

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
BRUNA BASSOLI

**AVALIAÇÃO DO DESGASTE DA RETRORREFLETIVIDADE DAS PINTURAS
DE DEMARCAÇÃO VIÁRIA HORIZONTAL À BASE DA ÁGUA EM TRECHOS
DA PR-180**

CASCATEL - PR
2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
BRUNA BASSOLI

**AVALIAÇÃO DO DESGASTE DA RETRORREFLETIVIDADE DAS PINTURAS
DE DEMARCAÇÃO VIÁRIA HORIZONTAL À BASE DA ÁGUA EM TRECHOS
DA PR-180**

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

**Professora Orientadora: Engenheira Civil, Mestre,
Thalyta Mayara Basso.**

CASCADEL - PR

2017

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Foto aérea do trecho analisado.....	13
Figura 02 - Comparativo de retrorrefletividade.....	16
Figura 03 - Seta “acesso à direita”.....	18
Figura 04 - Símbolo “faixas de retenção”.....	18
Figura 05 - Legenda “pare”.....	19
Figura 06 - Divisão de fluxos opostos.....	20
Figura 07 - Divisão de fluxos de mesmo sentido.....	20
Figura 08 - Linha de bordo.....	20
Figura 09 - Linha de continuidade.....	21
Figura 10 - Linha simples contínua.....	21
Figura 11 - Linha simples seccionada.....	22
Figura 12 - Linha dupla contínua.....	22
Figura 13 - Linha contínua/seccionada.....	23
Figura 14 - Linha dupla.....	23
Figura 15 - Distância de visibilidade de ultrapassagem – horizontal.....	24
Figura 16 - Linhas de bordo contínuas.....	25
Figura 17 - Marcas longitudinais específicas.....	25
Figura 18 - Linhas de retenção.....	26
Figura 19 - Linha de “dê a preferência”.....	26
Figura 20 - Linha de estímulo de redução de velocidade.....	27
Figura 21 - Faixa de travessia de pedestres.....	27
Figura 22 - Sinalização viva tendo como finalidade proteger e orientar o motorista.....	29
Figura 23 - Aparelho easylux retroreflectometer.....	35
Figura 24 - Distância entre os pontos.....	36
Figura 25 - Coleta de dados realizado no trecho analisado.....	37
Figura 26 - Pintura retrorrefletiva nas cores brancas e amarela.....	37
Figura 27 - Planilha de medição da retrorrefletância horizontal.....	38
Figura 28 - Gráfico demonstrativo das médias de retrorrefletância do bordo direito.....	39
Figura 29 - Gráfico demonstrativo das médias de retrorrefletância do eixo.....	39
Figura 30 - Gráfico demonstrativo das médias de retrorrefletância do bordo esquerdo.....	40

Figura 31 - Foto da curva acentuada do km 335+500.....	42
Figura 32 - Foto da curva leve do km 336+000.....	43
Figura 33 - Foto da curva leve do km 336+500.....	43
Figura 34 - Foto da reta do km 337+000.....	43
Figura 35 - Foto da curva leve do km 337+500.....	44
Figura 36 - Foto da curva no km 338+000.....	44
Figura 37 - Foto da curva no km 338+500.....	44
Figura 38 - Foto da reta leve no km 339+000.....	45
Figura 39 - Foto da reta leve no km 339+500.....	45
Figura 40 - Foto da reta no km 340+000.....	45
Figura 41 - Foto da reta no km 340+500.....	46
Figura 42 - Foto da reta no km 341+000.....	46
Figura 43 - Foto da reta no km 341+500.....	46
Figura 44 - Foto da reta no km 342+000.....	47
Figura 45 - Coleta de dados em campo.....	47
Figura 46 - Local com possibilidade de realizar ultrapassagens.....	48
Figura 47 - Local proibido de realizar ultrapassagens.....	48
Figura 48 - Local proibido de realizar ultrapassagens de um lado e permitido do outro.....	49
Figura 49 - Pintura do eixo demonstrando a medida com a trena.....	71
Figura 50 - Pintura demonstrando os bordos e a medida com a trena.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Caracterização das leituras coletadas.....	45
Tabela 02 - Caracterização das leituras coletadas.....	46
Tabela 03 - Caracterização das leituras coletadas.....	50
Tabela 04 - Caracterização das cores.....	55
Tabela 05 - Comparação das médias finais.....	56
Tabela 06 - Comparação do bordo que sofreu menos desgaste.....	57
Tabela 07 - Estimativa em metros quadrados repintados.....	59
Tabela 08 - Estimativa do custo gasto para a repintura do local.....	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Relação do comparativo do trecho do bordo direito.....	52
Gráfico 02 - Relação do comparativo do trecho do eixo.....	53
Gráfico 03 - Relação do comparativo do trecho do bordo esquerdo	54
Gráfico 04 - Relação do comparativo do trecho do bordo direito.....	57
Gráfico 05 - Relação do comparativo do trecho do eixo.....	58
Gráfico 06 - Relação do comparativo do trecho do bordo esquerdo.....	59
Gráfico 07 - Relação do comparativo do trecho do bordo direito.....	62
Gráfico 08 - Relação do comparativo do trecho do eixo.....	63
Gráfico 09 - Relação do comparativo do trecho do bordo esquerdo.....	64
Gráfico 10 - Relação de todas as coletas do bordo direito.....	68
Gráfico 11 - Relação de todas as coletas do eixo.....	69
Gráfico 12 - Relação de todas as coletas do bordo esquerdo.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCR: Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias;

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas;

BD: Linha de Bordo Direito;

BE: Linha de Bordo Esquerdo;

BR: Brasil (rodovia federal que liga vários estados);

CONTRAN: Conselho Nacional de Trânsito;

CTB: Código de Transito Brasileiro;

DAER: Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem;

DETRAN: Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Sul;

DNER: Departamento Nacional de Estradas e Rodagem;

DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte;

km: Quilômetros;

Lux: Unidade de Iluminância;

m: Metros;

m²: Metro quadrado;

mcd: Minicandelas;

NBR: Norma brasileira;

PER: Projeto de Exploração Rodoviária;

PR: Paraná (rodovia que liga uma cidade a outra, dentro do estado);

RL: Coeficiente de luminância retrorrefletida;

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, minhas amigas e meu namorado,
pelo amor, apoio e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a toda a minha família abençoada, por sempre terem me dado forças nos momentos mais difíceis no período da faculdade para poder alcançar meus objetivos.

A minha mãe Célia Regina Bassoli pelo apoio incondicional durante todas as etapas da minha vida e ao meu pai Valdecir José Bassoli (*in memorian*), que tinha o sonho de me ver formada e que de onde estiver deve estar orgulhoso por eu ter vencido mais essa etapa, sendo eles que me proporcionaram a melhor educação dentro de suas possibilidades e por estarem olhando por mim e caminhando ao meu lado mesmo não podendo estar comigo durante toda a jornada.

A minha avó Maria de Lurdes Constantino por sempre torcer e rezar por mim.

A professora Thalyta Mayara Basso por ter acreditado em meu potencial desde o primeiro contato e aceitar ser minha orientadora.

Aos colegas e amigos que me ajudaram na realização deste trabalho, Alexandro Berkembrock, Irani Junior Paulino de Souza, Rafael Zollet Correa e Vanessa Federizzi, sendo eles os que me auxiliaram diretamente nos levantamentos de campo e principalmente, ao Rafael Almeida Amálio de Souza, que foi meu chefe, quando iniciei meu primeiro estágio, se tornando muito importante na minha trajetória de aprendizado e que até os dias de hoje me aconselha e tem me ajudado muito, sempre que precisei, sendo ele o profissional que inspira incentivo e dedicação.

As minhas amigas Ana Paula De La Libera, Andressa Rossatto, Jaqueline dos Santos e a Pattiéli Pinheiro que independentemente de onde estivessem sempre incentivaram e permaneceram ao meu lado durante minha jornada de graduanda me desejando muito força e positividade. Em especial, a Alessandra Bastos por diversas vezes ler meu trabalho e indicar alguns pontos que seria relevante fazer alterações simplórias, a Andreza Dalla Costa que ficava horas conversando comigo pelo celular, aguentando minhas mudanças de humor e me incentivando a não desistir, a Bruna Bet que me ajudava com dicas, modelos de trabalhos e como desenvolver meu projeto, a Kamila Galelli por ter sido a melhor amiga que a faculdade poderia me proporcionar e a Mariana Côgo Martins por todas as vezes que precisei ter me recebido de braços abertos em seu apartamento. Aos que extrapolaram os limites da amizade e se tornaram meus irmãos: Muito obrigado, vocês me fizeram uma pessoa melhor e mais feliz.

Por fim, gostaria de agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e novamente a Deus por ter me dado forças e coragem para enfrentar

meus medos, superar todas as dificuldades que encontrei no caminho e com muito orgulho ter realizado esse sonho e mais ainda, do meu falecido pai.

RESUMO

A cada ano, o Brasil apresenta índices maiores de acidentes de trânsito, sejam eles em vias urbanas ou rurais. Existem diversos fatores que contribuem para o crescimento deste índice, tais como fatores humanos: imprudência do condutor, falta de atenção, sonolência, deficiências físicas do condutor; fatores do veículo, como por exemplo: peças inadequadas para o tipo de via, veículos com problemas mecânicos, utilização incorreta de veículos; fatores do ambiente: clima, ocorrência de intempéries; e fatores de infraestrutura: geometria da via, condições precárias de manutenção de pintura, velocidade. Assim, o objetivo desse estudo é apresentar a real situação inerente a sinalização viária de um trecho da rodovia PR 180 no Paraná, entre os km 335+500 ao km 342+000, sendo que a via passou, recentemente, por melhorias em sua sinalização viária, apresentando os aspectos específicos das melhorias e demonstrando os índices comparativos de retrorrefletividade no decorrer do estudo. Os levantamentos foram feitos por meio de relatório fotográfico do trecho selecionado da rodovia e os dados coletados com o aparelho *Easylux Retroreflectometer*. As aferições foram realizadas nos pontos críticos delimitados com tinta *spray* para que sempre fossem coletadas nos mesmos locais. Em cada trecho foram coletadas 10 leituras nos bordos direito e esquerdo e no eixo, a cada quilômetro delimitado. Conclui-se dessa forma, que as tintas brancas e amarelas a base d'água possuem um bom desempenho em relação ao desgaste, pois as tabelas de coleta de dados apresentaram um período de vida útil superior a 05 meses em todos os pontos desses 6,5 quilômetros, levando em consideração as três coletas realizadas.

Palavras Chave: Pintura. Sinalização Horizontal. Retrorrefletividade.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	10
1.1 INTRODUÇÃO.....	10
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.1 bjetivo geral.....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 JUSTIFICATIVA.....	11
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	12
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE.....	12
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	12
CAPÍTULO 2.....	14
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1.1 Sinalização viária.....	14
2.1.2 Sinalização horizontal.....	14
2.1.3 Retrorrefletividade.....	15
2.1.4 Microesferas de vidro.....	16
2.1.5 Ancoragem.....	17
2.1.6 Unidades.....	17
2.1.7 Inscrições no pavimento.....	17
2.1.8 Marcas longitudinais.....	19
2.1.9 Linhas de divisão de fluxos opostos.....	21
2.1.10 Critérios de determinação de zonas de ultrapassagem proibida.....	23
2.1.11 Linhas de bordo.....	24
2.1.12 Marcas longitudinais específicas.....	25
2.1.13 Marcas transversais.....	26
2.1.14 Tachas e tachões.....	28
2.1.15 Sinalização viva.....	28
2.1.16 Acidentes de trânsito.....	29
2.1.17 Caracterização das vias que podem afetar a segurança.....	29
2.1.18 Linhas de borda de pista	30
2.1.19 Materiais.....	30
2.1.20 Tintas.....	31

2.1.21 Características das tintas para sinalização horizontal.....	31
2.1.22 Avaliação da retrorrefletividade.....	32
CAPÍTULO 3.....	34
3.1 METODOLOGIA.....	34
3.1.1 Local da pesquisa e tipo de estudo.....	34
3.1.2 Caracterização da amostra.....	35
3.1.3 Coleta de dados.....	35
3.1.4 Análise dos dados.....	37
CAPÍTULO 4.....	41
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
4.1.1 Análise do seguimento.....	41
4.1.2 Primeira coleta de dados de retrorrefletividade da sinalização horizontal no campo.....	44
4.1.3 Segunda coleta de dados de retrorrefletividade da sinalização horizontal no campo.....	50
4.1.4 Terceira coleta de dados de retrorrefletividade da sinalização horizontal no campo.....	55
4.1.5 Comparação das médias finais das coletas no campo.....	55
4.1.6 Levantamentos.....	58
4.1.7 Cálculo da repintura.....	59
4.1.8 Cálculo da repintura do trecho em estudo.....	60
CAPÍTULO 5.....	62
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
CAPÍTULO 6.....	64
6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2007) caracteriza a sinalização horizontal como sendo um subconjunto da sinalização viária que é composta por linhas, tracejados, escritas e simbologias inseridas sobre o pavimento. Destaca inclusive, que a mesma deve ser bem legível e compreensível a qualquer usuário, sem levar em consideração, a procedência e a frequência com que a via é utilizada, intempérie, horário e turno do dia.

A assimilação entre motorista e pedestre é comparada pela utilização da sinalização adequada, onde os dois devem ter consciência de que a aplicação correta, reduz de forma significativa a probabilidade de acidentes no trânsito (CONTRAN, 2007).

Para a sinalização desempenhar seu papel de forma eficaz e cumprir sua função, deve atrair a atenção dos motoristas, instituir respeito ao utilizador, informar uma mensagem simples e explícita, de maneira que o usuário exerça suas manobras de forma segura. Com o objetivo de ser identificada à noite, a sinalização deve ser retrorrefletiva, condição esta, que aumenta a quantidade de luz e quando emitida pelos faróis dos veículos, retorna aos olhos dos condutores possibilitando melhor visibilidade (MOREIRA e MENEGON, 2003).

A sinalização horizontal tem como finalidades básicas canalizar os fluxos de tráfego, suplementar à sinalização vertical, servir como meio de regulamentação, e ainda indicar aos usuários da via, condutores de veículos ou pedestres, as atitudes a serem tomadas sem desviar a atenção do leito da pista. Por esse motivo, Branco (1999) afirma que esta é a sinalização que o motorista mais rapidamente percebe, resultando na maior obediência desta, em relação à vertical (CONTRAN, 2007).

No Brasil, a segurança viária, somente nesta última década vem sendo tratada com mais respeito pelos usuários. Mesmo tendo ações tímidas, pode-se observar alguns resultados positivos, o que vem acontecendo há mais de 40 anos na Europa, e onde Estados Unidos e Japão se destacam em ações voltadas à segurança viária (BRANCO, 1999).

O Brasil possui normas de segurança rodoviária muito bem elaboradas, porém, para que sejam aplicadas, seria necessário um investimento muito alto e, por este fator acabam não sendo concretizadas. Com frequência observa-se alguns tribunais condenarem os estados por acidentes ocorridos onde as vítimas perdem suas vidas ou ficam inválidas. Porém, se estas

normas de segurança fossem aplicadas corretamente, tais fatos poderiam ser evitados ou ocorreriam com gravidade bem reduzida (BRANCO, 1999).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar os resultados de retrorrefletividade da sinalização horizontal na PR-180 do km 335+500 ao km 342+000, que faz ligação do trevo de Cascavel a Rio do Salto.

1.2.2 Objetivos específicos

Em decorrência do objetivo geral, esta pesquisa apresentam-se os seguintes objetivos específicos:

- Levantar os dados no km 335+500 ao km 342+000 referentes ao desgaste da pintura do BD (bordo direito/sentido Oeste) e eixo BE (bordo esquerdo/sentido Leste), da repintura horizontal;
- Comparar os dados retirados no trecho do BD e eixo BE, considerando o que mostrou menor desgaste;
- Estimar o custo das tintas branca e amarela à base d'água para fazer a repintura.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo o Portal Por Vias Seguras (2016), ao longo dos anos, o índice de mortalidade está se tornando cada vez mais preocupante. Deste modo, fica evidente o porquê da necessidade de manter uma sinalização viária horizontal bem conservada, visto que a ausência ou imparcialidade desta, pode ocasionar falta de visibilidade ao condutor, repercutindo diretamente na segurança deste e dos demais usuários.

A Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR), realizou um estudo que analisa o número de acidentes nas rodovias concedidas e indica: a cada ano as rodovias sob

administração privada estão mais seguras. O índice realizado com as informações das 59 concessionárias de rodovias brasileiras, mostra que em 2015, o número de acidentes, mortos e feridos atingiu o menor patamar desde 2009, apesar do aumento crescente no tráfego de veículos e na extensão da malha rodoviária (CÉSAR BORGES, 2017)

A razão deste trabalho acadêmico surgiu a partir da observação da precariedade da sinalização onde não é realizada a conservação rotineira da pintura retrorrefletiva comparando aos lugares que recebem os devidos cuidados para mantimento da mesma.

Além disso, considera-se fundamental analisar a diferença entre a tinta à base d'água branca e amarela, descobrir suas peculiaridades, modo de aplicação e como é possível refletir, sabendo que não são os faróis dos carros os responsáveis por incidir sobre a pintura e fazer com que reflitam, mas sim, a adição de minúsculas esferas de vidro à tinta de demarcação viária, que pode ser feita por mistura ou aspersão. Ainda assim, é necessário ter o devido cuidado para que não fiquem extremamente imersas ou pouco aderentes à tinta, resultando em uma retro-reflexão precária ao usuário caso o procedimento não seja realizado com êxito. Sendo assim, faz-se necessário um estudo de caso para analisar as condições da sinalização pelos critérios da norma e determinar a real condição da mesma.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A tinta à base da água possui um bom desempenho em relação ao desgaste ao longo do tempo?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Ao final da pesquisa, haverá um desgaste considerável nas pinturas por terem como componente principal da tinta a água porque sofre desgaste mais rapidamente.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa será limitada ao levantamento dos dados no km 335+500 ao km 342+000 na PR-180, que liga a cidade de Cascavel a Rio do Salto, Paraná, conforme a Figura 01.

O levantamento será realizado por meio de leituras coletadas no trecho com auxílio da máquina (Easylux), um *software* próprio, conhecido como *Easydata*, o uso de tabelas, figuras, gráficos, estudos de casos, inspeção visual comparativa, não ocorrendo testes laboratoriais. Restringe-se essa pesquisa em reconhecer as causas da degradação repentina a curto ou longo prazo, seus pontos específicos e a verificação em quais locais haverá maior desgaste da pintura, tais como: acessos a entradas rurais com ausência de pavimento asfáltico, curvas sinuosas, locais que é permitido ultrapassagem, fazendo com que os detritos agregados nos pneus degradem a pintura com maior rapidez, pois, quando o pneu passa sobre a pintura faz com que haja uma desagregação maior das películas de vidro, diminuindo assim a retrorefletividade daquele determinado local.

Figura 01: Imagem aérea do trecho analisado.



Fonte: Autor (2017).

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Sinalização viária

O Código de Trânsito Brasileiro (1997), define a sinalização como sendo a união dos sinais de trânsito com os dispositivos de segurança dispostos na rodovia, com o propósito de certificar sua utilização adequada, possibilitando melhor fluidez do tráfego e maior garantia de segurança dos veículos e pedestres que nela circulam.

De acordo com as diretrizes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e/ou demais órgãos hábeis, no que diz respeito aos diversos tipos de placas, suas estruturas de sustentação, tintas, películas e dispositivos auxiliares (taxas e elementos refletivos), para a sinalização viária ser satisfatória é necessário cumprir cinco requisitos básicos, sendo eles: atender as necessidades do usuário; chamar sua atenção; propagar uma mensagem clara; regularizar as informações dos usuários da via e, sobretudo, oferecer o tempo crucial adequado para a tomada de decisão correta. A sinalização possui a função de avisar previamente o que acontecerá logo à frente.

2.1.2 Sinalização horizontal

A sinalização horizontal tem o objetivo de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, de modo a aumentar a fluidez e segurança do trânsito, ordenar o fluxo de tráfego, canalizar e orientar os usuários da via. Informa ainda que possui a finalidade de transmitir mensagens aos condutores e pedestres, possibilitando sua percepção e entendimento, sem desviar a atenção do leito da via. Com o seu forte poder de comunicação, a sinalização deve ser reconhecida e compreendida por todo usuário, independentemente de sua origem ou da frequência com que utiliza a via (CONTRAN, 2007).

