

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
EDUARDO BELIM SALVINI

**ANÁLISE OBJETIVA DAS DEFENSAS METÁLICAS DA BR-467 ENTRE
CASCAVEL-PR E TOLEDO-PR**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Orientador: Engenheiro Civil Especialista
Lincoln Salgado.

CASCAVEL - PR
2017

BANCA EXAMINADORA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus e a minha família, pela força que me deram nesta caminhada,
fontes de meu esforço e motivação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me proporcionar esforço, disposição e saúde em minha vida.

A meu professor orientador pela paciência e compreensão durante a realização do trabalho.

A minha família por me apoiar durante esta longa jornada.

EPÍGRAFE

“O conhecimento nos faz responsáveis.”

Che Guevara.

RESUMO

Este trabalho trata-se de um estudo de caso onde serão utilizados artigos, normas, livros e pesquisa de campo, com a finalidade de analisar as defensas metálicas, quanto aos materiais utilizados e métodos de instalações, e compara-las com as exigências da norma específica, considerando suas características geométricas e estruturais. O estudo será realizado no trecho da BR-467 entre as cidades de Cascavel - PR e Toledo - PR. Espera-se que com este trabalho seja comprovado a variação de qualidade das defensas metálicas após serem analisadas, apontando possíveis diferenças e erros corriqueiros destes dispositivos comparados à norma específica, e também, apontar que estas prováveis irregularidades são prejudiciais aos requisitos de segurança da via.

Palavras-chave: Segurança viária, dispositivos de proteção, defensas rodoviárias.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Defesa metálica com delineador refletivo.....	13
Figura 2: Perfis metálicos desenvolvidos antigamente.....	16
Figura 3: Antigo perfil Armco e perfil W.....	17
Figura 4: Defesa metálica maleável deformada.....	22
Figura 5: Defesa metálica removível simples.....	23
Figura 6: Mapa com localização do trecho de análise.....	24
Figura 7: Inventário das defensas.....	25
Figura 8: Defesa metálica semimaleável simpes.....	27
Figura 9: Atenuadores, lâmina e espaçamento dos postes.....	28
Figura 10: Lâmina oxidada e atenuadores danificados.....	30
Figura 11: Detalhe normativo do terminal de ancoragem tipo C.....	31
Figura 12: Terminal de ancoragem tipo C.....	32
Figura 13: Segmento de defesa metálica danificada.....	33
Figura 14: Dispositivo oxidado e faltando parafusos.....	35
Figura 15: Terminal X-Lite.....	36

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	9
1.1 INTRODUÇÃO.....	9
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivo Geral.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos.....	10
1.3 JUSTIFICATIVA.....	10
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	11
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....	11
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	11
CAPÍTULO 2.....	12
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1.1 Histórico das defensas metálicas.....	13
2.1.2 Defensas metálicas no Brasil.....	16
2.1.3 Características das Defensas Metálicas.....	19
2.1.3.1 Tipos de defensas metálicas.....	21
CAPÍTULO 3.....	24
3.1 METODOLOGIA.....	24
3.1.1 Tipo de Estudo e Local da Pesquisa.....	24
3.1.2 Caracterização da Amostra.....	24
3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados.....	25
3.1.3.1 Caracterização das defensas metálicas.....	25
3.1.4 Análise dos Dados.....	26
CAPÍTULO 4.....	27
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
4.1.1 Geometria.....	28
4.1.2 Estrutura	30
4.1.3 Defensas metálicas com padrões norte-americano.....	35
CAPÍTULO 5.....	37
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
CAPÍTULO 6.....	39
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	39
REFERÊNCIAS	40

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Com o aumento significativo da população nos últimos anos, juntamente com a grande migração de pessoas em diferentes partes do território brasileiro, sejam elas destinadas a trabalhos ou estudos, fizeram com que estas se tornassem condutoras tanto de rodovias federais, quanto de estaduais. Tais usuários, independente dos automóveis que conduzem ou tempo de habilitação (experiência), estão sujeitos a riscos e acidentes. Estes podem ser causados por falhas mecânicas, humanas e, até mesmo, na execução de sinalização, pavimentação ou dispositivos de segurança das vias.

As defensas metálicas são equipamentos de proteção continua e essenciais em rodovias, pois desempenham funções de extrema importância, atendendo às necessidades da via, em especial, a de impedir impactos diretos contra obstáculos. Tais interrupções exercem uma função de reorientar os veículos descontrolados, que tendem a sair da pista em zonas de riscos, como morros, montanhas e taludes.

Segundo informações do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN - 2010), a frota de automóveis cresceu 119%, nos últimos dez anos, alcançando 64,8 milhões de veículos no mês de dezembro. Apesar desse crescimento significativo, a preocupação com os condutores das vias vêm, desde o intermédio do século 20, pois no Brasil, mais especificamente, na década de 60, as defensas metálicas já eram utilizadas. O dispositivo da época era o Armco, executado em postes de eucaliptos com seção quadrada, de acordo com o Manual de Segurança Rodoviária, desenvolvido por Adriano Murgel Branco (a pedido da Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias – ABCR).

Com o passar dos anos, estudos, pesquisas e desenvolvimento de normas foram realizados com o objetivo de aprimorar as defensas metálicas, fazendo com que os veículos não as ultrapassassem, ou se chocassem gravemente. Porém, em muitos casos, estes dispositivos de segurança são possivelmente executados de maneira incorreta, acarretando em uma péssima eficiência e, até mesmo, em riscos aos condutores das vias.

Nesse estudo, pretende-se avaliar e comparar a qualidade das defensas metálicas entre as cidades de Cascavel-PR e Toledo-PR.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar tecnicamente as Defensas Metálicas da BR 467 com relação às suas características geométricas e estruturais.

1.2.2 Objetivos específicos

- Esquematizar um inventário das defensas do segmento em estudo;
- Apontar as características geométricas e estruturais de tais defensas;
- Comparar os dados dos apontamentos com as exigências especificadas nos métodos de instalação das defensas metálicas (NBR 6971-2012);
- Apontar se as possíveis irregularidades são prejudiciais aos usuários da via.

1.3 JUSTIFICATIVA

Em função de muitos acidentes ocorridos desde a implantação das primeiras rodovias, notou-se que além de exercer a função de interligar diferentes lugares, esta deveria ser adequada e segura para os condutores, independente do veículo que conduziam. A fim de prevenir e evitar graves acidentes, como colisão direta com obstáculos fixos (árvores, postes), e também, possíveis fugas da estrada de veículos desgovernados, criou-se as defensas metálicas, com uma variada tipologia, as quais são de extrema importância para segurança viária até nos dias de hoje, pois este dispositivo após o impacto, redireciona o automóvel para a posição correta da rodovia.

As possíveis diferenças das defensas metálicas implantadas, comparado à sua norma específica (NBR 6971-2012), indicam que há irregularidades, sejam nos materiais utilizados, ou em seus métodos de execução. Quando existe esta discrepância, mesmo não sendo notada pelos condutores ou leigos do assunto, deduz-se uma inconveniência apresentada por esta rodovia, riscos e a não eficiência total do dispositivo, podendo ser maléfica aos condutores dos automóveis.

A razão deste estudo acadêmico foi analisar e comparar a qualidade das defensas metálicas, no que se refere a materiais e métodos de execução, da BR-467, que interligam as cidades de Cascavel e Toledo, ambas no Paraná, e apontar que as possíveis irregularidades encontradas nesses dispositivos, em relação as exigências geométricas e estruturais da norma específica, são prejudiciais aos condutores da via.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Houveram irregularidades nas defensas metálicas instaladas na BR 467, entre o trecho das cidades de Cascavel e Toledo – PR, se comparados à norma específica?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Existe a possibilidade de irregularidades nas defensas metálicas da BR 467 entre Cascavel e Toledo, pois há equipamentos que foram implantados recentemente, e também, devido aos acidentes já ocorridos neste trecho.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi limitado à análise e à comparação das defensas metálicas em relação à norma específica deste dispositivo de segurança (NBR 6971–2012), na BR-467 entre as cidades de Cascavel e Toledo-PR.

O trabalho foi realizado por meio de inspeção visual, coletando dados destas defensas metálicas implantadas, e comparando-as com as exigências geométricas e estruturais da norma específica deste equipamento (NBR 6971–2012). O estudo delimitou-se à localização destes dispositivos, das possíveis irregularidades existentes nestes elementos e ao apontamento de que estas discrepância com a norma são prejudiciais aos usuários desta via.

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As defensas metálicas são nada mais que um sistema de barreira ou dispositivos de segurança rodoviário contínuo constituído por peças de aço em diversos perfis, fixadas através de postes no solo, e a esses por meio de arruelas e parafusos em diversos locais da via, onde haja circulação de veículos. De acordo com a norma específica de 1999 de projeto e implantação de defensas metálicas (NBR 6971–1999), os calços (elemento de apoio do perfil) e espaçadores (peça existente entre a guia de deslizamento e o poste de sustentação, mantendo os elementos das extremidades afastados) podem ser empregados com relação à aplicação da defesa. Este dispositivo de segurança possui diversas funções, entretanto uma delas é considerada a principal para a segurança do usuário da via e, também, para a funcionalidade deste elemento, pois impede que o veículo fuja da rodovia em caso de uma possível perda de controle, atingindo locais de riscos como taludes, morros, árvores, redirecionando-o ao sentido correto da via. As defensas metálicas só exercem esta função de extrema importância, pois possuem um sistema de contenção juntamente com a ancoragem de modo a absorver o impacto do veículo, reduzindo consideravelmente os danos causados pelo acidente (NEVES, 2013).

