

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

LUIZ FERNANDO MAZZETTO

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA
EM RODOVIAS FEDERAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE
CURITIBA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2015

LUIZ FERNANDO MAZZETTO

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA
EM RODOVIAS FEDERAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE
CURITIBA**

Monografia de Especialização apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Cezar Augusto Romano

CURITIBA

2015

LUIZ FERNANDO MAZZETTO

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA
EM RODOVIAS FEDERAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE
CURITIBA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba
2015

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

Dedico este trabalho acima de tudo
à minha mãe, meu pai e meu irmão
por serem a base fundamental
de toda a minha vida, e também
aos amigos especiais que compõem
minhas forças diárias e experiências vividas.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos necessários tomariam com facilidade as páginas desta monografia para relembrar todos aqueles que fizeram parte desta etapa importante da minha vida. Peço desculpas aos que não estiverem representados nestas linhas, mas estão todos comigo em pensamento.

Reverencio o Professor Doutor Cezar Augusto Romano pela oportunidade de ser seu orientado, pela paciência e incrível atenção investida na realização deste trabalho, e me reporto à toda comunidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pelo apoio incondicional.

Agradeço aos membros da banca, pela participação nesta defesa e pelas valiosas contribuições para a conclusão desta monografia.

Agradeço à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela oportunidade de ter cursado uma especialização com professores com alto nível de conhecimento na área, tornando esse título que recebo de altíssima importância e responsabilidade.

Agradeço à Secretaria de Trânsito de Curitiba (SeTran), que embora não tenha sido tema principal abordado nesta monografia, foi onde se iniciou o projeto de pesquisa e disponibilizou parte de seu tempo para que eu pudesse conversar com sua equipe.

Agradeço, por fim, à minha família e amigos dentro e fora do curso que estiveram comigo nessa jornada de um ano de aulas sem finais de semana (e tantos outros de monografia), devidamente recompensados.

RESUMO

O transporte terrestre é o modal mais utilizado no Brasil no deslocamento de pessoas no trajeto para o trabalho. Estima-se que 0,2% da população mundial morreu em acidentes de trânsito em 2010, gerando um custo de até 2% do PIB para países de média e baixa renda. Um acidente ocorre com a combinação de vários fatores, como o ser humano, o veículo e o ambiente nele inseridos. Para mitigar a gravidade de um acidente alguns fatores são fundamentais nas rodovias para proteger os usuários, como as sinalizações vertical e horizontal, os dispositivos de contenção e auxiliares e a pavimentação. Este estudo avaliou as condições de segurança de trechos de rodovias federais próximas a regiões urbanas e industriais de grande fluxo. Após registro em vídeo, foram analisados os fatores de proteção para cada um dos 35 quilômetros em sentido único do trecho. Para cada parâmetro foram tabulados valores zero ou um para definir conformidade com relação a aplicabilidade, existência e conservação do sistema de segurança. O objetivo principal foi obter dados de porcentagem de conformidade dos sistemas das rodovias, com objetivos secundários de verificar atendimento das rodovias a níveis de segurança adequados, analisar o ambiente como um fator contribuinte para gravidade dos acidentes e comparar trechos de rodovias pedagiadas com uma não pedagiada. Os resultados apontaram que os índices de conformidade de sinalização e dispositivos de contenção e auxiliares estão abaixo de 80%, enquanto o pavimento atinge nível de 90%. Com esses resultados o estudo concluiu que o nível de segurança das rodovias não está em um patamar satisfatório e, portanto, é um fator que pode agravar um acidente. Além disso, a média geral de conformidade em trechos pedagiados foi de 75%, enquanto nos trechos não pedagiados foi de 61%.

Palavras chave: Segurança viária. Rodovias federais. Sinalização. Acidentes.

ABSTRACT

The ground transportation is the most used way in Brazil for people to go to work. It is estimated that 0,2% of the world population died in traffic accidents on 2010, generating a cost of until 2% of GDP from low and medium budget countries. An accident occurs due to a combination of many factors, like human, vehicle and the environment. To mitigate the severity of an accident some factors are fundamental on the road to protect the users, for example vertical and horizontal road signs, restraint and auxiliary devices and road paving. This study evaluated the safety conditions of some specific federal highways in Brazil near urban and industrial regions with big vehicles flux. After a video recording, protection factors were analyzed for each one of the 35 kilometers in one way of the stretch. For each parameter were tabbed values zero or one to define conformity according to applicability, existence and conservation of safety systems. The main objective was obtain the percentage data of this conformity from road systems, with secondary objectives of verifying the accordance of the roads with adequate safety levels, analyze the environment as a contributing factor to the severity of an accident and comparison between toll and not toll roads. The results showed that the conformity rates of signs and restraint and auxiliary devices are below 80%, while the pavement rates reaches 90%. With these numbers the study concluded that the roads are not in a satisfactory safety level and, therefore, is a factor that can worsen and accident. Furthermore, the global average of conformity in toll highways was 75%, while in non-toll roads was 61%.

Key words: Road safety. Federal highways. Road signs. Accidents.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do trecho a ser analisado.....	13
Figura 2 – Porcentagem geral de conformidades por trecho para sinalização vertical de regulamentação	30
Figura 3 – Porcentagem geral de conformidades por trecho para sinalização vertical de advertência.	30
Figura 4 – Falta de sinalização vertical de advertência para alargamento de pista e entroncamento à direita.....	31
Figura 5 – Falta de sinalização vertical de advertência para estreitamento de pista e confluência à direita	31
Figura 6 – Entroncamento e confluência sem sinalização.....	31
Figura 7 – Falta de sinalização de advertência de altura máxima antes do obstáculo (aproximação de passarela).....	32
Figura 8 – Porcentagem geral de conformidades por trecho para sinalização horizontal	32
Figura 9 – Asfalto refeito sem sinalização horizontal	33
Figura 10 – Sinalização horizontal de marcas de canalização apagadas.....	33
Figura 11 – Sinalização horizontal aplicada de forma incorreta em pavimento tipo cimento .	33
Figura 12 – Porcentagem geral de conformidades por trecho para dispositivos de contenção	34
Figura 13 – Falta de zona livre lateral	34
Figura 14 – Falta de zona livre lateral e talude de aterro sem proteção	35
Figura 15 – Falta de zona livre lateral e talude de corte sem dispositivo de contenção.....	35
Figura 16 – Obstáculo fixo sem proteção.....	36
Figura 17 – Obstáculos fixos sem proteção.....	36
Figura 18 – Obstáculos fixos protegidos à esquerda e desprotegidos à direita.....	36
Figura 19 – Descontinuidade em barreira de concreto na rodovia não pedagiada.....	37
Figura 20 – Descontinuidade de barreira de concreto em rodovia pedagiada.....	37
Figura 21 – Barreiras de concreto avulsas.....	37
Figura 22 – Transição incorreta entre elementos distintos de contenção em rodovia pedagiada	38
Figura 23 – Transição incorreta entre elementos de contenção em rodovia não pedagiada	38
Figura 24 – Transição correta entre elementos de contenção distintos em rodovia não pedagiada	38
Figura 25 – Dispositivo anti-ofuscamento e anti-transposição de pedestres na via.....	39

Figura 26 – Falta de dispositivo anti-ofuscamento.....	39
Figura 27 – Pedestre atravessando a pista de rolamento.	40
Figura 28 – Porcentagem geral de conformidades por trecho para dispositivos auxiliares	41
Figura 29 – Balizamento de ponte incorreto	41
Figura 30 – Balizamento de viaduto incorreto	42
Figura 31 – Falta de marcadores de perigo em bifurcação.....	42
Figura 32 – Marcador de perigo desatualizado	43
Figura 33 – Falta de marcador de perigo em obstáculo.....	43
Figura 34 – Falta de marcador de perigo, marcas de canalização, linha de bordo e tachões ...	43
Figura 35 – Marcador de alinhamento em uso inadequado.....	44
Figura 36 – Porcentagem geral de conformidades por trecho para pavimentação.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de tabulação de não conformidade para Aplicabilidade.....	28
Tabela 2 – Exemplo de tabulação de não conformidade para Existência	28
Tabela 3 – Exemplo de tabulação de não conformidade para Conservação.	28
Tabela 4 – Exemplo de conformidade com positivo para Aplicabilidade, Existência e Conservação.	28
Tabela 5 Exemplo de conformidade com negativo para Aplicabilidade e Existência	29
Tabela 6 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de regulamentação da BR-376 não pedagiada em 2014.....	50
Tabela 7 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de regulamentação da BR-116 pedagiada em 2014	50
Tabela 8 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de regulamentação da BR-376 pedagiada em 2014	51
Tabela 9 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de advertência da BR-376 não pedagiada em 2014	52
Tabela 10 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de advertência da BR-116 pedagiada em 2014	52
Tabela 11 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de advertência da BR-376 pedagiada em 2014	53
Tabela 12 – Avaliação de conformidade de sinalização horizontal da BR-376 não pedagiada em 2014.....	54
Tabela 13 – Avaliação de conformidade de sinalização horizontal da BR-116 pedagiada em 2014.....	54
Tabela 14 – Avaliação de conformidade de sinalização horizontal da BR-376 pedagiada em 2014.....	55
Tabela 15 – Avaliação de conformidade de dispositivos de contenção da BR-376 não pedagiada em 2014	56
Tabela 16 – Avaliação de conformidade de dispositivos de contenção da BR-116 pedagiada em 2014.....	56
Tabela 17 – Avaliação de conformidade de dispositivos de contenção da BR-376 pedagiada em 2014.....	57
Tabela 18 – Avaliação de conformidade de dispositivos auxiliares da BR-376 não pedagiada em 2014.....	58

Tabela 19 – Avaliação de conformidade de dispositivos auxiliares da BR-116 pedagiada em 2014.....	58
Tabela 20 – Avaliação de conformidade de dispositivos auxiliares da BR-376 pedagiada em 2014.....	58
Tabela 21 – Avaliação de conformidade do pavimento da BR-376 não pedagiada em 2014..	59
Tabela 22 – Avaliação de conformidade do pavimento da BR-116 pedagiada em 2014.....	59
Tabela 23 – Avaliação de conformidade do pavimento da BR-116 pedagiada em 2014.....	60

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.2	OBJETIVOS DA PESQUISA	13
1.2.1	Objetivo Geral	13
1.2.2	Objetivos Específicos	13
1.3	JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES	14
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO	15
2.2	ACIDENTE E FATORES CONTRIBUINTES E DE PROTEÇÃO	16
2.2.1	Definição de Acidente	16
2.2.2	Definição de Fatores de Risco e Fatores de Proteção	17
2.2.3	O Ambiente do Trânsito	17
2.3	ELEMENTOS RODOVIÁRIOS IMPACTANTES NA SEGURANÇA	18
2.3.1	Sinalização Vertical e Horizontal	18
2.3.1.1	Sinalização Vertical	19
2.3.1.2	Sinalização Horizontal	20
2.3.2	Dispositivos de Contenção Viária	22
2.3.3	Dispositivos Auxiliares	23
2.3.3.1	Sinalização Delimitadora Por Condução Ótica	23
2.3.4	Pavimentação Asfáltica	23
2.3.4.1	Irregularidade longitudinal	23
2.3.4.2	Defeitos de superfície	24
3	METODOLOGIA	25
3.1	PESQUISA POR DOCUMENTAÇÃO INDIRETA	25
3.2	PESQUISA POR DOCUMENTAÇÃO DIRETA	25
3.3	OBSERVAÇÃO DIRETA INTENSIVA	26
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	27
4.1	AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE SEGURANÇA	29
4.1.1	Sinalização Vertical	29
4.1.2	Sinalização Horizontal	32
4.1.3	Dispositivos de Contenção	34
4.1.4	Dispositivos Auxiliares	40
4.1.5	Pavimento	44
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	47
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICES	50
	ANEXOS	61

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o modal mais utilizado para transporte de pessoas no Brasil é o terrestre (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2014). Embora tenha algumas vantagens, como baixo custo inicial de implantação e fácil acesso a diversos locais, ele traz uma série de desvantagens como a grande quantidade de acidentes, com impacto direto e indireto no cotidiano daqueles que usam as ruas e estradas para chegar ao trabalho. Grande parte desses acidentes é causada ainda pela ação humana, seja imperícia, impudência ou negligência, sendo a segunda maior causa de óbitos não naturais no país, perdendo numericamente apenas para crimes dolosos contra a vida (ROSA, 2012).

Entretanto, há outros fatores envolvidos nesse processo que devem ser considerados e analisados para mensurar sua importância na dinâmica de um acidente, como ambientes inadequados e condições da pista (VASCONCELLOS, 2005).

A avaliação mais ampla dos projetos viários, que inclua as características gerais do traçado, a sinalização viária, os dispositivos auxiliares de sinalização e as próprias condições das áreas lindeiras, permite assegurar, mesmo em condições de saída de pista, que existam dispositivos para garantir a segurança dos usuários da via e mitigar os riscos relacionados com o ambiente viário (SOUZA, 2012).

Nem todos os fatores de perigo podem ser previstos nas fases de concepção ou projeto de um trecho de estrada. O desenvolvimento da rede rodoviária pode criar incoerências entre a sua função original e a utilização que, em dado momento, lhe dão os usuários do sistema de tráfego; o que pode tornar inadequadas as características da envolvente rodoviária, do traçado ou do equipamento de segurança. As características da área adjacente à faixa de rodagem também podem ser afetadas pela interferência devida a desenvolvimentos inesperados do uso do solo na proximidade da estrada (CARDOSO, 2013).

1.1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Tendo em vista o elevado número de acidentes e mortes nas rodovias brasileiras é fundamental que se investigue os principais fatores contribuintes para que ocorra o acidente. Dentre eles o ambiente da rodovia é o com maior potencial de ser controlado pelas ações de segurança viária devido à facilidade de padronização e conseqüentemente menor variabilidade de processo. Dentro deste conceito, esta monografia avalia as condições de

segurança das rodovias de maior movimento com áreas de forte concentração industrial de Curitiba e sua região metropolitana.

