

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CURSO DE MESTRADO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA
POTENCIAL DAS PISTAS EXCLUSIVAS
DESTINADAS À OPERAÇÃO DE SISTEMAS BUS
RAPID TRANSIT (BRT)**

Leonardo Rios Bronzo de Almeida

Belo Horizonte

2016

Leonardo Rios Bronzo de Almeida

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA
POTENCIAL DAS PISTAS EXCLUSIVAS
DESTINADAS À OPERAÇÃO DE SISTEMAS BUS
RAPID TRANSIT (BRT)**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geotecnia e Transportes.

Área de concentração: Transportes

Orientador: Profa. Heloisa Maria Barbosa, PhD.

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Cardoso

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2016

A447m

Almeida, Leonardo Rios Bronzo de.

Método de avaliação da segurança potencial das pistas exclusivas destinadas à operação de sistemas Bus Rapid Transit (BRT) [manuscrito] / Leonardo Rios Bronzo de Almeida. - 2016.

xiii, 136 f., enc.: il.

Orientadora: Heloisa Maria Barbosa.

Coorientador: Leandro Cardoso.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Anexos: f.120-136.

Bibliografia: f. 112-119.

1. Engenharia de transportes - Teses. 2. Sistema BRT de transporte - Teses. 3. Segurança de trânsito - Teses. I. Barbosa, Heloisa Maria. II. Cardoso, Leandro. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 656(043)



FOLHA DE APROVAÇÃO

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA POTENCIAL DAS PISTAS EXCLUSIVAS DESTINADAS À OPERAÇÃO DE SISTEMAS BUS RAPID TRANSIT (BRT)

LEONARDO RIOS BRONZO DE ALMEIDA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em GEOTECNIA E TRANSPORTES, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOTECNIA E TRANSPORTES, área de concentração TRANSPORTES.

Aprovada em 27 de junho de 2016, pela banca constituída pelos membros:

Profª. Heloisa Maria Barbosa - Orientador
UFMG

Prof. Ronaldo Guimarães Gouvêa
UFMG

Profª. Christine Tessele Nodari
UFRGS

Osias Baptista Neto

Belo Horizonte, 27 de junho de 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por minha existência, por minha saúde e por minha força para enfrentar os desafios que a vida nos impõe.

Aos meus pais, Franklin e Maria de Lourdes, pela forma de criação, incentivo e valores éticos repassados ao longo de todos os anos de minha vida. À minha irmã, Cristianne, pela cooperação, amizade e constante incentivo.

À minha esposa, Adélia, pelo apoio, compreensão e incentivo nas inúmeras horas consumidas para o desenvolvimento deste trabalho; aos meus filhos Felipe e Isabela, razões que me encorajam a lutar cada vez mais, pelos dias em que não puderam se divertir em função do meu empenho para desenvolver este trabalho.

À minha orientadora, Profa. Heloisa Maria Barbosa, por sua dedicação contínua, inclusive nos dias mais difíceis de sua vida; por seu grande e nobre conhecimento, pelas orientações, pela paciência, pelo incentivo, pela confiança e pelo pleno apoio durante todo o curso de mestrado.

Ao meu coorientador, Prof. Leandro Cardoso, responsável por me encorajar e por defender meus interesses nos momentos necessários.

À Profa. Christine Tessele Nodari, ao Prof. Ronaldo Guimarães Gouvêa e ao Engenheiro Osias Baptista Neto, por terem gentilmente aceitado o convite de fazer parte da banca examinadora da minha dissertação. À Profa. Leise Kelli de Oliveira e Prof. Nilson Tadeu Ramos, Phd, pelos conhecimentos compartilhados ao longo de todo o curso de mestrado,

Aos funcionários e colegas do Mestrado em Geotecnia e Transportes da UFMG, pelos debates e trocas de conhecimento durante todo o curso.

Aos meus colegas da BHTRANS, especialmente ao Daniel Marx Couto, pela concessão das horas necessárias à minha participação no curso de mestrado, à Liliana Hermont e Gustavo Fonseca de Oliveira, pelo pleno incentivo e apoio incondicional em todas as etapas do curso, ao Luis Castilho, pelas compensações realizadas nas várias reuniões que deixei de participar, ocasionadas pelas minhas ausências na empresa. Finalmente aos colegas Rubens Gonçalves, Luciano Chagas e Cláudia Márcia Ramos, que também me prestaram valiosos auxílios ao longo de todo o curso de mestrado.

“A cultura forma sábios; a educação, homens.”

Louis Bonald

RESUMO

A expansão dos Sistemas *Bus Rapid Transit (BRT)*, nas grandes e médias cidades do mundo, pode agravar as condições de insegurança viária, já que normalmente este tipo de transporte urbano resulta em velocidades operacionais mais elevadas que as verificadas nos sistemas convencionais. Ressalta-se ainda, como características comuns presentes nos Sistemas *BRT*, a utilização de veículos de maior capacidade (articulados ou biarticulados), com maiores dificuldades de frenagem, além de grandes movimentações de passageiros, sobretudo nas proximidades das estações de embarque e desembarque. Frente à crescente difusão dos Sistemas *BRT*, notadamente nos países em desenvolvimento, onde a disponibilidade dos recursos financeiros mostra-se bem mais escassa em relação às nações mais desenvolvidas, as ações voltadas ao tratamento dos acidentes de trânsito são normalmente reativas, ou seja, são geralmente tomadas após o acontecimento dos fatos. Muitos Sistemas *BRT* já implantados e atualmente em plena operação sequer passaram por análises preliminares, capazes de avaliar os requisitos mínimos necessários à promoção das condições de segurança aos usuários. Neste contexto, foi desenvolvido um método de avaliação da segurança potencial para as pistas de *BRT* (denominado ISP-BRT), baseado nas opiniões coletadas junto aos especialistas com domínio sobre o tema, correspondentes aos fatores viário/ambientais mais contributivos para a promoção e manutenção da segurança nas pistas exclusivas destinadas à operação deste sistema de transporte urbano. A aplicação do método se deu nas pistas destinadas à operação do Sistema *BRT MOVE* da Av. Presidente Antônio Carlos, localizada na cidade de Belo Horizonte, sendo possível determinar os segmentos viários que apresentaram maiores deficiências em relação às suas condições de segurança. O método permitiu classificar os níveis de segurança dos trechos avaliados, norteando a proposição de diretrizes de segurança viária pelos gestores competentes e contribuindo para a adoção de medidas mais eficazes, capazes de mitigar e reverter os problemas identificados.

Palavras-chave: Sistemas *BRT*, segurança viária, acidentes de trânsito, fatores viário/ambientais.

ABSTRACT

The expansion of the Bus Rapid Transit System (BRT), in medium and large cities in the world, can get worse the road insecurity conditions, since usually this type of urban transport brings results in higher operating speeds than in conventional systems. It is important to mention common features on this system, the use of vehicles of greater capacity (articulated or bi-articulated), with greater braking difficulties, and intense movements of passengers, especially nearby boarding and disembarking stations. The crescent diffusion of BRT systems, especially in developing countries where the availability of resources are restricted compared to developed countries, actions related traffic accidents are usually taken after the occurrence of events. Many BRT systems installed and currently in operation hadn't preliminary analysis, able to estimate the minimum necessary requirements for the promotion of safety conditions for users. In this context, it was developed a method for the BRT lanes (called ISP-BRT), based on opinions collected from a team of specialists with knowledge and experience, related to road/environmental factors more contributive to the development and maintenance of safety on tracks operated with this kind of system. The method implementation was performed at Presidente Antônio Carlos Ave., located in Belo Horizonte city, and it was possible to determine the segments with major safety problems. Finally, the method allowed to classify the security levels of each section, suggesting to the managers strategic guidelines and to contribute to the adoption of effective measures capable to reduce and to reverse the identified problems.

Keywords: BRT systems, road safety, road accidents, road/environmental factors.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa.....	2
1.2 Objetivos do Trabalho	3
1.3 Oportunidade de desenvolvimento e estudo de referência	4
1.4 Limitações do trabalho	6
1.5 Contribuições do trabalho.....	6
1.6 Estrutura da dissertação	7
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1 Breve cenário dos acidentes de trânsito no Brasil e no mundo	10
2.2 Fatores que influenciam na ocorrência dos acidentes de trânsito.....	14
2.3 A expansão dos Sistemas BRT nas últimas décadas	18
2.4 Auditorias de Segurança Viária.....	19
3 METODOLOGIA	23
3.1 Etapas de desenvolvimento do trabalho	23
3.1.1 Descrição da Etapa 1:.....	24
3.1.2 Descrição da Etapa 2:.....	27
3.1.3 Resumo da Metodologia.....	27
4 ELABORAÇÃO DO ISP-BRT.....	29
4.1 Diretrizes para a elaboração da matriz de critérios.....	29
4.2 Matriz de critérios, macrogrupos e fatores de avaliação	30
4.3 Elaboração do formulário de pesquisa.....	35
4.3.1 Características da pesquisa.....	36
4.4 Definição de escala para a atribuição das notas	37
4.5 Ponderação das características físicas do ISP-BRT e estimação dos pesos relativos dos fatores avaliados.....	39
4.6 Cálculo do ISP- $BRT_{\text{parcial/segm}}$	41
4.7 Cálculo do ISP- $BRT_{\text{global/segm}}$	42

4.8	Cálculo do ISP- BRT _{trecho}	43
5	RESULTADOS	44
5.1	Dados de perfil dos respondentes	44
5.1.1	Níveis de escolaridade.....	44
5.1.2	Faixas etárias	45
5.1.3	Tempo de experiência profissional	45
5.1.4	Correlação da área de atuação à segurança viária	46
5.1.5	Ramo de atuação:	47
5.2	Análise de dados pelo método estatístico Box Plot.....	47
5.2.1	Análise <i>Box Plot</i> : Macrogrupo “Condições do Pavimento”	49
5.2.2	Análise <i>Box Plot</i> : Macrogrupo “Sinalização Viária”	50
5.2.3	Análise <i>Box Plot</i> : Macrogrupo “Tratamento aos pedestres”	51
5.2.4	Análise <i>Box Plot</i> : Macrogrupo “Condições de Geometria”	53
5.2.5	Análise <i>Box Plot</i> : Macrogrupo “Fiscalização”	54
5.2.6	Análise <i>Box Plot</i> : Macrogrupo “Condições de Visibilidade”	55
5.3	Análise de dados dos macrogrupos pelo método de Ordenação Seletiva.....	56
5.3.1	Análise de dados – Ramos de atuação dos especialistas	60
5.3.2	Análise de dados dos fatores – Ramo de atuação dos especialistas	63
5.3.3	Análise de dados dos fatores mais relevantes	66
5.3.4	Análise de dados de pesquisa por ramo de atuação dos respondentes	67
5.4	Cálculo dos pesos relativos dos fatores viário/ambientais	69
6	PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE CAMPO (PIC-BRT)	72
6.1	Definição dos segmentos e trechos viários a serem inspecionados:.....	72
6.2	Condições para inspeção de fatores específicos dos segmentos viários.....	73
6.3	Critérios para a escolha e dimensionamento da equipe de avaliadores.....	74
6.4	Procedimentos e materiais necessários à inspeção de campo.....	76
6.5	Escala de notas das condições de avaliação dos fatores	77
6.6	Critérios referenciais para a redução da subjetividade das avaliações	78
6.7	Escala semântica do ISP-BRT	79

7	ESTUDO DE CASO	81
7.1	Aplicação do método	81
7.1.1	Escolha e detalhamento da área do estudo	81
7.1.2	Determinação dos segmentos viários e trechos	83
7.1.3	Fundamentação para escolha dos trechos viários.....	85
7.1.4	Condições, empenho de equipe, material e equipamentos.....	86
7.1.5	Utilização de câmera para filmagem dos trechos inspecionados	88
7.1.6	Procedimento de relativização das condições dos fatores dentro do contexto geral dos trechos avaliados	89
7.1.7	Procedimentos para a análise das características viárias por meio dos vídeos ..	90
7.1.8	Forma de cálculo do ISP-BRT dos segmentos viários da pista do MOVE.....	92
7.1.9	Resultados obtidos nas inspeções.....	95
7.2	Validação do ISP-BRT	101
7.2.1	Validação do método pela análise de acidentes	102
7.2.2	Validação do método pela análise geral dos trechos.....	104
7.2.3	Validação do método pela análise dos segmentos viários do Trecho 1	104
7.2.4	Validação do método pela análise dos segmentos viários do Trecho 2	107
7.2.5	Análise geral da validação do método.....	108
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	109
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
	APÊNDICE A – MODELO DE FORMULÁRIO DE PESQUISA.....	120
	APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS FATORES	125
	APÊNDICE C – CÁLCULO DOS ÍNDICES DOS SEGMENTOS.....	130

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Inter-relação entre os fatores causais dos acidentes de trânsito.....	16
Figura 3.1 – Diagrama das principais etapas de desenvolvimento do trabalho	23
Figura 3.2 – Representação dos equipamentos de fiscalização eletrônica nas pistas do MOVE	25
Figura 4.1 - Escala de notas por grau de influência, disposta no formulário de pesquisa	38
Figura 4.2 - Exemplo da escala de atribuição de nota.....	38
Figura 4.3 - Exemplo de atribuição de nota dos macrogrupos, expressa no formulário de pesquisa	39
Figura 5.1 – Distribuição percentual dos níveis de escolaridade dos respondentes.....	45
Figura 5.2 – Distribuição percentual das faixas etárias dos respondentes	45
Figura 5.3 – Distribuição percentual do tempo de experiência profissional dos respondentes	46
Figura 5.4 – Distribuição percentual da correlação da área de atuação ao tema “segurança viária”	46
Figura 5.5 – Distribuição percentual dos ramos de atuação dos respondentes	47
Figura 5.6 - Representação gráfica do método <i>Box Plot</i>	49
Figura 5.7 – Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Condições do Pavimento”	50
Figura 5.8 - Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Sinalização Viária”	51
Figura 5.9- Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Tratamento aos pedestres”	52
Figura 5.10 - Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Condições de Geometria”	53
Figura 5.11 - Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Fiscalização”	54
Figura 5.12 - Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Condições de Visibilidade”.....	55
Figura 5.13 – Gráfico comparativo das atribuições de importância por grupo de profissionais	62
Figura 5.14 – Atribuições dos graus de importância por macrogrupo de assuntos (ramos de atuação)	68
Figura 6.1 – Representação dos segmentos viários de comprimentos fixos	73
Figura 6.2 - Representação dos segmentos viários de comprimentos variáveis	73
Figura 6.3 – Tipo de câmera externa utilizada	77
Figura 6.4 - Condição A: possibilidade de contagem dos buracos na via.....	79
Figura 6.5 - Condição B: situação de impossibilidade para a contagem dos buracos na via...	79

Figura 7.1 – Representação da Av. Presidente Antônio Carlos na localidade de Belo Horizonte.....	82
Figura 7.2 – Módulos sequenciais da Estação Mineirão.....	82
Figura 7.3 – Representação dos dois trechos viários vistoriados (centro/bairro e bairro/centro)	83
Figura 7.4 – Delimitações dos segmentos viários do Trecho 1 (centro/bairro)	85
Figura 7.5 – Delimitações dos segmentos viários do Trecho 2 (bairro/centro)	85
Figura 7.6 – Representação das condições das três inspeções realizadas	87
Figura 7.7 – Câmera acoplada no capô do veículo	87
Figura 7.8 – Segmento viário 12, classificado como o mais seguro dentre todos os avaliados	97
Figura 7.9 - Segmento viário 22, classificado como o menos seguro dentre todos os avaliados	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Principais características de elaboração dos trabalhos	5
Tabela 2.1 - Descrição dos fatores contribuintes para ocorrência dos acidentes	14
Tabela 2.2 – Principais indicadores de <i>BRT</i> por região	18
Tabela 2.3 – Estágios da ASV	22
Tabela 3.1 – Resumo dos métodos estatísticos utilizados para a análise dos dados	27
Tabela 3.2 – Resumo dos tópicos de desenvolvimento relativos à Etapa 1	28
Tabela 3.3 - Resumo dos tópicos de desenvolvimento relativos à Etapa 2.....	28
Tabela 4.1 – Checklists utilizados para o levantamento dos fatores contribuintes	30
Tabela 4.2 – Matriz de critérios dos fatores contribuintes para os acidentes de trânsito	31
Tabela 4.3 – Número de fatores avaliados dentro de cada macrogrupo de assunto.....	34
Tabela 4.4 – Fatores componentes do macrogrupo “Condições do Pavimento”	34
Tabela 4.5 - Fatores componentes do macrogrupo “Sinalização Viária”	34
Tabela 4.6 - Fatores componentes do macrogrupo “Tratamento aos Pedestres”	34
Tabela 4.7 - Fatores componentes do macrogrupo “Geometria da Via”	35
Tabela 4.8 - Fatores componentes do macrogrupo “Fiscalização”	35
Tabela 4.9 - Fatores componentes do macrogrupo “Condições de Visibilidade”	35
Tabela 4.10 - Índice de retorno dos formulários aplicados	37
Tabela 4.11 – Tendência das notas por escala gradativa de importância.....	37
Tabela 4.12 - Exemplo: cálculo dos pesos relativos dos fatores relacionados ao macrogrupo “Condições do Pavimento”	40
Tabela 5.1 – Características predominantes dos respondentes	44
Tabela 5.2 - Relação atributo/peso – Método ordenação seletiva.....	57
Tabela 5.3 - Frequências das notas atribuídas aos macrogrupos de assuntos pelos especialistas	57
Tabela 5.4 - Valor ponderado do macrogrupo “Condições do pavimento” por importância... 57	57
Tabela 5.5 – Valor ponderado do macrogrupo “Sinalização Viária” por importância	58
Tabela 5.6 - Valor ponderado do macrogrupo “Tratamento aos pedestres” por importância.. 58	58
Tabela 5.7 - Valor ponderado do macrogrupo “Condições de Geometria” por importância... 58	58
Tabela 5.8 - Valor ponderado do macrogrupo “Fiscalização” por importância.....	59
Tabela 5.9 - Valor ponderado do macrogrupo “Condições de Visibilidade” por importância 59	59
Tabela 5.10 - Ordenamento geral de importância por macrogrupo avaliado (em %).....	60

Tabela 5.11 – Ordenamento dos graus de importância – Profissionais da área de segurança viária.....	61
Tabela 5.12 - Ordenamento dos graus de importância – Profissionais que não atuam na área de segurança viária	62
Tabela 5.13 – Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Condições do Pavimento.....	63
Tabela 5.14 - Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Sinalização Viária.....	64
Tabela 5.15 - Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Tratamento aos Pedestres	64
Tabela 5.16 - Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Condições da Geometria.....	65
Tabela 5.17 – Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Fiscalização	65
Tabela 5.18 - Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Condições de Visibilidade	65
Tabela 5.19 – Maiores médias de notas dos fatores contribuintes dentro de cada macrogrupo	66
Tabela 5.20 – Quantidade de respondentes por setores de atuação	67
Tabela 5.21 – Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Condições do Pavimento”	69
Tabela 5.22 - Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Sinalização Viária”	70
Tabela 5.23 - Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Tratamento aos pedestres”	70
Tabela 5.24 - Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Condições da Geometria”	71
Tabela 5.25 - Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Fiscalização”.....	71
Tabela 5.26 - Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Condições de Visibilidade”.....	71
Tabela 6.1 – Classificações e notas atribuídas às condições dos fatores viário/ambientais....	77
Tabela 6.2 – Escala semântica do ISP-BRT.....	80
Tabela 7.1 – Tabela de nomenclatura dos segmentos viários – Trecho 1	84
Tabela 7.2 - Tabela de nomenclatura dos segmentos viários – Trecho 2.....	84

Tabela 7.3 - Descrição das datas e condições das inspeções realizadas	86
Tabela 7.4 – Critérios de notas adotados para os fatores relacionados ao pavimento	90
Tabela 7.5 – Cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$ do macrogrupo Pavimento.....	92
Tabela 7.6 - Cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$ do macrogrupo Sinalização Viária.....	92
Tabela 7.7 - Cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$ do macrogrupo Tratamento aos pedestres.....	92
Tabela 7.8 - Cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$ do macrogrupo Condições de Geometria.....	93
Tabela 7.9 - Cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$ do macrogrupo Fiscalização.....	93
Tabela 7.10 - Cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$ do macrogrupo Condições de Visibilidade	93
Tabela 7.11 – Cálculo do $ISP-BRT_{global/segm}$ do Segmento 1	93
Tabela 7.12 – Classificação do Segmento 1	94
Tabela 7.13 – Exemplo de cálculo do $ISP-BRT_{global/trecho}$ do Trecho 1	94
Tabela 7.14 - Classificação do Trecho 1	95
Tabela 7.15 – Classificação dos trechos quanto à segurança viária.....	95
Tabela 7.16 – Níveis de segurança viária dos segmentos avaliados	96
Tabela 7.17 – Segmentos viários mais seguros de cada trecho avaliado	96
Tabela 7.18 – Segmentos viários menos seguros de cada trecho avaliado	97
Tabela 7.19 – Condições dos fatores de avaliação verificados nos segmentos 12 e 22.....	98
Tabela 7.20 – Ordenamento geral decrescente dos níveis de segurança por segmento viário.	99
Tabela 7.21 - Ordenamento decrescente dos níveis de segurança dos segmentos viários do Trecho 1.....	100
Tabela 7.22 - Ordenamento decrescente dos níveis de segurança dos segmentos viários do Trecho 2.....	101
Tabela 7.23 – Tabela de ocorrência dos acidentes verificados nos dois trechos viários considerados neste estudo	103
Tabela 7.24 – Número de ocorrência de acidentes por trecho viário	104
Tabela 7.25 – Registros de acidentes do segmentos do Trecho 1	105
Tabela 7.26 – Polos atratores de pedestres por segmento viário (Trecho 1).....	106
Tabela 7.27 - Registros de acidentes do segmentos do Trecho 2.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASV	Auditoria de Segurança Viária
BHTRANS	Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
CET/SP	Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DPVAT	Seguro de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres.
GGBRT	Gerência de Gestão Operacional do <i>BRT</i> da BHTRANS
IHT	<i>The Institution of Highways & Transportation</i>
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IRTAD	<i>International Traffic Safety Data Analysis Group</i>
ISP-BRT	Índice de Segurança Potencial das Pistas de <i>BRT</i>
MOVE	Denominação do Sistema <i>BRT</i> implementado em Belo Horizonte/MG
NHTSA	<i>National Highway Traffic Safety Administration</i>
NT	Nota Técnica
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PIC-BRT	Procedimento de Inspeção de Campo das pistas de <i>BRT</i>
PNT	Política Nacional de Trânsito
PRODABEL	Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte
SINAENCO	Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva
SNT	Sistema Nacional de Trânsito
SUDECAP	Superintendência de Desenvolvimento da Capital
TCRP	<i>Transit Cooperative Research Program</i>
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

1 INTRODUÇÃO

Conceitualmente, o *BRT (Bus Rapid Transit)*, ou Transporte Rápido por Ônibus, refere-se a um sistema de transporte coletivo de passageiros por ônibus que proporciona mobilidade urbana rápida, confortável, segura e eficiente, por meio de infraestrutura segregada com prioridade de ultrapassagem, maior regularidade e confiabilidade nos serviços, além de uma excelência em marketing e serviços aos usuários.

A expansão dos sistemas *BRT*, verificada nas últimas décadas nas grandes e médias cidades do mundo, pode agravar as condições de insegurança viária aos usuários, já que normalmente a implantação destes sistemas de transporte resulta em velocidades operacionais mais elevadas, utilização de veículos de maior capacidade e geração de grandes movimentações de pessoas, principalmente nas áreas destinadas aos acessos às estações de embarque e desembarque de passageiros.

Nos países em desenvolvimento, onde os recursos financeiros mostram-se mais escassos, as ações voltadas ao tratamento dos acidentes de trânsito são normalmente reativas, ou seja, são executadas após o acontecimento dos fatos. A situação no Brasil não é diferente das verificadas nos países com sérias limitações de ordem financeira. Isto porque a adoção das ações proativas (ou seja, tomadas preventivamente), pressupõe a análise detalhada e ampla dos fatores causais que exercem influência negativa sobre as condições de segurança viária, resultando normalmente em consideráveis investimentos para a implementação de processos voltados às auditorias de segurança viária (ASVs). As ASVs consistem em práticas preventivas capazes de identificar e indicar a correção de eventuais falhas na malha viária, minimizando a potencialidade para a ocorrência dos acidentes de trânsito.

As ASVs vêm sendo usualmente adotadas, há vários anos, em países do Reino Unido, Austrália, Nova Zelândia, Canadá, Estados Unidos, Dinamarca, dentre outros com elevados graus de desenvolvimento econômico. Fundamentalmente, as ASVs buscam identificar tudo aquilo que deve ser feito, de forma a prevenir acidentes de trânsito ou mesmo reduzir os seus graus de severidade.

Assim, no Brasil, as ASVs se mostram ainda bastante incipientes, destacando-se poucos estudos já elaborados, sobretudo no Estado de São Paulo. As limitações financeiras normalmente levam os administradores públicos a tratarem os problemas pontualmente, de

forma a remediar situações extremas, onde os riscos de exposição dos usuários aos acidentes de trânsito são bastante significativos.

1.1 Justificativa

As ASVs constituem-se em práticas adotadas por parte dos gestores dos sistemas viários, com propósitos voltados à diminuição dos níveis de acidentalidade no trânsito, por meio de vistorias periódicas com foco nas questões de segurança. A adoção das ASVs antes e durante a implantação dos projetos viários, bem como nas fases de operação das vias, pode resultar em expressiva redução dos acidentes de trânsito e consequente melhora das condições de segurança aos usuários.

Porém, como as análises e práticas preventivas de segurança viária no Brasil não são regularmente propostas e aplicadas, surgem oportunidades para a elaboração de métodos de avaliação de segurança, os quais podem servir de balizamento para se estimar os potenciais de ocorrência dos acidentes, dentro dos trechos ou segmentos viários que se deseja.

Este estudo dispôs sobre a elaboração de um método de avaliação da segurança potencial para os segmentos viários exclusivamente destinados operação dos sistemas *BRT* denominado “Índice de Segurança Potencial de Pistas de *Bus Rapid Transit*” (ISP-BRT). Apesar do ISP-BRT ter sido concebido para avaliação de sistemas de transporte já consolidados (em operação), os fatores de avaliação elencados neste estudo poderão contribuir para projetos ainda não iniciados, nos quais ainda existam possibilidades de revisões dos requisitos de segurança. Espera-se que o método proposto neste estudo possa contribuir para maior disseminação das práticas voltadas às ASVs, tornando-as mais acessíveis tanto técnica como economicamente.

Portanto, não existem restrições quanto à consideração de parte deste estudo também nas etapas de elaboração dos projetos básicos e executivos, bem como nas etapas conceituais dos sistemas de transporte a serem eventualmente implantados, apesar desta possibilidade não referir-se propriamente ao objetivo principal deste trabalho. Em contrapartida, a estrita aplicação do método de avaliação elaborado neste estudo só é possível em sistemas *BRT* devidamente consolidados, que já estejam em plena operação.

O método de avaliação da segurança potencial proposto neste estudo foi aplicado no *BRT MOVE*, sistema de transporte urbano implantado na Av. Presidente Antônio Carlos, localizada no Município de Belo Horizonte, em maio de 2014.

1.2 *Objetivos do Trabalho*

Este estudo tem como objetivo geral o desenvolvimento e a aplicação de um método de avaliação da segurança potencial de segmentos de pistas destinadas à operação do *BRT*, com base nas características físicas presentes no contexto viário/ambiental.

Os objetivos específicos do presente trabalho consistem em:

- Identificar, através de busca na literatura existente, as principais características físicas presentes nos corredores viários, no âmbito dos elementos de natureza viário/ambiental, que influenciam a potencialidade de ocorrência dos acidentes de trânsito, bem como o aumento de suas respectivas severidades;
- Hierarquizar, por ordem de relevância, considerando a visão dos especialistas atuantes na área de gestão do transporte e/ou do trânsito, os fatores viário/ambientais tidos como os mais contributivos para a promoção e manutenção da segurança viária nas pistas exclusivas destinadas à operação de sistemas *BRT*;
- Identificar, considerando dois grupos de especialistas distintos (os que atuam direta ou indiretamente com a área de segurança viária e os que não se relacionam ao tema), com base em suas respectivas opiniões, expressadas através dos formulários de pesquisa aplicados, se existem diferenças quanto aos graus de influência dos seis macrogrupos de assuntos estabelecidos, capazes de potencializar a ocorrência dos acidentes de trânsito;
- Fazer a mesma análise comparativa, conforme descrição elaborada no tópico anterior, também para os grupos de especialistas consultados atuantes em três ramos distintos: acadêmico, público ou privado;
- Elaborar o índice de segurança potencial das pistas de *BRT* (ISP-BRT), com base nas opiniões obtidas junto aos especialistas que atuam nas áreas de transporte/trânsito, dentro do âmbito nacional, capaz de ser aplicado em sistemas de transporte com características de infraestrutura semelhantes às verificadas no *BRT MOVE*;

- Elaborar um procedimento de inspeção “*in loco*”, para a verificação dos fatores viário/ambientais que compõem o ISP-BRT dentro de cada segmento ou trecho viário, traduzido em práticas e preenchimento de formulário apropriado;
- Aplicar o método desenvolvido nas pistas do *BRT MOVE*, com posterior análise dos resultados, por método comparativo das classificações dos níveis de segurança viária obtidos para os segmentos analisados.

1.3 Oportunidade de desenvolvimento e estudo de referência

A oportunidade de desenvolvimento deste trabalho se deu a partir do tema contido na tese de doutorado elaborada pela Profa. Christine Tessele Nodari, para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção, intitulada “Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários de Pista Simples”, a qual foi submetida à Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em agosto de 2003.

O trabalho desenvolvido pela Profa. Nodari objetivou desenvolver e aplicar um método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais pavimentados de pista simples, com base nas características físicas das rodovias, a partir da experiência de profissionais detentores de conhecimentos na área de segurança rodoviária.

O método de avaliação proposto e aplicado pela Profa. Nodari criou oportunidades para o desenvolvimento de novos estudos exploratórios, sendo um deles a própria elaboração deste trabalho, o qual detém como objetivo principal, o desenvolvimento de um método de avaliação da segurança potencial, porém para pistas exclusivas destinadas à operação de sistemas *BRT*.

Neste trabalho foi desenvolvido e aplicado um método de avaliação da segurança potencial para as pistas de *BRT*, baseado nos níveis de influência dos fatores de natureza viário/ambiental mais contributivos para a promoção e manutenção da segurança nas pistas exclusivas destinadas à operação dos sistemas *BRT*. A gradação dos níveis de influência de cada fator baseou-se nas opiniões coletadas junto aos especialistas com domínio sobre o tema, notadamente aqueles atuantes nas áreas relativas às questões de segurança viária e/ou gestão operacional de sistemas *BRT*.

A Tabela 1.1, apresentada a seguir, dispõe sobre as principais diferenças no processo de desenvolvimento dos dois trabalhos.

Tabela 1.1 – Principais características de elaboração dos trabalhos

Método de Avaliação da Segurança Potencial das Pistas Exclusivas Destinadas à Operação de Sistemas BRT	Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários de Pista Simples
<p>A partir das análises dos quatro <i>checklists</i> de ASVs considerados no “Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários de Pista Simples”, foram relacionados os itens com aplicabilidade nas pistas exclusivas destinadas à operação de sistemas BRT. Além dos citados <i>checklists</i>, também foi considerado o Relatório de Inspeção de Segurança Viária do Sistema MOVE (Embarq Brasil, 2014), o Relatório CETSP NT 216 - Aplicação do dispositivo CAIXA DE SEGURANÇA (<i>Safety Box</i>), para Travessias de Pedestres em vias simples e mão dupla (REBELO <i>et al.</i>, 2011), além das práticas de fiscalização eletrônica estabelecidas e adotadas pela Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte – BHTRANS.</p>	<p>Revisão dos estudos sobre a segurança viária e a influência do fator viário-ambiental na segurança de rodovias pavimentadas de pista simples. Consideração de quatro <i>checklists</i> de auditoria de segurança viária, a saber: <i>Association of Australian and New Zealand Road Transport and Traffic Authorities</i> (AUSTROADS, 1994), <i>Transfund New Zealand</i> (TNZ, 1998), <i>University of New Brunswick</i> (HILDEBRAND E WILSON, 1999), <i>Department of Transportation of Ontário</i> (OMT, 2000), para a identificação das principais características físicas da rodovia que influenciam na ocorrência dos acidentes viários.</p>
<p>Elaboração do ISP-BRT, através da avaliação das condições dos fatores de natureza viário/ambiental, presentes nas pistas exclusivas destinadas à operação de Sistemas BRT. Investigação dos níveis de influência de cada um destes fatores, a partir das opiniões de profissionais que atuam nas áreas de segurança viária e/ou gestão operacional de Sistemas BRT.</p>	<p>Elaboração do ISP, através da seleção das características físicas da rodovia relevantes para a segurança rodoviária e da investigação do nível de influência de cada uma destas características a partir da consolidação da experiência de profissionais que atuam nas áreas de planejamento, construção, operação e manutenção das rodovias.</p>
<p>Elaboração de um procedimento de inspeção <i>in loco</i>.</p>	<p>Elaboração de um procedimento de inspeção <i>in loco</i>.</p>
<p>Aplicação do método em dois trechos direcionais distintos (cada qual constituído por 13 segmentos viários), nas pistas exclusivas destinadas à operação do Sistema BRT MOVE, localizadas na Av. Presidente Antônio Carlos, em Belo Horizonte/MG.</p>	<p>Aplicação do método em três trechos componentes da malha rodoviária do Estado do Rio Grande do Sul, em segmentos de um quilômetro.</p>
<p>Validação do método com base nos dados de acidentes de trânsito verificados do sistema MOVE.</p>	<p>---</p>
<p>Conclusões e recomendações para trabalhos futuros.</p>	<p>Conclusões e recomendações para trabalhos futuros.</p>

1.4 Limitações do trabalho

Este trabalho apresenta algumas limitações, as quais deverão ser consideradas pelos leitores. A primeira delas refere-se ao fato de que existem várias configurações de pistas destinadas à operação do sistema *BRT*. Este estudo baseou-se no modelo de configuração geométrica com a presença de canaletas centrais e exclusivas, devidamente segregadas por canteiro central, destinadas à operação exclusiva de ônibus de maior capacidade, com duas faixas de rolamento por sentido permitindo as ultrapassagens, com travessias de pedestres em nível bem como parte das interseções presentes no corredor viário, sem tratamento de prioridade semafórica para os ônibus componentes do sistema *BRT*. Portanto, a aplicação do método pelos interessados em outros contextos operacionais, deve considerar as características originalmente estabelecidas para o desenvolvimento deste trabalho.

A segunda limitação refere-se à possibilidade de plena aplicação do método de avaliação somente em pistas de *BRT* já em operação, ou seja, em sistemas de transporte devidamente consolidados. No entanto, não existem restrições para que os fatores de natureza viário/ambiental elencados no formulário de verificação possam figurar como requisitos básicos para as avaliações de segurança, podendo ser considerados nas fases de concepção ou viabilidade do projeto, projeto preliminar (básico), projeto definitivo, pré-abertura de projetos novos ou nos próprios períodos de construção dos corredores de transporte.

1.5 Contribuições do trabalho

A principal contribuição do trabalho refere-se à possibilidade, por parte dos interessados, em aplicar um método para a avaliação das condições de segurança viária nos corredores de transporte sob suas respectivas jurisdições, capaz de reduzir os riscos potenciais contributivos para a ocorrência de acidentes de trânsito, através do tratamento dos fatores de natureza viário/ambiental.

O método permite classificar os níveis de segurança dos segmentos viários e trechos previamente estabelecidos, norteando a proposição de diretrizes de segurança viária pelos gestores competentes. Apesar do ISP-BRT não referir-se propriamente a um método preventivo, como as práticas relacionadas às ASVs, sua consideração pode contribuir para avaliações de segurança viária corretivas, em contextos onde os sistemas *BRT* mostrem-se

plenamente consolidados quanto às suas respectivas operações e implantação de suas infraestruturas.

Eventualmente, para os sistemas de *BRT* que não estejam plenamente implantados e conseqüentemente operantes, a descrição dos fatores contribuintes pode balizar modelos conceituais e pré-projetos, sem a aplicação própria do ISP-BRT, nestes casos.

1.6 Estrutura da dissertação

Este trabalho foi estruturado em oito capítulos, os quais se encontram resumidamente descritos a seguir. O primeiro capítulo faz a contextualização do tema central abordado neste trabalho. O segundo capítulo dispõe sobre a revisão bibliográfica, contendo a fundamentação teórica dos assuntos e das principais discussões acerca do tema, dentre eles os relacionados ao panorama dos acidentes viários no Brasil, as práticas voltadas às auditorias de segurança viária como métodos preventivos de acidentes de trânsito, além da tendência de expansão dos sistemas *BRT* em vários centros urbanos do mundo.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia do trabalho, composta por duas etapas principais, sendo uma relacionada à elaboração do ISP-BRT e a outra relacionada ao procedimento de inspeção de campo (PIC-BRT). O ISP-BRT refere-se ao índice de segurança propriamente dito, através do qual o aplicador poderá estimar os níveis de segurança viária nos trechos por ele estabelecidos. O PIC-BRT descreve todos os procedimentos necessários, para que sejam realizadas as vistorias de campo, capazes de determinar as condições em que se encontra cada fator viário/ambiental avaliado.

