



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E DA
SINALIZAÇÃO VIÁRIA DA RODOVIA TQ-150, LOCALIZADA NO
MUNICÍPIO DE TAQUARI/RS**

Mariel Duarte Pereira

Lajeado, novembro de 2019

Mariel Duarte Pereira

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E DA
SINALIZAÇÃO VIÁRIA DA RODOVIA TQ-150, LOCALIZADA NO
MUNICÍPIO DE TAQUARI/RS**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Carolina Becker P. Fransozi

Lajeado, novembro de 2019

RESUMO

As rodovias de interior, em muitos casos, estão desatualizadas, não suprimindo as necessidades atuais de tráfego, expondo os usuários a riscos ou desconfortos. Tal consideração levantou o questionamento a respeito das condições de segurança viária da TQ-150, via de ligação localizada nos municípios de Taquari e Tabaí/RS. Para testar parte dos componentes que compõem o conceito de segurança da via, estabeleceu-se análises acerca das características geométricas e da sinalização viária da rodovia, que enquadra-se como vicinal de classe B, segundo levantamento de contagem volumétrica de tráfego realizado dentro da pesquisa. A análise deu-se por comparações entre o meio projetado, meio existente observado por levantamento de campo, e as normas vigentes para projetos de rodovias desta classe. Constatou-se que alguns dos elementos geométricos da rodovia apresentam boas condições de operação, no entanto, muitos elementos, como 51% das curvas horizontais, possuem condições irregulares e não garantem o trânsito seguro aos usuários em seus trechos. Na geometria vertical, verificou-se 15% das rampas excedendo a inclinação máxima permitida. No âmbito da sinalização, observou-se alguns bons resultados, porém, destaca-se a necessidade de adequação a vários itens de sinalização vertical e horizontal, que se encontram em situação inapropriada.

Palavras chaves: Rodovias; projeto geométrico; segurança viária; sinalização.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Relação entre acessibilidade e mobilidade dentro da classificação funcional das vias | 20 |
| Figura 2 - Ilustração comparativa do cenário formado por curvas horizontais circulares e de transição..... | 30 |
| Figura 3 - Representação gráfica da concordância de uma curva horizontal circular com as respectivas tangentes do traçado | 32 |
| Figura 4 - Figura esquemática de representação do formato espiral utilizado para compor a transição em curvas | 33 |
| Figura 5 - Representação gráfica de curva horizontal com transição..... | 34 |
| Figura 6 - Ilustração da superelevação em curvas..... | 35 |
| Figura 7 - Representação ilustrativa do aumento gradativo de largura em curvas.... | 37 |
| Figura 8 - Representação gráfica de rampas concordadas por curvas verticais | 38 |
| Figura 9 - Exemplos de placas de regulamentação de rodovias | 43 |
| Figura 10 - Exemplos de placas de advertência em rodovias | 44 |
| Figura 11 - Exemplos de placas de indicação em rodovias..... | 44 |
| Figura 12 - Dimensões determinadas para os elementos de sinalização vertical de acordo com a velocidade diretriz da via | 45 |
| Figura 13 - Altura de sinalização e afastamento lateral em relação a via | 46 |
| Figura 14 - Mapa rodoviário do Rio Grande do Sul. Destaque a região estudada | 48 |
| Figura 15 - Acesso a TQ-150 no entroncamento com a RSC-287 | 48 |
| Figura 16 - Acesso a TQ-150 no entroncamento com a BR-386..... | 49 |
| Figura 17 – Levantamento de medidas na sinalização vertical | 59 |
| Figura 18 – Realização de levantamento de medidas da sinalização horizontal | 60 |

| | |
|---|----|
| Figura 19 – Ensaio de retrorrefletividade na pintura horizontal | 61 |
| Figura 20 – Definição de tachas refletivas no projeto da TQ-150..... | 71 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Classes técnicas de projetos e suas características | 21 |
| Quadro 2 - Velocidades diretrizes para projeto geométrico de rodovias vicinais a partir do relevo (km/h) | 23 |
| Quadro 3 - Relação entre as velocidades diretriz e operacional (km/h) | 24 |
| Quadro 4 - Valores mínimos e desejáveis para distância de visibilidade de parada (m), de acordo com a velocidade diretriz de projeto | 25 |
| Quadro 5 - Valores desejáveis para distância de visibilidade de ultrapassagem a partir da velocidade diretriz de projeto..... | 25 |
| Quadro 6 - Largura estabelecida para faixas de rolamento em cada classe de rodovia adotada pelo DAER..... | 27 |
| Quadro 7 - Larguras mínimas e desejáveis para acostamentos em rodovias estaduais e vicinais (m), de acordo com o relevo..... | 28 |
| Quadro 8 - Valores de inclinação transversal para as pistas | 28 |
| Quadro 9 - Raios mínimos de projeto para rodovias vicinais | 31 |
| Quadro 10 - Raios mínimos determinantes para a construção de curvas horizontais circulares..... | 31 |
| Quadro 11 - Valores determinados para taxas máximas de superelevação ($e_{máx}$) ... | 36 |
| Quadro 12 - Inclinações máximas admissíveis para rampas de acordo com a classe de rodovia e relevo..... | 39 |
| Quadro 13 – Dados registrados pela Brigada Militar a respeito dos acidentes na rodovia TQ-150..... | 50 |
| Quadro 14 - Dados de contagem volumétrica da hora-pico..... | 51 |

| | |
|---|----|
| Quadro 15 - Dados de contagem volumétrica da hora-pico, em UCP..... | 52 |
| Quadro 16 - Dados de contagem volumétrica..... | 53 |
| Quadro 17 - Dados de contagem volumétrica, em UCP. | 54 |
| Quadro 18 - Parâmetros exigidos para projetos de rodovias vicinais – classe B. | 55 |
| Quadro 19 - Dimensões de sinalização para rodovias vicinais – classe B..... | 56 |
| Quadro 20 - Inclinações transversais verificadas na pista e acostamentos (%)..... | 67 |
| Quadro 21 - Comparação de dados de sinalização horizontal..... | 70 |
| Quadro 22 - Resultados de retrorrefletividade da pintura..... | 72 |
| Quadro 23 - Sinalização vertical projetada e ausente na rodovia | 73 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 – Larguras verificadas em campo para pista e acostamento..... | 64 |
| Gráfico 2 – Relação da regularidade normativa das curvas horizontais..... | 65 |
| Gráfico 3 – Relação de regularidade normativa das rampas longitudinais..... | 68 |
| Gráfico 4 – Volume de sinalização projetada, porém, ausente na rodovia..... | 73 |
| Gráfico 5 - Relação de regularidade de distanciamentos da sinalização vertical em relação a pista | 75 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CNT – Confederação Nacional do Transporte

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

DAER – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR – Norma Brasileira

UCP – Unidades de Carro de Passeio

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 Tema | 15 |
| 1.1. Justificativa | 15 |
| 1.2 Objetivos | 16 |
| 1.2.1 Objetivo geral | 16 |
| 1.2.2 Objetivos específicos..... | 16 |
| 1.3 Estrutura..... | 17 |
| | |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 18 |
| 2.1 Introdução ao projeto de rodovias | 18 |
| 2.2 Classificação de rodovias..... | 19 |
| 2.2.1 Classificação segundo a norma estadual | 21 |
| 2.2.1.1 Rodovias vicinais..... | 22 |
| 2.2.1.1.1 Classificação das rodovias vicinais | 22 |
| 2.3 Condicionantes de projeto geométrico | 22 |
| 2.3.1 Velocidades diretriz e operacional..... | 23 |
| 2.3.2 Distância de visibilidade | 24 |
| 2.3.2.1 Distância de visibilidade de parada | 24 |
| 2.3.2.2 Distância de visibilidade de ultrapassagem..... | 25 |
| 2.3.3 Largura da faixa de rolamento..... | 26 |
| 2.3.4 Acostamentos | 27 |
| 2.3.5 Inclinação transversal..... | 28 |
| 2.4 Projeto geométrico: elementos planimétricos | 29 |
| 2.4.1 Corcordância horizontal..... | 29 |
| 2.4.1.1 Raios mínimos de projeto..... | 30 |
| 2.4.1.2 Curvas horizontais circulares | 31 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.4.1.3 | Curvas horizontais com transição | 33 |
| 2.4.2 | Superelevação e superlargura de curvas | 35 |
| 2.5 | Projeto geométrico: elementos altimétricos | 37 |
| 2.5.1 | Rampas | 38 |
| 2.5.2 | Curvas verticais | 39 |
| 2.6 | Componentes de sinalização viária | 40 |
| 2.6.1 | Sinalização horizontal..... | 41 |
| 2.6.2 | Sinalização vertical..... | 42 |

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....47

| | | |
|---------|---|----|
| 3.1 | Apresentação da rodovia..... | 47 |
| 3.1.1 | Registros de acidentes..... | 49 |
| 3.1.2 | Contagem de tráfego..... | 50 |
| 3.1.2.1 | Contagem volumétrica da hora-pico..... | 51 |
| 3.1.2.2 | Contagem volumétrica geral..... | 52 |
| 3.1.3 | Caracterização técnica da rodovia | 54 |
| 3.2 | Análise dos elementos geométricos | 56 |
| 3.2.1 | Parâmetros horizontais de projeto..... | 56 |
| 3.2.2 | Parâmetros verticais de projeto | 57 |
| 3.3 | Análise da sinalização existente..... | 58 |
| 3.3.1 | Levantamento de sinalização vertical existente | 58 |
| 3.3.2 | Levantamento de sinalização horizontal existente | 59 |
| 3.3.2.1 | Verificação da retrorrefletividade na sinalização horizontal..... | 60 |
| 3.3.3 | Comparação das sinalizações existentes e projetadas | 62 |

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....63

| | | |
|-----------|--|----|
| 4.1 | Análise geométrica..... | 63 |
| 4.1.1 | Elementos horizontais | 63 |
| 4.1.1.1 | Elementos planimétricos gerais..... | 64 |
| 4.1.1.2 | Elementos de concordância horizontal..... | 65 |
| 4.1.2 | Elementos verticais | 66 |
| 4.1.2.1 | Inclinações transversais e longitudinais | 67 |
| 4.1.2.2 | Condordância vertical..... | 69 |
| 4.1.3 | Análise de sinalização viária | 69 |
| 4.1.3.1 | Sinalização horizontal..... | 69 |
| 4.1.3.1.1 | Dimensões de linhas | 69 |
| 4.1.3.1.2 | Tachas e tachões | 70 |
| 4.1.3.1.3 | Retrorrefletividade da pintura | 72 |
| 4.1.3.2 | Sinalização vertical..... | 72 |
| 4.1.3.2.1 | Dimensões da sinalização vertical | 74 |

| | |
|---|-----------|
| 5 CONCLUSÃO | 76 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 78 |
| APÊNDICE A | 87 |
| APÊNDICE B | 88 |
| APÊNDICE C | 89 |
| APÊNDICE D | 90 |
| APÊNDICE E | 97 |

1 INTRODUÇÃO

Em 2017, o Brasil possuía 1.720.700,3 km de estradas, incluindo as rodovias federais, estaduais e municipais. Deste total, apenas 12,4% são rodovias pavimentadas, expondo o baixo índice de melhorias investidas em grande parte da estrutura viária brasileira (CNT, 2018).

Apesar disso, a opção pelo transporte através de rodovias é fortemente evidenciada pelas estatísticas no Brasil. Segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), 61,1% do volume de cargas do país é transportado através do modal rodoviário (CNT, 2018). Tratando-se do transporte de pessoas, os levantamentos do órgão apresentam 89 milhões de passageiros transportados ao ano por todo o país, o equivalente a, aproximadamente, 43% da população brasileira, considerando a estimativa populacional do IBGE, feita em 2017.

Analisando os dados referidos, que tratam do cenário rodoviário do Brasil nos dias de hoje, percebe-se a dependência gerada em torno do modal rodoviário, especialmente no setor de cargas. Tal circunstância, evidencia a necessidade de uma malha com vias eficientes e seguras, para que se garanta o bem-estar dos usuários que por elas trafegam.

O Brasil registra, hoje, aproximadamente 40 mil mortes no trânsito por ano. Estima-se que, dessas 40 mil mortes, 500 sejam causadas em decorrência das condições físicas das vias (BRASIL, 2018). Estes dados reafirmam a necessidade de que sejam empenhados esforços na resolução dos problemas de segurança viária da malha brasileira.

Visando o contexto da segurança viária, sabe-se que diversos fatores são relevantes para se evitar a ocorrência de acidentes de trânsito, dentre os quais, pode-se elencar: a geometria de projeto, a execução adequada do que foi projetado, a sinalização viária, as condições do pavimento, as condições de entorno, a capacidade da rodovia em vista da quantidade de veículos que trafegam por ela (CARDOSO, 1999), variáveis relacionadas ao comportamento humano e ao comportamento veicular (DIÓGENES, 2004).

Objetivando estudar de forma mais aprofundada apenas parte destes itens, a presente pesquisa aborda questões dentro do âmbito da geometria projetada e da sinalização rodoviária.

Os elementos do projeto geométrico podem ter influência sobre a segurança de uma rodovia, à medida que interferem na trajetória traçada por um veículo sobre a pista. Desta maneira, concorda-se que a geometria da via pode evitar ou estimular a ocorrência de acidentes (GARCÍA, 2008). Raios de curvatura, greides, largura de faixas, distâncias de visibilidade, entre outros fatores, são elementos geométricos que podem ter influência sobre a taxa de acidentes verificada em rodovias (LAMM *et al.*, 1999).

A sinalização tem o objetivo de orientar os condutores através das melhores práticas e do bom comportamento ao conduzir um veículo, estabelecendo padrões que devem ser seguidos, a fim de garantir um trânsito fluido entre todos os automóveis que trafegam pelas vias. A ausência de sinalização, ou a inadequação da mesma, pode ocasionar comportamentos disformes e inadequados a uma determinada rodovia, o que aumentará as chances de acidentes de trânsito (MOREIRA; MENEGON, 2003).

O alvo de estudo desta pesquisa é uma rodovia rural, localizada dentro dos limites dos municípios de Taquari/RS e Tabai/RS. A rodovia é popularmente conhecida como Estrada de Aterrados e faz a ligação da RSC-287, na altura do acesso principal ao município de Taquari, com a rodovia BR-386, na altura do acesso principal ao município de Paverama/RS. Por ser de jurisdição municipal, recebe dentro da classificação administrativa, a nomenclatura TQ-150 (DAER, 2017).

Após décadas operando sem pavimentação, a via em estudo recebeu cobertura de pavimento asfáltico e foi aberta aos usuários em fevereiro de 2018. A

sensação de insegurança decorrente das condições físicas da via é frequentemente relatada pelos usuários. Alguns acidentes foram registrados nesse período, o que levanta o questionamento acerca das condições de segurança operacional da estrada, no que tange a conformação dos elementos geométricos projetados.

Em geral, as rodovias rurais, localizadas em regiões interioranas do país, têm sido atingidas por diversas mudanças ao longo das últimas décadas. Estas, podem ser prejudiciais aos fatores intervenientes em sua segurança, dadas as alterações de conformação da frota rodoviária e atividades socioeconômicas de entorno das pequenas cidades, que vem crescendo cada vez mais. Tais rodovias, em muitos casos, ainda conservam a configuração de traçado que se instalou no princípio, muitas vezes há mais de 30 anos, o que já não supre as necessidades atuais, trazendo desconfortos e riscos aos usuários (NODARI, 2003).

Tendo em vista as considerações apresentadas, o estudo foi realizado a partir da avaliação dos elementos geométricos projetados para a rodovia em questão, utilizando-se dos dados de seu projeto original, juntamente a observações de campo, que além dos elementos geométricos, verificou as condições de operação da sinalização horizontal e vertical. Para complemento ao estudo, foram levantados dados a respeito dos acidentes ocorridos e do volume diário médio (VDM) de veículos que trafegam pela rodovia.

1.1 Tema

O tema desta pesquisa consiste na verificação das condições de segurança de uma rodovia vicinal, no que tangem as características de projeto geométrico e sinalização projetadas e construídas no local, analisando sua conformidade em relação às normas de projeto vigentes para essa classe de via.

1.1.1 Justificativa

Raia Jr. (2009) argumenta sobre a importância do projeto da via e de seu entorno para a segurança de trânsito. Cita que, dimensões projetadas e obstáculos próximos aos bordos das rodovias podem ser objetos decisivos para agravar um

acidente, evidenciando a necessidade de respeito à normatização durante o dimensionamento de projeto.

Ao analisar a rodovia TQ-150, pode-se levantar o questionamento em relação a segurança da via, dados os frequentes relatos de condutores, que se sentem inseguros ao trafegar pela estrada, unidos aos registros de acidentes e as declarações dos policiais responsáveis pela jurisdição do trecho. Assim, justifica-se a pesquisa, que buscou verificar se a segurança de tráfego está sendo, ou não, comprometida pelos elementos geométricos, ou pela sinalização.

1.2 Objetivos

Os objetivos da pesquisa foram divididos em dois subitens, listando-os entre objetivo geral e objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo geral

Verificar as condições de segurança e regularidade da rodovia TQ-150, que liga a RSC-287 a BR-386, nos municípios de Taquari e Tabaí/RS, diante das normas vigentes para projeto geométrico e sinalização viária.

1.2.2 Objetivos específicos

Definem-se para este trabalho os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar as características geométricas da rodovia, verificando o enquadramento aos parâmetros de projeto planialtimétrico requeridos para a classe de rodovia em questão;
- b) Avaliar, por meio de um levantamento de campo, a sinalização vertical e horizontal presentes, comparando-as ao especificado pelas legislações;
- c) Verificar a concordância da sinalização levantada em campo a projetada originalmente, avaliando a necessidade de possíveis melhorias no projeto de sinalização.

1.3 Estrutura

O capítulo 2 aborda uma revisão bibliográfica pertinente ao tema desta pesquisa. Serão abordadas referências acerca da operação de rodovias pavimentadas e das legislações e condicionantes de projetos geométricos de rodovias.

