seus indicadores e suas dificuldades operacionais;
- Revisão e atualização dos recursos oriundos do Seguro DPVAT (ou seguro substitutivo) destinados ao Fundo Nacional de Saúde (FNS);
- Garantia e monitoramento do repasse dos recursos financeiros oriundos do DPVAT (ou seguro substitutivo) ao Fundo Nacional de Saúde para utilização exclusiva no atendimento às vítimas.

#### // **NORMATIZAÇÃO E FISCALIZAÇÃO**

De maneira geral, a legislação de trânsito do país, expressa na Constituição Federal (onde são feitas referências genéricas), no Código de Trânsito Brasileiro (documento principal), em resoluções do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), em portarias da Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN), em decretos e em leis específicas, pode ser considerada adequada. Há, no entanto, alguns pontos de atenção no campo da normatização e fiscalização, sendo os principais comentados a seguir.

Os valores das multas de trânsito encontram-se em um patamar muito baixo, pois há muito tempo não são atualizados. Multas com valor significativo atuam no sentido de inibir os usuários de desrespeitar as leis do trânsito, evitando, assim, muitos sinistros.

O nível de fiscalização do trânsito ainda é baixo, tanto no tocante à quantidade como à qualidade. Faltam agentes de trânsito e equipamentos (veículos, radares portáteis, bafômetros, etc.) e a

quantidade de dispositivos de fiscalização eletrônica é pequena em comparação com a empregada nos países de alta renda.

As principais ações previstas no PNATRANS (Pilar 6 – Normatização e Fiscalização) encontram-se listadas a seguir (Brasil, 2021a):

- Criação de solução para veículos abandonados em vias públicas, em estado que ofereça risco à segurança pública e à saúde da população;
- Viabilização da cobrança administrativa dos custos com saúde e previdência social dos causadores de sinistros de trânsito com vítimas;
- Inclusão no CTB dispositivo que regulamente a remoção de pessoas e veículos do local do sinistro de trânsito com vítima;
- Obrigatoriedade da adesão do usuário ao Sistema de Notificação de Trânsito Eletrônica;
- Operacionalização das ações decorrentes da implementação da Convenção de Viena sobre Trânsito Viário de 1968;
- Viabilização da fiscalização e o processamento de infrações de trânsito, independentemente da condução de veículo automotor e de estarem cadastrados nos sistemas de trânsito;
- Aprimoramento da legislação criminal e administrativa relacionada ao consumo de álcool ou de qualquer outra substância psicoativa, no contexto de condução de veículos automotores, para que as punições sejam adequadas e proporcionais;
- Aprimoramento da legislação criminal e dos dispositivos administrativos correlatos, no sentido de buscar punições adequadas, proporcionais e condizentes com os resultados fáticos efetivamente produzidos;
- Implantação do Gravador de Sinistros de Trânsito;
- Ampliação do Modelo de Controle de Velocidade;
- Disponibilização do órgão máximo executivo de trânsito da União de um sistema de talonário eletrônico para todos os órgãos do Sistema Nacional de Trânsito, sendo facultado a cada órgão a utilização de talonário eletrônico próprio;
- Prospecção de novas tecnologias para maior efetividade da fiscalização;
- Análise dos resultados de estudos sobre o drogômetro entregues ao Ministério dos Transportes por ocasião dos trabalhos realizados pelo Ministério da Justiça ou por outras entidades;
- Aperfeiçoamento do modelo de penalização do transporte com excesso de peso e Capacidade Máxima de Tração;
- Ampliação dos meios de fiscalização eletrônica dos limites de

velocidade em rodovias e vias urbanas com limites de velocidade a partir de 60 km/h;