O quarto capítulo dispõe sobre a elaboração do método de avaliação da segurança potencial das pistas destinadas exclusivamente à operação do *Bus Rapid Transit*, com apresentação da matriz de critérios que balizou a elaboração do formulário de pesquisa aplicado junto aos especialistas. Neste capítulo também são apresentadas as ponderações das características físicas do ISP-BRT e estimação dos pesos relativos dos fatores, obtidos após a tabulação dos dados das pesquisas aplicadas, os quais representaram os níveis de influência positiva no âmbito da segurança viária nas pistas de *BRT*. Também se encontra disposta neste capítulo, a elaboração dos cálculos relacionados aos índices de segurança potencial (parcial e global por segmentos e trechos).

O quinto capítulo do trabalho demonstra os resultados obtidos pela aplicação das pesquisas junto aos profissionais consultados, com apresentação de seus perfis, bem como as análises estatísticas dos dados coletados pelos métodos estatísticos *Box Plot* e ordenação seletiva.

O sexto capítulo corresponde à aplicação do PIC-BRT, com descrição dos procedimentos e condições necessárias à apropriada execução deste procedimento em campo, bem como a definição dos critérios para a escolha e correto dimensionamento das equipes a serem empenhadas. Nesta etapa também se encontram apresentadas as escalas de atribuição de notas, bem como alguns critérios adotados para a redução da subjetividade das avaliações de campo, pelos responsáveis.

O sétimo capítulo dispõe sobre o estudo de caso, com a aplicação e validação do método ISP/BRT nas pistas exclusivas da Av. Presidente Antônio Carlos, localizada em Belo Horizonte/MG.

Finalmente, no último capítulo, encontram-se descritas as conclusões e as recomendações para a elaboração de trabalhos futuros, com os apontamentos de aspectos que podem ser eventualmente investigados, não considerados propriamente no conteúdo exploratório deste trabalho.

Complementam este documento as Referências Bibliográficas, além dos Apêndices A, B e C, que fazem referência ao modelo de formulário de pesquisa submetido aos especialistas, o formulário de avaliação dos fatores viário/ambientais, bem como a tabela de valores dos índices obtidos após a realização das inspeções nas pistas do *BRT MOVE*, respectivamente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O transporte surge da necessidade permanente de mobilidade dos indivíduos, para a realização de suas atividades cotidianas, caracterizando-se como elemento fundamental para a existência da sociedade, bem como para seu constante desenvolvimento. As diretrizes públicas voltadas à implementação, manutenção e expansão dos sistemas eficientes de transporte público, sobretudo nos grandes centros urbanos, devem ser permanentemente consideradas pelos órgãos gestores competentes.

As desfavoráveis condições de mobilidade nos grandes e médios centros urbanos do mundo nas últimas décadas, sobretudo dos países em desenvolvimento, têm desencadeado uma busca incessante de alternativas e soluções para a melhoria das condições de circulação de pessoas e mercadorias. Segundo Brasil (2006), os centros urbanos representam o cenário das contradições econômicas, sociais, políticas e espaciais. Seus sistemas viários são espaços de constante disputa entre vários atores sociais, como os pedestres, os ciclistas, condutores de veículos particulares, ônibus, dentre outros.

As discussões a respeito das práticas voltadas à promoção da mobilidade sustentável nos grandes e médios centros urbanos do mundo, necessariamente passam pelos incentivos para maior desenvolvimento e utilização das redes de transporte público. Segundo LAUTSO *et al.* (2004), um bom programa de políticas de atuação urbana que venha a gerar um condição de mobilidade sustentável, deve abranger a coordenação de várias ações conjuntas, principalmente aquelas direcionadas aos programas de investimento em transportes urbanos.

Os sistemas de *BRT*, neste contexto, têm se apresentado como alternativas capazes de contribuir para a diminuição dos problemas de mobilidade urbana, sobretudo por sua favorável viabilidade técnica e econômica. Quando bem dimensionados às reais condições de demanda de seus usuários, estes sistemas normalmente resultam em serviços de transporte eficientes, confortáveis, acessíveis e com elevado padrão operacional, com custos inferiores de implantação e manutenção, quando comparados aos sistemas de transporte sobre trilhos, por exemplo (LEVINSON *et al.*, 2003).

Porém, a irrestrita expansão dos sistemas *BRT* em várias cidades do mundo, notadamente àquelas localizadas nos países da América Latina, pode representar o agravamento das condições relativas à insegurança viária, sobretudo porque nestes países, as ações de

mitigação voltadas ao tratamento dos acidentes de trânsito são normalmente reativas, ou seja, são estabelecidas essencialmente após os acontecimentos dos fatos. Infelizmente, o aprofundamento dos estudos a respeito dos acidentes de trânsito ainda consiste em prática pouco comum no Brasil e em grande parte dos países em desenvolvimento (NODARI, 2003).

Resumidamente, há um entendimento de que o desenvolvimento das cidades, sobretudo de seus sistemas públicos de transporte, deva ser acompanhado sempre pelas políticas que venham a garantir boas condições de segurança viária, sob pena de se estabelecer, aos municípios, enormes custos sociais e econômicos decorrentes dos acidentes de trânsito. Na prática, percebemos que não existe difusão destas tendências nas cidades brasileiras.

2.1 Breve cenário dos acidentes de trânsito no Brasil e no mundo

O crescimento urbano desordenado, verificado principalmente nos grandes centros urbanos dos países em desenvolvimento, contribuiu significativamente para o agravamento dos problemas relacionados à segurança viária nos últimos anos. No Brasil, este cenário comprova-se pelo aumento do número de mortos decorrentes dos acidentes de trânsito em relação ao seu número de habitantes, verificado ao longo dos últimos anos (WHO, 2015). Segundo Vasconcellos (2000), a degradação da segurança viária se deve ao rápido e descontrolado crescimento urbano, ao aumento da frota de veículos e em função do crescimento na ocupação das vias públicas. Estes fatores, aliados à falta de investimentos destinados ao planejamento e manutenção dos sistemas viários, culminaram na deterioração física das vias ao longo do tempo.

Conforme disposição contida no Art. 6º do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), figura como objetivo básico do Sistema Nacional de Trânsito (SNT), o estabelecimento de diretrizes da Política Nacional de Trânsito (PNT), com vistas à segurança, à fluidez, ao conforto, à defesa ambiental e à educação para o trânsito, cabendo-lhe ainda a responsabilidade por fiscalizar seu cumprimento.

Neste contexto, inevitavelmente, as responsabilidades relativas à promoção e manutenção permanente da segurança viária recaem aos órgãos e entidades executivos de trânsito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios.

No Brasil, atualmente a acidentalidade viária é considerada uma pandemia, tornando-se alvo de constantes discussões a respeito daquilo que deve ser feito, com o objetivo de se reverter

um panorama notadamente alarmante. O Brasil está no grupo de países com elevado número de mortes no trânsito. Segundo estudos realizados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), em seu relatório publicado em 2013, a taxa de mortalidade no Brasil decorrente dos acidentes de trânsito se aproximava dos 21 mortos para cada 100 mil habitantes. Os acidentes de trânsito no Brasil têm assumido números extremamente elevados, com a verificação de índices de fatalidade entre seis e sete vezes maiores que os índices verificados em alguns países desenvolvidos, como, por exemplo, os relativos à Alemanha, Inglaterra e Holanda. O mesmo relatório dispõe que o Brasil, em termos absolutos, é considerado o quarto país do mundo com o maior número de mortes no trânsito, ficando atrás somente da China, Índia e Nigéria (OMS, 2013).

Dados mais recentes apontam que a situação do Brasil mostra-se mais crítica também no contexto dos países da América Latina. Segundo dados constantes no relatório Global status report on road safety 2015 (WHO, 2015), a taxa de mortalidade decorrente dos acidentes de trânsito no Brasil ficou em 23,4 para cada 100 mil habitantes. Em outros importantes países da América Latina, as taxas observadas foram de 13,6 para a Argentina, 12,4 para o Chile, 16,8 para a Colômbia e 16,6 para o Uruguai.

Segundo dados apresentados pela Seguradora Líder, empresa responsável pelo DPVAT, seguro obrigatório pago pelos proprietários de veículos automotores no Brasil, o número de pessoas com invalidez decorrentes dos acidentes de trânsito, que girava em torno de 33 mil/ano em 2002, subiu para 352 mil em 2012. Já o número de mortes, passou no mesmo período, de 46 mil para 60 mil (PORTAL BRASIL, 2013).

Os impactos dos acidentes de trânsito nas contas da Previdência Social são enormes. Levantamentos indicam que cerca de um milhão de benefícios são pagos às vítimas de acidentes de trânsito no Brasil pelo INSS, gerando custos aproximados de R\$ 12 bilhões para os cofres públicos em 2012 (PORTAL BRASIL, 2013).

E estes números podem ser infinitamente maiores, frente aos descontroles estatísticos dos dados de acidentes de trânsito no Brasil. Diante de um panorama nada promissor, destacam-se as dificuldades de coleta das informações a respeito dos acidentes de trânsito pelos órgãos responsáveis, atuantes nos limites do território nacional.

De acordo com Clark (1995), no caso brasileiro, o sub-registro dos acidentes de trânsito mostra-se bastante elevado, variando entre 35% a 100%, dependendo da região do País. Uma boa coleta de dados é reconhecidamente determinante para se estabelecer políticas e diretrizes assertivas e eficazes no âmbito da segurança viária. Segundo GEIPOT (1998), a interpretação dos dados de acidentes de trânsito, bem como a identificação de suas prováveis causas, são elementos essenciais para a adoção de medidas preventivas que possam reduzir o número e a gravidade dos acidentes de trânsito.

O sub-registro dos acidentes de trânsito, conforme salientado por Barros *et al.* (2003), demonstra a fragilidade da coleta de dados dos acidentes de trânsito no Brasil. A precariedade na obtenção das informações estatísticas estabelece uma condição onde os números reais tendem a ser infinitamente mais elevados que os divulgados oficialmente.

A documentação relativa às informações sobre as vítimas fatais decorrentes dos acidentes de trânsito é claramente definida no Brasil. Porém, o mesmo não ocorre para os registros das vítimas não fatais ou que vieram a falecer em momento posterior à ocorrência dos acidentes, fato este reconhecido por diversos estudos já realizados sobre o tema. O nível de sub-registro de acidentes varia de acordo com as características das vítimas, tais como seus tipos e gravidades das lesões (AMOROS *et al.*, 2006).

No Brasil, verifica-se um grande número de vítimas dos acidentes de trânsito que não é computado nas estatísticas oficiais. Além de muitas mortes ocorrerem em períodos posteriores às datas de ocorrências dos acidentes, destaca-se que muitos acidentados são admitidos em hospitais como vítimas de “acidentes comuns”, ou seja, sem qualquer vinculação às questões de trânsito. Esses motivos explicam por que o registro oficial de mortos no trânsito, especialmente no caso de países em desenvolvimento como o Brasil, não indicam números verdadeiramente reais (BRAGA e SANTOS, 1995).

Além dos problemas já relatados, torna-se necessário destacar que o Brasil possui pouca tradição na investigação e estudos de acidentes (ANPET, 2002), os quais somente são consolidados por uma construção e manutenção de um rígido banco de dados, pela realização sistemática de pesquisas e levantamentos necessários, bem como pela identificação dos pontos verdadeiramente críticos. As estatísticas dos acidentes revelam uma realidade alarmante, com impactos diretos nas questões socioeconômicas e de saúde coletiva do país. Estima-se que os custos decorrentes dos acidentes de trânsito no Brasil superem os 30 bilhões

de reais por ano, considerando as despesas médico-hospitalares, perdas materiais, despesas judiciárias, custos de resgate, tratamento e reabilitação das vítimas, pagamentos de pensões e aposentadorias, dentre outras despesas muito impactantes (FERRAZ e RAIA, 2005).

No contexto de análise mundial, os acidentes de trânsito aparecem como a oitava maior causa de mortes, conforme estudos realizados pela OMS (WHO, 2013). Estima-se que, somente no ano de 2009, aproximadamente 1,3 milhões de pessoas morreram em decorrência dos acidentes de trânsito, em 178 países. Outros estudos realizados mostraram também que aproximadamente 50 milhões de pessoas sobreviveram aos acidentes, porém com algum tipo de sequelas ou ferimentos graves (WAISELFISZ, 2012).

Ainda segundo dados da OMS, considerando o constante aumento dos índices de motorização nos centros urbanos, os baixos investimentos estruturais das vias públicas, a falta de planejamento e de diretrizes públicas eficazes por parte dos gestores competentes, a situação dos acidentes deve ser agravada nos próximos anos, sobretudo nos países de baixa e média renda. A projeção, neste sentido, é de que as mortes totalizem cerca de 1,9 milhões no ano de 2020, devendo figurar da oitava para a quinta maior causa potencial de mortes até 2030 (OLIVEIRA, 2013).

Todo este panorama negativo tem despertado interesse mundial pelo assunto, dada sua gravidade e as tendências negativas acerca dos acidentes de trânsito em vários países. Contudo, apesar de um cenário nada promissor em termos de melhorias, a preocupação mundial sobre este tema talvez esteja refletindo positivamente sobre as questões relacionadas à segurança viária. Segundo dados do *International Traffic Safety Data Analysis Group* (CHOUINARD, 2009), que consiste num banco centralizado dos dados de acidentes de trânsito, indicadores de segurança e vítimas, o qual abrange informações de 29 países, entre 2000 e 2008, foi verificada uma redução média anual de vítimas fatais maiores que nos anos anteriores. Esta tendência talvez esteja relacionada às ações que vêm sendo adotadas pelos países afetados por este tipo de problema.

Neste contexto absolutamente crítico, a NHTSA (1996), defende que uma das alternativas de reduzir significativamente os custos de acidentes de trânsito é justamente preveni-los, através de programas voltados à segurança do trânsito.

O entendimento acerca da dinâmica dos acidentes de trânsito passa pela investigação dos fatores que geram influências para suas respectivas ocorrências, se traduzindo em grandes desafios aos engenheiros de tráfego.

2.2 Fatores que influenciam na ocorrência dos acidentes de trânsito

Afinal, em que consiste realmente um acidente de trânsito? Existem inúmeras definições estabelecidas por vários autores. Segundo a conceituação da ABNT, os acidentes consistem em eventos não premeditados, que geram danos nos veículos ou na sua carga, em pessoas e/ou animais, com a consideração de que pelo menos um destes elementos esteja em movimento, ocorridos em vias terrestres ou aéreas abertas ao público (ABNT, 1989). Segundo a terminologia rodoviária (DNER, 1997), o acidente de trânsito é conceituado como um acontecimento de natureza fortuita ou não, que em decorrência do envolvimento dos seres humanos, dos veículos, da via e demais elementos circunstanciais, resulta em danos, estragos, prejuízos, ruínas, ferimentos, mortes, etc.

Acredita-se que os acidentes de trânsito resultam da conjunção de diversos fatores e geralmente não são gerados por uma única causa. Do ponto de vista acidentológico, acredita-se que três são os elementos que contribuem, individual ou conjuntamente, à ocorrência de cada acidente de trânsito: o fator humano, o fator veicular e o fator viário-ambiental (CASTRILLÓN e CANDIA, 2003). A Tabela 2.1 descreve estes fatores.

Tabela 2.1 - Descrição dos fatores contribuintes para ocorrência dos acidentes

Fatores	Descrição
Humanos	Refere-se à educação do cidadão, seu preparo, suas condições físicas, suas condições psicológicas bem como sua capacidade de julgamento.
Veicular	Refere-se às condições de manutenção, conservação e desempenho do veículo e equipamentos que o compõe.
Viário/ambiental	Refere-se às características físicas da via como a sua geometria, a sinalização, a regulamentação, a pavimentação, sua operação, bem como as condições do tempo e de visibilidade, uso e ocupação do solo e interferências externas.

Estudos realizados pela AUSTROADS (1994), apontam que 67% dos acidentes avaliados foram causados pelo fator humano, isoladamente. Neste mesmo estudo, observou-se que 95% dos acidentes de trânsito foram decorrentes da inter-relação entre os fatores humanos com os

fatores de natureza viário/ambiental. O fator veicular, por sua vez, figurou com modestos 4%, não representando grande influência se comparado aos outros fatores citados.

Existe, no entanto, um quarto fator, segundo Gold (1998), que deve ser considerado também como contribuinte para a ocorrência dos acidentes: fator institucional/social. Segundo Gold, as lacunas deixadas pela sinalização de trânsito, a ausência da fiscalização, bem como as condições de trabalho dos motoristas profissionais, também constituem-se em fatores de contribuição para que os acidentes de trânsito ocorram.

Invariavelmente, os acidentes viários despontam num cenário de interações contínuas e permanentes entre os usuários do sistema no meio ambiente em que circulam. A maioria das falhas, porém, não têm consequências graves e passa despercebida.

Um acidente de trânsito normalmente resulta de uma sequência de ações e eventos, podendo não ocorrer se alguma destas interações se desenvolver de forma diferente. Segundo estudos elaborados por Broughton *et al.* (1998), as dificuldades de investigação da gênese dos acidentes decorrem do grau de complexidade da interação. Assim, pequenas mudanças podem ter consequências importantes, convertendo um incidente trivial em um acidente potencialmente fatal (BROUGHTON *et al.*, 1998).

Contudo, inegavelmente, a determinação dos acidentes de trânsito consiste num enorme desafio aos profissionais que lidam com a engenharia de tráfego. Esta dificuldade basea-se sobretudo no fato de que os acidentes de trânsito normalmente resultam da interação de vários fatores. Neste contexto, o *Department for Transport, Local Government and the Regions of London* (2001), dispõe a respeito da complexidade de análise dos fatores causais dos acidentes de trânsito, justamente por estes se mostrarem numerosos e interdependentes.

A Figura 2.1 demonstra a inter-relação entre os fatores que causam os acidentes.

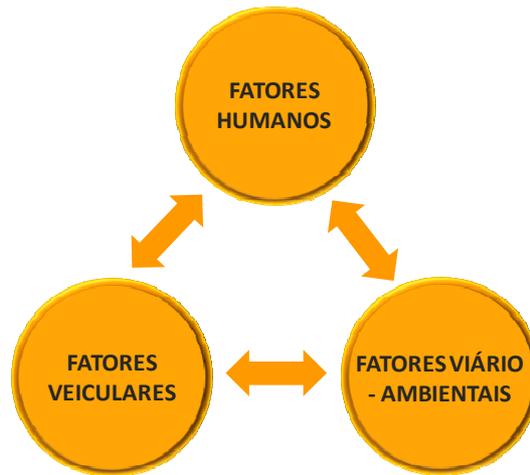


Figura 2.1 – Inter-relação entre os fatores causais dos acidentes de trânsito

Acredita-se que a disfunção entre homem, máquina e ambiente viário, que dá origem aos acidentes de trânsito, poderia ser eliminada através de soluções técnicas, obtidas pela realização de estudos sobre os elementos participantes do sistema. Dentre algumas técnicas já devidamente consolidadas, destacam-se alguns modelos de grande relevância, usualmente considerados pelos estudos:

- *Road Safety Audit (AUSTROADS, 1994; ATC, 1995);*
- *Interactive Highway Safety Design Model – IHSDM (FHWA, 2000), desenvolvido no Turner-Fairbank Highway Research Center do Federal Highway Administration-FHWA (DoT- USA).*

As investigações multidisciplinares, segundo Wright (1993), demonstraram uma diversidade de fatores humanos, veiculares e viário/ambientais, que quando se interagem complexamente, desencadeiam os incidentes e, frequentemente, contribuem para que os acidentes de trânsito aconteçam. Salienta-se que qualquer um dos fatores (homem, máquina e ambiente viário), tem uma significativa tolerância relativa às variações, sem que o acidente ocorra obrigatoriamente. Como exemplo, Wright afirma que uma pessoa alcoolizada pode perfeitamente conduzir um automóvel, em condições bem específicas (via ampla, sem muita interação com outros veículos, sem maiores fatores de risco no caminho), obtendo bons resultados. De maneira inversa, um condutor com elevado grau de experiência pode minimizar os riscos de acidentes ocasionados por uma falha do veículo ou do ambiente viário.

Torna-se importante, portanto, reconhecer os principais fatores que potencializam a ocorrência dos acidentes, permitindo que os responsáveis pelas jurisdições das vias possam adotar ações preventivas, delineadas por diretrizes e políticas de segurança viária efetivamente apropriadas e assertivas. Surge daí, a importância na adoção de práticas voltadas à instauração das ASVs.

Alguns renomados autores estudiosos das questões relacionadas à promoção da segurança viária em todo mundo, como Radelat (1964), Pignataro (1973) e Cal y Mayor (1972), defendem que o aprofundamento dos estudos voltados aos acidentes de trânsito é fundamental para a engenharia de tráfego.

Contudo, a busca pelas análises multidisciplinares, que possa determinar a relação dos fatores causais nas ocorrências dos acidentes no Brasil, ainda mostra-se bastante incipiente. Este panorama, no entanto, vem sendo superado gradativamente em vários países desenvolvidos, sobretudo nas últimas décadas. De acordo com Ferraz (2008), as melhores condições de segurança no trânsito nesses países se devem a fatores como a melhoria contínua da legislação correspondente, a previsão de punições mais severas, maiores conhecimentos e respeito às leis de trânsito pelos usuários, capacitação contínua de condutores e pedestres, bem como melhor coleta e tratamento dos dados estatísticos relativos aos acidentes.

Em contrapartida, os elevados níveis de acidentalidade verificados nos países pouco desenvolvidos ocorrem, sobretudo, pela escassez de recursos. Atualmente existem estudos que fazem a relação dos fatores de correspondência entre os acidentes e as características socioeconômicas das regiões que se deseja estudar. Como exemplo, estudos realizados por Kilsztajn *et al.* (2001), apontam que os países mais desenvolvidos, com maior número de veículos por habitante, normalmente apresentam frotas mais novas e de melhor qualidade. Além disso, nestes países são verificadas melhores condições de treinamento dos motoristas, melhores condições de fiscalização, melhores projetos viários, melhores sinalizações e conseqüentemente melhor consciência dos cidadãos para o respeito às leis de trânsito.

Porém, a realidade dos países em desenvolvimento, caracterizado pela escassez de recursos financeiros, dificulta ainda mais a adoção de práticas voltadas às investigações de métodos preventivos para avaliação das condições de segurança viária em suas malhas viárias, as quais poderiam identificar contextos ou situações onde as exposições aos riscos iminentes dos acidentes de trânsito aos usuários mostram-se frequentemente presentes.

2.3 A expansão dos Sistemas BRT nas últimas décadas

Os sistemas *BRT* apresentam-se como boas alternativas de transporte de passageiros para centros urbanos de médio e grande porte. Estes sistemas de transporte mostram-se atualmente bastante difundidos, sobretudo nas cidades europeias, norte americanas e, ao longo dos últimos anos, também nos principais centros urbanos dos países em desenvolvimento da América Latina e Ásia. Segundo dados da *Global BRT Data (BRT Centre of Excellence et al., 2013)*, plataforma de acesso público disponível desde 2012, a qual reúne informações abrangentes e atualizadas sobre os sistemas de priorização aos ônibus em todo o mundo, estima-se que atualmente exista cerca de 5.349 quilômetros de pistas exclusivas em operação, distribuídos nas malhas viárias de em aproximadamente 203 cidades, localizadas na África, Ásia, Europa, América Latina, América do Norte e Oceania. Nesta mesma plataforma de dados, estima-se que atualmente mais de 33 milhões de pessoas sejam transportadas por dia, através dos sistemas BRT ou através de faixas exclusivas e preferenciais de operação do transporte público urbano por ônibus. A Tabela 2.2 demonstra os dados mais relevantes relacionados aos sistemas *BRT* em operação no mundo.

Tabela 2.2 – Principais indicadores de *BRT* por região

Região	Passageiros/dia	Nº de cidades	Extensão (km)
África	262.000	3	83
América do Norte	1.043.326	28	948
América Latina	20.464.549	66	1.789
Ásia	9.293.372	42	1.489
Europa	2.017.347	58	944
Oceania	430.041	6	96
TOTAL	33.510.635	203	5.349

Fonte: *Global BRT Data*

A expansão dos sistemas BRT verificada nos últimos anos fundamenta-se pela necessidade, por parte dos gestores das médias e grandes cidades, em buscar soluções voltadas à melhoria da mobilidade urbana de seus habitantes, dado o aumento dos níveis de congestionamento nestes locais. A conjunção de alguns fatores determinantes, como a falta de investimentos aos sistemas de transporte público, o distanciamento entre as regiões periféricas presentes nas cidades de porte maior (municípios dormitórios), bem como o recente crescimento econômico das regiões metropolitanas, contribuiu significativamente para a deterioração das condições relativas à mobilidade urbana (IPEA, 2003).

Os sistemas *BRT*, no entanto, não representam propriamente uma inovação em termos de concepção. Planos e estudos para a implementação de sistemas *BRT* vêm sendo elaborados

desde a década de 30, com maior ênfase nos últimos anos (LEVINSON *et al.*, 2002). Segundo Wright e Hook (2008), as origens do conceito de *BRT* datam de 1937, quando a cidade de Chicago elaborou planos para converter três linhas férreas dentro da cidade em corredores de ônibus expressos.

No Brasil, a história do *BRT* inicia-se em 1974, ano que começou a operar o sistema da cidade de Curitiba/PR, com a maioria dos atributos que definem um sistema *BRT* (LINDAU *et al.*, 2007). Anos depois, a cidade de Bogotá baseou-se na experiência bem sucedida de Curitiba e implementou o Sistema TRANSMILÊNIO, que chegou a transportar 45 mil passageiros/hora/sentido (BRT POLICY CENTER, 2004), volume verificado até então somente em sistemas de transportes sobre trilhos.

Em função da realização da Copa do Mundo no Brasil, no ano de 2014, os sistemas *BRT* foram implementados em várias cidades brasileiras, incentivados principalmente pelo Programa de Aceleração do Crescimento - Mobilidade Urbana (PAC), gerenciado pelo governo federal brasileiro (SINAENCO, 2010). Este programa do governo federal foi concebido para oferecer maior qualidade ao transporte público e criar melhores condições de fluidez ao trânsito nas cidades brasileiras, dando mais qualidade de vida às pessoas, dentro de seus respectivos contextos urbanos.

No entanto, o grande problema decorrente da expansão dos sistemas *BRT* nas médias e grandes cidades brasileiras refere-se ao fato de que os projetistas tendem a tomar suas decisões com base no desempenho observado em sistemas já implantados, com padrões similares de configurações físicas e operacionais ao proposto. Ressalta-se, no entanto, que cada localidade possui suas próprias características, inclusive culturais, que podem demandar tratamentos e propostas específicas, capazes de minimizar os impactos pontuais decorrentes das implantações de novas redes de transporte.

2.4 Auditorias de Segurança Viária

No contexto de expansão dos sistemas *BRT*, torna-se necessário ressaltar algumas questões relacionadas à segurança viária. O termo “segurança viária” faz a abordagem ampla de diretrizes, práticas, métodos ou ações, que visam prioritariamente promover a redução dos acidentes em segmentos ou pontos específicos da uma determinada via, criando melhores condições de circulação aos usuários dos sistemas viários. Em alguns países desenvolvidos, as

ASVs apresentam-se como práticas comuns, que visam buscar o equilíbrio entre projetos e condições seguras de circulação para todos os usuários no contexto de seus sistemas viários.

Hauer (1998) cita dois modelos usualmente adotados para o gerenciamento da segurança viária. O primeiro deles, denominado “Modelo Pragmático”, verifica-se a partir de uma reação à ocorrência dos acidentes de trânsito, não sendo avaliadas, no entanto, as conseqüências das ações ou intervenções realizadas, bem como inexistindo investimentos em pesquisas que possam indicar os casos de sucesso ou de falhas. O outro modelo, denominado “Modelo Racional”, avalia as conseqüências das ações realizadas, contabilizando custos e benefícios, melhorando assim, o gerenciamento da segurança viária a partir da avaliação dos resultados obtidos em situações anteriores.

Segundo Robles *et al.* (2008), existem três métodos para se estudar os acidentes de trânsito:

- análise de séries históricas de acidentes a partir de banco de dados;
- auditoria de segurança viária;
- técnica de análise de conflitos de tráfego.

Normalmente os órgãos gestores adotam um destes métodos levando-se em consideração a disponibilidade de recursos, sejam financeiros, técnicos, humanos e de informação.

Fundamentalmente, as ASVs podem ser traduzidas como técnicas que visam tratar a segurança viária preventivamente, ou seja, antes mesmos que os acidentes de trânsito comecem a ocorrer em determinados trechos viários. Conceitualmente, as ASVs definem-se como sendo avaliações formais de um projeto viário ou de uma via existente, assim como de qualquer projeto que possa interagir com a via ou qualquer esquema de tráfego que gere influência junto aos usuários, executada por auditor qualificado, isento e independente, com propósito de avaliação do potencial de acidentes, bem como seu desempenho em relação à segurança viária (AUSTROADS, 1994).

O objetivo básico das ASVs consiste em minimizar os riscos de acidentes aos usuários, bem como de suas respectivas severidades, através das avaliações preliminares e preventivas dos projetos viários, reduzindo-se assim, a necessidade de execução de obras complementares e/ou intervenções corretivas, capazes de aumentar e manter a segurança viária.

Invariavelmente, as ASVs visam minimizar o número de ocorrências relativas aos acidentes de trânsito, bem como suas respectivas severidades, no âmbito de desenvolvimento dos projetos viários (BURROW e TAYLOR, 1995), além de evitar que os acidentes se desloquem para outros pontos da malha viária.

Nos países desenvolvidos, há várias décadas, percebeu-se que a adoção das ASVs, além de salvar vidas, constitui-se numa prática objetiva e eficaz para a redução de custos decorrentes dos acidentes de trânsito. A experiência desses países deve gerar influência nos países em desenvolvimento, para que estes possam ajustar os seus procedimentos e investimentos no âmbito da segurança viária, aumentando a consciência do governo, da sociedade e dos engenheiros de tráfego. (FERRAZ *et al.*, 2012).

Historicamente, a adoção das práticas voltadas à aplicação das ASVs iniciou-se na década de 80, a partir de seus registros em vários países do mundo, notadamente aqueles componentes do Reino Unido, além da Austrália e Nova Zelândia. No caso dos países do Reino Unido, *Malcom Bulpitt* replicou os conceitos de auditoria de segurança, até então empregados na rede ferroviária britânica, também às rodovias. Na ocasião, *Bulpitt* tentou melhorar as condições de segurança dos projetos viários elaborados pelo *Condado de Kent*, através da realização das vistorias independentes (TRENTACOSTE *et al.*, 1997b).

A partir da década de 90, as ASVs também foram consolidadas também em outros países, se tornando obrigatórias na Dinamarca, Canadá e Estados Unidos (PROCTOR e BELCHER, 1993).

Apesar de o Brasil começar a considerar as ASVs somente a partir de meados dos anos 90, estas práticas ainda apresentam-se incipientes no âmbito do território nacional (NODARI, 2003). Normalmente, as ações adotadas pelos responsáveis por promover e manter a segurança viária possuem conotação de natureza meramente corretiva, já que a identificação dos problemas relacionados à malha viária se dá a partir de eventos já ocorridos. Tradicionalmente, no Brasil destacam-se os tratamentos pontuais dos acidentes de trânsito através de intervenções reativas (CARDOSO, 2006), categorias de gerenciamento referenciadas na literatura internacional pelos termos *black spots* ou *accident prone locations* (NODARI, 2003).

Em suma, os gestores responsáveis pela segurança viário em nosso país normalmente tratam os pontos críticos, quando identificados, em detrimento da proposição de ações de caráter preventivo, representados pela execução das ASVs (APPLETON, 1996). Portanto, estas condições, no contexto de expansão dos sistemas de ônibus de alta capacidade, se traduzem em processos permanentes de tentativa e erro, combinados com doses de pragmatismo e empirismo (LINDAU e WILLUMSEN, 1990).

As ASVs surgem da aplicação do conceito de gerenciamento de risco das vias públicas. Elas são caracterizadas por cinco estágios, os quais devem aplicar-se desde a fase de concepção dos projetos viários até o início da operação efetiva das vias (AUSTROADS, 1994). A Tabela 2.3 dispõe sobre as fases de aplicação das ASVs.

Tabela 2.3 – Estágios da ASV

Estágio	Fase
1	Viabilidade do Projeto
2	Projeto Preliminar
3	Projeto Executivo
4	Pré-abertura dos projetos novos ou período de construção
5	Operação e manutenção da via

Dentre alguns manuais de ASV publicados no mundo destacam-se o *IHT – The Institution of Highways & Transportation*, publicado na Inglaterra em 1990, revisado e reeditado em 1996 (IHT, 1996); o guia *Road Safety Audit* (AUSTROADS, 1994), publicado na Austrália em 1994; o *Transit New Zealand*, publicado em 1990 na Nova Zelândia.

No Brasil, a prática da ASV inicia-se com o projeto de sinalização semafórica da cidade de São Paulo (SCARINGELA *et al.*, 1995). Outros importantes trabalhos também foram realizados em São Paulo, com destaque ao Projeto Marginal (BORNSZTEIN, 2001) e ASV com foco na segurança dos pedestres (CUCCI NETO e WAISMAN, 1999).

3.1.1 Descrição da Etapa 1:

A Etapa 1 dispôs sobre a elaboração do ISP-BRT, com identificação e seleção dos fatores de natureza viário/ambiental que os compõe, bem como a estimação dos pesos relativos (atribuições dos graus de importância), para a formação do índice.

Nesta etapa, foram identificados 30 principais fatores de natureza viário/ambiental que exercem influência positiva no âmbito da segurança viária das pistas exclusivas destinadas à operação dos sistemas de *BRT*, a partir da revisão dos *checklists* utilizados na condução das ASVs, considerados no desenvolvimento do Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários Rurais de Pista Simples (NODARI, 2003). Os *checklists* considerados constituem parte integrante dos seguintes relatórios de ASVs, elaborados na Austrália, Nova Zelândia e Estados Unidos da América:

- *Association of Australian na New Zealand Road Transport and Traffic Authorities* (Austroads, 1994);
- *Transfund New Zealand* (TNZ, 1998);
- *University of New Brunswick* (HIDELBRAND E WILSON, 1999);
- *Department of Transportation of Ontário* (OMT, 2000);

Além dos documentos supracitados, foram considerados também os seguintes relatórios de segurança viária, elaborados no âmbito nacional:

- Relatório de Inspeção de Segurança Viária do Sistema MOVE (EMBARQ BRASIL, 2014);
- Relatório CETSP NT 216 - Aplicação do dispositivo CAIXA DE SEGURANÇA (*Safety Box*) para Travessias de Pedestres em vias simples e mão dupla (REBELO *et al.*, 2011);

A fundamentação para a consideração destes documentos baseia-se na larga experiência da equipe técnica da Embarq Brasil (atualmente denominada WRI Brasil Cidades Sustentáveis), entidade que presta auxílios a governos e empresas, no desenvolvimento e implantação de soluções sustentáveis para os problemas de mobilidade e desenvolvimento urbano nas cidades brasileiras. Dentre suas inúmeras funções, a Embarq Brasil também atua na proposição e execução de processos de auditorias de segurança viária, sobretudo em cidades em desenvolvimento.

A CET/SP, por sua vez, com o objetivo de reduzir o número de atropelamentos noturnos na cidade de São Paulo, desenvolveu um projeto piloto de travessia de pedestres iluminada denominado *Safety Box*, o qual gerou bons resultados em termo de segurança aos pedestres.

Finalmente, foram consideradas as práticas adotadas e consolidadas recentemente pela BHTRANS, para a gestão do sistema *BRT MOVE*, no que tange os controles, por meio da utilização de equipamentos eletrônicos, das infrações de trânsito mais comumente cometidas pelos condutores.

Para inibir o trânsito de veículos não autorizados nas pistas exclusivas do MOVE, bem como aumentar a segurança dos usuários da via, a BHTRANS optou por implementar um conjunto de equipamentos, formados por detectores de avanço de semáforo (DAS) e de invasão de faixas exclusivas (DIF), além de controladores eletrônicos de velocidade (CEV), nas áreas de influência das estações de embarque e desembarque de passageiros do sistema MOVE, conforme representado pela Figura 3.2.

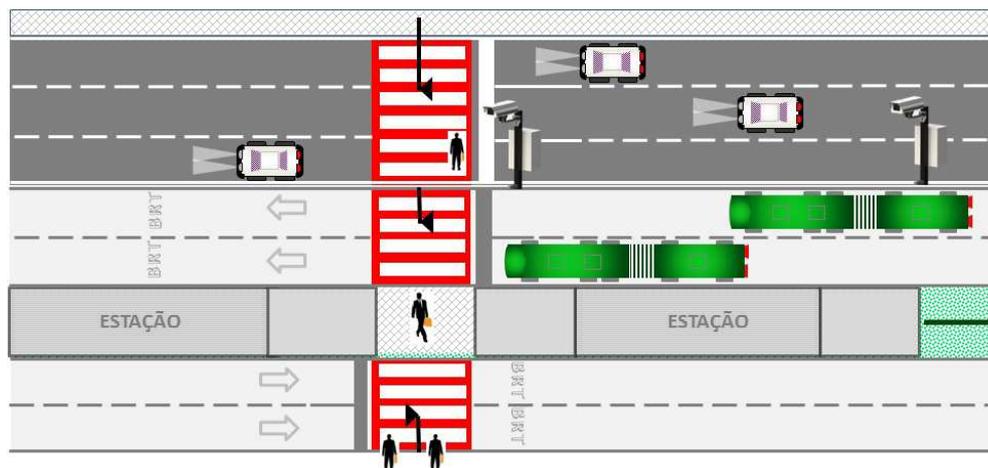


Figura 3.2 – Representação dos equipamentos de fiscalização eletrônica nas pistas do MOVE

A conjunção de todos os documentos e práticas abordadas anteriormente, de plena aplicabilidade nos corredores de transporte operantes em meio urbano, possibilitou identificar os fatores de natureza viário/ambiental mais determinantes, que geram influências nas condições de segurança dos trechos viários.