Nas defensas metálicas, implantadas nos canteiros centrais e também nos laterais (periféricos), é vantajoso aplicar elementos retro-refletivos, também conhecidos como delineadores, afim de evitar possíveis acidentes. Estes auxiliam nos trajetos considerados com visibilidade ruim e, também, em períodos noturnos, sendo utilizados especificamente em localidades onde exista riscos de acidentes (lugares com diminuição da largura da via, alinhamento confuso, morros, grandes aterros e curvas acentuadas), sinalizando, orientando e direcionando os usuários da rodovia. Estes delineadores podem ser constituídos em material plástico, películas refletivas ou modelos prismático (MANUAL DE IMPLANTAÇÃO BÁSICA DE RODOVIA – DNIT, 2010).

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro – Lei nº 9.503/97, delineadores rodoviários enquadram-se como dispositivos auxiliares tendo como função única de melhorar a percepção dos condutores dos veículos. São aplicados em série nos suportes (defensas metálicas, elementos de emplacements) ou em pavimentos, reforçando a sinalização viária. Tais elementos secundários (auxiliares) podem ser bidirecionais (duas unidades refletivas) ou

monodirecional (uma unidade refletiva), definindo sua tipologia e as cores das faces refletivas, de acordo com os sentidos de circulação da rodovia, implantando-as com as faces refletivas direcionada ao sentido da via. A cor branca é específica para organizar fluxos de sentidos iguais, amarela para coordenar fluxos de sentidos diferentes, e a vermelha é específica para pistas simples rurais com dois sentidos de circulação. A Figura 1 mostra um dispositivo de segurança (defensa metálica) com um delineador rodoviário, de acordo com as exigências do Código de Trânsito Brasileiro.

Figura 1: Defesa metálica com delineador refletivo



Fonte: Site da empresa Marangoni (www.marangoni.com.br)

2.1.1 Histórico das defensas metálicas

Segundo Branco (1999), nos anos 50 e 60, já era comum ocorrerem acidentes envolvendo veículos desgovernados em rodovias, em específico em locais em que o uso de defesa era indispensável, como por exemplo, curvas acentuadas, morros, taludes e desfiladeiros. Tais automóveis colidiam drasticamente, ou, até mesmo, atravessavam esses dispositivos de segurança ocasionando acidentes gravíssimos. Em função disso despertou-se a

necessidade de melhorar esse equipamento, motivando muitos estudos em diversos países, a fim de buscar modelos mais eficazes de segurança aos automóveis desorientados. Estudaram-se possibilidades de melhorar a eficácia desses aparatos, baseadas em diferentes tipos de perfis abertos ou fechados, sendo eles cabos de poliéster ou de aço, como diversos modelos de barreiras de concreto, também conhecidos como *New Jersey*.

Ainda, em relação às informações de Branco (1999), o modelo de defesa metálica mais usual utilizado no Estados Unidos e também no Brasil, na década de 60 era o de tipo Armco, composto por perfis de aços moldados com parafusos e arruelas, constituindo uma faixa contínua, firmada ao chão por meio de postes de aço ou de madeira. Este último mais usual com postes de eucaliptos com seção quadrada, sendo fixados no solo a cada 4 metros. A lâmina moldada era zincada ou pintada sendo usualmente de aço comercial comum, com espessura de 2,5 a 3 milímetros.

Branco (1999), diz que estudos detalhados foram realizados nos anos 60, especialmente em países europeus, como na Alemanha e na França, ressaltando a importância das defensas não apenas como um dispositivo para reorientar os veículos desorientados, que tendem a sair da pista, mas também proteger os motoristas que guiam estes automóveis, evitando as consequências decorrente de colisões violentas. Os relatórios alemães “Anfahrversuche an Leitplanken” - (experimentos de colisão em guardrails), publicado em 1970 pelo “Strassenbau und Strassenverkehrstechnik” - (Construção de estradas e o tráfego rodoviário de engenharia), e os relatórios franceses “Barrières de Sécurité” (Barreiras de Segurança), publicado em 1971 pelo “Service D’Études Techniques des Routes et Autoroutes” – (Departamento de Estudos Técnicos de Estradas e Rodovias) do “Ministère de l’Équipement et du Logement” – (Ministério do Equipamento e Habilitação), dão conta dos novos conceitos.

Branco (1999), afirma que o relatório feito pelos alemães é considerado o mais detalhado, pois referem-se aos estudos realizados em outros países, sendo que estes obtiveram resultados de aproximadamente 150 testes executados em campo de prova, utilizando diversos modelos de defensas e barreiras de concreto. Já no relatório dos franceses não foram realizados tantos ensaios quanto o do país vizinho, porém, em diversas circunstâncias, frisaram também as observações feitas com colisões ocorridas em suas próprias rodovias. Contudo, a principal preocupação foi o resguardo nas obras, sendo que, normalmente, a segurança é inferior, comparada à gravidade dos acidentes. Em ambos os ensaios europeus, verificou-se não somente a eficácia dos elementos de segurança, juntamente com as

resultantes de seu comportamento ligado aos veículos, mas também os efeitos acarretados nos passageiros.

Segundo Branco (1999), os franceses concluíram que, nas circunstâncias de tráfego onde as velocidades fossem acima de 60 km/h e ângulos de colisão superiores a 15°, não seria útil a utilização de barreiras de concreto (New Jersey 45 a 60 cm de altura), pois para essas possuírem uma total efetividade deveriam ser implantadas em locais em que as velocidades fossem inferiores a 60km/h, onde não tivesse uma probabilidade de colisões com ângulos de valores altos. Já em casos em que a velocidade ultrapassasse esse limite, juntamente com choques acima de 15°, ambos citado anteriormente, era de extrema importância a aplicação de uma proteção mais eficaz, podendo ser de um tipo mais leve, para automóveis considerados não pesados a uma velocidade moderada, ou do tipo mais reforçado, para situações mais violentas. Em outro conjunto de pesquisa realizada pelos franceses, esses resumiram que as defensas metálicas deveriam possuir uma guia lateral para o automóvel, considerando que sua flexibilidade deveria ser suficiente para que a energia da colisão se eliminasse, de maneira a evitar uma deformação excessiva no veículo, ou seja, com o mínimo de danos materiais.

Após uma ampla análise realizada sobre as defensas metálicas, Branco (1999), afirma que houveram controversas nos apontamentos feitos pela Alemanha, em relação aos franceses, pois os alemães consideraram características relevantes deste dispositivo de segurança, as quais foram posteriormente importantes nos estudos brasileiros, conduzindo à normatização das defensas metálicas. De acordo com os alemães, as lâminas deviam ter bordas não cortantes e serem continuas com uma distâncias considerada dos postes, com juntas parafusadas, não podendo haver intervalos ou possíveis rompimentos. Este elemento de segurança deveria deformar-se após o choque de maneira a absorver grande parte da energia cinética do automóvel, devolvendo ao mesmo o sentido inicial (antes do acidente), com pequeno ângulo de retorno e baixa velocidade, evitando grandes impactos aos passageiros. A estruturação dos postes no solo, deveria ser feita por meio de bate-estacas, a fim de evitar a sua extração no momento do choque. Caso esses dispositivos de fixação fossem aplicados sobre pisos de concreto, deveriam ter chumbadores de grande resistência à tração.

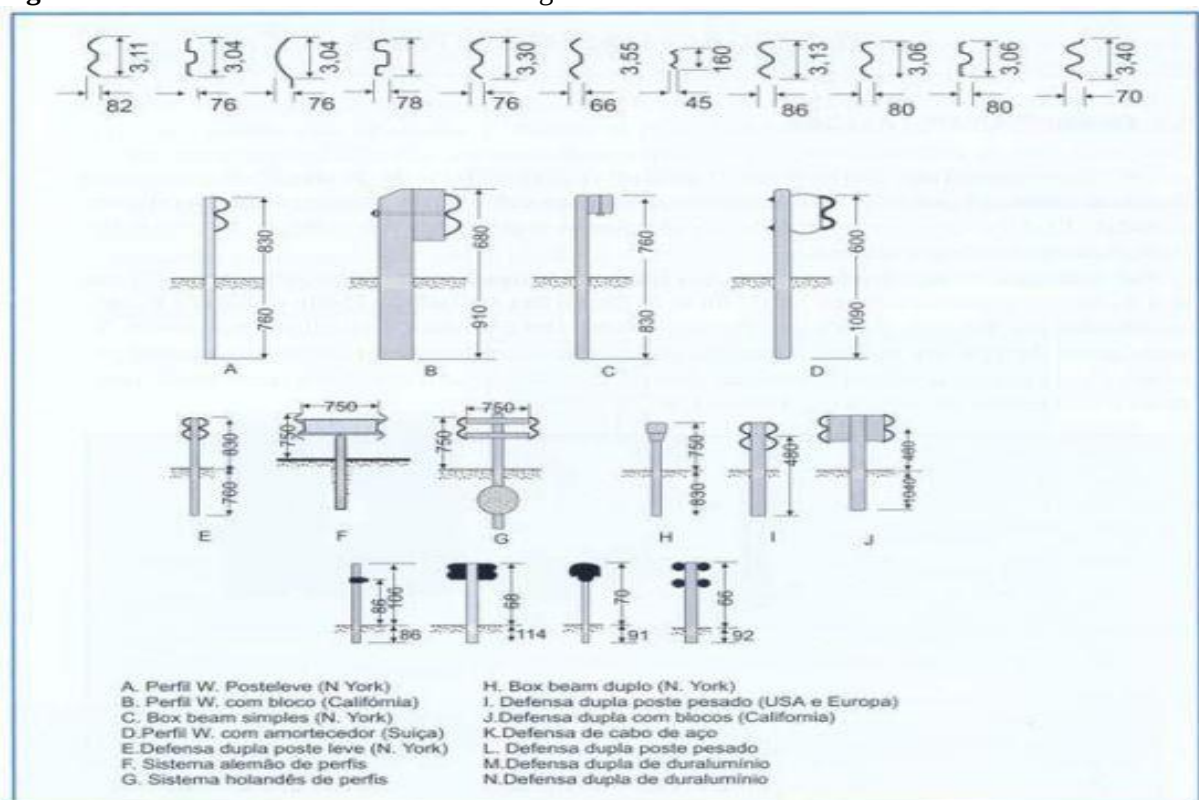
Ainda segundo Branco (1999), os alemães afirmavam que as defensas metálicas deviam ser ancoradas no chão ou parafusadas em dispositivos de concreto em suas extremidades livres, possuindo parafusos com cabeças arredondadas e porcas em todo o redor da furação, fazendo ligamento com as lâminas, a fim de não existir nenhuma relevância. Afirmaram também que esses dispositivos de segurança rodoviária deveriam possuir juntas de