Segundo o Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (1999), a função das marcas viárias é regulamentar, advertir ou indicar aos usuários da via. Informa também que a

sinalização horizontal tem função de canalizar o fluxo de tráfego, suplementar a sinalização vertical, e em alguns casos serve para regulamentar o que não é eficaz por intermédio de outro dispositivo.

Para o CONTRAN (2007), a sinalização horizontal deve transmitir e orientar os usuários sobre as condições de utilização da via, compreendendo a proibições, restrições e informações que permitem que o usuário adote um comportamento adequado, de forma a aumentar a segurança e ordenar o fluxo de tráfego. A sinalização horizontal tem extrema importância, pois permite o melhor aproveitamento do espaço viário; aumenta a segurança em condições adversas de clima (neblina, chuva e período noturno); contribui para a redução de acidentes e transmite mensagens aos usuários da via (Manual de Sinalização de Trânsito – Volume IV). Porém, apresenta algumas limitações como a reduzida durabilidade, pois está sujeita ao tráfego intenso e visibilidade deficiente, quando sob neblina, pavimento molhado ou sujeira.

O Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER), divide a sinalização horizontal em:

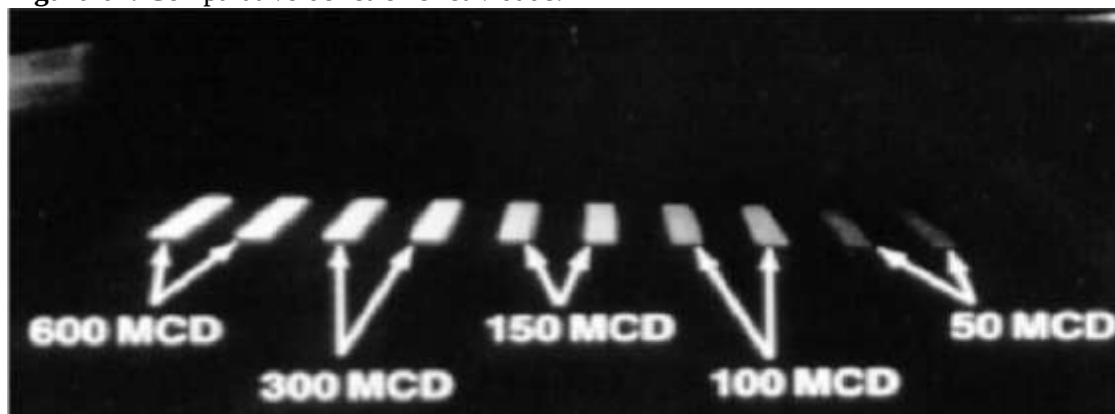
- Marcas Longitudinais: deslocamentos laterais dos veículos; podem ser nas cores branca amarela e vermelha;
- Marcas Transversais: ordenam deslocamentos frontais de veículos, harmonizam deslocamentos de outros veículos e pedestres;
- Outras marcas: complementam os outros tipos de sinalização. (DAER, 2013, p.20) Para o CONTRAN (2007), as marcas longitudinais delimitam e dão sentido ao trânsito, definindo a parte da pista em que os veículos circularão. A divisão em faixas do mesmo sentido, a divisão do fluxo oposto, as faixas de uso exclusivo, as faixas reversíveis, além de estabelecer regras de ultrapassagem e transposição.

2.1.3 Retrorrefletividade

Também chamado de retrorrefletância, é um fenômeno que ocorre na sinalização horizontal através das microesferas de vidro, decorrente de fenômenos óticos bem conhecidos. Esse conceito nas demarcações viárias corresponde à quantidade de luz que é redirecionada para a fonte original de iluminação, conforme a Figura 02. Ou seja, quanto volta de luminosidade para o motorista, depois que a luz dos faróis atinge as marcas. No período

noturno, se torna uma propriedade imprescindível à segurança, já que durante esse período, muitas vezes, o único meio de comunicação entre o motorista e a via é a sinalização horizontal, e esta só é percebida e compreendida quando retrorrefletiva (ZHANG, 2009).

Figura 02: Comparativo de retrorrefletividade.



Fonte: MOREIRA E MENEGON (2013).

2.1.4 Microesferas de vidro

São normalmente fabricadas com vidro tipo soda-cal-sílica, com teor de sílica superior a 65%. A sucata de vidro plano é moída e submetida a elevadas temperaturas (cerca de 1200°C), com velocidade controlada, em fornos verticais com correntes ascendentes de gás aquecido, por tensão superficial, vão se tornando esféricas (SCHWAB, 1999).

Pike (2005) complementa informando que a quantidade de luz refletida de volta à fonte depende de algumas características da esfera, são elas: índice de refração (mínimo 1,5), forma, tamanho, aparência, quantidade e ancoragem, também influenciam as condições do tempo e as características do ligante. As propriedades físicas das microesferas mais comumente utilizadas na demarcação viária são as seguintes:

- Índice de refração: 1,5 mínimo;
- Densidade de massa: 2,3 a 2,6 g/cm³;
- Esfericidade: 75% mínimo;
- Distribuição granulométrica: diâmetros variam de 2,36 mm a 0,063 mm.

2.1.5 Ancoragem

Segundo Schawab (1999), o ideal para a ancoragem das microesferas de vidro é de 60% do seu diâmetro. Isso é explicado pelo fato de que a luz incidente, ao penetrar no material, em razão das características ópticas das esferas, adquire a forma de um semicírculo luminoso, que tem seu topo em torno de 60% do diâmetro da esfera. Logo, quanto mais próximo desse valor for a ancoragem das microesferas, o valor da retrorrefletividade fornecido pela demarcação será maior.

2.1.6 Unidades

Segundo Moreira e Menegon (2003), a retrorrefletividade é medida através do coeficiente de luminância retrorrefletida (RL) que é o quociente entre a iluminância e luminância. Luminância (L) é dada pela relação entre a intensidade luminosa, dada em candelas (cd), e a sua própria área em metros quadrados (m^2); já a iluminância (E) pode ser explicada como a quantidade de fluxo luminoso incidente em um elemento pela área deste elemento, sendo sua unidade lux.

Para a sinalização horizontal tem-se ângulos muito pequenos e valores também muito pequenos são encontrados para a luminância, o que torna adequado adotar a medida de milicandelas por metro quadrado (mcd/m^2). Após efetuada a divisão, chega-se à unidade utilizada para medir a retrorrefletividade: $RL = mcd \text{ lux } /m^2$ (MOREIRA e MENEGON, 2003).

2.1.7 Inscrições no pavimento

Segundo o Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (2006), as pinturas são divididas em:

- Setas: tendo como objetivo controlar os fluxos de tráfego na rodovia, manter os fluxos nas faixas corretas e as manobras possíveis e recomendáveis. Sempre de cor branca, e pintadas dentro da faixa de trânsito do fluxo ao qual se dirigem. Têm as dimensões definidas em função da velocidade na via e suas características. As setas precisam estar acompanhadas de placas de

regulamentação e de advertência, apropriadas a cada situação, conforme a Figura 03.

Figura 03: Seta “acesso à direita”.



Fonte: Autor (2017).

- Símbolos: têm o objetivo de avisar os condutores da existência de locais onde deverão redobrar sua atenção e cuidados. Permitem uma melhor percepção ao condutor de situações específicas encontradas na via, e que atitude deverá tomar, conforme a Figura 04.

Figura 04: Símbolo “faixas de retenção”.



Fonte: Autor (2017).

- **Legendas:** São mensagens inscritas na superfície do pavimento, orientam o condutor sobre as condições particulares na operação da via. Sempre de cor branca e é marcada dentro da faixa de trânsito a cujo fluxo se destina. As dimensões dependem da velocidade mantida na via. Devem ser acompanhadas de placas de regulamentação ou advertência correspondentes à situação, conforme a Figura 05.

Figura 05: Legenda “pare”.



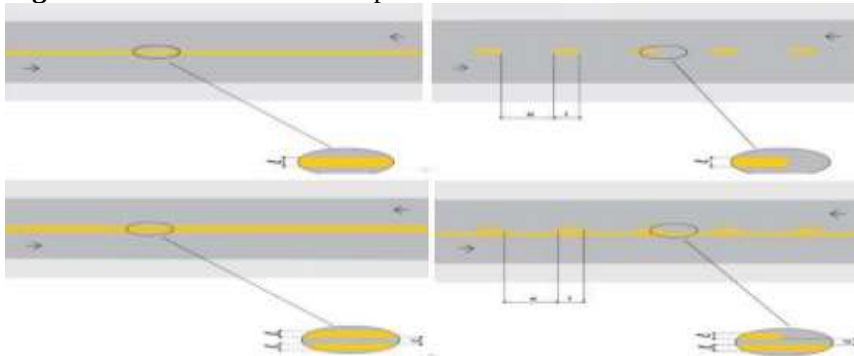
Fonte: Autor (2017).

2.1.8 Marcas longitudinais

Segundo o CONTRAN (2007), as marcas longitudinais são constituídas por um conjunto de linhas e marcações com a função de separar e ordenar as correntes de tráfego, limitando a pista de rolamento, a sua divisão em faixas de mesmo sentido, a divisão de fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo ou preferencial para o tipo de veículo, as faixas reversíveis, além de definir os locais de ultrapassagem e transposição. As marcas longitudinais podem ser brancas ou amarelas, esta última tem o poder de regulamentação, separando os movimentos veiculares de fluxos opostos e proibindo a ultrapassagem. De acordo com a sua função classificam-se em:

- a) Linhas de divisão de fluxos opostos, conforme a Figura 06;

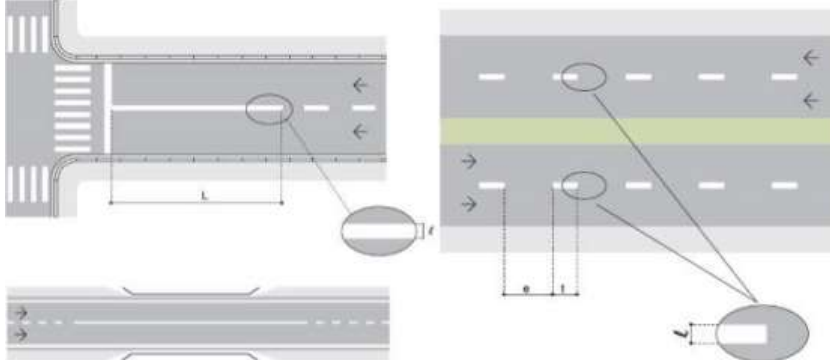
Figura 06: Divisão de fluxos opostos.



Fonte: CONTRAN – Volume IV- Sinalização Horizontal (2007).

- b) Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido, conforme a Figura 07;

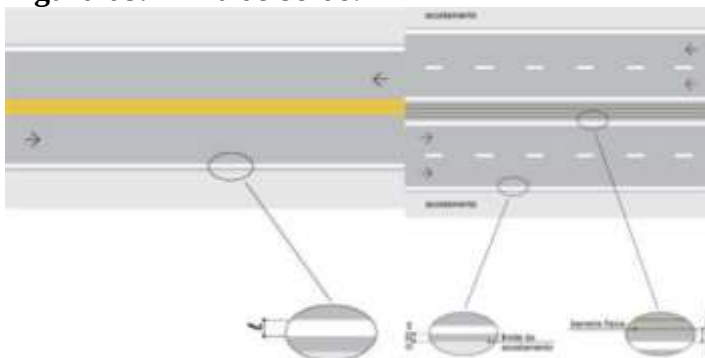
Figura 07: Divisão de fluxos de mesmo sentido.



Fonte: CONTRAN – Volume IV- Sinalização Horizontal (2007).

- c) Linha de bordo, conforme a Figura 08;

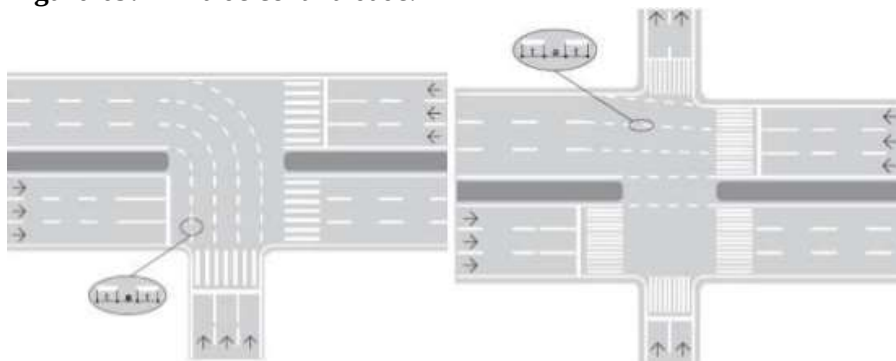
Figura 08: Linha de bordo.



Fonte: CONTRAN – Volume IV- Sinalização Horizontal (2007).

- d) Linha de continuidade, conforme a Figura 09;

Figura 09: Linha de continuidade.



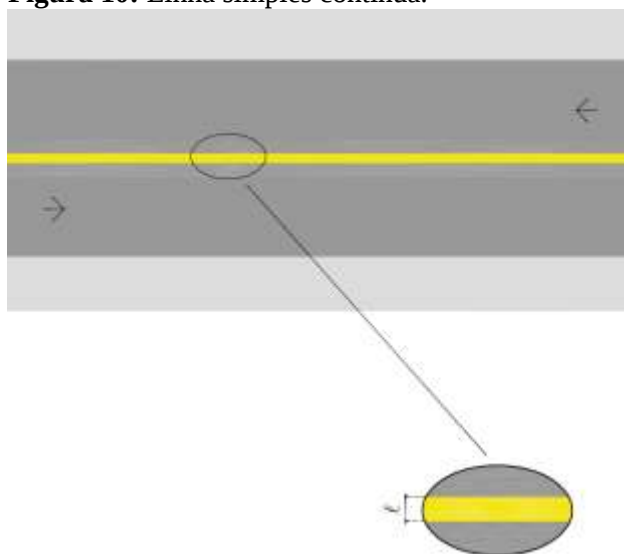
Fonte: CONTRAN – Volume IV- Sinalização Horizontal (2007).

2.1.9 Linhas de divisão de fluxos opostos

Segundo o CONTRAN (2007), as cores das linhas de divisão de fluxos opostos podem ser brancas ou amarelas. A cor amarela é utilizada na separação de faixas com sentidos opostos de tráfego, e a cor branca na separação de faixas com mesmo sentido de tráfego. Apresentam-se nas seguintes formas:

- a) Linha simples contínua, conforme a Figura 10;

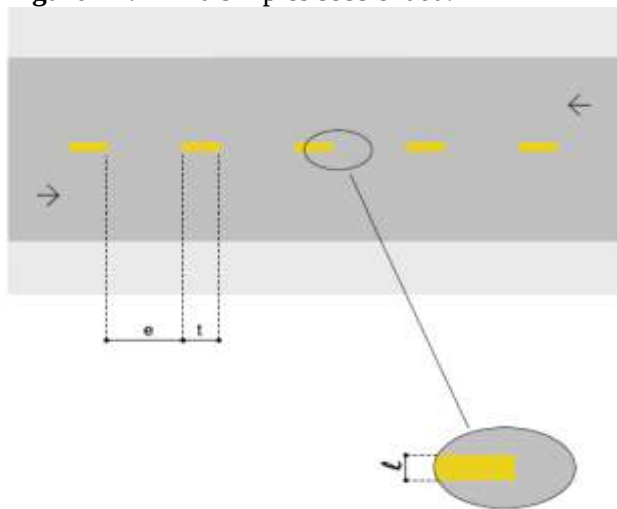
Figura 10: Linha simples contínua.



Fonte: DNIT (2010).

- b) Linha simples seccionada, conforme a Figura 11;

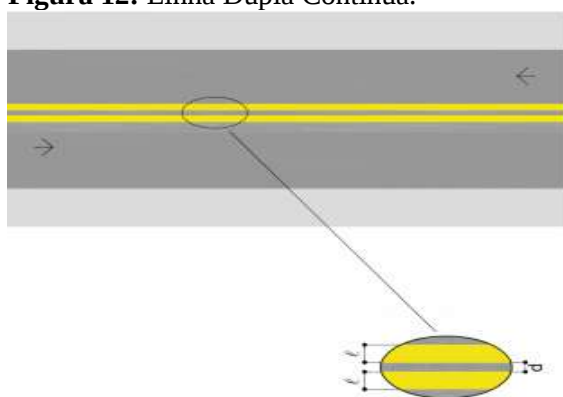
Figura 11: Linha simples seccionada.



Fonte: DNIT (2010).

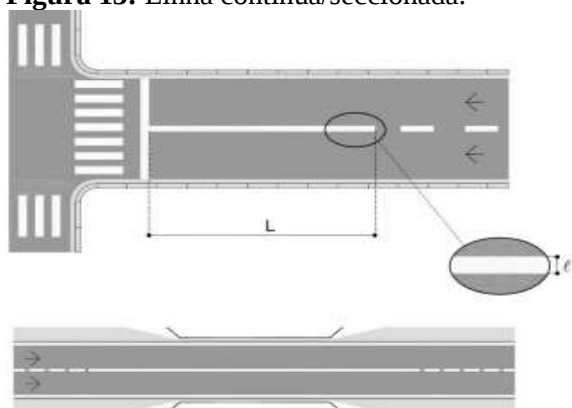
- c) Linha dupla contínua, conforme a Figura 12;

Figura 12: Linha Dupla Contínua.



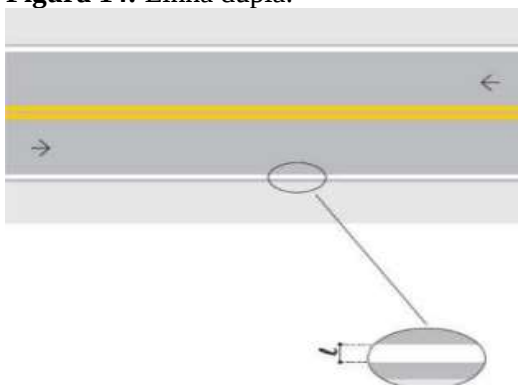
Fonte: DNIT (2010).

- d) Linha contínua/seccionada, conforme a Figura 13;

Figura 13: Linha contínua/seccionada.

Fonte: DNIT (2010).

e) Linha dupla, conforme a Figura 14.

Figura 14: Linha dupla.

Fonte: DNIT (2010).

2.1.10 Critérios de determinação de zonas de ultrapassagem proibida

Em rodovias de pista simples, é necessária uma distância mínima de visibilidade para a realização do movimento de ultrapassagem com segurança. As linhas de proibição são contínuas e são posicionadas no limite da faixa na qual a proibição se aplica (DNIT, 2010).

Para determinar as zonas de ultrapassagem proibida é necessário analisar as curvas verticais e horizontais e defini-las a partir das distâncias de visibilidade, sendo estas, caracterizadas pela velocidade regulamentada no trecho da rodovia (DNIT, 2010).

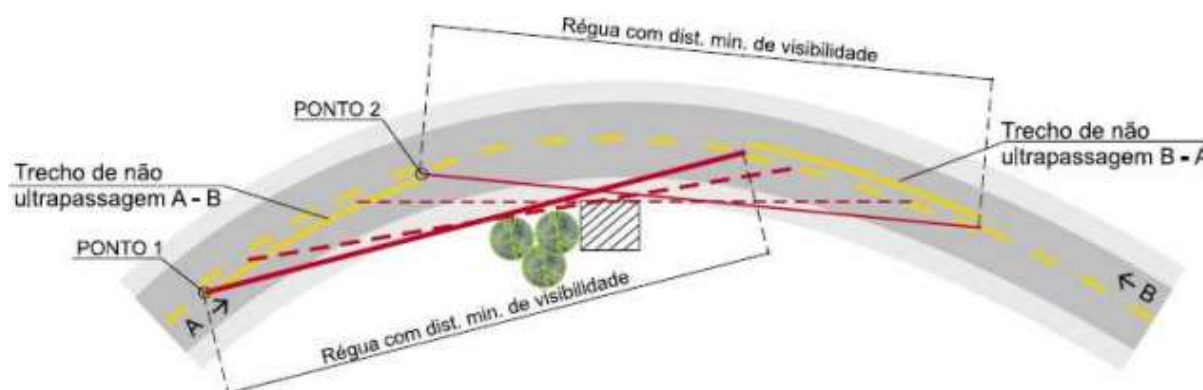
De acordo com o Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT (2010), os limites das zonas de proibição de ultrapassagem em uma curva vertical correspondem aos pontos que uma linha imaginária com a extensão da distância mínima de visibilidade, ligados a uma altura de

1,2 metros do pavimento, tangencia e corta o perfil da curva vertical. Da mesma forma, em curvas horizontais, determina-se a zona de proibição de ultrapassagem desta, considerando dois pontos ligados por uma linha imaginária com a extensão da distância mínima de visibilidade, interceptando obstáculos maiores que 1,2 metros de altura.