Ao todo, foram elencados 30 principais fatores de natureza viário/ambiental relacionados à segurança dos corredores de *BRT*, os quais foram distribuídos em seis macrogrupos distintos de assuntos, a saber:

- Condições do Pavimento;
- Sinalização Viária;
- Tratamento aos Pedestres;
- Condições da Geometria;
- Fiscalização;
- Condições de Visibilidade.

Para se estabelecer a abrangência do conteúdo de consulta aos especialistas, foi elaborada uma matriz de critérios, a qual agregou os fatores aplicáveis às pistas de sistemas *BRT*. A identificação prévia destes fatores balizou a elaboração do teor constante no formulário de pesquisa.

Dentro de cada macrogrupo de assuntos, foram levantados os fatores mais relevantes com influências positivas sobre a segurança viária, no âmbito viário/ambiental, os quais encontram-se detalhados na etapa de elaboração do ISP-BRT.

Após a conclusão da fase de levantamento dos 30 fatores distribuídos nos seis macrogrupos de assuntos supracitados, foi elaborado o questionário de pesquisa (apresentado no Apêndice A), o qual foi aplicado aos especialistas atuantes em áreas de segurança viária e/ou gestão operacional de sistemas *BRT*, para a expressão de suas respectivas opiniões e contribuições. Todo o detalhamento de concepção e execução desta fase encontra-se disposto no tópico relacionado à elaboração do ISP-BRT.

Em seguida, concluídas as duas primeiras fases anteriormente relatadas, efetuou-se a hierarquização dos 30 fatores elencados, por ordem de relevância, com base nas notas dos graus de influência positiva atribuídas pelos especialistas consultados através dos formulários eletrônicos aplicados.

A primeira etapa de elaboração do trabalho foi concluída com a análise dos resultados obtidos pela aplicação das pesquisas junto aos especialistas, além da ponderação das características físicas do ISP-BRT e estimação dos pesos relativos das características (fatores), dentro de

seus respectivos macrogrupos. Também foram calculados o ISP-BRT parcial do segmento, o ISP-BRT global do segmento, além do ISP-BRT relativo a cada trecho viário.

Os dados obtidos e resultantes da aplicação dos formulários de pesquisas foram analisados através de dois métodos distintos (*Box Plot* e Ordenação Seletiva de Dados), conforme demonstrado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Resumo dos métodos estatísticos utilizados para a análise dos dados

Método de análise	Forma de análise dos dados	Descrição
<i>Box Plot</i>	Avaliação da distribuição empírica dos dados.	Utilizado para análise dos dados obtidos na primeira parte do formulário, os quais referem-se à atribuição de notas (na escala de 1 a 10), para a obtenção dos graus de influência positiva dos 30 fatores de avaliação, subdivididos dentre os seis macrogrupos estabelecidos.
Ordenação Seletiva de Dados	Avaliação estatística na qual a importância é proporcional à frequência que o atributo foi escolhido, ponderado pelo peso associado àquele ranking.	Considerada a frequência com que as notas de cada fator figurou nas respostas com posterior atribuição de pesos, por grau de importância.

3.1.2 Descrição da Etapa 2:

Na Etapa 2 da metodologia foi elaborado um procedimento de inspeção “*in loco*”, para a verificação das características físicas que constituem o ISP-BRT, denominado PIC-BRT (Procedimento de Inspeção de Campo das pistas de *BRT*). Em sequência, o método elaborado foi aplicado nas pistas do *BRT* MOVE da Av. Presidente Antônio Carlos, em Belo Horizonte/MG, permitindo a estimação e a análise comparativa das condições dos níveis de segurança nos segmentos viários desejados.

Finalmente o método foi validado, considerando os resultados obtidos por sua aplicação e os dados de registros de acidentes verificados no Sistema MOVE, gerenciados pela BHTRANS, dentro de parâmetros previamente definidos, os quais encontram detalhados em tópico correspondente descrito neste trabalho.

3.1.3 Resumo da Metodologia

As Tabelas 3.2 e 3.3 demonstram sinteticamente as duas principais etapas de desenvolvimento deste trabalho.

Tabela 3.2 – Resumo dos tópicos de desenvolvimento relativos à Etapa 1

Etapa 1: Elaboração do ISP-BRT	
1	Identificação dos fatores, distribuídos em macrogrupos distintos de natureza viário/ambiental, que geram influência nos requisitos de segurança viária das pistas do <i>BRT</i> , com a utilização da matriz de critérios elaborada a partir da literatura existente.
2	Elaboração do questionário de pesquisa, com posterior aplicação aos profissionais atuantes na área de segurança viária e/ou gestão do <i>BRT</i> (APÊNDICE A).
3	Análise dos dados obtidos pela aplicação das pesquisas: dados de perfis, por grupo de profissionais, por área de atuação e pelos métodos <i>Box Plot</i> (gráfico de caixa) e ordenação seletiva dos atributos.
4	Ponderação das características físicas do ISP e estimação dos pesos relativos das características.
5	Formulação do ISP-BRT:
	Cálculo do ISP- $BRT_{\text{parcial/segm}}$
	Cálculo do ISP- $BRT_{\text{global/segm}}$
6	Cálculo do ISP- BRT_{trecho} Apresentação dos resultados.

Tabela 3.3 - Resumo dos tópicos de desenvolvimento relativos à Etapa 2

Etapa 2: Aplicação do PIC-BRT – Estudo de Caso	
1	Definição do trecho viário para aplicação do método.
2	Definição da escala de notas para as condições dos fatores avaliados em campo.
3	Definição da escala semântica de condições e cores para as notas atribuídas aos valores do ISP-BRT.
4	Estabelecimento de critérios referenciais para a redução da subjetividade das avaliações.
5	Descrição dos procedimentos de inspeção de campo.
6	Elaboração do formulário de inspeção.
7	Realização da inspeção de campo.
8	Análise dos resultados obtidos.
9	Validação do ISP-BRT.

4 ELABORAÇÃO DO ISP-BRT

Neste capítulo, encontram-se descritas todas as etapas de elaboração do ISP-BRT, com refinamento dos critérios, buscas, consultas e resultados obtidos. A elaboração do ISP-BRT inicia-se pela identificação dos fatores que mais exercem influência no âmbito da segurança viária. O detalhamento desta etapa encontra-se no tópico disposto a seguir.

4.1 Diretrizes para a elaboração da matriz de critérios

Um dos objetivos centrais do trabalho consiste na identificação, através da busca na literatura existente, das principais características físicas de natureza viário/ambiental, presentes nos corredores viários, que possam gerar influência positiva na ocorrência dos acidentes de trânsito, bem como o aumento de suas respectivas severidades.

Optou-se, portanto, por se criar uma matriz de critérios, formada pela conjunção dos estudos e práticas mais relevantes usualmente adotadas, os quais balizaram a elaboração do documento de consulta submetido aos especialistas atuantes nas áreas de segurança viária e gestão operacional de sistemas *BRT*, representado pelo formulário de pesquisa desenvolvido.

O ponto de partida para o desenvolvimento da etapa de elaboração do ISP-BRT se deu a partir da revisão dos *checklists* utilizados na condução das ASVs, considerados no desenvolvimento do “Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários Rurais de Pista Simples” (NODARI, 2003). A fundamentação desta escolha baseia-se no fato de que neste trabalho, após vasta revisão bibliográfica efetuada pela autora, foram levantados e escolhidos os *checklists* mais abrangentes e conceituados, desenvolvidos por entidades e grupos de pesquisa que se dedicam fundamentalmente aos estudos e elaboração das ASVs.

Desta forma, foram elencados os fatores de natureza viário/ambiental estritamente aplicáveis nas pistas exclusivas destinadas à operação de sistemas de *BRT*, que pudessem exercer influência positiva no âmbito da segurança viária deste tipo de transporte urbano.

A Tabela 4.1 demonstra os *checklists* considerados para o levantamento dos fatores aplicáveis às pistas de *BRT*, classificados como os mais influentes e contribuintes para a promoção e manutenção da segurança viária.

Tabela 4.1 – Checklists utilizados para o levantamento dos fatores contribuintes

<i>Checklist</i>	Referência	Ano
<i>Association of Australian and New Zealand Road Transport and Traffic Authorities</i>	Austroroads	1994
<i>Transfund New Zealand</i>	TNZ	1998
<i>University of New Brunswick</i>	<i>Hidelbrand e Wilson</i>	1999
<i>Department of Transportation of Ontário</i>	OMT	2000

Além dos documentos supracitados, foram considerados também os seguintes relatórios de segurança viária, elaborados no âmbito nacional, para a composição da matriz de critérios:

- Relatório de Inspeção de Segurança Viária do Sistema MOVE (EMBARQ BRASIL, 2014);
- Relatório CETSP NT 216 - Aplicação do dispositivo CAIXA DE SEGURANÇA (*Safety Box*) para travessias de pedestres em vias simples e mão dupla (REBELO *et al.*, 2011).

Finalmente, para a consolidação da matriz de critérios proposta para o desenvolvimento deste trabalho, foram consideradas as práticas de controle eletrônico das infrações de trânsito, estabelecidas e adotadas recentemente pela BHTRANS, para a gestão de seu sistema *BRT MOVE*. Invariavelmente, os instrumentos de fiscalização eletrônica têm exercido papéis fundamentais para a redução dos acidentes de trânsito, constituindo-se não só em agentes ostensivos como também de caráter imparcial, já que estes independem de interpretação dos agentes da autoridade de trânsito, para a identificação das situações infracionais cometidas pelos condutores.

Destaca-se que os equipamentos de fiscalização eletrônica utilizados para a identificação dos avanços semafóricos, tráfego de veículos não autorizados em pistas de circulação exclusiva, além de excessos de velocidade, não constituem propriamente uma inovação, sendo plenamente utilizados cada vez mais em várias cidades do mundo.

4.2 Matriz de critérios, macrogrupos e fatores de avaliação

A partir das relatadas fontes de consulta, foi elaborada uma matriz de critérios, contendo itens de avaliação presentes em cada documento de referência. A matriz, demonstrada pela Tabela 4.2, foi considerada posteriormente para a elaboração do formulário de pesquisa aplicado junto aos especialistas.

Tabela 4.2 – Matriz de critérios dos fatores contribuintes para os acidentes de trânsito

Fatores (Critérios)	Documentos de referência					
	Austróads	Transfund	New Brunswick	Ontário	Embarq Brasil	NT 216/2011 CET SP
O pavimento é livre de defeitos (buracos, rugosidade e fendas) que possam resultar em problemas de segurança (perda de controle do veículo)?	x	x	x	x		
O pavimento está livre de pedregulhos e outros elementos soltos?	x			x		
A via tem drenagem suficiente?		x	x			
A superfície é livre de formação de poças ou lâminas d'água que possam afetar a segurança?		x	x			
O pavimento encontra-se com adequada resistência à derrapagem particularmente em curvas e aproximações de interseção?	x		x	x		
O pavimento é livre de defeitos que possam resultar em problemas de segurança?	x	x	x	x		
Existem todas as placas de regulamentação, advertência e orientação necessárias, corretamente localizadas? São visíveis?	x	x	x	x	x	
A sinalização vertical foi aplicada de forma inconsistente?					x	
Existem placas redundantes, faltantes ou quebradas?	x		x	x		
Existe sinalização a respeito de atividades de veículos pesados/transporte público?			x		x	
A vegetação bloqueia a visibilidade das placas?					x	
Existem locais que podem confundir os usuários (marcações antigas)?	x		x	x	x	
As marcações antigas no pavimento foram devidamente removidas?	x		x	x	x	
As linhas de marcação estão em boas condições (linhas centrais, laterais e transversais)? O posicionamento das linhas de retenção é apropriado?					x	
A pavimentação das pistas exclusivas diferencia-se da pavimentação do tráfego misto?					x	
As marcações do pavimento são visíveis em todas as condições prováveis de tempo e luz?	x		x	x		
Os semáforos são claramente visíveis para os veículos em aproximação?	x			x		
Os semáforos estão ocultos por árvores?					x	

Fatores	Documentos de referência					
	Austroroads	Transfund	New Brunswick	Ontário	Embarq Brasil	NT 216/2011 CET SP
O posicionamento dos semáforos e outros postes de serviços encontra-se apropriado?			x			
Existem semáforos para pedestres em todas as travessias de pedestres nas interseções semaforizadas?					x	
Os focos de pedestres encontram-se alinhados às travessias?					x	
A visibilidade dos semáforos é prejudicada pelo nascer ou pelo por do sol (incidência de raios solares)?	x			x		
Os ciclos dos semáforos encontram-se adequados, com tempos apropriados para os pedestres e botoeiras funcionando?	x			x	x	
Existe sinalização refletiva?	x			x		
Existem linhas contínuas refletivas para deixar claras as separações entre os sentidos da via?					x	
Os pedestres estão protegidos por cercas (gradis) onde necessárias?	x			x	x	
Existem travessia para os pedestres através de passarelas?					x	
Existem equipamentos para pedestres deficientes visuais em bom estado de funcionamento?	x			x		
Existe iluminação especialmente destinada às áreas de travessia dos pedestres?						x
Existem equipamentos para pedestres deficientes visuais em bom estado de funcionamento?	x			x		
As áreas de travessia e ilhas de espera são compatíveis com o volume de pessoas?					x	
Existem rampas excessivamente acentuadas que possam ser inseguras em condições meteorológicas adversas?			x			
A largura da faixa é suficiente para o projeto viário?			x		x	
Existem curvas muito acentuadas que possam causar derrapagens em condições meteorológicas adversas?			x			
Existem desvios abruptos de tráfego em função da presença de curvas acentuadas?					x	

Fatores	Documentos de referência					
	Austroroads	Transfund	New Brunswick	Ontário	Embarq Brasil	NT 216/2011 CET SP
O alinhamento da via é claramente definido?	x		x	x		
A continuidade da pista é mantida?			x			
Valas, desníveis e rampas não utilizadas devem ser eliminados?				x	x	
A preferência das vias é afetada pelos acessos?			x		x	
Existem tratamentos das aberturas de acesso às pistas exclusivas (agulhas operacionais, técnicas e interseções)?					x	
Nos locais com elevado volume de pedestres, as velocidades máximas permitidas são limitadas?					x	
Existem Detectores de Avanço de Semáforo (DAS) para o controle dos avanços semaforicos, nas interseções e travessias de pedestres em nível?						
Existem Detectores de Invasão de Faixas Exclusivas (DIF) para controle de acesso dos veículos autorizados a circular em pelas faixas exclusivas de ônibus?						
Todo o sistema de iluminação opera satisfatoriamente?	x			x		
As linhas de visão estão obstruídas por placas, pilares, prédios, paisagens, etc.?			x			
Distância de visão é adequada a todos os movimentos e a todos os usuários?	x	x	x	x		

Com base na matriz de critérios, foram elencados 30 itens de avaliação relacionados aos fatores contribuintes para a ocorrência dos acidentes de trânsito, no âmbito dos aspectos estritos de natureza viário/ambiental, todos estes aplicáveis ao contexto de operação dos sistemas *BRT*. Os 30 itens foram subdivididos em seis macrogrupos de assuntos, cada qual com um número variável de fatores de avaliação, conforme demonstrado na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Número de fatores avaliados dentro de cada macrogrupo de assunto

Item	Macrogrupo	Nº de fatores avaliados
1	Condições do pavimento	5
2	Sinalização viária	7
3	Tratamentos aos pedestres	6
4	Geometria viária	6
5	Fiscalização	3
6	Condições de visibilidade	3
	TOTAL	30

O detalhamento dos 30 fatores avaliados, nos seis macrogrupos de assuntos estabelecidos, encontra-se disposto nas Tabelas 4.4 a 4.9, apresentadas a seguir.

Tabela 4.4 – Fatores componentes do macrogrupo “Condições do Pavimento”

1	Eliminação de buracos, desníveis e defeitos aparentes das pistas de rolamento.
2	Eliminação de areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos das pistas de rolamento.
3	Eliminação de água corrente ou poças d'água das pistas de rolamento.
4	Pavimento das pistas de rolamento com boa resistência à derrapagem.
5	Nivelamento dos bueiros, poços de visita e tampas existentes nas pistas de rolamento.

Tabela 4.5 - Fatores componentes do macrogrupo “Sinalização Viária”

6	Utilização adequada de placas de regulamentação, advertência e indicativa.
7	Boas condições de visibilidade diurna e noturna da sinalização horizontal demarcadora das faixas de trânsito, das linhas de retenção, das faixas para travessia de pedestres e demais demarcações de solo.
8	Boas condições de visibilidade dos focos dos semáforos: veiculares e de pedestres (limpeza, posicionamento do grupo focal, poda de galhos de árvores, etc.).
9	Existência de focos para pedestres nas travessias semaforizadas.
10	Boas condições da intensidade luminosa dos focos dos semáforos de veículos e de pedestres (utilização de LED).
11	Programação semafórica com tempos adequados às travessias seguras e confortáveis dos pedestres.
12	Existência de dispositivos refletivos para melhorar a orientação dos motoristas na via (tachas, tachões, etc.), complementando a sinalização horizontal.

Tabela 4.6 - Fatores componentes do macrogrupo “Tratamento aos Pedestres”

13	Existência de gradis apropriados para a canalização do fluxo de pedestres.
14	Existência de travessias em desnível (passarelas ou passagens subterrâneas), para a transposição da via pelos pedestres.
15	Existência de piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres.
16	Existência de iluminação exclusiva para as travessias de pedestres.
17	Existência de sinalização sonora para orientação dos pedestres nas travessias semaforizadas.
18	Existência de áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres que realizam travessias das pistas de rolamento em etapas.

Tabela 4.7 - Fatores componentes do macrogrupo “Geometria da Via”

19	Suavização de rampas em trechos com elevada declividade.
20	Superlargura das faixas nas curvas, de forma a ampliar a liberdade de manobra e correção de curso por parte dos motoristas que trafegam nas pistas de rolamento.
21	Suavização das curvas horizontais acentuadas presentes nas pistas de rolamento.
22	Continuidade dos alinhamentos viários ao longo de todo o trecho das pistas de rolamento, contribuindo para que não haja desvios bruscos de obstáculos por parte dos motoristas (pilares, postes, etc.).
23	Eliminação de desníveis e valas existentes entre as pistas de rolamento, em trechos onde não houver canteiro central separador.
24	Eliminação dos conflitos entre veículos do sistema <i>BRT</i> e demais veículos, nas interseções.

Tabela 4.8 - Fatores componentes do macrogrupo “Fiscalização”

25	Existência de controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades praticadas nas pistas de rolamento.
26	Existência de detectores eletrônicos de avanço de semáforo nas travessias de pedestres e interseções presentes nas pistas de rolamento.
27	Existência de detectores de invasão de faixas exclusivas para fiscalizar veículos não autorizados nas pistas de rolamento.

Tabela 4.9 - Fatores componentes do macrogrupo “Condições de Visibilidade”

28	Boas condições de iluminação da via.
29	Eliminação de painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos instalados próximos às pistas de rolamento (inclusive os eletrônicos), que possam desviar a atenção ou ofuscar a visão dos motoristas.
30	Eliminação de "pontos cegos" e obstruções visuais diversas para motoristas e pedestres.

4.3 *Elaboração do formulário de pesquisa*

Nesta etapa, foi elaborado um formulário de pesquisa, o qual foi aplicado aos profissionais das áreas relacionadas à gestão do transporte e/ou trânsito, especificamente àqueles atuantes nos ramos relacionados à segurança viária e/ou gestão operacional de sistemas *BRT*, escolhidos com o propósito de aumentar a qualificação dos resultados obtidos através das consultas realizadas.

Para a definição da amostra de respondentes, utilizou-se a base cadastral de profissionais existente na BHTRANS, a qual vem sendo consolidada ao longo dos anos, sobretudo pelas inúmeras cooperações técnicas e institucionais firmadas entre os órgãos de gestão de transporte e trânsito. As indicações de consultas também partiram do corpo docente da UFMG, através dos contatos estabelecidos em seminários, workshops, congressos, etc. Foram relacionados também alguns profissionais autônomos, atuantes no mercado de consultorias, com atribuições efetivamente relacionadas ao tema central do trabalho.

A aplicação do formulário de pesquisa aos especialistas objetivou hierarquizar, por ordem de relevância, com base em suas respectivas opiniões, os 30 fatores previamente identificados, componentes dos seis macrogrupos de assuntos. A obtenção dos resultados decorrentes da aplicação dos formulários de pesquisa possibilitou o cumprimento da etapa subsequente do trabalho, relacionada à estimação dos pesos relativos de cada fator de natureza viário/ambiental.

Antes da fase de sua aplicação, propriamente dita, o formulário passou por uma etapa de simulação (teste piloto), sendo submetido inicialmente a um pequeno grupo de profissionais com larga experiência nas áreas correlatas ao tema do trabalho, para a incorporação de sugestões e realização das adequações julgadas necessárias.

O formulário de pesquisa foi subdividido em três partes principais, a saber:

- Obtenção do grau de influência positiva dos 30 fatores de avaliação, distribuídos em seis macrogrupos de assuntos, em escala hierárquica de importância;
- Hierarquização do grau de importância relativa entre os macrogrupos de assuntos avaliados;
- Levantamento dos dados de perfil dos respondentes.

4.3.1 Características da pesquisa

A aplicação do formulário de pesquisa se deu por meio eletrônico, com envio de *e-mails* aos profissionais atuantes no meio acadêmico, consultores independentes, gestores de trânsito e/ou transporte público, gestores de sistemas *BRT* do Brasil e da Colômbia. Nos *e-mails* enviados aos especialistas encontrava-se disponível o link para acesso ao formulário eletrônico através do *Google Forms*. O período de consulta estendeu-se por quatro meses consecutivos, compreendendo o início do mês de novembro/15 até o final do mês de fevereiro/16. O longo período temporal destinado à aplicação das pesquisas se deu pelo fato dos meses de dezembro e janeiro serem notadamente atípicos, com grande número de pessoas gozando férias, dificultando a obtenção dos resultados esperados.

A Tabela 4.10 sintetiza os números gerais relacionados à submissão dos formulários de pesquisa junto aos especialistas, bem como o percentual de respostas obtidas neste processo.

Tabela 4.10 - Índice de retorno dos formulários aplicados

Nº de especialistas consultados	Quantidade de respostas obtidas	Percentual de retorno (êxito)
228	77	33,77%

Os questionamentos constantes no formulário de pesquisa foram elaborados de maneira clara e objetiva, subdivididos pelos seis macrogrupos de assuntos. O modelo de questionário adotado para fins de elaboração deste estudo encontra-se disposto no Apêndice A.

4.4 Definição de escala para a atribuição das notas

No questionário aplicado, os especialistas consultados puderam expressar suas opiniões acerca dos níveis de influência positiva dos itens avaliados, capazes de melhorar as condições de segurança viária das pistas destinadas à operação de sistemas *BRT*, através do preenchimento de uma escala de notas de influência compreendida entre 1 e 10.

Na escala de atribuição estabelecida, a “nota 1” figurou como “nenhuma influência positiva”, enquanto a “nota 10” expressou “grande influência positiva” de cada fator. As notas intermediárias compreendidas entre o intervalo “2 a 9” figuram como notas gradativas por ordem de importância, sendo a “nota 5”, a mais ligada à neutralidade da influência (conotação de moderação), já que esta divide a graduação de duas tendências das impressões explicitadas pelos profissionais consultados. A Tabela 4.11 dispõe sobre as notas e suas respectivas tendências de percepção.

Tabela 4.11 – Tendência das notas por escala gradativa de importância

Notas	Tendência
1 a 4	Nenhuma (nota 1) ou menor influência positiva dos fatores avaliados.
5	Nota de neutralidade (influência moderada).
6 a 10	Média ou elevada influência positiva dos fatores avaliados.

A Figura 4.1 demonstra a lista de opções de notas constante no formulário de pesquisa, a qual permitiu a inclusão de uma única opção por parte dos respondentes.

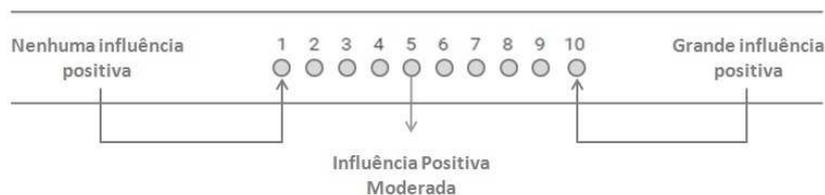


Figura 4.1 - Escala de notas por grau de influência, disposta no formulário de pesquisa

A Figura 4.2 demonstra a forma utilizada para a atribuição de nota, neste exemplo, ao fator “eliminação de buracos, desníveis e defeitos aparentes das pistas de rolamento”, o qual compõe o macrogrupo “Condições do pavimento”.

1. CONDIÇÕES DO PAVIMENTO

1.1. Eliminação de buracos, desníveis e defeitos aparentes das pistas de rolamento.*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Nenhuma influência positiva ● ● ● ● ● ● ● ● ● Grande influência positiva

Figura 4.2 - Exemplo da escala de atribuição de nota

Concluída a etapa de atribuição de notas para cada fator contribuinte, o formulário solicitou ao respondente, também como item obrigatório, a atribuição de notas únicas para determinar a ordem de importância dos próprios macrogrupos de assunto, sendo possível a inserção de uma única resposta por linha e por coluna.

Desta forma, numa escala de notas compreendida entre 1 e 6, sendo a nota 1 classificada como a “mais importante” e a nota 6, como a “menos importante”, os especialistas demonstraram a sua opinião sobre o ordenamento dos macrogrupos.

Objetivou-se, desta forma, verificar o grau de importância dado pelos especialistas a cada macrogrupo de assunto, no âmbito dos aspectos de natureza viário/ambiental, capazes de contribuir para a segurança nas pistas destinadas à operação do *BRT*. A Figura 4.3 apresenta a forma de consulta dos graus de importância de cada macrogrupo, conforme modelo integrante do formulário de pesquisa aplicado.

7. ATRIBUIÇÃO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS FATORES AVALIADOS

OBS: Ordene as opções de 1 a 6, sendo: 1 o fator MAIS IMPORTANTE e 6 o MENOS IMPORTANTE. Favor preencher somente uma resposta por linha e por coluna (caso contrário, o formulário não será habilitado para envio).

Considerando o seu conhecimento técnico, classifique, em ordem de relevância (DA MAIOR PARA MENOR), os fatores que você julga como mais importantes para a promoção e manutenção da segurança viária das pistas de BRT.*

	1 (MAIS IMPORTANTE)	2	3	4	5	6 (MENOS IMPORTANTE)
CONDIÇÕES DO PAVIMENTO DAS PISTAS DO BRT	<input type="radio"/>					
SINALIZAÇÃO VIÁRIA VERTICAL E HORIZONTAL DAS PISTAS DO BRT	<input type="radio"/>					
TRATAMENTO AOS PEDESTRES NAS PISTAS DO BRT	<input type="radio"/>					
GEOMETRIA DAS PISTAS DE BRT	<input type="radio"/>					
FISCALIZAÇÃO NAS PISTAS DE BRT	<input type="radio"/>					
CONDIÇÕES DE VISIBILIDADE DAS PISTAS DE BRT	<input type="radio"/>					

Figura 4.3 - Exemplo de atribuição de nota dos macrogrupos, expressa no formulário de pesquisa

Como etapa final do preenchimento do formulário de pesquisa, foi solicitada aos respondentes, a inclusão de alguns dados de perfil, para caracterização qualitativa deles (informações relativas às esferas de atuação, tempo de experiência profissional, etc.). Optou-se por manter a inclusão dos nomes e *e-mails* dos respondentes de forma facultativa.

4.5 Ponderação das características físicas do ISP-BRT e estimação dos pesos relativos dos fatores avaliados

A estimação dos pesos relativos dos 30 fatores de natureza viário/ambiental baseou-se nas notas obtidas pela aplicação dos formulários de pesquisa, junto aos especialistas consultados.

Segundo Nodari (2003), normalmente a influência das características físicas na ocorrência dos acidentes é estimada através de modelos de regressão. Porém, as limitações de dados confiáveis relativos aos acidentes dificultam uma análise desta natureza, fazendo com que a

opinião de profissionais ganhe conotação de maior relevância, capaz de permitir uma modelagem mais apropriada e conseqüentemente a obtenção de resultados mais confiáveis.

Para a formulação do ISP-BRT, a relativização dos pesos de cada um dos 30 fatores avaliados, dentro de seus respectivos macrogrupos, se deu pela aplicação da Equação (1), apresentada a seguir.

$$Peso_{fator\ i} = \frac{Influência_{fator\ i}}{\sum_{fator\ do\ macrogrupo}} \quad (1)$$

Em que:

$Peso_{fator\ i}$ = Peso do fator;

$Influência_{fator\ i}$ = Média das notas obtidas para cada fator avaliado;

$\sum_{fator\ do\ macrogrupo}$ = Somatório das notas médias dos fatores obtidas para cada macrogrupo.

Assim, os pesos relativos de cada fator avaliado foram obtidos pela divisão da média de todas as notas que lhe foram atribuídas pelos especialistas, pelo somatório de todas as médias de notas de seu respectivo macrogrupo. A Tabela 4.12 exemplifica a forma de cálculo descrita anteriormente:

Tabela 4.12 - Exemplo: cálculo dos pesos relativos dos fatores relacionados ao macrogrupo “Condições do Pavimento”

	Fator de avaliação	Nº de respostas	Média das notas	Pesos relativos	
Condições do Pavimento	1	Eliminação de buracos, desníveis e defeitos aparentes das pistas de rolamento.	77	8,48	0,206
	2	Eliminação de areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos das pistas de rolamento.	77	8,23	0,200
	3	Eliminação de água corrente ou poças d'água das pistas de rolamento.	77	7,95	0,193
	4	Pavimento das pistas de rolamento com boa resistência à derrapagem.	77	8,40	0,204
	5	Nivelamento dos bueiros, poços de visita e tampas existentes nas pistas de rolamento.	77	8,18	0,198
	<i>SOMA</i>		41,24	1,000	

Para a obtenção do peso relativo referente ao fator do item quatro (Pavimento das pistas de rolamento com boa resistência à derrapagem), por exemplo, dividiu-se a média de todas as

notas atribuídas pelos especialistas para este fator (8,40), pelo somatório de todas as notas médias obtidas para todos os fatores componentes do macrogrupo “Condições do Pavimento” (41,24). Desta forma, após a aplicação da equação, verificou-se o peso relativo ao fator quatro igual a 0,204.

4.6 Cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$

O $ISP-BRT_{parcial/segmento}$ refere-se ao índice de segurança potencial obtido para um macrogrupo específico de assuntos, dentro de um determinado segmento viário. Em exemplo, se fossem considerados 28 segmentos viários componentes de um determinado trecho, o $ISP-BRT_{parcial/segmento}$ poderia representar o índice de segurança potencial das condições de pavimento no 3º segmento viário, especificamente.

Para o cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$, considerou-se os pesos relativos obtidos para cada característica avaliada, dentro de seus respectivos macrogrupos, além das notas associadas aos trechos inspecionados nas pistas exclusivas do *BRT*, as quais refletiram as condições em que cada característica encontrava-se dentro daquele determinado segmento viário. O $ISP-BRT_{parcial/segm}$ é o resultado do somatório do produto entre o peso e a nota atribuída a cada característica, dentro de seu macrogrupo. A Equação (2) representa o cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$.

$$ISP-BRT_{parcial/segm} = \sum_{i=1}^m (p_i \times n_i) \quad (2)$$

Em que:

$ISP-BRT_{parcial/segm}$ = Índice de segurança potencial parcial do *BRT*, referente a cada um dos seis macrogrupos avaliados;

p_i = peso relativo da característica i dentro de cada macrogrupo;

n_i = nota da característica i obtida na inspeção de campo;

i = características que compõem os macrogrupos.

A forma de cálculo do $ISP- BRT_{parcial/segm}$, resulta numa compensação entre as características que apresentam notas bastante divergentes. Desta forma, elevados índices obtidos no macrogrupo “Tratamento aos Pedestres”, por exemplo, pode compensar baixos índices relativos à categoria “Condições do Pavimento”. Porém, esta compensação deixa de existir na forma de cálculo estabelecida para a obtenção do $ISP- BRT_{global/segm}$, que considera a média geométrica dos $ISP- BRT_{parcial/segm}$, conforme disposto a seguir.

4.7 Cálculo do $ISP- BRT_{global/segm}$

O $ISP-BRT_{global/segmento}$ refere-se ao índice de segurança potencial obtido para todos os macrogrupos de assuntos, dentro de um determinado segmento viário. Em exemplo, se fossem considerados 28 segmentos viários componentes de um determinado trecho, o $ISP- BRT_{global/segmento}$ poderia representar o índice de segurança potencial das condições de pavimento, condições de geometria, tratamento aos pedestres, além de todos os demais macrogrupos de assuntos, no 3º segmento viário, especificamente.

Para a obtenção do $ISP- BRT_{global/segm}$, optou-se pela aplicação da média geométrica dos $ISP- BRT_{parcial/segm}$. A Equação (3), abaixo apresentada, dispõe sobre o método de cálculo do $ISP- BRT_{global/segm}$.

$$ISP-BRT_{global/segm} = \sqrt[6]{ISP-BRT_{pav} \times ISP-BRT_{sin} \times ISP-BRT_{ped} \times ISP-BRT_{geo} \times ISP-BRT_{fis} \times ISP-BRT_{vis}} \quad (3)$$

Em que:

$ISP-BRT_{global/segm}$ = Índice de segurança potencial global do BRT ;

$ISP-BRT_{pav}$ = Índice de segurança potencial parcial do BRT referente ao macrogrupo “Condições do Pavimento”;

$ISP-BRT_{sin}$ = Índice de segurança potencial parcial do BRT referente ao macrogrupo “Sinalização Viária”;

$ISP-BRT_{ped}$ = Índice de segurança potencial parcial do BRT referente ao macrogrupo “Tratamento aos Pedestres”;

$ISP-BRT_{geo}$ = Índice de segurança potencial parcial do BRT referente ao macrogrupo “Condições da Geometria”;

$ISP-BRT_{fis}$ = Índice de segurança potencial parcial do BRT referente ao macrogrupo “Fiscalização”;

$ISP-BRT_{vis}$ = Índice de segurança potencial parcial do BRT referente ao macrogrupo “Condições de Visibilidade”.

Vale destacar que o uso da média geométrica para o cálculo dos $ISP-BRT_{parcial/segm}$, para a obtenção do $ISP-BRT_{global/segm}$, não faz nenhum tipo de compensação das notas divergentes das características de cada macrogrupo (situação presente no cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$). Assim, o mau desempenho de um determinado macrogrupo não é compensado pelo bom desempenho de outro, como ocorre para o cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$. Para efeito de análise na aplicação do método proposto neste estudo, destaca-se que segmentos viários que apresentem notas mais homogêneas tendem a ter melhores desempenhos no indicador que aqueles que apresentam notas bem divergentes em relação aos seus fatores avaliados.

4.8 Cálculo do $ISP-BRT_{trecho}$

Para o cálculo do $ISP-BRT_{trecho}$, utilizou-se a média geométrica do $ISP-BRT_{segm}$, conforme Equação (4), abaixo representada.

$$ISP-BRT_{trecho} = \sqrt[n]{\prod ISP-BRT_{segm}} \quad (4)$$

Em que:

$ISP-BRT_{trecho}$ = Índice de segurança potencial do trecho avaliado (composto por “ n ” segmentos viários);

$ISP-BRT_{segm}$ = Índice de segurança potencial do segmento inspecionado;

n = número de segmentos que compõe o trecho avaliado.

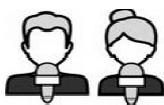
5 RESULTADOS

Os resultados apresentados a seguir referem-se aos dados obtidos pela aplicação das pesquisas junto aos especialistas, com análises de suas informações de perfil, bem como análises estatísticas das notas dos fatores avaliados pelos métodos *Box Plot* e Ordenação Seletiva. Os resultados obtidos propriamente pela aplicação do método proposto neste estudo encontram-se dispostos no capítulo “Estudo de Caso”, descrito no Capítulo 7 deste documento.

5.1 Dados de perfil dos respondentes

Após a etapa de submissão dos formulários de pesquisa e consequente obtenção das respostas, foi possível estabelecer o perfil dos especialistas consultados, em relação à faixa etária predominante, nível de especialização, tempo de experiência profissional, suas relações com o tema “segurança viária”, bem como suas esferas de atuação (setor). A Tabela 5.1 demonstra as características mais predominantes dos respondentes, obtidas após a tabulação de seus respectivos dados de perfil.