dilação, também conhecida como juntas de movimento, a fim de aliviar as movimentações e vibrações dos elementos e, também, evitar uma grande variação volumétrica dos materiais envolvidos.

2.1.2 Defensas metálicas no Brasil

Com relação às afirmações feitas anteriormente, Branco (1999), citou que foram realizados vários estudos e análises baseados em diversos tipos de estruturas metálicas, materiais, dispositivos e perfis. Com o objetivo de melhorar a eficácia destes elementos de segurança, desenvolveram diversos perfis conforme mostra a Figura 2.

Figura 2: Perfis metálicos desenvolvidos antigamente

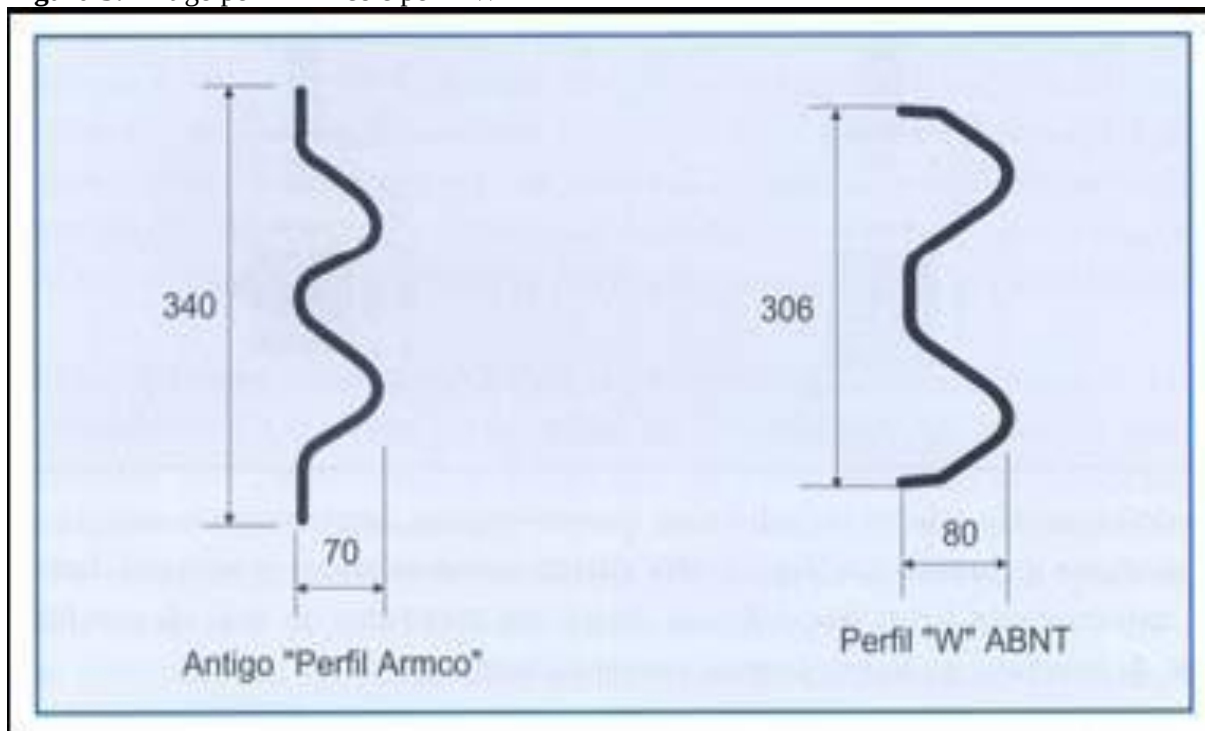


Fonte: Branco, (2017).

Após extenso estudos no Brasil sobre esses modelos de defensas metálicas mostrados na Figura 2, destacando-se o DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem), DERSA (Desenvolvimento Rodoviário S/A) e a ABNT (Associação Brasileira de Normas

Técnicas), juntamente com o esforço de normatização que realizou, determinou-se dois modelos básicos de defensas metálicas: o antigo perfil “Armco” e o perfil “W”, conforme mostra a Figura 3 (BRANCO, 1999).

Figura 3: Antigo perfil Armco e perfil W



Fonte: Branco, (2017).

De acordo com Branco (1999), o antigo perfil Armco com o perfil aberto que era parafusado em postes de madeira (seção quadrada de eucalipto), apontava muitos defeitos, perdendo sua total efetividade. Enquadravam-se nas deficiências deste dispositivo de segurança, as extremidades das lâminas, pois eram cortantes nas partes inferiores e superiores, a fixação da lâmina, que era executada diretamente aos postes de madeira (eventualmente ao aço), fazendo com que o veículo desliza-se sobre essa, colidindo-se com as estacas de madeira. Tentou-se, em algumas utilidades antigas, posicionar calços de madeira entre o poste e a lâmina, a fim de atenuar essa localidade defeituosa.

Branco (1999), diz que o método de fixação dos postes era executado com uma cavadeira, abrindo buracos ao chão e posicionando-os manualmente e que poderiam ser arrancados facilmente com a realização de poucos esforços. Este erro fazia com que carros

com a parte dianteira baixa entrassem em meio ao chão e a lâmina da defesa metálica. Também citou-se que colisões dessa categoria eram consideradas gravíssimas.

Após diversos estudos sobre defensas metálicas nas rodovias do Brasil, especialistas brasileiros desenvolveram projetos baseados em normativas e apontamentos dos alemães, com o intuito de realizar adaptações desses conhecimentos às condições brasileiras, em especial de caráter econômico. A classificação feita pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) como sendo a defesa metálica ideal, foi a maleável, a qual é constituída por apenas uma faixa de lâmina (simples), ou por duas faixas de lâminas (dupla). Esta reproduziu as ideias e especificações das defensas alemã, cumprindo todas as normativas sobre o aço, havendo uma alteração apenas no poste de fixação, que eram primeiramente compostos por um perfil “I” de origem siderúrgica (DIN – IPE – 100), e substituído posteriormente, por interesses brasileiros, por um perfil onde a produção era considerada mais fácil no Brasil, o perfil “C”. Branco (1999), afirmou que utilizando experiências e tentativas práticas de modelos com resistência semelhantes, consegue-se determinar de forma adequada peças e dispositivos para resistirem aos efeitos das colisões e, não somente, com resultados de cálculos, ausente de testes práticos, de perfis ou seções idênticas.

Os dispositivos que constituíam-se de lâminas maleáveis e eram presos a postes rígidos apresentavam uma resistência a colisão muito inconstante, sendo extremamente ampla rente aos postes e muito inferiores no centro do vão. Contudo, o automóvel que colidisse com poste de fixação teria uma desaceleração ríspida, sendo que se o impacto fosse no vão da lâmina, causaria uma “barriga” nessa guia, causando também uma potente desaceleração (BRANCO, 1999).

Em decorrência do descobrimento de que testes práticos eram os mais eficazes, do que simplesmente cálculos, fizeram com que os especialistas brasileiros coletassem peças alemãs que constituíam algumas vias brasileiras, em especial os elementos deformados em colisões na rodovia Presidente Dutra, a qual possui 402 quilômetros de extensão e liga grandes metrópoles como São Paulo e Rio de Janeiro. Após a coleta, repetiram as deformações controladamente em laboratórios do Centro Mauá de Pesquisas, do Instituto Mauá de Tecnologia, localizado na cidade de São Caetano do Sul – SP, processando vários tipos de perfis, sempre com o intuito de alcançar ou desenvolver modelos de peças que suportassem tensões e deformações idênticas e que absorvessem valores maiores ou iguais de energia. De modo curioso, o perfil “C” (adotado pelos especialistas brasileiros) que possui uma melhor agilidade na fabricação por ser um aço estrutural dobrado, o qual também foi

substituído pelo perfil “I” (originalmente alemão), respondeu positivamente em relação aos choques dos automóveis, resultando em um aumento de absorção de energia de 20%, deformando de maneira idêntica ao perfil europeu. O perfil brasileiro C 110 também levou vantagem na trabalhabilidade, que evita o momento de torção, o qual é responsável pela ruína no limite de deformação (BRANCO, 1999).