No capítulo 3 são apresentados os métodos que foram adotados para o desenvolvimento prático do trabalho, a fim de atingir os objetivos da pesquisa. É descrito todo o procedimento de avaliação dos parâmetros geométricos e levantamentos de campo.

O capítulo 4 apresenta os resultados encontrados pela pesquisa, e discussões a respeito dos mesmos. Por fim, no capítulo 5 são discutidas as considerações finais do estudo, apresentando suas conclusões.

Ao final, estão descritas as referências bibliográficas utilizadas nesta pesquisa, e os apêndices, com o registro dos dados levantados para realização do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo aborda um conjunto de conteúdos cuja ciência se faz necessária para a elaboração e execução dos métodos propostos, garantindo um amplo e correto embasamento teórico da pesquisa.

2.1 Introdução ao projeto de rodovias

Na construção de uma rodovia, é necessário levar-se em consideração diversos fatores preponderantes à elaboração do projeto. Inicia-se pelo estudo de traçado, que delimitará o corpo da rodovia, por onde ela irá passar. Desde esse momento, são definidas características importantes que poderão ter grande influência futura sobre a utilização da via pelos condutores. Sequencialmente, durante a execução do projeto geométrico, estabelecem-se novas diretrizes de construção que influenciarão diretamente a operação da rodovia (LEE, 2015).

Todos os esforços e recursos empregados durante a execução do projeto devem ser voltados a atingir o objetivo central do empreendimento e, ao mesmo tempo, garantir a segurança dos futuros usuários (ABNT, 2013). Neste sentido, os órgãos responsáveis, nacionais e estaduais, dispõem de normas técnicas que devem conduzir os dimensionamentos. No Rio Grande do Sul, o Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER) fornece as normas de projetos rodoviários, publicadas

em fevereiro de 1991, das quais foram retirados os dados utilizados como guia principal para os parâmetros desta pesquisa.

Partindo desta contextualização, foram estudados os principais tópicos, pertinentes a elaboração de projetos viários e, a este trabalho.

2.2 Classificação de rodovias

Em 1999, o Manual de projeto geométrico de rodovias rurais, do antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) definiu a classificação das rodovias levando em consideração diferentes critérios necessários para estabelecer características técnicas e responsabilidades administrativas diante dos cenários de construção e operação das rodovias. Esta classificação reafirmou aquela determinada pelo DAER, em 1991, e, segundo os órgãos, pode-se dividir as rodovias por caráter de jurisdição, administrativo, funcional e técnico.

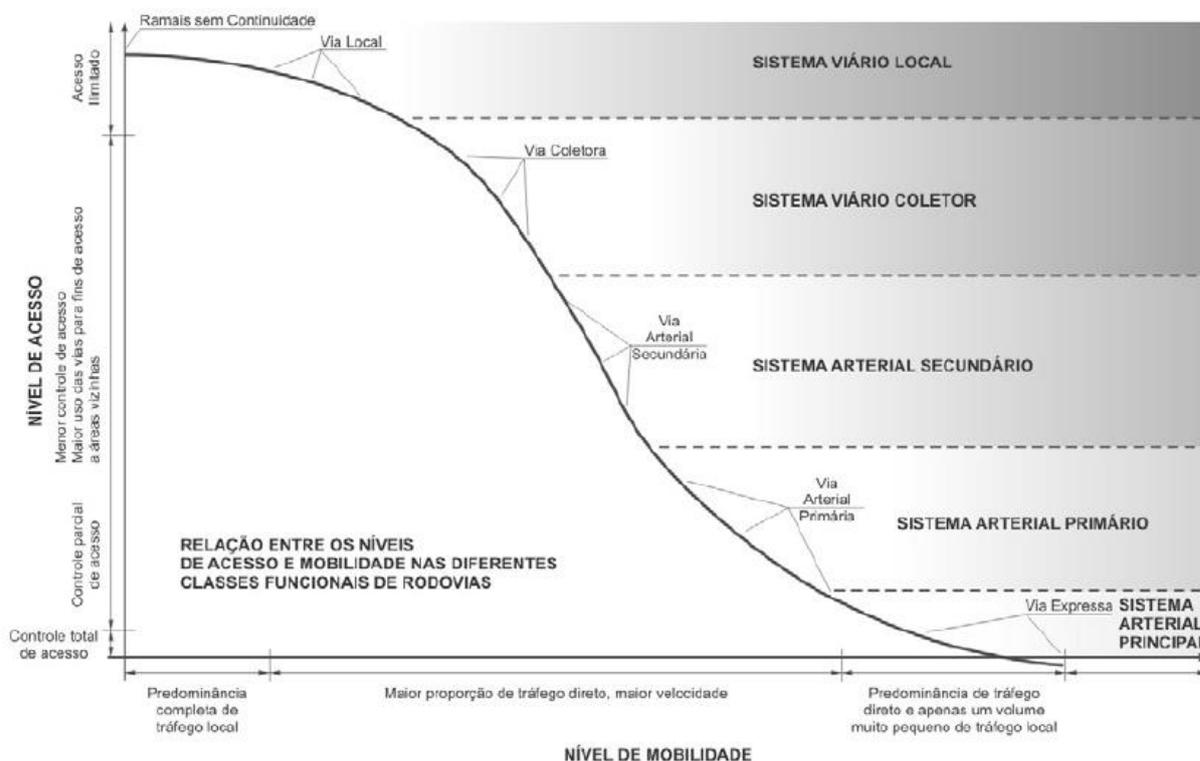
A classificação quanto à jurisdição, define qual nível de governo é responsável pelo mantimento das rodovias, que são divididas em federais, estaduais ou municipais. As rodovias federais são aquelas de interesse nacional, que normalmente cruzam mais do que um estado e são responsabilidade do DNIT. As rodovias estaduais são aquelas que ficam dentro de seu próprio estado, interligando as cidades e a capital, sendo geridas pelo órgão responsável dentro do estado. Por fim, as rodovias municipais, são construídas e mantidas pelos municípios para suprir interesses dos mesmos ou da sua localidade específica (PONTES FILHO, 1998).

A classificação administrativa corresponde à identificação a partir da nomenclatura das vias. São atribuídas siglas alfanuméricas que evidenciem a esfera de governo responsável. Pode-se utilizar como exemplo as rodovias administradas pelo governo federal, que levam a frente de sua nomenclatura a sigla "BR". A numeração das rodovias por sua vez, leva em consideração a posição geográfica perante o mapa do Brasil: na qual as rodovias com orientação radial levam numeração iniciada pelo algarismo 0, as longitudinais pelo algarismo 1, as transversais pelo 2 e as rodovias de ligação pelo algarismo 4. A numeração que sucede a sigla no nome das rodovias, diz respeito a posição geográfica da via em relação as outras rodovias da malha rodoviária, iniciando a contagem na costa leste do país, no caso das rodovias longitudinais; seguindo o sentido horário, a partir de Brasília, para as radiais;

e partindo do norte em direção ao sul, no caso das transversais e das rodovias de acesso (DNIT, 2017).

A classificação funcional divide a malha viária em três grupos: arteriais, coletoras e locais e estabelece o tipo de serviço que a via fornece ao usuário. Deve-se levar em conta especificamente o grau de mobilidade e de acessibilidade gerado por uma via (FIGURA 1). Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), quando a função majoritária é proporcionar mobilidade para grandes tráfegos, a via é arterial e normalmente restringe o número de acessos e interferências em seu fluxo. As vias coletoras, por sua vez, distribuem os deslocamentos e interligam centros, levando o tráfego até as vias arteriais. Estas vias não proporcionam tão somente a mobilidade, mas também dividem sua função com a geração de acessos. Por fim, as vias locais são destinadas a estabelecer o acesso a localidades menores e intramunicipais (BRASIL, 1997).

Figura 1 – Relação entre acessibilidade e mobilidade dentro da classificação funcional das vias.



Fonte: DNER (1999).

A classificação técnica do Manual de Implantação Básica de Rodovia do DNIT, leva em consideração os parâmetros técnicos como relevo da região e volumes de tráfego. A mesma é dividida em 5 classes, denominadas: Classe 0, Classe I, Classe II, Classe III e Classe IV, sendo a Classe 0 a de padrão de serviço mais elevado (DNIT, 2010).

2.2.1 Classificação segundo a norma estadual

A norma técnica estadual utilizada no Rio Grande do Sul para projetos geométricos atualmente é o Volume 1 das normas publicadas pelo DAER em 1991 (DAER, 1991).

Esta publicação classifica as rodovias estaduais da mesma maneira que o DNIT, divididas em cinco classes caracterizadas conforme a configuração da pista de rolamento e do número de Volume Diário Médio (VDM) para o décimo ano após a abertura do tráfego, conforme apresentado no Quadro 1 (DAER, 1991).

Quadro 1 – Classes técnicas de projetos e suas características.

| Classe de projeto | | Características | | VDM ₁₀ |
|-------------------|---|--|-----------------------------|------------------------|
| 0 | | Via expressa com controle total de acessos | | Decisão administrativa |
| I | A | Pista dupla | Controle parcial de acessos | > 9000 |
| | B | Pista simples | | 3000 – 9000 |
| II | | Pista simples | | 1500 – 3000 |
| III | | Pista simples | | 300 – 1500 |
| IV | | Pista simples | | < 300 |

Fonte: DAER (1991).

Arakawa (2012) explica que a classe 0 caracteriza o melhor nível de serviço possível, sendo a rodovia focada em mobilidade, sem intervenção de acessos.

De acordo com Lee (2015), a Classe I é subdividida em A e B, sendo Classe 1-A rodovias de pista dupla com controle parcial de acessos e altos fluxos, e a Classe 1-B rodovias de pista simples com VDM para o décimo ano entre 3000 e 9000. Na

Classe II enquadram-se as rodovias de pista simples com VDM para o décimo ano após a abertura da rodovia compreendido entre 1500 e 3000 (LEE, 2015).

Pellegrini (2006) descreve que a classe III abrange as rodovias projetadas para um VDM_{10} que esteja entre 300 e 1500. E por fim, a Classe IV é composta pelas vias que apresentarem VDM_{10} inferior a 300, e normalmente apresentam baixo nível técnico.

A norma estadual possui ainda, uma distinta classificação para as rodovias vicinais (DAER, 1991).

2.2.1.1 Rodovias Vicinais

As rodovias vicinais englobam o conjunto das rodovias de menor expressão, com fluxo geralmente inferior ao das classes previamente mencionadas. Em geral, as rodovias vicinais são de jurisdição municipal e visam atender a demanda do município em localidades específicas, suprindo a necessidade de acesso a áreas urbanas das populações que vivem em áreas rurais ou mais retiradas dos centros urbanos (DALOSTO; COLTURATO; PASQUALETTO, 2016).

2.2.1.1.1 Classificação das rodovias vicinais

Da mesma maneira que os demais grupos de rodovias, as rodovias vicinais são subdivididas em classes para que se possa estabelecer, de maneira mais precisa, os parâmetros técnicos inerentes ao seu projeto (DAER, 1991).

Por serem rodovias locais de menor expressão e padrão técnico, as rodovias vicinais seguem os padrões da norma estadual, na qual estão também citadas. Sua subdivisão caracteriza-as nas Classes A, B C e D, cujo enquadramento depende do Volume Diário Médio (VDM) de fluxo da rodovia, sendo as classes A e B de maior expressão, sucedidas pelas demais (DAER, 1991).

2.3 Condicionantes de projeto geométrico

O projeto geométrico tem por objetivo definir as características geométricas do traçado de forma prática e precisa, levando em consideração desde o meio físico até o comportamento dos motoristas e dos veículos, visando suprir as necessidades do projeto de forma eficiente, confortável e, sobretudo, segura. Visto que, rodovias com parâmetros mal dimensionados causam acidentes e falta de eficiência precoce, o que não deve ocorrer antes da rodovia suprir os benefícios esperados, justificando o investimento realizado em sua construção (PIMENTA; OLIVEIRA, 2004).

Desta maneira, para iniciar o projeto, parte-se de alguns parâmetros essenciais descritos a seguir.

2.3.1 Velocidades diretriz e operacional

No projeto geométrico parte-se da definição da velocidade diretriz, a velocidade de projeto. Pode-se dizer que essa é uma das definições mais importantes do projeto, pois, a partir dela, serão tomadas as decisões subsequentes para todo o dimensionamento como greides, curvas e distâncias (BASSO, 2008).

A velocidade diretriz é dada pela norma e está diretamente ligada à funcionalidade da rodovia. Rodovias que propiciem maior velocidade, conseqüentemente, são as que apresentam melhores padrões técnicos e nível de serviço. Na mesma proporção, velocidades menores são atribuídas a rodovias de menor expressão, com padrões técnicos não tão elevados ou terrenos complexos com topografias acidentadas (GARCÍA; ALBANO, 2003). A norma estadual define a velocidade diretriz a ser adotada para rodovias vicinais com base no relevo (QUADRO 2).

Quadro 2 – Velocidades diretrizes para projeto geométrico de rodovias vicinais a partir do relevo (km/h).

| Classes de projeto | RELEVO | | |
|--------------------|--------|----------|------------|
| | PLANO | ONDULADO | MONTANHOSO |
| A e B | 80 | 60 | 40 |
| C e D | 60 | 40 | 30 |

Fonte: DAER (1991).

A velocidade operacional, cuja relação com a velocidade diretriz está apresentada no Quadro 3, é definida pela AASHTO (1994) como sendo a maior velocidade que pode ser atingida por um veículo trafegando uma via sob condições favoráveis, sem que exceda em nenhum instante a velocidade máxima de projeto, ou seja, a velocidade diretriz.

Quadro 3 – Relação entre as velocidades diretriz e operacional (km/h).

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Velocidade diretriz | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| Velocidade operacional | 37 | 44 | 51 | 58 | 64 | 69 | 74 | 78 | 81 |

Fonte: DAER (1991).

Observa-se, então, que a velocidade operacional é a velocidade na qual os motoristas irão trafegar após o início da operação da rodovia e para fins de projeto é adotada como sendo inferior a velocidade diretriz (GONÇALVES, 2011).

2.3.2 Distância de visibilidade

As distâncias de visibilidade são as extensões da estrada que podem ser perfeitamente vistas pelo motorista a sua frente. Este parâmetro é importante porque a qualidade do campo de visão está diretamente relacionada a segurança do usuário que trafega pela via. Desta maneira, é essencial que o projetista busque encontrar soluções para o projeto geométrico para atender as exigências no quesito distância de visibilidade, proporcionando campos de boa visão no maior número de cenários possíveis (LAYTON; DIXON, 2012).

As distâncias de visibilidade são divididas em dois grupos: distância de parada e de ultrapassagem.

2.3.2.1 Distância de visibilidade de parada

Este parâmetro está definido pela distância de visibilidade mínima que um motorista necessita para parar seu veículo em segurança sem que possíveis obstáculos à sua frente sejam atingidos (TEMBA, 1995). No Quadro 4, pode-se visualizar os valores determinados para este parâmetro.

Quadro 4 – Valores mínimos e desejáveis para distância de visibilidade de parada (m), de acordo com a velocidade diretriz de projeto.

| Distância de visibilidade de parada | VELOCIDADE DIRETRIZ (km/h) | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 |
| MÍNIMA | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 110 | 130 | 155 | 205 |
| DESEJÁVEL | 30 | 45 | 65 | 85 | 110 | 140 | 175 | 210 | 310 |

Fonte: DAER (1991).

A distância de velocidade de parada é utilizada para definição das curvas verticais e horizontais do projeto, e é dividida em dois grupos: distância mínima e distância desejável (DAER, 1991), conforme apresentado no Quadro 4.

2.3.2.2 Distância de visibilidade de ultrapassagem

Na dinâmica das rodovias, os veículos mais rápidos costumam ultrapassar os mais lentos e, em um cenário de uma via de pista simples com tráfego nos dois sentidos, é necessário garantir espaços seguros para que isso ocorra. Desta maneira, a distância de visibilidade de ultrapassagem determina a distância mínima necessária para que um motorista possa ultrapassar outros veículos com campo de visão da faixa oposta plenamente seguro (PELLEGRINI, 2006). As distâncias desejáveis para tal são normatizadas e expressas no Quadro 5.

Quadro 5 – Valores desejáveis para distância de visibilidade de ultrapassagem a partir da velocidade diretriz de projeto.

| Velocidade diretriz (km/h) | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Distância de visibilidade de ultrapassagem (m) | 180 | 270 | 350 | 420 | 490 | 560 | 620 | 680 | 740 |

Fonte: DAER (1991).

Nem sempre é possível proporcionar um elevado número de locais oportunos para ultrapassagens, visto que a adequação de lugares desse gênero, especialmente em traçados sinuosos, possui alto valor monetário. Porém, em situações de elevados fluxos deve-se oportunizar o maior número de trechos passíveis de ultrapassagem quanto possível, considerando que a medida em que o fluxo aumenta, diminuem as oportunidades de ultrapassagem, já que frequentemente haverá um veículo se aproximando no sentido oposto (PIMENTA; OLIVEIRA, 2004).

Cada caso de projeto deve ser estudado objetivando proporcionar o maior número possível de locais com distância de visibilidade de ultrapassagem adequada, considerando sempre a possibilidade e a viabilidade econômica.

2.3.3 Largura da faixa de rolamento

A largura das faixas de rolamento representa a largura de cada faixa destinada ao fluxo dos veículos em determinado sentido. A largura da pista de rolamento, por sua vez, é a largura de todo o conjunto de faixas (DAER, 1991).

Pode-se presumir que, por proporcionar espaço mais amplo, faixas de maior largura produzirão um efeito de maior conforto e segurança ao usuário, além de possibilitar a operação em velocidades mais altas (OLIVEIRA; BASÍLIO; FERREIRA, 2015), no entanto, o aumento da superfície construída aumenta significativamente também o custo da obra, fazendo com que se tenha que encontrar larguras coerentes tanto monetariamente quanto a segurança. Em razão disso, o DAER traz em sua norma sugestões de larguras que previamente foram calculadas (QUADRO 6) e entende-se que garantem o conforto e segurança necessários aos motoristas para cada uma das classes de rodovias.