O comprimento mínimo para as linhas de zona de proibição de ultrapassagem é de 152 metros, devendo ser estendida caso o comprimento da zona de proibição seja inferior a esse valor. A distância mínima entre duas linhas contínuas deve ser de 120 metros, levando em conta o tempo mínimo para percepção e reação para efetuar a ultrapassagem, devendo-se unir as duas linhas quando este critério não for atendido (DNIT, 2010).

Para complementação dessa sinalização devem ser colocadas placas de regulamentação R-7, “Proibido ultrapassar”, conforme a Figura 14 (CONTRAN, 2007).

Figura 15: Distância de visibilidade de ultrapassagem – horizontal..



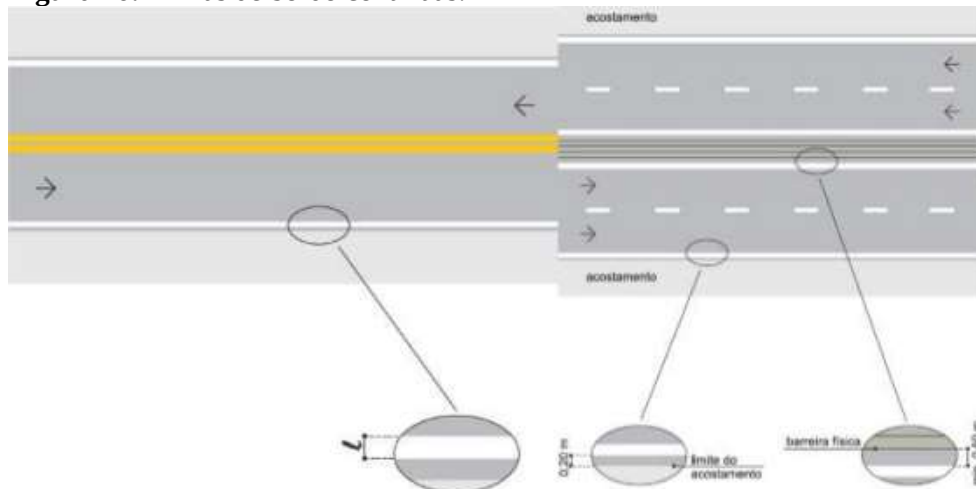
Fonte: DNIT (2010).

2.1.11 Linha de bordo

Com as linhas de bordo da pista é delimitada a área destinada ao tráfego, estabelecendo os limites laterais, tornando mais perceptível o trajeto a ser seguido em vias com iluminação e visibilidade insuficiente (CONTRAN, 2007).

Segundo o CONTRAN (2007), as linhas de bordo devem ser sempre contínuas e na cor branca, à exceção daquelas que separam a pista de rolamento da faixa de segurança do canteiro central em pistas duplas, ou da faixa de segurança dos ramos de interseção, que devem ter a cor amarela, conforme a Figura 16.

Figura 16: Linhas de bordo contínuas.

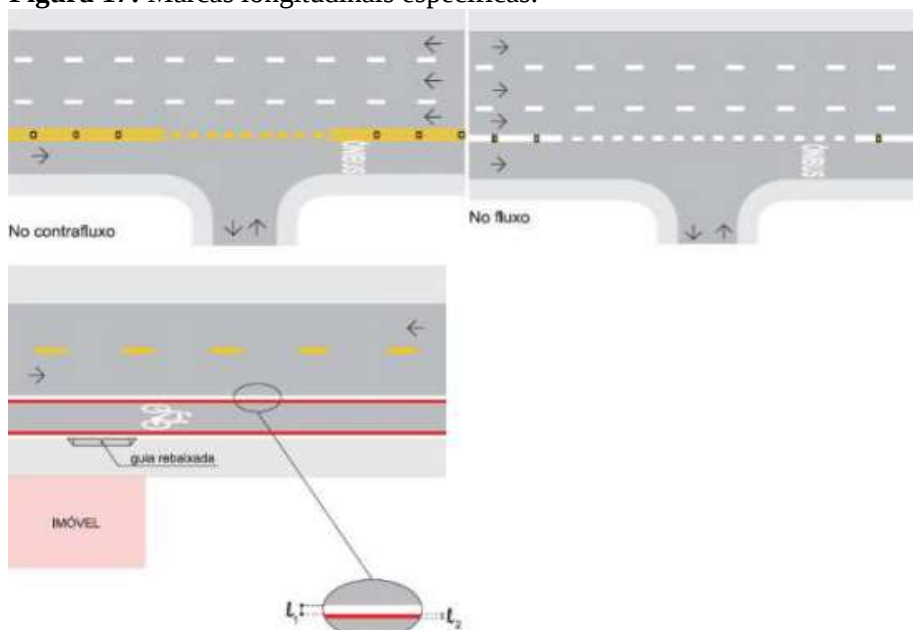


Fonte: CONTRAN – Volume IV- Sinalização Horizontal (2007).

2.1.12 Marcas longitudinais específicas

Em alguns casos para que o usuário reconheça imediatamente a mudança são utilizadas marcações específicas como: marcação de faixa exclusiva, marcação de faixa preferencial, marcação de faixa reversível no contra fluxo, marcação de ciclovia ao longo da via, marcação de ciclo faixa, conforme a Figura 17 (CONTRAN, 2007).

Figura 17: Marcas longitudinais específicas.



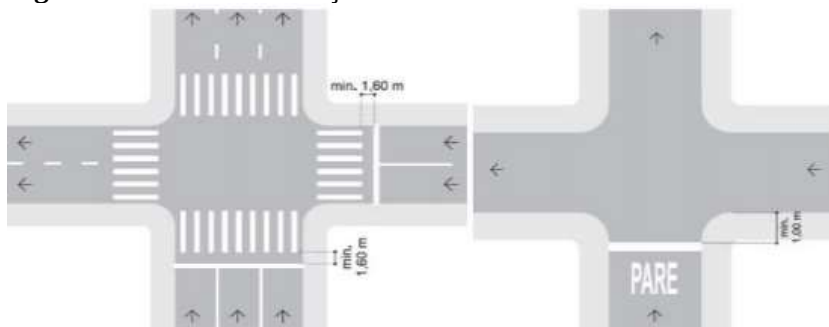
Fonte: CONTRAN – Volume IV- Sinalização Horizontal (2007).

2.1.13 Marcas transversais

Para complementar os sinais de regulamentação para redução de velocidade ou parada dos veículos, as marcas transversais geralmente ordenam os deslocamentos frontais dos veículos e os adaptam com o deslocamento de outros e de pedestres. A seguir são explicadas as divisões das marcas transversais de acordo com o CONTRAN (2007).

a) Linhas de retenção são marcas transversais que indicam o limite de parada do veículo, do sinal PARE, do semáforo, em travessias urbanas ou de pedestres. A linha transversal de retenção é contínua e branca, conforme a Figura 18.

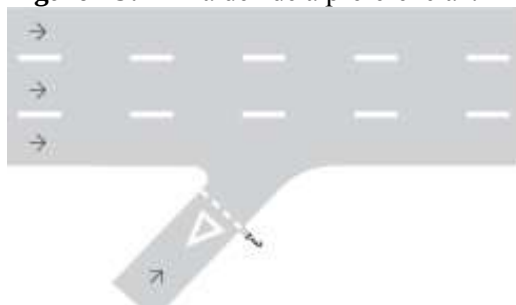
Figura 18: Linhas de retenção.



Fonte: CONTRAN – Volume IV- Sinalização Horizontal (2007).

b) Linhas de “dê a preferência” é para reforçar o sinal de regulamentação “dê a preferência” é indicado no local o limite de parada para o motorista do veículo proveniente de um ramo ou pista secundária que deve dar passagem aos veículos quando o condutor se aproximar da pista principal, que são vias caracterizadas por volume de tráfego ou velocidade elevada, conforme a Figura 19.

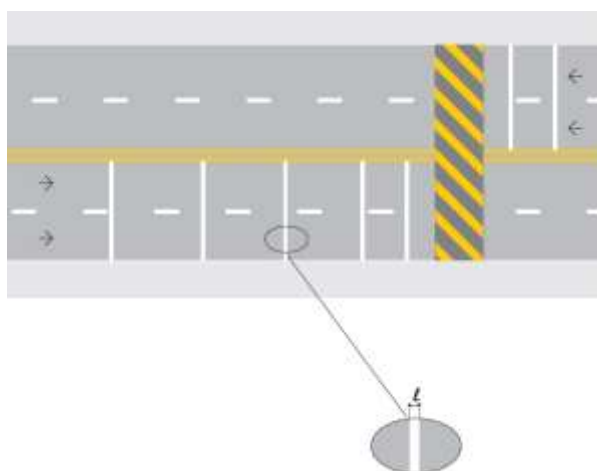
Figura 19: Linha de “dê a preferência”.



Fonte: CONTRAN – Volume IV- Sinalização Horizontal (2007).

c) Linhas de Estímulo a Redução de Velocidade são marcações ordenadas por um conjunto de linhas paralelas, com espaçamento variável e decrescente no sentido do percurso, que pelo efeito visual induz o condutor a desaceleração. Podem ser utilizadas antes de curvas acentuadas, declives acentuados, cruzamentos rodoferroviários, ondulações transversais, mas sem generalizar o uso, preservando a sua eficiência, conforme a Figura 20.

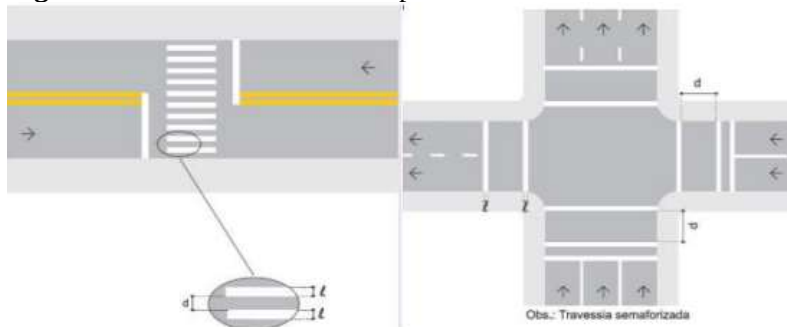
Figura 20: Linha de estímulo de redução de velocidade



Fonte: CONTRAN – Volume IV- Sinalização Horizontal (2007).

d) Faixa de pedestres são linhas dispostas na via, com a finalidade de delimitar a área destinada à travessia e advertir os motoristas quanto à prioridade de passagem. Deve-se sempre analisar a melhor localização e se é indispensável seu uso, para evitar a desatenção por parte dos motoristas e oferecer segurança para a travessia dos pedestres, conforme a Figura 21.

Figura 21: Faixa de travessia de pedestres.



Fonte: CONTRAN – Volume IV- Sinalização Horizontal (2007).

2.1.14 Tachas e tachões

Segundo o DNIT (2010), as tachas e os tachões são dispositivos auxiliares da sinalização horizontal aplicados sobre a superfície viária junto às marcas horizontais e dotados de superfícies refletoras. Devem ser dispostos no lado interno da superfície pintada com a função de delimitar a pista, as áreas zebradas e as faixas de rolamento, forçando o motorista a passar o mínimo possível sobre a pintura. Podem ser empregadas também para a melhoria de visibilidade. Os tachões possuem corpo resistente aos esforços provocados pelo tráfego e devido às suas dimensões implicam num incômodo para sua transposição.

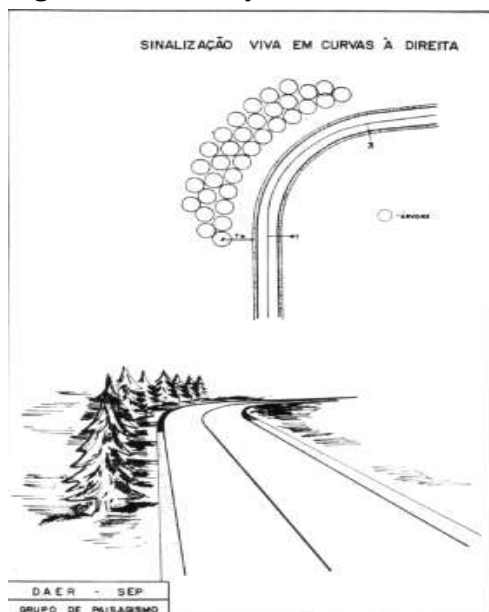
As principais utilizações destes dispositivos são (BRANCO, 1999):

- Auxiliares das linhas separadas de fluxos opostos: tachas bidirecionais amarelas;
- Auxiliares das linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido: tachas monodirecionais brancos;
- Auxiliares das linhas de borda: tachas ou botões monodirecionais brancos;
- Auxiliares das marcações das áreas neutras: tachões bidirecionais amarelos;
- Sonorizador para redução de velocidade: botões bidirecionais brancos, colocados transversalmente na pista.

2.1.15 Sinalização viva

São elementos vegetais criados para proporcionar ao usuário da via orientação e referência. Consiste no plantio planejado de árvores e arbustos na margem da pista, utilizado como elemento complementar de sinalização, conforme a Figura 22 (DAER, 1976).

Figura 22: Sinalização viva tendo como finalidade proteger e orientar o motorista.



Fonte: DAER (2017).

2.1.16 Acidentes de trânsito

Gold (1999) descreve como acidente de trânsito um evento não intencional que resulta em ferimentos pessoais e/ou danos a veículos e suas cargas, envolvendo terceiros ou obstáculos. Tem sido uma das principais causas de morte do mundo. Segundo Nodari (2003) 500 mil pessoas morrem por acidentes de trânsito e entre 10 a 15 milhões ficam feridas.

2.1.17 Caracterização das vias que podem afetar a segurança

Bottesini e Nodari (2011) citam a influência do fator humano nos acidentes de trânsito quando descrevem como funcionam as ações de controle que o usuário deve ter ao receber uma informação da via. Segundo os autores, o motorista deve ser capaz de receber e avaliar as respostas e decidir qual é a melhor ação a ser tomada. Essa capacidade de reação aos estímulos exteriores tem sido alvo de estudos por muitos especialistas. Eles destacam que os elementos de sinalização são os responsáveis por fornecer as informações necessárias para o desempenho do motorista.

Acredita-se que as características geométricas da via são as que mais afetam as condições de segurança, afetando na habilidade do motorista em identificar características

perigosas, conflitos, as consequências de uma saída de pista de um veículo desgovernado, o comportamento e a atenção dos motoristas (NODARI, 2003). Segundo o DNIT (2004), os locais críticos mais comuns são as travessias urbanas, interseções, pontes estreitas e curvas acentuadas.

Nodari (2003) conclui que um bom desempenho do motorista depende da combinação das características da via, sinalização horizontal e vertical, da homogeneidade dos elementos de projeto, como curvas e velocidades e da definição de prioridades de circulação.

2.1.18 Linhas de borda de pista

Segundo o DNER (1999), são as faixas que delimitam para o usuário a parte da pista destinada ao tráfego, separando-a dos acostamentos, das faixas de segurança ou simplesmente do limite da superfície pavimentada (quando a pista não for dotada de acostamento ou faixa de segurança). Sua maior importância reside no fato de fornecer de forma nítida aos usuários o trajeto a ser seguido pela definição contínua da pista de rolamento, principalmente à noite ou em condições atmosféricas adversas, como neblina ou fortes chuvas.

As linhas de borda de pista são sempre contínuas, não se admitindo que sejam interrompidas, ainda que por razões de economia, devido ao risco de serem confundidas com linhas delimitadoras de faixas, o que representa sérios riscos de acidentes, especialmente à noite e sob condições severas de visibilidade (DNER, 1999).

2.1.19 Materiais

Na escolha do material mais apropriado para a pintura de sinalização horizontal deve-se considerar os seguintes fatores: natureza do projeto, volume e classificação do tráfego (VDM) qualidade e vida útil do pavimento, frequência de manutenção, entre outros (CONTRAN, 2007).

Os materiais que são mais empregados são as tintas acrílicas, os materiais termoplásticos e os elastoplásticos ou películas pré-fabricadas. Para o CONTRAN (2007) para ser ter uma maior visibilidade noturna a sinalização horizontal deve ser sempre retrorrefletiva.

2.1.20 Tintas

Segundo Moreira e Menegon (2003), as tintas são composições líquidas pigmentadas que se convertem em uma película sólida, opaca e aderente ao substrato depois de sua aplicação e estabelecido a sua cura.

Para Moreira e Menegon (2003), as tintas são classificadas segundo o mecanismo de formação do filme:

- Oxidação: pertence, a esse grupo as tintas que além da evaporação do solvente, reagem com o oxigênio, dando início ao processo de polimerização.
- Evaporação do Solvente: tintas com produtos completamente polimerizados e que se solubilizam em solventes. Quando aplicadas sobre o substrato o solvente evapora deixando uma película sólida.
- Coalescência: composição química formada por resinas, geralmente esféricas, ficam dispersas no solvente. Com a quebra da emulsão o solvente evapora e as partículas se aglomeram formando uma película coesa e plástica.
- Reação química: as tintas com essa classificação são fornecidas em duas embalagens separadas, quando mistura esses componentes inicia-se uma reação química em que vai formando uma película.

2.1.21 Características das tintas para sinalização horizontal

Para Moreira e Menegon (2003), são três os principais tipos de tinta utilizadas. As alquídicas que apresentam um teor de sólidos em torno de 45% por unidade de volume. Essas tintas possuem alto grau de oxidação (enrijecimento da película), causando a desagregação das esferas de vidros presentes para aumentar a visibilidade noturna e também perdendo sua ancoragem com o substrato, possuem resistência a abrasão regular, pois o filme se desgasta rapidamente com o volume de tráfego.

Também segundo Moreira e Menegon (2003), são utilizadas as tintas alquídicas com borracha clorada e têm finalidade de melhorar a durabilidade das tintas para demarcação, possuem um teor de sólidos de 48% do volume, considerado alto para o volume de tráfego. Possuem uma resistência a intempéries considerada regular, mas ainda tem-se o problema de quando a película torna-se muito rígida e perde com muita facilidade as microesferas de vidro

devido ao tráfego, porém tem boa resistência a abrasão, melhorando a performance do filmes da tinta.

Segundo Moreira e Menegon (2003), as resinas acrílicas vêm sendo muito utilizadas para pintura de demarcação viária, pois, apresentam ótima retenção de cor e ótima resistência às intempéries. No Brasil existem dois tipos de tintas com resinas acrílicas: as tintas à base de solventes e as emulsionadas.

As tintas acrílicas estirenadas apresentam as seguintes características, 52 % de sólidos por unidade de volume, apresenta um tempo de secagem de em torno de 20 minutos, resistência a intempéries considerada regular, tendência do amarelecimento da cor branca devido aos polímeros acrílicos e resistência a abrasão considerada boa, melhorando as performances da tinta (MOREIRA E MENEGON, 2003).

Já as tintas acrílicas puras são encontradas emulsionadas, possuem como características um teor de aproximadamente 62% de sólidos por volume, tempo de secagem relativamente bom, pois permitem a liberação do tráfego em 10 minutos após pintura, resistência a intempéries considerada notável, pois os polímeros acrílicos não apresentam alteração de cor e também apresentam uma excelente resistência à abrasão, o que significa que podem ter vida útil superior as demais tintas (MOREIRA E MENEGON, 2003).

Para as tintas adquirirem boas condições de visibilidade noturna elas precisam ser retrorrefletivas, condição esta adquirida com adição de microesfera de vidro (MOREIRA E MENEGON, 2003).