- Modernização dos meios de fiscalização eletrônica de peso e dimensões;
- Incentivo e colaboração para a integração entre as forças de fiscalização e dessas com os órgãos de segurança pública;
- Direcionamento da fiscalização de trânsito em rodovias e estradas para focar em infrações de trânsito de excesso de velocidade e ultrapassagens proibidas;
- Direcionamento da fiscalização de trânsito, mediante abordagem, para constatação das infrações de uso de álcool, descumprimento do tempo de direção dos motoristas profissionais, transporte ilegal de passageiros e, genericamente, as cometidas por condutores de motocicletas, motonetas e ciclomotores;
- Direcionamento da fiscalização de trânsito, durante a atividade cotidiana e rotineira dos agentes da autoridade de trânsito, para constatação das infrações de não uso do cinto de segurança, transporte inadequado de crianças em veículos automotores e utilização do celular pelos condutores;
- Direcionamento da fiscalização de trânsito para a proteção da mobilidade ativa de pedestres e ciclistas, garantindo sua segurança, conforme determinam a Política Nacional de Mobilidade Urbana e o Código de Trânsito Brasileiro;
- Garantir o cumprimento dos processos administrativos e criminais relacionados às infrações de trânsito;
- Estruturar a carreira de Agente de Trânsito no país, nos termos do art. 144 § 10 da Constituição Federal.

### 21.3 QUESTÕES

- 1) Descreva a estrutura do PNATRANS.
- 2) Explique como é a segurança viária na estrutura administrativa da SENATRAN.
- 3) Discorrer brevemente sobre as ações previstas no Pilar 1 do PNATRANS.
- 4) Discorrer brevemente sobre as ações previstas no Pilar 2 do PNATRANS.
- 5) Discorrer brevemente sobre as ações previstas no Pilar 3 do PNATRANS.
- 6) Discorrer brevemente sobre as ações previstas no Pilar 4 do PNATRANS.
- 7) Discorrer brevemente sobre as ações previstas no Pilar 5 do PNATRANS.
- 8) Discorrer brevemente sobre as ações previstas no Pilar 6 do PNATRANS.

## REFERÊNCIAS DO CAPÍTULO

Brasil (2018). **Lei nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018:** Cria o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS) e acrescenta dispositivo à Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), para dispor sobre regime de metas de redução de índice de mortos no trânsito por grupos de habitantes e de índice de mortos no trânsito por grupos de veículos. Brasília, DF: Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/lei/L13614.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13614.htm). Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2021a). **Resolução CONTRAN Nº 870, de 13 de setembro de 2021 - Dispõe sobre o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), instituído pela Lei nº 13.614, de 11 de janeiro de 2018.** Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao8702021.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2021b). **Resolução CONTRAN Nº 883, de 13 de dezembro de 2021 - Dispõe sobre a criação e o Regimento Interno das Câmaras Temáticas vinculadas ao Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN).** Conselho Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/pnatrans/Resolucao-883de13dedezembrode2021.pdf>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

Brasil (2022). **Manual de Diretrizes da Câmara Temática de Gestão e Coordenação do PNATRANS.** Brasília, Brasil: CTPNAT. Disponível em: [https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/pnatrans/copy\\_of\\_ManualdeDiretrizesdaCamaraTematicadeGestoeCoordenadoPNATRANS\\_V05.pdf](https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/pnatrans/copy_of_ManualdeDiretrizesdaCamaraTematicadeGestoeCoordenadoPNATRANS_V05.pdf).

Brasil (2023). **Estrutura administrativa da SENATRAN.** Brasília, Brasil: Secretaria Nacional de Trânsito. Ministério dos Transportes. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estrutura-senatran>. Acesso em: 20 de set. de 2023.

# sobre os autores

## **Antonio Clóvis Pinto “Coca” Ferraz**

Professor Titular do Departamento de Engenharia de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP). É engenheiro civil, mestre e doutor em engenharia de transportes pela EESC-USP. É fundador e atual Coordenador do Núcleo de Estudos de Segurança no Trânsito (NEST) da USP. Foi Professor Visitante nas Universidades de Waterloo (Canadá), Wisconsin (Estados Unidos) e Lund (Suécia). Atua como consultor em Sistemas de Transportes, Engenharia de Tráfego, Segurança no Trânsito e Transporte Público Urbano, no Brasil e no exterior.