O trecho total analisado foi subdividido em três segmentos: o primeiro compreende do km 588 da BR-376 ao km 115 da BR-116, passando pelo bairro Cidade Industrial de Curitiba, e é um trecho não pedagiado. O segundo vai do km 115 ao 103 da BR-116 na alça de acesso à BR-376 (Contorno Leste) em São José dos Pinhais. O último trecho vai do km 614 ao 625 da BR-376 onde está o PIC (Parque Industrial de Curitiba).

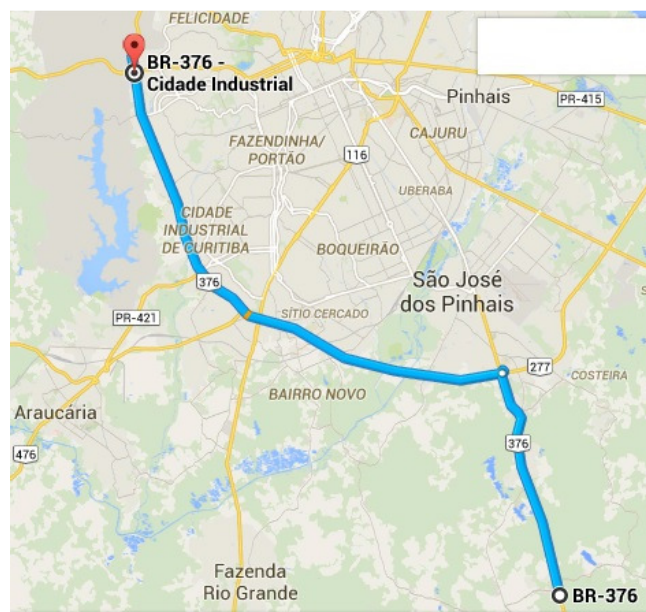


Figura 1 - Mapa do trecho a ser analisado.
Fonte: Google Maps, 2015.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste estudo foi realizar levantamento dos aspectos que compõem os sistemas de segurança viária com relação às suas definições pela legislação vigente.

1.2.2 Objetivos Específicos

Alguns objetivos específicos serão resultados desta pesquisa:

- Apontar condições críticas de segurança nos pontos submetidos à análise;

- Verificar se as rodovias delimitadas no Problema de Pesquisa atendem a um nível satisfatório de segurança;
- Avaliar a hipótese de que o ambiente contribui para a gravidade dos acidentes;
- Comparar condições de segurança entre rodovias federais concessionadas e não concessionadas;

1.3 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES

O resultado do estudo será um panorama sobre a real condição do fator ambiente e sua contribuição sobre o usuário da rodovia em caso de ocorrência de um acidente. A Engenharia de Segurança ainda atua pouco quando se trata de assuntos externos ao ambiente fabril ou de escritório. Este trabalho procura também abrir mais espaços para que o setor trabalhe para aprimorar conceitos e sistemas em prol da segurança de motoristas e pedestres.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O primeiro apresentou uma introdução sobre a problemática a ser estudada e seus objetivos principal e secundários.

O segundo capítulo traz o referencial teórico com dados relativos a acidentes de trânsito ocorridas no mundo, Brasil e Paraná no ano de 2010, além do trecho em análise com dados de 2013 e 2014. Define também fatores contribuintes e de proteção, e os elementos de segurança que servirão como base para a análise das rodovias: sinalização vertical e horizontal, dispositivos de contenção e auxiliares e pavimentação.

O terceiro capítulo aborda a metodologia de pesquisa usada para este estudo.

O quarto capítulo apresenta os resultados numéricos de nível de conformidade de cada elemento em análise por trecho e análises de exemplos de inconformidades e pontos críticos.

O quinto e último capítulo relata as considerações finais acerca dos resultados com relação aos objetivos e faz o fechamento da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

De acordo com o relatório da Organização Mundial da Saúde, em um estudo realizado em 182 países englobando cerca de 98% da população, ocorreu em 2010 aproximadamente 1,24 milhão de mortes no trânsito, o que representa aproximadamente 0,2% da população mundial estimada para o ano. Outras 20 a 50 milhões de pessoas ficaram feridas e com traumatismos. Esses dados se traduzem em um custo médio para os países de baixa e média renda de aproximadamente US\$ 100 bilhões anuais, algo como 1 a 2 % dos seus Produtos Internos Brutos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013).

Em torno de 60% das pessoas que morrem nos acidentes, em média global, estão entre 15 e 44 anos, faixa etária que compreende os indivíduos com maior potencial produtivo para qualquer país. Aproximadamente 80% das mortes em acidentes de trânsito ocorrem em países em desenvolvimento, representando 72% da população mundial, mas apenas 52% dos registros de veículos. Para estes países a taxa de mortalidade em rodovias e ruas é de 20,1 para 100.000 pessoas, enquanto a taxa média mundial é de 18 e nos países mais desenvolvidos é de 8,7. Se a taxa de acidentes se mantiver crescente como está nos dias atuais, a ONU projeta que serão aproximadamente 1,9 milhão de mortos em 2020 e 2,4 milhões em 2030. Por este motivo as Nações Unidas proclamaram a década 2011-2020 como a Década de Ação pela Segurança no Trânsito (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013).

No Brasil, no mesmo ano de 2010, foram registradas 40.989 mortes no trânsito, uma taxa de 21,5 óbitos por 100 mil habitantes (WAISELFISZ, 2013) numa população de pouco mais de 190 milhões de pessoas (IBGE, 2010). Como breve comparativo, na União Europeia, conjunto de 27 países e com 504 milhões de habitantes no período equivalente (EUROSTAT EUROPEAN COMMISSION, 2010), 31.100 fatalidades ocorreram (WAISELFISZ, 2013). Isso vai de encontro com as metas estabelecidas pelo governo brasileiro de, no período de 2004 a 2014: reduzir a taxa para 11 mortes a cada 100.000 habitantes. Em valores monetários, esse nível de mortalidade representa um custo elevado para o país. Entre 2004 e 2005 girou em torno de R\$ 22 bilhões, resultado de acidentes em rodovias federais, estaduais e municipais. Isso representou 1,2% do Produto Interno Bruto (PIB) ou, ainda, mais do que o total do orçamento anual do Ministério da Saúde (IPEA, 2006).

Segundo dados do DNIT em 2010 sobre as rodovias federais, ao longo dos seus 66.247 quilômetros ocorreram 182.900 acidentes: foram 721.298 pessoas acidentadas, sendo

que quase 600.000 saíram ilesas, 102.896 com lesões leves ou graves, 8.616 mortos, além de outras 15.000 das quais não foram informados sobre o estado de saúde. Do total, 60% estão entre 25 e 50 anos. Ao todo, 317.711 veículos estavam envolvidos nos acidentes, 87% guiados por pessoas do sexo masculino, 8,7% do sexo feminino e 4,3% não informados. A distribuição da frequência dos acidentes ao longo dos meses do ano mostrou-se equilibrada, mas os três últimos acumularam as maiores taxas, com destaque negativo para dezembro. Em dias da semana, os eventos concentraram-se nas sextas, sábados e domingos, e nos horários de pico entre 7h e 9h e entre 14h e 20h (DNIT, 2010).

No estado do Paraná foram registrados 115.348 acidentes, sendo 43.800 com vítimas, ferindo 56.927 e matando 1.905 (apenas no local). Dados mais recentes, de 2013, revelam que foram registrados 115.776 acidentes no total (aumento de 0,4%), sendo 42.532 com vítimas (redução de 3%). Esses acidentes geraram 55.602 feridos (redução de 2%) e 2.618 mortos no local (aumento de 37%) (DETRAN, 2010).

Em rodovias federais que cortam o estado, o Paraná foi o segundo que mais registrou acidentes: 20.744 (11,3% do total), atrás apenas de Minas Gerais com 27.307 (14,9%), e perdendo 715 vidas, o terceiro lugar nesse quesito. A malha rodoviária federal no período era de 4.867,3 quilômetros (7,3% do total) e correspondia à quarta maior do país (DNIT, 2010).

No trecho a ser analisado, que compreende partidos Contornos Leste e Sul e possui 35 quilômetros de extensão, de janeiro a setembro de 2014 foram 77 mortes em acidentes, um aumento de 17% em relação ao ano anterior quando foram registradas 66 mortes (PRF, 2014).

2.2 ACIDENTE E FATORES CONTRIBUINTES E DE PROTEÇÃO

2.2.1 Definição de Acidente

Entende-se por acidente um evento independente e não intencional do desejo do homem, causado por uma força externa, alheia, que atua subitamente e deixa ferimentos no corpo, na mente (IPEA, 2006) e danos materiais e ao ambiente. O acidente de trânsito é todo aquele que envolve um veículo e foi acontecido na via pública (WAISELFISZ, 2013). Por sua frequência, os acidentes de trânsito são considerados riscos segundo alguns estudos epidemiológicos. Risco é um conceito da Epidemiologia Moderna e refere-se à probabilidade da ocorrência de algum evento indesejável (SILVEIRA, SILVARES, & MARTON, 2003).

2.2.2 Definição de Fatores de Risco e Fatores de Proteção

Fatores de risco são elementos com grande probabilidade de desencadear ou associar-se ao desencadeamento de um evento indesejado, não sendo necessariamente fator causal. Ainda segundo Silveira, Silvares e Marton (2003), fatores de proteção são recursos pessoais ou sociais que atenuam ou neutralizam o impacto do risco.

Os acidentes ocorrem como consequência de pelo menos um dos grupos de fatores contribuintes (CHAGAS, 2011).

- Fator humano, como imprudência, imperícia ou negligência;
- Fator ambiental, como visibilidade limitada, irregularidades ou imperfeições na pista;
- Fator veicular, como falhas técnicas ou pontos cegos.

Os fatores não agem isolados, normalmente um acidente ocorre pela composição de dois ou mais fatores. O motivo pela escolha do fator ambiental para o estudo se dá pelo fato de ser um aspecto com maior possibilidade de ser controlado frente aos outros dois. A variabilidade de controle sobre o ser humano e suas características e sobre os milhões de veículos e suas especificações é bastante grande e poderia ser alvo de novos estudos.

2.2.3 O Ambiente do Trânsito

O ambiente onde se situa o trânsito é extremamente complexo e requer constante atenção daqueles que trafegam pelas ruas e estradas. Situações como visibilidade restrita devido ao desenho da pista ou condições climáticas fazem com que o motorista não reaja mais adequadamente (VOLVO TRUCKS EUROPE, 2013). Além disso, as condições de sinalização e conservação do pavimento podem deixar o motorista sem informações de suma importância sobre a via no momento em que precisar tomar uma decisão rápida.

Alguns fatores ambientais que podem impactar na segurança de uma rodovia são:

- Sinalização vertical;
- Sinalização horizontal;
- Dispositivos de contenção;
- Dispositivos auxiliares;
- Pavimento;

É preciso, portanto, gerenciar esses elementos para aumentar o fator de segurança do trecho. A identificação de cada tipo de perigo e seu grau de risco é fundamental para poder eliminar ou administrar as situações mais críticas.

O ambiente da rodovia deve ser desenhado, construído e mantido para informar o usuário e minimizar os resultados de uma falha humana. Uma estrada bem projetada deve permitir que os motoristas percebam com mais precisão as demandas do ambiente e consigam trafegar de acordo com as situações impostas. Se houver uma falha humana em perceber essas demandas, então a rodovia deve permitir que o motorista se recupere do evento e prossiga, modificando o resultado final, ou, caso não consiga reverter o quadro, que minimize a severidade do acidente (ROAD SAFETY STRATEGY BRANCH, 2004).

2.3 ELEMENTOS RODOVIÁRIOS IMPACTANTES NA SEGURANÇA

Nesta seção estão apresentadas as descrições e condições de aplicação dos sistemas que impactam na segurança da rodovia considerando uma análise preliminar de riscos. A avaliação será feita em cima dos seguintes pontos: sinalização vertical e horizontal, dispositivos de contenção, dispositivos auxiliares e pavimento.

2.3.1 Sinalização Vertical e Horizontal

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB) dispõe, em seu artigo 88, o seguinte:

“Nenhuma via pavimentada poderá ser entregue após sua construção, ou reaberta ao trânsito após a realização de obras ou de manutenção, enquanto não estiver devidamente sinalizada, vertical e horizontalmente, de forma a garantir as condições adequadas de segurança na circulação” (BRASIL, 1997).

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) possui um conjunto de manuais, chamados Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito, que normatizam as sinalizações verticais e horizontais responsáveis por orientar e regulamentar o deslocamento dos diversos veículos nas ruas e estradas do país. Todas essas sinalizações existem para mostrar zonas onde há algum perigo que possa incorrer em acidentes e podem permitir ou proibir certas movimentações a fim de oferecer mais segurança aos motoristas.

2.3.1.1 Sinalização Vertical

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária que se utiliza de sinais apostos sobre placas fixadas na posição vertical, ao lado ou suspensas sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente ou, eventualmente, variável, mediante símbolos e/ou legendas preestabelecidas e legalmente instituídas. Ela também tem a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados de modo a aumentar a segurança, ordenar os fluxos de tráfego e orientar os usuários da via (CONTRAN, 2007).

a - Sinalização vertical de regulamentação

Em vigor pela resolução 180 do CONTRAN, a sinalização vertical de regulamentação tem por função regulamentar as obrigações, limitações e proibições que governam o uso da via.

a.1 - Formas e cores

A forma padrão é a circular, e as cores são vermelha, preta e branca conforme mostrado no Quadro 1 presente no Anexo A. Existem, entretanto, duas exceções quanto à forma: as sinalizações de “Parada Obrigatória” e “Dê a Preferência” são, respectivamente, octogonal e triangular, e que não serão usadas neste estudo.

Após uma análise preliminar de riscos dos trechos das rodovias, foi verificado que os sinais verticais de regulamentação apresentados no Quadro 2, situado no Anexo A, podem ser aplicados aos objetos de estudo.

b - Sinalização Vertical de Advertência

Em vigor pela resolução 243 do CONTRAN, a sinalização vertical de advertência alerta aos condutores sobre as condições com potencial de risco existentes, obstáculos ou restrições na via ou nas suas proximidades, tais como curvas, passagens de pedestres e condições da pista. Este tipo de sinalização deve ser usado sempre que o perigo não se

evidencie por si só. Normalmente está associada com redução de velocidade para que se aumente o nível de segurança (CONTRAN, 2007).