Tabela 5.1 – Características predominantes dos respondentes

	Nível de especialização predominante:	Mestrado e/ou Doutorado
	Faixa etária predominante:	50 a 59 anos
	Tempo de experiência predominante:	Mais de 20 anos de experiência profissional
	Ramo de atuação profissional preponderante:	Segurança Viária
	Setor de atuação mais comum:	Setor Público

5.1.1 Níveis de escolaridade

Foram estabelecidos cinco níveis de escolaridade para identificação dos perfis dos respondentes: 2º grau, nível superior, mestrado, especialização, doutorado. A Figura 5.1 demonstra a distribuição destes níveis, em termos percentuais.

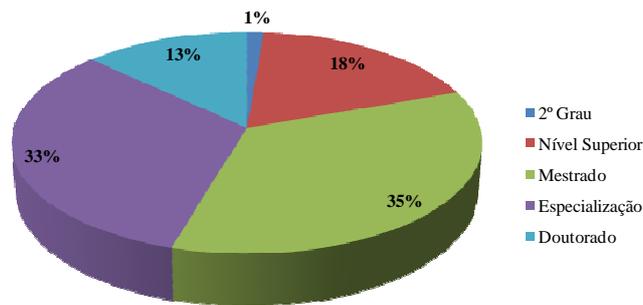


Figura 5.1 – Distribuição percentual dos níveis de escolaridade dos respondentes

A distribuição mostra que 48% dos especialistas consultados são doutores e/ou mestres, devendo ser destacado que, além deste percentual, outros 33% dos respondentes possuem algum tipo de especialização.

5.1.2 Faixas etárias

Em relação à distribuição percentual das faixas etárias, verificou-se que 82% dos respondentes possuem idade compreendida entre a faixa etária de 30 e 59 anos. Mostra-se preponderante na pesquisa, a faixa etária compreendida entre os 50 e 59 anos, correspondente a 32% da amostra, conforme dados expostos na Figura 5.2.

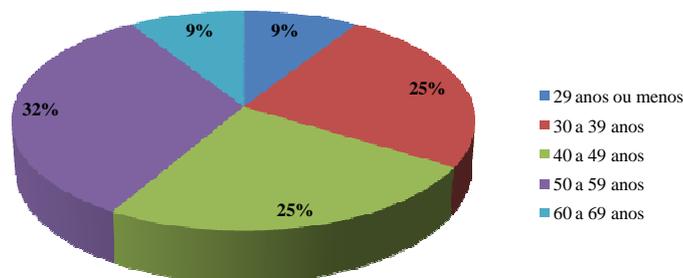


Figura 5.2 – Distribuição percentual das faixas etárias dos respondentes

5.1.3 Tempo de experiência profissional

O formulário de pesquisa solicitou a inclusão das informações relativas ao tempo de experiência profissional dos respondentes, através da possibilidade de escolha de três faixas temporais distintas: menos de 10 anos, entre 10 e 20 anos e mais de 20 anos. A Figura 5.3 demonstra os resultados obtidos.

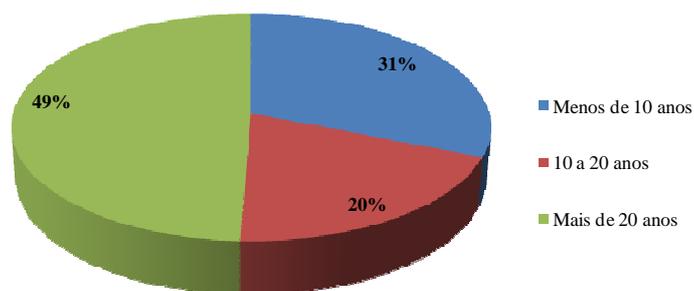


Figura 5.3 – Distribuição percentual do tempo de experiência profissional dos respondentes

Constatou-se que quase metade dos especialistas consultados (49%), possui mais de 20 anos de experiência profissional, sendo que 69% do total possui mais de 10 anos de experiência profissional, atuando nas áreas correlacionadas aos temas centrais desta dissertação.

5.1.4 Correlação da área de atuação à segurança viária

A pesquisa abordou a correlação entre a área de atuação do respondente e o tema “segurança viária”, com três possibilidades de resposta: sim, não ou em parte. A Figura 5.4 demonstra a distribuição percentual desta correlação.

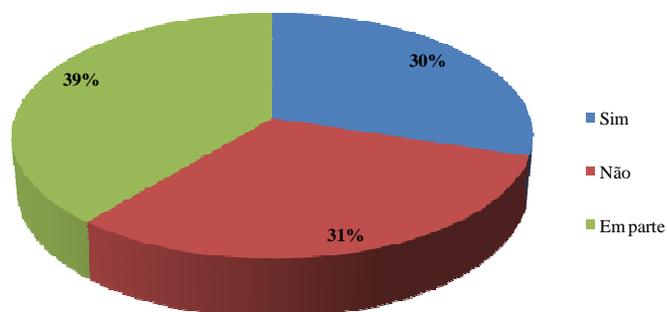


Figura 5.4 – Distribuição percentual da correlação da área de atuação ao tema “segurança viária”

Conforme dados obtidos pela aplicação da pesquisa, percebeu-se que 69% dos profissionais consultados exercem suas funções profissionais correlacionadas ao tema “segurança viária”, no todo ou em parte. Como a aplicação da pesquisa limitou-se ao grupo de profissionais que atuam na área de segurança no trânsito e/ou gestão operacional de *BRT*, subentende-se que o percentual remanescente de 31%, relacionado à inclusão da resposta “não”, exercem suas respectivas funções profissionais com competências relacionadas à gestão de sistemas *BRT*.

5.1.5 Ramo de atuação:

Foi solicitada aos respondentes, através do formulário de pesquisa aplicado, a inclusão de informação relativa ao tipo de setor em que estes atuam profissionalmente, com quatro possibilidades de respostas:

- Especialista do ramo acadêmico, atuante em universidade ou órgão(s) de pesquisa;
- Especialista do setor privado;
- Especialista do setor público;
- Outros (para os casos de mais de uma opção anterior ou demais casos).

Os resultados demonstram que a grande maioria dos especialistas consultados atua no setor público (65%), seguido pelo setor acadêmico, com o percentual de 21% da distribuição total. A atuação no setor privado mostrou-se modesta, com 9% de participação. O percentual relacionado à opção “outros”, provavelmente deve considerar a atuação concomitante dos especialistas em dois ou mais setores. A Figura 5.5 demonstra a distribuição percentual por ramo de atuação dos respondentes.

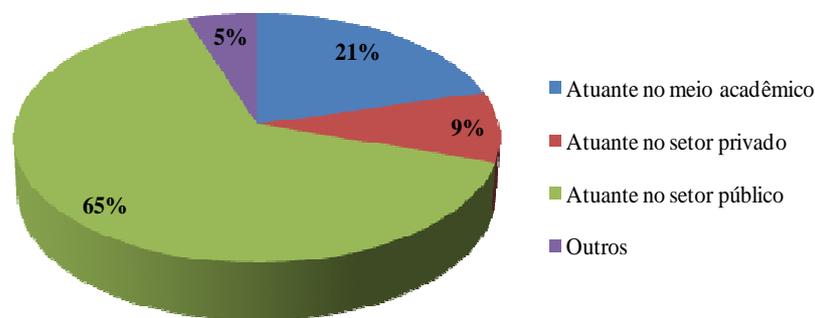


Figura 5.5 – Distribuição percentual dos ramos de atuação dos respondentes

5.2 Análise de dados pelo método estatístico Box Plot

A partir do conceito da análise empírica de dados pelo método *Box Plot*, foram elaborados gráficos para cada macrogrupo de assuntos considerado para efeito de desenvolvimento deste trabalho.

A análise estatística *Box Plot* consiste num método de representação de distribuição empírica dos dados. O *Box Plot* permite avaliar a simetria dos dados, sua dispersão e a existência ou não de valores discrepantes (*outliers*), sendo especialmente adequado para a comparação de

dois ou mais conjuntos de dados correspondentes às categorias de uma variável (BUSSAB e MORETIN, 2004). Trata-se de um gráfico construído com base no resumo dos cinco variáveis, sendo:

- Valor mínimo;
- Primeiro quartil (Q1);
- Mediana (segundo quartil Q2);
- Terceiro quartil (Q3);
- Valor máximo.

O gráfico representativo do método de análise *Box Plot* é formado por uma caixa construída paralelamente ao eixo da escala dos dados, podendo ser horizontal ou vertical. Essa caixa vai desde o primeiro quartil até o terceiro quartil e nela traça-se uma linha na posição da mediana. O intervalo no qual se localiza os valores mais centrais da distribuição dos dados é representado por um retângulo, que contém 50% dos dados. O limite inferior dos retângulos refere-se ao percentil 25 e o limite superior ao percentil 75 dos valores da amostra pesquisada (BUSSAB e MORETIN, 2004).

Dada a escala de mensuração dos dados, os quartis são valores nessa escala que dividem o conjunto de dados em quatro partes, todas elas com o mesmo número de observações. Isso significa que 25% das observações são menores que o primeiro quartil, 50% são menores que o segundo quartil e 75% são menores que o terceiro quartil. A linha disposta no interior do retângulo representa a mediana da distribuição. Acrescenta-se também uma linha, paralela à linha da mediana, para indicar a média. As linhas perpendiculares externas ao retângulo representam a distância até o maior e o menor valor observado dentro de um intervalo de 1,5 da amplitude interquartílica contada a partir da extremidade do retângulo. Os limites são calculados da forma abaixo representada (BUSSAB e MORETIN, 2004):

- Limite inferior: $Q1 - 1,5 (Q3 - Q1)$
- Limite superior: $Q3 + 1,5 (Q3 - Q1)$

Os pontos observados fora destes limites são considerados valores discrepantes (*outliers*) e são denotados por asterisco. Os *outliers* caracterizam-se por estarem muito afastados da

maioria dos outros dados. Quando a distribuição dos dados é simétrica, a linha que representa a mediana estará localizada mais ou menos no centro do retângulo e as duas linhas que partem das extremidades do retângulo terão aproximadamente os mesmos comprimentos. A distribuição dos dados também pode se apresentar de forma assimétrica, quando a linha que representa a mediana estará mais próxima de Q1 em relação à Q3 ou vice-versa (MONTGOMERY E RUNGER, 1994). A Figura 5.6, demonstrada a seguir, dispõe sobre os principais elementos que constituem uma representação de dados pelo método *Box Plot*.

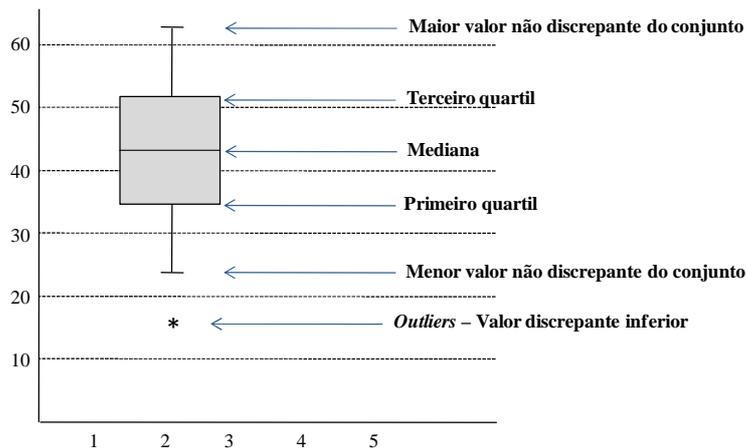


Figura 5.6 - Representação gráfica do método *Box Plot*

5.2.1 Análise *Box Plot*: Macrogrupo “Condições do Pavimento”

Na análise de dados pelo *Box Plot* efetuada para o macrogrupo “Condições do Pavimento”, foram verificadas maiores dispersões das opiniões obtidas juntos aos especialistas, para os fatores de avaliação correspondentes aos itens 1.2 e 1.3, os quais relacionam-se aos efeitos de eliminação de areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos, bem como pelos efeitos de eliminação de água corrente e poças das pistas de rolamento, respectivamente. Este resultado pode ser traduzido como de maior variabilidade, segundo a visão dos especialistas, quanto aos níveis de influência destas características, o que demonstra que não existe consenso entre os respondentes, sobre a influência do fator avaliado para a segurança viária.

A distribuição dos dados mostrou-se com tendência simétrica, notadamente para os fatores de análise correspondente aos itens 1.1, 1.4 e 1,5 (eliminação de buracos, desníveis, defeitos da pista de rolamento, resistência à derrapagem e nivelamento de elementos presentes no

pavimento), já que as demarcações de suas medianas mostram-se nos centros dos retângulos que os representam, conforme representado na Figura 5.7.

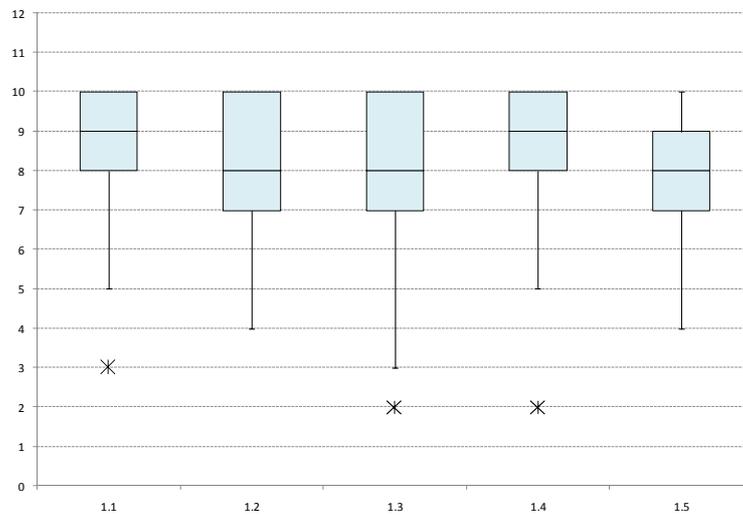


Figura 5.7 – Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Condições do Pavimento”

Legenda:

1.1	Inexistência de buracos, desníveis e defeitos aparentes das pistas de rolamento.
1.2	Inexistência de areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos das pistas de rolamento.
1.3	Inexistência de água corrente ou poças d'água das pistas de rolamento.
1.4	Pavimento das pistas de rolamento com boa resistência à derrapagem.
1.5	Nivelamento dos bueiros, poços de visita e tampas existentes nas pistas de rolamento.

5.2.2 Análise *Box Plot*: Macrogrupo “Sinalização Viária”

Quanto à análise *Box Plot* efetuada para o macrogrupo “Sinalização Viária”, verificou-se que as menores dispersões relacionam-se aos fatores 2.2, 2.3 e 2.4, os quais fazem referências às condições de visibilidade diurna e noturna da sinalização horizontal, às condições de visibilidade dos focos dos semáforos de veículos e de pedestres, além da existência de focos para pedestres nas travessias semaforizadas. Os resultados verificados na análise deste macrogrupo caracterizam-se por uma menor variabilidade dos dados, segundo a visão dos especialistas, quanto aos níveis de influência dos fatores acima mencionados. Para os resultados de dispersão obtidos para os demais fatores avaliados (2.1, 2.5, 2.6 e 2.7), verificou-se bastante equilíbrio.

Ressalta-se que neste macrogrupo, os valores mais discrepantes (*outliers*), foram observados para todos os sete fatores avaliados, com discrepância de algumas notas atribuídas pelo grupo de especialistas em relação às demais, gerando grandes afastamentos entre as mesmas. A Figura 5.8, abaixo relacionada, representa as tendências verificadas especificamente para o macrogrupo “Sinalização Viária”.

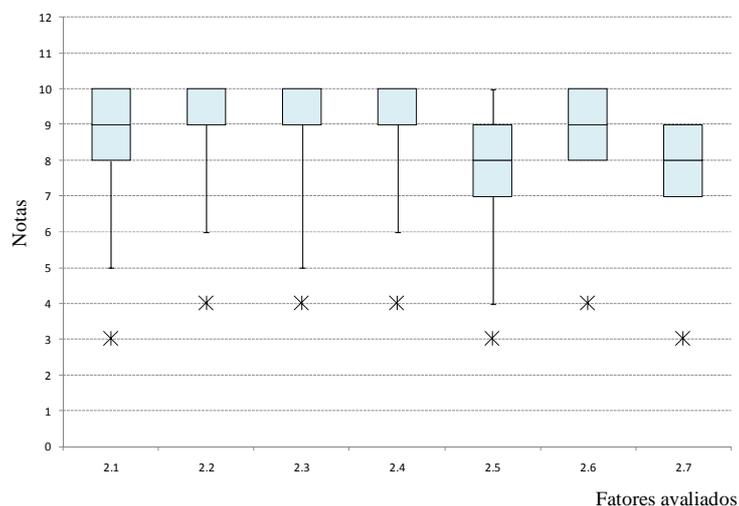


Figura 5.8 - Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Sinalização Viária”

Legenda:

2.1	Utilização adequada de placas de regulamentação, advertência e indicativa. Boas condições de visibilidade diurna e noturna da sinalização horizontal demarcadora das faixas de trânsito, das linhas de retenção, das faixas para travessia de pedestres e demais demarcações de solo.
2.2	Boas condições de visibilidade dos focos dos semáforos: veiculares e de pedestres (limpeza, posicionamento do grupo focal, poda de galhos de árvores, etc.).
2.3	Existência de focos para pedestres nas travessias semaforizadas.
2.4	Boas condições da intensidade luminosa dos focos dos semáforos de veículos e de pedestres (utilização de LED).
2.5	Programação semafórica com tempos adequados às travessias seguras e confortáveis dos pedestres.
2.6	Existência de dispositivos refletivos para melhorar a orientação dos motoristas na via (tachas, tachões, etc.), complementando a sinalização horizontal.
2.7	

5.2.3 Análise *Box Plot*: Macrogrupo “Tratamento aos pedestres”

Na análise *Box Plot* efetuada para o macrogrupo “Tratamento de Pedestres”, a menor dispersão (variabilidade) de dados foi verificada para o fator 3.4, o qual faz referência à

existência de iluminação exclusiva para as travessias de pedestres. Em contrapartida, a maior variabilidade dos dados, baseada na opinião dos especialistas, está relacionada à existência de travessias em desnível (passarelas ou passagens subterrâneas), utilizadas para a transposição das vias pelos pedestres (fator 3.2). Para a avaliação deste fator, especificamente, as notas dadas pelos especialistas apresentaram-se com características de maior variabilidade, ou seja, com variados graus de influência positiva.

A distribuição dos dados mostrou-se com tendência simétrica relativa, exceto pelo fator 3.4, que divergiu dos demais avaliados. Para este macrogrupo, os valores mais discrepantes (*outliers*), também foram observados para todos os seis fatores avaliados, assim como verificado na avaliação do macrogrupo “Sinalização Viária”. Esta tendência relativa aos *outliers* se traduz pela presença de notas discrepantes, também com grandes afastamentos das demais faixas de notas. A Figura 5.9 representa as tendências da análise *Box Plot* para o macrogrupo “Tratamento aos Pedestres”.

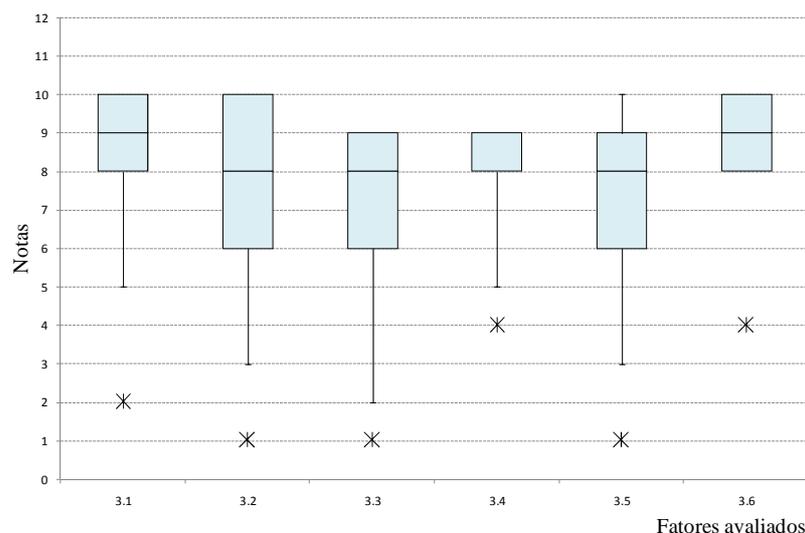


Figura 5.9- Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Tratamento aos pedestres”

Legenda:

- | | |
|-----|--|
| 3.1 | Existência de gradis apropriados para a canalização do fluxo de pedestres. |
| 3.2 | Existência de travessias em desnível (passarelas ou passagens subterrâneas). |
| 3.3 | Existência de piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres. |
| 3.4 | Existência de iluminação exclusiva para as travessias de pedestres. |
| 3.5 | Existência de sinalização sonora para orientação dos pedestres nas travessias semaforizadas. |
| 3.6 | Existência de áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres. |

5.2.4 Análise *Box Plot*: Macrogrupo “Condições de Geometria”

A característica mais relevante percebida na análise *Box Plot* efetuada para o macrogrupo “Condições de Geometria”, refere-se à grande variabilidade dos dados para cinco dos seis fatores analisados. O único fator que apresentou menor dispersão dentre os demais avaliados, refere-se à eliminação dos conflitos dos veículos de *BRT* dos demais, representado pelo item 4.6.

Percebe-se, portanto, que a amplitude de notas dadas pelos especialistas, para a avaliação dos fatores componentes deste macrogrupo, mostrou-se elevada. A distribuição dos dados mostrou-se com tendência de simetria relativa, com algumas medianas dispostas no centro ou próximas do centro, nos retângulos representativos de cada fator avaliado. Os valores discrepantes encontram-se presentes em cinco dos seis fatores avaliados, conforme representação da Figura 5.10.

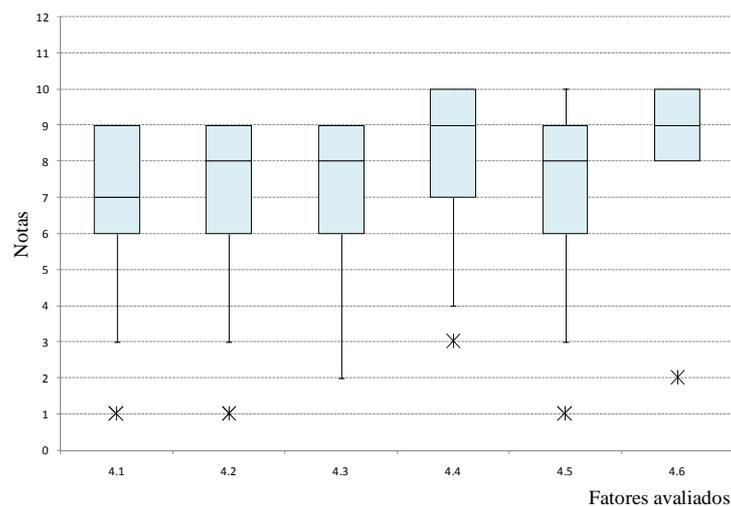


Figura 5.10 - Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Condições de Geometria”

Legenda:

4.1	Suavização de rampas em trechos com elevada declividade.
4.2	Superlargura das faixas nas curvas, de forma a ampliar a liberdade de manobra e correção de curso por parte dos motoristas que trafegam nas pistas de rolamento.
4.3	Suavização das curvas horizontais acentuadas presentes nas pistas de rolamento.
4.4	Continuidade dos alinhamentos viários ao longo de todo o trecho das pistas de rolamento, contribuindo para que não haja desvios bruscos de obstáculos por parte dos motoristas (pilares, postes, etc.).
4.5	Eliminação de desníveis e valas existentes entre as pistas de rolamento, em trechos onde não houver canteiro central separador.
4.6	Eliminação dos conflitos entre veículos do sistema <i>BRT</i> e demais veículos, nas interseções.

5.2.5 Análise *Box Plot*: Macrogrupo “Fiscalização”

Na análise pelo método *Box Plot*, elaborada para os fatores componentes do macrogrupo “Fiscalização”, verificou-se que a concentração das observações se deu no limite superior da escala, considerando todos os três itens de avaliação. Este resultado pode ser interpretado como a falta ou pequena relativização das influências das três características avaliadas por parte dos especialistas consultados. A distribuição dos dados mostrou-se com tendência totalmente simétrica e os níveis de dispersão, por sua vez, mostraram-se similares para todos os três fatores avaliados. Os valores discrepantes foram verificados nos três fatores avaliados. A demonstração desta tendência foi representada pela Figura 5.11.

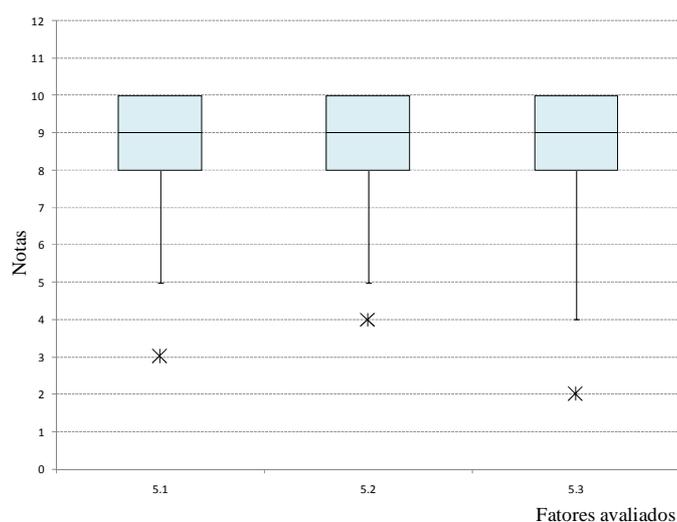


Figura 5.11 - Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Fiscalização”

Legenda:

5.1	Existência de controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades praticadas nas pistas de rolamento.
5.2	Existência de detectores eletrônicos de avanço de semáforo nas travessias de pedestres e interseções presentes nas pistas de rolamento.
5.3	Existência de detectores de invasão de faixas exclusivas para fiscalizar veículos não autorizados nas pistas de rolamento.

5.2.6 Análise *Box Plot*: Macrogrupo “Condições de Visibilidade”

Na análise *Box Plot* efetuada para os fatores do macrogrupo “Condições de Visibilidade”, a maior variabilidade dos dados, segundo a visão dos especialistas, está relacionada à eliminação de painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos instalados próximos às pistas de rolamento (inclusive os eletrônicos), que possam desviar a atenção ou ofuscar a visão dos motoristas. A distribuição dos dados mostrou-se com tendência totalmente simétrica, com todas as medianas dispostas no centro dos retângulos representativos e correspondentes a cada fator. As notas com características de *outliers* figuraram em dois dos três fatores avaliados, conforme representação da Figura 5.12.

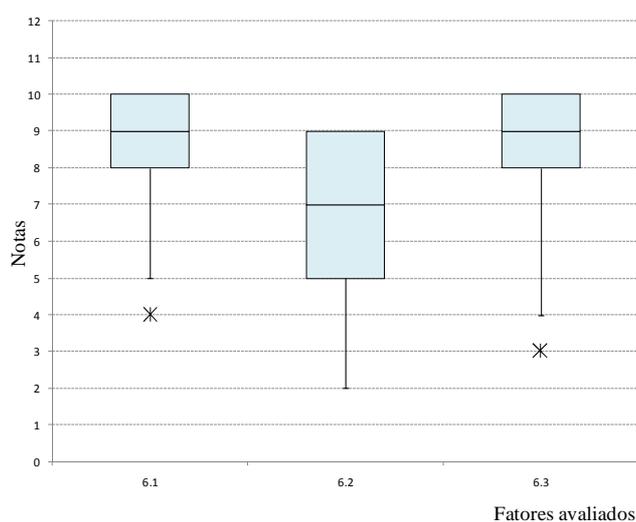


Figura 5.12 - Gráfico de caixa relativo ao macrogrupo “Condições de Visibilidade”

Legenda:

6.1	Boas condições de iluminação da via. Eliminação de painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos instalados próximos às
6.2	pistas de rolamento (inclusive os eletrônicos), que possam desviar a atenção ou ofuscar a visão dos motoristas.
6.3	Eliminação de "pontos cegos" e obstruções visuais diversas para motoristas e pedestres.

5.3 Análise de dados dos macrogrupos pelo método de Ordenação Seletiva

A análise de dados para a mensuração dos graus de importância dos macrogrupos de assuntos, sob a ótica dos especialistas, também foi realizada, porém pelo método estatístico de ordenação seletiva. Este método é usualmente utilizado para se realizar escalas comparativas de atributos. Para a aplicação deste método, os especialistas classificaram, em campo apropriado constante no formulário de pesquisa aplicado, por ordem decrescente de importância, os seis macrogrupos objetos deste estudo, segundo suas respectivas opiniões.

O método calculou uma pontuação parcial para cada macrogrupo, baseada na frequência de cada nota (número de vezes que cada nota apareceu para cada macrogrupo), multiplicada pelo seu respectivo peso sendo, seis para o primeiro posto, cinco para o segundo posto e assim sucessivamente, chegando-se ao peso um para o sexto posto.

Em relação à análise dos dados pelo método de ordenação seletiva, a importância é proporcional à frequência que o atributo foi escolhido, ponderado pelo peso associado àquela classificação (CARVALHO e LEITE, 1998).

Levantou-se, desta forma, a frequência das notas atribuídas pelos especialistas a cada macrogrupo de assuntos, hierarquizando-os em níveis gradativos de importância. A frequência das notas verificadas para cada macrogrupo foi multiplicada por um peso, sendo o seis atribuído para o item mais importante, cinco para o segundo mais importante e assim por diante. A Tabela 5.2 apresenta os níveis de gradação por importância e os respectivos pesos atribuídos a cada um deles.

Tabela 5.2 - Relação atributo/peso – Método ordenação seletiva

ATRIBUTO	PESO
Mais importante	6
2º mais importante	5
3º mais importante	4
4º mais importante	3
5º mais importante	2
6º mais importante	1

Após a tabulação dos dados de frequência das notas atribuídas para cada macrogrupo avaliado, foram obtidos os seguintes resultados gerais, sintetizados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Frequências das notas atribuídas aos macrogrupos de assuntos pelos especialistas

Item	Macrogrupo	Nota						Total
		1	2	3	4	5	6	
1	Condições do Pavimento	15	14	19	8	9	12	77
2	Sinalização Viária	7	11	18	19	14	8	77
3	Tratamento aos pedestres	33	19	10	8	4	3	77
4	Condições de Geometria	7	11	10	18	14	17	77
5	Fiscalização	11	10	12	8	12	24	77
6	Condições de Visibilidade	4	12	8	16	24	13	77

Foram calculados os valores ponderados para cada macrogrupo de assuntos, baseados nos pesos por importância, conforme representado nas Tabelas 5.4 a 5.9, abaixo dispostas.

Tabela 5.4 - Valor ponderado do macrogrupo “Condições do pavimento” por importância

Condições do Pavimento	Frequência	Peso	Valor Ponderado
Nota 1	15	6	90
Nota 2	14	5	70
Nota 3	19	4	76
Nota 4	8	3	24
Nota 5	9	2	18
Nota 6	12	1	12
Total	77		290

Tabela 5.5 – Valor ponderado do macrogrupo “Sinalização Viária” por importância

Sinalização Viária	Frequência	Peso	Valor Ponderado
Nota 1	7	6	42
Nota 2	11	5	55
Nota 3	18	4	72
Nota 4	19	3	57
Nota 5	14	2	28
Nota 6	8	1	8
Total	77		262

Tabela 5.6 - Valor ponderado do macrogrupo “Tratamento aos pedestres” por importância

Tratamento aos pedestres	Frequência	Peso	Valor Ponderado
Nota 1	33	6	198
Nota 2	19	5	95
Nota 3	10	4	40
Nota 4	8	3	24
Nota 5	4	2	8
Nota 6	3	1	3
Total	77		368

Tabela 5.7 - Valor ponderado do macrogrupo “Condições de Geometria” por importância

Geometria	Frequência	Peso	Valor Ponderado
Nota 1	7	6	42
Nota 2	11	5	55
Nota 3	10	4	40
Nota 4	18	3	54
Nota 5	14	2	28
Nota 6	17	1	17
Total	77		236

Tabela 5.8 - Valor ponderado do macrogrupo “Fiscalização” por importância

Fiscalização	Frequência	Peso	Valor Ponderado
Nota 1	11	6	66
Nota 2	10	5	50
Nota 3	12	4	48
Nota 4	8	3	24
Nota 5	12	2	24
Nota 6	24	1	24
Total	77		236

Tabela 5.9 - Valor ponderado do macrogrupo “Condições de Visibilidade” por importância

Condições de visibilidade	Frequência	Peso	Valor Ponderado
Nota 1	4	6	24
Nota 2	12	5	60
Nota 3	8	4	32
Nota 4	16	3	48
Nota 5	24	2	48
Nota 6	13	1	13
Total	77		225

Ao final desta etapa, foi possível calcular o ordenamento geral dos graus de importância de cada macrogrupo, obtido pela divisão de cada um de seus respectivos valores ponderados, pelo somatório dos valores ponderados dos seis macrogrupos (1.617). A Tabela 5.10 apresenta do resumo do ordenamento geral de importância dos grupos de assuntos, segundo visão dos especialistas consultados.

Tabela 5.10 - Ordenamento geral de importância por macrogrupo avaliado (em %)

Ordenamento geral	Macrogrupo	Valor ponderado	Importância (em %)
1º	Tratamento aos pedestres	368	22,76
2º	Condições do pavimento	290	17,93
3º	Sinalização viária	262	16,21
4º	Geometria	236	14,60
5º	Fiscalização	236	14,60
6º	Condições de visibilidade	225	13,90
Total		1.617	100%

Considerando a opinião dos especialistas em relação às suas percepções de importância por grupos de assuntos, o tratamento dispensado aos pedestres figura como o mais relevante dentre todos os demais macrogrupos de assuntos avaliados. As condições do pavimento aparecem como segundo fator mais importante, seguidas pelo assunto “sinalização viária”. Os macrogrupos relativos à “Geometria e Fiscalização” apresentaram ordenamentos de importância similares. O macrogrupo relacionado às condições de visibilidade figurou como o de menor importância dentre os avaliados, segundo a visão dos especialistas consultados.

Em tradução aos resultados obtidos, de forma geral, a adoção de ações voltadas à priorização de tratamento aos pedestres, deve contribuir em maior escala para se garantir melhores resultados em relação à melhoria das condições de segurança em segmentos ou trechos viários, no âmbito de operação de sistemas de transporte do tipo *BRT*. Se tomadas em consonância com medidas de elementos relacionados ao pavimento, certamente melhores deverão ser os resultados, sob a ótica dos especialistas.

5.3.1 Análise de dados – Ramos de atuação dos especialistas

Foi realizada também, a mesma análise de importância relatada anteriormente, porém considerando somente as opiniões dos especialistas atuantes em áreas correlacionadas diretamente à segurança viária. Desta forma, os dados dos especialistas que responderam “sim” e “em parte”, no campo do formulário relacionado à correlação entre sua respectiva área de atuação profissional e o assunto “segurança viária”, foram analisados de forma isolada.

O objetivo desta análise foi verificar se existiam variações das percepções, no que tange ao ordenamento dos graus de importância por assuntos, entre o grupo de especialistas que atuam total ou parcialmente com os assuntos relacionados à segurança viária e aqueles que não se correlacionam de nenhuma forma com o citado assunto.

Os resultados obtidos pela análise dos dois grupos de profissionais foram caracterizados por uma similaridade de suas impressões, notadamente em relação aos três primeiros macrogrupos avaliados (tratamento aos pedestres, condições do pavimento e sinalização viária). Estes três grupos de assuntos figuram no mesmo grau no ordenamento de importância, ainda que seus índices percentuais tenham apresentado pequenas variações. A distinção das percepções dos especialistas consultados ocorre, porém, nos assuntos relacionados às “Condições da Geometria” e “Condições de visibilidade”, os quais se alternam na 4ª e 6ª posições do ordenamento dos graus de importância por assuntos. O macrogrupo “Fiscalização”, no entanto, permaneceu na mesma ordenação em ambas as análises realizadas. As Tabelas 5.11 e 5.12, abaixo apresentadas, demonstram os dados percentuais dos graus de importância obtidos para cada grupo de profissionais consultados.

Tabela 5.11 – Ordenamento dos graus de importância – Profissionais da área de segurança viária

Ordenamento geral	Macrogrupo	Valor ponderado	Importância (em %)
1º	Tratamento aos pedestres	256	23,00
2º	Condições do pavimento	199	17,88
3º	Sinalização viária	179	16,08
4º	Geometria	170	15,27
5º	Fiscalização	163	14,65
6º	Condições de visibilidade	146	13,12
Total		1.113	100%

Tabela 5.12 - Ordenamento dos graus de importância – Profissionais que não atuam na área de segurança viária

Ordenamento geral	Macrogrupo	Valor ponderado	Importância (em %)
1º	Tratamento aos pedestres	112	22,22
2º	Condições do pavimento	91	18,06
3º	Sinalização viária	83	16,47
4º	Condições de visibilidade	79	15,67
5º	Fiscalização	73	14,48
6º	Geometria	66	13,10
Total		504	100%

A Figura 5.13, demonstra que as percepções dos profissionais que atuam nas áreas relacionadas à segurança viária e daqueles que não atuam, apresentam-se de forma bastante similar.