De maneira simultânea as análises anteriores, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), procurou desenvolver um modelo distinto de defesa metálica, conhecido como semimaleável, o qual mais se assemelhava as características americanas. Embora o modelo de defesa metálica alemã fosse conhecido mundialmente pela sua superioridade, os técnicos nacionais questionavam o baixo custo do modelo norte americano, os quais possuíam os postes de fixação mais espaçados, automaticamente mais resistentes. Porém, ausente da utilização de peças mais complexas como espaçadores e cintas. Após essa indagação, procurou-se criar e aprimorar um espaçador entre o poste metálico e a guia de deslizamento (lâmina), a fim de absorver energia da colisão (BRANCO, 1999).

2.1.3 Características das defensas metálicas

Segundo a norma específica de 1999 de projeto e implantação de defensas metálicas (NBR 6971 – 1999) e o DER/PR-2005 (Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná), define-se este elemento de segurança viária como sendo um dispositivo de proteção contínua composta por perfis metálicos colocados ao longo das rodovias, independente do fluxo de veículos ser grande ou pequeno, sendo projetadas com as formas e dimensões adequadas, a fim de absorver a energia de impacto, ocasionada por automóveis desgovernados, que tendem a fuga da via. Estes dispositivos de segurança possuem elementos e peças que fazem parte de composição, exercendo funções de extrema importância com relação a trabalhabilidade e efetividade da defesa. Tais elementos dividem-se em postes, espaçadores, garras, calços, cintas, terminais de ancoragem, elementos de fixação (porcas, arruelas, parafusos e plaquetas) e delineadores.

De acordo com a norma de 2012, sobre segurança no tráfego e implantação de defensas metálicas (NBR 6971-2012), exige-se que no requisito de implantação, os itens deste elemento de segurança não podem apresentar cantos, quinas ou extremidades vivas, direcionados em sentido oposto ao fluxo da via. Os dispositivos de fixação (postes metálicos)

devem estar atrás das guias de deslizamento (lâminas) e devem ter formatos arredondados e baixos, em casos em que exista a possibilidade de atingir automóveis e pessoas. Os postes de fixação das defensas metálicas devem ser cravados a aproximadamente 1,10 metros, por meio de um caminhão bate estaca, em aterro compactado, sendo também aplicada essa exigência nos casos das fixações serem implantadas em terrenos ondulados, ou em taludes. A norma específica mais recente das defensas (NBR 6971-2012), ainda afirma que o processo de fixação dos postes no solo devem ter atrito lateral apropriado, sendo cravados em terreno compactado por meio de processo de percussão, entretanto, a (NBR 6971-1999) afirma que em trechos pequenos (menores de 300 m) e ausente de defensas, pode-se adotar uma execução por meio da abertura de furos no solo, preenchendo-o com concreto.

Em relação ao requisito projeto das defensas metálicas, a NBR 6971 (2012), diz, que esses elementos de segurança viária podem ser planejados e projetados para rodovias em margens de lagos e rios, canteiros centrais, curvas acentuadas de pequeno raio, aterros, viadutos, extremidades de pontes e também em situações classificadas necessárias pelo projetista. A norma específica também afirma que o projetista deve seguir e analisar condições antes de planejar o emprego deste dispositivo, como nos casos de canteiros centrais deve-se analisar a largura deste e o tráfego diário, sendo que em aterros a atenção maior é em relação a sua altura e declividade. Em casos considerados pelo projetista como perigosos e também necessários para o emprego de defensas, como por exemplo, locais onde exista elementos fixos nas extremidades da rodovia, deve-se analisar especificamente a velocidade diretriz (velocidade de projeto) da rodovia e do volume diário médio (VDM) e também a distância até esses obstáculos.

Segundo o Instituto de Pesquisas Rodoviárias – MT (1979), as defensas metálicas devem ser implantadas e usadas em rodovias, onde as pistas são separada, havendo grandes volumes de tráfego com canteiros centrais estreitos, pistas com grandes aterros ou taludes íngremes e, também, estradas com adversidades nas laterais e objetos (acessórios e estruturas), que ofereçam riscos ao condutor da via. Nos casos da implantação destes dispositivos de segurança em pistas com aterro, depende-se de importantes condições, tais como, fatores básicos (inclinação do talude de aterro, altura do aterro), relativos ao local (curvatura horizontal, largura da pista, condições climáticas), acidentes (ocorrências de acidentes, em principal a de fuga de veículos com repetições num mesmo local) e quanto ao projeto e classificação da rodovia (característica de tráfego e determinação do projeto).

O Instituto de Pesquisas Rodoviárias – MT (1979), também diz que a necessidade de implantação de defensas metálicas em aterros não se pode ordenar ou definir por meio de pesquisas diretas, mesmo que algumas verificações sejam consideradas adequadas para essa feição. Afirma-se que deve-se confiar nos estudos práticos, em experiências existentes dos departamentos federais e estaduais e nos critérios pertinentes de projeto.

De acordo com a NBR 6970-1999 (Defensas metálicas zincadas por imersão a quente), estabelece as características exigidas no quesito de recebimento destes dispositivos de segurança rodoviária de perfis zincados por imersão a quente, afirmando que a sua condução até o local de implantação, juntamente com a sua estocagem devem ser realizados evitando possíveis danos a esse material, sendo que este ao ser solicitado, deve haver no certificado do fabricante dos artefatos o número do lote de entrega, dimensões, propriedades mecânicas e identificação do fabricante. A fim de evitar a corrosão, os itens constituintes das defensas metálicas precisam seguir as orientações da NBR 6323-1990 (responsável pelas exigências dos elementos de ferro ou aço fundido envolvido de zinco mergulhados a quente), sendo que essa zincagem tenha a obrigação de proporcionar um acabamento adequado, sem falhas e totalmente revestido de maneira uniforme (NBR 6970-1999).

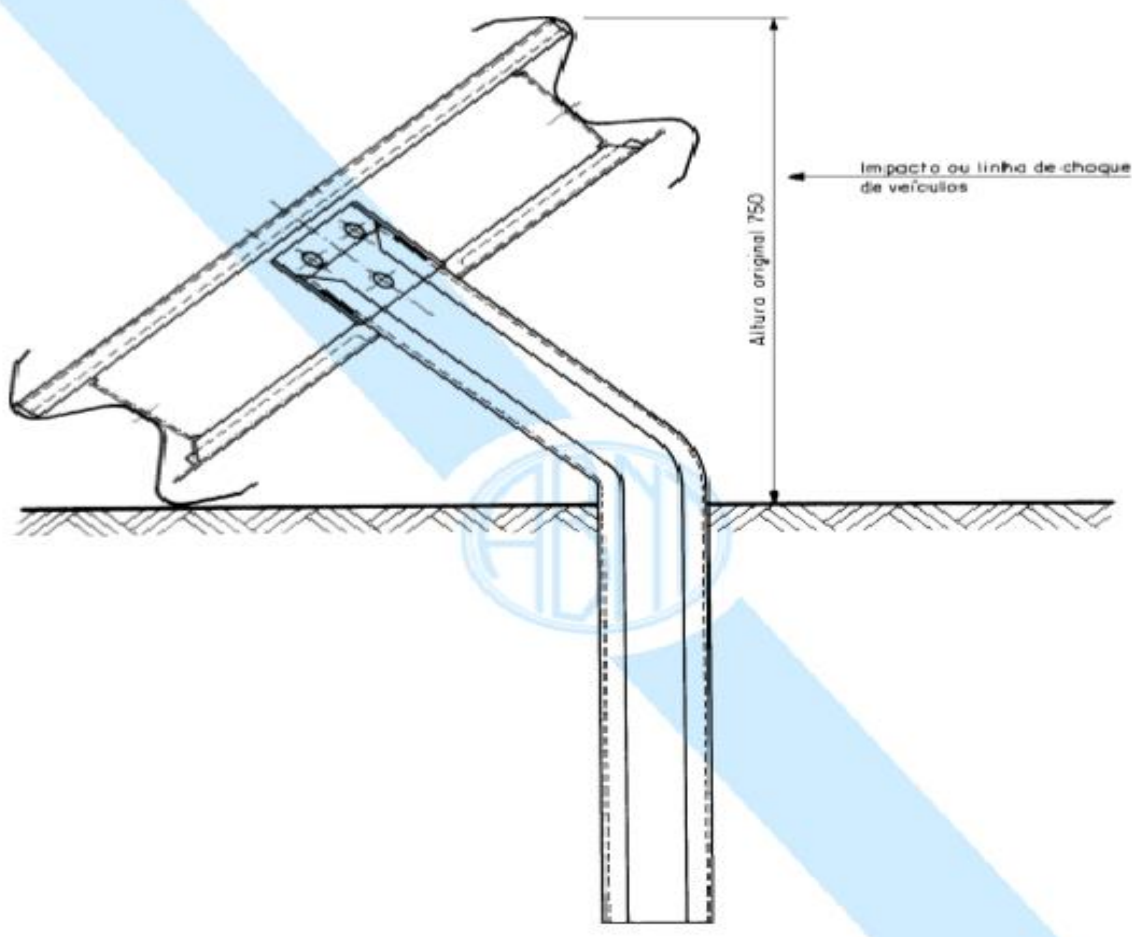
Quanto as propriedades mecânicas dos perfis de aço que constituem as defensas metálicas, sejam eles, cintas, calços, postes, espaçadores ou lâminas devem atender determinadas características, tais como, LR (limite resistente à tração) de no mínimo 350 MPa, LE (limite de escoamento) não podendo ser inferior a 240 MPa e alongamento de 20% após a ruptura de no mínimo 3,0 milímetros, ou superior a isso em casos superiores a 23% (NBR 6970-1999).