2.1.22 Avaliação da retrorrefletividade

É necessário um acompanhamento periódico da retrorrefletividade da sinalização viária, pois é de fundamental importância para segurança viária. Dessa necessidade de monitoramento surgiu a necessidade de desenvolvimento de um equipamento que pudesse efetuar as leituras de maneira eficaz, isento de variáveis, e que também efetuasse comparativos de desempenho dos diferentes materiais utilizados. Schwab (1999) sugere um aparelho que utiliza um sensor ótico para fazer a leitura de um feixe de luz retrorrefletida e processar suas características, o retrorrefletômetro.

Para medir a retrorrefletividade, Morreira e Menegon (2003), utilizam-se os seguintes coeficientes:

- a) (RL) luminância retrorrefletida - quociente entre luminância e iluminância;

- b) (L) luminância - relação entre a intensidade luminosa e candelas;
- c) (cd) candelas - intensidade luminosa;
- d) (m²) fluxo em metros quadrados;
- e) (E) iluminância - quantidade de fluxo luminoso incidente em um elemento;
- f) Lux – área do elemento;
- g) (mcd/m²) – milicandelas por metro quadrado, usada para quantificar pequenos valores de luminância. A unidade de medida da retrorrefletividade é dada em mcd/m²/lux.

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Local da pesquisa e tipo de estudo

Os seguimentos que foram avaliados estão situados na região que interliga as cidades de Cascavel a Rio do Salto, mais precisamente na PR-180 do km 335+500 ao km 342+000, sob influência do Departamento de Estradas de Rodagem (DER). Tal trecho é extremamente importante porque faz ligação da cidade de Rio do Salto à Cascavel, dá acesso a áreas rurais e a duas pedreiras, com passagem frequente de caminhões, curvas sinuosas, topografia montanhosa, pista sem acostamento nos dois lados e com trechos onde a possibilidade de ultrapassagem.

Este local foi analisado por ter sido feita a repintura homogênea de todos os seguimentos entre os bordos (pintura a base d'água branca) e eixo (pintura a base d'água amarela), conforme a solicitação do DER. A concessionária ficou responsável pela revitalização do local executada no dia 02 de maio de 2017.

A pesquisa é de natureza aplicada, uma vez que tem o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, neste caso, problemas de segurança e desgaste em rodovias brasileiras. Tem caráter exploratório e apresenta uma abordagem quantitativa, que não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas (SILVA e MENEZES, 2001). Segundo Gil (1991), a pesquisa exploratória possui maior intimidade com o problema, construindo suposições, tornando-o mais claro.

Gil (1991) classifica as pesquisas quanto ao delineamento em: documental, a pesquisa bibliográfica, o levantamento, a pesquisa experimental, ex-post-facto, o estudo de caso e a pesquisa-ação. O presente trabalho enquadra-se como um estudo de caso, sendo pesquisa de campo com um estudo que possa permitir o seu amplo e detalhado conhecimento.

O principal objetivo desse estudo de caso foi analisar o desgaste da sinalização horizontal viária na rodovia, apontando as intervenções que podem contribuir no desgaste e a observação de sua eficácia em prevenção de acidentes.

3.1.2 Caracterização de Amostra

O estudo envolvendo a coleta de dados foi efetuado do trecho 335+500 ao 342+000 da PR-180, que totaliza aproximadamente 6,5 quilômetros de extensão, conforme a Figura 01.

O trecho escolhido para o estudo foi pavimentado com CAP 60/85 modificado com adição de polímero e as faixas repintadas dos bordos direito e esquerdo têm dimensão de 0,15 cm (centímetros) cada e do eixo tem dimensão de 0,12 cm (centímetros).

3.1.3 Coleta de dados

Os levantamentos foram feitos por meio de relatório fotográfico do trecho selecionado da rodovia e os dados coletados com o aparelho *Easylux Retroreflectometer*, conforme a Figura 23, um equipamento prático e de fácil manuseio, capaz de avaliar a retrorrefletância (RL) noturna e a visibilidade diurna (Qd) tendo capacidade de armazenar 4000 (quatro) mil leituras apenas programando a máquina para o levantamento de 1 (um) segundo (apenas RL) ou em 2 (dois) segundos (RL e Qd). Antes de dar início à coleta dos dados é necessário calibrar o aparelho.

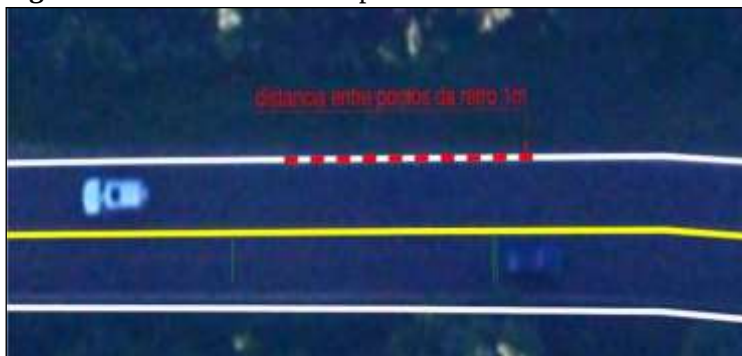
Figura 23: Aparelho easylux retroreflectometer.



Fonte: Autor (2017).

As aferições foram realizadas nos pontos críticos delimitados com tinta *spray* para que sempre fossem coletadas nos mesmos locais. Em cada trecho foram coletadas 10 (dez) leituras, sendo que após a primeira coleta, posicionou-se o aparelho sobre a pintura novamente distanciando aproximadamente 1 (um) metro para a próxima aferição e assim sucessivamente para os dois BD e BE (direito e esquerdo) e no eixo (2 faixas, que foram coletados apenas de uma), totalizando em 03 (três) leituras a cada quilômetro delimitado e em seguida foram realizados os mesmos procedimentos para o próximo ponto, conforme a Figura 24. Todas as medições realizadas durante o dia, nos mesmos locais delimitados mais importantes com marcações de *spray*, sem presença de chuva, com o tráfego desviado, tendo dois bandeirinhas auxiliares para fazer a sinalização com segurança e utilizando todas as considerações que constam nas normas.

Figura 24: Distância entre os pontos



Fonte: Autor (2017).

Com o auxílio de informações técnicas, foi realizada uma visita no trecho, seguindo o procedimento citado no Item 3.1.3 acima, conforme o cronograma da Figura 25, que procurou demonstrar as principais características que poderiam estar relacionadas ao índice de desgaste, analisado por meio da comparação dos resultados e da observação visual direta entre as faixas da pintura em estudo.

Figura 25: Coleta de dados realizado no trecho analisado.

COLETA DE DADOS NO TRECHO			
DIAS	REALIZADO	NÃO REALIZADO	OBSERVAÇÕES
03/05/2017	X		
21/07/2017	X		
15/10/2017		X	Indisponibilidade do aparelho
19/10/2017	X		

Fonte: Autor (2017).

3.1.4 Análise dos dados

Após a compilação dos dados que foram obtidos em campo e os dados fornecidos pela empresa responsável, foram analisadas as disparidades da pintura branca e amarela, conforme a Figura 26, entre o desgaste dos bordos e do eixo, se ficou estável ou teve diminuição da retrorrefletividade com o passar do tempo.

Figura 26: Pinturas retrorrefletivas nas cores branca e amarela.

Fonte: Autor (2017).

Foi feito o uso de tabelas, conforme a Figura 27, e o uso de gráficos, conforme a Figura 28, a Figura 29 e a Figura 30, para análise do desgaste da pintura, figuras ilustrativas para facilitar o entendimento e inspeção visual comparativa, não ocorrendo testes laboratoriais. Restriniu-se essa pesquisa em reconhecer as causas da degradação repentina ou a longo prazo, seus pontos específicos e a verificação de quais pontos houve maior desgaste por ser um trecho com curvas sinuosas onde os carros e caminhões tem dificuldades para desenvolver a curva em

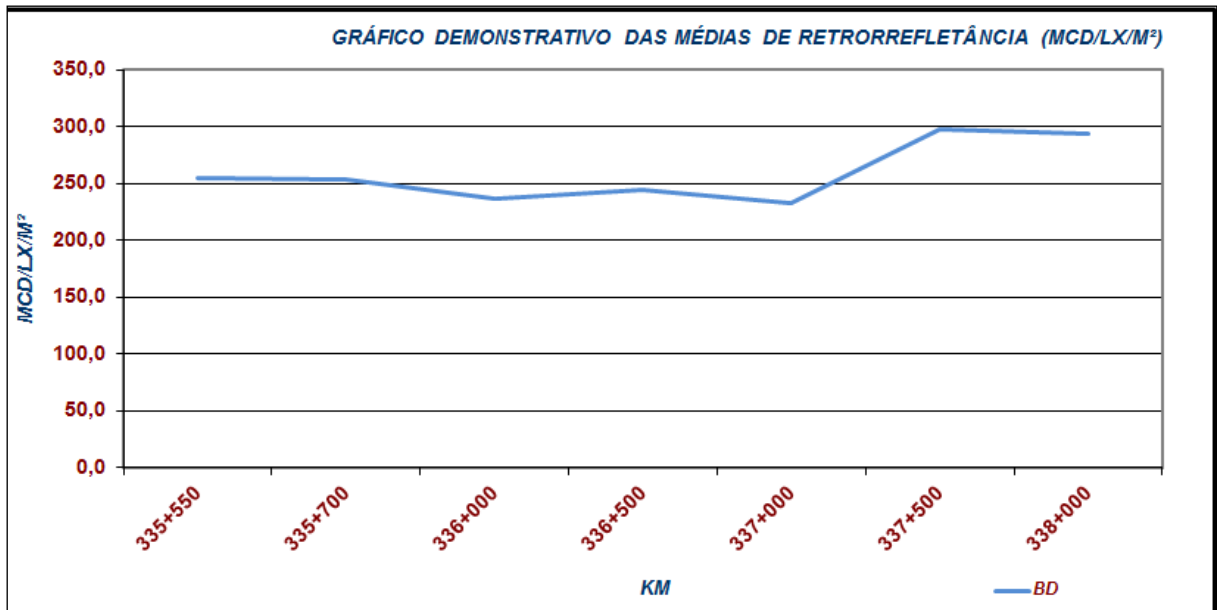
alta velocidade, e, muitas vezes, acabam saindo fora dos trilhos de roda da pista. Assim, como também em acessos a estradas rurais onde os veículos para entrar nas vias de trânsito rápido das rodovias, onde passam em cima da pintura. Vale ressaltar que nos pontos onde é permitida ultrapassagem (faixa tracejada que permite dos dois lados ou apenas um), os detritos agregados nos pneus passam sobre o eixo da pista fazendo com que haja desgaste da pintura e desagregação maior das películas de vidro aderidas a tinta com maior rapidez, diminuindo assim a retrorrefletividade.

Figura 27: Planilha de medição da retrorrefletância horizontal.

PLANILHA DE MEDIÇÕES DE RETRORREFLETÂNCIA HORIZONTAL													
Empresa:										Pista:			
Rodovia:										Sentido:			
Trecho:													
Data:													
km	Descrição	Cor	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Média
(med/lux.m²)													
335+550	Bordo Direito	Branco											0,0
	Eixo	Amarelo											0,0
	Bordo Esquerdo	Branco											0,0
335+700	Bordo Direito	Branco											0,0
	Eixo	Amarelo											0,0
	Bordo Esquerdo	Branco											0,0
336+000	Bordo Direito	Branco											0,0
	Eixo	Amarelo											0,0
	Bordo Esquerdo	Branco											0,0
336+500	Bordo Direito	Branco											0,0
	Eixo	Amarelo											0,0
	Bordo Esquerdo	Branco											0,0
337+000	Bordo Direito	Branco											0,0
	Eixo	Amarelo											0,0
	Bordo Esquerdo	Branco											0,0
337+500	Bordo Direito	Branco											0,0
	Eixo	Amarelo											0,0
	3ª Faixa	Branco											0,0
	Bordo Esquerdo	Branco											0,0

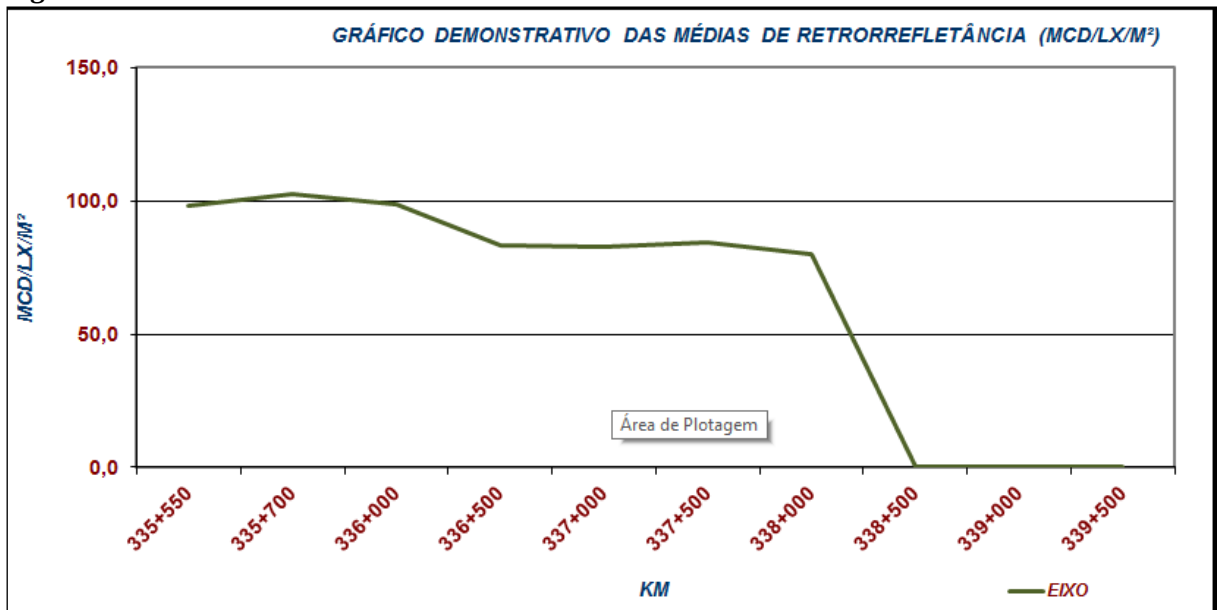
Fonte: Autor (2017).

Figura 28: Gráfico demonstrativo das médias de retrorrefletância do bordo direito.



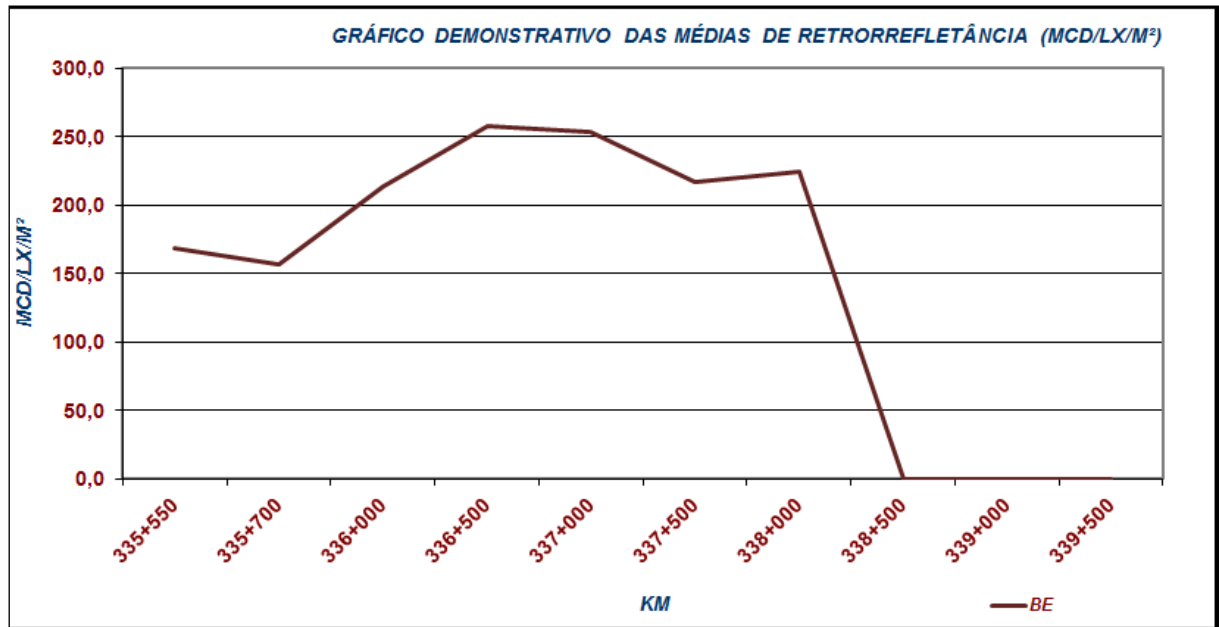
Fonte: Autor (2017).

Figura 29: Gráfico demonstrativo das médias de retrorrefletância do eixo.



Fonte: Autor (2017).

Figura 30: Gráfico demonstrativo das médias de retrorrefletância do bordo esquerdo.



Fonte: Autor (2017).

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Buscou-se primeiramente caracterizar o local descrevendo a sua potencialidade em relação ao movimento intenso de veículos. Após a descrição do local, foram apresentados detalhes das intervenções realizadas com o propósito de melhorar as condições da via, destacando as melhorias realizadas na parte de sinalização horizontal e demais dispositivos de sinalização.

De acordo com a metodologia descrita, os dados fornecidos pela Concessionária foram tabelados e através de um diagnóstico das mesmas geradas, realizou-se o comparativo dos dados depois das intervenções. A partir da análise do trecho, das intervenções realizadas, foi possível estudar os pontos críticos reconhecendo a possível relação das características da sinalização com a ocorrência de acidentes, falta de visibilidade quando em condições adversas e o tempo que a pintura leva para se perder a eficiência em sua retrorrefletividade.

4.1.1 Análise do segmento

O trecho em referência apresenta seis quilômetros e meio com geometria sinuosa em topografia montanhosa inserida, próximo a cidade de Cascavel. A seguir descreve-se como é o seguimento analisado.

- CURVAS ACENTUADAS

O trecho compreende algumas curvas acentuadas localizadas nos quilômetros:

Km 335+500 conforme a Figura 31;

Km 336+000 conforme a Figura 32;

Km 337+500 conforme a Figura 35;

Km 338+000 conforme a Figura 36;

Km 338+500 conforme a Figura 37.

- RETAS COM POSSIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM:

O trecho compreende alguns pontos onde é permitido ultrapassagem, localizados nos quilômetros:

Km 336+500 conforme a Figura 33;

Km 339+000 conforme a Figura 38;

Km 339+500 conforme a Figura 39;

Km 340+000 conforme a Figura 40;

Km 340+500 conforme a Figura 41;

Km 341+000 conforme a Figura 42;

- RETAS COM IMPOSSIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM:

O trecho compreende alguns pontos onde não é permitido ultrapassagem, localizados nos quilômetros:

Km 335+500 conforme a Figura 31;

Km 336+000 conforme a Figura 32;

Km 337+000 conforme a Figura 34;

Km 337+500 conforme a Figura 35;

Km 338+500 conforme a Figura 37;

Km 341+500 conforme a Figura 41;

Km 342+000 conforme a Figura 44;

Figura 31: Foto da curva acentuada no km 335+500.



Fonte: Autor (2017).

Figura 32: Foto da curva leve no km 336+000.



Fonte: Autor (2017).

Figura 33: Foto da curva leve no km 336+500.



Fonte: Autor (2017).

Figura 34: Foto da reta no km 337+000.



Fonte: Autor (2017).

Figura 35: Foto da curva leve no km 337+500.



Fonte: Autor (2017).

Figura 36: Foto da curva no km 338+000.



Fonte: Autor (2017).

Figura 37: Foto da curva no km 338+500.



Fonte: Autor (2017).

Figura 38: Foto da reta leve no km 339+000.



Fonte: Autor (2017).

Figura 39: Foto da reta leve no km 339+500.



Fonte: Autor (2017).

Figura 40: Foto da reta no km 340+000.



Fonte: Autor (2017).

Figura 41: Foto da reta no km 340+500.



Fonte: Autor (2017).