Quadro 6 – Largura estabelecida para faixas de rolamento em cada classe de rodovia adotada pelo DAER.

| RODOVIAS | CLASSES DE PROJETO | REGIÃO | | |
|----------|--------------------|--------|----------|------------|
| | | PLANA | ONDULADA | MONTANHOSA |
| ESTADUAL | 0 | 3,75 | 3,60 | 3,60 |
| | I | 3,60 | 3,60 | 3,50 |
| | II e III | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| | IV | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| VICINAL | A | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| | B, C e D | 3,00 | 3,00 | 3,00 |

Fonte: DAER (1991).

Além da largura das faixas de rolamento, também é definido pelo manual, a largura mínima dos acostamentos, descritos a seguir.

2.3.4 Acostamentos

A finalidade dos acostamentos laterais é proporcionar espaço de parada, em casos de emergências, de forma a não prejudicar o fluxo de veículos dentro da pista de rolamento. É comum encontrar rodovias vicinais de baixo padrão técnico que não apresentam acostamentos, no entanto, é desejável que existam, pois é um item de segurança importante para o tráfego (OLIVEIRA, 2007).

O DAER define as larguras mínimas para os acostamentos laterais de suas rodovias, diferindo-se as larguras para as rodovias de pista simples e pista dupla. No Quadro 7, é possível visualizar as larguras determinadas para as rodovias de pista simples, aplicáveis a este trabalho.

Quadro 7 – Larguras mínimas e desejáveis para acostamentos em rodovias estaduais e vicinais (m), de acordo com o relevo.

| RODOVIAS | CLASSES DE PROJETO | REGIÃO | | |
|----------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | PLANA | ONDULADA | MONTANHOSA |
| ESTADUAL | 0 | 3,00 | 3,00 (2,50) | 2,50 |
| | I | 3,00 (2,50) | 2,50 | 2,50 |
| | II | 2,50 (2,00) | 2,50 (2,00) | 2,00 (1,00) |
| | III | 2,50 (1,00) | 2,00 (1,00) | 1,50 (1,00) |
| | IV | 1,00 | 0,50 | 0,50 |
| VICINAL | A e B | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | C | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| | D | - | - | - |

() valores mínimos.

Fonte: DAER (1991).

Nota-se, ao observar o Quadro 7, que os valores entre parêntesis caracterizam os mínimos exigidos, enquanto os demais, são valores desejáveis definidos pelo órgão.

2.3.5 Inclinação transversal

As faixas de rolamento devem apresentar inclinação transversal a fim de proporcionar o escoamento da água que cai sobre elas em dias de chuva. Cada pista possui caimento, partindo do eixo, em direção ao exterior das faixas, ou seja, forma-se uma crista na linha central, que divide cada pista (LEE, 2015). Os valores de inclinação transversal para trechos em tangente são normatizados e podem ser observados no Quadro 8.

Quadro 8 – Valores de inclinação transversal para as pistas.

| RODOVIAS | CLASSES | PISTAS | ACOSTAMENTO (1) |
|----------|---------|--------|-----------------|
| ESTADUAL | 0 a III | 2% | 5% |
| | IV | 3% | 3% |
| VICINAL | A e B | 2% | 2% |
| | C e D | 3% | 3% |

(1) Quando o acostamento for inferior a 2,00m, a inclinação será a mesma da pista.

Fonte: DAER (1991).

Os valores de inclinação devem ser considerados com cuidado. Valores mais altos proporcionam escoamento mais rápido, no entanto, podem gerar desconforto ao usuário e variáveis passíveis de acidentes (LEE, 2015).

2.4 Projeto geométrico: elementos planimétricos

No projeto de uma rodovia, os elementos geométricos são divididos no âmbito horizontal e vertical. O projeto planimétrico abrange todos aqueles elementos correspondentes a geometria horizontal da via, que compreende seus trechos retilíneos e curvas de concordância (PIMENTA; OLIVEIRA, 2004).

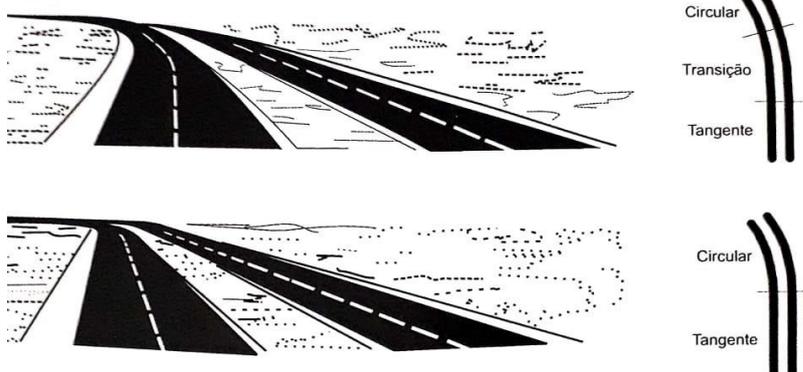
Ao imaginar o traçado de uma rodovia, é possível observar que este é formado por uma sucessão de retas, interligadas entre si por meio de trechos curvos. Tais trechos são denominados curvas horizontais, e às retas que os compõem, juntamente ao prolongamento imaginário das mesmas, dá-se o nome tangente (SENÇO, 2008).

2.4.1 Concordância horizontal

Ao projetar a rodovia, necessita-se interligar os trechos retilíneos entre si utilizando-se de curvas. Ao fazer isto, se estará realizando a concordância horizontal.

Pode-se obter distintos tipos de curvas em um projeto, a depender do posicionamento das tangentes. Usualmente, encontram-se duas variações mais utilizadas: as curvas circulares e as curvas com transição. As curvas circulares são aquelas que, como o próprio nome já expressa, interligam duas tangentes diretamente, por meio do desenvolvimento de um arco de círculo. Já as curvas com transição, apresentam trechos extras de ligação (FIGURA 2), que realizam o processo de transição entre a tangente e o arco da curva. O trecho retilíneo compreendido entre o ponto final de uma curva e o ponto inicial da curva seguinte é denominado intertangente (LEE, 2015).

Figura 2 – Ilustração comparativa do cenário formado por curvas horizontais circulares e de transição.



Fonte: Pimenta; Oliveira (2004).

2.4.1.1 Raios mínimos de projeto

Um dos parâmetros mais importantes a serem considerados no projeto de curvas é o raio de curvatura. O raio define a amplitude da curva, fazendo-a mais aberta ou acentuada, o que terá relação direta com a velocidade a ser utilizada e com o nível de segurança de tráfego (EJZENBERG, 2009).

Em função disso, são definidos pelas normas regulamentadoras os raios mínimos de projeto de curvas de rodovias, levando em consideração a velocidade de projeto, a classe da rodovia e o relevo. As definições de raios da norma do DAER abrangem as rodovias estaduais e vicinais separadamente e, diante disso, serão abordados com maior ênfase os parâmetros das rodovias vicinais, visto que estas são de interesse da pesquisa (DAER, 1991).

Desta forma, conforme regulamenta o DAER, nas diretrizes para projetos de rodovias vicinais dentro do estado do Rio Grande do Sul, os raios mínimos para que se possa projetar uma curva são definidos de acordo com os valores apresentados no Quadro 9, não sendo permitida a construção de curvas com valores de raio abaixo dos referidos (DAER, 1991).

Quadro 9 – Raios mínimos de projeto para rodovias vicinais.

| Classe de projeto | REGIÃO | | |
|-------------------|--------|----------|------------|
| | PLANA | ONDULADA | MONTANHOSA |
| A | 230 | 125 | 50 |
| B | 230 | 125 | 50 |
| C | 135 | 55 | 25 |
| D | 135 | 55 | 25 |

Fonte: DAER (1991).

No Quadro 10, observa-se a amplitude de raio mínima para que as curvas sejam projetadas em trajetória circular, dispensando a utilização de trechos de transição.

Quadro 10 – Raios mínimos determinantes para a construção de curvas horizontais circulares.

| | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| V (km/h) | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 |
| R (m) | 200 | 350 | 500 | 700 | 850 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 |

Fonte: DAER (1991).

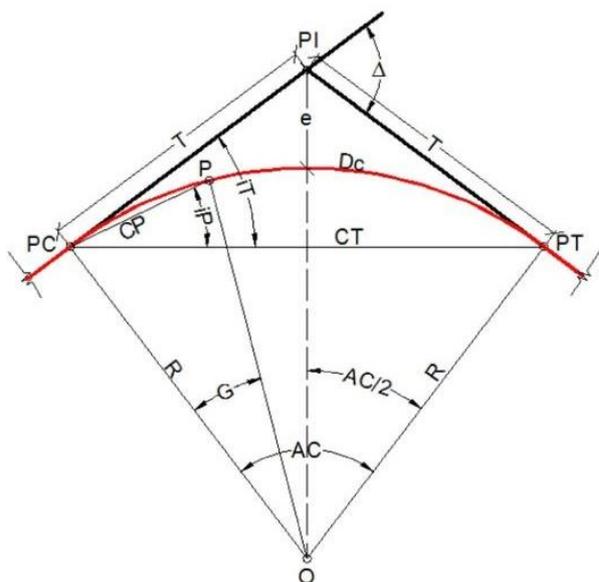
Em resumo, para valores abaixo dos valores apresentados no Quadro 9, não é permitida a elaboração de projetos; para valores acima dos apresentados no Quadro 9 e, inferiores aos apresentados no Quadro 10, é permitida a elaboração de projeto de curvas com trecho de transição, obrigatoriamente. A transição de curvas está descrita a seguir no item 2.4.1.3. Curvas com raios mais amplos do que aqueles apresentados no Quadro 10 estão isentas da necessidade dos trechos transitivos, podendo ser projetadas de forma circular, conforme apresentado no item 2.4.1.2 (DAER, 1991).

2.4.1.2 Curvas horizontais circulares

As curvas circulares simples são formadas por arcos de circunferência únicos que unem duas tangentes. Como pode-se observar na composição geométrica apresentada na Figura 3, as curvas circulares possuem diversos pontos a serem considerados no desenvolvimento do projeto, no entanto, não serão abordados em sua totalidade nesta pesquisa. Entre os pontos mencionados, nota-se os PC e PT,

chamados ponto de curva e ponto de tangência, respectivamente, que delimitam o início e o final do arco da curva (SENÇO, 2008).

Figura 3 – Representação gráfica da concordância de uma curva horizontal circular com as respectivas tangentes do traçado.



Onde:

PI – Ponto de interseção das tangentes;

PC – Ponto de concordância horizontal;

PT – Ponto de tangência;

T – Tangente externa;

R – Raio da curva circular;

AC – Ângulo central da curva;

O – Centro da curva

Δ – Ângulo de deflexão das tangentes

Dc – Desenvolvimento da curva

e – Afastamento ou flecha;

i_T – Ângulo de deflexão total;

i_P – Ângulo de deflexão parcial;

CP – Corda Parcial;

P – Ponto qualquer da curva;

G – Grau da curva para corda parcial.

Fonte: Costa (2016).

Outro componente que se pode visualizar de acordo com a Figura 3 é o ângulo central, cujo valor corresponde à deflexão do referido ponto de inflexão (PI). Este parâmetro é importante, pois, quanto maior o ângulo central, mais acentuado é o arco de curvatura, o que acarretará em uma maior chance de acidentes (ANDRIOLA; TORRES; GARCÍA, 2018).

Ao observar a imagem da Figura 3, nota-se que a trajetória sai do plano de raio infinito, para um plano de raio finito de forma bastante rápida. Isto, em

determinados casos, pode representar riscos aos condutores, se não respeitados os raios mínimos definidos por norma, e dificultar a adequação de outros elementos viários, como a superelevação, por exemplo (BRAZ, 1994).

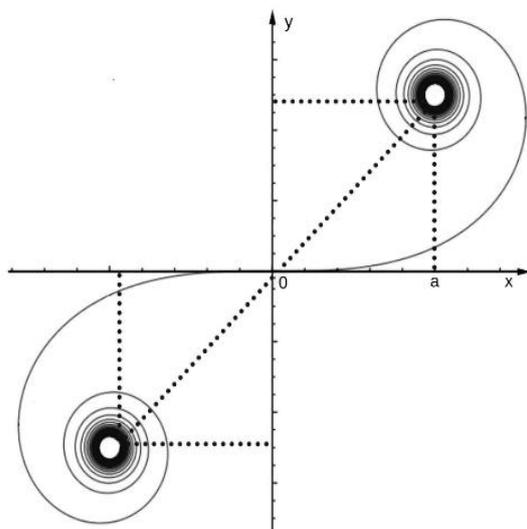
Para raios superiores aos valores mostrados no Quadro 9, e inferiores aos valores do Quadro 10, deve-se adotar a transição nas curvas. No entanto, em rodovias vicinais, pode ser dispensada a necessidade de transição para raios inferiores, desde que o ângulo central seja pequeno, com valor máximo de 15° (DAER, 1991).

2.4.1.3 Curvas horizontais com transição

Nas curvas com transição, são inseridos trechos transitivos entre as tangentes e a componente circular, suavizando a dinâmica da trajetória, a fim de garantir a segurança dos usuários.

Para valores de raio que encontrarem-se abaixo dos indicados no Quadro 10 deve-se adotar a curva com transição (DAER, 1991), que pode apresentar variados tipos, sendo os mais comuns o em espiral, também chamado clotóide (FIGURA 4), a lemniscata e a do tipo parábola cúbica (BRAZ, 1994).

Figura 4 – Figura esquemática de representação do formato espiral utilizado para compor a transição em curvas. O trecho utilizado na transição está compreendido entre 0 e o ponto a.



Q – Abcissa do centro;

p – Afastamento;

θ_s – Ângulo central da espiral;

O' – Centro da circunferência deslocada;

Rc – Raio da curva circular;

δ_c – Ângulo central circular;

Dc – Desenvolvimento circular;

X – Abcissa de um ponto genérico (P);

Y – Ordenada de um ponto genérico (P);

θ – Ângulo até o ponto P;

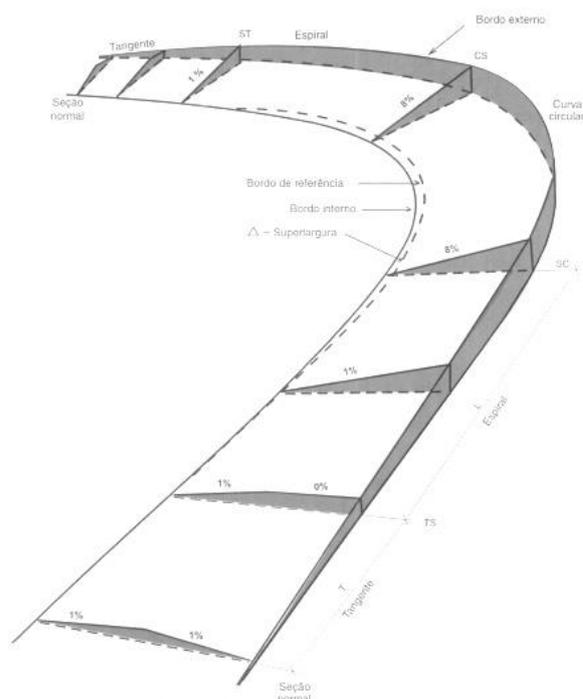
E – Distância externa;

Fonte: Adaptado de Viana (20--).

2.4.2 Superelevação e superlargura de curvas

A superelevação (FIGURA 6) é a inclinação transversal da pista, criada em curvas com a finalidade de gerar um componente de peso do veículo direcionado ao centro da curva, gerando força centrípeta, o que neutraliza o efeito da força centrífuga, que imporia movimento no sentido de dentro para fora da curva ao veículo, aumentando o risco do motorista perder-se e ser dirigido para fora da pista (CORRÊA, 2016).

Figura 6 – Ilustração da superelevação em curvas. As representações transversais exemplificam como ocorre o crescimento gradativo da inclinação nos distintos trechos.



Fonte: DNER (1999).

Ao mesmo tempo em que é necessária, deve-se tomar cuidado com a superelevação, pois, em excesso, pode provocar o deslizamento do veículo para dentro da curva ou tombamento do mesmo em caso de baixa velocidade (PIMENTA; OLIVEIRA, 2004). Desta maneira, é adotado um valor máximo para a chamada taxa de superelevação, que é representado pelo e , e normatizado pelo DAER, conforme o Quadro 11.