Da mesma forma que a existência da sinalização é importante para orientar os usuários da via, seu uso indiscriminado ou excessivo deve ser evitado, pois compromete a confiabilidade e a eficácia da mesma. Tão logo as situações adversas deixarem de existir a sinalização de advertência deve ser retirada (CONTRAN, 2007).

b.1 - Formas e cores

A forma padrão dos sinais de advertência é a quadrada, devendo uma das diagonais ficar na posição vertical. As cores padrão são amarela e preta, de acordo com o Quadro 3 nos Apêndices. As exceções a este padrão não serão aplicadas neste estudo (CONTRAN, 2007).

Padrões de retrorrefletividade, iluminação e posicionamento são os mesmos seguidos para os sinais de regulamentação.

Após a análise preliminar de riscos dos trechos das rodovias, foi verificado que os sinais verticais de advertência que podem ser aplicados aos objetos de estudo estão no Quadro 4 que se encontra no Anexo B.

2.3.1.2 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal também é um subsistema da sinalização viária composta de marcas, símbolos e legendas apostos sobre o pavimento da pista de rolamento (CONTRAN, 2007).

Ela tem por objetivo fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados que aumentem a segurança e a ordem no trânsito (CONTRAN, 2007).

A sinalização horizontal é classificada de acordo com a sua função (CONTRAN, 2007):

- Marcas longitudinais: ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Marcas transversais: orientar deslocamento frontal dos veículos e disciplinar o fluxo de pedestres;
- Marcas de canalização: orientar os fluxos de tráfego em uma via;

- Marcas de delimitação e controle de parada/estacionamento: delimitam e permitem controle das áreas onde é proibido ou regulamentado o estacionamento e/ou a parada de veículos;
- Inscrições no pavimento: orientar os deslocamentos de veículos em função das condições físicas da via, tais como geometria, topografia e obstáculos;

Ela ainda complementa os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação visando enfatizar a mensagem que o sinal transmite, e regulamenta os casos previstos noCTB.

Esse tipo de sinalização permite o melhor aproveitamento do espaço viário disponível, maximizando seu uso, aumenta a segurança em condições adversas tais como neblina, chuva e noite e contribui para a redução de acidentes.

a - Padrão de Formas

É formada por combinações de traçado e cores que definem as marcas viárias. Os tipos são os seguintes(CONTRAN, 2007):

- Contínua: linhas sem interrupção;
- Tracejada ou seccionada: linhas interrompidas em cadência, com espaçamentos iguais ou maiores do que o traço;
- Setas, símbolos e legendas: são informações em forma de desenho ou inscrições indicando uma situação ou complementando a sinalização vertical.

b - Padrão de Cores

Amarela: separa movimentos veiculares de fluxos opostos, regulamenta a ultrapassagem e deslocamento lateral, delimita espaços proibidos para estacionar e/ou parada e demarca obstáculos transversais à pista, como lombadas(CONTRAN, 2007).

Branca: separa movimentos veiculares de mesmo sentido, delimita áreas de circulação, trechos de pistas destinados ao estacionamento regulamentado de veículos, regulamenta faixas transversais de pedestres e linha de transposição e ultrapassagem, demarca linha de retenção e linha de “Dê a preferência” e inscreve setas, símbolos e legendas(CONTRAN, 2007).

Preta: usada como cor de contraste entre a marca viária e o pavimento, muito comum em pavimentos de concreto(CONTRAN, 2007).

c - Aplicação e Manutenção

A superfície deve estar livre de água, sujeira, óleos e graxas ou ainda qualquer material que prejudique a aderência da sinalização ao pavimento. Quando houver necessidade de reaplicação, a nova sinalização deve ser totalmente superposta na antiga, ou a anterior deve ser completamente removida(CONTRAN, 2007).

Após a análise preliminar de riscos dos trechos das rodovias, foi verificado que os sinais horizontais que podem ser aplicados aos objetos de estudo estão apresentados no Quadro 5 no Anexo C.

2.3.2 Dispositivos de Contenção Viária

Os dispositivos de segurança têm a finalidade de reconduzir à pista os veículos descontrolados, com desaceleração suportável pelo ser humano e com um mínimo de danos ao veículo. Além disso, outras características dos dispositivos são(ARTESP, 2014):

- Impedir a transposição de pista e o tombamento do veículo;
- Ausência de penetração de elementos do dispositivo no veículo;
- Desacelerações limitadas no veículo e no motorista;
- Deformações limitadas do veículo;
- Fazer o redirecionamento do veículo.

A instalação destes dispositivos é determinada de acordo com diretrizes da NBR 15486 – Segurança no Tráfego – Dispositivos de Contenção Viária – Diretrizes. Adicionalmente, podem-se utilizar as diretrizes e dispositivos da publicação da AASHTO, Roadside Design Guide, 2002. Os dispositivos de contenção podem ser necessários(ARTESP, 2014):

- Em função da existência de obstáculos fixos;
- Em função da existência de taludes (terrenos inclinados) críticos, não recuperáveis e não transpassáveis;
- Em função das estruturas de drenagem lateral;
- Em função da presença de usuários vulneráveis (pedestres e ciclistas);
- Em função de qualquer outra situação que exija a contenção de veículos errantes.

Devem-se levar em consideração os seguintes fatores na hora de se escolher o tipo de sistema de contenção:(ARTESP, 2014)

- a) Velocidade operacional do trecho;
- b) Porcentagem de veículos pesados na composição do tráfego;
- c) Condições geométricas adversas como curvas e rampas acentuadas, geralmente combinadas com distancia de visibilidade baixa;
- d) Consequências adversas, caso um veículo pesado atravessasse o sistema de proteção.

Após a análise preliminar de riscos dos trechos das rodovias, foi verificado que os dispositivos de contenção que podem ser aplicados aos objetos de estudo estão descritos no Quadro 6 do Anexo D.

2.3.3 Dispositivos Auxiliares

2.3.3.1 Sinalização Delimitadora Por Condução Ótica

Constitui-se de elementos aplicados ao pavimento da via, ou junto a ela, como reforço da sinalização convencional. Alertam os motoristas sobre as situações de perigo potencial ou lhes servem de referência para seu posicionamento na pista. Compreende o conjunto de balizadores, balizamento para pontes, tachas, tachões reflexivos, marcadores de perigo, de obstáculos e de alinhamento (ARTESP, 2014).

Após a análise preliminar de riscos dos trechos das rodovias, foi verificado que os dispositivos auxiliares apresentados no Quadro 7 do Anexo E podem ser aplicados aos objetos de estudo.

2.3.4 Pavimentação Asfáltica

2.3.4.1 Irregularidade longitudinal

É o somatório dos desvios da superfície de um pavimento em relação a um plano de referência ideal de projeto geométrico que afeta a dinâmica do veículo, o efeito dinâmico das cargas, a qualidade ao rolamento e a drenagem superficial da via. Existe um índice internacional para a medida da irregularidade, designado IRI (International Roughness Index – Índice de Irregularidade Internacional), que é estatístico expresso em m/km que quantifica os desvios da superfície do pavimento em relação à de projeto (BERNUCCI, CERATTI, MOTTA, & SOARES, 2006).

A irregularidade longitudinal é medida ao longo de uma linha imaginária, paralela ao eixo da estrada e, em geral, coincidente com as regiões de trilhas de roda. A irregularidade pode ser levantada com medidas topográficas ou por equipamentos medidores do perfil longitudinal com ou sem contato, ou ainda indiretamente avaliada por equipamentos do tipo “resposta”, que fornecem um somatório de desvios do eixo de um veículo em relação à suspensão (BERNUCCI, CERATTI, MOTTA, & SOARES, 2006).

2.3.4.2 Defeitos de superfície

São os danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser identificados a olho nu e classificados segundo uma terminologia normatizada (DNIT 005/2003-TER). O levantamento dos defeitos de superfície tem por finalidade avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos e embasa o diagnóstico da situação funcional para subsidiar a definição de uma solução tecnicamente adequada e, em caso de necessidade, indicar a melhor ou melhores alternativas de restauração do pavimento (BERNUCCI, CERATTI, MOTTA, & SOARES, 2006).

Os defeitos podem aparecer precocemente devido a erros ou inadequações, ou a médio ou longo prazo devido à utilização pelo tráfego e efeitos das intempéries.

Os possíveis defeitos de superfície estão descritos no Quadro 8 do Anexo F.

3 METODOLOGIA

A pesquisa é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais. Várias técnicas de pesquisa foram combinadas, de acordo com as descrições das autoras. (MARCONI & LAKATOS, 1985)

3.1 PESQUISA POR DOCUMENTAÇÃO INDIRETA

Toda pesquisa implica o levantamento de dados de variadas fontes, quaisquer que sejam os métodos ou técnicas empregadas. É a fase da pesquisa realizada com o intuito de recolher informações prévias sobre o campo de interesse. A pesquisa bibliográfica é toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo. (MARCONI & LAKATOS, 1985)

A pesquisa bibliográfica deste trabalho foi feita com base em artigos relacionados, livros, monografias, planos e políticas governamentais vigentes, manuais, normas e procedimentos e relatórios. Foram levantados definições, especificações e dados para entender a base do que foi estudado, dar sustentação teórica e delinear o que foi feito na próxima etapa, a pesquisa de campo.

3.2 PESQUISA POR DOCUMENTAÇÃO DIRETA

A pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese que se queira comprovar ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. As fases da pesquisa de campo requerem a realização de uma pesquisa bibliográfica, determinação das técnicas que serão empregadas na coleta de dados e estabelecimento tanto das técnicas de registro desses dados como das que serão utilizadas em sua análise posterior. (MARCONI & LAKATOS, 1985)

A pesquisa referencial foi apresentada no Capítulo 2 e serviu de base para formatar os parâmetros a serem analisados. Em seguida, foi elaborada uma tabela relacionando todos os elementos essenciais para que a análise de segurança fosse feita. Todos os parâmetros foram analisados em cada quilômetro percorrido e foram tabulados de acordo com os requisitos de

aplicabilidade, existência e conservação, recebendo numeração 1 (um) se o parâmetro se mostrava verdadeiro e 0 (zero) para parâmetro falso. O pós processamento tratou essas conformidades e não-conformidades e as traduziu em porcentagem como forma de melhor visualização da observação feita nas rodovias.

3.3 OBSERVAÇÃO DIRETA INTENSIVA

A observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. É um elemento básico de investigação científica utilizado na pesquisa de campo e ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não tem consciência, mas que orientam seu comportamento. (MARCONI & LAKATOS, 1985)

As modalidades de observação podem ser divididas de acordo com vários aspectos, os quais são relativos a este estudo:(MARCONI & LAKATOS, 1985)

- Meios utilizados (observação não estruturada ou assistemática): também denominada espontânea, informal, simples ou ocasional, consiste em colher e registrar os fatos da realidade sem meios técnicos especiais. É o caso desta análise em que nenhum recurso técnico especial foi utilizado. Os trechos das rodovias foram registrados em vídeo e posteriormente analisados conforme os parâmetros estabelecidos;
- Participação do observador (observação participante): consiste na participação real do pesquisador com a comunidade ou grupo. O pesquisador aqui utiliza o trajeto diariamente em seu deslocamento para o trabalho e dele para casa, ou seja, interage o tempo todo com o ambiente;
- Número de observações (observação individual): realizada por apenas um observador, no caso o próprio pesquisador;
- Lugar onde se realiza (observação na vida real): feitas no ambiente real, registrando os dados à medida que forem ocorrendo, espontaneamente. À medida em que foi-se percorrendo cada quilômetro das rodovias também foi analisado cada quesito.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo estão apresentados os resultados qualitativos das análises realizadas nas rodovias objetos deste estudo. Foram percorridos 35 quilômetros em sentido único das rodovias para coletar as informações necessárias. Para evitar retrabalho e gastos extras com deslocamento foi feito um vídeo no dia 09 de novembro de 2014 filmando todos os trechos em análise, permitindo visão mais apurada sobre cada um dos itens sob a perspectiva do motorista.

Considerando que a análise é subjetiva, foram definidos os indicadores para avaliação de cada item, sendo:

- Aplicabilidade: se existe uma situação de risco para qual seja necessário a implantação do sistema de segurança avaliado;
- Existência: se o sistema de segurança está de fato presente na situação de risco;
- Conservação: se o sistema está em condições de uso e percepção dos motoristas. No caso das condições da pavimentação, a existência do defeito tem avaliação negativa.

A definição desses três indicadores para realizar a coleta dos dados é essencial dada sua importância básica para a boa utilização dos elementos de segurança, uma vez que esses quesitos podem garantir um mínimo de suporte ao motorista quando este estiver utilizando a via. Uma análise detalhada poderia avaliar se os sistemas estão de acordo com as normativas pressupostas a cada um deles com relação a dimensionamento, distâncias recomendáveis, níveis de rigidez e deflexão máxima, dentre outros pontos.

Foi estabelecido escala de 0 (zero) ou 1 (um) para determinar se os itens avaliados atendem ou não às condições aplicadas anteriormente. Dessa forma é possível criar um padrão que identifica se há alguma falha na via. Se um item está não conforme por algum dos motivos relacionados, ele está não conforme como um todo independente das demais condições. O quesito conservação só é avaliado se existir o sistema de segurança. Exemplos de tabulação para não conformidade dos itens estão nas Tabelas 1, 2 e 3.

- Não há aplicabilidade, mas existe e está conservado. Isso significa que o elemento de segurança indica um perigo que não existe e pode confundir o motorista. Portanto, está não conforme, como mostra o exemplo da Tabela 1.

Tabela 1 – Exemplo de tabulação de não conformidade para Aplicabilidade

Sistema de segurança	Aplicabilidade	Existência	Conservação	TOTAL
Elemento de segurança	0	1	1	0

Fonte: o autor.

- É aplicável, mas não existe. O perigo está presente e não há qualquer indicação para alertar o usuário da via sobre como proceder para evitar eventos adversos. O exemplo de tabulação dessa não conformidade está na Tabela 2.