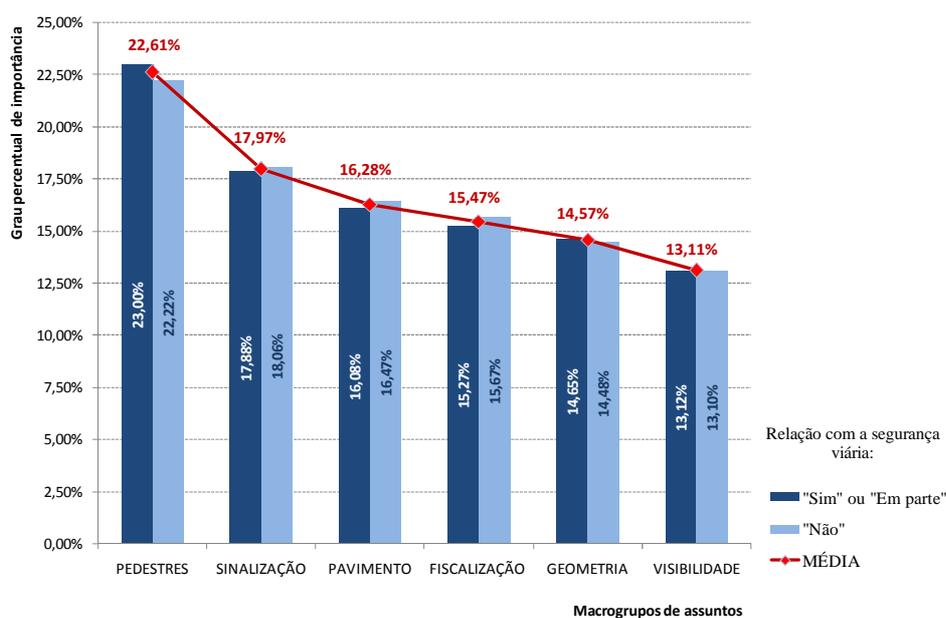


Figura 5.13 – Gráfico comparativo das atribuições de importância por grupo de profissionais

Os resultados obtidos pela análise de dados dos dois grupos de especialistas (atuantes ou não na área de segurança viária), na medida em que figuram com impressões bem semelhantes, indicam que as prioridades de tratamento dos elementos viários encontram-se bem definidas. Supõe-se, neste sentido, que a adoção das políticas de segurança viária por parte dos

responsáveis, devam ser estabelecidas inicialmente abrangendo os requisitos que geram as maiores influências positivas, neste caso, os tratamentos voltados aos pedestres, o tratamento dos itens relacionados à condição do pavimento e assim sucessivamente.

5.3.2 Análise de dados dos fatores – Ramo de atuação dos especialistas

Foi realizada a análise de dados dos fatores viário/ambientais, constituintes de cada macrogrupo, comparando-se as variações percentuais das notas médias atribuídas pelos grupos de especialistas atuantes ou não nas áreas relacionadas à segurança viária.

O objetivo desta análise foi verificar se existiam diferenças de percepções, no que tange às variações percentuais dos graus de importância de cada fator contribuinte, entre o grupo de especialistas que atuam total ou parcialmente com os assuntos relacionados à segurança viária e aqueles que não se correlacionam de nenhuma forma com o citado assunto.

As Tabelas 5.13 a 5.18, abaixo relacionadas, demonstram os resultados da análise realizada para cada macrogrupo de assuntos, com suas variações percentuais, comparando-se as opiniões dos especialistas atuantes na área de segurança viária em relação àqueles que não o fazem.

Tabela 5.13 – Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Condições do Pavimento

Condições do Pavimento	Item	Fator viário/ambiental	Atividades profissionais relacionam-se à segurança viária?		Variação percentual
			“Sim” ou “Em parte”	“Não”	
	1	Inexistência de buracos, desníveis e defeitos aparentes das pistas de rolamento.	8,44	8,51	0,82 %
	2	Inexistência de areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos das pistas de rolamento.	8,19	8,26	0,85 %
	3	Inexistência de água corrente ou poças d'água das pistas de rolamento.	7,86	7,97	1,38 %
	4	Pavimento das pistas de rolamento com boa resistência à derrapagem.	8,35	8,43	0,95 %
	5	Nivelamento dos bueiros, poços de visita e tampas existentes nas pistas de rolamento.	8,10	8,19	1,10 %

Tabela 5.14 - Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Sinalização Viária

	Item	Fator viário/ambiental	Atividades profissionais relacionam-se à segurança viária?		Variação percentual
			“Sim” ou “Em parte”	“Não”	
Sinalização viária	6	Utilização adequada de placas de regulamentação, advertência e indicativa.	8,44	8,53	1,06%
	7	Boas condições de visibilidade diurna e noturna da sinalização horizontal.	8,93	9,05	1,33%
	8	Boas condições de visibilidade dos focos dos semáforos veiculares e de pedestres.	9,03	9,11	0,88%
	9	Existência de focos para pedestres nas travessias semaforizadas.	9,03	9,09	0,66%
	10	Boas condições luminosas dos focos dos semáforos de veículos e de pedestres.	7,96	8,11	1,85%
	11	Programação semafórica com tempos adequados às travessias dos pedestres.	8,64	8,72	0,92%
	12	Existência de dispositivos refletivos para melhorar a orientação dos motoristas.	7,94	8,08	1,73%

Tabela 5.15 - Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Tratamento aos Pedestres

	Item	Fator viário/ambiental	Atividades profissionais relacionam-se à segurança viária?		Variação percentual
			“Sim” ou “Em parte”	“Não”	
Tratamento aos pedestres	13	Existência de gradis apropriados para a canalização do fluxo de pedestres.	8,51	8,55	0,47%
	14	Existência de travessias em desnível para a transposição da via pelos pedestres.	7,32	7,34	0,27%
	15	Existência de piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres.	7,47	7,49	0,27%
	16	Existência de iluminação exclusiva para as travessias de pedestres.	8,17	8,28	1,33%
	17	Existência de sinalização sonora para orientação dos pedestres nas travessias.	7,44	7,45	0,13%
	18	Existência de áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres.	8,96	8,97	0,11%

Tabela 5.16 - Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Condições da Geometria

	Item	Fator viário/ambiental	Atividades profissionais relacionam-se à segurança viária?		Variação percentual
			“Sim” ou “Em parte”	“Não”	
Geometria	19	Suavização de rampas em trechos com elevada declividade.	7,08	7,16	1,12%
	20	Superlargura das faixas nas curvas, de forma a ampliar a liberdade das manobras.	7,39	7,47	1,07%
	21	Suavização das curvas horizontais acentuadas presentes nas pistas.	7,35	7,42	0,94%
	22	Continuidade dos alinhamentos viários ao longo de todo o trecho viário.	8,26	8,31	0,60%
	23	Eliminação de desníveis e valas existentes entre as pistas de rolamento.	7,56	7,61	0,66%
	24	Eliminação dos conflitos entre veículos do sistema <i>BRT</i> e demais veículos.	8,69	8,74	0,57%

Tabela 5.17 – Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Fiscalização

	Item	Fator viário/ambiental	Atividades profissionais relacionam-se à segurança viária?		Variação percentual
			“Sim” ou “Em parte”	“Não”	
Fiscalização	25	Existência de controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades.	8,32	8,39	0,83%
	26	Existência de detectores eletrônicos de avanço de semáforo nas travessias.	8,79	8,8	0,11%
	27	Existência de detectores de invasão de faixas exclusivas.	8,22	8,24	0,24%

Tabela 5.18 - Variação percentual das notas médias por grupo de especialistas – Condições de Visibilidade

	Item	Fator viário/ambiental	Atividades profissionais relacionam-se à segurança viária?		Variação percentual
			“Sim” ou “Em parte”	“Não”	
Visibilidade	28	Boas condições de iluminação da via.	8,68	8,76	0,91%
	29	Eliminação de painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos.	6,74	6,85	1,61%
	30	Eliminação de pontos cegos e obstruções visuais diversas.	8,64	8,72	0,92%

Com base nos índices percentuais dos fatores avaliados apresentados nas tabelas anteriormente informadas, nota-se que todos eles possuem variações percentuais positivas, quando comparados os resultados dos especialistas atuantes nas áreas de segurança viária em relação aos profissionais que não se relacionam a este assunto. Assim, conclui-se que os

profissionais que não atuam especificamente com os assuntos relacionados à segurança viária, atribuíram maiores notas para todos os fatores de segurança avaliados, sem exceção, ainda que em patamares muito próximos às atribuídas pelos especialistas da área de segurança viária. Contudo, os resultados mostraram-se muito próximos, levando a crer que não existem impressões muito distintas entre os grupos avaliados.

5.3.3 Análise de dados dos fatores mais relevantes

Considerando todos os respondentes, foi feita a análise dos fatores mais relevantes para efeito de influência positiva dos requisitos contributivos para promoção da segurança viária das pistas de *BRT*, dentro de cada macrogrupo, com base nas maiores médias de notas obtidas.

A Tabela 5.19 sintetiza os fatores tidos como mais influentes, que devem ser prioritariamente tratados, dentro de cada macrogrupo de assuntos, segundo a opinião dos especialistas consultados.

Tabela 5.19 – Maiores médias de notas dos fatores contribuintes dentro de cada macrogrupo

Item	Macrogrupo	Fatores	Maior média de nota
1	Condições do pavimento	Inexistência de buracos, desníveis e defeitos aparentes das pistas de rolamento.	8,48
8	Sinalização Viária	Boas condições de visibilidade dos focos dos semáforos veiculares e de pedestres.	9,07
18	Tratamento aos pedestres	Existência de áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres.	8,96
24	Geometria	Eliminação dos conflitos entre veículos do sistema <i>BRT</i> e demais veículos.	8,71
26	Fiscalização	Existência de detectores eletrônicos de avanço de semáforo nas travessias.	8,79
28	Condições de visibilidade	Boas condições de iluminação da via.	8,72

Dentre as notas médias presentes na tabela anteriormente informada, destacam-se o fator componente do macrogrupo “Sinalização Viária”, relativo à manutenção das boas condições de visibilidade dos focos dos semáforos veiculares e de pedestres, como item mais relevante dentre todos os assuntos abordados na pesquisa. Ou seja, os respondentes consideram que os gestores devem ter extremo cuidado com os grupos focais instalados nas pistas exclusivas, para que sejam garantidas condições favoráveis de circulação de veículos e pessoas nas pistas exclusivas. Com base nesta tendência, as ações dos administradores responsáveis devem ser norteadas no sentido de garantir que as indicações luminosas dos semáforos tenham boas

intensidades e os grupos focais estejam plenamente visíveis aos usuários, em locais efetivamente apropriados ao cumprimento de suas funções.

5.3.4 Análise de dados de pesquisa por ramo de atuação dos respondentes

Para atendimento a um dos objetivos específicos propostos para este trabalho, foi realizada a análise comparativa de importância dos níveis de contribuição positiva dos fatores avaliados, considerando as opiniões dos especialistas atuantes em três ramos distintos, a saber:

- Especialistas do ramo acadêmico;
- Atuantes no setor público;
- Atuantes no setor privado.

O objetivo foi verificar as percepções que os três grupos de especialistas possuem em relação aos graus de importância dos macrogrupos avaliados e se existem tendências divergentes considerando suas respectivas opiniões. Para a análise em questão, foram desconsideradas as opiniões relativas ao grupo “outros”, o qual representa apenas 5% da amostra de opiniões coletadas, considerando todo o grupo de respondentes. A Tabela 5.20, abaixo representada, demonstra a quantidade de respondentes por setores de atuação.

Tabela 5.20 – Quantidade de respondentes por setores de atuação

Setor de atuação	Quantidade de respondentes
Especialistas acadêmicos	16
Especialistas do setor público	50
Especialistas do setor privado	7
Outros	4
Total	77

Predominantemente, os respondentes exercem suas respectivas funções profissionais na esfera do setor público, seguido, em menor escala, por profissionais atuantes em áreas acadêmicas.

A Figura 5.14 faz a representação dos percentuais dos graus de importância atribuídos aos seis macrogrupos de assuntos, com os resultados das três classes de especialistas consultados.

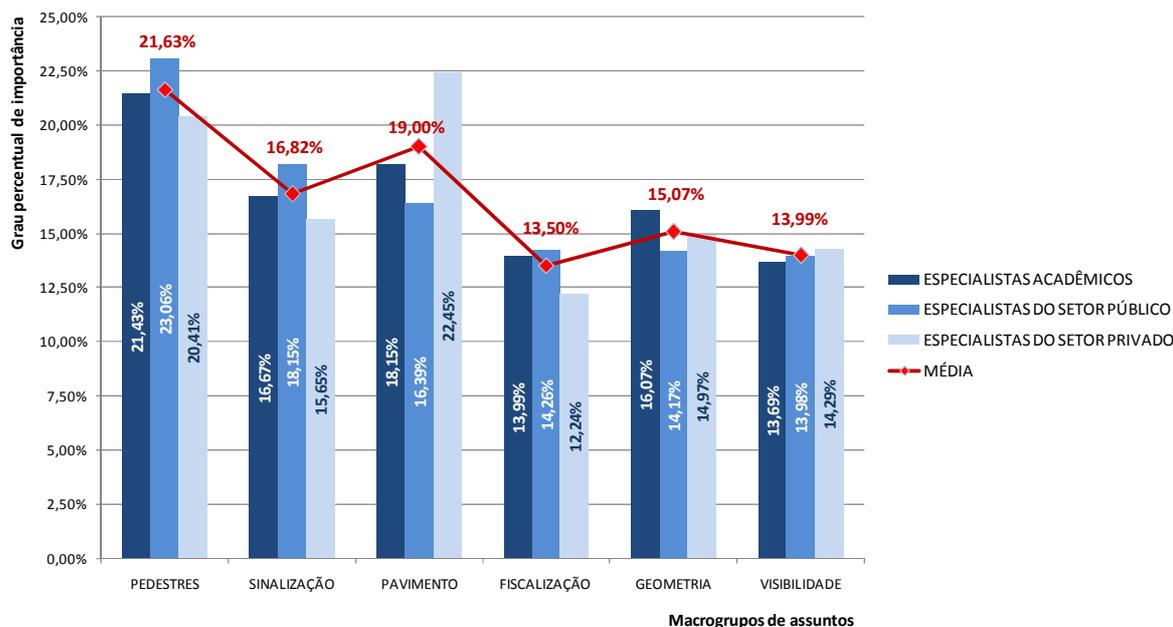


Figura 5.14 – Atribuições dos graus de importância por macrogrupo de assuntos (ramos de atuação)

Analisando os resultados obtidos pelas três classes de especialistas, verificou-se que o percentual médio do grau de importância mais elevado refere-se ao assunto “Tratamento dos pedestres”. Nota-se, desta forma, que as três classes julgam importante a priorização das ações voltadas aos pedestres, tais como a implementação de travessias em desnível ao longo das pistas exclusivas, implementação de áreas de refúgio com capacidade satisfatória para a acomodação das pessoas, presença de sinalização sonora para as pessoas com deficiência auditiva, instalação de piso podotátil nas áreas de acesso às estações, dentre outras ações não menos importantes.

No contexto de análise dos resultados, verificou-se que as questões relativas à fiscalização figuram como menos relevantes dentre todos os assuntos levantados, traduzidas por uma nota percentual média inferior às demais. Destaca-se, no entanto, que apesar de apresentar a menor média percentual, o assunto correlacionado à fiscalização é também importante, já que grande parte dos grupos sociais necessita de ações coercitivas para o cumprimento das condutas esperadas para um bom convívio, no âmbito de coletividade.

Os resultados também apontam um elevado grau de importância, atribuído pelos profissionais do setor público, para todos os assuntos correlacionados à segurança dos pedestres. Esta tendência provavelmente fundamenta-se no fato de que gestores públicos normalmente têm

acesso aos dados de acidentes em suas localidades, onde os pedestres figuram como atores mais vulneráveis às situações de insegurança.

Outro indicador que merece destaque relaciona-se aos percentuais médios atribuídos às condições do pavimento, notadamente pelos especialistas do setor privado. Os índices mostraram-se também em patamares bastante elevados, apontando que a adoção de diretrizes de tratamento do pavimento em geral deve ser buscada permanentemente pelos gestores responsáveis, como forma de êxito nas ações de segurança.

5.4 Cálculo dos pesos relativos dos fatores viário/ambientais

O cálculo dos pesos relativos dos 30 fatores componentes dos seis macrogrupos de assuntos distintos, se deu pela média aritmética ponderada (também denominada de peso relativo). Os pesos relativos representam os graus de importância de cada fator dentro de seu respectivo grupo de análise.

Com base nas notas médias apuradas para cada fator viário/ambiental, considerando o preenchimento dos campos correspondentes nas pesquisas realizadas, pelos especialistas consultados, foi possível obter o peso relativo de cada fator, conforme representações constantes nas Tabelas 5.21 a 5.26, dispostas a seguir.

Tabela 5.21 – Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Condições do Pavimento”

Condições do pavimento	Item	Fatores viário/ambientais	N	Nota média do fator	Peso relativo do fator
	1	Eliminação de buracos, desníveis e defeitos.	77	8,48	0,206
	2	Eliminação de areia, cascalho, lama, óleo, etc.	77	8,23	0,200
	3	Eliminação de água corrente ou poças d'água das pistas.	77	7,95	0,192
	4	Pavimento com boa resistência à derrapagem.	77	8,40	0,204
	5	Nivelamento dos bueiros, poços de visita e tampas.	77	8,18	0,198
<i>Soma</i>				41,24	1,00

Tabela 5.22 - Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Sinalização Viária”

	Item	Fatores viário/ambientais	N	Nota média do fator	Peso relativo do fator
Sinalização Viária	6	Utilização adequada de placas de regulamentação, advertência e indicativa.	77	8,49	0,141
	7	Boas condições de visibilidade diurna e noturna da sinalização horizontal.	77	8,97	0,149
	8	Boas condições de visibilidade dos focos dos semáforos veiculares e de pedestres.	77	9,06	0,150
	9	Existência de focos para pedestres nas travessias semaforizadas.	77	9,05	0,150
	10	Boas condições luminosas dos focos dos semáforos de veículos e de pedestres.	77	8,05	0,133
	11	Programação semafórica com tempos adequados às travessias dos pedestres.	77	8,69	0,144
	12	Existência de dispositivos refletivos para melhorar a orientação dos motoristas.	77	8,03	0,133
<i>Soma</i>				60,34	1,00

Tabela 5.23 - Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Tratamento aos pedestres”

	Item	Fatores viário/ambientais	N	Nota média do fator	Peso relativo do fator
Tratamento aos pedestres	13	Existência de gradis apropriados para a canalização do fluxo de pedestres.	77	8,53	0,177
	14	Existência de travessias em desnível para a transposição da via pelos pedestres.	77	7,32	0,153
	15	Existência de piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres.	77	7,43	0,155
	16	Existência de iluminação exclusiva para as travessias de pedestres.	77	8,22	0,172
	17	Existência de sinalização sonora para orientação dos pedestres nas travessias.	77	7,42	0,155
	18	Existência de áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres.	77	8,92	0,186
<i>Soma</i>				47,84	1,00

Tabela 5.24 - Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Condições da Geometria”

Geometria	Item	Fatores viário/ambientais	N	Nota média do fator	Peso relativo do fator
	19	Suavização de rampas em trechos com elevada declividade.	77	7,10	0,153
	20	Superlargura das faixas nas curvas, de forma a ampliar a liberdade das manobras.	77	7,43	0,160
	21	Suavização das curvas horizontais acentuadas presentes nas pistas.	77	7,38	0,159
	22	Continuidade dos alinhamentos viários ao longo de todo o trecho viário.	77	8,26	0,178
	23	Eliminação de desníveis e valas existentes entre as pistas de rolamento.	77	7,56	0,163
	24	Eliminação dos conflitos entre veículos do sistema <i>BRT</i> e demais veículos.	77	8,70	0,187
Soma				46,43	1,00

Tabela 5.25 - Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Fiscalização”

Fiscalização	Item	Fatores viário/ambientais	N	Nota média do fator	Peso relativo do fator
	25	Existência de controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades.	77	8,35	0,330
	26	Existência de detectores eletrônicos de avanço de semáforo nas travessias.	77	8,74	0,345
	27	Existência de detectores de invasão de faixas exclusivas.	77	8,22	0,325
Soma				25,31	1,00

Tabela 5.26 - Pesos relativos dos fatores componentes do macrogrupo “Condições de Visibilidade”

Condições de Visibilidade	Item	Fatores viário/ambientais	N	Nota média do fator	Peso relativo do fator
	28	Boas condições de iluminação da via.	77	8,71	0,359
	29	Eliminação de painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos.	77	6,87	0,283
	30	Eliminação de pontos cegos e obstruções visuais diversas.	77	8,70	0,358
Soma				24,28	1,00

Os pesos relativos obtidos para cada fator, conjuntamente com os dados das condições dos fatores viário/ambientais vistoriados, foram posteriormente considerados para obtenção dos níveis de segurança de cada segmento viário inspecionado.

6 PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO DE CAMPO (PIC-BRT)

O procedimento de inspeção de campo refere-se à etapa de levantamento e verificação das condições em que se encontram os fatores de natureza viário/ambiental, componentes de cada macrogrupo de assuntos, dentro do segmento viário avaliado. O sucesso para a realização desta etapa, sobretudo no que se refere à forma de coleta dos dados de campo, depende de algumas importantes variáveis, as quais, se não tratadas adequadamente, poderão implicar em distorções de influência positiva ou negativa nas classificações de segurança dos segmentos e trechos viários analisados. Neste caso, poderão ser comprometidas também, as políticas e/ou ações mitigadoras para reversão das condições de insegurança identificadas em cada segmento viário.

Salienta-se que as notas atribuídas aos fatores avaliados, considerando suas respectivas condições em campo, constituem parte integrante do cálculo do índice potencial de segurança proposto neste trabalho.

6.1 Definição dos segmentos e trechos viários a serem inspecionados:

Para a realização da etapa de levantamento e verificação das condições dos fatores de natureza viário/ambiental das pistas de *BRT*, deve-se, preliminarmente, estabelecer a abrangência dos estudos. Dependendo dos propósitos, as inspeções podem contemplar os corredores exclusivos de transporte em segmentos específicos (parciais) ou na totalidade de suas extensões. A definição do escopo dos trabalhos passa, portanto, necessariamente pelas diretrizes de segurança e objetivos estabelecidos pelos órgãos ou entidades responsáveis pela gestão operacional dos corredores de transporte.

Torna-se importante determinar, clara e objetivamente, os segmentos viários componentes de cada trecho que se deseja avaliar. Esta premissa, quando aplicada, favorece a comparação e a distinção dos níveis de segurança dos segmentos, facilitando a proposição de diretrizes e ações voltadas à promoção da segurança viária. A delimitação dos segmentos viários pode se dar por comprimentos fixos previamente determinados ou por comprimentos variáveis, em trechos de características homogêneas quanto aos seus tipos de operação.

A Figura 6.1 representa os vários segmentos com extensões de comprimento iguais, dentro de um determinado trecho viário a ser inspecionado.



Figura 6.1 – Representação dos segmentos viários de comprimentos fixos

A Figura 6.2 demonstra a definição dos segmentos de extensões variáveis, estabelecidos dentro de um determinado trecho viário.



Figura 6.2 - Representação dos segmentos viários de comprimentos variáveis

Para efeito de desenvolvimento deste trabalho, foram considerados como marcos de referência para a delimitação dos segmentos viários, as Estações de Transferência do MOVE. Para cada sentido direcional de fluxo, foi estabelecido um trecho de análise, cada qual constituído de vários segmentos viários.

6.2 Condições para inspeção de fatores específicos dos segmentos viários

Os profissionais empenhados nos procedimentos de inspeções devem considerar que nem sempre será possível fazer a constatação das reais condições dos fatores viário/ambientais nos momentos das vistorias de campo. Muitos fatores de risco encontram-se verdadeiramente ocultos e não são contínuos, ou seja, podem apresentar-se temporariamente de acordo com condições e situações específicas. Como exemplo, a verificação da formação de espelhos d'água nas pistas de rolamento pode pressupor a ocorrência de precipitações de chuvas de grandes intensidades, condicionadas a determinadas épocas do ano, dependendo da localização geográfica dos locais vistoriados. Assim como as avaliações de refletividade da

sinalização viária vertical e horizontal, por exemplo, as quais implicam na necessidade de realização de inspeções no período noturno. Apesar das condições informadas anteriormente se mostrarem óbvias, estas podem gerar grandes interferências no planejamento e na execução das inspeções, já que nem sempre será possível promover a avaliação de determinados fatores, justamente pela impossibilidade de verificação de suas respectivas ocorrências, nos momentos desejados.

As inspeções devem ser programadas tanto nos “dias típicos” como nos “não típicos”, de forma a caracterizar satisfatoriamente o contexto operacional dos segmentos viários desejados. As características operacionais em determinados trechos verificadas durante os dias típicos (úteis), podem ser bastante divergentes daquelas verificadas nos finais de semana e feriados, por exemplo. Portanto, cada contexto possui suas próprias especificidades, devendo o avaliador considerar todos eles, para efeito dos levantamentos das condições reais de cada fator avaliado.

6.3 Critérios para a escolha e dimensionamento da equipe de avaliadores

As avaliações de campo realizadas com propósito de identificar situações de vulnerabilidade dos usuários no contexto do sistema viário, exigem necessariamente a participação de pessoas que tenham visão crítica sobre assuntos relacionados à segurança viária. Em vários casos, os riscos que potencializam as ocorrências de acidentes não encontram-se claramente perceptíveis. Destaca-se também que os acidentes de trânsito podem ser ocasionados pela influência de fatores isolados ou pela conjunção de mais de um deles. Estas condições, portanto, pressupõem a participação de pessoas que tenham plena capacidade de interpretar os problemas que contribuem para os contextos inseguros, agindo efetiva e rapidamente para que estes sejam revertidos dentro de períodos razoáveis de tempo.

A ampla participação de pessoas capacitadas a identificar contextos inseguros tende a ser bastante satisfatória, para fins de execução e consolidação das atividades propostas. Porém, deve ser salientado que os levantamentos de requisitos ou contextos podem ser bastante subjetivos, já que são feitos através de interpretações individuais. Portanto, a subdivisão de tarefas entre uma equipe de profissionais deve pressupor padrões preestabelecidos de leitura e compreensão por parte destes. Assim, as chances de avaliações distintas para as situações semelhantes podem ser reduzidas, aumentando a qualidade dos resultados esperados. Como exemplo, o julgamento das condições de visibilidade dos semáforos existentes ao longo de

dois trechos viários distintos, cada qual vistoriado autonomamente por um profissional, pode apresentar grandes discrepâncias em relação às suas avaliações, ainda que estas se apresentem com características bastante semelhantes.

Deve-se evitar também, a sobreposição de responsabilidades dos envolvidos, impossibilitando que estes desempenhem satisfatoriamente suas atribuições. Como exemplo, torna-se muito difícil coletar uma informação específica dentro de um determinado contexto, dirigindo um veículo em pista segregada e destinada à operação de *BRT*. Provavelmente, a atenção necessária à condução segura do veículo desviará a atenção para a identificação de elementos ou situações de risco dentro do segmento viário desejado.

No que tange ao correto dimensionamento da equipe de profissionais empenhados nos procedimentos de inspeção, substancialmente dois fatores devem ser considerados:

- O período temporal estabelecido para a realização das tarefas;
- A extensão dos segmentos e/ou trechos viários que se deseja avaliar.

Uma maior disponibilidade temporal para a execução dos procedimentos de inspeção de campo pode representar empenho de um menor número de profissionais. Em contrapartida, prazos exíguos devem pressupor dedicação de mais pessoas na execução das tarefas. Contudo, todas estas variáveis devem ser definidas previamente dentro das diretrizes estratégicas estabelecidas pelos órgãos ou entidades proponentes.

A extensão dos segmentos e/ou trechos viários que se deseja avaliar também consiste em fator preponderante para se definir a equipe a ser empenhada. Alguns corredores viários destinados à operação do *BRT* possuem grandes extensões, como o Sistema de Transporte TRANSOESTE, no Rio de Janeiro, que atualmente possui 52 km de extensão, devendo ser expandido para 58 km futuramente. Neste contexto, os procedimentos de inspeção demandarão uma equipe razoável de profissionais, considerando a necessidade de avaliação detalhada dos fatores de natureza viário/ambiental.

Percorrido cada segmento viário, considerando um único sentido direcional por vez, o avaliador deverá fazer a atribuição de notas para cada característica avaliada, a qual deverá refletir sua predominância baseada nas impressões coletadas, utilizando-se os níveis estabelecidos na tabela de escalonamento de notas.

6.4 Procedimentos e materiais necessários à inspeção de campo

A escolha da melhor forma de inspeção de campo poderá estar condicionada à extensão dos segmentos viários determinados para a análise, à disponibilidade de materiais, equipamentos e bens, além do número de pessoas disponíveis para a realização das tarefas. Essencialmente, a conjunção dos dois modos abaixo relacionados se completa de forma satisfatória, gerando boas condições de avaliação:

- Modo embarcado com filmagem: este modo permite a avaliação de grandes extensões viárias, permitindo a proteção dos avaliadores das intempéries e dos demais riscos inerentes à realização das atividades. As inspeções devem ser realizadas em veículos devidamente autorizados a circularem pelas pistas exclusivas de operação do BRT, sem causar prejuízos à operação de transporte;
- Modo “a pé”: este modo visa complementar a inspeção realizada pelo modo embarcado, para registro pormenorizado de fatores específicos que se deseja avaliar. As filmagens normalmente possibilitam bons registros contextuais, porém, dependendo da amplitude de captura das imagens, a realização das visitas in loco deverá mostrar-se necessária, de forma que sejam constatadas as especificidades de alguns fatores, necessárias às classificações de segurança dos segmentos viários.

Para a realização dos procedimentos de inspeção, sugere-se a utilização dos seguintes materiais:

- Câmeras compactas para filmagens e registros fotográficos, as quais possibilitem a fixação em partes distintas do veículo (tipo *GoPro* ou similar), conforme representado na Figura 6.3;



Figura 6.3 – Tipo de câmera externa utilizada

- Prancheta, caneta e/ou lápis, borracha e demais itens de escritório julgados necessários.

6.5 Escala de notas das condições de avaliação dos fatores

Para fins de classificação dos níveis de segurança dos fatores avaliados, obtidos através da realização das inspeções de campo nos segmentos viários determinados, foi estabelecida uma escala de notas em quatro níveis distintos, a qual encontra-se representada pela Tabela 6.1 (adaptada de NODARI, 2003).

Tabela 6.1 – Classificações e notas atribuídas às condições dos fatores viário/ambientais

Classificação do Nível	Condições verificadas em campo	Nota
1	Não existe o problema e/ou necessidade de regularização/intervenção/adequação do fator avaliado no segmento inspecionado.	10
2	Existe uma pequena quantidade do problema e/ou pequena necessidade de regularização/intervenção/adequação do fator avaliado no segmento inspecionado.	7
3	Existe uma quantidade moderada do problema e/ou relativa necessidade de regularização/intervenção/adequação do fator avaliado no segmento inspecionado.	3
4	Existe uma grande quantidade do problema e/ou elevada necessidade de regularização/intervenção/adequação do fator avaliado no segmento inspecionado.	1

A tabela acima representada foi criada para balizar a atribuição de notas por parte dos avaliadores de campo, porém, conforme citado, as reais condições em que se encontram cada fator viário/ambiental podem ser interpretadas de formas distintas por estes profissionais, gerando eventuais distorções nos resultados esperados. Para minimizar a ocorrência destas situações, foram descritos alguns critérios que podem contribuir para a realização de

avaliações mais apropriadas e mais representativas quanto às reais condições dos fatores avaliados. Estes critérios encontram-se descritos no tópico seguinte.

6.6 Critérios referenciais para a redução da subjetividade das avaliações

Para que as avaliações realizadas pelos inspetores possam representar a situação mais fidedigna possível, em relação às reais condições dos fatores viário/ambientais que compõem os segmentos e trechos vistoriados, torna-se necessário reduzir os níveis de subjetividade das interpretações efetuadas pelos responsáveis. Em qualquer tipo de avaliação, a percepção de fatos, contextos ou condições por parte das pessoas é notoriamente subjetiva, já que envolve julgamentos individuais. Desta forma, uma condição classificada como “de alta frequência” para uns, por exemplo, pode ser classificada como “de baixa ou relativa frequência” por outros. Para reduzir a diferença das interpretações, devem ser estabelecidos critérios referenciais capazes de nortear os julgamentos realizados pelos profissionais envolvidos nas atividades de inspeção de campo.

A qualidade dos resultados esperados pela aplicação do método de avaliação da segurança potencial proposto neste trabalho, dependerá de uma boa e apropriada classificação das condições dos fatores viários avaliados em campo, especificamente nas pistas destinadas à operação de sistemas *BRT*. Como os sistemas viários destinados à operação deste tipo de sistema de transporte possuem características bem particulares, apesar de seus modelos conceituais similares, caberá exclusivamente aos planejadores dos órgãos responsáveis, a definição apropriada dos parâmetros de avaliação, adequando-os ao perfil e às características operacionais de sua localidade.

Como forma de padronização dos julgamentos das condições dos fatores viário/ambientais, destaca-se o exemplo abaixo relacionado. A Figura 6.4, a seguir, representa a “Condição A”, na qual o número de buracos presentes na via é passível de contagem, possibilitando sua relativização no contexto geral, correspondente ao restante do segmento ou trecho viário.



Figura 6.4 - Condição A: possibilidade de contagem dos buracos na via

Porém, em situação inversa, conforme exemplo disposto na Figura 6.5, representativa da “Condição B”, poderão existir situações em que a contagem dos buracos se mostrará impossível, considerando a alta frequência desta característica dentro do trecho determinado para a inspeção.



Figura 6.5 - Condição B: situação de impossibilidade para a contagem dos buracos na via

Neste caso, sugere-se que seja levantada a situação mais típica do fator avaliado, o qual caracterize as condições mais presentes no segmento ou trecho viário, baseando assim, uma melhor atribuição das notas cabíveis.

Assim, dentro de uma ótica de razoabilidade, torna-se importante, se possível, que os fatores avaliados componentes de um determinado macrogrupo possam ser relativizados entre si, de forma que sejam obtidas interpretações e classificações mais próximas do contexto real. Neste contexto, certamente os resultados deverão apresentar-se com maiores níveis de confiabilidade.

6.7 Escala semântica do ISP-BRT

Para representação das condições de segurança de cada segmento viário dentro de seus respectivos trechos, foram estabelecidos intervalos correspondentes de valores do ISP-BRT,

bem como representação de cores vinculada aos seus respectivos níveis, facilitando assim, a interpretação dos resultados por parte dos leitores. A Tabela 6.2 faz a representação dos intervalos de classificação dos segmentos viários, bem como a representação das cores correspondentes à condição verificada nos segmentos avaliados.

Tabela 6.2 – Escala semântica do ISP-BRT

Valor do ISP-BRT	Condição do Segmento Viário	Cor
1 < ISP-BRT < 3	Potencialmente muito inseguro	Preto 
3 < ISP-BRT < 5	Potencialmente inseguro	Vermelho 
5 < ISP-BRT < 7	Potencialmente razoavelmente inseguro	Laranja 
7 < ISP-BRT < 9	Potencialmente seguro	Amarelo 
9 < ISP-BRT < 10	Potencialmente muito seguro	Branco 

Nota-se, de acordo com a tabela acima exposta, que quanto maior for o valor atribuído ao ISP-BRT, mais seguro será o segmento viário avaliado e vice-versa.

7 ESTUDO DE CASO

Seguindo a tendência verificada em várias cidades do mundo, começou a operar no município de Belo Horizonte/MG, em março de 2014, o sistema de transporte denominado *BRT MOVE*. A primeira etapa do sistema foi inaugurada no dia 08/03/2014, com início de operação de três linhas circulantes na Av. Cristiano Machado, no município de Belo Horizonte. Posteriormente, de forma gradativa, novas linhas e corredores viários foram contemplados com este sistema de transporte.

O Sistema *BRT MOVE* foi resultado do empenho de vários órgãos da Prefeitura de Belo Horizonte (dentre eles a BHTRANS, SUDECAP, PRODABEL, dentre outros), além de gentes privados, com apoio técnico da EMBARQ Brasil (atual WRI Brasil), órgão que auxilia governos e empresas no desenvolvimento e implantação de soluções sustentáveis para os problemas de mobilidade e desenvolvimento urbano nas cidades brasileiras.

7.1 Aplicação do método

A aplicação do método de avaliação da segurança potencial num corredor viário destinado à operação do *MOVE* se deu a partir da consolidação da formulação do ISP-BRT e do detalhamento do procedimento de inspeção de campo.

7.1.1 Escolha e detalhamento da área do estudo

O trecho viário estabelecido para a aplicação do método encontra-se localizado na Av. Presidente Antônio Carlos, via arterial que faz a ligação das regiões central e norte da cidade de Belo Horizonte/MG. Esta avenida, com aproximadamente oito quilômetros de extensão, foi construída durante a gestão do então Prefeito Juscelino Kubitschek, para ligação da região turística da Pampulha à região central de Belo Horizonte. A Figura 7.1 situa a citada avenida na localidade de Belo Horizonte.

7.1.2 Determinação dos segmentos viários e trechos

Conforme o método de inspeção proposto, o trecho de estudo contemplou 13 segmentos viários exclusivamente destinados à operação do sistema *BRT* de transporte (nas pistas centrais), nos dois sentidos direcionais da via, totalizando 26 segmentos avaliados. Estes segmentos foram delimitados por estações de transferência do MOVE, com extensões de comprimentos variáveis, distribuídos nos 6,7 quilômetros de extensão de cada trecho. A Figura 7.3 demonstra os dois trechos viários objeto da aplicação do método de avaliação da segurança potencial, cada qual constituído por 14 estações de transferência, as quais delimitaram cada segmento viário.