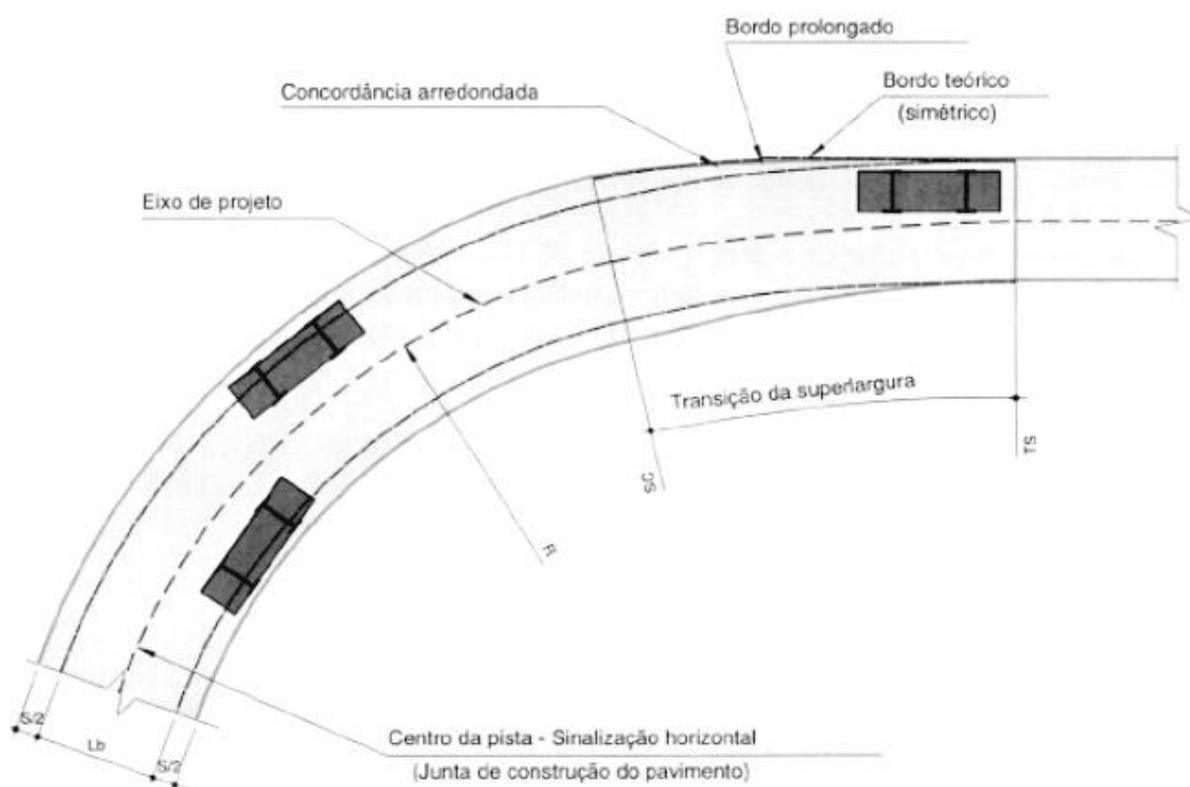
Quadro 11 – Valores determinados para taxas máximas de superelevação ($e_{máx}$).

| RODOVIAS | CLASSES DE PROJETO | $e_{máx}$ |
|-----------------|---------------------------|-----------------------------|
| Estadual | 0 e I | 10% |
| | II e III | 8% |
| | IV | 6% |
| Vicinal | A e B | 8% |
| | C e D | 6% |

Fonte: DAER (1991).

Além da superelevação, muitas vezes é necessário alargar a pista de rolamento em trechos curvos, com o objetivo de proporcionar ao motorista as mesmas condições de trafegabilidade observadas nas tangentes. Isso ocorre porque a trajetória circular formada pelo eixo dianteiro do veículo é maior se comparada ao traseiro, durante a passagem de curvas (LEE; BUCCIANO; HALISKI, 2000). Essa situação é mais facilmente observada em veículos longos, e faz com que sua parte dianteira invada a pista de rolamento do sentido contrário por certo momento. Desta forma, projeta-se a superlargura em curvas (FIGURA 7), para que o motorista possa ter maior espaço de manobra do veículo em segurança. A superlargura é calculada na elaboração do projeto, considerando o veículo tipo de projeto (SENÇO, 2008).

Figura 7 – Representação ilustrativa do aumento gradativo de largura em curvas.



Fonte: Adaptado de Vicentini et al. (20--).

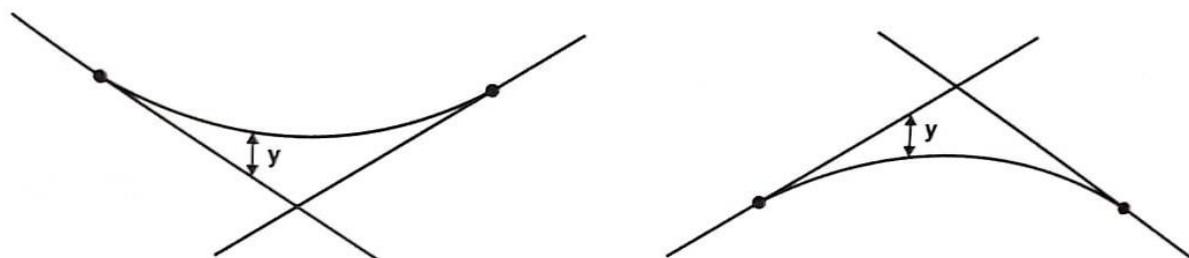
2.5 Projeto geométrico: elementos altimétricos

O projeto altimétrico abrange os elementos verticais do projeto geométrico da rodovia, detalhando seu perfil longitudinal. Está diretamente relacionado à topografia, condições geotécnicas e geológicas do terreno. Sua escolha influencia diretamente no custo de construção da rodovia.

O perfil longitudinal deve ser escolhido de forma a permitir um percurso razoavelmente uniforme aos veículos em operação. Levando em consideração o relevo do terreno, traça-se o perfil sob as melhores circunstâncias possíveis encontradas, definindo alterações necessárias do terreno natural, como cortes, aterros, ou a construção de obras de arte especiais. Ao perfil vertical definido, dá-se o nome greide (PEREIRA, 2010).

Vasconcelos (2000) explica que, da mesma maneira em que o projeto planimétrico possui as tangentes, o greide terá suas rampas e estas serão concordadas entre si pelas curvas verticais, que podem ser côncavas ou convexas (FIGURA 8).

Figura 8 – Representação gráfica de rampas concordadas por curvas verticais.



A esquerda, exemplo de curva côncava e, a direita, exemplo de curva convexa.

Fonte: Senço (2008).

2.5.1 Rampas

É importante atender às exigências para rampas, com o objetivo de manter uma trajetória o mais uniforme possível para os veículos. Segundo Hoel, Garber e Sadek (2017), veículos de passeio conseguem vencer rampas de 4% a 5% de inclinação sem sofrer perdas significativas em seu desempenho. Em rampas abaixo disso, os veículos conseguem manter a mesma velocidade que nos trechos em nível. Veículos maiores e pesados apresentam perda de velocidade maior nas rampas, nas quais caminhões médios mantêm velocidades em torno de 25km/h com inclinação de até 7%, e aqueles mais pesados podem chegar até 15km/h nas rampas de igual condição (PIMENTA; OLIVEIRA, 2004).

As rampas máximas admissíveis estão indicadas pela norma do DAER, e podem ser visualizadas no Quadro 12.

Quadro 12 – Inclinações máximas admissíveis para rampas de acordo com a classe de rodovia e relevo.

| Rodovias | Classes de projeto | Região | | |
|----------|--------------------|--------|----------|------------|
| | | Plana | Ondulada | Montanhosa |
| Estadual | 0 | 3% | 4% | 5% |
| | I | 3% | 4,5% | 6% |
| | II | 3% | 5% | 7% |
| | III | 4% | 6% | 8% |
| | IV | 5% | 7% | 9% |
| Vicinal | A | 4% | 6% | 8% |
| | B | 4% | 6% | 8% |
| | C | 5% | 7% | 9% |
| | D | 6% | 8% | 10% |

Fonte: DAER (1991).

De acordo com a norma, pode-se ainda, somar 1% aos valores mostrados em trechos de até 900 metros nas regiões planas; 300 metros nas regiões onduladas; e 150 metros nas regiões montanhosas. Além disso, para áreas de cortes ou mistas, com cortes e aterros combinados, a inclinação mínima admissível para a rampa é de 1%.

2.5.2 Curvas verticais

As curvas verticais são utilizadas para concordar o encontro entre duas rampas. Devem ser escolhidas de forma a atender as condições de segurança, visibilidade e drenagem da via, especialmente em casos de curvas côncavas, nos quais deve-se dar atenção especial ao aspecto de drenagem. As curvas verticais podem apresentar formato circular ou parabólico, e suas dimensões são determinadas a partir de cálculos durante a elaboração do projeto geométrico (PIMENTA; OLIVEIRA, 2004).

Normalmente, as curvas verticais apresentam formato de parábolas de segundo grau, que são definidas pelo seu parâmetro de curvatura, denominado K. O parâmetro K representa o comprimento da curva se vista em plano horizontal, para

cada 1% de variação na inclinação da rampa. O valor de K é calculado através de equações definidas pela norma de projeto e, a partir dele, juntamente com o valor de diferença algébrica das rampas (em %), pode-se definir L, que será o comprimento linear da curva vertical (CHIOVETO, 20--).

Tratando-se da visibilidade de frenagem em curvas verticais, deve-se considerar, conforme explica Marques (1997), que é necessária a garantia de visibilidade em todos os pontos da curva. Para cumprimento do parâmetro de visibilidade em curvas convexas deve-se observar a altura do olho do motorista em relação à altura de um possível obstáculo que possa estar à frente, de forma em que o condutor possa visualizá-lo a partir de qualquer ponto enquanto trafega sobre a curva. Já para curvas côncavas, deve-se assegurar que o ponto final da distância mínima de frenagem esteja sendo iluminado pelos faróis do veículo enquanto trafegar sobre qualquer ponto da curva (MARQUES, 1997).

Dadas as definições a respeito da geometria da via, deve-se partir para a execução e realização das demais etapas de projeto. O planejamento da sinalização viária é uma das etapas finais mais importantes da construção de uma rodovia, visto que estes são elementos fundamentais durante o período de operação, por cumprirem o papel regulamentador, advertirem e informarem os condutores, para que possam trafegar de forma tão segura quanto possível (VALENTE; NOGUEIRA, 2018).

2.6 Componentes de sinalização viária

A sinalização viária é um conjunto de importantes elementos para segurança geral das rodovias. Está dividida em dois subgrupos: sinalização horizontal e sinalização vertical.

A sinalização horizontal compreende tudo aquilo que está destacado sobre a superfície horizontal da via, como por exemplo, faixas delimitadoras das faixas de rolamento, tachas, tachões, setas e zebrações. Já a sinalização vertical, compreende tudo aquilo que está disposto na via sob forma de pórticos, placas, balizadores e elementos deste gênero (PESSOA JÚNIOR, 2014).

Conforme estabelecido pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), a sinalização deve estar em perfeitas condições de conservação e visualização por parte dos motoristas (BRASIL, 1997).

2.6.1 Sinalização horizontal

Alguns dos principais elementos da sinalização horizontal são as linhas pintadas sobre o pavimento. Essas linhas possuem distintas funções, de acordo com a maneira em que estão dispostas: as linhas longitudinais delimitam a pista ou separam faixas; linhas contínuas servem para separar faixas de fluxo, enquanto linhas tracejadas ordenam situações específicas. Todos os tipos de linhas podem ser aplicados para faixas de mesmo sentido ou de sentidos opostos, a depender da cor em que forem pintadas (DNIT, 2018).

As marcas transversais à via servem para organizar locais de passagem de pedestres, indicar posições de parada em travessias e interseções e, induzir a redução de velocidade. Podem ainda ser inseridas inscrições sobre o pavimento, indicando setas direcionais e, demais símbolos e legendas pertinentes a organização do trânsito como o símbolo de “dê a preferência” (CONTRAN, 2007).

Outros elementos da sinalização horizontal são as tachas e tachões, que possuem a finalidade de demarcar limites das faixas e em alguns casos ocasionar a redução da velocidade de tráfego. Tais objetos são retrorrefletivos e devem obedecer a normatização de cores, assim como as linhas (CONTRAN, 2007).

A este respeito, as cores devem seguir o estabelecido pelas normas, que determinam: amarelo para divisão de fluxos em sentidos opostos; branco para divisão de fluxos em mesmo sentido; vermelho e azul para símbolos específicos (DNIT, 2018).

Quanto ao dimensionamento da sinalização, segundo a regulamentação do DAER, as linhas longitudinais devem apresentar 12cm de largura quando no eixo da rodovia, com espaçamento entre linhas de eixo de 10cm e linha de bordo de 15cm, para faixas de rolamento de 3,5m. Quando houver faixas com 3,0m de largura de rolamento, sugere-se para as linhas de eixo e bordo a medida de 10cm. As linhas seccionadas devem seguir as mesmas recomendações de largura e, possuem ainda

indicação quanto ao comprimento do traço e espaçamento. A relação entre traço e espaçamento nas linhas seccionadas chama-se cadência. A cadência recomendada para rodovias com velocidade máxima inferior a 80km/h é de 1:2, ou seja, a cada traço de 4m deve-se respeitar 8m de espaçamento. A cadência para velocidade acima de 80km/h deve ser de 1:3 (DAER, 2013).

Além das dimensões recomendadas, deve-se observar a retrorrefletividade da tinta que será utilizada para pintura das linhas. Neste sentido a norma ES-100 (DNIT, 2017) define os valores iniciais de 250 e 150 para as cores branca e amarela, respectivamente. Estes valores estão expressos em milicandelas por lux por metro quadrado ($\text{mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$). A retrorrefletividade inicial refere-se à medida tomada em até 15 dias após a aplicação da tinta. Para medidas tomadas após esse período, define-se a retrorrefletividade como residual, e os valores requeridos caem para $100 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$ para cor branca, e $80 \text{ mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$ para cor amarela.

Para realização do ensaio de retrorrefletividade em campo, adota-se a NBR 14723, que regulamenta a avaliação de retrorrefletividade em sinalização horizontal viária, utilizando equipamento manual com geometria de 15m (ABNT, 2013).

2.6.2 Sinalização vertical

A sinalização vertical é composta pelo conjunto de placas, painéis, pórticos e demais dispositivos auxiliares presentes no plano vertical da via, a fim de regulamentar o uso da rodovia, advertir e fornecer orientações a quem trafega. O DAER (2013) divide os diferentes tipos de sinalização vertical em subgrupos de acordo com sua finalidade: regulamentação, advertência e indicação. Da mesma maneira, de acordo com o órgão, os tipos de sinalização vertical são exemplificados a seguir.

As principais placas de regulamentação apresentam em geral forma circular, com fundo branco e borda vermelha (FIGURA 9). Indicam normas de uso da via, como por exemplo, a velocidade máxima de trânsito e indicativos de sentidos obrigatórios ou proibidos. Dentro deste grupo, estão inseridas as placas de “Parada Obrigatória” e “Dê a preferência”, cujas ilustrações são apresentadas em primeiro e segundo lugar, respectivamente, na Figura 9. Estas duas, diferem-se das demais em formato, sendo

caracterizadas por uma forma octogonal, no caso da primeira, e triangular, no caso da segunda. As cores, no entanto, são as mesmas para todo o grupo (RODRIGUES; ROQUE; MACEDO, 2008).

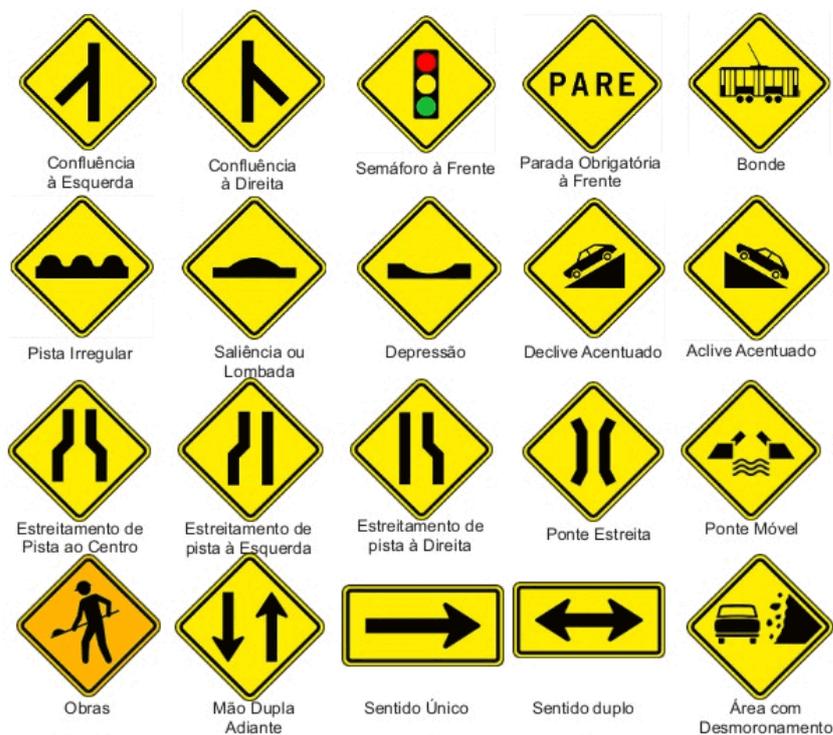
Figura 9 – Exemplos de placas de regulamentação de rodovias.



Fonte: Adaptado de DER-AL (2019).

Os sinais de advertência têm forma quadrada, posicionados em diagonal vertical e, com fundo amarelo (FIGURA 10). Estes indicam, por exemplo, a presença de aclives e declives nas pistas, estreitamentos, obras e outras ocorrências singulares que possam estar sobre a pista de rolamento. Um símbolo bastante comum neste tipo de placa é o indicativo de curvas, acentuadas, ou não, a direita ou a esquerda (CASTILHO, 2009).

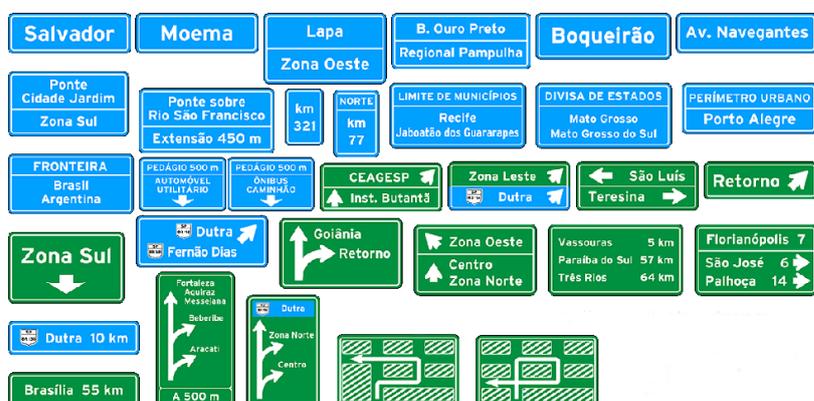
Figura 10 – Exemplos de placas de advertência em rodovias.



Fonte: Adaptado de DER-AL (2019).