Tabela 2 – Exemplo de tabulação de não conformidade para Existência

Sistema de segurança	Aplicabilidade	Existência	Conservação	TOTAL
Elemento de segurança	1	0	0	0

Fonte: o autor (2014)

- É aplicável e existe, mas não está conservado. O elemento com manutenção inadequada pode ter sua função tão deficiente como se ele sequer existisse no local. A Tabela 3 mostra um exemplo de tabulação dessa não conformidade.

Tabela 3 – Exemplo de tabulação de não conformidade para Conservação.

Sistema de segurança	Aplicabilidade	Existência	Conservação	TOTAL
Elemento de segurança	1	1	0	0

Fonte: o autor (2014)

Os itens são considerados aprovados quando os requisitos são iguais para todos as condições. Exemplos de aprovação dos itens estão nas Tabelas 4 e 5.

- É aplicável, existe e está bem conservado. O elemento de segurança está sendo bem usado e em condições de ser utilizado pelo motorista. A Tabela 4 mostra um exemplo de preenchimento para essa conformidade.

Tabela 4 – Exemplo de conformidade com positivo para Aplicabilidade, Existência e Conservação.

Sistema de segurança	Aplicabilidade	Existência	Conservação	TOTAL
Elemento de segurança	1	1	1	1

Fonte: o autor (2014)

- Não é aplicável e não existe. Não utilizar um elemento de segurança onde ele não é necessário também é uma forma de indicar ao usuário da via que o trecho é seguro,

evitando confusões e excesso de informação. A Tabela 5 traz um exemplo de preenchimento dessa conformidade na tabela de dados.

Tabela 5 Exemplo de conformidade com negativo para Aplicabilidade e Existência				
Sistema de segurança	Aplicabilidade	Existência	Conservação	TOTAL
Elemento de segurança	0	0	0	1

Fonte: o autor (2014)

Após a estruturação das análises de acordo com os modelos estipulados, os dados foram tratados em forma de porcentagens para melhor compreensão das condições das rodovias.

4.1 AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE SEGURANÇA

4.1.1 Sinalização Vertical

A sinalização vertical de regulamentação, fundamental para informar ao motorista obrigatoriedades acerca do trecho da rodovia que percorre, teve possibilidade de aplicação de 11 dos 51 sinais previstos em normas segundo avaliação prévia do pesquisador, ou 22% do total. A porcentagem de conformidade média de 51% foi abaixo dos outros sistemas analisados, comparativamente, para os três trechos das rodovias. Destaque negativo para os itens que regulam o trânsito de veículos diferenciados, como máquinas agrícolas e bicicletas, e pedestres, que obtiveram porcentagem zero de conformidade em todos os trechos. A falta dessas sinalizações pode oferecer riscos visto que se trata de uma via de trânsito rápido de automóveis e caminhões e a presença daqueles elementos na via podem causar acidentes. Mais adiante serão apresentados resultados sobre sistema de proteção a usuários vulneráveis. A Figura 1 mostra dados percentuais de conformidade sobre a sinalização vertical de regulamentação nos trechos de estudo.

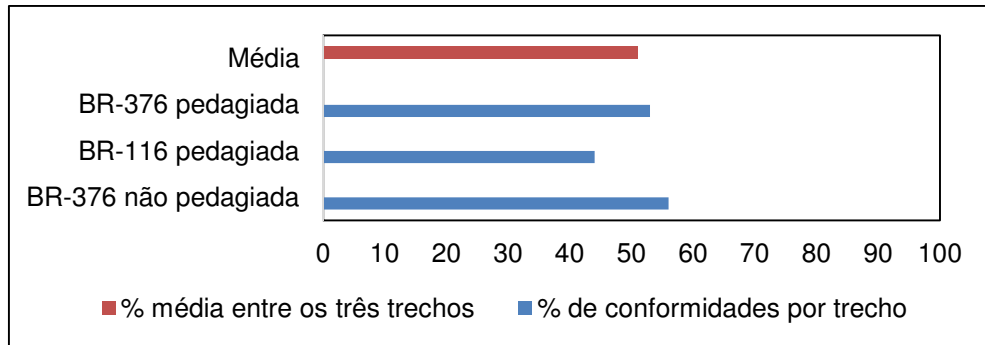


Figura 2– Porcentagem geral de conformidades por trecho para sinalização vertical de regulamentação

Fonte: o autor

Faltam sinalizações de restrição quanto ao peso e altura máximos para veículos pesados, em especial. A indicação de peso máximo ajuda a evitar o desgaste prematuro do pavimento da rodovia; a sinalização de altura máxima evita acidentes de contato com passarelas e fios de alta tensão que cruzam a rodovia. Ambos devem sinalizar antecipadamente o perigo permitindo evitar danos aos trechos regulamentados.

As sinalizações de velocidade máxima, ainda que dentro do preconizado em norma pelo CONTRAN com relação a distância entre placas, poderia ser mais claro com relação aos limites de início e término das suas aplicações, visto que várias situações urbanas, industriais e rurais se intercalam com diferentes limites de velocidades.

A avaliação da sinalização vertical de advertência utilizou 17 dos 69 itens de norma (25% do total) e obteve média de conformidade em torno de 80% para os três trechos. Apresentou também pouca variabilidade, o que significa que as rodovias estão em condições uniformes na utilização deste elemento de segurança. A Figura 2 apresenta dados de porcentagem sobre sinalização vertical de advertência nos trechos analisados.

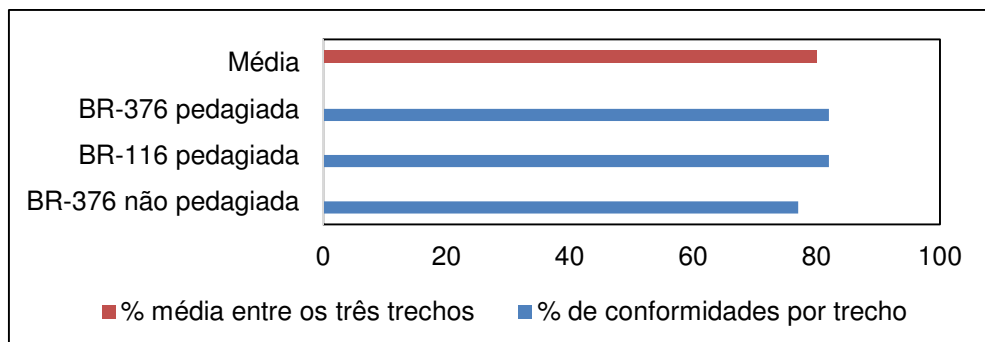


Figura 3– Porcentagem geral de conformidades por trecho para sinalização vertical de advertência.

Fonte: o autor.

Os pontos mais críticos foram os sinais de entroncamentos e confluências oblíquas e avisos de estreitamento e alargamento de pista, como nas Figuras 3, 4 e 5. Os avisos de trânsito de pedestres também eram deficitários, assim como a sinalização para altura máxima (Figura6), que deve estar a uma distância segura do obstáculo para que o motorista tenha tempo de parada, ou dê opção de trajeto para desviar do mesmo.



Figura 4– Falta de sinalização vertical de advertência para alargamento de pista e entroncamento à direita
Fonte: o autor.



Figura5– Falta de sinalização vertical de advertência para estreitamento de pista e confluência à direita
Fonte: o autor.



Figura6– Entroncamento e confluência sem sinalização
Fonte: o autor.



Figura7– Falta de sinalização de advertência de altura máxima antes do obstáculo (aproximação de passarela)
Fonte: o autor.

4.1.2 Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal apresentou média para os trechos de 75% de conformidade, porém com grande variabilidade entre eles. A Figura 7 mostra dados de porcentagem geral de conformidade de sinalização horizontal para os trechos estudados.

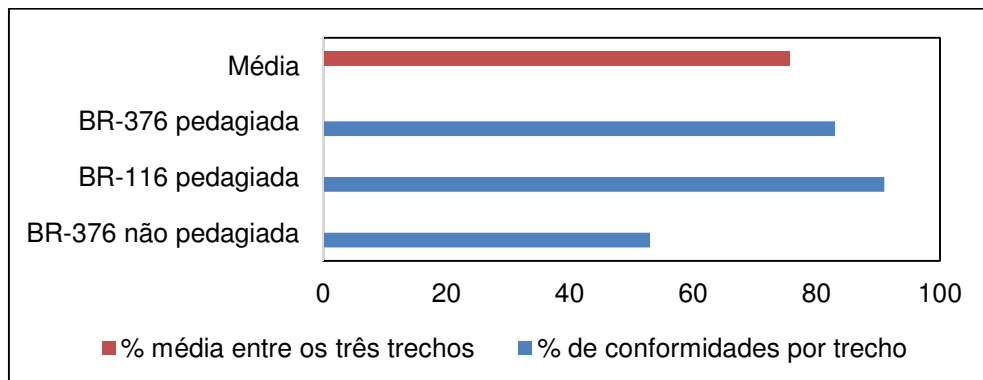


Figura 8– Porcentagem geral de conformidades por trecho para sinalização horizontal
Fonte: o autor.

O trecho não pedagiado foi o mais crítico neste quesito. Em certos quilômetros a rodovia não tinha quaisquer sinalização horizontal, onde havia sinais de que a pista havia tido o asfalto reformado, como na Figura 8. Em outros, a sinalização estava desgastada e já não aparecia de forma clara ao motorista (Figura 9). Em todos os trechos as setas indicativas de posicionamento e mudança de faixa foram ausências constantes.



Figura9– Asfalto refeito sem sinalização horizontal
Fonte: o autor.



Figura10– Sinalização horizontal de marcas de canalização apagadas
Fonte: o autor.

Em alguns trechos o pavimento era de cimento e a sinalização, além de já desgastada, foi aplicada de forma incorreta. Visto que esse tipo de pavimento possui tonalidade mais clara, deve-se usar tinta preta como base contrastante para aplicação dos sinais horizontais amarelo e branco, o que não ocorre na Figura 10. Esse tipo de situação dificulta a condução em condições adversas, como noite, chuva ou neblina e pode ocasionar acidentes.



Figura11– Sinalização horizontal aplicada de forma incorreta em pavimento tipo cimento
Fonte: o autor.

4.1.3 Dispositivos de Contenção

Os dispositivos de contenção tiveram uma média de conformidade de 67%. Três pontos críticos foram identificados em todos os trechos: falta de proteções a obstáculos fixos (média de conformidade 37%), em taludes (18%) e falta de zona livre lateral (16%). A Figura 11 traz dados resumidos de porcentagem de conformidade sobre dispositivos de contenção das rodovias.

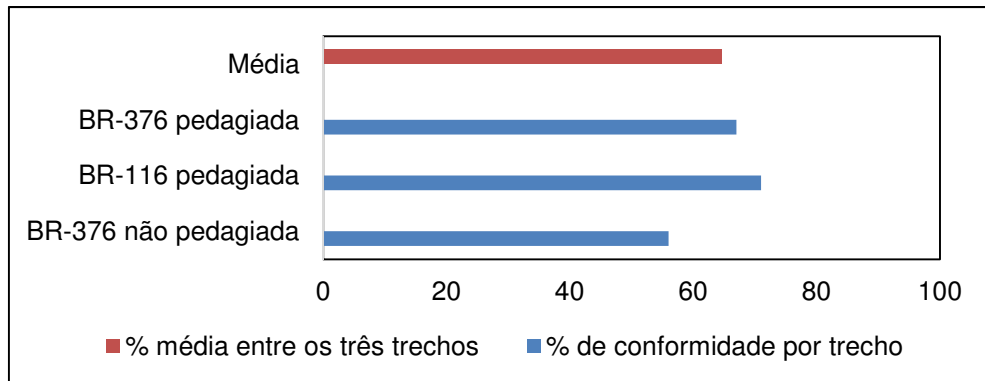


Figura 12– Porcentagem geral de conformidades por trecho para dispositivos de contenção
Fonte: o autor.

A Figura 12 mostra um trecho em que não há zona livre lateral, mas, sim, um desnível próximo à pista seguido de elevação do terreno. Essa condição pode agravar acidente por não dar possibilidade de recuperação de veículo descontrolado e poder ampliar os danos materiais e aos usuários.



Figura 13– Falta de zona livre lateral
Fonte: o autor.

Da mesma forma, na Figura 13, há um talude de aterro à direita. Neste caso o agravante é que o veículo pode sair da pista e cair. A falta da zona livre lateral deveria ser compensada com um dispositivo de contenção tipo barreira de concreto ou defesa metálica.



Figura14– Falta de zona livre lateral e talude de aterro sem proteção
Fonte: o autor.

A Figura 14 mostra um talude de corte sem proteção e inserido onde deveria ser uma zona livre. Essa condição pode causar maior severidade em um acidente.



Figura15– Falta de zona livre lateral e talude de corte sem dispositivo de contenção
Fonte: o autor.

A falta de proteção em obstáculos fixos teve recorrência em diversos quilômetros analisados. Esse tipo de situação pode agravar um acidente pois normalmente esses objetos não são colapsíveis ou facilmente deformáveis para absorver energia de impacto. Muitos apresentam formatos com pouca área exposta, como árvores e postes, o que em caso de colisão concentra energia de impacto em poucos pontos do veículo, aumentando a severidade dos danos. A Figura 15 mostra um poste colocado entre as duas vias de um trecho sem a devida proteção e sinalização. Esse obstáculo fixo oferece perigo para ambos os sentidos de deslocamento, e aumenta os riscos estando entre as vias, visto que há maior probabilidade de ser atingido por um veículo e, em caso de colisão, pode atingir a pista contrária.



Figura16– Obstáculo fixo sem proteção
Fonte: o autor.

Árvores também são obstáculos fixos que devem ser protegidos, caso não possam ser removidos, conforme é visto na Figura 16. Para estes casos deve-se aplicar um sistema de contenção como barreira de concreto ou defesa metálica.



Figura17– Obstáculos fixos sem proteção
Fonte: o autor.

Na Figura 17 mostra dois exemplos: à esquerda o correto, onde a estrutura de concreto está protegida com barreira de concreto; e à direita, árvores sem proteção representando perigo aos usuários.