2.1.3.1 Tipos de defensas metálicas

A NBR 6971 (2012), define vários tipos de defensas metálicas, tais como a simples, dupla, maleável, semimaleável, removível e defensas com lâminas tripla onda, sendo que todas, independente da tipologia, possuem as mesmas funções de absorverem a energia de colisão causada por veículos desgovernados e redireciona-los para o sentido correto da via. Classificam-se as defensas metálicas simples (uma lâmina) e dupla (duas lâminas) de acordo com sua quantidade de lâminas (guia de deslizamento), sendo ambas compostas por apenas uma linha de postes. Já as defensas maleáveis e semimaleáveis podem constituir uma lâmina

(simples) ou duas (dupla), diferenciando-se de acordo com os itens que a constituem, sendo o poste da semimaleável, mais rijo, espaçado com 4 metros de distância e o elemento de fixação da defesa maleável espaçados com 4 metros em casos de dupla lâmina ou 2 metros para o modelo simples. Segundo a norma específica de 1999 (NBR 6971-1999), defensas metálicas maleáveis, a fim de ter total efetividade após serem colididas por automóveis desgovernados, devem-se tender a deformar-se de acordo com Figura 4.

Figura 4: Defesa metálica maleável deformada

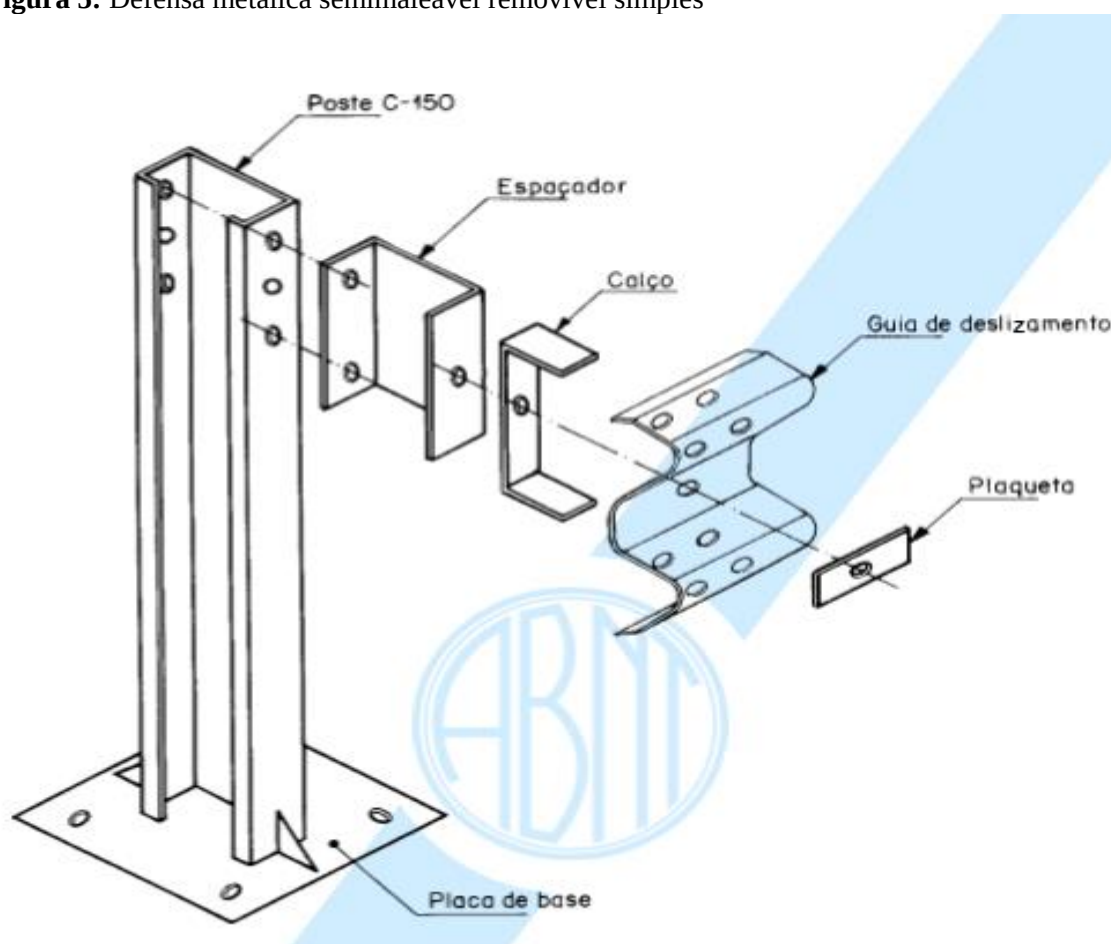


Fonte: NBR 6971:1999, (2017).

A norma específica de defensas metálicas de 1999 (NBR 6971-1999), classifica, alguns dispositivos de segurança viária que não são listados na norma mais atual (NBR 6971-2012), como os modelos de defensas medianas, rígidas e semirrígidas, sendo as duas últimas derivadas das defensas semimaleáveis, uma vez que no modelo rígida, diminuem-se os

espaçamentos entre os postes, enquanto nos elementos de tipologia semirrígida, eliminam-se os espaçadores simples. Os sistemas de segurança medianos, são classificados como qualquer tipo de defensas metálicas citadas anteriormente pela norma de 1999, cuja implantação é realizada em canteiros centrais. As defensas removíveis que são listadas tanto pela norma de 1999, quanto a de 2012, englobam todos os dispositivos de segurança, pois a única discrepância em relação aos outros modelos são os itens de fixação (postes) que possuem uma base feita geometricamente para aparafusar no pavimento, permitindo possível remoção, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5: Defesa metálica semirremovível simples



Fonte: NBR 6971:1999, (2017).

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

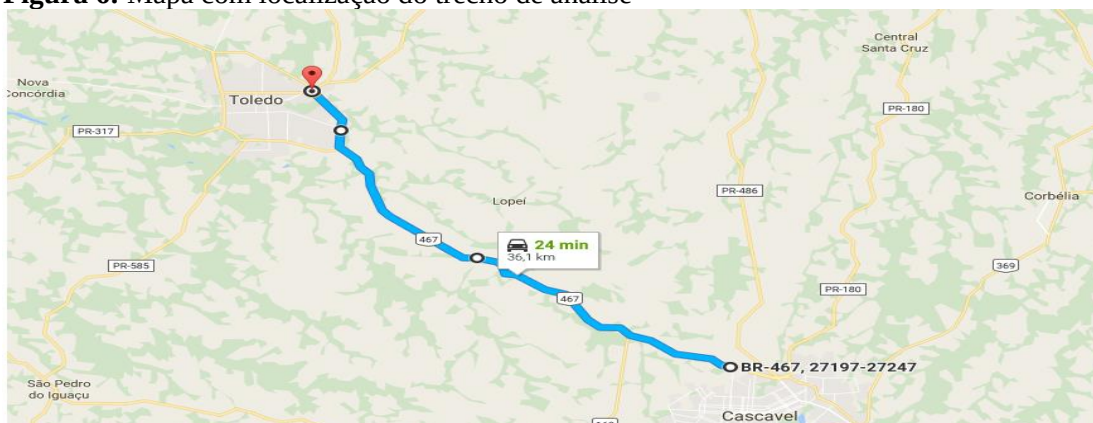
Tratou-se de um estudo de caso das defensas metálicas da BR-467, entre Cascavel-PR, do trevo da Jorge Lacerda até o viaduto de entrada da cidade de Toledo-PR. A via era totalmente duplicada no trecho de análise, possuindo um grande fluxo de veículos com diversas curvas e taludes, explicando a abundância de defensas metálicas nessa rodovia.

A análise foi realizada por meio de inspeção visual (*in loco*), verificando a qualidade e apontando os possíveis erros, de acordo com a norma (NBR 6971-2012), no que se refere aos materiais utilizados e aos métodos de instalações. Após a verificação e comparação dos dispositivos de segurança, foi realizada uma análise, considerando a segurança viária.

3.1.2 Caracterização da amostra

A análise e verificação foram realizadas na BR-467 entre as cidades de Cascavel e Toledo, ambas no estado do Paraná como representa a Figura 6. O trecho que foi averiguado tem um fluxo considerado de veículos durante todo o dia com aproximadamente 36 quilômetros de distância, conforme a Figura 6.

Figura 6: Mapa com localização do trecho de análise



Fonte: Google Maps, 2017.

3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados foi executada de forma visual, onde existiam defensas metálicas, na BR-467, entre as cidades de Cascavel-PR e Toledo-PR, durante os meses de julho, agosto e setembro de 2017. Realizando, portanto, um registro fotográfico das possíveis diferenças deste dispositivo de segurança e comparando-os em relação à norma específica. O processo de visita foi feito em período integral, de acordo com a disponibilidade do acadêmico, sendo realizado apenas em dias ensolarados.

Para realização do procedimento de coleta de dados, foi feito a locação das defensas metálicas e, também, utilizada uma planilha para inventariar e caracterizar esses elementos de segurança, sendo considerada sua localização, geometria e métodos de fixação.