Os sinais de indicação (FIGURA 11) são retangulares, posicionados na horizontal, com fundo verde para indicação de localidades e azul para nomenclatura de rodovias, de cidades, de pontes, divisas, fronteiras e limites de municípios. É bastante comum observar a ocorrência deste tipo de sinalização perto de interseções que distribuem o tráfego em direção a diferentes destinos e em indicativos de retorno (MORAIS; KNEIB; SILVA, 2010).

Figura 11 – Exemplos de placas de indicação em rodovias.



Fonte: Adaptado de DER-AL (2019).

As placas educativas são posicionadas da mesma forma que as de indicação, horizontalmente, no entanto, seu fundo sempre é branco e trazem mensagens de ordem conscientizadora. Seguindo a mesma linha, retangular posicionada horizontalmente, visualizam-se as placas marrons, que têm a finalidade de indicar atrativos turísticos (SILVA; MELO, 2012). As placas de marco quilométrico são retangulares, posicionadas na vertical, com fundo azul e inscrições brancas (VALENTE; NOGUEIRA, 2018).

A velocidade na qual um veículo trafega interfere diretamente no nível de percepção do condutor em relação aos objetos de entorno. Partindo dessa consideração, é possível afirmar que, quanto maior a velocidade permitida na via, maior deverá ser a placa de sinalização para que possa ser fácil e corretamente visualizada pelo motorista. Tendo como parâmetro decisivo a velocidade, define-se as dimensões das placas conforme descrito na Figura 12.

Figura 12 – Dimensões determinadas para os elementos de sinalização vertical de acordo com a velocidade diretriz da via.

| SINAIS DE REGULAMENTAÇÃO | |  |
|--------------------------|---|---|
| Para | $V \leq 60\text{km/h}$ | $\varnothing = 0,80 \text{ m}$ |
| Para | $60\text{km/h} < V \leq 100\text{km/h}$ | $\varnothing = 1,00 \text{ m}$ |
| Para | $V > 100\text{km/h}$ | $\varnothing = 1,20 \text{ m}$ |
| Perímetro Urbano | | $\varnothing = 0,50 \text{ m}$ (rua lateral) |

| SINAIS DE REGULAMENTAÇÃO | |  |
|--------------------------|---|---|
| Para | $V \leq 60\text{km/h}$ | Lado Octogonal = 0,40 m |
| Para | $60\text{km/h} < V \leq 100\text{km/h}$ | Lado Octogonal = 0,40 m |
| Para | $V > 100\text{km/h}$ | Lado Octogonal = 0,50 m |
| Perímetro Urbano | | Lado Octogonal = 0,250 m (rua lateral) |

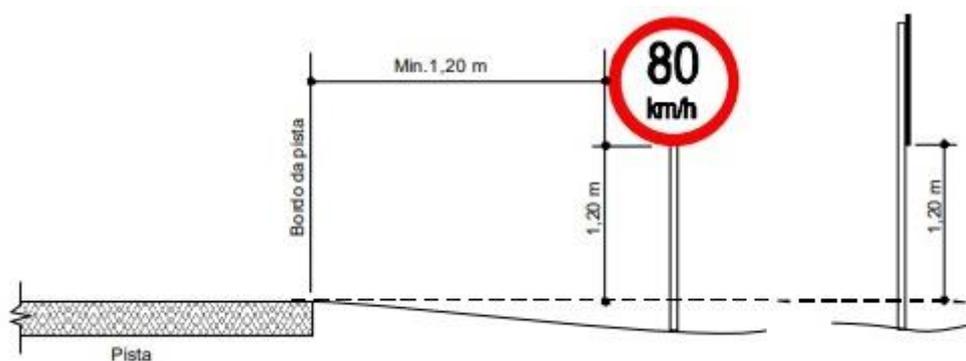
| SINAIS DE REGULAMENTAÇÃO | |  |
|--------------------------|---|---|
| Para | $V \leq 60\text{km/h}$ | Lado Triangular = 0,90 m |
| Para | $60\text{km/h} < V \leq 100\text{km/h}$ | Lado Triangular = 1,00 m |
| Para | $V > 100\text{km/h}$ | Lado Triangular = 1,20 m |
| Perímetro Urbano | | Lado Triangular = 0,80 m (rua lateral) |

| SINAIS DE ADVERTÊNCIA | |  |
|-----------------------|---|---|
| Para | $V \leq 60\text{km/h}$ | 0,80 x 0,80 m |
| Para | $60\text{km/h} < V \leq 100\text{km/h}$ | 1,00 x 1,00 m |
| Para | $V \leq 100\text{km/h}$ | 1,20 x 1,20 m |
| Perímetro Urbano | | 0,50 x 0,50 m (rua lateral) |

Fonte: Adaptado de DAER (2013).

Outra dimensão a ser observada é a distância da sinalização em relação ao bordo da pista e a altura da placa. Considera-se adequado e seguro um distanciamento de 1,20m em relação ao bordo da pista e, uma altura também de 1,20m do chão até a borda inferior da placa, para todos os tipos de sinalização, de acordo com a norma estadual. Tais dimensões de afastamento, atreladas as corretas dimensões de placas, garantirão a eficiência de operação da sinalização viária (FIGURA 13).

Figura 13 – Altura de sinalização e afastamento lateral em relação a via.



Fonte: Adaptado de DNIT (2010).

Diante do apresentado, considerou-se que a pesquisa possui embasamento teórico suficiente para que fossem desenvolvidas suas atividades metodológicas, que serão descritas no próximo capítulo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

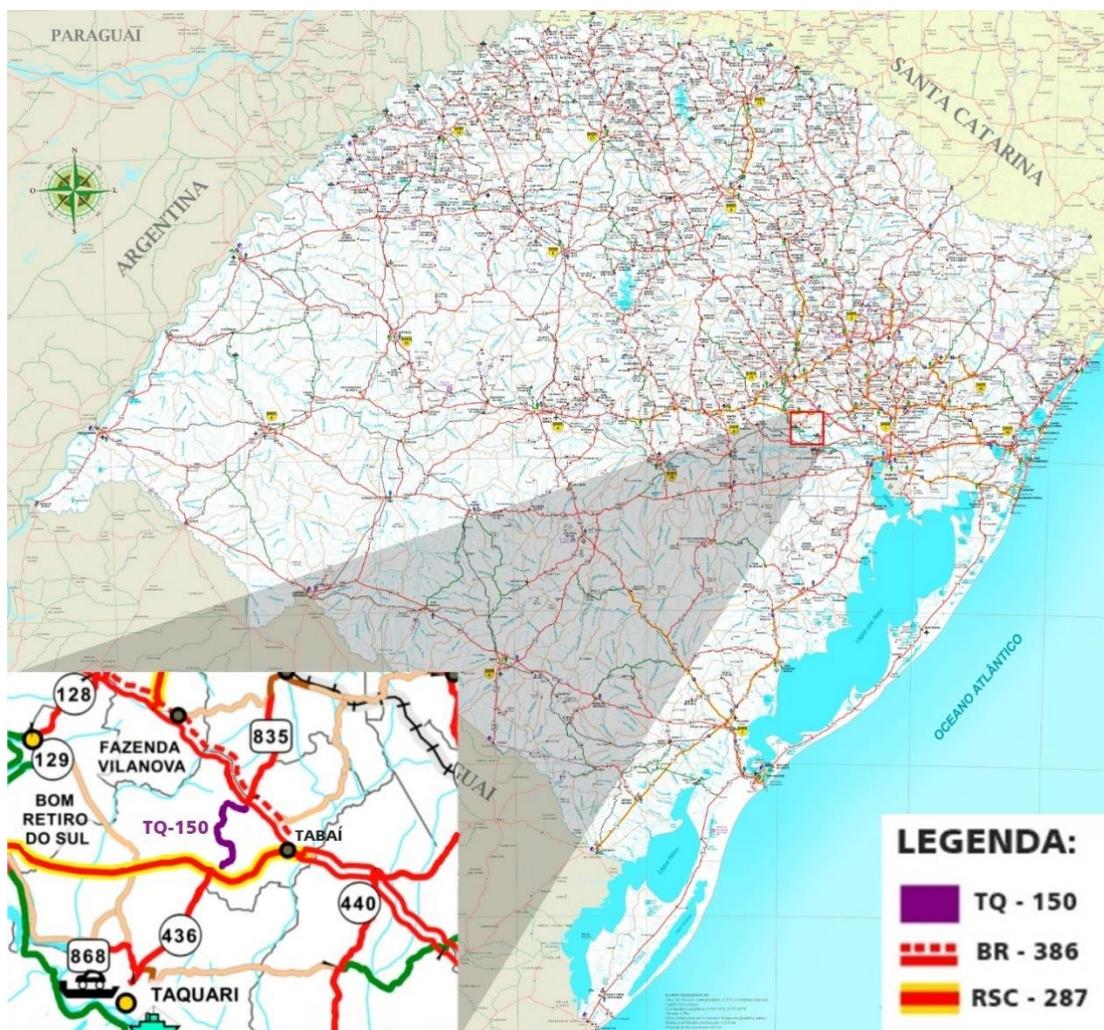
Este capítulo apresentará os recursos e métodos empregados para atingir os objetivos da pesquisa, buscando contextualizar as ferramentas utilizadas e áreas estudadas.

3.1 Apresentação da rodovia

A rodovia em questão é a TQ-150, que está localizada dentro dos limites dos municípios de Taquari e Tabaí, no Rio Grande do Sul (FIGURA 14). Além da nomenclatura administrativa, o nome oficial da rodovia foi definido como: Rodovia Vereador José Marino Gregory, embora seja conhecida popularmente como Estrada de Aterrados, referindo-se à localidade.

A rodovia funciona como ligação entre a ERS-436, que dá acesso a Taquari, e a VRS-835, que dá acesso a Paverama. Transversalmente, a rodovia liga a RSC-287 e a BR-386, segundo o mapa rodoviário do Rio Grande do Sul. Nas Figuras 15 e 16, é possível visualizar as interseções entre a TQ-150 e as rodovias citadas, respectivamente.

Figura 14 – Mapa rodoviário do Rio Grande do Sul. Destaca-se ao centro do detalhamento, na cor roxa, a rodovia estudada dentro de sua região.



Fonte: Adaptado de DAER (2018).

Figura 15 – Acesso a TQ-150 no entroncamento com a RSC-287.



Fonte: Da autora (2019).

Figura 16 - Acesso a TQ-150 no entroncamento com a BR-386.



Fonte: Da autora (2019).

Após muito tempo de reivindicação por parte da população e esforços dos municípios, a rodovia foi pavimentada e aberta ao público em fevereiro de 2018, em obra supervisionada pelo DAER, tornando-se um importante acesso a BR-386, que leva a Lajeado, cidade referência na região nos quesitos educação e saúde (DAER, 2017).

Esta via foi escolhida para estudo em função dos recorrentes relatos de sensação de insegurança por parte dos condutores e, das ocorrências de acidentes, que levantam o questionamento em relação a suas curvas acentuadas e demais elementos viários, que podem estar comprometendo a segurança dos usuários. Estes fatos são considerados, diante da grande importância e utilidade que a rodovia tem para a população da região. O estudo abrangeu toda a extensão da via, que totaliza aproximadamente 7,2km.

O entorno da TQ-150 é de área totalmente rural, sendo as áreas urbanas mais próximas os centros dos municípios de Taquari e Tabai, que possuem cerca de 27 mil e 5 mil habitantes, respectivamente, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2019.

3.1.1 Registros de acidentes

A pesquisa buscou obter dados a respeito dos acidentes ocorridos na rodovia TQ-150 desde a data de sua abertura, que ocorreu no dia 15 de fevereiro de 2018, após os serviços de pavimentação. Sendo de domínio municipal, a via está sob jurisdição da Brigada Militar.

Estendendo-se pelos territórios de dois municípios, Taquari e Tabaí, o controle policial da rodovia é dividido entre os comandos da Brigada Militar das duas cidades. Por essa razão, cada um dos municípios pôde fornecer apenas parte dos dados da via.

Estabeleceu-se contato por telefone e em seguida por e-mail, com ambos os comandos policiais, no dia 11 de julho de 2019, solicitando o número de acidentes registrados e a natureza dos danos de cada um, até a referida data. Os dados fornecidos são os demonstrados no Quadro 13, que totalizam 5 acidentes, em um período aproximado de um ano e meio.

Quadro 13 – Dados registrados pela Brigada Militar a respeito dos acidentes na rodovia TQ-150.

| BRIGADA MILITAR TABAÍ | | |
|--------------------------------|----------------------|----------------|
| DATA | DANO | VÍTIMAS |
| 2018 | MATERIAL | 0 |
| 2018 | MATERIAL | 0 |
| 2019 | LESÃO CORPORAL | NÃO INFORMADO |
| 2019 | LESÃO CORPORAL | NÃO INFORMADO |
| BRIGADA MILITAR TAQUARI | | |
| DATA | DANO | VÍTIMAS |
| 2019 | LESÃO CORPORAL GRAVE | 2 |

Fonte: Brigada Militar (2019).

Além disso, foi citado no relatório da Brigada Militar de Tabaí, o importante fato de que muitos outros acidentes ocorrem no local e, por causarem apenas danos materiais, os condutores optam por realizar o registro através da Delegacia de Polícia Online, não acionando a Brigada Militar por questões de agilidade.

3.1.2 Contagem de tráfego

Para determinação do volume de tráfego da rodovia, necessário para definição de sua Classe, segundo o órgão estadual, e que ainda não é fornecido pelos

órgãos responsáveis, optou-se pela contagem manual do fluxo de veículos, a fim de obter a definição de classe técnica de forma mais precisa. Foram realizados dois tipos de contagem, na hora-pico e contagem geral.

3.1.2.1 Contagem volumétrica da hora-pico

Em um primeiro momento, foi realizada a contagem do volume de veículos na hora-pico, das 17:30 às 18:30. Nesta etapa, realizaram-se 3 contagens, com duração de 1 hora, no período do dia indicado, nos dias 06/08/2019, 07/08/2019 e 12/08/2019.

Foram verificados 90, 87 e 114 veículos, no primeiro, segundo e terceiro dia, respectivamente (Quadro 14). Desta maneira, pôde-se obter então, a média de volume da hora-pico, igual a 97 veículos.

Quadro 14 – Dados de contagem volumétrica da hora-pico.

| | | | |
|--|-------|--------|-----------|
| DATA DA CONTAGEM: 06/08/2019 - TERÇA-FEIRA | | | |
| HORA DA CONTAGEM: 17:30 às 18:30 | | | |
| Veículos Passeio | Motos | Ônibus | Caminhões |
| 79 | 2 | 4 | 5 |
| Total: 90 veículos | | | |
| DATA DA CONTAGEM: 07/08/2019 -QUARTA-FEIRA | | | |
| HORA DA CONTAGEM: 17:30 às 18:30 | | | |
| Veículos Passeio | Motos | Ônibus | Caminhões |
| 70 | 3 | 3 | 11 |
| Total: 87 veículos | | | |
| DATA DA CONTAGEM: 12/08/2019 - SEGUNDA-FEIRA | | | |
| HORA DA CONTAGEM: 17:30 às 18:30 | | | |
| Veículos Passeio | Motos | Ônibus | Caminhões |
| 101 | 2 | 4 | 7 |
| Total: 114 veículos | | | |

Fonte: da autora (2019).

Converteu-se os dados de volume de tráfego obtidos para Unidades de Carro de Passeio (UCP), adotando-se fatores de equivalência 0,33 para motocicletas, 2,00 para ônibus e caminhões com 2 eixos, e 3,00 para caminhões com número de eixos superior a dois (BARBETTA, 2017). Os valores convertidos estão expressos no Quadro 15.

Quadro 15 – Dados de contagem volumétrica da hora-pico, em UCP.

| |
|--|
| DATA DA CONTAGEM: 06/08/2019 - TERÇA-FEIRA |
| HORA DA CONTAGEM: 17:30 às 18:30 |
| Número de UCP |
| 98,66 |
| DATA DA CONTAGEM: 07/08/2019 -QUARTA-FEIRA |
| HORA DA CONTAGEM: 17:30 às 18:30 |
| Número de UCP |
| 100,99 |
| DATA DA CONTAGEM: 12/08/2019 - SEGUNDA-FEIRA |
| HORA DA CONTAGEM: 17:30 às 18:30 |
| Número de UCP |
| 126,66 |

Fonte: da autora (2019).

O valor médio encontrado para o tráfego na hora-pico, em UCP, é igual a 109, e foi utilizado para estimar o Volume Médio Diário (VDM) da rodovia, por meio da Equação 1, proposta por Senço (2008). Na equação, o coeficiente K equivale a porcentagem que representa o volume da hora-pico (V_{HP}), em relação ao VDM.

$$K = \frac{V_{HP}}{VDM} \quad (1)$$

O DNIT (2006), no Manual de Estudos de Tráfego, estabelece uma porcentagem de 8,5%, como sendo um valor admissível de K para rodovias rurais. Adotou-se tal valor para solução da equação.

Realizado o cálculo, obteve-se um valor de VDM de aproximadamente 1282 UCP.

3.1.2.2 Contagem volumétrica geral

Com o intuito de aumentar a confiabilidade do valor de VDM, optou-se posteriormente pela contagem geral de volume de tráfego na rodovia. Esta contagem baseou-se em método proposto pelo DNIT (2006), que propõe a realização de 4 contagens com duração de 1 hora, em diferentes dias e horários (DNIT, 2006).

As contagens foram realizadas nos dias 16/09/2019, 17/09/2019, 25/09/2019 e 26/09/2019, das 20:00 às 21:00, 06:30 às 07:30, 14:00 às 15:00 e 09:00 às 10:00,

respectivamente. Em conjunto à contagem previamente realizada da hora pico, obteve-se, no total, 5 contagens, uma a mais do que o mínimo previsto pelo método escolhido. Os horários de contagem foram escolhidos a fim de abranger os períodos do início da manhã, o qual acreditava-se ser o segundo horário de maior fluxo, meio da manhã, meio de tarde, final de tarde (valor obtido anteriormente na contagem da hora-pico), e início da noite, desta forma gerando amostras que contemplam quase todos os cenários de fluxo distribuídos ao longo do dia. Os dados de contagem estão descritos no Quadro 16.