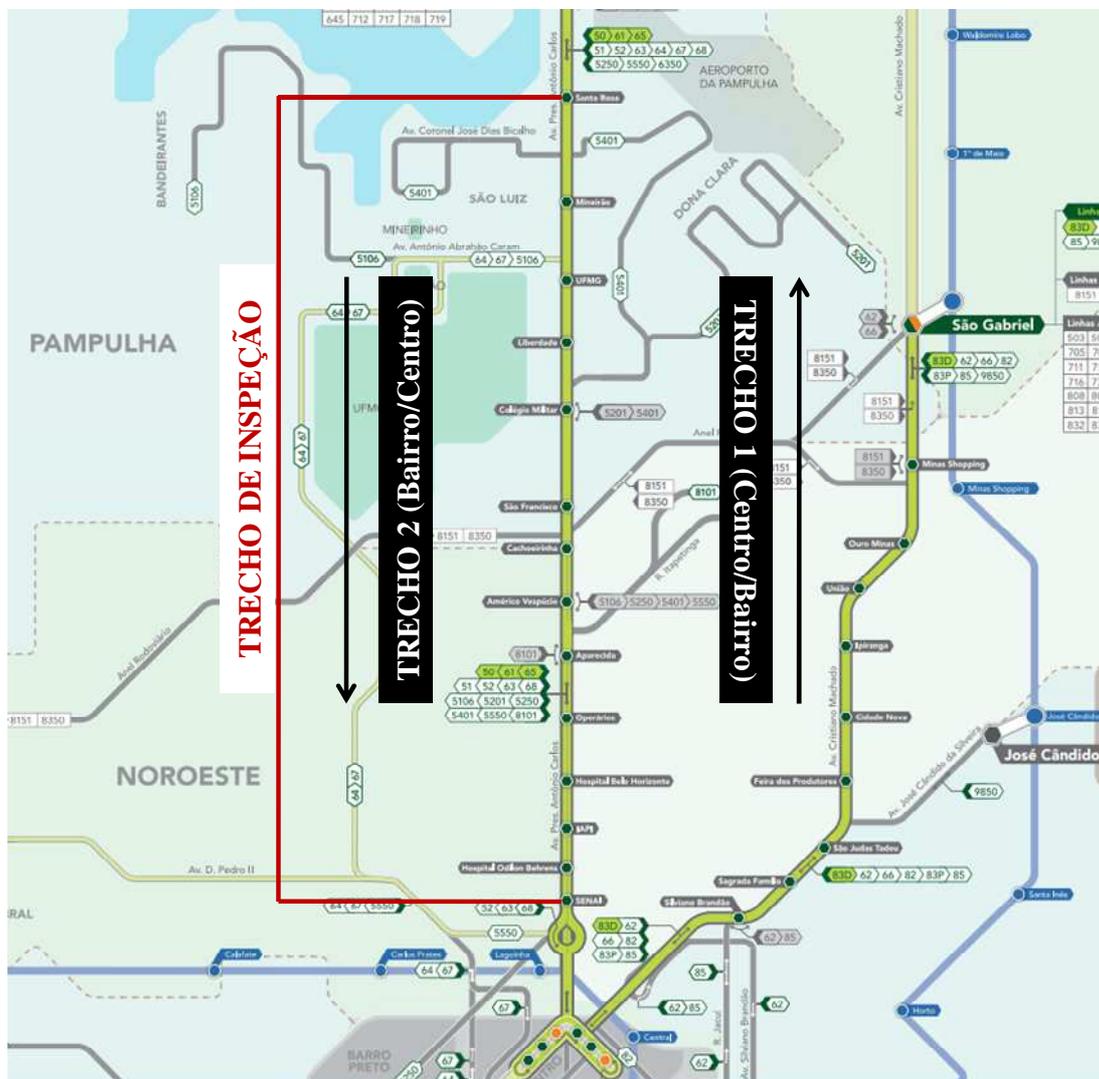


Figura 7.3 – Representação dos dois trechos viários vistoriados (centro/bairro e bairro/centro)

Para cada segmento viário, foi atribuído um nome próprio de identificação, conforme informações constantes nas Tabelas 7.1 e 7.2.

Tabela 7.1 – Tabela de nomenclatura dos segmentos viários – Trecho 1

TRECHO 1 – Sentido Centro/Bairro	
Delimitações dos Segmentos Viários	Nomenclatura
Estação SENAI / Hospital Odilon Behrens	SEGMENTO 01
Estação Hospital Odilon Behrens / IAPI	SEGMENTO 02
Estação IAPI / Hospital Belo Horizonte	SEGMENTO 03
Estação Hospital Belo Horizonte / Operários	SEGMENTO 04
Estação Operários / Aparecida	SEGMENTO 05
Estação Aparecida / Américo Vespúcio	SEGMENTO 06
Estação Américo Vespúcio / Cachoeirinha	SEGMENTO 07
Estação Cachoeirinha / São Francisco	SEGMENTO 08
Estação São Francisco / Colégio Militar	SEGMENTO 09
Estação Colégio Militar / Liberdade	SEGMENTO 10
Estação Liberdade / UFMG	SEGMENTO 11
Estação UFMG / Mineirão	SEGMENTO 12
Estação Mineirão / Santa Rosa	SEGMENTO 13

Tabela 7.2 - Tabela de nomenclatura dos segmentos viários – Trecho 2

TRECHO 2 – Sentido Bairro/Centro	
Delimitações dos Segmentos Viários	Nomenclatura
Estação Santa Rosa / Mineirão	SEGMENTO 14
Estação Mineirão / UFMG	SEGMENTO 15
Estação UFMG / Liberdade	SEGMENTO 16
Estação Liberdade / Colégio Militar	SEGMENTO 17
Estação Colégio Militar / São Francisco	SEGMENTO 18
Estação São Francisco / Cachoeirinha	SEGMENTO 19
Estação Cachoeirinha / Américo Vespúcio	SEGMENTO 20
Estação Américo Vespúcio / Aparecida	SEGMENTO 21
Estação Aparecida / Operários	SEGMENTO 22
Estação Operários / Hospital Belo Horizonte	SEGMENTO 23
Estação Hospital Belo Horizonte / IAPI	SEGMENTO 24
Estação IAPI / Odilon Behrens	SEGMENTO 25
Estação Odilon Behrens / SENAI	SEGMENTO 26

Todas as Estações de Transferência do MOVE localizadas no trecho viário estudado possuem três módulos distintos, sendo dois para operação do serviço municipal e um destinado à operação do serviço metropolitano. A única exceção refere-se à Estação Américo Vespúcio, constituída por apenas dois módulos, cada qual voltado ao atendimento dos tipos de serviço citados anteriormente.

Os segmentos viários foram delimitados considerando o primeiro módulo de cada Estação de Transferência localizada nos dois trechos analisados. As Figuras 7.4 e 7.5 representam esquematicamente as áreas de delimitação de cada segmento viário.

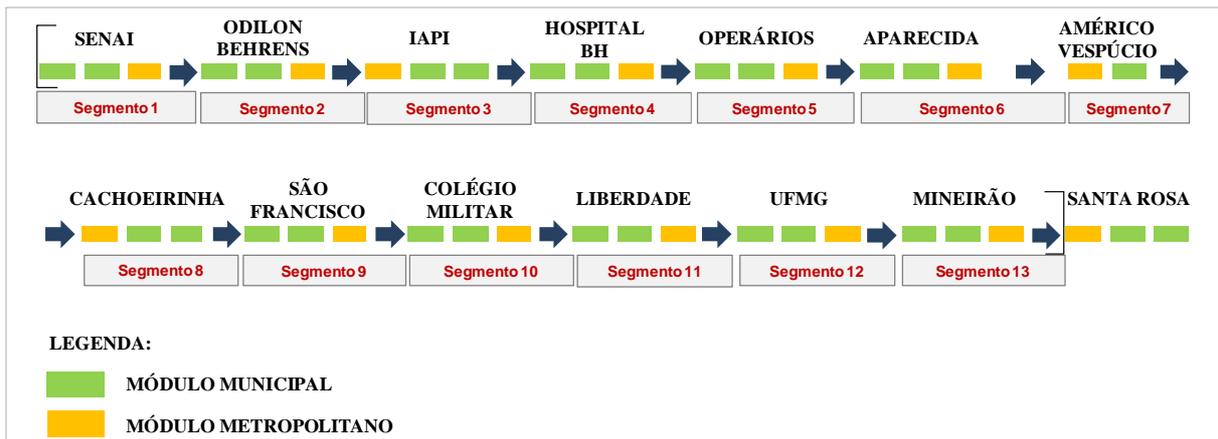


Figura 7.4 – Delimitações dos segmentos viários do Trecho 1 (centro/bairro)

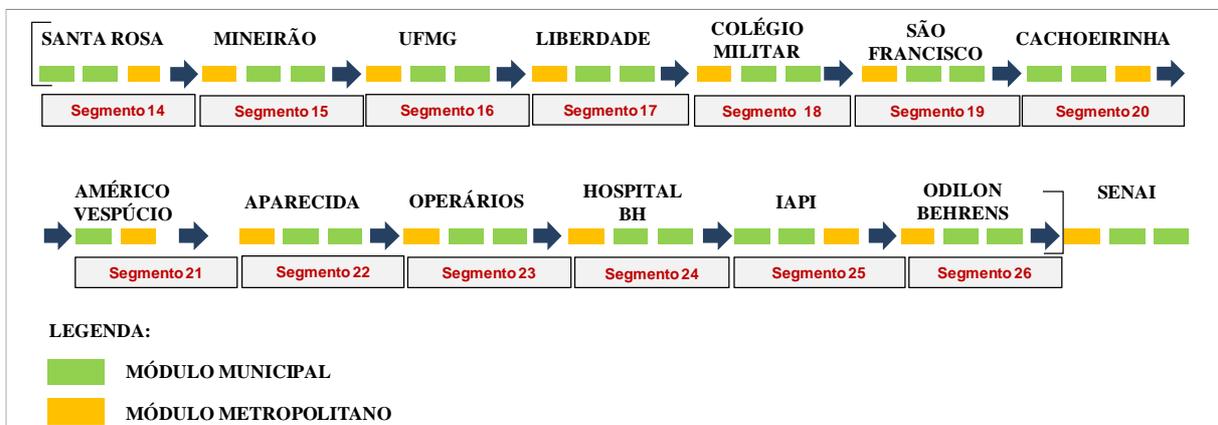


Figura 7.5 – Delimitações dos segmentos viários do Trecho 2 (bairro/centro)

7.1.3 Fundamentação para escolha dos trechos viários

A justificativa para a escolha dos 26 segmentos já citados, nos dois trechos distintos, fundamenta-se no fato destes representarem os modelos de configuração geométrica mais usualmente adotados para a operação de sistemas *BRT* nas principais cidades do mundo. As principais características construtivas e operacionais são:

- Pistas com pavimento em concreto;
- Operação em pistas centrais segregadas fisicamente por canteiros, onde se localizam as estações de embarque e desembarque;
- Duas faixas exclusivas de circulação por sentido, permitindo ultrapassagens;
- Travessias de pedestres semaforizadas em nível em todo trecho viário;

- Agulhas de entrada e saída para os veículos do Sistema MOVE ao longo dos trechos viários;
- Presença de interseções semaforizadas em nível e também em desnível.

Não foram considerados, para efeito de aplicação do método, os trechos viários subsequentes compreendidos depois da Estação SENAI (no sentido Bairro/Centro) e após a Estação Santa Rosa (no sentido Centro/Bairro), em função de suas características construtivas bastante específicas, adequadas à configuração urbana própria do município de Belo Horizonte (com presença de complexo viário – Lagoinha e a barragem da Lagoa da Pampulha).

Como o método de avaliação da segurança potencial das pistas de *BRT* tem o propósito de poder ser aplicado em sistemas *BRT* devidamente consolidados, optou-se por considerar trechos realmente típicos, em configurações mais comumente encontradas em outras cidades.

7.1.4 Condições, empenho de equipe, material e equipamentos

As inspeções de campo nos 26 segmentos viários predeterminados foram realizadas em três datas distintas, todas estas necessárias à plena identificação das condições dos fatores que compõem cada macrogrupo de assuntos. As inspeções foram realizadas nos períodos diurno e noturno, em dias alternados, com condições meteorológicas distintas, conforme descrito na Tabela 7.3.

Tabela 7.3 - Descrição das datas e condições das inspeções realizadas

DATA	DESCRIÇÃO	HORÁRIO
28/02/2016	Inspeção diurna em pista molhada	Entre 14:00 e 15:00
14/03/2016	Inspeção diurna em pista seca	Entre 16:00 e 17:00
16/03/2016	Inspeção noturna em pista seca	Entre 20:50 e 21:50

A Figura 7.6, a seguir, demonstra as condições climáticas e da pista de rolamento nas três datas de realização das inspeções de campo.



Figura 7.6 – Representação das condições das três inspeções realizadas

Foi utilizada câmera com tecnologia *Bluetooth*, em suporte fixado no capô de uma viatura caracterizada da BHTRANS, com amplitude de imagem apropriada à plena identificação dos grupos semaforicos, gradis, travessias, sinalização viária, postes, condições do pavimento, guias, valas, dentre todos os demais elementos de natureza viário/ambiental passíveis de avaliação. A Figura 7.7 demonstra a fixação da câmera, controlada por aplicativo via *Bluetooth*.



Figura 7.7 – Câmera acoplada no capô do veículo

Foi utilizado também, o material necessário aos registros das informações necessárias: prancheta, formulários de anotação, caneta, etc.

A equipe designada para a execução das atividades foi constituída por duas pessoas, sendo uma delas responsável por conduzir o veículo ao longo de todos os segmentos viários previamente estabelecidos e a outra responsável por operar remotamente a câmera e fazer as anotações julgadas necessárias.

A vantagem observada na inspeção dos segmentos viários da Av. Presidente Antônio Carlos, refere-se ao fato de que a comparação dos níveis de segurança entre estes foi efetuada por

uma só pessoa, que procurou manter uma uniformidade de critérios para efeito de julgamento das condições dos fatores avaliados.

O veículo utilizado nas inspeções apresentava-se devidamente caracterizado, com dispositivo sonoro e luminoso, estando este devidamente habilitado a circular por vias de operação exclusiva, conforme disposição contida no inciso VII do Capítulo 3 do Art. 29 do CTB. A condução do veículo ao longo dos segmentos viários foi feita de forma a não comprometer a operação dos ônibus, sobretudo nas atracagens destes nas estações de transferência do MOVE. Outro fator considerado nos momentos de inspeção relaciona-se a uma conduta de extremo cuidado na condução do veículo pelas pistas exclusivas, de forma que fossem evitadas situações de riscos à segurança dos usuários, notadamente nas áreas de embarque e desembarque de passageiros, bem como nas travessias semaforizadas dispostas ao longo de todo o leito viário.

Para cada uma das três vistorias realizadas, o veículo com câmera embarcada percorreu continuamente os 26 segmentos viários, documentando os fatores devidos em um intervalo temporal médio de 45 minutos, tempo necessário para percorrer os dois trechos avaliados a uma velocidade média de 40 km/h. Esta velocidade assemelha-se às médias de operação dos ônibus paradores (não expressos) do sistema BRT MOVE, considerando suas constantes acelerações e desacelerações, ocasionadas pela necessidade de paradas nas Estações de Transferência para a operação de embarque e desembarque de passageiros.

Ao final de cada inspeção, os conteúdos gravados foram transferidos para um computador, para posterior processamento e tabulação das informações.

7.1.5 Utilização de câmera para filmagem dos trechos inspecionados

Ao todo foram avaliados 30 fatores distintos de natureza viário/ambiental presentes em cada um dos 26 segmentos viários. Pela enorme variedade de informações coletadas ao longo de todos os segmentos, o preenchimento dos formulários em tempo real tornou-se inviável sob o ponto de vista prático. Isto porque, em deslocamentos contínuos cujas velocidades médias se estabeleçam em torno de 40 km/h, não existem condições satisfatórias para que uma pessoa possa registrar as características de todos os fatores. Assim, a utilização de câmera para a gravação de todas as condições presentes nos segmentos viários inspecionados torna-se obrigatória, salvo nas inspeções realizadas no modo “a pé”, o qual mostra-se inadequado para

avaliações de corredores ou trechos de grandes extensões. Salienta-se, porém, que as vistorias realizadas no modo “à pé”, dependendo daquilo que se pretende avaliar, podem não propiciar perfeitas condições de interpretação ao avaliador empenhado. Como exemplo, a avaliação das condições de visibilidade dos grupos focais dos semáforos pode apresentar resultados distintos quando realizada de modo embarcado, em um veículo que esteja transitando na pista de rolamento e quando efetuada por um avaliador à pé, que esteja caminhando na lateral desta mesma pista.

A única desvantagem da utilização das câmeras refere-se a casos pouco comuns, em que as gravações não permitem a correta identificação e avaliação da condição de um determinado fator, de forma pormenorizada. Quando se verifica esta condição, torna-se necessário voltar ao local inspecionado e percorrê-lo preferencialmente a pé, para o correto registro das características que não puderam ser documentadas nas gravações originalmente realizadas.

7.1.6 Procedimento de relativização das condições dos fatores dentro do contexto geral dos trechos avaliados

Conforme citado, a avaliação das condições dos fatores de natureza viário/ambiental pode ser bastante subjetiva, considerando o perfil de cada inspetor. Assim, sempre que possível, os avaliadores devem relativizar as condições verificadas dos fatores, dentro do contexto geral do trecho avaliado. Supondo-se que num determinado segmento viário exista 12 buracos no pavimento, qual seria a classificação mais acertada a ser atribuída pelo avaliador? Este número poderia representar uma condição de grande ou pequena quantidade de ocorrências, caso não existissem parâmetros comparativos para a mensuração do problema. Desta forma, a relativização das ocorrências torna-se extremamente importante para se estimar a magnitude do problema dentro de um contexto geral.

Para o caso específico da aplicação do método de avaliação da segurança potencial nos 26 segmentos viários existentes na pista do MOVE da Av. Presidente Antônio Carlos, os fatores específicos relativos aos buracos, desníveis e defeitos presentes no pavimento puderam ser relativizados, conforme exemplo demonstrado na Tabela 7.4, a seguir.

Tabela 7.4 – Critérios de notas adotados para os fatores relacionados ao pavimento

Fator: buracos, desníveis e defeitos no pavimento		Classificação: Nível 1 (Nota 10): Situação em que não foram identificados buracos, desníveis e defeitos na pista de rolamento. Não existe necessidade de regularização/intervenção no local, pelas boas condições de conservação do pavimento, de forma geral.
		Classificação: Nível 2 (Nota 7): Situação em que um buraco foi identificado isoladamente em um trecho que se apresenta com boas condições do pavimento. Existe pequena necessidade de intervenção no local, de forma pontual.
		Classificação: Nível 3 (Nota 3): Situação em que os buracos foram identificados de forma moderada, com relativa necessidade de regularização/intervenção no local.
		Classificação: Nível 4 (Nota 1): Situação em que os buracos foram identificados com um grande número de ocorrências. Neste caso, denota-se uma grande necessidade de regularização/intervenção no local.

Para algumas situações, no entanto, a relativização dos fatores tornou-se impraticável, sendo adotadas as referências de predominância dos problemas, dentro de cada segmento viário. A relativização dos mesmos fatores de avaliação, comparativamente entre os segmentos viários, também foi considerada nos procedimentos de análise das gravações.

7.1.7 Procedimentos para a análise das características viárias por meio dos vídeos

A duração média das gravações realizadas para cada sentido viário, nos trechos com extensão aproximada de 6,7 quilômetros, foi de aproximadamente 25 minutos, considerando o desenvolvimento de velocidade média compreendida entre 30 e 40 km/h e as reduções constantes desta velocidade nas áreas de influência das Estações de Transferência do MOVE.

O levantamento das condições dos fatores de natureza viário/ambiental, através da análise das gravações, foi efetuado separadamente para cada segmento viário. Desta forma, dentro de um determinado segmento viário escolhido, a gravação de seu contexto operacional era retrocedida quantas vezes fossem necessárias, de forma que todos os elementos de análise previamente estabelecidos fossem devidamente classificados quanto às suas reais condições.

Em média, para o levantamento de todos os fatores devidos dentro de um determinado segmento viário, foi necessário retroceder a gravação por cinco ou seis vezes. O tempo médio para a avaliação completa de todos os fatores de cada segmento girou em torno de 30 minutos.

Especificamente para a elaboração deste estudo, considerando os 26 segmentos viários previamente estabelecidos, foram demandadas aproximadamente 13 horas de análise, as quais foram subdividas em aproximadamente 10 dias alternados, necessários à plena conclusão das tarefas de inspeção.

No momento de visualização da filmagem relativa a um segmento viário específico, alguns fatores puderam ser concomitantemente avaliados, sem prejuízos à identificação de suas condições. Em exemplo, a identificação das características relacionadas à presença de desníveis, buracos, imperfeições, valas, tampas abertas, óleo, água corrente ou poças, mostrou-se passível de avaliação conjunta, sendo efetuada através da visualização única do intervalo de gravação correspondente ao próprio segmento.

A verificação das condições de visibilidade dos focos dos semáforos bem como suas respectivas intensidades luminosas, além da presença de focos destinados exclusivamente aos pedestres, também puderam ser avaliados de forma conjunta.

Portanto, cabe exclusivamente ao inspetor responsável, a identificação dos fatores passíveis de análise conjunta, baseado nas características próprias dos segmentos e trechos viários que se deseja avaliar, considerando que estas podem alterar-se significativamente conforme a localidade inspecionada.

O método de documentação realizado através das gravações mostrou-se satisfatório, devendo ser ressaltada, no entanto, a necessidade de se praticar velocidades não superiores aos 40 km/h, julgadas adequadas para um bom registro das características presentes nos trechos viários que se deseja avaliar.

7.1.8 Forma de cálculo do ISP-BRT dos segmentos viários da pista do MOVE

O cálculo do ISP-BRT considera os pesos relativos obtidos para cada fator avaliado, conforme disposto nas Tabelas 5.21 a 5.26, já demonstradas, além das notas de avaliação atribuídas com base nas condições do citado fator, obtidas nos momentos das inspeções.

Os passos para a obtenção do ISP-BRT encontram-se dispostos a seguir, através do exemplo relativo aos cálculos efetuados para o “Segmento Viário 1”, delimitado pelas Estações SENAI/Hospital Odilon Behrens, no sentido centro/bairro. As Tabelas 7.5 a 7.10 demonstram como foram obtidos os $ISP-BRT_{\text{parcial/segm}}$ de cada macrogrupo de assuntos.

Tabela 7.5 – Cálculo do $ISP-BRT_{\text{parcial/segm}}$ do macrogrupo Pavimento

Fatores	Pesos relativos	Nota	Peso X Nota
Buracos, desníveis e defeitos	0,205604534	3	0,616813602
Areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos	0,199622166	10	1,996221662
Água corrente ou poças d'água	0,192695214	10	1,926952141
Resistência à derrapagem (formação de espelhamento)	0,203715365	10	2,037153652
Bueiros, poços de visita e tampas	0,19836272	10	1,983627204
Total			8,560768262

Tabela 7.6 - Cálculo do $ISP-BRT_{\text{parcial/segm}}$ do macrogrupo Sinalização Viária

Fatores	Pesos relativos	Nota	Peso X Nota
Placas de regulamentação, advertência e indicativa	0,140735959	3	0,422207876
Sinalização horizontal de demarcações do solo	0,148698085	1	0,148698085
Visibilidade dos focos dos semáforos	0,150204433	10	1,502044330
Focos para pedestres nas travessias semaforizadas	0,14998924	10	1,499892404
Intensidade luminosa dos focos dos semáforos	0,13341941	10	1,334194104
Programação semafórica com tempos adequados	0,143963848	1	0,143963848
Dispositivos refletivos	0,132989025	1	0,132989025
Total			5,183989671

Tabela 7.7 - Cálculo do $ISP-BRT_{\text{parcial/segm}}$ do macrogrupo Tratamento aos pedestres

Fatores	Pesos relativos	Nota	Peso X Nota
Gradis apropriados para a canalização dos pedestres	0,178338762	3	0,535016287
Travessias em desnível para a transposição da via pelos pedestres	0,153094463	1	0,153094463
Piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres	0,155266015	1	0,155266015
Iluminação exclusiva para as travessias de pedestres	0,171824104	1	0,171824104
Sinalização sonora para orientação dos pedestres	0,154994571	1	0,154994571
Áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres	0,186482085	3	0,559446254
Total			1,729641694

Tabela 7.8 - Cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$ do macrogrupo Condições de Geometria

Fatores	Pesos relativos	Nota	Peso X Nota
Suavização de rampas	0,153006993	10	1,530069930
Superlargura das faixas nas curvas	0,160000000	7	1,120000000
Suavização das curvas horizontais	0,158881119	10	1,588811189
Continuidade dos alinhamentos viários	0,177902098	10	1,779020979
Desníveis e valas existentes	0,162797203	7	1,139580420
Eliminação dos conflitos entre veículos	0,187412587	7	1,311888112
Total			8,469370629

Tabela 7.9 - Cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$ do macrogrupo Fiscalização

Fatores	Pesos relativos	Nota	Peso X Nota
Controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades	0,329912776	1	0,329912776
Detecores eletrônicos de avanço de semáforo	0,345305285	1	0,345305285
Detecores de invasão de faixas exclusivas	0,324781939	1	0,324781939
Total			1,000000000

Tabela 7.10 - Cálculo do $ISP-BRT_{parcial/segm}$ do macrogrupo Condições de Visibilidade

Fatores	Pesos relativos	Nota	Peso X Nota
Condições de iluminação da via	0,358823529	10	3,588235294
Painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos	0,282887701	10	2,828877005
Pontos cegos e obstruções visuais diversas	0,35828877	10	3,582887701
Total			10,000000000

Através do cálculo da raiz sexta do produto dos $ISP-BRT_{parcial/segm}$ de cada macrogrupo, foi obtido o $ISP-BRT_{global/segm}$, conforme demonstrado na Tabela 7.11.

Tabela 7.11 – Cálculo do $ISP-BRT_{global/segm}$ do Segmento 1

Macrogrupo	$ISP-BRT_{parcial/segm}$
Condições do pavimento	8,560768262
Sinalização viária	5,183989671
Tratamento aos pedestres	1,729641694
Condições de geometria	8,469370629
Fiscalização	1,000000000
Condições de visibilidade	10,000000000
Produto dos $ISP-BRT_{parcial/segm}$	6501,059675
$ISP-BRT_{global/segm}$ (calculado pela raiz sexta do produto dos $ISP-BRT_{parcial/segm}$)	4,320135402

Concluído o cálculo do $ISP-BRT_{global/segm}$, considerou-se a escala semântica de valores, para a determinação da classificação do segmento viário em relação às suas classificações de segurança. Para o exemplo citado acima, onde o $ISP-BRT_{global/segm}$ relativo ao Segmento 1

apresentou valor de “4,320135402”, sua condição foi representada na Tabela 7.12, disposta a seguir.

Tabela 7.12 – Classificação do Segmento 1

Valor do ISP-BRT _{global/segm}	Referência	Condição do Segmento Viário	Cor
4,320135402	3 < ISP-BRT < 5	Potencialmente inseguro	Vermelho 

Desta forma, conforme valor do ISP-BRT_{global/segm} obtido, a classificação da condição de segurança do Segmento 1 apresentou status de “potencialmente inseguro”, lhe sendo atribuída a cor vermelha, correspondente a este nível. Destaca-se que os cálculos foram efetuados para cada um dos 26 segmentos viários propostos, ou seja, foram obtidos, ao todo, 26 ISP-BRT_{global/segm}.

Em relação à forma de cálculo para a obtenção do ISP-BRT_{global/trecho}, foi considerada a 13ª raiz do produto de todos os 13 ISP-BRT_{global/segm}, correspondentes a cada um dos dois trechos, caracterizados pelos dois sentidos direcionais de fluxo (centro/bairro e bairro/centro). A Tabela 7.13 demonstra como foi efetuado o cálculo do ISP-BRT_{global/trecho} referente ao Trecho 1.

Tabela 7.13 – Exemplo de cálculo do ISP-BRT_{global/trecho} do Trecho 1

Segmentos do Trecho 1	ISP-BRT _{global/segm}
1	6501,059675
2	17321,62306
3	19165,81188
4	12234,41042
5	5052,091595
6	9274,487072
7	4264,332187
8	17355,84189
9	15996,47879
10	11693,53101
11	10068,63188
12	51144,61085
13	32375,24673
Produto dos ISP-BRT_{global/segm} (resultado)	2,85558E+53
13ª raiz do resultado (ISP-BRT_{global/trecho})	4,84539754

Concluído o cálculo do ISP-BRT_{global/trecho}, considerou-se a escala semântica de valores, para a determinação da classificação do trecho viário, composto por 13 segmentos no mesmo sentido, em relação às suas condições de segurança. O ISP-BRT_{global/trecho} relativo ao Trecho 1 apresentou valor de “4,84539754” e sua condição foi representada na Tabela 7.14, a seguir.

Tabela 7.14 - Classificação do Trecho 1

Valor do ISP-BRT _{trecho/segm}	Referência	Condição do Segmento Viário	Cor
4,84539754	$3 < \text{ISP-BRT} < 5$	Potencialmente inseguro	Vermelho 

Conforme valor do $\text{ISP-BRT}_{\text{global/trecho}}$ obtido, a classificação da condição de segurança do Trecho 1 (centro/bairro) apresentou status de “potencialmente inseguro”, lhe sendo atribuída a cor vermelha, correspondente a este nível. Este cálculo também foi efetuado para o Trecho 2, relativo ao sentido direcional “bairro/centro”, cuja classificação de segurança encontra-se disposta no item relativo aos resultados da aplicação do método, apresentado a seguir.

7.1.9 Resultados obtidos nas inspeções

A análise dos resultados obtidos após a realização das inspeções de campo inicia-se pelas classificações de segurança dos dois trechos viários considerados neste estudo, conforme dados apresentados na Tabela 7.15.

Tabela 7.15 – Classificação dos trechos quanto à segurança viária

Trecho viário	Sentido	Segmentos correspondentes	Valor do ISP-BRT _{trecho/segm}	Classificação do Trecho Viário	Cor
1	Centro/Bairro	1 a 13	4,84539754	Potencialmente inseguro	Vermelho 
2	Bairro/Centro	14 a 26	5,572420975	Potencialmente razoavelmente inseguro	Laranja 

Nota-se que nenhum dos dois trechos analisados apresentou níveis de segurança potencialmente seguros. Salienta-se, no entanto, que em termos comparativos, a classificação do Trecho 2 mostrou-se em melhor condição que a verificada para o Trecho 1. Conclui-se, desta forma, que apesar dos dois trechos apresentarem-se em condições inseguras, o Trecho 2, referente ao sentido bairro/centro, mostra-se comparativamente mais seguro que o Trecho 1 (representativo do sentido oposto), considerando a aplicação do método de avaliação da segurança potencial das pistas de *BRT*.

Na análise global das condições dos 26 segmentos avaliados, foram obtidas as seguintes classificações dos níveis de segurança viária, conforme exposto na Tabela 7.16.

Tabela 7.16 – Níveis de segurança viária dos segmentos avaliados

Condição do segmento	Nº de segmentos do Trecho 1	Nº de segmentos do Trecho 2
Potencialmente muito inseguro	0	0
Potencialmente inseguro	7	6
Potencialmente razoavelmente inseguro	6	7
Potencialmente seguro	0	0
Potencialmente muito seguro	0	0

O fato de nenhum dos dois trechos analisados apresentar satisfatórias condições de segurança (total ou relativa), pode significar um alerta aos gestores do sistema de *BRT* de Belo Horizonte, já que existem riscos potenciais de acidentes de trânsito aos usuários do Sistema MOVE. Neste sentido, devem ser investigados e posteriormente tratados os fatores de natureza viário/ambiental que se mostraram mais contributivos para a potencialização das condições de insegurança viária nos dois sentidos direcionais. Em termos de prioridade, considerando os resultados obtidos pela aplicação do método de avaliação de segurança, devem ser priorizados primeiramente os segmentos componentes do sentido centro/bairro, que apresentaram as piores classificações de segurança.

Na análise dos segmentos viários classificados como mais e menos seguros dentro de cada trecho, foram obtidos os seguintes resultados, representados pelas Tabelas 7.17 e 7.18, a seguir.

Tabela 7.17 – Segmentos viários mais seguros de cada trecho avaliado

Trecho	Segmento mais seguro	ISP-BRT _{global/segm}	Referência	Classificação do Trecho Viário	Cor
1	12	6,092562313	Estação UFMG / Mineirão	Potencialmente razoavelmente inseguro	Laranja 
2	15	5,995673747	Estação Mineirão / UFMG	Potencialmente razoavelmente inseguro	Laranja 

Tabela 7.18 – Segmentos viários menos seguros de cada trecho avaliado

Trecho	Segmento menos seguro	ISP-BRT _{global/segm}	Referência	Classificação do Trecho Viário	Cor
1	7	4,026940117	Estação Américo Vespúcio/Cachoeirinha	Potencialmente inseguro	Vermelho ●
2	22	3,856851885	Estação Aparecida / Operários	Potencialmente inseguro	Vermelho ●

Dentre todos os 26 segmentos analisados nos dois trechos viários, o compreendido entre a Estação de Transferência UFMG/Mineirão (segmento 12), referente ao sentido direcional centro/bairro, foi o que apontou melhor condição de segurança, na ótica de avaliação dos fatores viário/ambientais, já que este apresentou o maior índice ISP-BRT_{global/segm}, dentre todos os calculados. A Figura 7.8 demonstra o contexto do trecho classificado como o mais seguro dentre todos os avaliados.



Figura 7.8 – Segmento viário 12, classificado como o mais seguro dentre todos os avaliados

Em análise inversa, o segmento viário compreendido entre a Estação de Transferência Aparecida/Operários (segmento 22), no sentido bairro/centro, figurou como aquele de pior condição de segurança, na ótica de avaliação dos fatores viário/ambientais, já que apresentou o menor índice de ISP-BRT_{global/segm}, dentre todos os calculados. O contexto do trecho encontra-se na Figura 7.9.



Figura 7.9 - Segmento viário 22, classificado como o menos seguro dentre todos os avaliados

Os principais fatores de natureza viário/ambiental contribuintes para a diferenciação dos segmentos viários de melhor e pior classificação, encontram-se apresentados na Tabela 7.19.

Tabela 7.19 – Condições dos fatores de avaliação verificados nos segmentos 12 e 22

Fatores	Segmento 12	Segmento 22
Buracos, desníveis e defeitos	Não existe	Pouca ocorrência
Sinalização horizontal de demarcações do solo	Boa condição	Condição ruim
Focos para pedestres nas travessias semaforizadas	Boas condições	Condições ruins
Programação semafórica com tempos adequados	Presente	Não presente
Áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres	Existe razoavelmente	Existente (más condições)
Continuidade dos alinhamentos viários	Boas condições	Condições razoáveis
Desníveis e valas na pista de rolamento	Não existem	Ao longo do trecho
Detectores eletrônicos de avanço de semáforo	Existem	Não existem
Condições de iluminação da via	Boas condições	Condições razoáveis

Dentre todos os fatores mais relevantes comparativamente avaliados entre os segmentos 12 e 22 (apresentados na tabela acima), o relacionado à presença dos detectores eletrônicos de avanço de semáforo apresentou notas mais discrepantes, com atribuições “10” e “1”, respectivamente, já que estes se encontram instalados em todas as travessias de pedestres do segmento 12, porém não foram instalados nas travessias relativas ao segmento 22.

Foi efetuada a análise de ordenamento global quanto às condições de segurança dos 26 segmentos viários componentes dos dois trechos, para caracterizar os seus níveis de segurança por ordem decrescente. A Tabela 7.20 demonstra os níveis de segurança viária por posição de classificação quanto aos níveis de segurança geral, dos segmentos mais ao menos seguros, segundo resultados obtidos pela aplicação do método.

Tabela 7.20 – Ordenamento geral decrescente dos níveis de segurança por segmento viário

Posição	Segmento	Referência	Trecho	ISP _{Global/Segm}
1º	12	Estação UFMG / Mineirão	1	6,09
2º	15	Estação Mineirão / UFMG	2	6,00
3º	13	Estação Mineirão / Santa Rosa	1	5,65
4º	14	Estação Santa Rosa / Mineirão	2	5,56
5º	19	Estação São Francisco / Cachoeirinha	2	5,50
6º	23	Estação Operários / Hospital Belo Horizonte	2	5,35
7º	17	Estação Liberdade / Colégio Militar	2	5,24
8º	25	Estação IAPI / Odilon Behrens	2	5,23
9º	3	Estação IAPI / Hospital Belo Horizonte	1	5,17
10º	16	Estação UFMG / Liberdade	2	5,11
11º	8	Estação Cachoeirinha / São Francisco	1	5,09
12º	2	Estação Hospital Odilon Behrens / IAPI	1	5,09
13º	9	Estação São Francisco / Colégio Militar	1	5,02
14º	24	Estação Hospital Belo Horizonte / IAPI	2	4,96
15º	4	Estação Hospital Belo Horizonte / Operários	1	4,80
16º	10	Estação Colégio Militar / Liberdade	1	4,76
17º	11	Estação Liberdade / UFMG	1	4,65
18º	18	Estação Colégio Militar / São Francisco	2	4,59
19º	6	Estação Aparecida / Américo Vespúcio	1	4,58
20º	21	Estação Américo Vespúcio / Aparecida	2	4,49
21º	1	Estação SENAI / Hospital Odilon Behrens	1	4,32
22º	5	Estação Operários / Aparecida	1	4,14
23º	26	Estação Hospital Odilon Behrens / SENAI	2	4,12
24º	7	Estação Américo Vespúcio / Cachoeirinha	1	4,03
25º	20	Estação Cachoeirinha / Américo Vespúcio	2	3,97
26º	22	Estação Aparecida / Operários	2	3,86

A tabela acima demonstra que, dentre os dez primeiros segmentos viários considerados mais seguros, sete encontram-se no Trecho 2, ou seja, no sentido bairro/centro. Inversamente, considerando-se os dez segmentos viários classificados como mais críticos, verifica-se um maior equilíbrio dos resultados, já que cinco deles encontram-se localizados no sentido centro/bairro (Trecho 1) e cinco no sentido bairro/centro (Trecho 2).