3.1.3.1 Caracterização das defensas metálicas

A caracterização desses dispositivos de segurança teve como objetivo facilitar ao acadêmico a coleta e análise dos dados. Esta foi feita por meio de uma tabela, que, além de caracterizar as defensas metálicas, foram catalogadas, tendo como base os requisitos da norma específica (NBR 6971-2012).

A tabela de auxílio, como mostra a Figura 7, constituiu o tipo da defesa metálica, forma, dimensões, tolerância e implantação de maneira detalhada e organizada, sendo utilizada uma em cada trecho analisado.

Figura 7:Inventário das Defensas Metálicas.

INVENTÁRIO DAS DEFENSAS METÁLICAS DA BR 467		
	COMO ESTÁ EXECUTADO	COMO ESTÁ NA NORMA
TIPOS DE DEFENSAS		
LÂMINA (GUIA DE DESLIZAMENTO)		
POSTE		
TIPO DE ESPAÇADOR		
CALÇO		
TERMINAL DE ANCORAGEM		
ELEMENTOS DE FIXAÇÃO (PARAFUSOS, PORCAS, ARRUELAS E PLAQUETAS)		
DELINEADOR		
LOCALIZAÇÃO E FUNÇÃO		

Fonte: Autor, 2017.

3.1.4 Análise dos dados

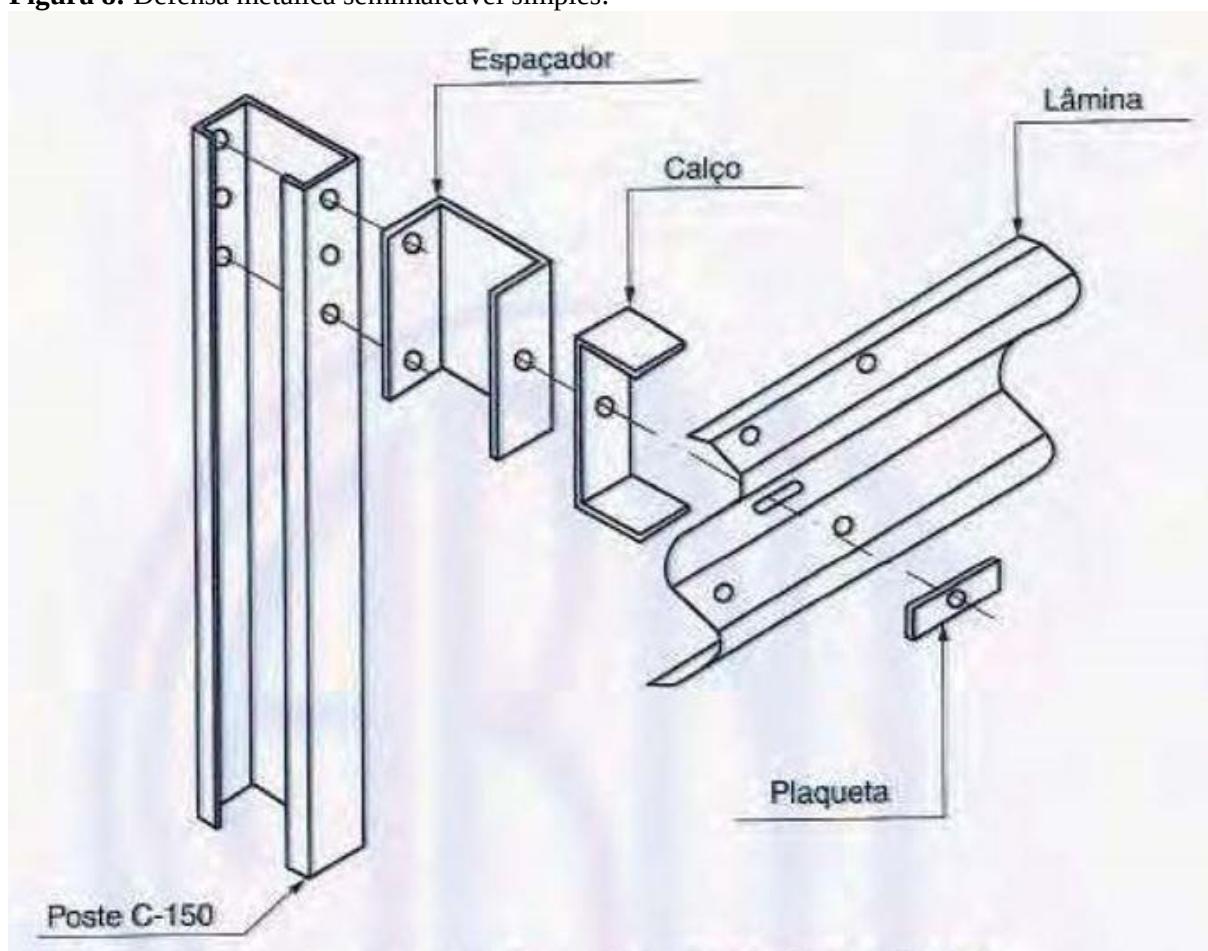
Após a coleta de informações, foram realizadas análises, durante o mês de setembro, utilizando fotografias, feitas pelo acadêmico, dos dispositivos de segurança, juntamente com as informações do inventário das defensas metálicas (Figura 7) do trecho estudado e posteriormente, a comparação destes dados, em relação as características geométricas e estruturais exigidas pela norma específica (NBR 6971-2012), apontando possíveis desconformidades do que está executado. Estas prováveis diferenças foram consideradas de modo que se permitiu apontar se houve risco eminente e prejudicial a segurança da via.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao realizar a análise, foi utilizada uma planilha de inventário das defensas metálicas, juntamente com registros fotográficos dos dispositivos. Notou-se que, em todo o trecho de análise, os elementos de segurança existentes eram do tipo semimaleáveis simples, como mostra a Figura 8. Estes são formados por apenas uma linha de lâmina metálica com a tipologia “W”, também conhecida como guia de deslizamento, sendo estas sustentadas por uma única série de postes.

Figura 8: Defesa metálica semimaleável simples.



Fonte: NBR 6971:2012, 2017.

4.1.1 Geometria

Durante a realização da coleta de informações, constatou-se que três seguimentos de defensas metálicas do trecho de análise eram dispositivos antigos, os quais apresentavam severos sinais de oxidação. Notou-se também que houveram implantações recentes de novas defensas metálicas realizadas pelo programa Federal do DNIT, nomeado como BR-Legal, o qual teve como objetivo de sofisticar ou substituir o material considerado antigo ou em desuso. Tal programa estuda e visa melhores condições para a segurança viária.

Ao realizar as fotografias, observou-se no sentido de Cascavel à Toledo, mais especificamente, ao lado esquerdo da rodovia, entre os quilômetros 105 e 104, defensas metálicas de aproximadamente 20 metros de comprimento colocadas recentemente no canteiro central da rodovia, impedindo que um veículo desgovernado, caía no declive que divide os dois sentidos do tráfego. O processo de implantação e instalação dos materiais que compõe esses dispositivos dessa extensão, seguiram corretamente a norma específica para a execução deste serviço (NBR 6971-2012), pois o espaçadores semimaleáveis (formato de perfil C) foram posicionados com abertura para o mesmo lado do poste e fixados (dois furos no poste e um no calço utilizando parafusos M16 com porcas e arruelas) de maneira a separar a coluna metálica e a guia de deslizamento, evitando uma colisão direta do veículo com o poste (Perfil C-150). O calço posicionado de maneira correta (com sua abertura para o lado da guia de deslizamento) e parafusado, através de um parafuso M16, de modo a fixar a plaqueta, lâmina e o calço por meio de um furo, propiciou à lâmina sua principal função como peça de apoio, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9: Atenuadores, lâmina e espaçamento dos postes.



Fonte: Autor, 2017.

Ainda em relação à Figura 9, nota-se a existência de um dispositivo delineador de plástico de cor amarela e refletivo unido ao poste, o qual é citado em orientações normativas e também no código de trânsito brasileiro (CTB). Este tem, como principal função, melhorar a visibilidade dos motoristas, principalmente em período noturno, beneficiando e proporcionando segurança na rodovia. De acordo com a NBR 6971-2012, o intervalo entre os delineadores é estabelecido, conforme a velocidade e geometria da via, podendo estabelecer como critério básico sua fixação a cada 16 metros em tangentes e a cada 4 metros em curvas, sendo que em casos específicos, o espaçamento destes dispositivos é definido a critério do projetista.

Embora a geometria e a instalação desses elementos de segurança neste trecho tenham seguido as recomendações da norma específica, notou-se que essas implantações não acompanharam corretamente todas as orientações disponibilizadas pela ABNT, pois segundo a NBR 6971-2012, os postes de defensas metálicas semimaleáveis, de tipologia C-150 devem estar fixados no solo com espaçamento entre eles de quatro metros, podendo ter seus espaçamentos levemente reduzidos quando necessário, e conforme a Figura 9, a implantação desses elementos estruturais neste trecho não obtiveram ao menos a metade da distância recomendada por norma, sendo posicionados com vãos inferiores a dois metros.

Apesar de as defensas metálicas do trecho analisado anteriormente possuírem algumas discrepâncias com a norma específica, estas demonstraram boas condições de estética e de uso, porém não foram todas que puderam ser avaliadas dessa maneira, como por exemplo as existentes entre os quilômetros 76 e 75, mais precisamente, posicionadas ao lado direito da rodovia. Estas defensas, embora tenham sido projetadas e implantadas segundo a NBR 6971-2012, em suas determinadas características de fixação e posicionamentos, seguindo paralelamente a diretriz da rodovia e implantadas corretamente com distâncias superiores a 50 centímetros da rodovia, apresentaram guias de deslizamento com severos sinais de oxidação, devido à falta de conservação do material, como por exemplo, ausência de pintura durante a vida útil do elemento e até mesmo a inexistência da aplicação de produtos antioxidantes para metais.