Quadro 16 – Dados de contagem volumétrica.

| | | | |
|--|-------|--------|-----------|
| DATA DA CONTAGEM: 16/09/2019 - SEGUNDA-FEIRA | | | |
| HORA DA CONTAGEM: 20:00 às 21:00 | | | |
| Veículos Passeio | Motos | Ônibus | Caminhões |
| 15 | 0 | 2 | 0 |
| Total: 17 veículos | | | |
| DATA DA CONTAGEM: 17/09/2019 -TERÇA-FEIRA | | | |
| HORA DA CONTAGEM: 06:30 às 07:30 | | | |
| Veículos Passeio | Motos | Ônibus | Caminhões |
| 57 | 5 | 4 | 3 |
| Total: 69 veículos | | | |
| DATA DA CONTAGEM: 25/09/2019 - QUARTA-FEIRA | | | |
| HORA DA CONTAGEM: 14:00 às 15:00 | | | |
| Veículos Passeio | Motos | Ônibus | Caminhões |
| 17 | 4 | 1 | 7 |
| Total: 29 veículos | | | |
| DATA DA CONTAGEM: 26/09/2019 - QUINTA-FEIRA | | | |
| HORA DA CONTAGEM: 09:00 às 10:00 | | | |
| Veículos Passeio | Motos | Ônibus | Caminhões |
| 19 | 7 | 0 | 11 |
| Total: 37 veículos | | | |

Fonte: da autora (2019).

Com os valores convertidos para UCP, obtêm-se os dados de tráfego visualizados no Quadro 17, a seguir.

Quadro 17 – Dados de contagem volumétrica, em UCP.

| |
|--|
| DATA DA CONTAGEM: 16/09/2019 - SEGUNDA-FEIRA |
| HORA DA CONTAGEM: 20:00 às 21:00 |
| Número de UCP |
| 19 |
| DATA DA CONTAGEM: 17/09/2019 -TERÇA-FEIRA |
| HORA DA CONTAGEM: 06:30 às 07:30 |
| Número de UCP |
| 75,65 |
| DATA DA CONTAGEM: 25/09/2019 - QUARTA-FEIRA |
| HORA DA CONTAGEM: 14:00 às 15:00 |
| Número de UCP |
| 40,32 |
| DATA DA CONTAGEM: 26/09/2019 - QUINTA-FEIRA |
| HORA DA CONTAGEM: 09:00 às 10:00 |
| Número de UCP |
| 51,31 |

Fonte: da autora (2019).

A média horária calculada a partir dos valores totais de cada dia, apresentados no Quadro 17, juntamente com a média de UCP verificada na hora pico, equivale a um VDM de, aproximadamente, 1415 UCP, valor este adotado como VDM oficial da rodovia nesta pesquisa.

3.1.3 Caracterização técnica da rodovia

Segundo a norma estadual (DAER, 1991), rodovias vicinais com VDM superior a 200 podem ser enquadradas nas classes A ou B, divergindo em caráter de operação. As rodovias de classe A, são aquelas que cumprem função de ligação entre dois pontos importantes, de interesse do estado, e que, futuramente, poderiam ser incorporadas a malha estadual, enquanto as de classe B, têm função de ligação local, suprimindo as necessidades de sua localidade isoladamente.

Diante desta premissa, analisando o VDM encontrado para a TQ-150 e seu papel de ligação local, pode-se afirmar que ela se enquadra dentro do grupo de rodovias vicinais de classe B, podendo a partir disso, visualizar seus parâmetros ideais, tanto na norma de projeto geométrico, quanto na norma de projeto de sinalização.

Para esta classe, conforme apresentado previamente nas seções 2.3, 2.4 e 2.5 do referencial teórico, os parâmetros exigidos para projeto geométrico são os apresentados no Quadro 18.

Quadro 18 – Parâmetros exigidos para projetos de rodovias vicinais – classe B.

| | |
|--|--------|
| Velocidade diretriz | 60km/h |
| Largura do acostamento (mínima) | 1m |
| Largura da pista de rolamento (mínima) | 3m |
| Distância de visibilidade de parada (mínima) | 75m |
| Distância de visibilidade de ultrapassagem (desejável) | 420m |
| Raio mínimo de curvatura (mínimo) | 125m |
| Raio mínimo para curvas circulares (mínimo) | 700m |
| Inclinação transversal (mínima) | 2% |
| Inclinação das rampas (máxima) | 6% |
| Taxa de superelevação (máxima) | 8% |
| Coeficiente K em curvas convexas (mínimo) | 14 |
| Coeficiente K em curvas convexas (desejável) | 18 |
| Coeficiente K em curvas côncavas (mínimo) | 15 |
| Coeficiente K em curvas côncavas (desejável) | 17 |

Fonte: Adaptado de DAER (1991).

Como exceção aos parâmetros, destaca-se que, para rodovias vicinais, é dispensada a adoção de curvas com trechos de transição, quando necessárias, desde que o valor de ângulo central (AC) não ultrapasse 15°. Da mesma maneira, tratando-se de rampas verticais, é tida uma tolerância de 1% de variação de inclinação para trechos que tenham até 300m de comprimento.

Destaca-se ainda, que, dos parâmetros citados, as distâncias de visibilidade de parada e ultrapassagem não foram avaliadas nesta pesquisa.

As dimensões exigidas para a sinalização vertical e horizontal são apresentadas no Quadro 19.

Quadro 19 – Dimensões de sinalização para rodovias vicinais – classe B.

| | |
|---------------------------------------|---|
| Dimensão placas de regulamentação | Diâmetro 80cm |
| Dimensão placas de advertência | Lados 80 cm |
| Dimensão placas de indicações gerais | Largura 2m |
| Dimensão placa de PARE | Lado 40cm |
| Distância de afastamento da pista | 1,20m |
| Altura em relação a pista | 1,20m |
| Largura das linhas horizontais | 10cm |
| Cadência das linhas tracejadas | 1:2 (traço 4m – espaçamento 8m) |
| Retrorrefletividade mínima da pintura | Branca – 100; Amarela – 80 (mcd.lx ⁻¹ .m ⁻²) |

Fonte: Adaptado de DAER (2013).

3.2 Análise dos elementos geométricos

Os elementos geométricos da TQ-150 foram analisados a partir do projeto da rodovia, fornecido pela Prefeitura Municipal de Taquari e, a avaliação dos parâmetros se deu por comparação entre os valores expressos em projeto e os referidos como ideais pela norma estadual de projetos geométricos (DAER, 1991).

Foi feito um levantamento geral de dados e valores observáveis no projeto, e listados em planilha. Assim, obteve-se melhor visualização dos parâmetros adotados para largura de pistas, largura de acostamentos, concordância horizontal, inclinações e concordância vertical. Alguns dos itens, foram também verificados em campo, sendo tomadas suas medidas, a fim de verificar a conformidade da obra executada com o que foi projetado.

3.2.1 Parâmetros horizontais de projeto

Observou-se que o projeto previa uma largura de 3,50m para cada pista de rolamento e 1,00m para cada lado de acostamento. Não foi prevista a superlargura em curvas, e a inclinação transversal projetada foi de 3% para cada pista, considerando o eixo como ponto mais alto.

Entre o total de 39 pontos de inflexão (PI) projetados, que definem as tangentes do projeto, foram avaliados 37 elementos de concordância horizontal e seus respectivos raios de curvatura, que estão listados no Apêndice A. Cada elemento de concordância é formado entre dois pontos de inflexão, assim, o número destes elementos é inferior ao número de PIs, levando-se em consideração os PIs inicial e final, que por si só não constituem um elemento de concordância.

Todos estes dados, foram comparados aos referidos pela norma estadual como ideais para esta classe de rodovia, e classificados entre regulares ou irregulares.

3.2.2 Parâmetros verticais de projeto

Na parte altimétrica do projeto, foi possível visualizar todas as inclinações propostas para a rodovia. Foram verificadas todas as rampas longitudinais, e seções transversais, constatando e listando suas inclinações (APÊNDICE B), a fim de avaliá-las, segundo a obediência aos valores de inclinação máxima propostos pela norma para rodovias da classe em questão.

Durante a observação das seções transversais, constatou-se a presença da superelevação em trechos curvos, e desta maneira, observou-se, também, as inclinações indicadas para trechos com a referida superelevação, outra vez avaliando sua concordância com os valores normatizados.

No projeto altimétrico da TQ-150, é possível encontrar 43 pontos de inflexão verticais (PIV), que geram a ocorrência de 41 curvas verticais, com necessidade de concordância entre rampas. O coeficiente K, que determina a projeção adequada de curvas verticais, não pôde ser avaliado, visto que, os valores expressos em projeto para este parâmetro, apresentavam-se na casa dos milésimos, ou ainda, inferiores, enquanto os mínimos exigidos são de 14m para curvas convexas e 15m para curvas côncavas, como já mencionado. É possível que os valores tenham sido transcritos de forma equivocada durante a elaboração do projeto.

Todos estes dados, como descrito, foram comparados aos referidos pela norma estadual como ideais para esta classe de rodovia, e classificados entre regulares ou irregulares.

3.3 Análise da sinalização existente

A sinalização da rodovia foi avaliada por meio de um levantamento de campo, que verificou todos os elementos presentes na sinalização vertical, e pontos determinados da sinalização horizontal. Os resultados obtidos através deste levantamento foram comparados ao projeto pré-existente, a fim de verificar a conformidade de execução do projeto.

Além de comparar a sinalização projetada e executada, ambas foram submetidas à análise da sua regularidade diante da norma estadual de sinalização viária (DAER, 2013). Verificando-se irregularidades, foram apontadas e propostas mudanças cabíveis para adequação destes casos.

Para o levantamento, foi levado em consideração o estaqueamento da rodovia para contagem quilométrica, iniciando a sequência de registro no marco do Km 0, que está localizado no entroncamento com a BR-386.

A rodovia não possui sinalização de marcos quilométrico, em razão disso, foi utilizado o odômetro de um veículo para o registro de quilometragem e localização da sinalização verificada.

3.3.1 Levantamento de sinalização vertical existente

Durante a verificação da sinalização vertical foi adotada uma planilha de registro (Apêndice E), na qual foram armazenados os seguintes dados: número da placa verificada, de acordo com a sequência adotada, partindo do Km 0; posição quilométrica conforme registrado pelo odômetro do veículo; lado da rodovia; tipo de sinalização, sendo de regulamentação, advertência, indicação, educativa ou turística; tipo de símbolo ilustrado na placa; dimensão da placa; distância em relação ao bordo da pista; altura da placa em relação a pista; condições de conservação que possam ser visualizadas a simples vista; e possíveis observações a respeito de obstáculos que prejudiquem a visualização da sinalização.

Trafegou-se com o veículo pela rodovia, partindo do km 0+000, parando a cada placa encontrada, efetuando os registros indicados (FIGURA 17). Para verificação das medidas das placas, e dimensões de afastamento, foi utilizada uma

trena. Foram verificados 85 elementos de sinalização vertical, e os dados observados para cada um estão apresentados na sequência do Apêndice E.

Figura 17 – Levantamento de medidas na sinalização vertical.



Fonte: da autora (2019).

3.3.2 Levantamento de sinalização horizontal existente

Para inspeção da sinalização horizontal, foram adotados 15 pontos distribuídos a cada 500m ao longo da via, e o registro foi feito com auxílio da planilha apresentada no Apêndice D. Para cada ponto, foram armazenados os seguintes dados: número do ponto verificado, partindo do marco 0+000; posição quilométrica; tipo de sinalização horizontal, sendo ela faixa contínua ou tracejada; cor da faixa; posição dentro da faixa de rolamento, estando ela nos bordos ou eixo da rodovia; largura da faixa pintada; quando faixas tracejadas, foram verificados o comprimento do traço e a distância de espaçamento, definindo assim a relação de cadência.

Da mesma maneira feita para levantamento da sinalização vertical, trafegou-se pela rodovia com veículo, e a cada ponto de verificação parou-se, efetuando todos os registros indicados. Para medição da largura das faixas e espaçamentos de faixas tracejadas utilizou-se uma trena (FIGURA 18).

Figura 18 – Realização de levantamento de medidas da sinalização horizontal.



Fonte: da Autora (2019).

Outras verificações foram realizadas na sinalização horizontal, sendo a observação da presença de tachas e tachões ao longo da via, com análise visual da condição de eficiência e conforto proporcionado ao trafegar pela rodovia à noite, e ensaio para verificação da retrorrefletividade da pintura. Este, apresentado de forma mais detalhada na seção seguinte.

3.3.2.1 Verificação da retrorrefletividade na sinalização horizontal

Como última verificação prática de sinalização da pesquisa, foi analisada a retrorrefletividade das linhas de sinalização horizontal em três distintos pontos aleatórios do trecho estudado, buscando a adoção de locais que favorecessem o estudo de forma proporcionalmente distribuída dentro da extensão total da rodovia. Para tal análise, seguiu-se os procedimentos orientados pela NBR 14723 (ABNT, 2013), tanto para quantidade de pontos, como para adoção dos mesmos.

Foi utilizado um equipamento refletômetro da marca EASYLUX, modelo Clássico Horizontal, que possui ângulo de observação de $1,5^\circ$, e ângulo de incidência de $86,5^\circ$. O aparelho foi calibrado com o auxílio de uma placa retrorrefletiva, inicialmente e, a seguir, se posicionou o equipamento sobre uma das faixas

longitudinais (FIGURA 19), garantindo que a superfície estivesse livre de resíduos e umidade que poderiam vir a comprometer o ensaio.

Figura 19 – Ensaio de retrorrefletividade na pintura horizontal.



Fonte: da autora (2019).

Foram verificadas as 4 faixas dispostas longitudinalmente sobre a rodovia, uma em cada bordo e duas no eixo, em cada ponto de verificação. Foram tomadas dez leituras em cada faixa, para posteriormente realizar o cálculo da média aritmética de cada linha, em cada ponto medido. Calcula-se a referida média por meio da soma das leituras de cada linha, descontados o valor mais alto e o mais baixo, dividida pelo número de leituras realizadas, descontadas as duas leituras dos valores máximo e mínimo eliminados (EQUAÇÃO 2). Por meio deste cálculo, foi obtido o valor de retrorrefletividade da linha.

$$\text{Retrorrefletividade} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n - X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}}}{n - 2} \quad (2)$$

Onde:

n – número de leituras registradas;

X_n – n ésimo valor medido;

$X_{\text{máx}}$ – maior valor encontrado entre as leituras do ponto;

$X_{\text{mín}}$ – menor valor encontrado entre as leituras do ponto.

A planilha de registro das leituras e, as médias de retrorrefletividade calculadas podem ser visualizadas no Apêndice C deste trabalho. Após calculados, os valores encontrados foram comparados aos valores determinados pela norma ES-100 (DNIT, 2017), que define valores mínimos de retrorrefletividade iguais a 100 $\text{mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$ para cor branca, e 80 $\text{mcd.lx}^{-1}.\text{m}^{-2}$ para cor amarela. Tais valores referem-se a medidas realizadas após os 15 primeiros dias da aplicação da pintura e, por isso, denominam-se como valores de retrorrefletividade residual.

3.3.3 Comparação das sinalizações existentes e projetadas

Após concluídos os levantados acerca das sinalizações da rodovia, analisaram-se os dados, que foram comparados com o projeto de sinalização pré-existente, a fim de verificar a conformidade da execução.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados encontrados com o desenvolver da pesquisa.

4.1 Análise geométrica

A análise geométrica partiu da definição da classe da rodovia, definida como rodovia vicinal de classe B, cujos parâmetros normativos estão especificados na seção 3.1.3 deste trabalho.

A primeira definição fornecida ao projeto da rodovia, a partir da classe, é sua velocidade diretriz. Para a classe em questão, a velocidade diretriz definida corresponde a 60km/h. Constatou-se, por meio de verificação a campo, que a sinalização regulamentadora obedece tal quesito, indicando na rodovia sua velocidade máxima de tráfego de forma correta. A partir disso, foram analisados os demais parâmetros.

4.1.1 Elementos horizontais

Os parâmetros analisados na geometria horizontal da via foram as larguras das pistas de rolamento, largura dos acostamentos, superlargura e elementos de concordância horizontal.

4.1.1.1 Elementos planimétricos gerais

A pesquisa partiu da análise dos elementos gerais de projeto planimétrico, verificando as larguras de pistas e acostamentos, e a ocorrência da superlargura em curvas.

Têm-se as dimensões da rodovia após executada, verificadas em campo e apresentadas no Gráfico 1, comparadas às dimensões previstas em projeto, e as estabelecidas como mínimas adequadas pela norma estadual vigente.

Gráfico 1 – Larguras verificadas em campo para pista e acostamentos (m).



Fonte: da Autora (2019).

Ao observar os dados do Gráfico 1, é possível perceber que a execução da obra da rodovia não atende o projeto. Tratando-se da pista de rolamento, essa inconsistência não implica consequências negativas, visto que, a largura da pista que está em operação é superior ao mínimo exigido pela norma, o que, conforme explicam Oliveira, Basílio e Ferreira (2015), é um ponto positivo, proporcionando mais fluidez ao trânsito e conforto aos condutores.

Em relação ao acostamento, contudo, nota-se que a falta de cumprimento das especificações fez com que a medida encontrada em campo esteja inadequada em relação ao mínimo exigido por norma.