Figura 42: Foto da reta no km 341+000.



Fonte: Autor (2017).

Figura 43: Foto da reta no km 341+500.



Fonte: Autor (2017).

Figura 44: Foto da reta no km 342+000.



Fonte: Autor (2017).

Os levantamentos de caracterização dos trechos do seguimento foram realizados nos dias 03/05/2017 (um dia após a repintura do local), 21/07/2017 e 15/10/17 (que tinha sido prevista a coleta da próxima leitura, porém não foi possível realizá-la por indisponibilidade do aparelho). Então foi remarcada a data e a coleta foi realizada no dia 19/10/2017. Conforme a Figura 45, demonstra-se como são feitas as coletas em campo, como citadas no Item 3.1.3 (Coleta de Dados), sendo que todas as medições foram realizadas durante o dia, nos mesmos locais delimitados mais importantes com marcações de *spray*, sem presença de chuva, com o tráfego desviado, tendo dois bandeirinhas auxiliares para fazer a sinalização com segurança e utilizando todas as considerações que constam nas normas.

Figura 45: Coleta de dados em campo.



Fonte: Autor (2017).

Observou-se algumas características predominantes nesse trecho, sendo: velocidade regulamentada no trecho, possibilidade de veículos realizarem ultrapassagens conforme exemplifica a Figura 46, impossibilidade de veículos realizarem ultrapassagens conforme a Figura 47, possibilidade de um sentido da pista realizar ultrapassagem e do outro restrição conforme a Figura 48, existência de sinalização vertical conforme consta na Figura 46, na Figura 47 e na Figura 48, a condição da pista mantida pela concessionária conforme visualizou-se em todas as imagens como o pavimento está em ótima conservação e o número de faixas para a coleta de dados no trecho escolhido.

Figura 46: Local com possibilidade de realizar ultrapassagens.



Fonte: Autor (2017).

Figura 47: Local proibido de realizar ultrapassagens.



Fonte: Autor (2017).

Figura 48: Local proibido de realizar ultrapassagens de um lado e permitido do outro.



Fonte: Autor (2017).

4.1.2 Primeira coleta de dados de retrorrefletividade da sinalização horizontal no campo.

Conforme foi citado no Item 3.1.3 os levantamentos foram coletados com o aparelho *Easylux Retroreflectometer*. Antes de dar início às coletas o aparelho foi calibrado e após esse procedimento as aferições foram realizadas em todo o trecho entre o Km 335+500 ao Km 342+000, nos três bordos delimitados com a tinta spray, para melhor se localizar nos mesmos pontos. Em cada trecho foram coletadas 10 (dez) leituras, onde após a primeira coleta, posicionou-se o aparelho sobre a pintura novamente distanciando aproximadamente 1 (um) metro para a próxima aferição e assim sucessivamente para os dois BD e BE (direito e esquerdo) e no eixo (2 faixas, que foram coletados apenas de uma), totalizando em 03 (três) leituras a cada quilômetro delimitado. Em seguida, realizou-se os mesmos procedimentos para o próximo ponto. Todas as medições foram realizadas durante o dia, nos mesmos locais delimitados mais importantes com marcações de *spray*, sem presença de chuva, com o tráfego desviado, tendo dois bandeirinhas auxiliares, para fazer a sinalização com segurança e utilizando todas as considerações que constam nas normas.

Após a coleta dos dados, obteve-se a seguinte planilha (Tabela 01), sendo que na segunda linha é especificada a rodovia, os trechos em estudos separados por quilômetros, as cidades que se interligam, a ordem de cada coleta, o tipo de pista e sentido do local.

Na terceira linha observa-se a descrição dos tópicos sendo eles: o quilômetro que especifica o local estudado, a descrição do tipo de bordo ou eixo, a cor que nesse caso é pista simples e sentido duplo as cores usadas são branca e amarela, as 10 (dez) leituras coletadas sendo divididas por M1 até o M10 e a média ponderada de todas as coletas, levando em consideração que devem estar acima do mínimo exigido em norma que é de 80 mcd/lux.m².

Tabela 01: Caracterização das leituras coletadas.

PLANILHA DE MEDIÇÕES DE RETRORREFLETÂNCIA HORIZONTAL													
Rodovia: PR-180 Quilômetro: Km 335+500 ao 342+000				Trecho: Cascavel a Rio do Salto Dados de Coleta: 1° Leitura						Pista: Simples Sentido: Duplo			
Km	Descrição	Cor	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Média
(mcd/lux.m²)													
335+500	Bordo Direito	Branco	442	422	432	451	467	461	479	413	477	472	453,0
	Eixo	Amarelo	362	380	378	384	386	344	340	364	364	377	369,1
	Bordo Esquerdo	Branco	627	546	602	536	710	667	673	719	698	691	651,8
336+000	Bordo Direito	Branco	721	734	737	727	721	707	731	716	705	712	721,1
	Eixo	Amarelo	356	360	369	367	356	414	399	413	400	400	383,0
	Bordo Esquerdo	Branco	624	671	683	648	669	678	660	674	682	675	669,6
336+500	Bordo Direito	Branco	694	683	674	678	680	699	691	708	715	643	688,4
	Eixo	Amarelo	381	388	378	343	373	231	344	318	348	349	354,3
	Bordo Esquerdo	Branco	655	657	665	652	647	664	609	633	621	620	643,6
337+000	Bordo Direito	Branco	662	688	685	691	714	701	706	710	712	713	700,8
	Eixo	Amarelo	353	347	337	335	341	362	356	344	356	344	347,3
	Bordo Esquerdo	Branco	620	621	595	618	608	622	599	645	617	619	615,5
337+500	Bordo Direito	Branco	707	724	702	702	673	686	715	653	698	692	696,9
	Eixo	Amarelo	382	389	375	359	363	391	364	340	358	380	371,3
	Bordo Esquerdo	Branco	407	422	439	416	416	414	430	427	446	439	425,4
338+000	Bordo Direito	Branco	681	691	700	376	710	704	692	681	731	696	694,4
	Eixo	Amarelo	310	307	315	309	310	311	324	314	293	297	309,1
	Bordo Esquerdo	Branco	619	619	626	599	598	590	626	602	620	648	613,6
338+500	Bordo Direito	Branco	638	620	602	629	644	631	652	655	662	656	640,6

	Eixo	Amarelo	152	196	185	198	183	194	178	207	182	203	189,9
	Bordo Esquerdo	Branco	392	376	338	310	298	310	305	271	238	438	325,0
339+000	Bordo Direito	Branco	532	539	520	541	533	533	516	523	527	535	530,3
	Eixo	Amarelo	302	301	290	307	305	309	296	301	294	264	299,5
	Bordo Esquerdo	Branco	491	498	515	532	524	518	518	510	514	510	513,4
339+500	Bordo Direito	Branco	689	614	666	638	601	646	621	636	625	635	635,1
	Eixo	Amarelo	277	303	321	306	286	317	306	298	293	295	300,5
	Bordo Esquerdo	Branco	532	534	547	533	528	523	494	500	495	516	520,1
340+000	Bordo Direito	Branco	596	567	556	642	670	648	631	621	641	628	621,8
	Eixo	Amarelo	301	288	305	300	303	308	282	277	303	310	298,8
	Bordo Esquerdo	Branco	510	519	509	516	501	479	499	467	494	503	501,4
340+500	Bordo Direito	Branco	634	602	593	624	648	605	589	594	576	639	610,0
	Eixo	Amarelo	222	278	260	259	204	239	225	167	165	207	222,9
	Bordo Esquerdo	Branco	554	545	539	572	550	532	565	565	548	515	549,8
341+000	Bordo Direito	Branco	652	614	650	667	660	655	666	598	616	657	646,3
	Eixo	Amarelo	230	224	247	216	229	251	256	242	249	262	241,0
	Bordo Esquerdo	Branco	475	498	500	509	529	511	529	215	558	573	513,6
341+500	Bordo Direito	Branco	636	607	605	630	599	620	621	627	616	629	619,4
	Eixo	Amarelo	315	304	309	314	272	293	288	307	324	293	302,9
	Bordo Esquerdo	Branco	514	490	493	478	502	511	489	482	446	540	494,9
342+000	Bordo Direito	Branco	666	648	655	657	642	638	642	653	554	665	650,0
	Eixo	Amarelo	370	370	387	374	375	382	392	372	389	372	377,6
	Bordo Esquerdo	Branco	608	569	598	605	543	583	593	592	540	561	580,5

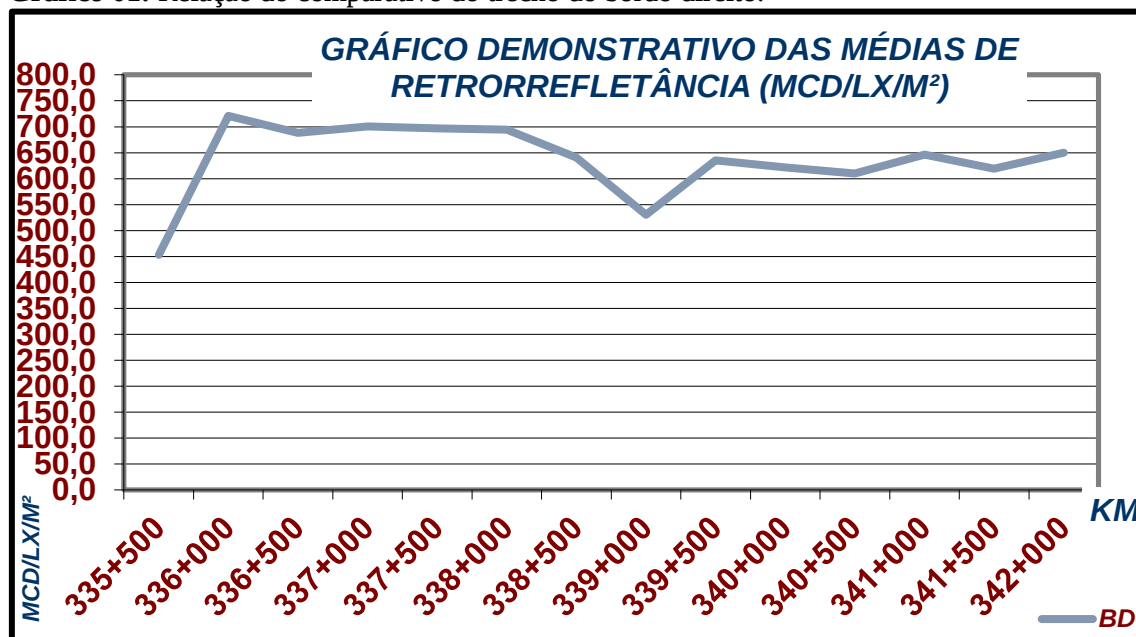
Fonte: Autor (2017).

Analisando a Tabela 01, verifica-se que o valor da coleta mais baixo foi no km 338+500, conforme a Figura 38, resultando no valor de 189,9 mcd/lux.m², sendo no eixo central, é um ponto de restrição de ultrapassagem de veículos por ser uma subida para quem está trafegando sentido a Cascavel e conseqüentemente ao final da subida tem uma leve curva, fazendo com que não respeitem a sinalização deste local, como já foram registrados acidentes e também esse desgaste justifica-se pelo fato de existir uma pedreira nesse local, sendo que seu acesso não é pavimentado e como o tráfego de caminhões é grande, possivelmente os pneus ao passar sobre a pintura para entrar no seu sentido, faz-se com os detritos de sujeira aumentem o desgaste mais rapidamente esse ponto.

E o valor mais alto foi de 721,10 mcd/lux.m², no km 336+000 no bordo direito, conforme a Figura 32, isso porque nesse ponto a curva faz com que os veículos ao fazerem a manobra, possivelmente, não passem por cima da faixa pois, o carro tende a passar sobre o eixo como consta a coleta que resultou em 383,00 mcd/lux.m², no eixo central sendo um valor bem menor que o coletado do bordo direito, demonstrando assim que é visível o desgaste desse ponto. Desta forma, os dados coletados se mantiveram entre os valores de 189,9 10 mcd/lux.m², e 721,10 mcd/lux.m².

A partir das médias descritas na Tabela 01, foram gerados gráficos para a análise visual dos dados coletados no bordo direito exclusivamente, conforme o Gráfico 01. De forma sucinta demonstra-se a curva gerada através dos dados retrorrefletivos. A curva é gerada levando-se em consideração a linha vertical que representa os valores de mcd/lux/m² e na linha horizontal os quilômetros em estudo. Analisando-se o gráfico, percebeu-se que a curva de retrorrefletividade tem seu valor de desgaste mais baixo no ponto que resulta em 450 mcd/lux/m² no km 335+500, depois ela ascende para 725 mcd/lux/m² no km 336+000 no seu ponto com melhor alcance de reflexão, se mantém constante até o meio da curva e atinge o valor de 525 mcd/lux/m² no km 339+000. Depois a curva se mantém constante oscilando entre 600 mcd/lux/m² e 650 mcd/lux/m² que variam entre o km 339+500 ao km 342+000.

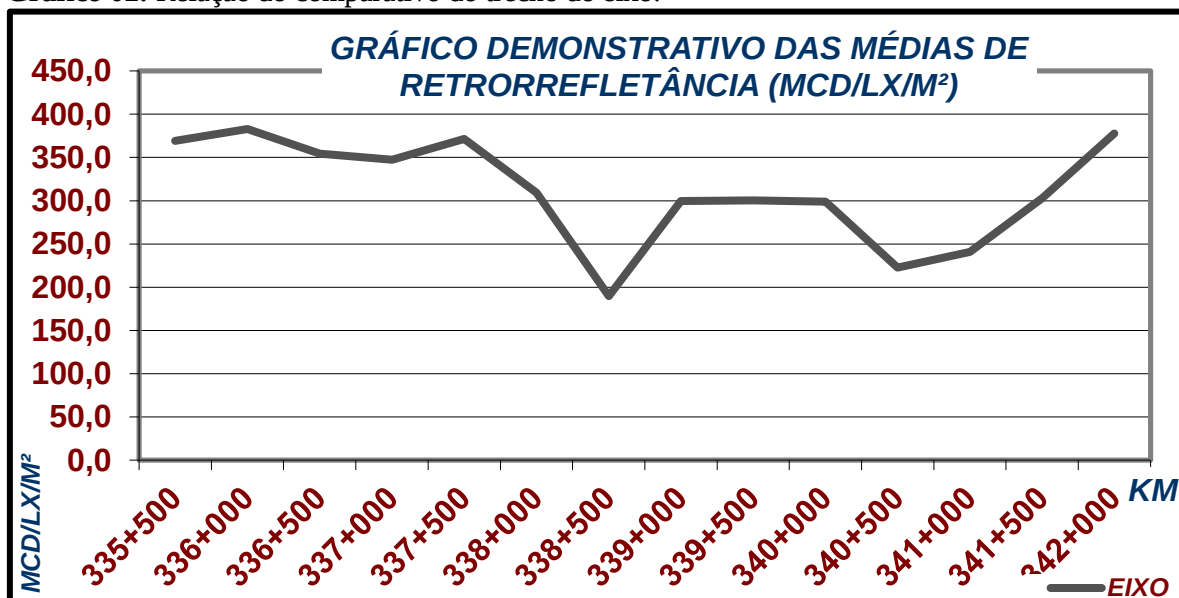
Gráfico 01: Relação do comparativo do trecho do bordo direito.



Fonte: Autor (2017).

A mesma ideia é seguida para a análise visual dos dados coletados no eixo exclusivamente, conforme o Gráfico 02. De forma sucinta, demonstra-se a curva gerada através dos dados retrorrefletivos. A curva é gerada levando-se em consideração a linha vertical que representa os valores de mcd/lux/m² e na linha horizontal os quilômetros em estudo. Conforme analisa-se o gráfico, percebeu-se que a curva de retrorrefletividade se inicia com o valor de desgaste de 360 mcd/lux/m² no km 335+500, depois ela se mantém constante até o km 337+500 e decresce de 360 mcd/lux/m² no km 337+500 até o km 338+500 resultando no valor de retrorrefletividade de 190 mcd/lux/m². Em seguida, novamente, ele ascende do km 338+500 ao km 339+000 e se mantém constante no valor de 300 mcd/lux/m² até o km 340+000, decresce novamente do km 340+000 ao km 340+000, atingindo o valor de 225 mcd/lux/m², e por último tem uma ascendência do km 340+500 ao km 342+000 até 370 mcd/lux/m².

Gráfico 02: Relação do comparativo do trecho do eixo.

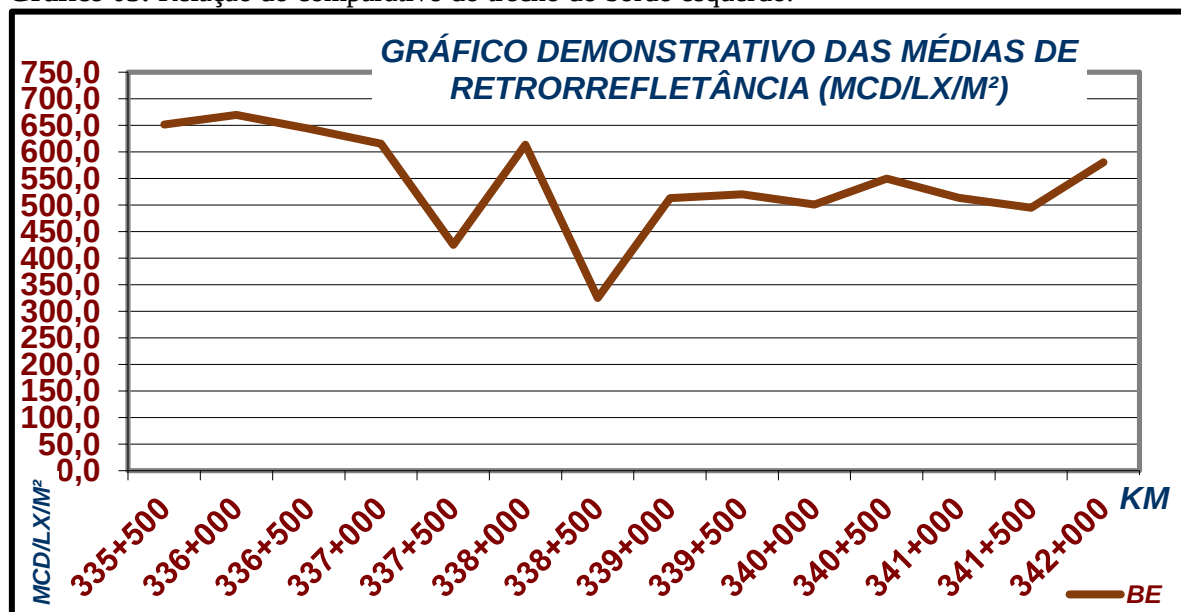


Fonte: Autor (2017).

E por último, para a análise visual dos dados coletados no bordo esquerdo exclusivamente, conforme o Gráfico 03. De forma sucinta, demonstra-se a curva gerada através dos dados retrorrefletivos. A curva é gerada levando-se em consideração a linha vertical que representa os valores de mcd/lux/m² e na linha horizontal os quilômetros em estudo.

Analizou-se o gráfico e percebeu-se que a curva de retrorrefletividade se inicia com o valor de desgaste de 650 mcd/lux/m² no km 335+500, depois sofre um pequeno declive até o km 337+000 resultando em 610 mcd/lux/m² e sofre uma queda brusca em seguida do km 337+000 até o km 337+500 chegando no valor de 425 mcd/lux/m², em seguida tem um aumento repentino do km 338+500 ao km 339+000 chegando ao valor de 510 mcd/lux/m², se mantêm oscilando entre 500 mcd/lux/m² e 550 mcd/lux/m² do km 339+000 ao Km 341+500 e sofre uma pequena ascendência no km 342+000 até chegar em 680 mcd/lux/m².

Gráfico 03: Relação do comparativo do trecho do bordo esquerdo.



Fonte: Autor (2017).

4.1.3 Segunda coleta de dados de retrorrefletividade da sinalização horizontal no campo.

Para a segunda coleta de dados, foram usados os mesmos critérios do Item 4.1.2, obtendo-se assim a Tabela 02.

Tabela 02: Caracterização das leituras coletadas.