Não obstante, as defensas metálicas deste trecho ainda apresentaram consideráveis defeitos nos seus dispositivos atenuadores (espaçadores e calços), com suas geometrias visivelmente danificadas e tortuosas, logo, incorretas, inaproveitáveis e longe das orientações da norma específica NBR 6971-2012, não desenvolvendo ou atendendo às suas principais funções em caso de uma possível colisão. Entende-se que, pelo fato desses dispositivos apresentarem péssimas condições de uso e de segurança, não foram substituídos por materiais

novos com geometrias adequadas e, tampouco submetidos a manutenção e conservação dos elementos danificados e incorretos, como mostra a Figura 10.

Figura 10: Lâmina oxidada e atenuadores danificados.



Fonte: Autor, 2017.

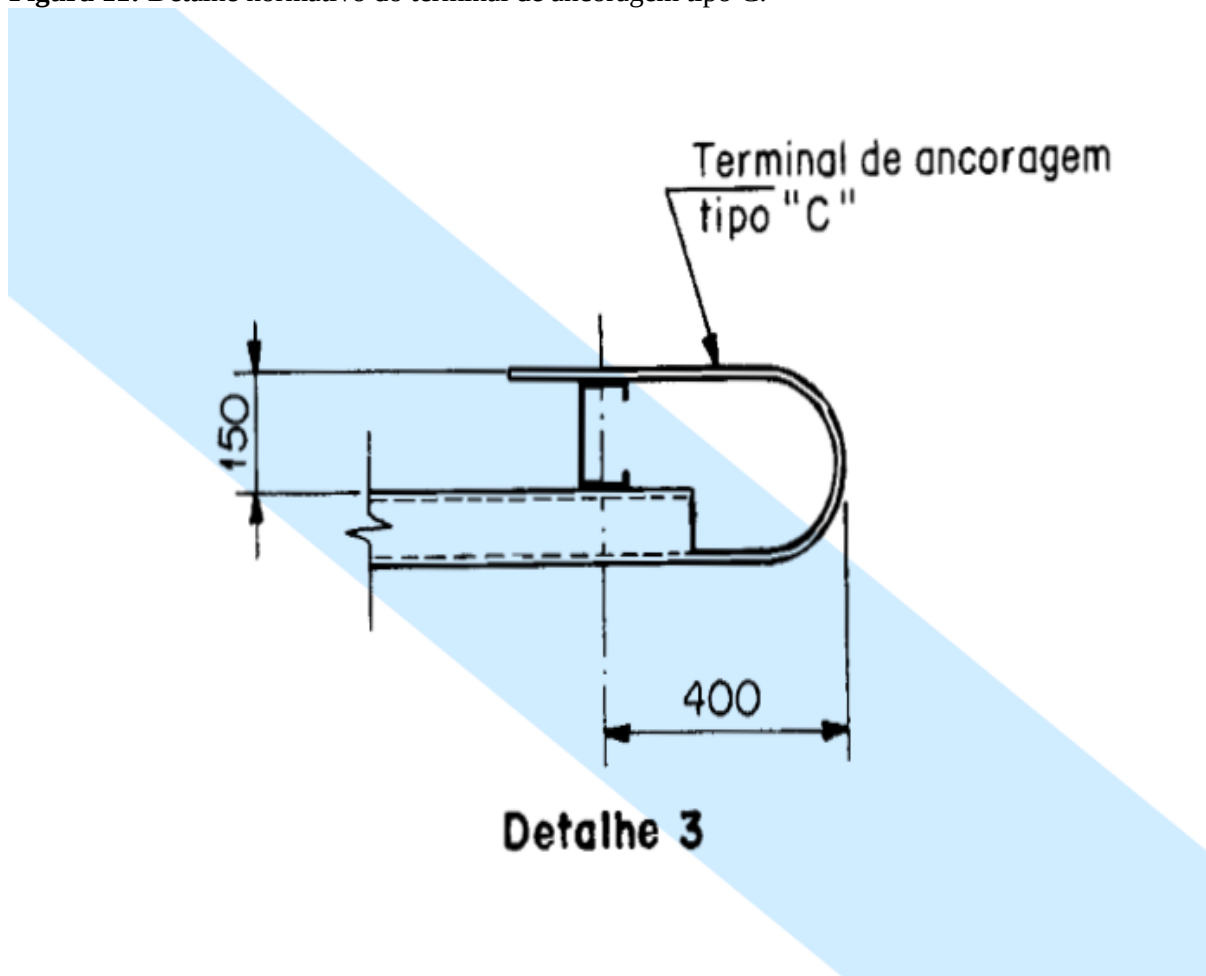
4.1.2 Estrutura

Com as informações das características estruturais das defensas metálicas, assim como as análises das propriedades geométricas, constatou-se que houveram trechos que apresentaram, tanto excelente, quanto péssimas condições de uso.

Os dispositivos de segurança implantados, recentemente, no canteiro central da rodovia, no sentido de Cascavel-Toledo, localizados entre os quilômetros 105 e 104, os quais tiveram suas particularidades geométricas citadas anteriormente, apresentaram um terminal de ancoragem não tão usual, mais conhecido como terminal de ancoragem tipo C. Segundo a norma específica, as lâminas mais usuais e padrões das extremidades das defensas metálicas

semimaleável simples devem ser ancoradas ao solo com 20 centímetros de profundidade, devendo ter aproximadamente 16 metros de extensão antes de alcançar a altura de projeto (primeiro poste), não deixando cantos vivos ou quinas direcionadas contra o fluxo de veículos. Embora o terminal de ancoragem de tipologia C não seja comum, este é citado, aceito e também recomendado pela NBR 6971-2012, como mostra a Figura 11.

Figura 11: Detalhe normativo do terminal de ancoragem tipo C.



Fonte: NBR 6971:2012, 2017.

O processo de ancoragem dos dispositivos, destes trechos, não tiveram suas lâminas enterradas no solo. Logo não foram seguidas as orientações de extensão da guia de deslizamento padrão, porém optou-se por outras orientações normativas presente na (NBR 6971-2012), as quais permitiam as instalações de terminais de ancoragem tipo C no trecho analisado. A opção adotada, específica para velocidades menores ou iguais a 60 km/h, forma

um conjunto geométrico que permite que tanto o poste (largura de 150 mm), quanto a lâmina envolvida no arranjo estrutural não exponham arestas ou cantos vivos contra o fluxo de automóveis. É o que mostra a Figura 12, que demonstra exatamente como é detalhado pela norma específica. Isso ocorre devido ao formato do perfil de ancoragem tipo C englobar os dispositivos metálicos (poste e guia de deslizamento) de maneira a substituir o terminal de ancoragem padrão que tem parte de sua estrutura enterrada ao solo, possibilitando atenuar a colisão inicial e o posterior deslizamento pela lâmina de perfil W.

Figura 12: Terminal de ancoragem tipo C.



Fonte: Autor, 2017.

Embora a realização da coleta de dados e dos registros fotográficos dos 14 segmentos de defensas metálicas analisados apresentarem 8 deles (58 %) com instalações recentes de peças e materiais, assim sendo, uma sucinta fiscalização destes novos dispositivos, notou-se que houveram algumas exceções quanto a isso em determinados locais. Tal fato ocorreu em uma localidade cuja a implantação das defensas metálicas é indispensável, devido à presença de um viaduto.

A existência de defensas metálicas em boas condições de emprego, utilização e desempenho em locais onde haja, morros, taludes ou viadutos são de extrema importância, pois evitam que os automóveis desgovernados fujam da pista e despenquem, o que pode provocar grandes tragédias. Porém, não foi o que aconteceu entre o quilômetros 75 e 76, no sentido de Toledo à Cascavel, ao lado direito da rodovia, pois os responsáveis pela instalação e principalmente da fiscalização desses dispositivos de segurança não tiveram a atenção e a precaução adequada com relação aos elementos de proteção da via e muito menos com os condutores da mesma, como mostra a Figura 13.

Figura 13: Segmento de defesa metálica danificada.



Fonte: Autor, 2017.

A Figura 13 enquadra-se no conjunto de defensas metálicas mais danificadas e prejudiciais da BR-467, no trecho analisado, pois não consta-se, nos primeiros três metros deste dispositivo, as mínimas instruções e orientações normativas de implantação

disponibilizadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Nota-se que o estado de deterioração em que se encontra a defesa metálica do local de análise se deu, principalmente, pela ocorrência de uma colisão com determinado tipo de automóvel, ficando nítido, até mesmo por leigos no assunto, que este elemento de proteção não recebeu nenhum tipo de manutenção ou substituição após a ocorrência do acidente que danificou o arranjo de materiais, gerando, portanto, insegurança por parte dos condutores e facilitando para o ocorrência de novos acidentes.

No segmento danificado analisado, percebe-se a inexistência de conservação e manutenção rotineira, bem como aplicação de métodos de gestão para implementação de melhorias por parte do governo federal, através do órgão responsável, neste caso o DNIT. Devido as graves e preocupantes deformações, demonstradas nas figuras, em especial a 13, que indicou danos nos postes (perfil C), nas lâminas de deslizamento (perfil W) e a ausência de terminais de ancoragem, sejam eles de perfil C ou enterrados no solo, percebeu-se a falta de inspeção e fiscalização no local por parte do órgão encarregado, comprometendo-se a geometria e a estrutura do dispositivo de segurança, resultando-se em uma completa falta de efetividade do mesmo.