## **Jorge Tiago Bastos**

Professor Adjunto do Departamento de Transportes e do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano da Universidade Federal do Paraná. É engenheiro civil pela Universidade Federal do Rio Grande, mestre em engenharia de transportes pela EESC-USP e doutor em engenharia de transportes pela EESC-USP e Hasselt University (Bélgica). É líder do Grupo de Pesquisa “Observatório Nacional de Segurança Viária. Foi pesquisador visitante no Federal Highway Research Institute da Alemanha (BAST) e no Centre for Accident Research and Road Safety (CARRS-Q) da Queensland University of Technology (Austrália). É membro do conselho deliberativo do Observatório Nacional de Segurança Viária.

## **Archimedes Azevedo Raia Junior**

Professor Titular do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos. É engenheiro mecânico pela Faculdade de Engenharia de Bauru da Universidade Estadual Paulista, mestre e doutor em engenharia de transportes pela EESC-USP. É consultor ad hoc do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Foi vencedor do Prêmio Volvo de Segurança no Trânsito e membro do Conselho Diretor da Associação Nacional de Transportes Públicos.

## **Bárbara Stolte Bezerra**

Professora Associada do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Bauru da Universidade Estadual Paulista. É engenheira civil pela EESC/USP, mestre em arquitetura e urbanismo pela Universidade Federal da Bahia e doutora em engenharia de transportes pela EESC-USP. É auditora de Segurança Viária pelo Road Directorate da Dinamarca e especialista em segurança viária pela Lund University (Suécia).

## **Karla Cristina Rodrigues Silva**

Coordenadora do programa Visão Zero do Departamento de Transporte da cidade de Gainesville, Flórida (Estados Unidos). É engenheira civil pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestre e doutora em engenharia de transportes pela EESC-USP. Ocupou cargos de destaque nos setores privado e público, tais como sócia-executiva do Grupo TECTRAN (atualmente Systra Brasil), professora efetiva no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais e professora pesquisadora no Instituto de Transportes da Universidade da Flórida. Atua como membro de painel de projetos de pesquisa na Academia Nacional de Ciências Americana em Programas de Cooperação de Pesquisa Rodoviária (NCHRP).

## **Ana Paula Camargo Larocca**

Professora Associada do Departamento de Engenharia de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), onde coordena pesquisas no eixo temático de Segurança Viária no Laboratório de Simulação de Sistemas de Transportes (LabSim). É engenheira civil, mestre e doutora em engenharia de transportes pela EESC-USP, com doutorado sanduíche na University of New Brunswick (Canadá) e pós-doutorado pela University of Central Florida, no Center for Advanced Transportation Systems Simulation. É Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq Nível 1D.