PLANILHA DE MEDIÇÕES DE RETRORREFLETÂNCIA HORIZONTAL													
Rodovia: PR-180			Trecho: Cascavel a Rio do Salto								Pista: Simples		
Quilômetro: Km 335+500 ao 342+000			Dados de Coleta: 2° Leitura								Sentido: Duplo		
km	Descrição	Cor	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Média
335+500	Bordo Direito	Branco	216	208	256	183	183	190	196	222	210	444	210,1
	Eixo	Amarelo	96	96	90	93	93	93	96	96	98	90	94,1
	Bordo Esquerdo	Branco	284	351	351	351	565	605	605	614	358	358	443,0
336+000	Bordo Direito	Branco	332	459	362	362	371	744	452	375	605	352	417,3
	Eixo	Amarelo	201	220	220	229	229	217	217	210	196	200	214,3

	Bordo Esquerdo	Branco	301	309	309	309	292	292	261	242	242	247	281,6
336+500	Bordo Direito	Branco	325	308	345	542	594	295	572	300	701	308	411,8
	Eixo	Amarelo	178	190	202	218	214	214	205	197	197	186	200,6
	Bordo Esquerdo	Branco	302	310	303	285	248	252	295	431	742	263	305,1
337+000	Bordo Direito	Branco	291	300	584	304	304	304	505	538	295	301	356,4
	Eixo	Amarelo	168	161	172	192	209	216	216	206	210	200	196,6
	Bordo Esquerdo	Branco	335	492	781	456	438	264	261	234	210	246	340,8
337+500	Bordo Direito	Branco	294	281	442	400	500	301	307	307	378	448	359,6
	Eixo	Amarelo	228	247	242	242	256	251	244	244	275	266	249,0
	Bordo Esquerdo	Branco	259	272	288	250	264	260	285	236	236	229	257,8
338+000	Bordo Direito	Branco	317	313	443	394	721	557	557	386	421	294	423,5
	Eixo	Amarelo	278	284	271	261	261	261	267	248	248	244	261,9
	Bordo Esquerdo	Branco	246	236	236	250	245	245	311	229	319	251	252,5
338+500	Bordo Direito	Branco	250	237	276	311	319	297	256	311	315	295	288,9
	Eixo	Amarelo	221	221	221	213	220	220	205	208	220	227	218,0
	Bordo Esquerdo	Branco	248	236	205	194	188	179	179	192	207	201	200,3
339+000	Bordo Direito	Branco	458	302	359	296	765	293	529	341	612	287	398,8
	Eixo	Amarelo	209	200	204	199	194	199	195	187	187	184	195,6
	Bordo Esquerdo	Branco	259	268	256	246	253	235	224	238	238	234	244,9
339+500	Bordo Direito	Branco	509	509	689	526	581	605	429	684	525	343	546,0
	Eixo	Amarelo	201	207	329	208	208	203	233	185	185	185	203,8
	Bordo Esquerdo	Branco	381	395	508	383	414	438	563	609	393	374	434,4
340+000	Bordo Direito	Branco	551	322	400	321	321	343	335	731	452	334	382,3
	Eixo	Amarelo	200	211	221	216	216	216	212	212	193	193	209,5
	Bordo Esquerdo	Branco	373	367	363	353	369	369	390	398	367	374	371,5
340+500	Bordo Direito	Branco	609	551	401	417	440	661	406	426	418	363	458,5
	Eixo	Amarelo	220	239	239	231	231	234	238	238	238	229	234,8

	Bordo Esquerdo	Branco	187	205	216	229	270	233	298	263	234	238	236,0
341+000	Bordo Direito	Branco	351	335	326	397	349	354	359	356	363	352	352,4
	Eixo	Amarelo	361	347	347	343	336	336	331	531	523	340	366,6
	Bordo Esquerdo	Branco	256	247	247	253	258	258	258	258	263	257	255,6
341+500	Bordo Direito	Branco	358	343	343	354	495	348	354	362	396	406	365,1
	Eixo	Amarelo	260	260	253	253	253	291	255	255	260	265	257,6
	Bordo Esquerdo	Branco	250	239	244	248	257	261	247	258	251	256	251,4
342+000	Bordo Direito	Branco	269	298	284	291	291	282	306	269	269	278	282,8
	Eixo	Amarelo	377	380	387	391	410	410	410	398	382	375	391,9
	Bordo Esquerdo	Branco	437	437	456	462	444	453	430	460	425	433	443,8

Fonte: Autor (2017).

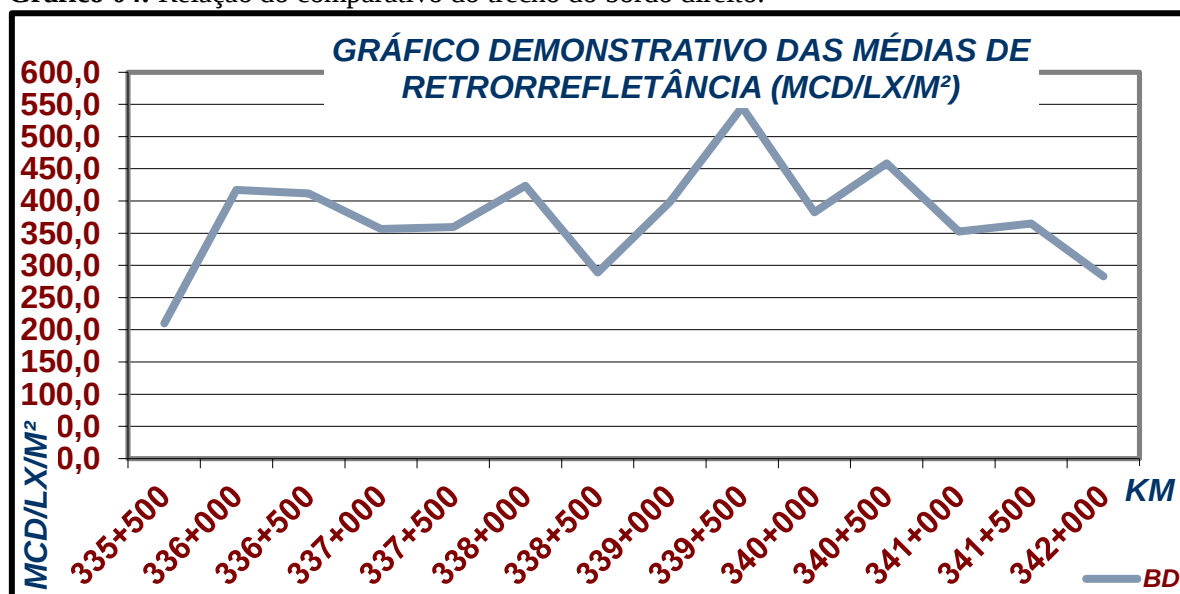
Na segunda coleta de dados, conforme a Tabela 02, o valor mais baixo de desgaste foi no km 335+500 sendo de 94,10 mcd/lux.m², no eixo central, conforme a Figura 31, isto justifica-se porque saindo da cidade de Cascavel, passando pelo trevo que dá acesso a Rio do Salto faz-se uma curva girando o volante para a direita fazendo com que o pneu possivelmente passe sobre o eixo pela velocidade elevada que os veículos entram nesse acesso passando sobre a pintura e desgastando rapidamente esse ponto pelo volume intenso de veículos. Já o valor mais alto constatado na coleta foi de 546,0 mcd/lux.m², no km 339+500 no bordo direito, conforme a Figura 39, sendo este local é uma reta e não possui acesso a estradas rurais que por não serem pavimentadas acabam sujando os pneus dos automóveis ao passar sobre a faixa ao entrar na PR-180 fazem com que haja um maior desgaste dos pontos.

A partir das médias descritas na Tabela 02, foram gerados gráficos para a análise visual dos dados coletados no bordo direito exclusivamente, conforme o Gráfico 04. De forma sucinta, demonstrando-se a curva gerada através dos dados retrorrefletivos. A curva é gerada levando-se em consideração a linha vertical que representa os valores de mcd/lux/m², e na linha horizontal os quilômetros em estudo.

Analisando-se o gráfico, percebeu-se que a curva de retrorrefletividade tem seu valor de desgaste mais baixo no ponto inicial que resulta em 210 mcd/lux/m² no km 335+500, depois ela ascende para 410 mcd/lux/m² no km 336+000 e se mantém constante até o km 336+500, em sequência tem uma recaída até o Km 337+000 ao Km 337+500 e a partir dele começa a ascender até o km 338+000 alcançando 425 mcd/lux/m², a partir do km 338+000 até o km 338+500 a

curva decresce até o valor de 290 mcd/lux/m². Posteriormente, começa a ascender do km 338+500 ao km 339+500 e alcança o valor mais alto de retrorrefletividade sendo de 550 mcd/lux/m² e depois decresce novamente do km 339+500 ao km 340+000 chegando ao valor de 380 mcd/lux/m². Na sequência há um aumento do km 340+000 ao km 340+500 alcançando o valor de 460 mcd/lux/m² e do km 340+500 até o km 342+000 o valor só tem recaídas chegando até 290 mcd/lux/m².

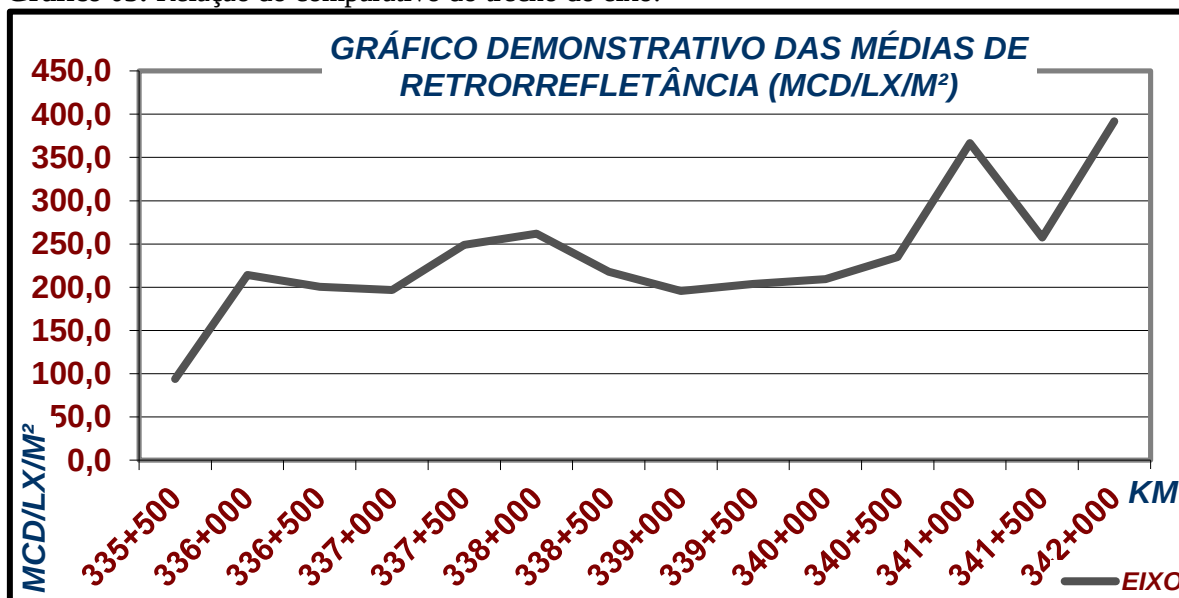
Gráfico 04: Relação do comparativo do trecho do bordo direito.



Fonte: Autor (2017).

A mesma ideia é seguida para a análise visual dos dados coletados no eixo exclusivamente, conforme o Gráfico 05. De forma sucinta, demonstra-se a curva gerada através dos dados retrorrefletivos. A curva é gerada levando-se em consideração a linha vertical que representa os valores de mcd/lux/m² e na linha horizontal os quilômetros em estudo. Analisando-se o gráfico, percebemos que a curva de retrorrefletividade se inicia com o valor de desgaste de 100 mcd/lux/m² no km 335+500, depois ela aumenta até o km 336+000 alcançando o valor de 210 mcd/lux/m² se mantendo constante até o km 337+000. Posteriormente, aumenta até o km 338+000 para 260 mcd/lux/m² e depois decresce e aumenta formando uma parábola até o km 340+500 diminuindo para 240 mcd/lux/m². Na sequência, aumenta até o km 341+000 para 360 mcd/lux/m², decresce novamente até o km 341+500 e novamente aumenta para 390 mcd/lux/m² até o km 342+000.

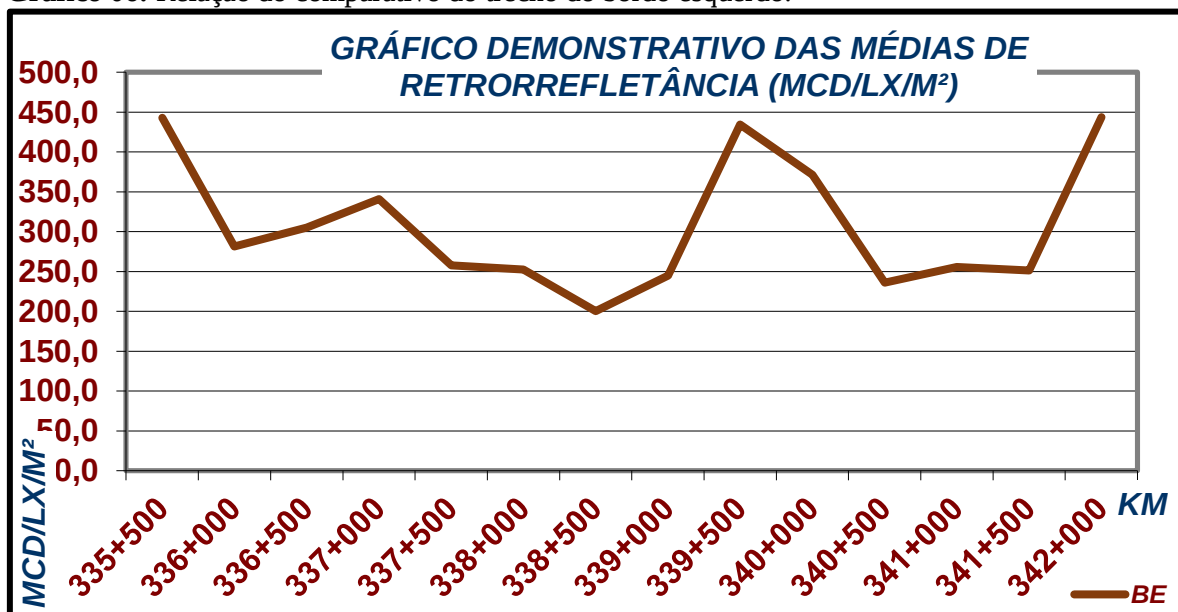
Gráfico 05: Relação do comparativo do trecho do eixo.



Fonte: Autor (2017).

E por último, para a análise visual dos dados coletados no bordo esquerdo exclusivamente, conforme o Gráfico 06. De forma sucinta, demonstra-se a curva gerada através dos dados retrorrefletivos. A curva é gerada levando em consideração a linha vertical que representa os valores de mcd/lux/m² e na linha horizontal os quilômetros em estudo.

Analisando-se o gráfico, percebeu-se que a curva de retrorrefletividade se inicia com o valor mais alto de desgaste sendo de 450 mcd/lux/m² no Km 335+500, depois ela sofre um declive até o km 337+000 resultando em 290 mcd/lux/m² e sofre uma queda brusca em seguida até o km 337+500 chegando no valor de 425 mcd/lux/m², em seguida tem um aumento repentino do km 338+500 chegando no valor de 190 mcd/lux/m². Posteriormente, o valor aumenta até o km 339+500 chegando em 480 mcd/lux/m², decresce novamente até o km 340+500 reduzindo para 240 mcd/lux/m², se mantém constante até o km 341+500 e ascende para 450 mcd/lux/m² até o km 342+000.

Gráfico 06: Relação do comparativo do trecho do bordo esquerdo.

Fonte: Autor (2017).

4.1.4 Terceira coleta de dados de retrorrefletividade da sinalização horizontal no campo.

Para a terceira coleta de dados, foram usados os mesmos critérios do Item 4.1.2, obtendo-se assim a Tabela 03.

Tabela 03: Caracterização das leituras coletadas

PLANILHA DE MEDIÇÕES DE RETRORREFLETÂNCIA HORIZONTAL													
Rodovia: PR-180 Quilômetro: Km 335+500 ao 342+000				Trecho: Cascavel a Rio do Salto Dados de Coleta: 3° Leitura						Pista: Simples Sentido: Duplo			
km	Descrição	Cor	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Média
335+500	Bordo Direito	Branco	176	179	165	186	181	162	185	174	188	192	179,3
	Eixo	Amarelo	72	88	70	102	103	82	121	79	75	99	87,5
	Bordo Esquerdo	Branco	283	305	365	334	342	361	322	340	346	346	337,0
336+000	Bordo Direito	Branco	290	303	303	303	303	288	265	285	294	302	296,0

	Eixo	Amarelo	229	223	223	232	224	224	204	197	201	315	220,0
	Bordo Esquerdo	Branco	248	235	252	255	261	262	243	234	209	215	242,9
336+500	Bordo Direito	Branco	352	477	303	303	602	305	430	307	307	311	349,0
	Eixo	Amarelo	188	182	173	170	183	184	187	172	176	174	178,9
	Bordo Esquerdo	Branco	372	390	337	308	263	232	213	189	212	240	272,1
337+000	Bordo Direito	Branco	238	252	243	238	243	248	253	253	237	246	245,1
	Eixo	Amarelo	151	129	129	137	137	137	128	128	128	128	131,6
	Bordo Esquerdo	Branco	192	189	189	194	194	180	174	168	162	167	181,6
337+500	Bordo Direito	Branco	273	270	270	258	258	239	230	243	238	230	250,8
	Eixo	Amarelo	128	128	123	120	120	123	201	124	120	113	123,3
	Bordo Esquerdo	Branco	177	184	146	167	152	142	142	124	120	124	146,8
338+000	Bordo Direito	Branco	262	252	252	258	244	257	249	254	251	251	253,0
	Eixo	Amarelo	118	123	123	131	131	131	131	118	118	104	124,1
	Bordo Esquerdo	Branco	138	144	473	180	165	187	172	166	162	139	164,4
338+500	Bordo Direito	Branco	251	258	242	235	222	232	232	238	261	272	243,6
	Eixo	Amarelo	111	111	111	104	96	92	101	107	128	132	108,6
	Bordo Esquerdo	Branco	175	172	162	160	174	179	171	179	168	164	170,6
339+000	Bordo Direito	Branco	314	327	318	318	326	319	319	319	307	301	317,5
	Eixo	Amarelo	103	122	127	142	142	146	150	150	150	146	140,6
	Bordo Esquerdo	Branco	120	127	127	116	116	128	128	123	123	134	124,0
339+500	Bordo Direito	Branco	319	326	319	386	312	312	302	297	407	302	322,3
	Eixo	Amarelo	142	142	147	147	147	143	143	143	143	133	143,8
	Bordo Esquerdo	Branco	101	95	111	119	119	119	127	110	110	104	111,6
340+000	Bordo Direito	Branco	305	303	305	304	311	315	306	307	318	305	307,3

	Eixo	Amarelo	133	148	152	152	152	152	152	152	144	144	149,5
	Bordo Esquerdo	Branco	187	106	135	130	137	121	151	134	122	103	129,5
340+500	Bordo Direito	Branco	305	362	313	313	304	308	301	308	312	292	308,0
	Eixo	Amarelo	151	147	147	147	142	142	149	153	153	149	148,1
	Bordo Esquerdo	Branco	103	112	101	111	131	131	166	142	142	125	124,6
341+000	Bordo Direito	Branco	312	307	299	318	324	332	332	332	332	332	323,6
	Eixo	Amarelo	151	151	140	116	99	122	130	126	133	139	132,1
	Bordo Esquerdo	Branco	125	133	133	147	202	155	131	109	151	142	139,6
341+500	Bordo Direito	Branco	332	332	332	323	329	329	333	337	337	337	332,6
	Eixo	Amarelo	151	151	141	141	144	139	173	143	151	151	146,6
	Bordo Esquerdo	Branco	152	152	180	141	133	124	131	131	147	128	139,4
342+000	Bordo Direito	Branco	189	195	197	175	172	183	190	198	184	180	186,6
	Eixo	Amarelo	147	136	122	125	137	137	137	137	137	142	136,0
	Bordo Esquerdo	Branco	156	156	162	162	159	177	216	172	172	182	167,8

Fonte: Autor (2017).