Figura18– Obstáculos fixos protegidos à esquerda e desprotegidos à direita
Fonte: o autor.

As condições das barreiras de concreto e das defensas metálicas semi-maleáveis foram piores na rodovia não pedagiada, com média de 36% de conformidade. Além da falta das

barreiras onde seriam necessárias, como em obstáculos fixos e taludes críticos, a descontinuidade também afeta a segurança dos motoristas. Barreiras avulsas (não conectadas às adjacentes) ou irregularidades na formação da barreira podem acarretar em agravamento do acidente e, assim, o sistema perde a eficiência conferida de absorção de impacto e redirecionamento do veículo errante. A Figura 18 mostra uma situação onde há descontinuidade da barreira de concreto na rodovia não pedagiada.



Figura19– Descontinuidade em barreira de concreto na rodovia não pedagiada
Fonte: o autor.

A Figura 19 mostra a mesma situação, mas em trecho pedagiado.



Figura20– Descontinuidade de barreira de concreto em rodovia pedagiada
Fonte: o autor.

Outra situação de perigo encontrada foram barreiras avulsas ao longo de um trecho da rodovia pedagiada, como mostra a Figura 20.. Em caso de acidente esta condição é agravante e a barreira não tem função protetora.

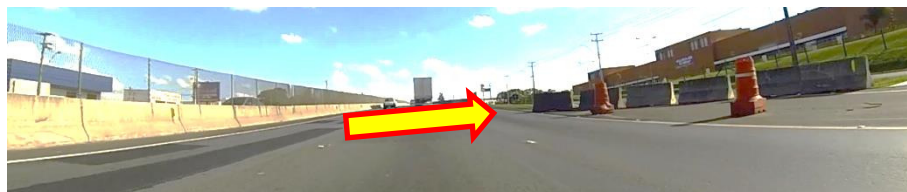


Figura21– Barreiras de concreto avulsas
Fonte: o autor.

Há situações problemáticas também quando há transição de tipos diferentes de elementos de contenção, como entre barreiras de concreto e defensas metálicas. Quando se faz a transição entre elementos com rigidezes distintas, deve-se fazê-la de modo gradual de forma a evitar alterações bruscas no comportamento dinâmico funcional da proteção. As Figuras 21 e 22 mostram esse tipo de situação nas rodovias pedagiada e não pedagiada, respectivamente. A transição correta seria com a utilização de duas linhas de defesa metálica dupla onda, uma linha tripla onda ou duas linhas tripla onda fazendo a conexão com a barreira de concreto. A Figura 23 mostra como é essa transição usando duas linhas dupla onda na rodovia não pedagiada.



Figura 22– Transição incorreta entre elementos distintos de contenção em rodovia pedagiada
Fonte: o autor.



Figura 23– Transição incorreta entre elementos de contenção em rodovia não pedagiada
Fonte: o autor.



Figura 24– Transição correta entre elementos de contenção distintos em rodovia não pedagiada
Fonte: o autor.

Em grande parte do trecho total analisado há uma separação entre as vias de sentidos opostos. Por este motivo, entendeu-se que o uso de dispositivos anti-ofuscamento seria evitado sem prejuízo de segurança aos motoristas. Entretanto, eles também servem com

barreiras à transposição de pedestres de um lado ao outro da via e, portanto, é muito utilizado onde há passarelas, como é o caso mostrado na Figura 24.



Figura25– Dispositivo anti-ofuscamento e anti-transposição de pedestres na via
Fonte: o autor.

Há trechos na rodovia pedagiada onde a distância entre as vias de sentidos opostos é menor, separadas apenas por um pequeno canteiro central como visto na Figura 25. Neste caso poderia ser aplicado o dispositivo anti-ofuscamento sobre barreiras de concreto, o que aumentaria, inclusive, a segurança ao evitar que veículos errantes pudessem transpassar para a pista contrária.



Figura26– Falta de dispositivo anti-ofuscamento
Fonte: o autor.

Embora as rodovias estejam situadas em regiões urbanas, o que permite boa quantidade de retorno e acessos, estes dispositivos estão concentrados nas áreas de maior fluxo que necessitam transpassar os lados das rodovias. Há trechos mais afastados onde poderiam ser implantados retornos operacionais. Esses retornos são importantes para serem utilizados por veículos de emergência e, assim, economizar tempo que pode ser vital em caso de acidente.

O sistema de suportes colapsíveis de placas de sinalização estava presente em praticamente todo o trecho analisado, com índices superiores a 80% de conformidade tanto para as rodovias pedagiada quanto para a não pedagiada.

As passarelas são sistemas de segurança importantes para evitar acidentes com atropelamento de pedestres, em especial onde há grande fluxo de veículos e em situações adversas como pouca visibilidade. No trecho não pedagiado, em 14 quilômetros há apenas 1 passarela, sendo que o trecho é praticamente todo rodeado por região urbana e industrial. Não há normatização sobre distância mínima ou máxima entre passarelas, mas o número delas neste trecho poderia ser maior. A Figura 26 mostra exatamente um trecho da rodovia não pedagiada, onde um pedestre está prestes a fazer a travessia pela pista de rolamento, situação que pode causar acidente e poderia ser evitada com a presença de uma passarela. Os trechos pedagiados possuem vários quilômetros fora de zonas urbanas ou industriais, e a utilização de passarelas não se faz necessária nesses pontos.



Figura27– Pedestre atravessando a pista de rolamento.
Fonte: o autor.

4.1.4 Dispositivos Auxiliares

O sistema de dispositivos auxiliares também mostra disparidade entre trechos pedagiados e não pedagiados. A média de conformidade é de 61% entre os trechos. A Figura 27 mostra dados dos dispositivos auxiliares nas rodovias observadas.

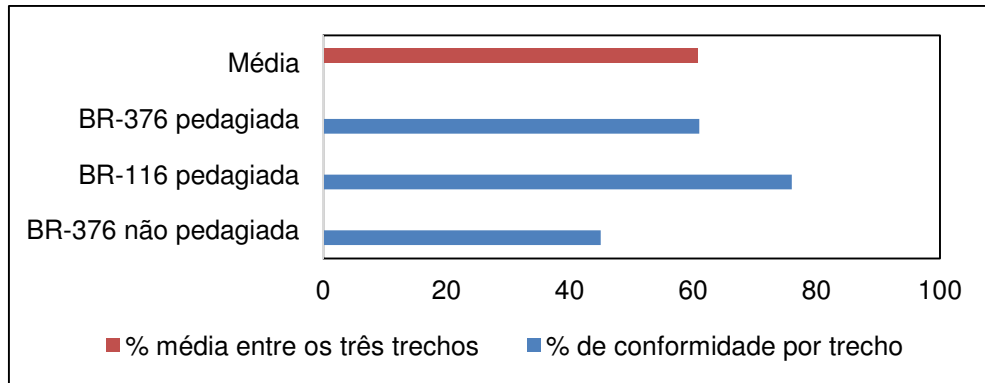


Figura 28– Porcentagem geral de conformidades por trecho para dispositivos auxiliares
Fonte: o autor.

A presença de balizadores é muito baixa em todos os trechos analisados, já que são utilizados apenas quando há alteração no alinhamento horizontal.

O balizamento de pontes e viadutos, nos trechos pedagiados, estão totalmente conformes. No trecho não pedagiado, o índice de conformidade atingiu apenas 64%. Na Figura 28 é possível ver que a sinalização de perigo está incorreta, apontando para o lado de fora da pista de rolamento. Além disso, também não há o balizamento óptico ao longo do viaduto.



Figura29– Balizamento de ponte incorreto
Fonte: o autor.

Em outra parte do trecho não concessionado, não há qualquer sinalização de obstáculo no viaduto, como mostra a Figura 29.



Figura30– Balizamento de viaduto incorreto
Fonte: o autor.

As tachas, embora não sejam obrigatórias, facilitam o posicionamento na via, especialmente sob condições desfavoráveis. Essenciais para a segurança, esse quesito teve desempenho baixo em todos os trechos. Na rodovia não pedagiada todos os quilômetros apresentaram defeitos em tachas, ou não havia tachas no asfalto. Nos trechos concessionados o desempenho foi pouco melhor, com 8% e 38% de conformidade. Nesses a presença delas é constante, mas, possivelmente por falta de manutenção, muitas delas se soltaram, influenciando no resultado negativo.

Os tachões servem para alertar o motorista a não transpassar de faixa ou resguardar espaços onde se deve evitar a presença do automóvel. Basicamente são usados na faixa central das pistas de rolamento impedindo a transposição das vias, e nas faixas de canalização de entroncamentos e confluências. A média de conformidade foi de 41%.

Os marcadores de perigo ajudam a visualizar pontos onde existamsituações que ofereçam risco ao motorista, como obstáculos e bifurcações. Nas rodovias pedagiadas os dados foram positivos, com média de conformidade de 80%. Já na rodovia não pedagiada o resultado mostrou conformidade de apenas 14%. A Figura 30 mostra a falta de sinalização em uma bifurcação, em complemento com a falta de tachões nas marcas de canalização.



Figura31– Falta de marcadores de perigo em bifurcação
Fonte: o autor.

Há também sinalização inadequada, como marcadores de perigo desatualizados (houve alteração do Anexo II do CTB de 1997 através da resolução do CONTRAN 160 de 2004 que inverte as angulações dos marcadores de perigo). A Figura 31 traz um exemplo dessa situação.



Figura32– Marcador de perigo desatualizado
Fonte: o autor.

A Figura 32 mostra a falta de marcadores de perigo em obstáculo.



Figura33– Falta de marcador de perigo em obstáculo
Fonte: o autor.

A combinação da falta de vários sistemas de sinalização pode tornar a condução pela via confusa, como na Figura 33, onde não há linha de bordo, marcas de canalização, tachões ou marcadores de perigo para orientar o motorista pela bifurcação.



Figura34– Falta de marcador de perigo, marcas de canalização, linha de bordo e tachões
Fonte: o autor.

Marcadores de alinhamento enfatizam para o motorista uma alteração no alinhamento horizontal da via. A Figura 34 mostra uso inadequado desses marcadores, onde estão posicionados em local onde não há alteração de alinhamento, podendo causar confusão para quem transita pela via. Apesar disso, o índice de conformidade foi em média 87% para os três trechos.



Figura35– Marcador de alinhamento em uso inadequado
Fonte: o autor.

4.1.5 Pavimento

A pavimentação apresentou média de conformidade de aproximadamente 90%. No geral, os pavimentos das rodovias pedagiadas encontraram-se em ótimo estado de conservação, com pequenas falhas, apontadas no levantamento de dados. A rodovia não concessionada também apresentou falhas, mas em maior intensidade, o que não foi computado neste estudo (para análise de pavimentação levou-se em consideração apenas o aspecto de existência ou não de defeitos). A Figura 35 apresenta os dados resumidos de percentuais gerais de conformidade para pavimentação.

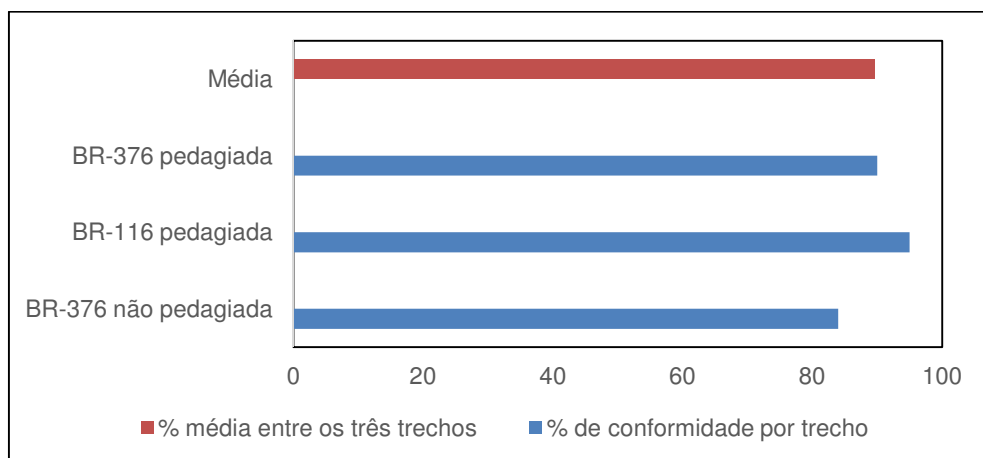


Figura 36– Porcentagem geral de conformidades por trecho para pavimentação
Fonte: o autor.

As maiores incidências das imperfeições de pavimentação nos três trechos combinados são do tipo remendo, trincas tipo couro de jacaré e desgaste. Apenas um trecho da rodovia não pedagiada apresentou irregularidade do tipo buraco ou panela, que são críticos como fatores causadores de acidentes. Todos os outros tipos de defeitos podem deteriorar o pavimento de forma a criar condições inseguras de direção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa de campo buscou levantar dados sobre as condições dos sistemas de segurança de trechos de rodovias que circundam a região metropolitana de um centro urbano e industrial. Esse objetivo principal foi alcançado ao se realizar a gravação de vídeo dos trechos, análise das imagens e tabulação dos dados em tabelas. O registro das observações foi transformado em porcentagem para dar uma dimensão mais palpável do real estado das estradas. Essa tabulação mais simplificada usando apenas três variáveis de controle permite fazer comparações mais rapidamente e visualizar prontamente quais são os pontos que necessitam de mais atenção no momento de se fazer um plano de ação para recuperar ou aprimorar os sistemas das rodovias.

O objetivo específico de verificação do nível de segurança das rodovias foi atingido ao se fazer o tratamento dos dados coletados. O resultado apontado é que, de modo geral, as rodovias ainda carecem de maiores aprimoramentos nas suas condições. Em média os índices de conformidade ficaram abaixo de 80% para as sinalizações e dispositivos de segurança, e acima de 90% para pavimentação.

O objetivo específico de avaliar a hipótese de que o ambiente contribui para agravamento dos acidentes também foi cumprido. A análise quilômetro a quilômetro permitiu identificar pontos críticos onde a falta de elementos de segurança pode majorar os efeitos de um acidente, como obstáculos desprotegidos, a falta de áreas livres para manobras de veículos errantes e auxílio à condução em condições desfavoráveis como baixa visibilidade.