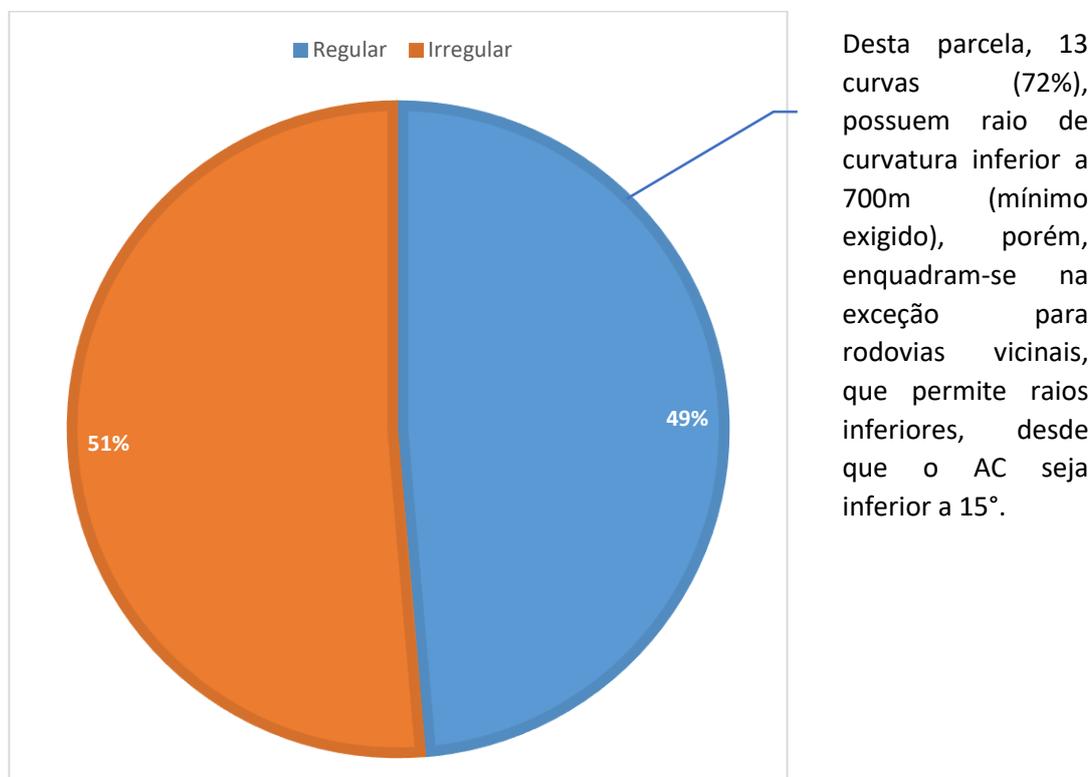
Freitas (2000), em sua dissertação sobre seções transversais de rodovias, explica que, entre outros fatores, o acostamento precisa fornecer largura suficiente para situações de partida ou parada, o favorecimento das condições de visibilidade, usos de emergência e passagem de pedestres, o que evidencia a irregularidade do acostamento observado na TQ-150.

4.1.1.2 Elementos de concordância horizontal

A verificação dos elementos de concordância horizontal, cuja descrição completa encontra-se no Apêndice A, constatou elementos regulares e irregulares diante da norma estadual.

Todas as curvas da rodovia são compostas de trajetória circular e, de acordo com os resultados, das 37 curvas presentes na rodovia, 18 estão em condições regulares (49%), enquanto as 19 restantes (51%) operam com dimensões indevidas (GRÁFICO 2).

Gráfico 2 – Relação da regularidade normativa das curvas horizontais.



Fonte: da Autora (2019).

Os números apresentados por estes resultados evidenciam que, aproximadamente, metade das curvas presentes na rodovia estão em situação comprometedoras à segurança dos usuários. Os trechos de curvatura não obedecem aos valores de raio e de ângulo central exigidos pela norma, o que resulta na ocorrência de curvas excessivamente acentuadas, que podem desfavorecer a segurança da via.

Pereira (2017), em seu estudo sobre a influência da concordância horizontal para acidentes de trânsito, se diz impactado com o resultado de sua pesquisa, que resultou numa influência maior do que a esperada, das curvas horizontais para a ocorrência de acidentes. Conta que, as forças físicas atuantes na trajetória de um veículo que trafega sobre uma curva, combinadas a velocidade de movimento, podem gerar uma combinação fatal, ocasionando um acidente. Esta consideração é importante, no que se refere às curvas estudadas na TQ-150, já que a amplitude baixa de raios possui influência sobre as forças físicas que atuam sobre o veículo ao percorrer o trecho curvo.

Não foi prevista em projeto a execução de trechos com superlargura em curvas, e tampouco verificou-se sua existência ao realizar as medidas do levantamento de campo. Não sendo este um item obrigatório para esta classe de rodovia, segundo a norma estadual, não é possível afirmar que sua inexistência comprometa a segurança de tráfego. No entanto, conforme descrevem Lee, Bucciano e Haliski (2000), é sabido que a utilização da superlargura contribuiria de forma positiva ao fluxo, já que os veículos grandes costumam sobrepor a pista de sentido contrário por um breve momento, ao trafegar sobre a curva. A existência da superlargura, com isso, proporcionaria mais conforto e segurança, dada a presença de veículos de grande porte trafegando pela via, conforme evidenciado nas contagens de tráfego realizadas.

4.1.2 Elementos verticais

Os parâmetros analisados no projeto geométrico vertical da rodovia foram as inclinações transversais, superelevação em curvas, concordância vertical e inclinações de rampas longitudinais.

4.1.2.1 Inclinações transversais e longitudinais

Tratando-se da inclinação transversal, tanto das faixas de rolamento, quanto dos acostamentos, têm-se os valores projetados, comparados aos valores definidos pela norma apresentados no Quadro 20. Não foi possível realizar a verificação deste item em campo, em função de limitação de equipamentos.

Quadro 20 – Inclinações transversais verificadas na pista e acostamentos (%).

| | Projetado | Norma |
|---------------------|-----------|-------|
| Faixas de rolamento | 3% | 2% |
| Acostamentos | 3% | 2% |

Fonte: da Autora (2019).

Observa-se que a inclinação transversal prevista para o pavimento está acima do permitido pela legislação. A inclinação de 3% é permitida para outras classes de rodovias estaduais, porém, com conformação do meio físico distinta e velocidade diretriz inferior a observada na TQ-150.

Schopf (2006) explica que, a inclinação transversal tem a função de realizar a drenagem das águas pluviais sobre a rodovia, evitando que se crie uma lâmina de água que prejudique a aderência dos pneus dos veículos sobre o pavimento. Nesse sentido, pode-se dizer que a inclinação observada na rodovia de estudo é eficiente para escoamento.

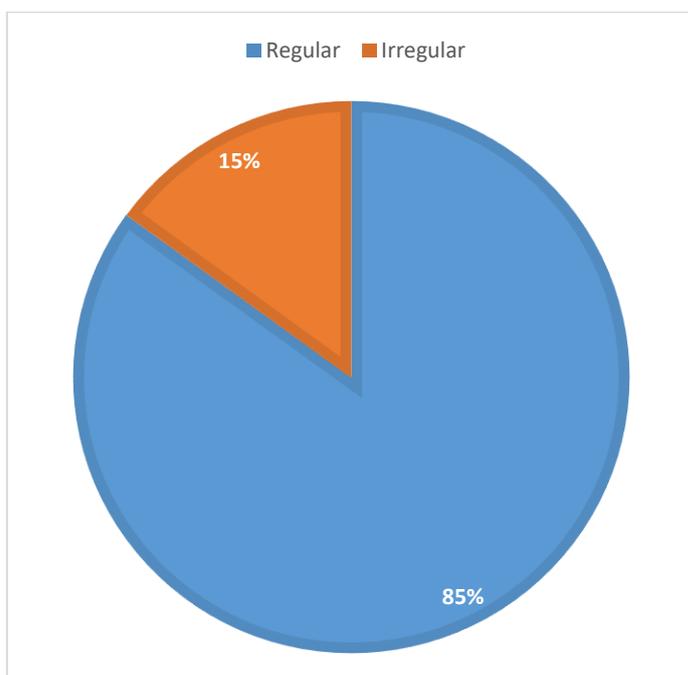
Entretanto, conforme cita Lee (2015), inclinações transversais elevadas podem ser favoráveis ao escoamento de água, porém, é possível que gerem sensação de desconforto aos passageiros, ou ainda, que as forças físicas atuantes sobre o veículo que se move de forma inclinada, podem tornar-se fatores de influência para a ocorrência de um acidente de trânsito.

Em relação às inclinações transversais verificadas nos trechos curvos em que foi prevista a superelevação, observou-se regularidade em todos os pontos. Todas as seções transversais de projeto foram analisadas e, nenhuma, em condição de superelevação, apresenta inclinação acima de 8%, máximo permitido. Todas as seções de superelevação, portanto, encontram-se regulares e em boas circunstâncias de operação, favorecendo o tráfego dos veículos sobre trechos curvos.

A superelevação é um fator importante, pois, favorece o tráfego no trecho curvo, diminuindo a ação da força centrífuga sobre o veículo, conforme explica Lima *et al.* (2008). Os autores citam ainda que, curvas acentuadas com superelevação insuficiente, tornando-se um dos pontos mais críticos da engenharia de tráfego, para a ocorrência de acidentes.

Para as rampas, verificou-se um total de 41 elementos, cujas inclinações e transcrição completa de dados podem ser encontrados no Apêndice B. Deste total, observou-se a ocorrência de 35 (85%) rampas em concordância com a legislação, seguindo a porcentagem máxima de inclinação de 6%. As 6 (15%) rampas restantes não se enquadram nas exigências, estando, portanto, irregulares (GRÁFICO 3).

Gráfico 3 – Relação de regularidade normativa das rampas longitudinais.



Fonte: da Autora (2019).

Silveira (2007) descreve sobre o desempenho de veículos automotores leves e pesados ao trafegarem em trechos de aclive. Cita que, em aclives excessivos, os veículos precisam exercer um esforço maior do que o habitual e, isso pode ser um problema para os veículos mais pesados que, muitas vezes, não são capazes de vencer o trecho ou, passam a trafegar em velocidades excessivamente baixas, bloqueando o fluxo.

4.1.2.2 Concordância vertical

Não foi possível analisar os elementos de concordância vertical, conforme discutido na seção 3.2.2 do capítulo anterior desta pesquisa.

Como descrito, o coeficiente K, que determina a projeção adequada de curvas verticais, não pôde ser avaliado, visto que, os valores expressos em projeto para este parâmetro, apresentavam-se na casa dos milésimos, ou ainda, inferiores, enquanto os mínimos exigidos são de 14m para curvas convexas e 15m para curvas côncavas, como já mencionado. É possível que os valores tenham sido transcritos de forma equivocada durante a elaboração do projeto.

Embora não observado, esse parâmetro é de extrema importância dentro do projeto da rodovia, visto que, está diretamente relacionado a regularidade das distâncias de visibilidade, conforme explica Marques (1997).

4.1.3 Análise de sinalização viária

Se dividiu, para análise, a sinalização em vertical e horizontal. A sinalização horizontal, compreende os itens posicionados horizontalmente sobre a pista, como faixas, tachas e tachões, enquanto a sinalização vertical abrange as placas verticais dispostas ao longo da rodovia.

4.1.3.1 Sinalização horizontal

A primeira análise realizada para a sinalização horizontal foi a verificação de largura das linhas longitudinais de bordo e centro. Além das faixas observou-se a aplicação das tachas e tachões refletivos, e da retrorrefletividade da pintura.

4.1.3.1.1 Dimensões de linhas

Tratando-se das linhas, foram encontradas medidas variando entre 11cm e 13 cm em todos os pontos verificados, enquanto o mínimo exigido é igual a 10cm. Para as linhas tracejadas, registrou-se uma cadência de 4,00m x 8,60m, enquanto a medida normatizada é igual a 4,00m x 8,00m. Observa-se os dados resumidos no Quadro 21.

Quadro 21 – Comparação de dados de sinalização horizontal.

| | Levantamento de campo | Norma (DAER, 2013) |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Cores faixas longitudinais | Eixo - amarelo Bordos - branco | Eixo - amarelo Bordos - branco |
| Largura faixas longitudinais | Varia entre 11cm e 13cm | Mínimo 10cm |
| Cadência faixas tracejadas | 4m x 8,60m | 4m x 8m |

Fonte: da Autora (2019).

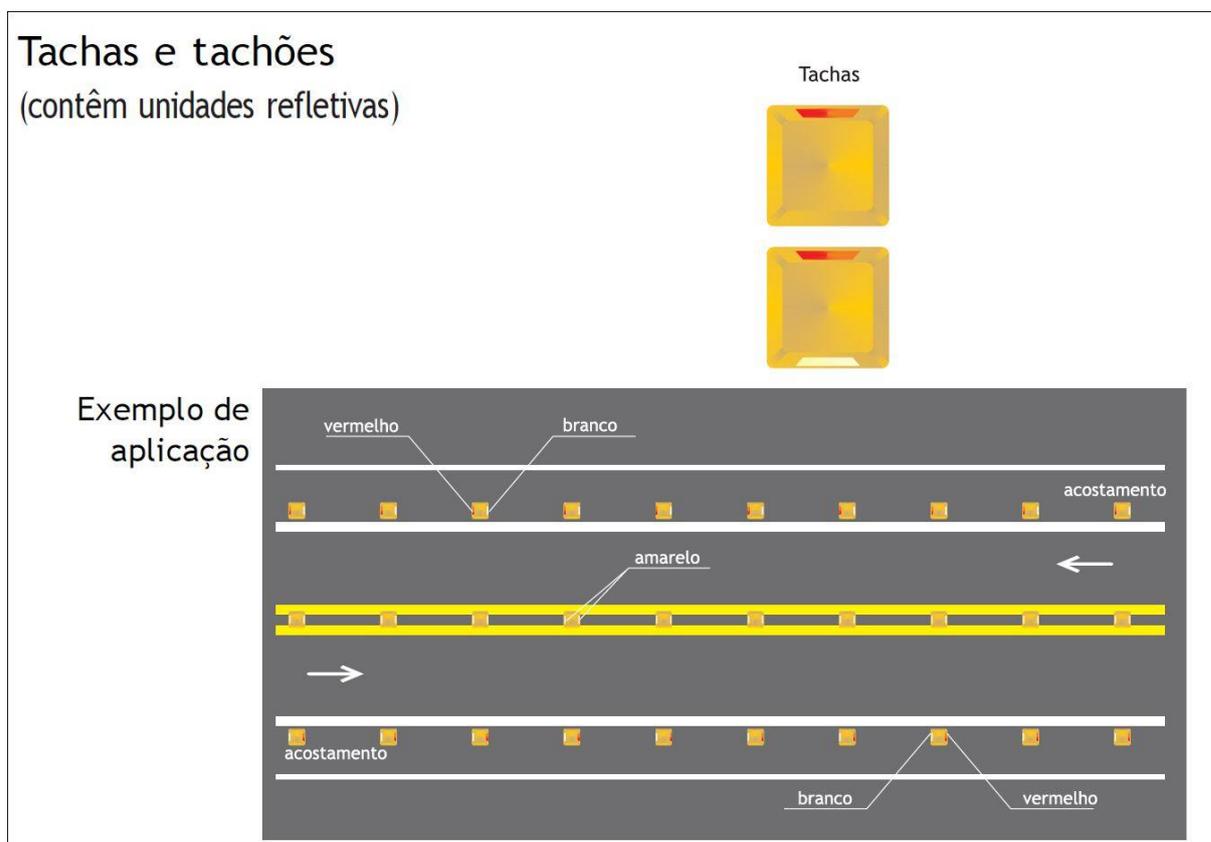
Com os dados apresentados, é possível notar que, apesar de possuírem dimensões oscilantes, todas as linhas têm largura superior ao mínimo exigido, estando regulares diante deste quesito. As linhas tracejadas, no entanto, possuem cadência com dimensão superior ao determinado pela legislação.

4.1.3.1.2 Tachas e tachões

A norma estadual para sinalização horizontal prevê a aplicação de tachas refletivas sobre as linhas de delimitação das pistas com espaçamento máximo de 16m entre tachas, para vias de relevo ondulado. A cor refletiva das tachas posicionadas no eixo da rodovia deve ser amarela e para os bordos, são determinadas as cores: branca para o lado direito do condutor, e vermelha para o bordo da pista de sentido contrário de tráfego, visualizada a esquerda do condutor (DAER, 2013).

O projeto da TQ-150 obedeceu ao padrão de cores exigido (FIGURA 20), e previu espaçamento de 12m entre tachas. O levantamento de campo da sinalização verificou que tais elementos tiveram execução realizada conforme o projeto, estando, portanto, regulares e cumprindo sua função de forma correta. Além disso, trafegou-se pela via a noite, realizando observação visual das tachas, com o objetivo de definir o conforto proporcionado ao condutor.

Figura 20 – Definição de tachas refletivas no projeto da TQ-150.



Fonte: Prefeitura Municipal de Taquari (2013).

Além de cumprir as dimensões e utilizar o padrão de cores corretamente, conforme exigido pela norma, pode-se dizer, segundo análise visual, que as tachas cumprem bem sua função refletiva a noite, propiciando ao motorista uma clara visão da delimitação das pistas.

Para os tachões, é determinada a extensão de 150 metros a partir de cada interseção, com espaçamento entre elementos igual a 4m. São utilizados também, em outros casos, não aplicáveis a rodovia estudada.

O projeto da TQ-150 previu a utilização dos tachões, assim como descrito, com extensão de 150m a partir de cada interseção, porém, com espaçamento de 2m entre cada elemento. A composição prevista em projeto obedece a norma, diminuindo, inclusive, o espaçamento exigido, fazendo com que a delimitação seja ainda mais evidente. Esta projeção, no entanto, não foi cumprida na execução do projeto e, atualmente, a rodovia conta com apenas 60m de extensão delimitada com tachões no eixo da rodovia, em cada interseção.

A extensão insuficiente dos tachões é prejudicial, pois, torna mais favorável a ação de motoristas imprudentes que, podem vir a realizar movimentos de ultrapassagem próximos as interseções. Interseções por si só, são áreas de conflito de tráfego e, neste caso específico, cruzam rodovias de expressão com fluxo elevado de veículos.