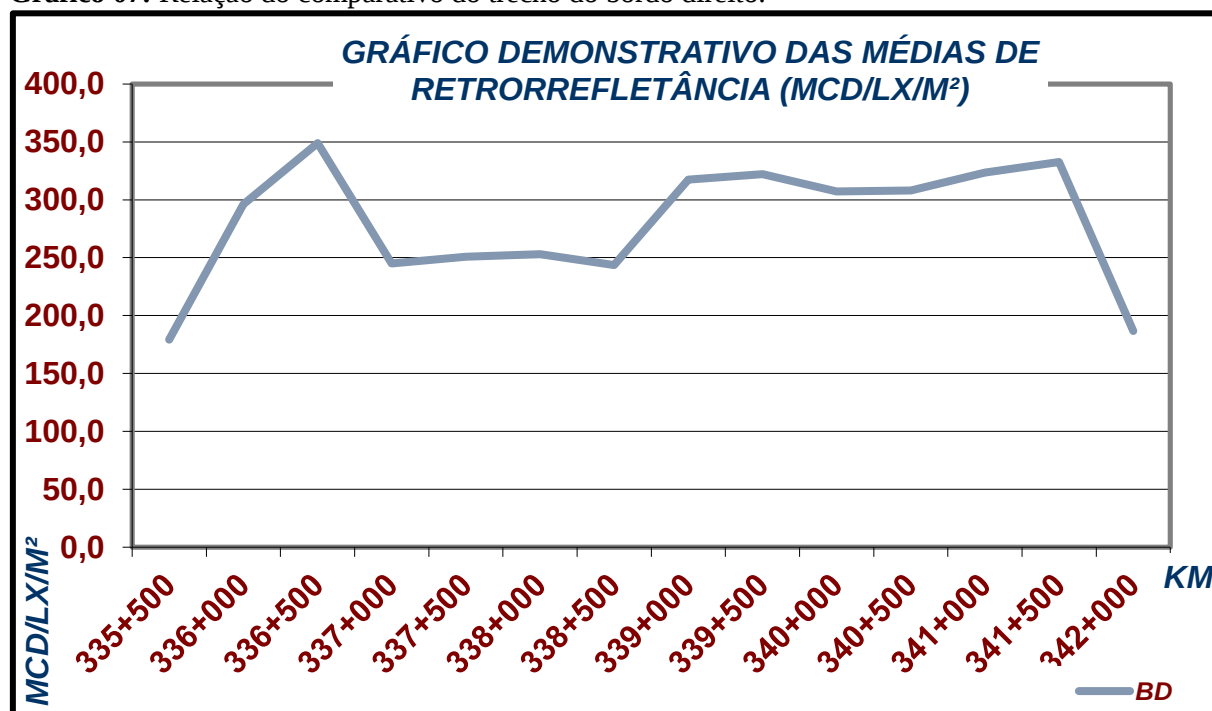
Na terceira e última coleta, conforme a Tabela 03, registrou-se que o menor valor de desgaste foi o mesmo da segunda, no km 335+500 no eixo central, conforme a Figura 31, que decresceu para 87,5 mcd/lux.m², pelas mesmas considerações citadas no parágrafo anterior. Já o valor coletado que sofreu menor desgaste foi no km 336+500 no bordo direito, conforme a Figura 33, sendo de 349,0 mcd/lux.m², isso justifica-se de fato, porque nesse trecho é uma reta e como é bordo os veículos não passam sobre a faixa para fazer ultrapassagens e não tem nenhum acesso a áreas rurais para que ao realizar a manobra de entrada na rodovia fazer com que o pneu passe em cima da pintura desagregando suas esferas de vidro, dessa forma o desgaste certamente será menor, apenas sendo levado em consideração as intempéries para perda de retrorrefletividade desse ponto.

A partir das médias descritas na Tabela 03, foram gerados gráficos para a análise visual dos dados coletados no bordo direito exclusivamente, conforme o Gráfico 07. De forma sucinta,

demonstrando-se a curva gerada através dos dados retrorrefletivos. A curva é gerada levando-se em consideração a linha vertical que representa os valores de mcd/lux/m^2 e na linha horizontal os quilômetros em estudo.

Analisando-se o gráfico, percebeu-se que a curva de retrorrefletividade tem seu valor de desgaste mais baixo no ponto inicial que resulta em 180 mcd/lux/m^2 no km 335+500, depois ela ascende para 350 mcd/lux/m^2 no km 336+500 e sofre em sequência uma recaída até o km 337+000 para 250 mcd/lux/m^2 e se mantém constante nesse valor de retrorrefletividade até o km 338+500, em seguida, sofre uma ascendência até o km 339+000 alcançando o valor de 320 mcd/lux/m^2 e se mantém parcialmente constante até o km 340+500, posteriormente sofre novamente uma ascendência alcançando o valor de 370 mcd/lux/m^2 no km 341+500 e por fim, decresce para 180 mcd/lux/m^2 , sendo o ponto inicial de desgaste.

Gráfico 07: Relação do comparativo do trecho do bordo direito.

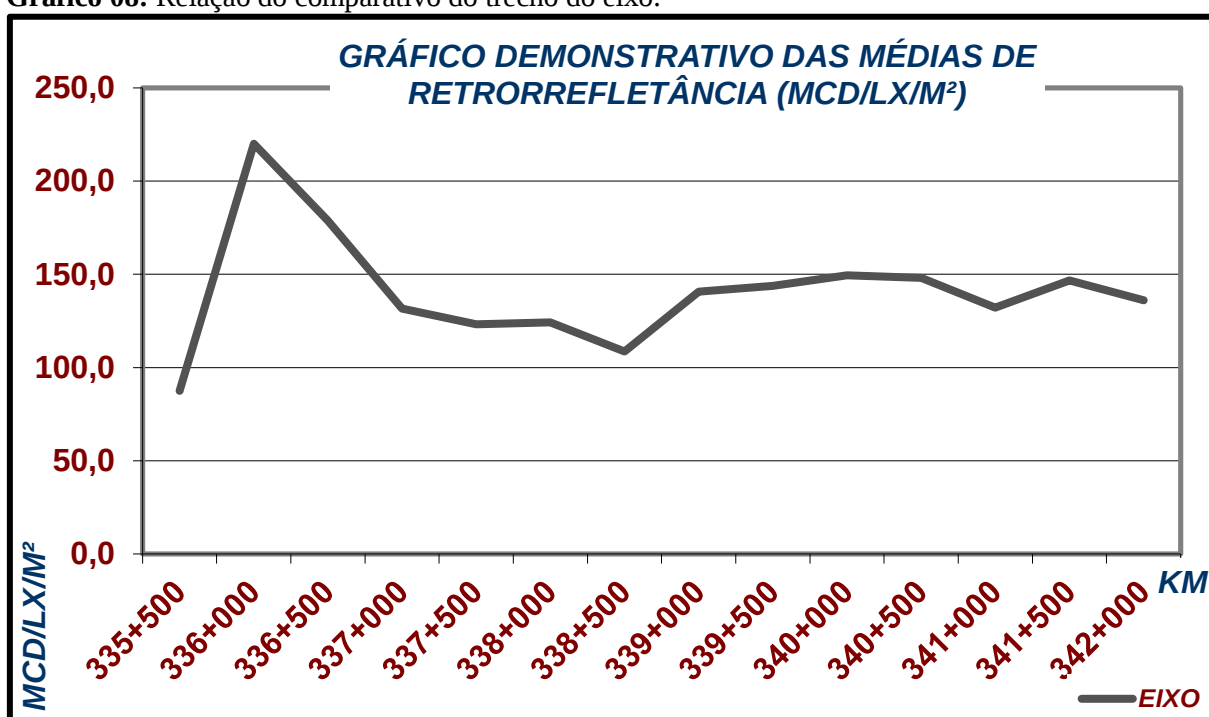


Fonte: Autor (2017).

A mesma ideia é seguida para a análise visual dos dados coletados no eixo exclusivamente, conforme o Gráfico 08. De forma sucinta, demonstra-se a curva gerada através dos dados retrorrefletivos. A curva é gerada levando-se em consideração a linha vertical que representa os valores de mcd/lux/m^2 e na linha horizontal os quilômetros em estudo. Analisando-se o gráfico, percebemos que a curva de retrorrefletividade se inicia com o valor de

desgaste de 90 mcd/lux/m² no km 335+500, depois ela aumenta até o km 336+000 alcançando o valor de 220 mcd/lux/m² posteriormente a curva decresce até o km 337+000 para 130 mcd/lux/m², se mantêm oscilando parcialmente até o km 338+500 obtendo-se o valor de 110 mcd/lux/m², novamente ascende para 140 mcd/lux/m² no km 339+000 se mantendo parcialmente constante até o km 340+500 em 150 mcd/lux/m², decresce para 130 mcd/lux/m², até o km 341+000, novamente tem um aumento de retrorrefletividade até o km 341+500 atingindo 150 mcd/lux/m e finaliza no km 342+000 com 140 mcd/lux/m².

Gráfico 08: Relação do comparativo do trecho do eixo.



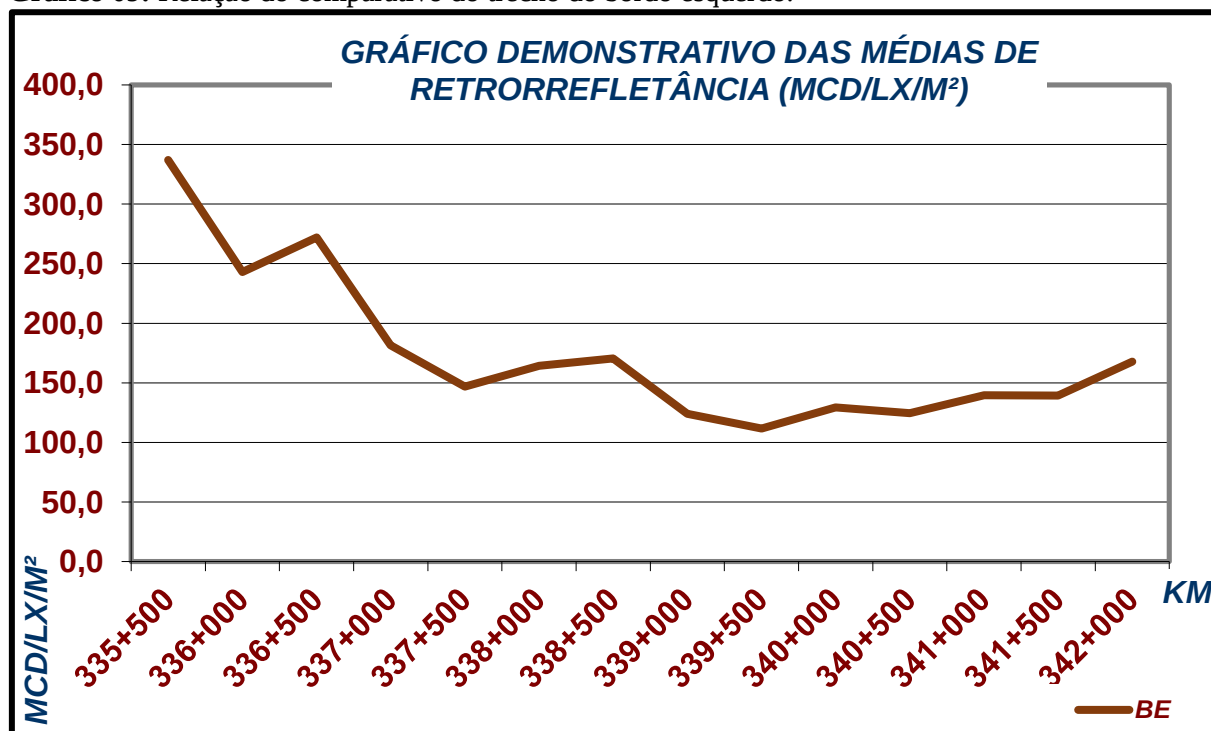
Fonte: Autor (2017).

E por último, para a análise visual dos dados coletados no bordo esquerdo exclusivamente, conforme o Gráfico 09. De forma sucinta, demonstra-se a curva gerada através dos dados retrorrefletivos. A curva é gerada levando em consideração a linha vertical que representa os valores de mcd/lux/m² e na linha horizontal os quilômetros em estudo.

Analisando-se o gráfico, percebeu-se que a curva de retrorrefletividade se inicia com o valor mais alto de desgaste sendo de 340 mcd/lux/m² no Km 335+500, depois ela sofre um declive até o km 336+000 resultando em 240 mcd/lux/m² e sofre uma ascendência em seguida até o km 336+500 chegando no valor de 370 mcd/lux/m², em seguida tem uma queda brusca até o km 337+500 chegando no valor de 150 mcd/lux/m². Posteriormente, o valor aumenta até

o km 338+500 chegando em 170 mcd/lux/m², decresce novamente até o km 339+500 reduzindo para 110 mcd/lux/m² e ascende para 160 mcd/lux/m² até o km 342+000.

Gráfico 09: Relação do comparativo do trecho do bordo esquerdo.



Fonte: Autor (2017).

Conforme citado no item 4.1.1, foi possível fazer a coleta de dados da terceira leitura, porém a data foi alterada por indisponibilidade do aparelho. Por ser uma máquina utilizada pelas concessionárias que mantêm as rodovias bem sinalizadas e conservadas conforme contrato, a cada 06 meses é necessário refazer a coleta de dados de todo o trecho que fica sob cuidados de tal, sendo este trajeto da cidade de Guarapuava a Foz do Iguaçu na BR-277, por este motivo a máquina está sendo utilizada todos os dias pelas equipes da concessionária e não foi possível fazer a coleta de dados naquele dia, porém, como a empresa havia se comprometido em ajudar conseguiram disponibilizar o aparelho no dia 19/10/2017, quatro dias após o da coleta oficial.

4.1.5 Comparação das médias finais das coletas no campo

Com base nos valores coletados em campo, conforme a Tabela 01, a Tabela 02 e a Tabela 03, foram destacados os numerais conforme a Tabela 04, sendo adotados os seguintes critérios de diferenciação: acima de 700 mcd/lux/m² com a coloração azul turquesa, acima de 600 mcd/lux/m² com a coloração roxa, acima de 500 com a coloração rosa bebê, acima de 400 mcd/lux/m² com a coloração alaranjado, acima de 300 mcd/lux/m² com a coloração vermelha, acima de 200 mcd/lux/m² com a coloração verde, acima de 100 mcd/lux/m² com a coloração cinza claro e por fim abaixo de 100 mcd/lux/m² uma tarja vermelha para redobrar a atenção daquele local, pois o mínimo exigido em normas é 80 mcd/lux/m².

Tabela 04: Caracterização das cores

CORES	MÉDIA MAIOR QUE
MÉDIA	700 mcd/lux/m ²
MÉDIA	600 mcd/lux/m ²
MÉDIA	500 mcd/lux/m ²
MÉDIA	400 mcd/lux/m ²
MÉDIA	300 mcd/lux/m ²
MÉDIA	200 mcd/lux/m ²
MÉDIA	100 mcd/lux/m ²
MÉDIA	< que 100 mcd/lux/m ²

Fonte: Autor (2017).

De modo a simplificar o entendimento dos comparativos, conforme a Tabela 05, foram descritos apenas os valores das médias finais. Comparando-se as 03 coletas realizadas disseminadas por trecho que descreve os pontos da primeira coluna.

Os bordos que discriminam qual das 03 faixas foi feito a coleta estão descritas na 2º coluna. Em seguida, a 3º, 4º e 5º coluna estão separadas em ordem e dia da coleta.

A 6º coluna é responsável por destacar algum valor que apresente desgaste inferior que o mínimo de 80 mcd lux/m² e a 7º coluna demonstra a análise do desgaste onde foram destacados os valores mais altos que resultou a subtração das 03 coletas, tendo como prioridade esta tabela simplificar a visualização.

Tabela 05: Comparação das médias finais.

COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DAS COLETAS EM CAMPO						
Trecho	BORDOS	Média 1° Coleta 03/05/17	Média 2° Coleta 21/07/17	Média 3° Coleta 19/10/17	Abaixo do Mínimo 80 mcd lux/m²	Análise do Desgaste
335+500	Bordo Direito	453,0	210,1	179,3	X	63,6
	Eixo	369,1	94,1	87,5	X	187,5
	Bordo Esquerdo	651,8	443,0	337,0	X	-128,3
336+000	Bordo Direito	721,1	417,3	296,0	X	7,9
	Eixo	383,0	214,3	220,0	X	-51,3
	Bordo Esquerdo	669,6	281,6	242,0	X	146,0
336+500	Bordo Direito	688,4	411,8	349,0	X	-72,4
	Eixo	354,3	200,6	178,9	X	-25,3
	Bordo Esquerdo	643,6	305,1	272,1	X	66,4
337+000	Bordo Direito	700,8	356,4	245,1	X	99,3
	Eixo	347,3	196,6	131,6	X	19,0
	Bordo Esquerdo	615,5	340,8	181,6	X	93,1
337+500	Bordo Direito	696,9	359,6	250,8	X	86,5
	Eixo	371,3	249,0	123,3	X	-1,0
	Bordo Esquerdo	425,4	257,8	146,8	X	20,9
338+000	Bordo Direito	694,4	423,5	253,0	X	17,9
	Eixo	309,1	261,9	124,1	X	-76,9
	Bordo Esquerdo	613,6	252,5	164,4	X	196,8
338+500	Bordo Direito	640,6	288,9	243,6	X	108,1
	Eixo	189,9	218,0	108,6	X	-136,8
	Bordo Esquerdo	325,0	200,3	170,6	X	-45,9
339+000	Bordo Direito	530,3	398,8	317,5	X	-186,0
	Eixo	299,5	195,6	140,6	X	-36,8
	Bordo Esquerdo	513,4	244,9	124,0	X	144,5
339+500	Bordo Direito	635,1	546,0	322,3	X	-233,1
	Eixo	300,5	203,8	143,8	X	-47,0
	Bordo Esquerdo	520,1	434,4	111,6	X	-25,9
340+000	Bordo Direito	621,8	382,3	307,3	X	-67,8
	Eixo	298,8	209,5	149,5	X	-60,3
	Bordo Esquerdo	501,4	371,5	129,5	X	0,4
340+500	Bordo Direito	610,0	458,5	308,0	X	-156,5
	Eixo	222,9	234,8	148,1	X	-160,0
	Bordo Esquerdo	549,8	236,0	124,6	X	189,1
341+000	Bordo Direito	646,3	352,4	323,6	X	-29,8
	Eixo	241,0	366,6	132,1	X	-257,8
	Bordo Esquerdo	513,6	255,6	139,6	X	118,4

341+500	Bordo Direito	619,4	365,1	332,6	X	-78,4
	Eixo	302,9	257,6	146,6	X	-101,4
	Bordo Esquerdo	494,9	251,4	139,4	X	104,1
342+000	Bordo Direito	650,0	282,8	186,6	X	180,7
	Eixo	377,6	391,9	136,0	X	-150,3
	Bordo Esquerdo	580,5	443,8	167,8	X	-31,0

Fonte: Autor (2017).

Conforme foi citado no item 1.2.2, comparando-se os valores coletados do bordo direito, eixo e bordo esquerdo da Tabela 05, a pintura horizontal que sofreu menos desgaste foi o bordo esquerdo, como demonstra na Tabela 06.

Tabela 06: Comparação do bordo que sofreu menos desgaste.