Por fim, o objetivo de comparar níveis de segurança entre rodovias pedagiadas e não pedagiadas foi realizado ao se comparar os resultados percentuais entre os trechos assim designados. O trecho não concessionado teve média de conformidade entre todos os parâmetros de 61%. As rodovias sob concessão tiveram médias de 73% e 76% de conformidade. Esses números mostram que, embora o nível de segurança das rodovias avaliadas seja baixo, é equilibrado entre os trechos. Foi possível observar que o trecho não pedagiado deixa a desejar no quesito conservação, com vários sistemas degradados ou danificados. Os trechos pedagiados possuíam sistemas bem conservados, mas nem sempre dispostos onde eram necessários. Em ambas as condições, e embora as rodovias cortem trechos urbanos e industriais, a preocupação com proteção a usuários vulneráveis, como pedestres e ciclistas, ficou em segundo plano ou sequer foi pensada na concepção do esquema de segurança viária das regiões.

Por fim, a observação dessas rodovias sob a visão da segurança viária mostrou que, apesar da utilização diária desses trechos por milhares de pessoas, há várias condições de perigo constantemente presentes e nem sempre se dá ciência a esse fato. Os problemas apresentados devem ser analisados por uma equipe multidisciplinar com conhecimentos dos elementos viários e suas implantações e de segurança dos usuários. Mais especificamente, as sinalizações verticais faltantes devem ser implantadas, as sinalizações horizontais devem ser aplicadas ou refeitas, os dispositivos de contenção devem ser colocados próximos aos obstáculos fixos de forma a protegê-los de impactos, readequação das áreas lindeiras para implantação das zonas livres laterais, correção dos dispositivos de proteção inconformes, aplicação dos elementos auxiliares de sinalização onde foi indicada falta dos mesmos e devem ser refeitos os trechos de pavimentação onde foi encontradas imperfeições. A revisão de normas e procedimentos é fundamental para aprimorar continuamente os sistemas de segurança aos usuários. Entretanto, a revisão de projetos novos e já executados para atendimento aos requisitos já existentes atualmente já configura um ambiente bem menos severo para as pessoas.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este estudo abre oportunidade para a realização de trabalhos futuros, tais como:

- Aplicação da metodologia em outros trechos ou regiões metropolitanas;
- Análise específica de um dos sistemas de segurança com relação à padronização por norma, projeto original da rodovia e suas modificações;
- Proposição de melhorias aos sistemas analisados;
- Análise e proposição de correções aos pontos críticos e falhas encontradas;
- Estudos de novos sistemas de segurança com base nas informações levantadas a partir desta análise;
- Comparativo entre custos de acidentes e custos de implementação e manutenção dos sistemas de segurança;

REFERÊNCIAS

- ANFAVEA. (12 de novembro de 2014). Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores: <http://www.anfavea.com.br/documentos/capitulo7seguranca.pdf>
- ARTESP. (1º de abril de 2014). *Portaria Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo nº7*. São Paulo: ARTESP.
- BERNUCCI, L. B., CERATTI, J. A., MOTTA, L. M., & SOARES, J. B. (2006). *Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros*. Rio de Janeiro: Abeda.
- BRASIL. (23 de setembro de 1997). Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- CARDOSO, J. L. (2013). Inspeção de Segurança Rodoviária a Estradas da Rede Rodoviária Nacional: Noções Básicas do Método Desenvolvido no LNEC para o INIR. Lisboa, Portugal.
- CHAGAS, D. M. (2011). Estudo Sobre Fatores Contribuintes de Acidentes de Trânsito Urbano. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil: UFRGS.
- CONTRAN. (2007). *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito*. Brasília: CONTRAN.
- CONTRAN. (2007). *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Sinalização Horizontal*. Brasília: CONTRAN.
- CONTRAN. (2007). *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Sinalização Vertical de Advertência*. Brasília: CONTRAN.
- CONTRAN. (2007). *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Sinalização Vertical de Regulamentação*. Rio de Janeiro.
- DAER/RS. (08 de setembro de 2014). *Normas e Publicações - Instruções para Sinalização Rodoviária*. Fonte: Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem: http://www.daer.rs.gov.br/site/normas_publicacoes.php
- DER/SP. (2009). *Projeto de Passarela para Pedestres, código IP-DE-C00/004-B*. São Paulo: Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo .
- DETRAN. (2010). *Anuário Estatístico*. Curitiba.
- DNIT. (2003). *Norma DNIT 005/2003 - TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: terminologia*. Rio de Janeiro: DNIT.
- DNIT. (2010). *Anuário Estatístico das Rodovias Federais*. Brasil.
- EUROSTAT EUROPEAN COMMISSION. (2010). *European Demography - EU27 population 501 million at 1 January 2010*. Luxemburgo: Eurostat Press Office.
- IBGE. (29 de novembro de 2010). *IBGE - Censo 2010*. Acesso em 24 de Novembro de 2014, disponível em IBGE: <http://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo?view=noticia&id=1&idnoticia=1766&t=censo-2010-populacao-brasil-190-732-694-pessoas>

- IPEA. (2006). *Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras*. Brasília.
- MARCONI, M. d., & LAKATOS, E. M. (1985). *Fundamentos de Metodologia Científica*. São Paulo: Editora Atlas.
- MATTOS, N. (12 de dezembro de 2014). *Manutenção e Correção de Sistemas de Defensas*. Fonte: Nelmat: <http://www.assender.com.br/seminarios/14o-enacor/manutencao-e-correcao-de-sistemas-de-defensas-nelson-mattos.pdf>
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. (24 de novembro de 2014). *Transporte Rodoviário no Brasil*. Acesso em 24 de novembro de 2014, disponível em Site do Ministério dos Transportes: <http://www2.transportes.gov.br/bit/02-rodo/rodo.html>
- MISSATO, M. M. (12 de dezembro de 2014). *Segurança no Entorno Viário: Critérios de Projeto e sua Relação com a Ocorrência de Acidentes com Saída de Pista*. Fonte: Sites Poli USP: sites.poli.usp.br/ptr/lemt/SeminMarcelo_uso_de_dispositivos3r.ppt
- PESCARINI, T. (11 de dezembro de 2014). *Fundações e Contêntes*. Fonte: Infraestrutura Urbana: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/7/obras-de-retaludamento-235540-1.aspx>
- PRF. (13 de novembro de 2014). *Contornos de Curitiba são os trechos com mais perigo de morte por acidentes no Paraná*. Fonte: Band News FM Curitiba: <http://bandnewsfmcuitiba.com/2014/11/13/contornos-de-curitiba-sao-os-trechos-com-mais-perigo-de-morte-por-acidentes-no-parana/>
- ROAD SAFETY STRATEGY BRANCH. (2004). *Accident Reduction Guide*. New South Whales.
- ROSA, L. d. (2012). *Acidentes de Trânsito por Embriaguez: Dolo ou Culpa do Condutor*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- SILVEIRA, J. M., SILVARES, E. F., & MARTON, S. A. (2003). Programas Preventivos de Comportamentos Anti-sociais: Dificuldades na Pesquisa e na Implementação. *Estudos de Psicologia PUC-Campinas*, 59-67.
- SOUZA, M. L. (2012). *Procedimento para Avaliação de Projetos de Rodovias Rurais Visando a Segurança Viária*. Brasília: Universidade de Brasília.
- VASCONCELLOS, E. A. (2005). *A Cidade, o Transporte e o Trânsito*. São Paulo: Prolivros.
- VOLVO TRUCKS EUROPE. (2013). *European Accident Research and Safety Report*. Gotemburgo: Volvo.
- WASELFISZ, J. J. (2013). *Mapa da Violência 2013 - Acidentes de Trânsito e Motocicletas*. Rio de Janeiro: Flacso Brasil.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2013). *Global Status Report on Road Safety*. Luxemburgo: WHO Library.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tabelas de Dados Coletados para Sinalização Vertical de Regulamentação

Tabela 6 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de regulamentação da BR-376 não pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados	KM 588	KM 589	KM 590	KM 591	KM 592	KM 593	KM 594	KM 595	KM 596	KM 597	KM 598	KM 599	KM 600	KM 601	Conformidade por item [%]
R6c - Proibido parar e estacionar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
R8a - Proibido mudar de faixa ou pista da esquerda para direita	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	79
R8b - Proibido mudar de faixa ou pista da direita para esquerda	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	79
R11 - Proibido trânsito de veículos de tração animal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R12 - Proibido trânsito de bicicletas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R13 - Proibido trânsito de máquinas agrícolas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R14 - Peso bruto total máximo permitido	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
R15 - Altura máxima permitida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
R19 - Velocidade máxima	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	57
R27 - Caminhões, ônibus e veículos lentos conservem-se à direita	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	79
R29 - Proibido trânsito de pedestres	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	86
Conformidade por quilômetro [%]	27	45	55	64	64	64	36	64	55	64	45	55	64	55	-
Conformidade do trecho [%]															54

Fonte: o autor.

Tabela 7 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de regulamentação da BR-116 pedagiada em 2014

(continua)

Parâmetros avaliados	KM 115	KM 114	KM 113	KM 112	KM 111	KM 110	KM 109	KM 108	KM 107	KM 106	KM 105	KM 104	KM 103	Conformidade por item [%]
R6c - Proibido parar e estacionar	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	54
R8a - Proibido mudar de faixa ou pista da esquerda para direita	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
R8b - Proibido mudar de faixa ou pista da direita para esquerda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
R11 - Proibido trânsito de veículos de tração animal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R12 - Proibido trânsito de bicicletas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R13 - Proibido trânsito de máquinas agrícolas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R14 - Peso bruto total máximo permitido	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	31
R15 - Altura máxima permitida	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	77

Tabela 7 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de regulamentação da BR-116 pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados														(conclusão)
	KM 115	KM 114	KM 113	KM 112	KM 111	KM 110	KM 109	KM 108	KM 107	KM 106	KM 105	KM 104	KM 103	Conformidade por item [%]
R19 - Velocidade máxima	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	46
R27 - Caminhões, ônibus e veículos lentos conservem-se à direita	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	46
R29 - Proibido trânsito de pedestres	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	15
Conformidade por quilômetro [%]	27	27	36	36	45	55	91	55	27	36	55	36	45	-
Conformidade do trecho [%]	44													

Fonte: o autor.

Tabela 8– Avaliação de conformidade de sinalização vertical de regulamentação da BR-376 pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados														Conformidade por item [%]
	KM 614	KM 615	KM 616	KM 617	KM 618	KM 619	KM 620	KM 621	KM 622	KM 623	KM 624	KM 625		
R6c - Proibido parar e estacionar	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	50	
R8a - Proibido mudar de faixa ou pista da esquerda para direita	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100	
R8b - Proibido mudar de faixa ou pista da direita para esquerda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100	
R11 - Proibido trânsito de veículos de tração animal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R12 - Proibido trânsito de bicicletas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R13 - Proibido trânsito de máquinas agrícolas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R14 - Peso bruto total máximo permitido	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	83	
R15 - Altura máxima permitida	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	50	
R19 - Velocidade máxima	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	67	
R27 - Caminhões, ônibus e veículos lentos conservem-se à direita	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	92	
R29 - Proibido trânsito de pedestres	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	42	
Conformidade por quilômetro [%]	45	36	36	45	45	45	45	73	73	73	64	55	-	
Conformidade do trecho [%]	53													

Fonte: o autor.

Tabela 10 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de advertência da BR-116 pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados														(conclusão)
	KM 115	KM 114	KM 113	KM 112	KM 111	KM 110	KM 109	KM 108	KM 107	KM 106	KM 105	KM 104	KM 103	Conformidade por item [%]
A20b - Aclive acentuado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
A21c - Estreitamento de pista à direita	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	62
A21e - Alargamento de pista à direita	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	62
A27 - Área com desmoroamento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
A28 - Pista escorregadia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
A32a - Trânsito de pedestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
A36 - Animais selvagens	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	77
A37 - Altura limitada	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	54
A44 - Vento lateral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
A46 - Peso bruto total limitado	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	31
Conformidade por quilômetro [%]	75	69	88	63	88	94	94	94	63	94	94	75	75	-
Conformidade do trecho [%]														82

Fonte: o autor.

Tabela 11 – Avaliação de conformidade de sinalização vertical de advertência da BR-376 pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados														Conformidade por item [%]
	KM 614	KM 615	KM 616	KM 617	KM 618	KM 619	KM 620	KM 621	KM 622	KM 623	KM 624	KM 625		
A2a - Curva à esquerda	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92
A2b - Curva à direita	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
A10b - Entroncamento oblíquo à direita	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	58
A13b - Confluência à direita	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	75
A17 - Pista irregular	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
A20a - Declive acentuado	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92
A20b - Aclive acentuado	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92
A21c - Estreitamento de pista à direita	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	92
A21e - Alargamento de pista à direita	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	58
A27 - Área com desmoroamento	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92
A28 - Pista escorregadia	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	92
A32a - Trânsito de pedestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	83
A36 - Animais selvagens	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	58
A37 - Altura limitada	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	50
A44 - Vento lateral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
A46 - Peso bruto total limitado	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	83
Conformidade por quilômetro [%]	81	81	81	69	81	94	94	88	94	81	75	69	-	
Conformidade do trecho [%]														82

APÊNDICE C – Tabelas de dados Coletados de Sinalização Horizontal

Tabela 12– Avaliação de conformidade de sinalização horizontal da BR-376 não pedagoga em 2014

Parâmetros avaliados	KM 588	KM 589	KM 590	KM 591	KM 592	KM 593	KM 594	KM 595	KM 596	KM 597	KM 598	KM 599	KM 600	KM 601	Conformidade por item [%]
LMS-1 - Linha branca simples contínua	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	43
LMS-2 - Linha branca simples seccionada	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	36
LBO - Linha de bordo	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	21
LCO - Linha de continuidade	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	57
LRV - Linhas de estímulo à redução de velocidade	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	93
MCA - Marcas de canalização	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	43
MVE - Marca delimitadora de parada de veículos específicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
PEM - Setas indicativas de posicionamento para execução de movimentos	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	43
MOF - Seta indicativa de mudança obrigatória de faixa	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	43
Conformidade por quilômetro [%]	22	89	78	78	22	33	44	33	89	44	56	44	44	67	-
Conformidade do trecho [%]															53

Fonte: o autor.