Foi efetuada também a análise de ordenamento geral quanto às condições de segurança dos 13 segmentos viários em cada um dos trechos, caracterizando os seus níveis de segurança por ordem decrescente. As Tabelas 7.21 e 7.22 demonstram os níveis de segurança viária por

posição de classificação, dos segmentos mais ao menos seguros para os trechos 1 e 2, conforme resultados obtidos pela aplicação do método.

Tabela 7.21 - Ordenamento decrescente dos níveis de segurança dos segmentos viários do Trecho 1

TRECHO 1 (centro/bairro)				
Posição	Segm	Referência	ISP-BRT global/Segm	Classificação
1°	12	Estação UFMG / Mineirão	6,09	Potencialmente razoavelmente inseguro
2°	13	Estação Mineirão / Santa Rosa	5,65	Potencialmente razoavelmente inseguro
3°	3	Estação IAPI / Hospital Belo Horizonte	5,17	Potencialmente razoavelmente inseguro
4°	8	Estação Cachoeirinha / São Francisco	5,09	Potencialmente razoavelmente inseguro
5°	2	Estação Hospital Odilon Behrens / IAPI	5,09	Potencialmente razoavelmente inseguro
6°	9	Estação São Francisco / Colégio Militar	5,02	Potencialmente razoavelmente inseguro
7°	4	Estação Hospital Belo Horizonte / Operários	4,80	Potencialmente inseguro
8°	10	Estação Colégio Militar / Liberdade	4,76	Potencialmente inseguro
9°	11	Estação Liberdade / UFMG	4,65	Potencialmente inseguro
10°	6	Estação Aparecida / Américo Vespúcio	4,58	Potencialmente inseguro
11°	1	Estação SENAI / Hospital Odilon Behrens	4,32	Potencialmente inseguro
12°	5	Estação Operários / Aparecida	4,14	Potencialmente inseguro
13°	7	Estação Américo Vespúcio / Cachoeirinha	4,03	Potencialmente inseguro

Tabela 7.22 - Ordenamento decrescente dos níveis de segurança dos segmentos viários do Trecho 2

TRECHO 2 (bairro/centro)				
Posição	Segm	Referência	ISP-BRT global/Segm	Classificação
1°	15	Estação Mineirão / UFMG	6,00	Potencialmente razoavelmente inseguro
2°	14	Estação Santa Rosa / Mineirão	5,56	Potencialmente razoavelmente inseguro
3°	19	Estação São Francisco / Cachoeirinha	5,50	Potencialmente razoavelmente inseguro
4°	23	Estação Operários / Hospital Belo Horizonte	5,35	Potencialmente razoavelmente inseguro
5°	17	Estação Liberdade / Colégio Militar	5,24	Potencialmente razoavelmente inseguro
6°	25	Estação IAPI / Odilon Behrens	5,23	Potencialmente razoavelmente inseguro
7°	16	Estação UFMG / Liberdade	5,11	Potencialmente razoavelmente inseguro
8°	24	Estação Hospital Belo Horizonte / IAPI	4,96	Potencialmente inseguro
9°	18	Estação Colégio Militar / São Francisco	4,59	Potencialmente inseguro
10°	21	Estação Américo Vespúcio / Aparecida	4,49	Potencialmente inseguro
11°	26	Estação Hospital Odilon Behrens / SENAI	4,12	Potencialmente inseguro
12°	20	Estação Cachoeirinha / Américo Vespúcio	3,97	Potencialmente inseguro
13°	22	Estação Aparecida / Operários	3,86	Potencialmente inseguro

7.2 Validação do ISP-BRT

Alguns importantes pontos devem ser considerados no contexto de validação do Método ISP-BRT. Primeiramente, deve-se destacar que os acidentes de trânsito normalmente ocorrem pela conjunção de dois ou mais fatores, relacionados aos fatores de natureza viário/ambiental, veiculares e de comportamento humano. Porém, este estudo dispôs exclusivamente sobre a análise dos fatores viário/ambientais, como elementos contribuintes para a ocorrência dos acidentes de trânsito.

Outro fator a ser considerado refere-se à forma para a tomada de decisão no âmbito de gerenciamento da segurança viária. Normalmente, os gestores dependem de indicadores que possam expressar, objetivamente, os níveis de segurança dos trechos viários sob sua jurisdição. Nesse sentido, torna-se importante relacionar séries históricas de acidentes de trânsito com atributos geométricos e operacionais da via, através de modelos estatísticos de regressão (como os modelos de previsão de acidentes - MPA). O Fenômeno de Regressão à Média – FRM, denota a tendência de um número elevado de acidentes retornar aos valores mais próximos da média, no longo prazo, já que nem sempre uma intervenção é o fator determinante para a redução de acidentes de trânsito.

No âmbito da validação do método, outro fator preponderante deve ser considerado. Locais com características de contexto viário muito inseguras, tendem a ser percorridos com mais cautela pelos condutores, contribuindo com a melhoria dos seus níveis de segurança.

Portanto, a validação do método apresentada neste estudo encontra-se limitada tão somente ao escopo exploratório de seu conteúdo, ou seja, no âmbito da análise dos fatores de natureza viário/ambiental. Em termos gerais, o método ISP-BRT deverá ser conjugado com outras práticas de análise de acidentes, para que sejam obtidos cenários mais abrangentes quanto à identificação dos problemas e consequentes tomadas de decisões pelos responsáveis.

7.2.1 Validação do método pela análise de acidentes

Para a validação do método de avaliação da segurança potencial das pistas de *BRT*, foram utilizados os dados de acidentes registrados no Sistema MOVE, tabulados pela GGBRT/BHTRANS, especificamente aqueles relativos ao trecho viário compreendido entre as Estações de Transferência SENAI e SANTA ROSA, em ambos os sentidos direcionais de fluxo.

Foram excluídos da análise os acidentes ocorridos nas pistas externas destinadas ao tráfego misto, em ambos os sentidos, além das situações de conduta voluntária de alguns usuários, que potencializaram os riscos de ocorrência dos acidentes (tentativas de suicídio, *surf* no teto dos ônibus etc.), sem quaisquer relações com o contexto de natureza viário ambiental.

A Tabela 7.23 sintetiza as informações dos acidentes ocorridos desde a implementação do MOVE na Av. Presidente Antônio Carlos, referentes ao período de maio de 2014 a maio de 2016, nos limites de segmentos e trechos considerados neste estudo.

Tabela 7.23 – Tabela de ocorrência dos acidentes verificados nos dois trechos viários considerados neste estudo

Ordem	Tipo	Vítima(s) fatal(ais)	Segmento Viário	Trecho/Sentido	Fator(es) contribuinte(s) para a ocorrência do acidente
1	Colisão	Não	15	Trecho 2 - B/C	Tráfego de veículo não autorizado na pista exclusiva.
2	Atropelamento de pessoa	Não	1	Trecho 1 – C/B	Não identificado.
3	Atropelamento de pessoa	Não	12	Trecho 1 – C/B	Imprudência do pedestre.
4	Colisão	Não	6	Trecho 1 – C/B	Tráfego de veículo não autorizado na pista exclusiva.
5	Atropelamento de pessoa	Não	18	Trecho 2 - B/C	Imprudência do pedestre – Visibilidade comprometida.
6	Atropelamento de ciclista	Não	9	Trecho 1 – C/B	Tráfego de veículo não autorizado na pista exclusiva.
7	Atropelamento de pessoa	Não	7	Trecho 1 – C/B	Imprudência do pedestre – Visibilidade comprometida.
8	Atropelamento de pessoa	Não	4	Trecho 1 – C/B	Imprudência do pedestre.
9	Atropelamento de pessoa	Sim	15	Trecho 2 - B/C	Imprudência do pedestre – Visibilidade comprometida.
10	Atropelamento de pessoa	Não	9	Trecho 1 – C/B	Imprudência do pedestre – Visibilidade comprometida.
11	Atropelamento de pessoa	Não	9	Trecho 1 – C/B	Imprudência do pedestre
12	Atropelamento de ciclista	Não	15	Trecho 2 - B/C	Tráfego de veículo não autorizado na pista exclusiva.
13	Atropelamento de pessoa	Não	9	Trecho 1 – C/B	Imprudência do pedestre – Visibilidade comprometida.
14	Atropelamento de pessoa	Não	21	Trecho 2 - B/C	Tráfego de veículo não autorizado na pista exclusiva.
15	Colisão	Não	5	Trecho 1 – C/B	Tráfego de veículo não autorizado na pista exclusiva.
16	Atropelamento de pessoa	Não	24	Trecho 2 - B/C	Tráfego de veículo não autorizado na pista exclusiva – Visibilidade Comprometida.
17	Atropelamento de pessoa	Não	10	Trecho 1 – C/B	Imprudência do pedestre – Visibilidade comprometida.

	Tipo	Vítima(s) fatal(ais)	Segmento Viário	Trecho/Sentido	Fator(es) contribuinte(s) para a ocorrência do acidente
18	Atropelamento de pessoa	Não	3	Trecho 1 – C/B	Imprudência do pedestre – Visibilidade comprometida.
19	Atropelamento de ciclista	Não	Não identificado	-	Tráfego de veículo não autorizado na pista exclusiva.
20	Atropelamento de pessoa	Não	7	Trecho 1 – C/B	Imprudência do pedestre – Visibilidade comprometida.
21	Colisão	Não	9	Trecho 1 – C/B	Tráfego de veículo não autorizado na pista exclusiva.

7.2.2 Validação do método pela análise geral dos trechos

Conforme dados apresentados anteriormente, o Trecho 1 (sentido C/B), apresentou classificação de segurança inferior à verificada para o Trecho 2 (sentido B/C). Esta condição também figura no levantamento dos acidentes ocorridos nos dois trechos, uma vez que no Trecho 1 foram registradas 14 ocorrências e no Trecho 2, cinco ocorrências de acidentes de trânsito, conforme informado na Tabela 7.24.

Tabela 7.24 – Número de ocorrência de acidentes por trecho viário

Trecho viário	Sentido	Segmentos correspondentes	Classificação do Trecho Viário	Número de ocorrências de acidentes na pista do MOVE
1	Centro/Bairro	1 a 13	Potencialmente inseguro	14
2	Bairro/Centro	14 a 26	Potencialmente razoavelmente inseguro	5

Verificou-se, portanto, que a distribuição dos acidentes verificada nas pistas de operação do *BRT* MOVE, mostra-se consoante com os níveis de classificação da segurança viária dos trechos viários avaliados, obtidos pela aplicação do método.

Em suma, o método apontou que o trecho relativo ao sentido centro/bairro é mais inseguro que o trecho relativo ao sentido oposto, o que foi efetivamente comprovado pelo levantamento de acidentes coletados pela BHTRANS.

7.2.3 Validação do método pela análise dos segmentos viários do Trecho 1

No que se refere à validação do método pela análise de cada um dos segmentos viários considerados, com base no número de acidentes levantado pela BHTRANS, bem como pelo

ordenamento decrescente de segurança viária, obtido através dos cálculos dos ISP-BRT_{global/segm}, verificou-se duas condições distintas:

- Condição de plena validação do método proposto;
- Condições que merecem ressalvas.

Em análise aos resultados obtidos para os segmentos viários componentes do Trecho 1, os mais seguros receberam a classificação “Potencialmente razoavelmente inseguro” e relacionam-se aos segmentos 12, 13, 3, 8, 2 e 9. Destes seis segmentos tidos como mais seguros, três deles apresentaram ocorrência de acidentes dentro da delimitação de suas respectivas extensões de análise. O segmento viário 9 apresentou cinco registros de acidentes, sendo quatro deles relacionados aos atropelamentos e um relacionado à colisão, conforme Tabela 7.25, a seguir.

Tabela 7.25 – Registros de acidentes do segmentos do Trecho 1

Posição	Segm	Referência	Classificação	Acidente	Método ISP-BRT
1º	12	Estação UFMG / Mineirão	Potencialmente razoavelmente inseguro	Atropelamento de pessoa	RESSALVAS
2º	13	Estação Mineirão / Santa Rosa	Potencialmente razoavelmente inseguro	NÃO OCORREU	VALIDADO
3º	3	Estação IAPI / Hospital Belo Horizonte	Potencialmente razoavelmente inseguro	Atropelamento de pessoa	RESSALVAS
4º	8	Estação Cachoeirinha / São Francisco	Potencialmente razoavelmente inseguro	NÃO OCORREU	VALIDADO
5º	2	Estação Hospital Odilon Behrens / IAPI	Potencialmente razoavelmente inseguro	NÃO OCORREU	VALIDADO
6º	9	Estação São Francisco / Colégio Militar	Potencialmente razoavelmente inseguro	Atropelamento de ciclista	NÃO VALIDADO
				Atropelamento de pessoa	
				Atropelamento de pessoa	
				Atropelamento de pessoa	
				Colisão	

Nos segmentos viários 13, 8 e 2, não foram registrados acidentes de trânsito de qualquer tipo nas pista interna do MOVE (sentido C/B), resultando na condição de plena validação do método. Destaca-se que o método não poderia ser validado para os segmentos viários 12, 3 e 9, já que estes apresentaram registros de acidentes, conforme dados constantes na tabela apresentada anteriormente, salvo pela fundamentação apresentada a seguir.

Os segmentos viários 12 e 3, especificamente, merecem avaliações mais criteriosas para efeito de validação do método proposto, já que estes apresentam contextos operacionais bastante específicos em função de suas localizações dentro da Av. Presidente Antônio Carlos. Vale destacar que estes dois segmentos viários encontram-se localizados em pontos onde ocorrem os maiores deslocamentos de pedestres ao longo de toda a Av. Presidente Antônio Carlos, em função da presença de grandes polos atratores de pessoas. A Tabela 7.26 justifica a grande movimentação de pessoas em função da presença de grandes polos de interesse social nos segmentos viários citados.

Tabela 7.26 – Polos atratores de pedestres por segmento viário (Trecho 1)

Segmento Viário	Referência	Polos atratores de pedestres
12	Estação UFMG / Mineirão	Campus da Universidade Federal de MG.
3	Estação IAPI / Hospital Belo Horizonte	Hospital Municipal Odilon Behrens, Mercado Popular da Lagoinha, Igreja Batista da Lagoinha, Conjunto residencial IAPI, DHPP Polícia Civil.

Percebe-se que todas as ocorrências de acidentes verificadas nos segmentos viários 12 e 3 relacionaram-se aos atropelamentos de pessoas. Portanto, as ressalvas apresentadas para a validação do método, notadamente para estes segmentos, fundamentam-se no fato de que um número maior de pessoas transpondo o leito viário se traduz numa situação consequente de maior exposição destas aos riscos de acidentes de trânsito, notadamente àqueles relacionados aos atropelamentos de pedestres. Indubitavelmente, em números relativos, o registro de dois atropelamentos, sendo um relacionado para o segmento viário 12 e outro para o segmento 3, não descaracteriza a validação do método proposto, devendo estes serem tratados com ressalvas ou mesmo avaliados considerando outras variáveis, em exemplo, os volumes de pedestres.

A fundamentação não aplica, no entanto, para o segmento viário 9 que, apesar de figurar como o sexto mais seguro dentro do Trecho 1, apresentou cinco ocorrências de acidentes, sendo três atropelamentos de pessoas, um atropelamento de ciclista e uma colisão. Neste caso, pode existir algum risco oculto neste segmento viário, com elevado poder de influência, a qual pode estar potencializando as chances de ocorrência dos acidentes. Este panorama deve, portanto, ser investigado pelos gestores competentes.

Resumidamente, pelos fatos expostos acima, verificou-se que o método pôde ser perfeitamente validado, de forma plena ou com algumas ressalvas, em cinco segmentos, dentre os seis avaliados que compõem o Trecho 1.

7.2.4 Validação do método pela análise dos segmentos viários do Trecho 2

Em análise aos resultados obtidos para os segmentos viários componentes do Trecho 2, os mais seguros receberam a classificação “Potencialmente razoavelmente inseguro” e relacionam-se aos segmentos 15, 14, 19, 23, 17, 25 e 16. Dentre os sete segmentos tidos como mais seguros, apenas um apresentou ocorrências de acidentes dentro da delimitação de sua respectiva extensão de análise. O segmento viário 15 apresentou três registros de acidentes, sendo dois deles relacionados aos atropelamentos (de pessoa e de ciclista) e um relacionado à colisão, conforme demonstrado na Tabela 7.27.

Tabela 7.27 - Registros de acidentes dos segmentos do Trecho 2

Posição	Segm	Referência	Classificação	Acidente	Método ISP-BRT
1º	15	Estação Mineirão / UFMG	Potencialmente razoavelmente inseguro	Colisão	RESSALVAS
				Atropelamento de pessoa	
				Atropelamento de ciclista	
2º	14	Estação Santa Rosa / Mineirão	Potencialmente razoavelmente inseguro	NÃO OCORREU	VALIDADO
3º	19	Estação São Francisco / Cachoeirinha	Potencialmente razoavelmente inseguro	NÃO OCORREU	VALIDADO
4º	23	Estação Operários / Hospital Belo Horizonte	Potencialmente razoavelmente inseguro	NÃO OCORREU	VALIDADO
5º	17	Estação Liberdade / Colégio Militar	Potencialmente razoavelmente inseguro	NÃO OCORREU	VALIDADO
6º	25	Estação IAPI / Odilon Behrens	Potencialmente razoavelmente inseguro	NÃO OCORREU	VALIDADO
7º	16	Estação UFMG / Liberdade	Potencialmente razoavelmente inseguro	NÃO OCORREU	VALIDADO

Em análise dos segmentos viários componentes do Trecho 2, conclui-se que o método pôde ser validado plenamente, com apenas um ressalva, a qual relaciona-se à mesma citada para o Trecho 1. O segmento viário 15 (relativo ao Trecho 2) e o segmento viário 12 (relativo ao Trecho 1), encontram-se na mesma área de influência, abrangendo a portaria principal de acesso ao Campus da UFMG, onde o fluxo de pessoas ao longo do período do dia mostra-se extremamente elevado. Assim, a ressalva feita para o segmento 12 aplica-se também ao

segmento 15, já que ambos localizam-se no mesmo local, porém em sentidos direcionais opostos.

7.2.5 Análise geral da validação do método

Como observação final no contexto de validação do método, destaca-se que os problemas relacionados aos atropelamentos figuram como os mais relevantes e prioritários a serem tratados pelos gestores responsáveis pelas pistas destinadas à operação do *BRT*, não só por suas características de elevada severidade, como pelas condições não desejáveis geradas pelos conflitos entre veículos pesados (normalmente ônibus articulados) e pedestres.

Esta percepção estende-se às opiniões dos especialistas consultados, que elegeram o macrogrupo “Tratamento de Pedestres”, como o de maior nível de importância se comparado aos demais macrogrupos de assuntos. Os atropelamentos também aparecem como os principais problemas a serem tratados nas pistas exclusivas do MOVE, já que os dados de acidentes coletados pela BHTRANS demonstram que existem vulnerabilidades das pessoas que necessitam acessar as Estações de Transferência deste sistema de *BRT* ou fazer as transposições da via, para acesso aos locais de interesse existentes ao longo da Av. Presidente Antônio Carlos.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho desenvolveu um método de avaliação da segurança potencial das pistas destinadas à operação de sistemas *BRT* – *ISP-BRT*, com base nos pesos relativos (graus de importância dos fatores), atribuídos por profissionais especialistas, atuantes nas áreas de segurança viária e/ou gestão operacional de *BRT*. O propósito de desenvolvimento do método *ISP-BRT* fundamentou-se na necessidade de sistematização das avaliações das condições viárias, no âmbito dos fatores de natureza viário/ambiental, capazes de contribuir positivamente para o tratamento e reversão das condições de insegurança viária que geram exposições dos riscos de acidentes de trânsito aos usuários.

Com base na literatura existente, foram levantados 30 fatores de natureza viário/ambiental, distribuídos em seis macrogrupos de assuntos distintos (Condições do Pavimento, Sinalização Viária, Tratamento aos Pedestres, Condições da Geometria, Fiscalização e Condições de Visibilidade), os quais foram classificados pelos especialistas consultados, através da realização de pesquisas, em relação aos seus graus de influência positiva no contexto da segurança viária. Com base nas respostas obtidas através das consultas realizadas junto aos especialistas, foram estimados os pesos relativos para cada fator avaliado, os quais permitiram calcular os três índices *ISP-BRT* (parcial/segmento, global/segmento e trecho).

O método foi aplicado nas pistas de operação do *BRT MOVE*, em trechos preestabelecidos da Av. Presidente Antônio Carlos, em 26 segmentos viários, distribuídos nos dois sentidos direcionais de fluxo da via. O método *ISP-BRT* possibilitou a identificar a classificação dos segmentos viários analisados quanto aos seus níveis de segurança viária, no âmbito de influência dos fatores de natureza viário/ambiental.

Como resultado, o método *ISP-BRT* pôde ser validado em nove segmentos dentre os 13 avaliados nos dois trechos viários, dadas as ressalvas no contexto dos modelos de previsão dos acidentes. O método foi validado com ressalvas em três segmentos viários, dadas suas condições específicas quanto ao elevado volume de pessoas em suas extensões, ocasionado pela presença de importantes polos atratores de pedestres. A validação do método efetivamente só não ocorreu para um segmento dentre os 13 avaliados (segmento 9), sendo este merecedor de investigação a respeito dos fatores que podem estar contribuindo para a ocorrência dos acidentes viários. O segmento viário 9, apesar de não ser caracterizado pela presença de polos atratores de pedestres em suas adjacências, encontra-se localizado próximo

ao Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, importante rodovia incorporada ao contexto viário da cidade de Belo Horizonte, em função do contínuo crescimento urbano deste município.

O método não pode ser caracterizado propriamente como de conotação preventiva, peculiaridade invariavelmente presente nas práticas voltadas ao desenvolvimento e aplicação das ASVs. Porém, pode servir de instrumento para o monitoramento e elaboração de diagnósticos das condições de segurança viária de sistemas de *BRT* já implantados, os quais poderão balizar as políticas e diretrizes a serem adotadas para a promoção e manutenção das condições satisfatórias para a circulação de veículos e pedestres, no âmbito deste tipo de transporte urbano. Eventualmente, os fatores viário/ambientais elencados, bem como seus respectivos pesos relativos, podem ser considerados nas etapas conceituais dos sistemas *BRT*, nos momentos de elaboração dos projetos básicos ou em etapas posteriores, sem a condição própria de sua aplicabilidade do método, condicionada à sistemas de transporte já consolidados e em operação.

O método mostrou-se consistente, na medida em que pôde ser validado, no âmbito restrito de sua análise. Porém, no contexto geral, este poderá servir de instrumento complementar às demais práticas de análise de acidentes já consolidadas e usualmente adotadas em vários países.

A aplicação do método nos segmentos viários previamente estabelecidos nas pistas exclusivas do Sistema *BRT MOVE*, demonstrou que existem contextos relacionados à falta de segurança dos usuários, notadamente relacionados aos riscos potenciais de atropelamentos de pessoas.

Conforme resultados obtidos pela aplicação do método, todos os segmentos compreendidos entre as Estações SENAI e SANTA ROSA, em ambos os sentidos direcionais da via, receberam classificações de segurança como “potencialmente razoavelmente inseguros” ou “potencialmente inseguros”. Estes resultados merecem análises detalhadas, capazes de identificar os fatores contribuintes para o contexto de insegurança.

Estas tendências podem denotar uma necessidade de atuação prioritária do gestor responsável, nas questões relacionadas à melhoria das condições de circulação dos pedestres. Em exemplo, a proposição de ações voltadas à canalização apropriada do fluxo de pessoas para áreas destinadas exclusivamente à sua circulação, a eliminação dos pontos cegos que impossibilitam a boa visualização das pistas de rolamento pelas pessoas, o controle sistêmico

das velocidades operacionais dos ônibus nas pistas exclusivas, o reposicionamento dos focos semaforicos de pedestres para melhoria da visualização destes pelos usuários, a adequação das áreas de refúgio, podem gerar importantes contribuições capazes de reverter o panorama de insegurança dos trechos viários analisados neste estudo.

Como oportunidade de maior exploração e complementação do tema deste trabalho, surgem oportunidades de desenvolvimento de novos métodos de avaliação da segurança potencial de pistas destinadas à operação de *BRT*. Em exemplo, podem ser avaliados fatores distintos do considerado neste estudo, como os fatores humanos e veiculares, de forma a complementar e incrementar a qualidade dos resultados obtidos. Eventualmente, o conteúdo de novos trabalhos a serem desenvolvidos também pode considerar variáveis com características de forte influência no âmbito viário, como por exemplo, o fluxo de pessoas ao longo dos trechos avaliados.

Abre-se, também, a oportunidade de investigação do método proposto neste trabalho para outros tipos de configuração de sistemas de *BRT* ou mesmo para outros modelos de sistemas de transporte por ônibus, que operem em faixas prioritárias ou exclusivas, sem as características próprias de operação dos sistemas de *BRT*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMOROS, E., MARTINS, J., LAUMON, B. Under-reporting of road crash casualties in France. *Accident Analysis and Prevention*. 38. 627-635. 2006.

ANPET - Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. *Atividades prioritárias em pesquisa e desenvolvimento no CTRANSPPO*. Natal, 2002. Disponível em: <<http://www.anpet.org.br/anpet/interface/content/CTRANSPO.pdf>>. Acesso em: 23 de março 2015.

APPLETON, I. Progress with the introduction of road safety audit in Australia and New Zealand. *Report number RA/96/519S*. Christchurch, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 10697: Pesquisa de Acidentes de Trânsito*. São Paulo, 1989.

AUSTROADS. Road Safety Audit. Austroads National Office. Austrália, 1994. 103p.

BARROS, A. J. D.; AMARAL, R. L.; OLIVEIRA, M. S. B. Acidentes de trânsito com vítimas: subregistro, caracterização e letalidade. *Caderno de Saúde Pública*, vol.19, No. 4, pp. 979-986. 2003.

BORNSZTEIN, L. L. *Auditoria de segurança viária na análise e projeto de interseções semaforizadas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2001.

BRAGA, M. G. C.; SANTOS, N. Educação de trânsito: Alterando as regras do jogo. *Revista de Administração Municipal*, 214, pp. 81-100. 1995.

BRASIL. Ministério das Cidades. *Gestão Integrada da Mobilidade Urbana*. Brasília. 2006.

BROUGHTON, J.; MARKEY, K. A.; ROWE, D. A new system for recording contributory factors in road accidents. *TRL Report*. 323. London, 1998.

BRT CENTRE OF EXCELLENCE; EMBARQ; IEA e SIBRT (2013) Global BRTData: version 1. 22, última modificação Junho 27, 2013. Disponível em: <<http://www.brtdata.org>>. Acesso em: 22 de novembro 2015.

BRT Policy Center. Transmilênio, 2004. Disponível em: <<http://www.gobrt.org/dbfront.html>>. Acesso em: 03 de agosto de 2015.

Burrow, I. J.; M. C. Taylor. Network Safety Management – A quantitative approach. *Proceedings of Seminar G – Traffic and Road Safety. 23th European Transport Forum*, pp. 115-126. University of Warwick, England, 1995.

BUSSAB, W. O.; MORETIN, P. A. *Estatística Básica*. 5^a ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

CAL Y MAYOR, R. Ingeniería de Tránsito. Asociación Mexicana de Caminos. México, 1972.

CARDOSO, G. *Modelos de previsão de acidentes de trânsito em vias arteriais urbanas*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2006.

CARVALHO, F., LEITE, V. F. Alternativa de ordenação da importância de atributos da qualidade de serviços: um estudo exploratório sobre o efeito de tamanho do choice set. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, n. 22. *Anais de Marketing do Encontro Nacional da ANAPD*. Foz do Iguaçu: Anpad, 1998.

CASTRILLÓN, A. D.; CANDIA, J. S. Guía para realizar una auditoria de seguridad vial. *Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito*. Chile, 2003.

CHOUINARD, A.; LECUYER, J. Achieving quality of Canadian crash data. 4th IRTAD CONFERENCE. Apresentação oral. Seoul, Korea, September, 2009. Disponível em: <<http://www.internacionaltransportforum.org/irtad/pdf/seoul/4-Chouinard.pdf>>. Acesso em: 19 de outubro de 2015.

CLARK, C. *Avaliação de Alguns Parâmetros de Infrações de Trânsito por Motoristas e Policiais*. Tese (Doutorado Faculdade de Saúde Pública). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1995.

CUCCI, N. J.; WAISMAN, E. J. Aplicações de engenharia de tráfego na segurança dos pedestres. In: XIII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 1999, São Carlos. *Anais do XIII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*. Rio de Janeiro: ANPET, 1999.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Manual de Procedimentos do Sistema Nacional de Estatísticas de Acidentes de Trânsito – SINET. Brasília: DENATRAN. 2000.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. Glossário de termos técnicos rodoviários. Rio de Janeiro, 1997.

DTLR - DEPARTMENT FOR TRANSPORT, LOCAL GOVERNMENT AND THE REGIONS: LONDON. A Road safety good practice guide. 1ª ed., 260p., London, 2001.

EMBARQ BRASIL. Relatório de inspeção de segurança viária – Sistema MOVE. Belo Horizonte, 2014.

FERRAZ, A. C .P.; RAIA Jr. A. A.; BEZERRA, B. S. *Segurança no trânsito*. São Francisco, 2008.

FERRAZ, A. C. P.; RAIA Jr. A. A. *Segurança no Trânsito*. Edição Preliminar. Apostila de aula. Escola de Engenharia de São Carlos – EESC, Universidade de São Paulo. São Carlos: Departamento de Engenharia de Transportes, 2005.

FERRAZ, A. C. P.; RAIA Jr. A. A.; BEZERRA, B. S.; BASTOS, J. T.; RODRIGUES, K. *Segurança Viária*. São Francisco, 2012.

FHWA. Federal Highway Administration. Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highway. FHWA-RD-99-207. Washington, DC, 2000. 194p.

FREITAS, J. P. P. *Análise dos acidentes de trânsito envolvendo crianças na cidade de Uberlândia: subsídios para as políticas públicas*. Tese (Doutorado Curso de Geografia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil, 2013.

GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. Comparação da Segurança de Trânsito entre Brasília e outras Capitais Brasileiras - 1998. Ministério dos Transportes, Brasília, 1998.

GOLD, P. A. Segurança de Trânsito: Aplicações de Engenharia para reduzir acidentes. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Washington, 1998.

HAUER, E. Knowledge and management of safety. Presented at: Traffic Safety Summit, October 4-7, Kananaskis, Alberta, Canadá, 1998.

HILDEBRAND, E.; WILSON, F. ROAD SAFETY AUDIT GUIDELINES. University of New Brunswick Transportation Group, Canada, 1999. 161p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. Associação Nacional de Transportes Públicos. Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas: relatório executivo. Brasília, 2003.

KILSZTAJN, S.; SILVA, C. R.; SILVA, D. F.; MICHELIN, A.; CARVALHO, A. R. & FERRAZ, I. L. Taxa de mortalidade por acidentes de trânsito e frota de veículos. *Revista de Saúde Pública*, 35, pp 262-268, 2001.

LAUTSO, K.; SPIEKEMANN, K; WEGENER, M.; SHEPPARD, I.; STEADMAN P.; MARTINO A.; DOMING, R.; GAYDA, S. PROPOLIS – Final Report, 2nd Edition, Finland, 2004.

LEVINSON, H.; ZIMMERMAN, S.; CLINGER, J.; RUTHERFORD, S.; CRACKNELL, J.; SOBERMAN, R. Case Studies in Bus Rapid Transit - Preliminary Draft Final Report. TCRP A-23, prepared for the Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, USA, 2002.

LEVINSON, H.; ZIMMERMAN, S.; CLINGER, J.; RUTHERFORD, S.; SMITH, R. L.; CRACKNELL, J.; SOBERMAN, R. Bus rapid transit Volume 1: Case Studies in Bus Rapid Transit. Transit Cooperative Research Program: Report 90, Washington, DC, USA, 2003.

LINDAU, L. A.; HIDALGO, D.; FACCHINI, D. Curitiba, the Cradle of Bus Rapid Transit. *Built Environment*. V. 36, n. 3, 2007.

LINDAU, L. A.; WILLUMSEN, L. G. Allocating Road Space to Vehicles: The Experience of Brazil. In: PROUD'HOMME, R. New Perceptions and New Policies - Urban Transport in Developing Countries. Paris: Paradigme, pp. 127-142, 1990.

LOPES, D. L.; FILHO, A. M. Auditoria de Segurança Viária (ASV). Companhia de Engenharia de Tráfego- CET. Normas Técnicas. São Paulo, 2010.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION - NHTSA. What do traffic crashes cost? Total Costs to Employers by State and Industry. USA: US Department of Transportation, 1996.

NODARI, C. T. *Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários Rurais de Pista Simples*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2003.

NODARI, C. T.; LINDAU, L. A. Auditoria da segurança viária. *TRANSPORTES*, v. 9, n. 2, 2001.

OLIVEIRA, L. A. *A consolidação, interpretação e aplicação da Lei 11.705/08 na esfera administrativa, quanto no âmbito judicial e sua legalidade*. TCC (Graduação do Curso de Direito). Universidade Católica de Brasília, Brasília, Brasil, 2013.

OMT. ONTARIO MINISTRY OF TRANSPORTATION. Road Safety Audit. Appendix A and B, Traffic Office, Canada, 2000.

PIGNATARO, L. J. *Traffic Engineering: theory and practice*. Prentice-Hall, New Jersey, USA, pp. 11, 12, 13, 273, 1973.

PORTAL BRASIL. Acidentes de trânsito custam R\$ 12 bi para a Previdência. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2013/12/acidentes-de-transito-custam-r-12-bi-para-a-previdencia>> Acesso em: 15 de abril 2016.

PROCTOR, S.; BELCHER, M. *The use of road safety audits in Great Britain*. TMS Consultancy. England. 1993.

RADELAT, G. E. *Manual de Ingenieria de Trânsito*. The Reuben H. Donnelly Corporation. Chicago, 1964.

REBELO, L. A. G.; ZACCARIA M. C.; GUIDOLIN M.; SOBRAL, M. M. N. *Aplicação do dispositivo CAIXA DE SEGURANÇA (Safety Box) para Travessias de Pedestres em vias simples e mão dupla*. Companhia de Engenharia de Tráfego, V. 10, São Paulo, 2011.

ROBLES, D. G.; RAIA, JR. A. A. *Correlação entre Conflitos e Acidentes usando a Técnica Sueca de Análise de Conflitos de Tráfego*. In: *Anais do XXII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*. Fortaleza: ANPET, 2008.

SCARINGELA, R.S.; MARTINEZ, A.; RODOLPHO, A. J. *Auditoria de segurança viária nos projetos de sinalização semafórica da cidade de São Paulo*. In: *IX CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, Anais do IX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*. São Carlos: ANPET, 1995.

SINAENCO (2010). Arena e mobilidade urbana. Disponível em: <<http://www.sinaenco.com.br/downloads/Relat%C3%B3rio%20PAC%20da%20Copa.pdf>>. Acesso em: 07 de agosto 2015.

TNZ. TRANSFUND NEW ZEALAND (Development of a safety performance index for safety audit of existing roads. Report no. RA97/640s, Review and Audit Division New Zealand, 1998.

TRENTACOSTE, M.; BOEKAMP, P.; DEPUE, L.; LIPINSKI, M.E.; MANNING, D.; SCHERTZ, G.; SHANAFELT, J.; WERNER, T.; WILSON, E. M. FHWA: Study tour for road safety audits – part 2. American Trade Initiative, Inc., Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, 1997b.

VASCONCELLOS, E. A. Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas, 3^a ed. Annablume, São Paulo, 2000.

WAISELFISZ, J. J. Mapa da violência 2012 - caderno complementar 2: Acidentes de Trânsito. São Paulo: Instituto Sangari, 2012. Disponível em: <[HTTP://mapadaviolencia.org.br/pdf2012/mapa2012_transito.pdf](http://mapadaviolencia.org.br/pdf2012/mapa2012_transito.pdf)>. Acesso em: 22 de outubro 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action. World Health Organization, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Global status report on road safety 2015. World Health Organization, 2015.

WRIGHT, P. H.; PAQUETTE, R. J. Ingenieria de Carreteras. Instituto Tecnológico de Georgia. Noriega Editores, Mexico, 1993.