MENOR DESGASTE		
335+500	Bordo Direito	63,6
	Eixo	187,5
336+000	Bordo Direito	7,9
	Bordo Esquerdo	146,0
336+500	Bordo Esquerdo	66,4
337+000	Bordo Direito	99,3
	Eixo	19,0
	Bordo Esquerdo	93,1
337+500	Bordo Direito	86,5
	Bordo Esquerdo	20,9
338+000	Bordo Direito	17,9
	Bordo Esquerdo	196,8
338+500	Bordo Direito	108,1
339+000	Bordo Esquerdo	144,5
340+000	Bordo Esquerdo	0,4
340+500	Bordo Esquerdo	189,1
341+000	Bordo Esquerdo	118,4
341+500	Bordo Esquerdo	104,1
342+000	Bordo Direito	180,7
	BORDO DIREITO	564,0
	EIXO	206,5
	BORDO ESQUERDO	1079,6

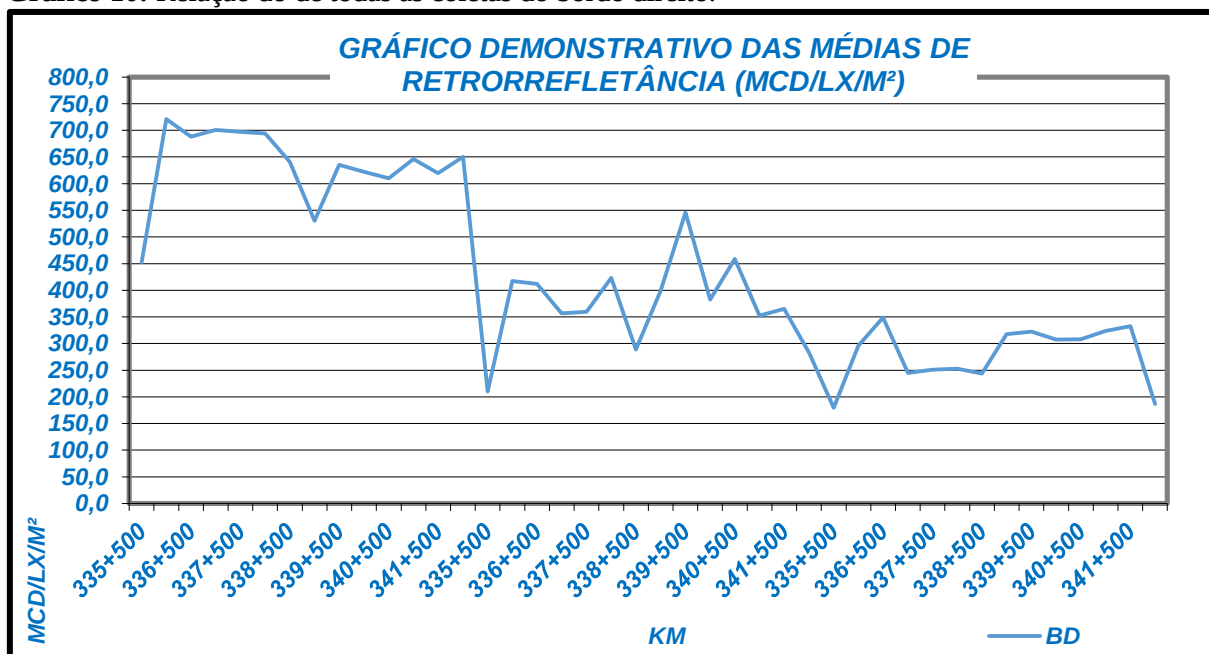
Fonte: Autor (2017).

Para análise dos bordos foram subtraídos os valores das 03 coletas em campo, originando assim o valor do desgaste real que se mantiveram positivos mesmo após subtração. Desta maneira, conforme a Tabela 06, foram selecionados apenas os dados relevantes e destes. Verificou-se que o bordo esquerdo foi o que teve menos desgaste com o passar do tempo, porque foram registrados 10 pontos e deles obtiveram-se o maior resultado positivo. No bordo direito registrou-se 07 pontos e no eixo apenas um. Isto justifica-se por que no eixo é permitida ou não ultrapassagem, porém muitos não respeitam e acabam desgastando a pintura como um todo. Deste modo, mesmo com os valores das 03 coletas tendo sido subtraídos um dos outros, continuou com a média mais alta entre os demais, totalizando 1079,6. Dessa forma, é justificado o por que o bordo esquerdo sofreu o menor desgaste.

4.1.6 Comparação das três coletas em campo divididas por bordos.

Foram gerados gráficos para comparar os valores das 03 coletas, para analisar de forma simplificada os dados do bordo direito, eixo e bordo esquerdo. Desta forma, demonstra-se exclusivamente o comparativo dos valores, para análise da curva de desgaste da retrorrefletividade do bordo direito no decorrer dos meses, conforme o Gráfico 10.

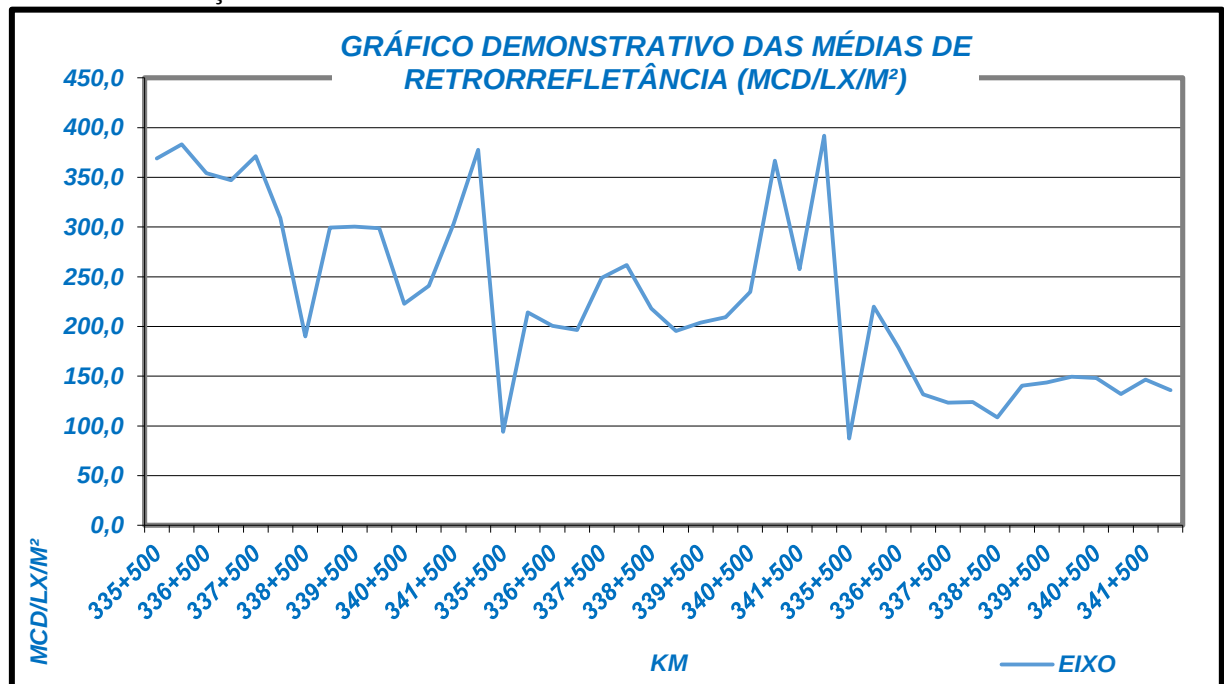
Gráfico 10: Relação do de todas as coletas do bordo direito.



Fonte: Autor (2017).

Foram gerados gráficos para a análise visual dos dados coletados no eixo, conforme o Gráfico 11, estão sendo comparadas as três coletas realizadas para análise da curva de desgaste da retrorrefletividade no decorrer dos meses.

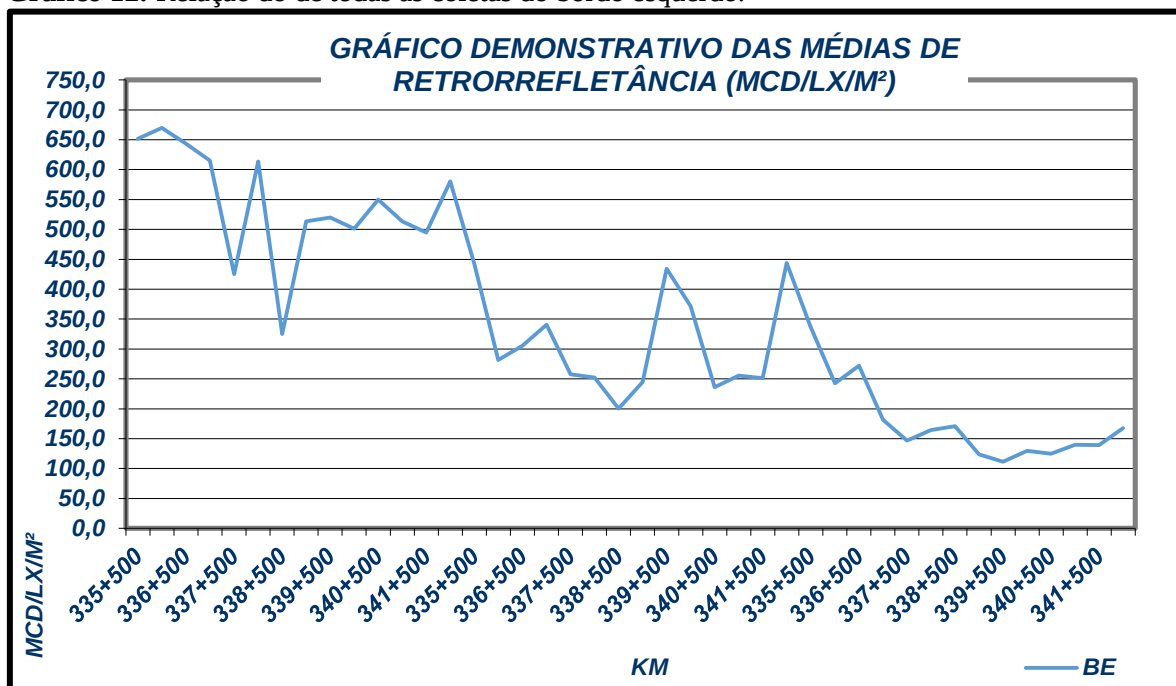
Gráfico 11: Relação do de todas as coletas do eixo.



Fonte: Autor (2017).

Para a análise visual dos dados coletados no bordo esquerdo que comparam as três coletas realizadas, analisando a curva de desgaste da retrorrefletividade no decorrer dos meses, conforme o Gráfico 12.

Gráfico 12: Relação do de todas as coletas do bordo esquerdo.



Fonte: Autor (2017).

4.1.7 Levantamentos

Os levantamentos foram realizados nos trechos demarcados, seguindo um cronograma próprio. O motivo da alteração dos dias de coleta dos dados foi o fato da empresa contribuinte ter restringido apenas aos dias que tivessem disponibilidade para se locomover até o local e realizar todos os procedimentos. Mesmo com essa alteração de cronograma, foram coletados uma série de dados que melhor atendessem às necessidades do presente trabalho permitindo a análise das curvas nos gráficos, demonstrando-se através deles o desgaste da retrorrefletividade das pinturas de demarcação horizontal.

4.1.8 Cálculo da repintura

Para estimar quantos metros quadrados foram repintados, conforme o Item 1.2.2, foi desenvolvida a tabela separando cada bordo e eixo em uma linha diferente para fazer o cálculo de forma simples. Na primeira e terceira linha, descreveu-se sobre o bordo direito e bordo esquerdo, que totalizam o trecho repintado de 6,5 quilômetros de cada na cor branca. Sendo assim, multiplicou-se os 6,5 km x 1000 e transformou-se o valor total em 6500 m² de repintura,

multiplicados pelo valor da espessura da faixa horizontal de cor branca, conforme a Figura 50, que é de 0,15 mm, totalizando-se em 975 m² para o bordo direito e 975 m² para o bordo esquerdo. Para o eixo, somou-se 6,5 quilômetros na cor amarela, seguiu o mesmo pensamento, multiplicou-se os 6,5 km x 1000 e transformou-se o valor total em 6500 m² de repintura, multiplicados pelo valor da espessura da faixa horizontal de cor amarela conforme a Figura 49, que é de 0,12 mm, totalizando em 975 m², multiplicou-se novamente por 2 vezes porque no eixo existem 02 faixas, resultando em 1560 m², conforme a Tabela 07.

Figura 49: Pintura do eixo demonstrando a medida com a trena.



Fonte: Autor (2017).

Figura 50: Pintura demonstrando os bordos e a medida na trena.



Fonte: Autor (2017).

Tabela 07: Estimativa em metros quadrados repintados.

REPINTURA TOTAL EM METROS QUADRADOS			
Localização - PR 180	Quilômetro (km)	Total Repintado (m²)	Quantidade Total (m²)
Bordo Direito (BD)	342+000 ao 335+500	6500	975
Eixo Central (02 faixas)	342+000 ao 335+500	6500	1560
Bordo Esquerdo (BE)	342+000 ao 335+500	6500	975
QNT. TOTAL (m²):			3510

Fonte: Autor (2017).

4.1.9 Cálculo da repintura do trecho em estudo

Após a repintura do local e conforme citado no Item 1.2.2, foi feito o estudo da estimativa de custo para a revitalização do trecho em estudo, conforme a Tabela 08.

Tabela 08: Estimativa do custo gasto para a repintura do local.

ESTIMATIVA DE CUSTO						
PR 180 - Repintura realizada no dia: 03/03/2017 - Km 335+500 ao Km 342+000						
Manutenção da Sinalização	ITE M	DESCRIÇÃO	Uni	R\$ uni	Repintura (m²)	R\$ TOTAL
	1.	Sinalização horizontal				
	1.1	Pintura Definitiva Branca (BD e BE)	m²	R\$ 11,15	1950	R\$ 21.742,50
	1.2	Pintura Definitiva Amarela (Eixo - 02 Faixas)	m²	R\$ 11,60	1560	R\$ 18.096,00
	TOTAL:				3510	R\$ 39.838,50

Fonte: Autor (2017).

Para estipular o valor gasto para a repintura, primeiramente, foram transformados os valores de quilômetros para metros quadrados conforme a Tabela 08. A partir dela, foram estimados o custo gasto, incluindo o valor da mão de obra e do material que já está englobado no valor unitário de R\$ 11,15 para a pintura branca e R\$ 11,60 para a pintura amarela.

Foram somados os valores dos bordos direito e esquerdo que totalizam 1950 m² multiplicados pelo valor unitário da pintura branca, totalizando R\$ 21.742,50 e para a pintura do eixo foram somadas as duas faixas que totalizam 1560 m² multiplicadas pelo valor unitário da pintura amarela, totalizando R\$ 18.096,00. Onde a revitalização do trecho de 6,5 quilômetros em estudo resultou no gasto aproximado de R\$ 39.838,50.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que, conforme o Item 4.1.2, a coleta realizada um dia após a pintura do local estava com os valores muito superiores ao exigido em norma que é de do mínimo 80 mcd/lux.m². Na primeira leitura, valor da coleta obtido mais baixo foi no km 338+500, resultando no valor de 189,9 mcd/lux.m², sendo no eixo central. Já o valor mais alto foi de 721,10 mcd/lux.m², no km 336+000 no bordo direito

Em contrapartida, na segunda coleta de dados o valor mais baixo de desgaste foi no km 335+500 sendo de 94,10 mcd/lux.m², no eixo central, isto justifica-se porque saindo da cidade de Cascavel, passando pelo trevo que dá acesso a Rio do Salto faz-se uma curva girando o volante para a direita fazendo com que o pneu possivelmente passe sobre o eixo pela velocidade elevada que os veículos entram nesse acesso passando sobre a pintura e desgastando rapidamente esse ponto pelo volume intenso de veículos. Já o valor mais alto constatado na coleta foi de 546,0 mcd/lux.m², no km 339+500 no bordo direito.

Para complementação dos dados, na terceira e última coleta, registrou-se que o menor valor de desgaste foi o mesmo da segunda, no km 335+500 no eixo central, que decresceu para 87,5 mcd/lux.m², pelas mesmas considerações citadas no parágrafo anterior. Já o valor coletado que sofreu menor desgaste foi no km 336+500 no bordo direito, sendo de 349,0 mcd/lux.m².

Comparando as três coletas de dados é visível o desgaste excessivo em vários pontos, mas também percebe que em muitos pontos não houve desgaste considerável de retrorrefletividade conforme demonstra com a diferenciação de cores.

É de suma importância para a condição de segurança da via, no qual fica evidenciado pelo levantamento que melhora e muito as boas condições da pintura em relação a visibilidade do motorista, podendo vir a ser importante na tomada de decisão do mesmo na hora de uma manobra. Sendo assim, sabe-se que há a necessidade de criação de uma legislação única no que diz respeito a sinalização de transito, e também sobre normas de valores mínimos de retrorrefletividade residual para que a partir de tal situação, se tome as devidas providencias com respeito a revitalização da sinalização.

Conclui-se dessa forma, que as tintas brancas e amarelas a base d'água possuem um bom desempenho em relação ao desgaste, pois as tabelas de coleta de dados apresentaram um

período de vida útil superior a 05 meses em todos os pontos desses 6,5 quilômetros. Como não é exigido em norma um mínimo de tempo de durabilidade da pintura horizontal comparando-se com os valores obtidos em relação a todas as coletas percebe-se visualmente que foram bem altos os índices de retrorrefletância da primeira coleta e a segunda manteve-se estável não atingindo o mínimo exigido, mesmo com o alto índice de tráfego de caminhões que passam por esse trecho por causa das duas pedreiras existentes e o volume elevado de carros que trafegam pelo local porque dá acesso as várias cidades próximas e principalmente as Marinas de Boa Vista da Aparecida, os acessos as propriedades rurais e os locais que é possibilitado ultrapassagem.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Levando-se em consideração os resultados obtidos por meio desse estudo, recomenda-se que sejam elaborados estudos de:

- COMPARAÇÃO DO DESGASTE DA RETRORREFLETIVIDADE DAS PINTURAS DE DEMARCAÇÃO VIÁRIA HORIZONTAL À BASE DA ÁGUA E RESINADA.
- AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS MATERIAIS DE DEMARCAÇÃO VIÁRIA RETRORREFLETIVOS E QUAL MÉTODO TEM MAIOR EFICÁCIA E MENOR DESGASTE.
- AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL EM TRECHOS RODOVIÁRIOS NA REGIÃO DE CASCAVEL, ENFATIZANDO A SEGURANÇA DOS USUÁRIO QUE TRAFEGAM PELAS VIAS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTTESINI, G; NODARI, C. T. **Influência de medidas de segurança de trânsito no comportamento dos motoristas**. *Transportes*. v. 19, p. 488-1763-3-PB, 2011.

BRANCO, Adriano M., - **Segurança Rodoviária**. São Paulo: Editora CL-A 1999.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito** – Volume IV. Brasília, 2007. 116 p.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN. **Manual de Sinalização Horizontal – volume IV**. Brasília, 2007, 128 p.

DAER. **Sinalização rodoviária**. Porto Alegre, 2006, 121 p.

DAER. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. **Instruções para sinalização das rodovias estaduais**. Rio Grande do Sul – 1976.

DER-SP. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE SÃO PAULO. **Manual de sinalização rodoviária**. Secretaria dos Transportes, São Paulo, 2006, 97 p.

DNER. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de sinalização rodoviária**. Ministério dos Transportes, 1999.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Anuário estatístico das rodovias federais 2008**. Rio de Janeiro, 2010. DNIT.

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Disponível em: <https://gestao.dnit.gov.br/operacoes-rodoviaras/postos-de-contagem/contagem-volumetrica/volume-medio-diario-vmd-brasil-por-ano>.

DNIT. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes – Instituto de pesquisas rodoviárias. **Manual de sinalização rodoviária**. Rio de Janeiro – 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991. 159 p.

GOLD, P. A. **Traffic safety**: Using Engineering to reduce accidents. Washington D.C., USA. Banco de desenvolvimento interamericano, 1999. 211 p.

MOREIRA, H; MENEGON, R. **Sinalização horizontal**. 2003.

NODARI, C. T. **Método da avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples**. 2003. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2003.

Por Vias Seguras. Disponível em: <http://www.vias-seguras.com/> Acesso em: 16/14/2017.

SCHWAB, M.S.F. **Estudo do desempenho dos materiais de demarcação viária retrorrefletivos**. 1999. 159f. Dissertacao (Pos-Graduacao em Engenharia de Materiais) – Rede Tematica em Engenharia de Materiais. Belo Horizonte, 1999.

ZHANG, G. Performance analysis and strategic management of longitudinal pavement markings. Graduate Faculty of North Carolina State University, North Carolina, 2009, 133.