Tabela 13– Avaliação de conformidade de sinalização horizontal da BR-116 pedagoga em 2014

Parâmetros avaliados	KM 115	KM 114	KM 113	KM 112	KM 111	KM 110	KM 109	KM 108	KM 107	KM 106	KM 105	KM 104	KM 103	Conformidade por item [%]
LMS-1 - Linha branca simples contínua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
LMS-2 - Linha branca simples seccionada	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
LBO - Linha de bordo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
LCO - Linha de continuidade	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
LRV - Linhas de estímulo à redução de velocidade	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
MCA - Marcas de canalização	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92
MVE - Marca delimitadora de parada de veículos específicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
PEM - Setas indicativas de posicionamento para execução de movimentos	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	62
MOF - Seta indicativa de mudança obrigatória de faixa	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	69
Conformidade por quilômetro [%]	89	67	100	78	100	100	100	100	78	100	100	89	89	-
Conformidade do trecho [%]														91

Fonte: o autor.

Tabela 14 – Avaliação de conformidade de sinalização horizontal da BR-376 pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados	KM 614	KM 615	KM 616	KM 617	KM 618	KM 619	KM 620	KM 621	KM 622	KM 623	KM 624	KM 625	Conformidade por item [%]
LMS-1 - Linha branca simples contínua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
LMS-2 - Linha branca simples seccionada	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
LBO - Linha de bordo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
LCO - Linha de continuidade	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
LRV - Linhas de estímulo à redução de velocidade	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	92
MCA - Marcas de canalização	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	75
MVE - Marca delimitadora de parada de veículos específicos	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	83
PEM - Setas indicativas de posicionamento para execução de movimentos	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	42
MOF - Seta indicativa de mudança obrigatória de faixa	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	58
Conformidade por quilômetro [%]	78	78	67	56	100	100	100	100	89	78	67	89	
Conformidade do trecho [%]	83												

Tabela 16 – Avaliação de conformidade de dispositivos de contenção da BR-116 pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados	(conclusão)													Conformidade por item [%]
	KM 115	KM 114	KM 113	KM 112	KM 111	KM 110	KM 109	KM 108	KM 107	KM 106	KM 105	KM 104	KM 103	
Suportes colapsíveis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	92
Passarelas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	92
Conformidade por quilômetro [%]	58	50	50	50	58	100	100	75	75	75	75	67	83	-
Conformidade do trecho [%]	71													

Fonte: o autor.

Tabela 17–Avaliação de conformidade de dispositivos de contenção da BR-376 pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados	(conclusão)													Conformidade por item [%]
	KM 614	KM 615	KM 616	KM 617	KM 618	KM 619	KM 620	KM 621	KM 622	KM 623	KM 624	KM 625		
Zona livre lateral	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	25	
Proteção em obstáculos fixos	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	42	
Proteção em taludes	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	33	
Proteção em pontes, viadutos e alças	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100	
Proteção a usuários vulneráveis	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	75	
Barreira de concreto	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	67	
Defensa metálica semi-maleável	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	75	
Dispositivo anti-ofuscamento	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	67	
Transição e conexões entre elementos distintos	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	83	
Retornos operacionais	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	75	
Suportes colapsíveis	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	83	
Passarelas	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	83	
Conformidade por quilômetro [%]	67	58	42	58	83	100	75	75	50	50	50	100	-	
Conformidade do trecho [%]	67													

Fonte: o autor.

APÊNDICE E – Tabelas de Dados Coletados de Dispositivos auxiliares

Tabela 18 – Avaliação de conformidade de dispositivos auxiliares da BR-376 não pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados	KM 588	KM 589	KM 590	KM 591	KM 592	KM 593	KM 594	KM 595	KM 596	KM 597	KM 598	KM 599	KM 600	KM 601	Conformidade por item [%]
Balizadores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	71
Balizamento de pontes e viadutos	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	64
Tachas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tachões	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	36
Marcadores de perigo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14
Marcadores de alinhamento	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	86
Conformidade por quilômetro [%]	43	43	86	43	29	43	29	43	29	29	57	14	14	71	-
Conformidade do trecho [%]	45%														

Fonte: o autor.

Tabela 19 – Avaliação de conformidade de dispositivos auxiliares da BR-116pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados	KM 115	KM 114	KM 113	KM 112	KM 111	KM 110	KM 109	KM 108	KM 107	KM 106	KM 105	KM 104	KM 103	Conformidade por item [%]
Balizadores	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	77
Balizamento de pontes e viadutos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
Tachas	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	38
Tachões	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	54
Marcadores de perigo	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	85
Marcadores de alinhamento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
Conformidade por quilômetro [%]	86	57	71	43	86	100	86	86	71	86	71	71	86	-
Conformidade do trecho [%]	76													

Fonte: o autor.

Tabela 20 – Avaliação de conformidade de dispositivos auxiliares da BR-376 pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados	KM 614	KM 615	KM 616	KM 617	KM 618	KM 619	KM 620	KM 621	KM 622	KM 623	KM 624	KM 625	Conformidade por item [%]
Balizadores	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	75
Balizamento de pontes e viadutos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
Tachas	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8
Tachões	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	33
Marcadores de perigo	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	75
Marcadores de alinhamento	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	75
Conformidade por quilômetro [%]	86	29	29	29	71	71	86	71	86	43	71	71	-
Conformidade do trecho [%]	61												

Fonte: o autor.

APÊNDICEF – Tabelas de Dados Coletados de Pavimento

Tabela 21 – Avaliação de conformidade do pavimento da BR-376 não pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados	KM 588	KM 589	KM 590	KM 591	KM 592	KM 593	KM 594	KM 595	KM 596	KM 597	KM 598	KM 599	KM 600	KM 601	Conformidade por item [%]
Irregularidade longitudinal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
Trinca isolada longitudinal	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	86
Trinca isolada transversal	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	79
Trinca interligada tipo blocos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
Trinca interligada tipo Couro de Jacaré	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	64
Afundamento	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	71
Ondulação ou corrugação	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
Escorregamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Exsudação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Desgaste	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	79
Panela ou buraco	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
Remendo	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	57
Conformidade por quilômetro [%]	38	92	92	100	85	85	100	100	100	69	69	85	77	100	-
Conformidade do trecho [%]	85%														

Tabela 22 – Avaliação de conformidade do pavimento da BR-116 pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados	KM 115	KM 114	KM 113	KM 112	KM 111	KM 110	KM 109	KM 108	KM 107	KM 106	KM 105	KM 104	KM 103	Conformidade por item [%]
Irregularidade longitudinal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Trinca isolada longitudinal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Trinca isolada transversal	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
Trinca interligada tipo blocos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Trinca interligada tipo Couro de Jacaré	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	77
Afundamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Ondulação ou corrugação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Escorregamento	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
Exsudação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Desgaste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Panela ou buraco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Remendo	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	77
Conformidade por quilômetro [%]	100	92	92	77	100	100	100	85	100	100	100	92	100	
Conformidade do trecho [%]	95													

Fonte: o autor.


Tabela 23 – Avaliação de conformidade do pavimento da BR-116 pedagiada em 2014

Parâmetros avaliados	KM 614	KM 615	KM 616	KM 617	KM 618	KM 619	KM 620	KM 621	KM 622	KM 623	KM 624	KM 625	Conformidade por item [%]
Irregularidade longitudinal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Trinca isolada longitudinal	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	92
Trinca isolada transversal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Trinca interligada tipo blocos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Trinca interligada tipo Couro de Jacaré	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	92
Afundamento	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	92
Ondulação ou corrugação	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	92
Escorregamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Exsudação	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	92
Desgaste	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	58
Panela ou buraco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Remendo	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	58
Conformidade por quilômetro [%]	100	92	92	85	85	62	100	85	100	92	92	100	-
Conformidade do trecho [%]													90

Fonte: o autor.

ANEXOS

ANEXO A – Quadros explicativos para sinalização vertical de regulamentação.







FORMA	COR	
	 <p>OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO PROIBIÇÃO</p>	Fundo
Símbolo		Preta
Tarja		Vermelha
Orla		Vermelha
Letras		Preta

Quadro 1 – Característica dos sinais verticais de regulamentação

Fonte: (CONTRAN, 2007)

Quadro 2 – Sinalizações verticais de regulamentação aplicáveis às rodovias em estudo.

(continua)

SIMBOLOGIA	DENOMINAÇÃO	APLICAÇÕES
	R6c – Proibido parar e estacionar	Em locais onde, por motivos de segurança e/ou fluidez do tráfego, é necessário que se impeça a parada e o estacionamento de veículos, como vias de trânsito rápido, aproximação de interseções críticas, vias com problemas de capacidade, curvas verticais e/ou horizontais acentuadas e limitações físicas da via.
 	R8a – Proibido mudar de faixa ou pista da esquerda para direita R8b – Proibido mudar de faixa ou pista da direita para esquerda	Sempre que a transposição de faixa ou pista for prejudicial à segurança e/ou fluidez do tráfego, nos seguintes casos: em via com sentido único de circulação, com canteiro central ou divisores de pista, em pistas com duas ou mais faixas no mesmo sentido, necessidade de reforçar a sinalização horizontal de proibição de transposição (linha de divisão de fluxos de mesmo sentido – contínua branca).
  	R-11 – Proibido trânsito de veículos de tração animal R12 – Proibido trânsito de bicicletas R13 – Proibido trânsito de máquinas agrícolas	Utilizados para proibir o trânsito dos veículos especificados por motivo de segurança ou fluidez.

Quadro 3 – Sinalizações verticais de regulamentação aplicáveis às rodovias em estudo

(conclusão)

SIMBOLOGIA	DENOMINAÇÃO	APLICAÇÕES
	R14 – Peso bruto total máximo permitido	proibir o trânsito de veículos com peso bruto total superior ao indicado, cuja circulação é incompatível com as restrições ou limitações estruturais da área, via/pista, faixa ou obra-de-arte.
	R15 – Altura máxima permitida	Proibir o trânsito de veículos com altura superior à indicada, devido à existência de obstáculos físicos à frente, em geral obras, pontes, viadutos, túneis, passarelas e outras obras de arte.
	R19 – Velocidade máxima	Em vias em que haja necessidade de informar ao usuário a velocidade máxima regulamentada, em vias fiscalizadas com equipamentos medidores de velocidade, conforme critérios técnicos estabelecidos em legislação específica, quando estudos de engenharia indicarem a necessidade e/ou a possibilidade de regulamentar velocidade menor ou maior do que as estabelecidas no artigo 61, § 10 do CTB (15km para rodovias).
	R27 – Caminhões, ônibus e veículos lentos conservem-se à direita	Disciplinar as operações de transposição e/ou ultrapassagem de ônibus, caminhões e veículos de grande porte nos seguintes casos: em trechos de aclive, com faixa de trânsito adicional, em vias de faixas múltiplas no mesmo sentido, com fluxo significativo de veículos.
	R29 – Proibido trânsito de pedestres	proibir a entrada ou passagem de pedestres em uma área ou via, quando se verificar que isso pode ser prejudicial à sua segurança e a do trânsito em geral.

Fonte: (CONTRAN, 2007)

ANEXO B – Quadros explicativos para sinalização vertical de advertência.


FORMA	COR	
		Fundo
Símbolo		Preta
Orla interna		Preta
Orla externa		Amarela
Legenda		Preta

Quadro 4 – Características dos sinais de advertência

Fonte: (CONTRAN, 2007).

Quadro 5 – Sinalizações verticais de advertência aplicáveis às rodovias em estudo

(continua)

SIMBOLOGIA	DENOMINAÇÃO	APLICAÇÕES
 	A2a – Curva à direita A2b – Curva à esquerda	Sempre que existir curva horizontal adiante, em vias onde as velocidades de aproximação acarretem manobra que possa comprometer a segurança dos usuários.
	A10b – Entroncamento oblíquo à direita	Em entroncamento em nível oblíquo de difícil identificação à distância que possa comprometer a segurança dos usuários da via.
	A13b – Confluência à direita	Em confluência em nível de difícil identificação à distância, que possa comprometer a segurança dos usuários da via.
	A17 – Pista irregular	Deve ser utilizado quando a superfície da pista for tão irregular que possa afetar a segurança dos usuários da via.
	A20a – Declive acentuado	Devem ser utilizados sempre que existir um declive ou aclive acentuado, que possa comprometer a segurança dos ocupantes dos veículos ou demais usuários da via.
	A20b – Aclive acentuado	Devem ser utilizados sempre que existir um declive ou aclive acentuado, que possa comprometer a segurança dos ocupantes dos veículos ou demais usuários da via.




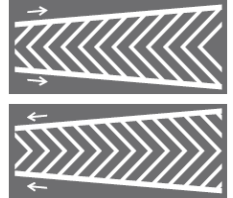
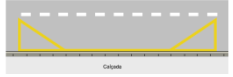
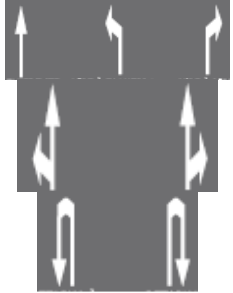

Quadro 6 – Sinalizações verticais de advertência aplicáveis às rodovias em estudo

(conclusão)

SIMBOLOGIA	DENOMINAÇÃO	APLICAÇÕES
	A21c - Estreitamento de pista à direita	Devem ser utilizados quando é necessário informar o estreitamento de pista. Devem ser acompanhadas de sinalização horizontal, marcas longitudinais e setas quando o estreitamento for permanente.
	A21e - Alargamento de pista à direita	Devem ser utilizados quando é necessário informar o alargamento de pista.
	A27 - Área com desmoronamento	Deve ser utilizado quando necessário advertir sobre as condições de risco eventual em área lateral à pista, com possibilidade de desmoronamento ocasionado por obras ou instabilidade no talude.
	A28 - Pista escorregadia	Deve ser utilizado quando é necessário advertir sobre as condições de risco eventual em trecho de pista que pode tornar-se escorregadia, quando molhada, alagada, ou com substâncias que propiciem esta condição (areia, folhas, óleo, etc.).
	A32a - Trânsito de pedestres	Deve ser utilizado quando necessário alertar o condutor sobre existência de trecho de via com trânsito de pedestres.
	A36 - Animais selvagens	Devem ser utilizados em vias onde há possibilidade de presença de animais/animais selvagens.
	A37 - Altura limitada	Deve ser utilizado sempre que as características da via ou do ambiente não permitam a passagem de veículos com altura superior à indicada. A medida indicada deve apresentar apenas uma casa decimal. Deve ser implantada em local que permita ao condutor do veículo utilizar outro caminho.
	A44 - Vento lateral	Deve ser utilizado sempre que existir trecho de via sujeito a fortes ventos laterais, que possam comprometer a estabilidade do veículo, representando risco à segurança dos usuários da via.
	A46 - Peso bruto total limitado	Deve ser utilizado sempre que as características da via não permitam o trânsito de veículos com peso bruto total superior ao indicado, devido às restrições ou limitações estruturais da área, via/pista, faixa ou obra de arte. Deve ser implantada em local que permita ao condutor do veículo utilizar outro caminho.