## **Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos Romão**

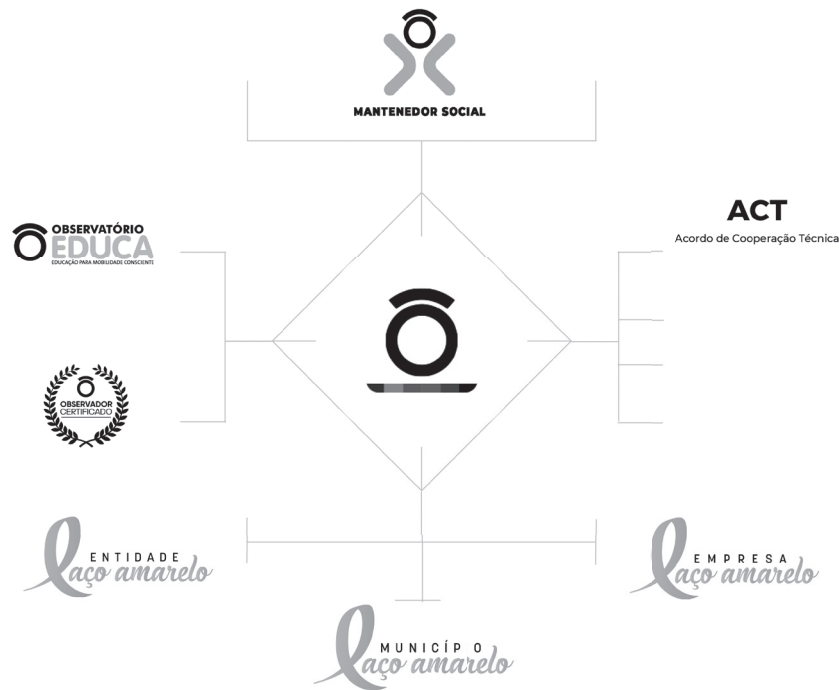
Professora Pleno em Transportes e Mobilidade Urbana no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Fatec Jahu. É engenheira civil pela Faculdade de Engenharia de Bauru da Universidade Estadual Paulista, mestre e doutora em engenharia de transportes pela EESC-USP, com doutorado sanduíche na Universidade de Lisboa (Portugal) e pós-doutorado pela EESC-USP. É especialista em segurança viária pela Lund University (Suécia). Participou de vários projetos nacionais e internacionais sobre engenharia e fatores humanos no trânsito. Como secretária e autoridade municipal de transportes de Jaú (SP), foi vencedora do Prêmio Volvo de Segurança no Trânsito.



# o observatório

O OBSERVATÓRIO Nacional de Segurança Viária é uma instituição social sem fins lucrativos (OSCIP), que atua como catalisador da sociedade brasileira nos assuntos relacionados à mobilidade segura, sendo um grande gerador de conteúdo produzido a partir de uma ampla rede de relacionamento. Por meio de publicações, campanhas, treinamentos, capacitações e movimentos busca influenciar a sociedade e os principais tomadores de decisão em todas as esferas sobre o tema.

Trabalhamos em quatro eixos de atuação que envolvem: de educação, pesquisa, planejamento e informação, promove e executa os subsídios técnicos necessários ao convívio harmônico entre pessoas, veículos e vias. Além disso, ocupamos uma cadeira junto ao ECOSOC (Conselho Econômico e Social) da ONU (Organização das Nações Unidas) e trabalhamos dentro dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Como consequência do desenvolvimento econômico e social do país e do crescimento da população, houve nos últimos tempos um expressivo aumento do número de viagens pelos diferentes modais de transporte. São mais produtos produzidos e consumidos e mais pessoas viajando para trabalhar, estudar, comprar, passear, etc. A frota de veículos em 2023 é 75% maior que em 2010. A população no mesmo período aumentou 10%.

Ainda que o Brasil tenha implementado importantes ações para reduzir a sinistralidade viária, o problema ainda continua grave. O número de mortes por bilhão de quilômetro percorrido (a taxa mais adequada para medir a mortalidade no trânsito) é, no país, entre 5 e 17 vezes maior que nos países de alta renda.

É incontestável que o Brasil necessita avançar muito na questão do combate à sinistralidade viária. Para isso é preciso vontade política, conhecimento dos especialistas e engajamento da sociedade. Além de uma melhor Engenharia, Educação, Esforço Legal, Atendimento às Vítimas e Gestão da Segurança Viária, é preciso avançar na criação de uma cultura de segurança no trânsito.

Este livro, fruto de parceria da Pós-graduação em Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos da USP, da Universidade Federal do Paraná e do Observatório Nacional de Segurança no Viária, tem por objetivo contribuir para a redução da sinistralidade viária no país – esse flagelo que mata milhares de pessoas, deixa um grande número de incapacitados, causa tanto sofrimento e tem um custo elevadíssimo para a sociedade brasileira.

**Prof. Coca Ferraz** – Escola de Engenharia de São Carlos da USP

**Prof. Jorge Tiago Bastos** – Universidade Federal do Paraná

**Paulo Guimarães** – Observatório Nacional de Segurança Viária