WRIGHT, L.; HOOK, W. Bus Rapid Transit (BRT) Planning Guide, 3rd ed. Institute for Transportation and Development Policy. New York, USA, 2007.

WRIGHT, L.; HOOK, W. *Manual de BRT: Guia de Planejamento*. Ministério das Cidades, Brasília, Brasil, 2008.

APÊNDICE A – MODELO DE FORMULÁRIO DE PESQUISA

INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO

É importante que você faça uma leitura antecipada e geral de todos os itens aqui dispostos, facilitando o seu julgamento sobre o grau de influência de cada um deles.

Deve ser marcada, numa escala de 1 a 10, a sua avaliação sobre o grau de influência positiva de ações e fatores relacionados, que possam melhorar as condições de segurança viária das pistas exclusivas segregadas fisicamente, destinadas à operação do BRT (sistema rápido por ônibus).

LEGENDA

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

1. CONDIÇÕES DO PAVIMENTO

1.1. Eliminação de buracos, desníveis e defeitos aparentes das pistas de rolamento.

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

1.2. Eliminação de areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos das pistas de rolamento.

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

1.3. Eliminação de água corrente ou poças d'água das pistas de rolamento.

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

1.4. Pavimento das pistas de rolamento com boa resistência à derrapagem.

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

1.5. Nivelamento dos bueiros, poços de visita e tampas existentes nas pistas de rolamento.

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

2. SINALIZAÇÃO VIÁRIA

2.1. Utilização adequada de placas de regulamentação, advertência e indicativa.

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

2.2. Boas condições de visibilidade diurna e noturna da sinalização horizontal demarcadora das faixas de trânsito, das linhas de retenção, das faixas para travessia de pedestres e demais demarcações de solo.

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

2.3. Boas condições de visibilidade dos focos dos semáforos: veiculares e de pedestres (limpeza, posicionamento do grupo focal, poda de galhos de árvores, etc.).

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

2.4. Existência de focos para pedestres nas travessias semaforizadas.

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

2.5. Boas condições da intensidade luminosa dos focos dos semáforos de veículos e de pedestres (utilização de LED).

Nenhuma influência positiva 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Grande influência positiva

7. ATRIBUIÇÃO DO GRAU DE IMPORTÂNCIA DOS FATORES AVALIADOS

Ordene as opções de 1 a 6, sendo **1 o fator MAIS IMPORTANTE** e o **6 o fator MENOS IMPORTANTE**. Preencher somente uma resposta por linha e por coluna.

Considerando seu conhecimento técnico, classifique, em ordem de relevância (DA MAIOR PARA A MENOR), os fatores que você julga como mais importante para a promoção e manutenção da segurança viária das pistas de BRT.

CONDIÇÕES DO PAVIMENTO DAS PISTAS DE BRT	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>
SINALIZAÇÃO VIÁRIA VERTICAL E HORIZONTAL DAS PISTAS DE BRT	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>
TRATAMENTO AOS PEDESTRES NAS PISTAS DO BRT	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>
GEOMETRIA DAS PISTAS DE BRT	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>
FISCALIZAÇÃO NAS PISTAS DE BRT	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>
CONDIÇÕES DE VISIBILIDADE DAS PISTAS DE BRT	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>

8. PERFIL DO ENTREVISTADO

8.1 Perfil profissional

- Especialista Acadêmico (atuando em Universidade ou Órgão de Pesquisa)
- Especialista do Setor Público
- Especialista do Setor Privado
- Outro

8.2 Sua área de atuação está relacionada diretamente à segurança viária?

- Sim
- Não
- Em parte

8.3 Indique sua faixa etária

- 29 anos ou menos
- 30 a 39 anos
- 40 a 49 anos
- 50 a 59 anos
- 60 a 69 anos
- 70 anos ou mais

8.4 Indique sua formação profissional

- Segundo Grau
- Nível Superior
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado

8.5 Há quanto tempo trabalha na área de Transportes e Trânsito?

- Menos de 10 anos
- Entre 10 e 20 anos
- Mais de 20 anos

8.6 Nome (opcional): _____

8.7 E-mail (opcional): _____

APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS FATORES

IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL

Local: Sentido: Bairro/Centro Centro/Bairro

Data: Segm. Viário: Trecho: Ref.:

Nº Faixas/sentido: Hora início: Hora término:

Condição da pista: Seca Molhada

INSPETOR(ES):

Nome : Órgão/Entidade:

Nome : Órgão/Entidade:

NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES AVALIADOS

Nível 1: Não existe o problema e/ou necessidade de regularização/intervenção/adequação do fator avaliado.

Nível 2: Existe uma pequena quantidade do problema e/ou pequena necessidade de regularização/intervenção/adequação do fator avaliado.

Nível 3: Existe uma quantidade moderada do problema e/ou relativa necessidade de regularização/intervenção/adequação do fator avaliado.

Nível 4: Existe uma grande quantidade do problema e/ou elevada necessidade de regularização/intervenção/adequação do fator avaliado.

PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO

Instruções: Marque com um 'X' o nível de classificação mais apropriado para o fator viário/ambiental avaliado, conforme condições verificadas na inspeção.

PAVIMENTO

FATORES	DETALHAMENTO	NÍVEIS			
Infraestrutura da via	Existência de buracos, trincas, desníveis e defeitos aparentes no pavimento das pistas de rolamento.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
	Existência de desníveis (depressões / degraus) nas pistas de rolamento.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Elementos diversos na via	Presença de areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos no pavimento das pistas de rolamento.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
	Acúmulo de areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos no rebordo Da pista de rolamento (sarjeta).	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Drenagem da via	Presença contínua de água corrente nas pistas de rolamento.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
	Acúmulo de água (formação de poças) nas pistas de rolamento.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Aderência do pavimento	Resistência à derrapagem: presença de espelhamentos em pontos específicos do pavimento das pistas de rolamento (quando molhadas).	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
Nivelamento do pavimento	Ausência de tampas/grelhas/grades nos bueiros e/ou poços de visita; Presença de tampas/grelhas/grades quebradas nas pistas de rolamento.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
	Presença de bueiros e/ou poços de visita desnivelados (com degraus ou depressões) nas pistas de rolamento.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4

SINALIZAÇÃO VIÁRIA

FATORES	DETALHAMENTO	NÍVEIS			
Sinalização Vertical	Sinalização vertical presente na via incompleta, sem a presença de todas as placas de regulamentação, advertência e indicativa necessárias ao longo do segmento viário.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Sinalização vertical presente na via em localização incorreta, em distâncias e pontos inapropriados para a boa prestação das informações aos Usuários.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Sinalização vertical presente na via totalmente ou parcialmente encoberta ou invisível, com interferência de elementos arbóreos ou de infraestrutura diversas.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Informações presentes nas placas incompreensíveis aos usuários, deixando dúvidas quanto às suas corretas interpretações.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Sinalização vertical em mau estado de conservação e legibilidade (com presença de ferrugem, quebradas ou com legendas faltantes).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Informações de exclusividade das pistas centrais para operação dos ônibus do BRT incompletas e/ou invisíveis aos condutores, nas agulhas de entrada ou demais acessos.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Sinalização Horizontal	Sinalização horizontal incompleta (total ou parcial), sem a presença de todas as demarcações de pavimento necessárias ao longo do segmento viário (linhas divisórias de retenção, faixas de pedestres, linhas de bordo, marca de canalização, inscrições, símbolos, etc).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Sinalização horizontal confusa (total ou parcial), que induz os usuários aos erros ou que não cumpram efetivamente seus propósitos.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Presença de demarcações de solo antigas, não removidas adequadamente.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Demarcações viárias em más condições (apagadas), total ou parcialmente, e/ou sem legibilidade adequada aos usuários.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Demarcações de solo invisíveis (total ou parcial) quando em condições específicas de tempo e de luz (pavimento molhado, período noturno, com incidência de iluminação direta ou indireta, etc).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Ausência (total ou parcial) de sinalização de canalização e delimitação refletiva nas pistas de rolamento.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Sinalização Semafórica	Inoperância (total ou parcial) de semáforos de veículo e pedestres.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Visibilidade prejudicada (total ou parcial) dos grupos focais dos semáforos veiculares (encobertos por elementos diversos – arbóreos ou de infraestrutura).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Ausência (total ou parcial) de semáforos destinados aos pedestres nas travessias em nível.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Visibilidade prejudicada (total ou parcial) dos grupos focais dos semáforos de pedestres (encobertos por elementos diversos – arbóreos ou de infraestrutura).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Falta de alinhamento (total ou parcial) dos grupos focais dos semáforos de pedestres às áreas destinadas às travessias (faixas de pedestres).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Visualização dos focos dos semáforos prejudicada por incidência dos raios solares, impossibilitando a identificação correta das fases.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Má intensidade luminosa dos focos dos semáforos de veículos e/ou pedestres (muito forte ou muito fraca).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>

SINALIZAÇÃO VIÁRIA (Cont.)

FATORES	DETALHAMENTO	NÍVEIS			
Sinalização Semafórica	Presença de tempos semafóricos inadequados, sobretudo aqueles destinados às travessias dos pedestres.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Inoperância de botoeiras para acionamento da fase semafórica aos pedestres, caso existam.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Ausência (total ou parcial) de foco repetidor, para compensar lâmpadas queimadas do foco principal e/ou reforço da fase vigente do semáforo.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>

PEDESTRES

FATORES	DETALHAMENTO	NÍVEIS			
Gradis	Ausência de gradis (total ou parcial), apropriados para a canalização dos pedestres em suas áreas de destinação.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Travessias em desnível	Ausência (total ou parcial) de travessias em desnível para a transposição da via pelos pedestres (passagens subterrâneas ou passarelas).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Piso podotátil	Ausência (total ou parcial) de piso podotátil nas áreas de circulação, auxílio na locomoção das pessoas com deficiência visual.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Iluminação	Ausência de iluminação exclusiva nas travessias de pedestres.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Sinalização sonora	Ausência (total ou parcial) de dispositivos de sinalização sonora nas travessias, para orientação aos pedestres com deficiência visual.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Áreas de refúgio	Ausência (total ou parcial) de áreas apropriadas em largura e comprimento, destinadas à boa acomodação dos pedestres (áreas de refúgio: ilhas, canteiros, etc).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>

GEOMETRIA DO SEGMENTO

FATORES	DETALHAMENTO	NÍVEIS			
Greides	Existência de rampas ascendentes, acentuadas, que prejudicam a operação dos ônibus e comprometem a segurança viária.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
	Existência de rampas descendentes, acentuadas, que prejudicam a operação dos ônibus e comprometem a segurança viária.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Largura das faixas	Larguras inadequadas das faixas de trânsito (total ou parcial), insuficientes à correta acomodação dos ônibus nas pistas, sobretudo nas condições de deslocamento paralelo.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Presença de curvas acentuadas	Presença de curvas acentuadas ao longo do trecho viário, as quais impliquem em manobras inadequadas de condução dos ônibus e/ou que potencializem as derrapagens em condições meteorológicas específicas (períodos chuvosos).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Alinhamento viário	Descontinuidade (total ou parcial) dos alinhamentos viários ao longo do segmento viário.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Segregadores físicos	Ausência (total ou parcial) de elementos físicos segregadores dos sentidos opostos de tráfego (canteiros, etc).	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>
Acessos	Preferência da pista exclusiva destinada à operação do BRT é afetada pela possibilidade de acessos diversos ao longo do segmento (agulhas operacionais, técnicas e interseções), permitindo a entrada e a dos veículos não autorizados.	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>

FISCALIZAÇÃO

FATORES	DETALHAMENTO	NÍVEIS			
Velocidade	Ausência (total ou parcial) dos controladores eletrônicos, para controle das velocidades praticadas pelos condutores nos segmentos exclusivos devidamente regulamentados.	1	2	3	4
Avanço semafórico	Ausência (total ou parcial) dos detectores eletrônicos de avanço de semáforo, para fiscalização dos desrespeitos às fases vermelhas dos semáforos em operação nas pistas exclusivas, nas faixas de pedestres e nas interseções.	1	2	3	4
Invasão aos corredores exclusivos	Ausência (total ou parcial) de detectores de invasão de faixas exclusivas, próximos aos acessos de entrada às pistas exclusivas, para coibir o tráfego de veículos não autorizados nestes locais.	1	2	3	4

VISIBILIDADE

FATORES	DETALHAMENTO	NÍVEIS			
Iluminação	Inoperância ou ineficiência (parcial ou total) do sistema de iluminação da via.	1	2	3	4
	Iluminação insatisfatória (total ou parcial) por obstruções das copas das árvores ou elementos de infraestrutura.	1	2	3	4
Obstruções visuais	Presença de obstruções visuais aos usuários ocasionadas por placas, pilares, balizas, gradis, etc.	1	2	3	4
	Presença de obstruções visuais aos usuários ocasionadas pelas condições geométricas da via (curvas acentuadas, rampas, etc).	1	2	3	4
Elementos prejudiciais à visão noturna	Presença de dispositivos luminosos que comprometem a visualização do leito e demais elementos viários nos períodos noturnos (painéis eletrônicos de mensagem variável, painéis publicitários, etc).	1	2	3	4
	Presença de elementos ofuscantes ou refletivos diversos que prejudicam a visão dos usuários (lâmpadas, refletores, espelhos, áreas envidraçadas, metais, etc).	1	2	3	4

APÊNDICE C – CÁLCULO DOS ÍNDICES DOS SEGMENTOS

	Fatores	Pesos relativos	SEGMENTO 1		SEGMENTO 2		SEGMENTO 3		SEGMENTO 4	
			Nota	peso x nota						
1	Buracos, desniveis e defeitos	0,205604534	3	0,62	1	0,21	7	1,44	3	0,62
2	Areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos	0,199622166	10	2,00	7	1,40	7	1,40	7	1,40
3	Água corrente ou poças d'água	0,192695214	10	1,93	10	1,93	10	1,93	10	1,93
4	Resistência à derrapagem (formação de espelhamento)	0,203715365	10	2,04	10	2,04	10	2,04	10	2,04
5	Bueiros, poços de visita e tampas	0,19836272	10	1,98	10	1,98	10	1,98	10	1,98
6	Placas de regulamentação, advertência e indicativa	0,140735959	3	0,42	1	0,14	3	0,42	7	0,99
7	Sinalização horizontal de demarcações do solo	0,148698085	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
8	Visibilidade dos focos dos semáforos	0,150204433	10	1,50	10	1,50	10	1,50	10	1,50
9	Focos para pedestres nas travessias semaforizadas	0,14998924	10	1,50	7	1,05	10	1,50	7	1,05
10	Intensidade luminosa dos focos dos semáforos	0,13341941	10	1,33	10	1,33	10	1,33	10	1,33
11	Programação semafônica com tempos adequados	0,143963848	1	0,14	7	1,01	3	0,43	3	0,43
12	Dispositivos refletivos	0,132989025	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13
13	Gradis apropriados para a canalização dos pedestres	0,178338762	3	0,54	1	0,18	1	0,18	1	0,18
14	Travessias em desnível para a transposição da via pelos pedestres	0,153094463	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
15	Piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres	0,155266015	1	0,16	1	0,16	1	0,16	1	0,16
16	Iluminação exclusiva para as travessias de pedestres	0,171824104	1	0,17	1	0,17	1	0,17	1	0,17
17	Sinalização sonora para orientação dos pedestres	0,154994571	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
18	Áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres	0,186482085	3	0,56	3	0,56	3	0,56	3	0,56
19	Suavização de rampas	0,153006993	10	1,53	7	1,07	7	1,07	3	0,46
20	Superlargura das faixas nas curvas	0,160000000	7	1,12	7	1,12	7	1,12	7	1,12
21	Suavização das curvas horizontais	0,158881119	10	1,59	10	1,59	10	1,59	10	1,59
22	Continuidade dos alinhamentos viários	0,177902098	10	1,78	10	1,78	10	1,78	10	1,78
23	Desniveis e valas existentes	0,162797203	7	1,14	7	1,14	3	0,49	3	0,49
24	Eliminação dos conflitos entre veículos	0,187412587	7	1,31	10	1,87	10	1,87	10	1,87
25	Controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades	0,329912776	1	0,33	1	0,33	1	0,33	1	0,33
26	Detetores eletrônicos de avanço de semáforo	0,345305285	1	0,35	10	3,45	10	3,45	7	2,42
27	Detetores de invasão de faixas exclusivas	0,324781939	1	0,32	1	0,32	1	0,32	1	0,32
28	Condições de iluminação da via	0,358823529	10	3,59	10	3,59	10	3,59	10	3,59
29	Painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos	0,282887701	10	2,83	10	2,83	10	2,83	10	2,83
30	Pontos cegos e obstruções visuais diversas	0,35828877	10	3,58	7	2,51	7	2,51	7	2,51

ISP-BRT _{Pav}		8,56		7,55		8,78		7,96
ISP-BRT _{Sin}		5,18		5,32		5,47		5,58
ISP-BRT _{Ped}		1,73		1,37		1,37		1,37
ISP-BRT _{Geo}		8,47		8,57		7,92		7,31
ISP-BRT _{Fis}		1,00		4,11		4,11		3,07
ISP-BRT _{Vis}		10,00		8,93		8,93		8,93
Produto ISP's		6501,06		17321,62		19165,81		12234,41
Raiz Sexta		4,32		5,09		5,17		4,80

	Fatores	Pesos relativos	SEGMENTO 5		SEGMENTO 6		SEGMENTO 7		SEGMENTO 8	
			Nota	peso x nota						
1	Buracos, desniveis e defeitos	0,205604534	10	2,06	1	0,21	1	0,21	7	1,44
2	Areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos	0,199622166	10	2,00	7	1,40	7	1,40	3	0,60
3	Água corrente ou poças d'água	0,192695214	10	1,93	10	1,93	10	1,93	10	1,93
4	Resistência à derrapagem (formação de espelhamento)	0,203715365	10	2,04	10	2,04	10	2,04	10	2,04
5	Bueiros, poços de visita e tampas	0,19836272	10	1,98	7	1,39	7	1,39	10	1,98
6	Placas de regulamentação, advertência e indicativa	0,140735959	7	0,99	7	0,99	7	0,99	1	0,14
7	Sinalização horizontal de demarcações do solo	0,148698085	3	0,45	3	0,45	3	0,45	1	0,15
8	Visibilidade dos focos dos semáforos	0,150204433	10	1,50	10	1,50	10	1,50	10	1,50
9	Focos para pedestres nas travessias semaforizadas	0,14998924	7	1,05	7	1,05	10	1,50	10	1,50
10	Intensidade luminosa dos focos dos semáforos	0,13341941	10	1,33	10	1,33	10	1,33	10	1,33
11	Programação semaforica com tempos adequados	0,143963848	1	0,14	3	0,43	1	0,14	10	1,44
12	Dispositivos refletivos	0,132989025	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13
13	Gradis apropriados para a canalização dos pedestres	0,178338762	1	0,18	1	0,18	1	0,18	1	0,18
14	Travessias em desnível para a transposição da via pelos pedestres	0,153094463	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
15	Piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres	0,155266015	1	0,16	1	0,16	1	0,16	1	0,16
16	Iluminação exclusiva para as travessias de pedestres	0,171824104	1	0,17	1	0,17	1	0,17	1	0,17
17	Sinalização sonora para orientação dos pedestres	0,154994571	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
18	Áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres	0,186482085	3	0,56	3	0,56	3	0,56	3	0,56
19	Suavização de rampas	0,153006993	10	1,53	10	1,53	7	1,07	7	1,07
20	Superlargura das faixas nas curvas	0,160000000	7	1,12	7	1,12	7	1,12	7	1,12
21	Suavização das curvas horizontais	0,158881119	10	1,59	10	1,59	10	1,59	10	1,59
22	Continuidade dos alinhamentos viários	0,177902098	10	1,78	10	1,78	7	1,25	10	1,78
23	Desniveis e valas existentes	0,162797203	3	0,49	3	0,49	3	0,49	3	0,49
24	Eliminação dos conflitos entre veiculos	0,187412587	10	1,87	10	1,87	10	1,87	10	1,87
25	Controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades	0,329912776	1	0,33	1	0,33	1	0,33	1	0,33
26	Detectores eletrônicos de avanço de semáforo	0,345305285	1	0,35	7	2,42	1	0,35	10	3,45
27	Detectores de invasão de faixas exclusivas	0,324781939	1	0,32	1	0,32	1	0,32	1	0,32
28	Condições de iluminação da via	0,358823529	7	2,51	3	1,08	10	3,59	7	2,51
29	Painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos	0,282887701	10	2,83	10	2,83	10	2,83	10	2,83
30	Pontos cegos e obstruções visuais diversas	0,35828877	7	2,51	7	2,51	10	3,58	7	2,51

ISP-BRT _{2xV}	10,00	6,96	6,96	7,99
ISP-BRT _{Sin}	5,59	5,88	6,04	6,20
ISP-BRT _{2x3}	1,37	1,37	1,37	1,37
ISP-BRT _{Geo}	8,38	8,38	7,39	7,92
ISP-BRT _{Fis}	1,00	3,07	1,00	4,11
ISP-BRT _{Vis}	7,85	6,41	10,00	7,85
Produto ISP's	5052,09	9274,49	4264,33	17355,84
Raiz Sexta	4,14	4,58	4,03	5,09

	Fatores	Pesos relativos	SEGMENTO 9		SEGMENTO 10		SEGMENTO 11		SEGMENTO 12	
			Nota	peso x nota	Nota	peso x nota	Nota	peso x nota	Nota	peso x nota
1	Buracos, desniveis e defeitos	0,205604534	10	2,06	3	0,62	10	2,06	10	2,06
2	Areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos	0,199622166	7	1,40	7	1,40	10	2,00	7	1,40
3	Água corrente ou poças d'água	0,192695214	10	1,93	10	1,93	10	1,93	10	1,93
4	Resistência à derrapagem (formação de espelhamento)	0,203715365	10	2,04	10	2,04	10	2,04	10	2,04
5	Bueiros, poços de visita e tampas	0,19836272	10	1,98	10	1,98	10	1,98	10	1,98
6	Placas de regulamentação, advertência e indicativa	0,140735959	7	0,99	3	0,42	3	0,42	3	0,42
7	Sinalização horizontal de demarcações do solo	0,148698085	10	1,49	7	1,04	10	1,49	10	1,49
8	Visibilidade dos focos dos semáforos	0,150204433	10	1,50	10	1,50	7	1,05	10	1,50
9	Focos para pedestres nas travessias semaforizadas	0,14998924	10	1,50	10	1,50	10	1,50	10	1,50
10	Intensidade luminosa dos focos dos semáforos	0,13341941	10	1,33	10	1,33	10	1,33	10	1,33
11	Programação semaforica com tempos adequados	0,143963848	3	0,43	3	0,43	3	0,43	10	1,44
12	Dispositivos refletivos	0,132989025	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13
13	Gradis apropriados para a canalização dos pedestres	0,178338762	1	0,18	1	0,18	1	0,18	1	0,18
14	Travessias em desnível para a transposição da via pelos pedestres	0,153094463	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
15	Piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres	0,155266015	1	0,16	1	0,16	1	0,16	1	0,16
16	Iluminação exclusiva para as travessias de pedestres	0,171824104	1	0,17	1	0,17	1	0,17	1	0,17
17	Sinalização sonora para orientação dos pedestres	0,154994571	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
18	Áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres	0,186482085	7	1,31	7	1,31	7	1,31	7	1,31
19	Suavização de rampas	0,153006993	10	1,53	10	1,53	10	1,53	10	1,53
20	Superlargura das faixas nas curvas	0,160000000	7	1,12	7	1,12	7	1,12	7	1,12
21	Suavização das curvas horizontais	0,158881119	10	1,59	10	1,59	10	1,59	10	1,59
22	Continuidade dos alinhamentos viários	0,177902098	10	1,78	10	1,78	10	1,78	10	1,78
23	Desniveis e valas existentes	0,162797203	10	1,63	10	1,63	10	1,63	10	1,63
24	Eliminação dos conflitos entre veiculos	0,187412587	3	0,56	3	0,56	10	1,87	7	1,31
25	Controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades	0,329912776	1	0,33	1	0,33	1	0,33	1	0,33
26	Detectores eletrônicos de avanço de semáforo	0,345305285	3	1,04	3	1,04	1	0,35	10	3,45
27	Detectores de invasão de faixas exclusivas	0,324781939	1	0,32	1	0,32	1	0,32	1	0,32
28	Condições de iluminação da via	0,358823529	7	2,51	7	2,51	7	2,51	10	3,59
29	Painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos	0,282887701	10	2,83	10	2,83	10	2,83	10	2,83
30	Pontos cegos e obstruções visuais diversas	0,35828877	7	2,51	7	2,51	7	2,51	7	2,51

ISP-BRT _{Pav}		9,40		7,96		10,00		9,40
ISP-BRT _{Sin}		7,37		6,36		6,36		7,82
ISP-BRT _{Pod}		2,12		2,12		2,12		2,12
ISP-BRT _{Geo}		8,21		8,21		9,52		8,96
ISP-BRT _{Fis}		1,69		1,69		1,00		4,11
ISP-BRT _{Vis}		7,85		7,85		7,85		8,93
Produto ISP's		15996,48		11693,53		10068,63		51144,61
Raiz Sexta		5,02		4,76		4,65		6,09

	Fatores	Pesos relativos	SEGMENTO 13		SEGMENTO 14		SEGMENTO 15		SEGMENTO 16	
			Nota	peso x nota						
1	Buracos, desniveis e defeitos	0,205604534	3	0,62	10	2,06	10	2,06	10	2,06
2	Areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos	0,199622166	3	0,60	7	1,40	7	1,40	10	2,00
3	Água corrente ou poças d'água	0,192695214	10	1,93	10	1,93	10	1,93	10	1,93
4	Resistência à derrapagem (formação de espelhamento)	0,203715365	10	2,04	10	2,04	10	2,04	10	2,04
5	Bueiros, poços de visita e tampas	0,19836272	3	0,60	3	0,60	10	1,98	10	1,98
6	Placas de regulamentação, advertência e indicativa	0,140735959	1	0,14	1	0,14	3	0,42	1	0,14
7	Sinalização horizontal de demarcações do solo	0,148698085	10	1,49	7	1,04	10	1,49	7	1,04
8	Visibilidade dos focos dos semáforos	0,150204433	10	1,50	10	1,50	10	1,50	10	1,50
9	Focos para pedestres nas travessias semaforizadas	0,14998924	10	1,50	10	1,50	10	1,50	7	1,05
10	Intensidade luminosa dos focos dos semáforos	0,13341941	10	1,33	10	1,33	10	1,33	10	1,33
11	Programação semafônica com tempos adequados	0,143963848	7	1,01	7	1,01	10	1,44	3	0,43
12	Dispositivos refletivos	0,132989025	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13
13	Gradis apropriados para a canalização dos pedestres	0,178338762	1	0,18	1	0,18	1	0,18	1	0,18
14	Travessias em desnível para a transposição da via pelos pedestres	0,153094463	3	0,46	3	0,46	1	0,15	1	0,15
15	Piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres	0,155266015	1	0,16	1	0,16	1	0,16	1	0,16
16	Iluminação exclusiva para as travessias de pedestres	0,171824104	1	0,17	1	0,17	1	0,17	1	0,17
17	Sinalização sonora para orientação dos pedestres	0,154994571	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
18	Áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres	0,186482085	7	1,31	7	1,31	10	1,86	3	0,56
19	Suavização de rampas	0,153006993	7	1,07	7	1,07	10	1,53	10	1,53
20	Superlargura das faixas nas curvas	0,160000000	7	1,12	7	1,12	7	1,12	7	1,12
21	Suavização das curvas horizontais	0,158881119	10	1,59	10	1,59	10	1,59	10	1,59
22	Continuidade dos alinhamentos viários	0,177902098	10	1,78	7	1,25	10	1,78	10	1,78
23	Desniveis e valas existentes	0,162797203	3	0,49	3	0,49	10	1,63	10	1,63
24	Eliminação dos conflitos entre veículos	0,187412587	10	1,87	10	1,87	7	1,31	10	1,87
25	Controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades	0,329912776	1	0,33	1	0,33	1	0,33	1	0,33
26	Detetores eletrônicos de avanço de semáforo	0,345305285	10	3,45	10	3,45	10	3,45	7	2,42
27	Detetores de invasão de faixas exclusivas	0,324781939	1	0,32	1	0,32	1	0,32	1	0,32
28	Condições de iluminação da via	0,358823529	10	3,59	3	1,08	3	1,08	7	2,51
29	Painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos	0,282887701	10	2,83	10	2,83	10	2,83	10	2,83
30	Pontos cegos e obstruções visuais diversas	0,35828877	10	3,58	10	3,58	7	2,51	7	2,51

ISP-BRT _{PbV}	5,77	8,01	9,40	10,00
ISP-BRT _{Sin}	7,10	6,66	7,82	5,63
ISP-BRT _{Ped}	2,43	2,43	2,68	1,37
ISP-BRT _{Che}	7,92	7,39	8,96	9,52
ISP-BRT _{Pb}	4,11	4,11	4,11	3,07
ISP-BRT _{Vis}	10,00	7,49	6,41	7,85
Produto ISP's	32375,25	29401,35	46454,52	17750,20
Raiz Sexta	5,65	5,56	6,00	5,11

	Fatores	Pesos relativos	SEGMENTO 17		SEGMENTO 18		SEGMENTO 19		SEGMENTO 20	
			Nota	peso x nota						
1	Buracos, desniveis e defeitos	0,205604534	10	2,06	10	2,06	3	0,62	7	1,44
2	Areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos	0,199622166	10	2,00	7	1,40	3	0,60	7	1,40
3	Água corrente ou poças d'água	0,192695214	10	1,93	10	1,93	10	1,93	10	1,93
4	Resistência à derrapagem (formação de espelhamento)	0,203715365	10	2,04	10	2,04	10	2,04	10	2,04
5	Bueiros, poços de visita e tampas	0,19836272	10	1,98	10	1,98	10	1,98	10	1,98
6	Placas de regulamentação, advertência e indicativa	0,140735959	1	0,14	1	0,14	3	0,42	7	0,99
7	Smalização horizontal de demarcações do solo	0,148698085	10	1,49	7	1,04	7	1,04	3	0,45
8	Visibilidade dos focos dos semáforos	0,150204433	10	1,50	7	1,05	10	1,50	10	1,50
9	Focos para pedestres nas travessias semaforizadas	0,14998924	10	1,50	7	1,05	10	1,50	10	1,50
10	Intensidade luminosa dos focos dos semáforos	0,13341941	10	1,33	7	0,93	10	1,33	10	1,33
11	Programação semaforica com tempos adequados	0,143963848	7	1,01	1	0,14	10	1,44	1	0,14
12	Dispositivos refletivos	0,132989025	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13
13	Gradis apropriados para a canalização dos pedestres	0,178338762	1	0,18	1	0,18	1	0,18	1	0,18
14	Travessias em desnível para a transposição da via pelos pedestres	0,153094463	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
15	Piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres	0,155266015	1	0,16	1	0,16	1	0,16	1	0,16
16	Iluminação exclusiva para as travessias de pedestres	0,171824104	1	0,17	1	0,17	1	0,17	1	0,17
17	Smalização sonora para orientação dos pedestres	0,154994571	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
18	Áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres	0,186482085	10	1,86	7	1,31	10	1,86	3	0,56
19	Suavização de rampas	0,153006993	10	1,53	10	1,53	10	1,53	10	1,53
20	Superlargura das faixas nas curvas	0,160000000	7	1,12	7	1,12	7	1,12	7	1,12
21	Suavização das curvas horizontais	0,158881119	10	1,59	10	1,59	10	1,59	10	1,59
22	Continuidade dos alinhamentos viários	0,177902098	10	1,78	10	1,78	10	1,78	10	1,78
23	Desniveis e valas existentes	0,162797203	10	1,63	10	1,63	3	0,49	3	0,49
24	Eliminação dos conflitos entre veiculos	0,187412587	3	0,56	1	0,19	10	1,87	10	1,87
25	Controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades	0,329912776	1	0,33	1	0,33	1	0,33	1	0,33
26	Detectores eletrônicos de avanço de semáforo	0,345305285	3	1,04	3	1,04	10	3,45	1	0,35
27	Detectores de invasão de faixas exclusivas	0,324781939	1	0,32	1	0,32	1	0,32	1	0,32
28	Condições de iluminação da via	0,358823529	7	2,51	7	2,51	1	0,36	3	1,08
29	Painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos	0,282887701	10	2,83	10	2,83	10	2,83	10	2,83
30	Pontos cegos e obstruções visuais diversas	0,35828877	7	2,51	7	2,51	7	2,51	7	2,51

ISP-BRT _{PhV}		10,00		9,40		7,16		8,78
ISP-BRT _{Sif}		7,10		4,49		7,37		6,04
ISP-BRT _{Pod}		2,68		2,12		2,68		1,37
ISP-BRT _{Geo}		8,21		7,83		8,38		8,38
ISP-BRT _{Fis}		1,69		1,69		4,11		1,00
ISP-BRT _{Vis}		7,85		7,85		5,70		6,41
Produto ISP's		20724,62		9304,49		27731,95		3918,03
Raiz Sexta		5,24		4,59		5,50		3,97

	Fatores	Pesos relativos	SEGMENTO 21		SEGMENTO 22		SEGMENTO 23		SEGMENTO 24	
			Nota	peso x nota						
1	Buracos, desniveis e defeitos	0,205604534	3	0,62	7	1,44	7	1,44	10	2,06
2	Areia, cascalho, lama, óleo e outros elementos	0,199622166	3	0,60	7	1,40	10	2,00	7	1,40
3	Água corrente ou poças d'água	0,192695214	10	1,93	10	1,93	10	1,93	10	1,93
4	Resistência à derrapagem (formação de espelhamento)	0,203715365	10	2,04	10	2,04	10	2,04	10	2,04
5	Bueiros, poços de visita e tampas	0,19836272	7	1,39	10	1,98	10	1,98	10	1,98
6	Placas de regulamentação, advertência e indicativa	0,140735959	3	0,42	3	0,42	7	0,99	7	0,99
7	Sinalização horizontal de demarcações do solo	0,148698085	3	0,45	3	0,45	7	1,04	3	0,45
8	Visibilidade dos focos dos semáforos	0,150204433	10	1,50	10	1,50	10	1,50	10	1,50
9	Focos para pedestres nas travessias semaforizadas	0,14998924	7	1,05	3	0,45	7	1,05	7	1,05
10	Intensidade luminosa dos focos dos semáforos	0,13341941	10	1,33	10	1,33	10	1,33	10	1,33
11	Programação semaforica com tempos adequados	0,143963848	1	0,14	1	0,14	3	0,43	3	0,43
12	Dispositivos refletivos	0,132989025	1	0,13	1	0,13	1	0,13	1	0,13
13	Gradis apropriados para a canalização dos pedestres	0,178338762	1	0,18	1	0,18	1	0,18	1	0,18
14	Travessias em desnível para a transposição da via pelos pedestres	0,153094463	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
15	Piso podotátil nas áreas de circulação dos pedestres	0,155266015	1	0,16	1	0,16	1	0,16	1	0,16
16	Iluminação exclusiva para as travessias de pedestres	0,171824104	1	0,17	1	0,17	1	0,17	1	0,17
17	Sinalização sonora para orientação dos pedestres	0,154994571	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
18	Áreas apropriadas destinadas a refúgios para os pedestres	0,186482085	3	0,56	3	0,56	7	1,31	1	0,19
19	Suavização de rampas	0,153006993	7	1,07	10	1,53	7	1,07	10	1,53
20	Superlargura das faixas nas curvas	0,160000000	7	1,12	7	1,12	7	1,12	7	1,12
21	Suavização das curvas horizontais	0,158881119	7	1,11	10	1,59	10	1,59	10	1,59
22	Continuidade dos alinhamentos viários	0,177902098	10	1,78	7	1,25	10	1,78	10	1,78
23	Desniveis e valas existentes	0,162797203	3	0,49	3	0,49	3	0,49	3	0,49
24	Eliminação dos conflitos entre veiculos	0,187412587	10	1,87	10	1,87	7	1,31	10	1,87
25	Controladores eletrônicos para a fiscalização das velocidades	0,329912776	1	0,33	1	0,33	1	0,33	1	0,33
26	Detectores eletrônicos de avanço de semáforo	0,345305285	7	2,42	1	0,35	7	2,42	10	3,45
27	Detectores de invasão de faixas exclusivas	0,324781939	1	0,32	1	0,32	1	0,32	1	0,32
28	Condições de iluminação da via	0,358823529	7	2,51	7	2,51	10	3,59	7	2,51
29	Painéis, placas, outdoors publicitários e demais elementos	0,282887701	10	2,83	10	2,83	7	1,98	10	2,83
30	Pontos cegos e obstruções visuais diversas	0,35828877	7	2,51	7	2,51	7	2,51	7	2,51

ISP-BRT _{29v}	6,57	8,78	9,38	9,40
ISP-BRT _{31v}	5,03	4,43	6,48	5,88
ISP-BRT _{29d}	1,37	1,37	2,12	1,00
ISP-BRT _{Geo}	7,44	7,85	7,36	8,38
ISP-BRT _{Fis}	3,07	1,00	3,07	4,11
ISP-BRT _{Vis}	7,85	7,85	8,08	7,85
Produto ISP's	8144,19	3291,53	23511,81	14941,42
Raiz Sexta	4,49	3,86	5,35	4,96