Fonte:(CONTRAN, 2007)

ANEXO C – Quadros explicativos para sinalização horizontal.

SIMBOLOGIA	DENOMINAÇÃO	APLICAÇÃO
	<p>LMS-1 – Marcas longitudinais brancas simples contínuas</p> <p>LBO – Linha de bordo</p>	<p>Usadas para delimitar a pista destinada ao deslocamento (linha de bordo - LBO) e para separar faixas de trânsito de fluxos de mesmo sentido. Têm poder de regulamentação de proibição de ultrapassagem e transposição.</p> <p>A LBO é usada quando o acostamento não for pavimentado, quando for pavimentado e de cor semelhante à superfície de rolamento, antes e ao longo de curvas acentuadas, em locais onde existam obstáculos próximos à pista ou haja potencial de risco, onde há alta frequência de condições adversas como neblina e chuva, em vias com iluminação insuficiente e em rodovias de trânsito rápido.</p>
	<p>LMS-2 – Marcas longitudinais brancas simples seccionadas</p> <p>LCO – Linha de continuidade</p>	<p>Não têm poder de regulamentação, apenas ordenam os movimentos veiculares de mesmo sentido onde ultrapassagem e transposição entre faixas são permitidas.</p> <p>A LCO dá continuidade às marcações longitudinais quando há quebra no alinhamento das vias ou em curvas. Também é utilizada para dar continuidade a linha de divisão de fluxos no mesmo sentido quando há supressão ou acréscimo de faixas de rolamento.</p>
	<p>LRV - Linhas de estímulo à redução de velocidade</p>	<p>Podem ser usadas antes de curvas acentuadas, declives acentuados, cruzamentos rodoferroviários, ondulações na pista, ou ainda onde estudos comprovarem que sejam necessárias.</p>
	<p>MCA - Marcas de canalização</p>	<p>As marcas de canalização são usadas para orientar e regulamentar os fluxos de veículos em uma via.</p> <p>Obstáculos à circulação, alteração de função do acostamento, demarcação de canteiros centrais e ilhas, interseções de vias quando há variação de largura de pistas, mudanças de alinhamento, acessos, pistas de transferências e entroncamentos, interseções em rotatórias.</p>
	<p>MVE - Marca delimitadora de parada de veículos específicos</p>	<p>Destina parte da pista à operação exclusiva de parada, facilitando as manobras de entrada e saída da parada. No caso de ser aplicada em uma baía, a MVE pode contornar todo seu limite interno e ser separada do restante da pista de rolamento por linha tracejada.</p>
	<p>PEM - Setas indicativas de posicionamento para execução de movimentos</p>	<p>Usada nas aproximações de interseções onde existem faixas de trânsito destinadas a movimentos específicos, e deve haver uma seta para cada faixa de trânsito. Recomenda-se implantar pelo menos duas setas em sequência na mesma faixa, sendo opcional a terceira.</p> <p>Siga em frente, vire à esquerda, vire à direita, siga em frente ou vire à esquerda, siga em frente ou vire à direita, retorne à esquerda, retorne à direita.</p>
	<p>MOF - Seta indicativa de mudança obrigatória de faixa</p>	<p>Indica a necessidade de mudança de faixa em virtude de estreitamento ou obstrução da pista. Deve ser usada somente nesta faixa e a sua ponta deve estar indicando a faixa para qual os veículos devem se deslocar. Devem ser usadas no mínimo três setas e acompanhadas das sinalizações verticais de estreitamento de pista.</p>



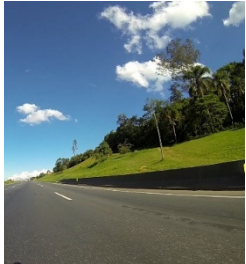

Quadro 7 – Sinalizações horizontais aplicáveis às rodovias em estudo

Fonte: (CONTRAN, 2007)

ANEXO D – Quadros explicativos para dispositivos de contenção.

Quadro 8 - Dispositivos de contenção aplicáveis às rodovias em estudo

(continua)

ASPECTO VISUAL	DENOMINAÇÃO	APLICAÇÃO
	Zona livre lateral	<p>Primeiramente deve-se determinar uma zona lateral da rodovia que garanta uma área segura que possa ser utilizada por veículos errantes que saiam da pista, que seja livre de obstáculos e obstruções, e que tenha taludes atravessáveis sem estruturas de drenagem que prejudiquem a trajetória dos veículos. Assim, a rodovia não precisa de dispositivos de contenção viária. O cálculo dessa zona é feito de acordo com a NBR 15486, item 4.1.1.1 – Cálculo da largura da zona livre, ábaco da Figura 1 e tabela 1 com fatores de correção da curva horizontal.</p>
	Proteção em obstáculos fixos	<p>São obstáculos fixos todas as estruturas naturais (árvores, rochas, taludes críticos) ou construídas (postes, pilares, suportes, elementos de drenagem, bifurcações), deixadas ao lado da pista, ou introduzidas durante sua construção, que em caso de acidente possam produzir desacelerações acentuadas ou paradas abruptas do veículo impactante. Todo obstáculo fixo dentro da zona livre que não puder ser removido, realocado, redesenhado ou colapsável de modo a ser atravessado com segurança, deve ser protegido com dispositivo de contenção. Quando os obstáculos não puderem ser protegidos por barreiras e defensas (contenção longitudinal) devem ser protegidos por amortecedores de impacto (contenção frontal), especialmente em bifurcações, saídas e aberturas operacionais.</p>
	Proteção em taludes	<p>Caso haja dentro da zona livre taludes críticos, ou não recuperáveis sem área livre no final, os mesmos devem receber proteção de dispositivos de contenção longitudinal de modo a interceptar a trajetória dos veículos a um ângulo máximo de 15°, interrompendo sua trajetória de queda. Se houver um terreno não transpassável, este deve receber proteção de dispositivo de contenção caso não possa ser terraplanado de modo a se tornar transpassável.</p>
	Proteção em pontes, viadutos e alças	<p>Pontes e viadutos devem receber dispositivos de contenção nas suas aproximações de modo a interceptar a trajetória dos veículos evitando choque com o início da barreira de proteção da obra de arte e a possibilidade de queda na passagem inferior ou no curso d'água. Sua extensão deve ser tal que o veículo tenha espaço suficiente para uma parada total prevenindo sua queda caso passe por trás do elemento de contenção e tenha área livre para percorrer trajetória de queda.</p>


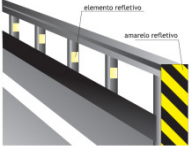
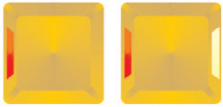

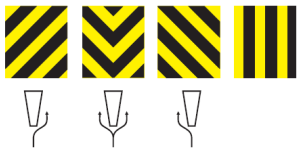

Quadro 9 - Dispositivos de contenção aplicáveis às rodovias em estudo

(conclusão)

ASPECTO VISUAL	DENOMINAÇÃO	APLICAÇÃO
	Proteção a usuários vulneráveis	A circulação de usuários vulneráveis às margens da rodovia se configura como um fator de risco de acidentes. Nessa situação é preciso verificar a necessidade de dispositivos de contenção para que haja uma separação física efetiva para garantir sua segurança, em especial junto a áreas urbanizadas ou com fluxo constante de usuários vulneráveis.
	Barreira de concreto	São empregadas em condições onde haja probabilidade de um veículo desgovernado cruzar o canteiro central e invadir pista contrária, chocar-se com obstáculo fixo ou sair da pista e colidir com talude crítico.
	Defensa metálica semi-maleável	Suas aplicações são semelhantes às das barreiras de concreto. Também são usadas em aproximações com pontes, rochas e dispositivos diversos. O afastamento mínimo da defesa com o obstáculo deve respeitar sua deflexão dinâmica na hora do impacto.
	Dispositivo anti-ofuscamento	Destinado a minimizar o ofuscamento dos condutores provocado pelos faróis dos veículos que circulam na outra pista, em sentido oposto. Dispositivos de contenção laterais contínuos podem servir como suporte para receber a implantação de dispositivos anti-ofuscantes. Devem ser projetados de acordo com a NBR 7941.
	Transição e conexões entre elementos distintos	Deve ser utilizada sempre que houver a necessidade de unir dois sistemas de contenção que apresentem diferentes níveis de rigidez. Deve produzir um enrijecimento gradual, suave e contínuo, do sistema menos para o mais rígido, de modo a minimizar ou prevenir o efeito de embolsamento, enganchamento ou penetração do sistema na área de transição.
	Retornos operacionais	Os sistemas de contenção podem ter aberturas operacionais e/ou emergenciais em distâncias compatíveis com as necessidades. Devem permitir rápida abertura e fechamento de modo a minimizar o tempo de exposição dos trabalhadores ao risco.
	Suportes colapsáveis	São estruturas projetadas e aprovadas em testes para se romper de forma controlada e previsível quando impactados por um veículo. Podem ser utilizados em suportes e colunas de placas de sinalização, semi-pórticos e em postes de iluminação. Pressupõe-se que o terreno seja transpassável e que haja uma zona livre após o suporte.
	Passarelas	Estrutura temporária ou permanente para travessia de pedestres sobre uma via de trânsito motorizado. Separa fisicamente os fluxos de pedestres e veículos eliminando o conflito entre eles. Por este motivo a passarela foi considerada um dispositivo de contenção neste estudo.

Fontes: (ARTESP, 2014), (DER/SP, 2009) e o autor

ANEXO E – Quadros explicativos para dispositivos auxiliares.

ASPECTO VISUAL	DENOMINAÇÃO	APLICAÇÃO
	Balizadores	São dispositivos refletorizados, instalados fora da superfície pavimentada, com o objetivo de direcionar os veículos na pista, especialmente à noite. São utilizados em trechos limitados da rodovia, onde há modificação do alinhamento horizontal.
	Balizamento de pontes e viadutos	Consiste na aplicação de película refletiva em seus guarda-corpos ou mureta de proteção.
	Tachas	São delineadores constituídos de superfícies refletoras aplicadas a suportes de pequenas dimensões de forma circular ou quadrada, fixadas ao pavimento por colagem, de forma a melhorarem a visibilidade das marcas viárias.
	Tachões	Elementos refletivos fixados ao pavimento por pinos. Devem ser na cor amarela com o refletivo da cor da marca a que estão conjugados. São usados onde se deseja imprimir resistência aos deslocamentos que impliquem a sua transposição, como mudança de faixa e ultrapassagem, causando desconforto ao fazê-lo.
	Marcadores de perigo	É o recurso de sinalização destinado a alertar o condutor quanto a um possível obstáculo capaz de afetar sua segurança, procurando destacar e aumentar a visibilidade do mesmo. Sua aplicação deve ser feita sobre os objetos de dimensões significativas, tais como pilares de viadutos, cabeceiras de ponte, narizes de bifurcações e ilhas, na via ou adjacente à mesma.
	Marcadores de alinhamento	Assinalam aos motoristas uma alteração no alinhamento horizontal da rodovia. Devem ser utilizados como complementação à linha de bordo, às tachas refletivas e/ou balizadores e aos sinais de advertência de curvas, quando é necessário enfatizar a mudança de trajetória.

Quadro 10 – Dispositivos auxiliares aplicáveis às rodovias em estudo





Fonte: (ANFAVEA, 2014) e (DAER/RS, 2014)

ANEXO F – Quadros explicativos para pavimentação.

Quadro 11 – Irregularidades asfálticas possíveis de serem encontradas nas rodovias em estudo (continua)

ASPECTO VISUAL	DENOMINAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO
	Irregularidade longitudinal	Somatório dos desvios da superfície de um pavimento em relação a um plano de referência ideal que afeta a dinâmica do veículo, das cargas, qualidade de rolamento e drenagem superficial.
	Trinca isolada longitudinal	Fenda existente no revestimento, facilmente visível, com abertura superior à da fissura e de direção de propagação longitudinal ao eixo da pista.
	Trinca isolada transversal	Fenda existente no revestimento, facilmente visível, com abertura superior à da fissura e de direção de propagação transversal ao eixo da pista.
	Trinca interligada tipo blocos	Conjunto de trincas que não possui direções preferenciais e apresenta erosão acentuada nas bordas
	Trinca interligada tipo Couro de Jacaré	Conjunto de trincas que não possui direções preferenciais e apresenta erosão acentuada nas bordas.
	Afundamento	Deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento.
	Ondulação ou corrugação	Deformação caracterizada por ondulações transversais regularmente espaçadas na superfície do pavimento.
	Escorregamento	Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.

Quadro 12 – Irregularidades asfálticas possíveis de serem encontradas nas rodovias em estudo
(conclusão)

ASPECTO VISUAL	DENOMINAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO
	Exsudação	Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento.
	Desgaste	Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.
	Panela ou buraco	Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das mesmas) podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.
	Remendo	Panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada “tapa-buraco”.

Fonte: (BERNUCCI, CERATTI, MOTTA, & SOARES, 2006)