Ainda, com relação ao segmento e local de análise da Figura 13, durante a realização da coleta de informações, notou-se que além do material arruinado existente, havia também, no mesmo segmento de lâminas de perfil W, materiais enferrujados com a geometria danificada, sinalização vertical com estaca de madeira enterradas no mesmo furo que o poste metálico de perfil C, e, também, ausência de parafusos conectores na guia de deslizamento. Estas discrepâncias de características das defensas metálicas, com relação à norma específica, apesar de visualmente não serem consideradas erros ou danificações graves, podem prejudicar o arranjo geométrico e estrutural deste conjunto de elementos de proteção. Embora nas orientações da NBR 6971-2012 não conste que é considerado irregular a implantação da estrutura de madeira da sinalização vertical, ocupando juntamente o mesmo furo com o poste metálico das defensas metálicas, deduz-se que este último poderá não ter total efetividade ao atenuar e deformar-se com os possíveis impactos que receberá em sua vida útil, devido à possibilidade de não ter uma boa fixação e estabilidade ao ser cravado em conjunto a outro elemento.

Com relação à lâmina de perfil W da Figura 14, nota-se que está enferrujada e com o seu espaçador danificado e retorcido, porém a maior preocupação com relação à sua eficácia e trabalhabilidade em caso de um acidente, em conjunto ao poste de perfil C, citado anteriormente, é referente à falta do conjunto de parafusos na parte superior da guia de

deslizamento, sendo que estes, de acordo com a norma específica, deveriam ser da tipologia M16, chanfrados de ambos os lados e fixados corretamente em toda a furação da lâmina, possuindo porca e arruela, diferentemente do que mostra a Figura 14.

Figura 14: Dispositivo oxidado e faltando parafusos.



Fonte: Autor, 2017.

4.1.3 Defensas metálicas com padrões norte-americano

Embora as fotografias e as informações coletadas tenham sido realizadas em território brasileiro, constatou-se, em várias partes do trecho analisado, a utilização de métodos americanos empregados em determinadas partes da implantação, alterando a trabalhabilidade inicial das defensas metálicas após o primeiro impacto. Esta metodologia estadunidense, mais especificamente, refere-se a um terminal para defesa re-diretivo de abertura, e é identificado como Terminal *X-Lite*, o qual é projetado para aplicações rodoviárias paralelo à rodovia, ou com segmentos angulares, podendo ser aplicado diretamente ao início da defesa metálica, substituindo os terminais de ancoragens, sejam eles enterrados no solo (terminal abatido) ou de perfil C. O terminal estrangeiro (*X-Lite*) não é apontado na norma brasileira (NBR 6971-2012), porém suas particularidades enquadram-se nas orientações normativas nacionais dos terminais absorvedores de energia, atendendo

também à norma americana NCHRP 350 (Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features), que significa (Procedimentos recomendados para a avaliação de desempenho de segurança de recursos rodoviários).

O Terminal *X-Lite* possui aproximadamente 12 metros de comprimento, variando sua altura entre 710 a 790 mm, sendo composto por diversos itens padrões listados na (NBR 6971-1999), como por exemplo, a guia de deslizamento e elementos de fixação (porcas, arruelas, parafusos e plaquetas), com exceção dos atenuadores (espaçadores e calços) e os postes de fixação, pois suas estacas metálicas, mais precisamente as duas primeiras são consideradas como postes colapsáveis e o restante, presente no segmento do terminal, possui uma configuração no formato de perfil I, diferentemente da norma brasileira que recomenda um perfil C. Como mostra a Figura 15, o *X-Lite* é composto também por cabos ancorados nos postes, que sofrerão o colapso inicial, um painel deslizante para que o carro ao finalizar sua colisão com o terminal, atinja a defesa metálica, portadora das características brasileiras, e também um cabeçote de impacto, a fim de atenuar a colisão inicial, não deixando exposto e, contra a direção do condutor nenhuma espécie de elemento metálico com cantos ou arestas vivas.

Mesmo o elemento *X-Lite* não sendo mencionado na norma específica brasileira de defensas metálicas, este terminal de ancoragem americano possui grande poder de absorção de energia em colisões, podendo absorver impactos de até 100 km/h. O *X-Lite* possui características de projeto que possibilitam ser conectados às barreiras de concreto (*Guard Rail* de concreto), adicionando um conjunto de transição, dispondo também de propriedades capazes de acoplar-se, diretamente, com os elementos de segurança recomendados pela norma nacional (NBR 6971-2012), sem a necessidade de ajustamentos.

Figura 15: Terminal *X-Lite*.



Fonte: Autor, 2017.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As defensas metálicas são dispositivos de segurança projetados para proteger veículos desgovernados, para que em caso de colisões, se deformem após o impacto, reorientando o automóvel ao sentido correto do tráfego da via, evitando acidentes e danos aos usuários das estradas. Estes elementos de anteparo, na década de 60, foram objetos de dedicação de muitas pesquisas e estudos realizados por alemães e franceses, sendo que posteriormente o Brasil viria a adaptar-se as normas e modelos desenvolvidos pelos países europeus. O modelo ideal de defesa metálica, nomeado pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), foi a de tipologia maleável, podendo ser semimaleáveis, dupla ou simples, sempre cumprindo as especificações geométricas do aço.

O presente trabalho teve como objetivo analisar e comparar tecnicamente as defensas metálicas existentes na BR 467, com relação a sua norma específica de segurança no tráfego e implantação de defensas (NBR 6971-2012), entre o trevo da Jorge Lacerda na cidade de Cascavel e o trevo de entrada à cidade de Toledo, indicando, com o auxílio de um inventário das defensas de cada segmento, criada pelo acadêmico, tanto suas características geométricas quanto as estruturais. Durante a realização da metodologia do trabalho, foi possível constatar diversas irregularidades com relação a norma específica de defensas metálicas (NBR 6971-2012), principalmente quanto à geometria e estrutura dos dispositivos de segurança nos segmentos de estudo. Por meio das análises destas discrepâncias existentes entre as orientações normativas e os elementos implantados, foi possível concluir que a maioria destas irregularidades geométricas e estruturais são de alguma forma prejudiciais aos usuários da via, independentemente de sua relevância.

No entanto, não foram encontradas apenas anomalias sobre a geometria e a estrutura das defensas metálicas existentes no segmento de estudo, mas também irregularidades quanto a manutenção e conservação deste elementos de segurança. Deparou-se durante a coleta de dados, em vários trechos da análise, defensas metálicas com severos sinais de oxidação em diversos itens que às compõe, ficando evidente nas fotografias a completa falta de manutenção e conservação por parte dos membros responsáveis pelo trecho. Conclui-se que, qualquer que seja a irregularidade ou dano presente nos dispositivos de segurança, sejam eles geométricos, estruturais, por falta de manutenção ou de conservação, existe o risco eminente

das defensas metálicas não exercerem suas principais funções de atenuar o impacto e redirecionar o veículo desgovernado, podendo comprometer sua estabilidade, eficácia e efetividade durante um possível acidente, prejudicando os usuários da via.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Realizar o mesmo levantamento em outro trecho.

Realizar a comparação de defeitos encontrados com implicações em acidentes.

Realizar testes estruturais nas defensas metálicas.

REFERÊNCIAS

BRANCO, A.M. **Segurança rodoviária**. 1ªed. São Paulo: CL-A Cultural Ltda, 1999.

NEVES, R.R.V. **Desempenho de defensas rodoviárias sujeitas ao impacto de automóveis**. 2013. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

RIO DE JANEIRO. **Manual de implantação básica de rodovia**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Publicação IPR-742, 3ªed, 2010.

YONEDA, A.Y. **Avaliação do desempenho da defesa metálica maleável simples utilizada nas vias brasileiras em diversas condições de instalação**. 2013. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6971: Defensas metálicas – projeto e implantação. Rio de Janeiro, 1999.

_____. NBR 6323: Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente. Rio de Janeiro, 1990.

_____. NBR 6940: Segurança no tráfego: Defensas metálicas zincadas por imersão a quente. Rio de Janeiro, 1999.

_____. NBR 6971: Segurança no tráfego: Defensas metálicas-Implantação. Rio de Janeiro, 2012.

RIO DE JANEIRO. **Defensas rodoviárias**. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, Instituto de pesquisas rodoviárias, 1979.

BRASIL. Código de Transito Brasileiro. **Lei nº 9.503/97**, Brasília, 23 de setembro de 1997.

MARANGONI. **Produtos e serviços.** Disponível em
<<http://www.marangoni.com.br/produtoseseservicos/seguranca-viaria/defensa-metalica/>>
Acesso em: 29 mai.2017.

LINDSAY CORPORATION. **Sistema de segurança viária.** Disponível em
<http://www.lindsaybrazil.com/stuff/contentmgr/files/0/e0da896eb2bf63476b74215cbde02313/pdf/x_lite__1_.pdf> Acesso em: 10 set.2017.

GOOGLE MAPS. **Rotas de tráfego.** Disponível em
< <https://goo.gl/maps/kGZb1Dy9uxR2>> Acesso em: 25 ago.2017.

DNIT. **Programa Br-Legal.** Disponível em
< <http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviarias/programa-br-legal>> Acesso em: 2 set.2017.