4.1.3.1.3 Retrorrefletividade da pintura

O ensaio de retrorrefletividade foi realizado na rodovia, seguindo as instruções descritas na seção 3.3.2.1 do capítulo anterior desta pesquisa. Foram realizados os cálculos, em planilha eletrônica, a partir dos dados obtidos no ensaio, e sua transcrição completa pode ser visualizada no Apêndice C.

No Quadro 22 pode-se observar a média encontrada para cara coloração da pintura, comparada ao valor definido pela legislação.

Quadro 22 – Resultados de retrorrefletividade da pintura.

| | Média segundo ensaio | Mínimo pela legislação |
|-----------------|---|---|
| Pintura amarela | 238 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻² | 80 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻² |
| Pintura branca | 224 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻² | 100 mcd.lx ⁻¹ .m ⁻² |

Fonte: da Autora (2019).

Considerando a retrorrefletividade mínima de 100 mcd.lx⁻¹.m⁻² para pinturas brancas, e 80 mcd.lx⁻¹.m⁻² para pinturas amarelas, percebe-se que, todas as linhas ensaiadas apresentaram resultados acima do exigido, estando, portanto, regulares e em perfeito estado de operação.

4.1.3.2 Sinalização vertical

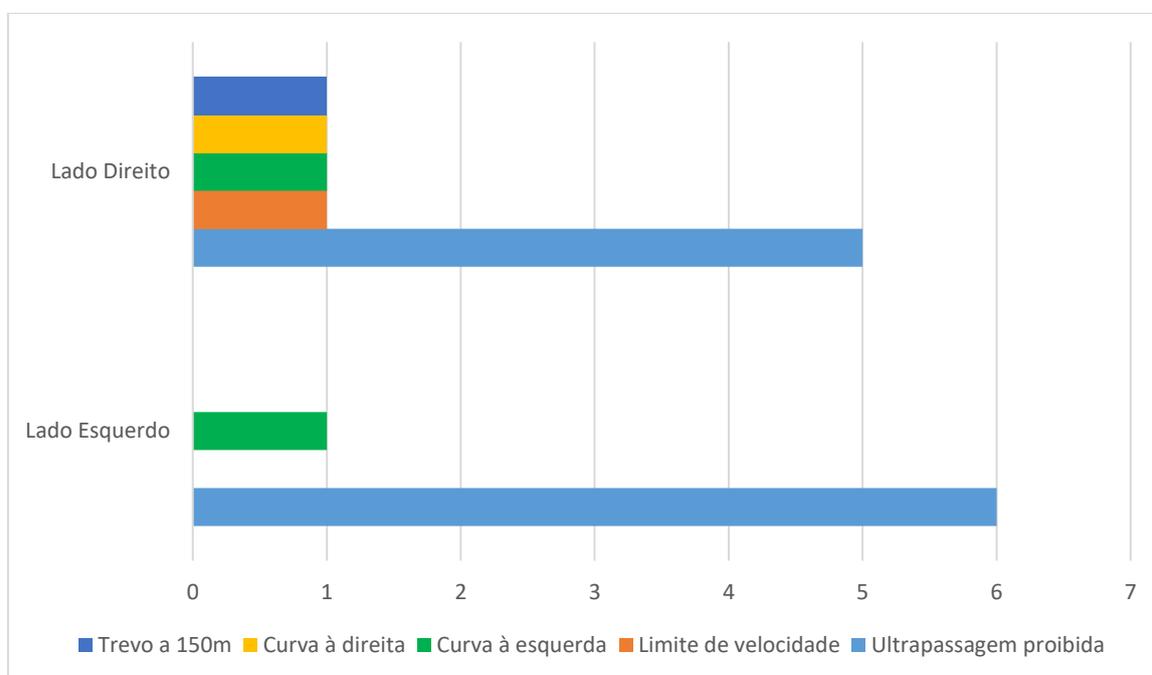
A análise realizada para a sinalização vertical concentrou-se nas placas verticais de sinalização. Ao comparar o projeto ao levantamento de campo, foram detectadas algumas discordâncias na distribuição das placas.

Tratando-se da tipologia e disposição da sinalização vertical, constatou-se que 7 elementos presentes na rodovia não haviam sido previstos pelo projeto previamente, sendo instalados posteriormente, de maneira correta. São estes: 4

elementos de sinalização regulamentadora, identificados como itens 1, 3, 5 e 35 no Apêndice E desta pesquisa; e 3 itens de caráter informativo, identificados como 2, 59 e 84, também no Apêndice E.

Além disso, a análise encontrou casos de placas previstas em projeto, que não estão instaladas na rodovia, incluindo placas de regulamentação e advertência, que possuem funções importantes para a operação segura da via. O volume de elementos ausentes pode ser melhor observado no Gráfico 4 e, os mesmos elementos estão listados no Quadro 23, com indicação das estacas nas quais deveriam estar localizados.

Gráfico 4 – Volume de sinalização projetada, porém, ausente na rodovia.



Fonte: da Autora (2019).

Quadro 23 – Sinalização vertical projetada e ausente na rodovia.

| Km | Lado da rodovia | Tipo de placa | Código |
|-------|-----------------|------------------------|--------|
| 0+480 | Esquerdo | Ultrapassagem proibida | R-07 |
| 0+600 | Direito | Ultrapassagem proibida | R-07 |
| 0+820 | Esquerdo | Ultrapassagem proibida | R-07 |
| 0+920 | Direito | Ultrapassagem proibida | R-07 |
| 1+040 | Esquerdo | Ultrapassagem proibida | R-07 |

| | | | |
|-------|----------|------------------------|------|
| 1+220 | Direito | Ultrapassagem proibida | R-07 |
| 1+340 | Esquerdo | Ultrapassagem proibida | R-07 |
| 2+080 | Direito | Limite de velocidade | R-19 |
| 2+620 | Esquerdo | Curva à esquerda | A-2a |
| 2+960 | Direito | Ultrapassagem proibida | R-07 |
| 3+180 | Esquerdo | Ultrapassagem proibida | R-07 |
| 3+240 | Direito | Ultrapassagem proibida | R-07 |
| 3+340 | Esquerdo | Ultrapassagem proibida | R-07 |
| 6+640 | Direito | Curva à direita | A-2b |
| 6+860 | Direito | Curva à esquerda | A-2a |
| 6+990 | Direito | Trevo a 150m | |

Fonte: da Autora (2019).

Diante deste cenário, é prudente a instalação destas placas ausentes, visando completar a composição da sinalização vertical. Feito isso, considera-se que a composição, unindo a instalação completa do que foi projetado a instalação adicional já realizada após a abertura da rodovia, estará adequada e disposta de maneira correta sobre o traçado, seguindo as legislações pertinentes, no que diz respeito a distribuição da sinalização ao longo do trecho.

4.1.3.2.1 Dimensões da sinalização vertical

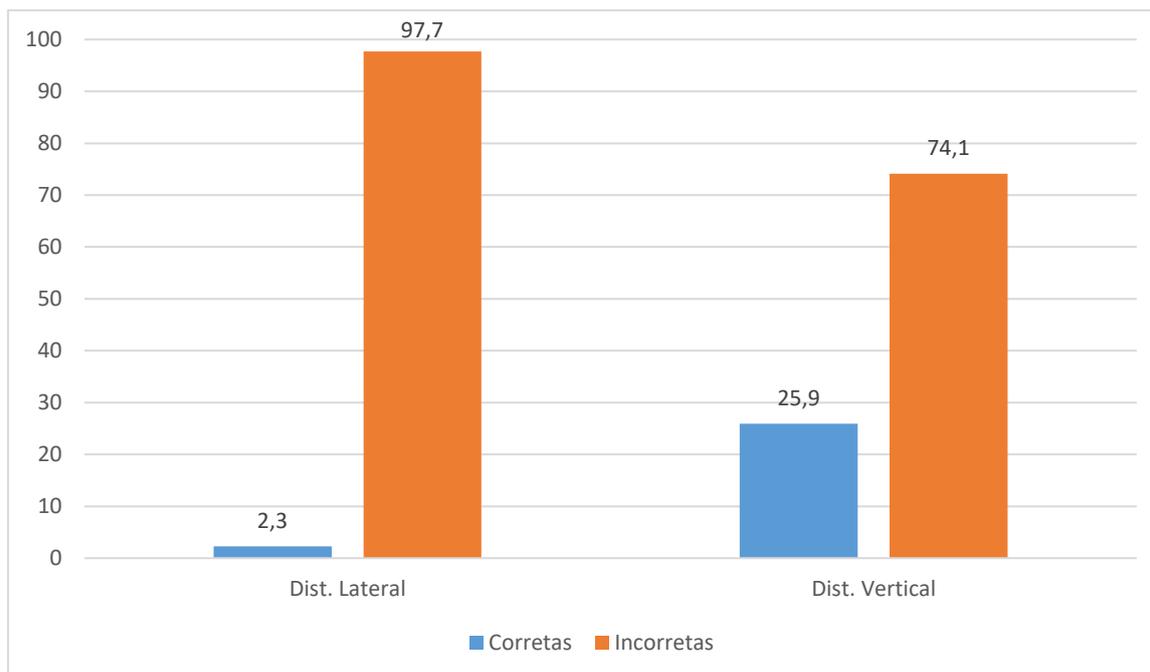
A respeito de dimensões, as placas de sinalização devem obedecer aos distanciamentos lateral e vertical em relação a pista, além das dimensões recomendadas para a própria placa, considerando a velocidade máxima de tráfego da rodovia.

Na TQ-150, verificou-se que as dimensões de todas as placas obedecem ao recomendado para rodovias com velocidade máxima de 60km/h, apresentando larguras de 80cm para sinalização de regulamentação e advertência, e 2m para sinalização de indicação. Apesar disso, não se encontrou o mesmo cenário ao avaliar os distanciamentos em relação à pista.

Tratando-se do distanciamento lateral das hastes, constatou-se que, do total de 85 placas, 2 delas (2,3%) cumprem a recomendação de 1,20m de afastamento,

enquanto o restante, 83 placas (97,7%), possui significativas variações de distanciamento. O mesmo observa-se ao avaliar a altura das placas em relação a pista de rolamento, quando têm-se um equivalente a 22 placas (25,9%) com distanciamento vertical correto, e o restante (74,1%) variando entre medidas próximas (GRÁFICO 5).

Gráfico 5 – Relação de regularidade de distanciamentos da sinalização vertical em relação a pista (%).



Fonte: da Autora (2019).

O cumprimento dos valores de distanciamento determinados pela norma é importante, pois, estes são valores estudados previamente e determinados a fim de garantir que a placa não seja atingida por um veículo por estar muito aproximada a posta ou esteja a distância superior ao visualizado pelo motorista. Da mesma maneira, o distanciamento vertical visa a colocação das placas em altura ideal, diante ao ângulo de visão do condutor (DAER, 2013).

Por fim, relata-se que 5 dos elementos verificados (5,9%) apresentavam defeitos decorrentes de acidentes ou depredações, fazendo-se necessária sua substituição, visto que, a permanência dos itens danificados prejudica a orientação dos condutores em tráfego, podendo gerar situações de conflito ou acidente.

Tendo atingido os objetivos da pesquisa e apresentado todos os resultados encontrados, finaliza-se o trabalho, apresentando a seguir as suas conclusões finais.

5 CONCLUSÃO

A rodovia estudada é uma via de grande importância para os moradores do entorno, e trouxe significativo avanço de acesso a localidade. Levantou-se, inicialmente, o questionamento em relação a segurança de trafegabilidade da via, dada sua configuração construtiva, preservando o traçado original. Desta maneira, buscou-se por meio do estudo, a análise das características do projeto da rodovia, com o objetivo de constatar sua eficiência e segurança, dentro dos quesitos de geometria e sinalização viária.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que, no âmbito da análise geométrica, 51% das curvas da rodovia operam em situação irregular diante da legislação, ou seja, não garantem as condições de segurança e conforto requeridas para trafegabilidade dos usuários, sendo este o problema de maior relevância encontrado na rodovia. A largura dos acostamentos é insuficiente.

Em relação as rampas, tem-se um número equivalente a 15% de rampas com inclinações que excedem a máxima permitida. Demais elementos geométricos apresentam condições adequadas de operação.

Dentro do campo da sinalização viária, observa-se que a sinalização horizontal opera de forma regular, conforme a legislação estadual. À exceção, cita-se a extensão de tachões antes das interseções, que é inferior ao exigido pelas normas. A sinalização vertical apresentou irregularidades de distanciamentos e, necessita correções em seus elementos depredados, além da instalação das placas ausentes.

Foi determinada a condição de segurança de todos os elementos geométricos e de sinalização descritos e, com isso, considera-se que os objetivos do trabalho foram

atingidos, podendo descrever, item a item, as irregularidades observadas. O relato desta pesquisa poderá ser utilizado como referência em futuras ações de melhorias e correções empenhadas na rodovia.

Para trabalhos futuros, sugere-se o estudo das ações aplicáveis, que possam vir a amenizar os problemas observados, adequando os elementos irregulares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. Washington DC, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14723**: Sinalização horizontal viária: Avaliação da retrorrefletividade utilizando equipamento manual com geometria de 15 m. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

ANDRIOLA, César Luís; TORRES, Tânia Batistela; GARCÍA, Daniel Sergio Presta. **INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DE RODOVIAS NA FREQUÊNCIA E SEVERIDADE DE ACIDENTES VIÁRIOS EM CURVAS: O CASO DA BR 116**. 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, Gramado, 2018. Disponível em: <http://146.164.5.73:30080/tempsite/anais/documentos/2018/Trafego%20Urbano%20e%20Rodoviario/Seguranca%20Viaria%20III/1_320_AC.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2019.

ARAKAWA, Maki. **Contribuição ao estabelecimento do comprimento desejável da espiral de transição em rodovias rurais e urbanas**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19072013-121004/en.php>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

BARBETTA, Eduardo Delagnelo. **Controle Atuado de Interseções Isoladas com Princípios da Técnica LHOVRA**. 2017. 102 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/197602/PFC%20Eduardo%20Delagnelo%20Barbetta_2017-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 3 out. 2019.

BASSO, João Arthur. **Estabelecimento de limites de velocidade em rodovias no Rio Grande do Sul**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/17643>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

BRASIL. Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Institui o código de trânsito brasileiro**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm>. Acesso em: 15 mai. 2019.

BRAZ, José Tadeu. **Transições entre curvas tangentes e circulares**. Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo, 1994. Disponível em:< <http://cetsp.com.br/media/20692/nt177.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2019

BRIGADA MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. **Registros oficiais de acidentes**. Município de Tabaí, 2019.

BRIGADA MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. **Registros oficiais de acidentes**. Município de Taquari, 2019.

CARDOSO, Gilmar. **Utilização de um sistema de informações geográficas visando o gerenciamento da segurança viária no município de São José-SC**. 1999. 170 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/80748>>. Acesso em: 9 set. 2019.

CASTILHO, Felipe Bosco. **Sobre a conspicuidade, legibilidade e retrorefletividade das placas de sinalização viária**. 2009. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: <http://sinaldetransito.com.br/artigos/conspicuidade_de_placas.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

CHIOVETO, Arnaldo Taveira. **Estradas 1 – Projeto Geométrico**. Universidade do Estado de Mato Grosso, Cuiabá, 20---. Disponível em:< http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_13478slide_11_pdf_Slide_11.pdf>. Acesso em:29 mar. 2019.

CNT, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do Transporte**. 2018. Disponível em: <<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/Inicial>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

CONTRAN, Conselho Nacional de Trânsito. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Sinalização Horizontal**. 1ª. ed. Brasília: [s.n.], 2007. 128 p. v. 4. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/manual-vol-iv-sinalizacao-horizontal-resolucao-236.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

CORRÊA, Iran Carlos Stalliviere. **Cálculo da superelevação para uma curva circular horizontal**. 2016. 3 p. Seção Técnica (Instituto de Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://www.amiranet.com.br/files/produtos/sumario_5.pdf>. Acesso em: 08 abr 2019.

COSTA, Glauber Carvalho. **Projeto Geométrico Horizontal**. 2016. Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em:

<<https://docplayer.com.br/22571478-Projeto-geometrico-horizontal.html>>. Acesso em: 05 mai. 2019.

DAER, DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS E. RODAGEM. **Instruções para Sinalização Rodoviária**. 3ª. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2013. 114 p. Disponível em: <<http://www.daer.rs.gov.br/upload/arquivos/201607/27154702-instrucoes-de-sinalizacao-rodoviaria.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

DAER, DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS E. RODAGEM. **Mapa Rodoviário**. 2017. Disponível em: <<https://www.daer.rs.gov.br/mapas>>. Acesso em: 05 maio 2019.

DAER, DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS E. RODAGENS. **Normas de Projetos Rodoviários**. Porto Alegre: [s.n.], 1991. 175 p. v. 1. Disponível em: <<http://www.daer.rs.gov.br/normas-tecnicas>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

DALOSTO, João Augusto Dunck; COLTURATO, Silvio Cesar Oliveira; PASQUALETTO, Antônio. **Estradas vicinais de terra: estudo técnico da rodovia MT-336**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, p. 1637, 2016. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/engenharias/Estradas%20vicinais.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

DIÓGENES, Mara Chagas. **Indicadores de desempenho no gerenciamento da segurança viária**. 2004. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/marachagasdiogenes.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2019.

DNER, DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de projeto geométrico de rodovias**. Brasília: [s.n.], 1999. 195 p. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/706_manual_de_projeto_geometrico.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

DNIT 100/2018 – ES, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Obras complementares – Segurança no tráfego rodoviário – Sinalização horizontal – Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2018. 15 p.

DNIT, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2006. 388 p. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

DNIT, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de implantação básica de rodovias**. 3ª. ed. Brasília: [s.n.], 2010. 619 p. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/742_manual_de_implantacao_basica.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

EJZENBERG, Sergio. **Os veículos pesados e a segurança no projeto das curvas horizontais de rodovias e vias de trânsito rápido**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-09092009-132108/en.php>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

ESTUDO aponta que mais de 50% dos acidentes de trânsito são causados por falhas humanas. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/ultimas-noticias/7999-estudo-aponta-que-mais-de-50-dos-acidentes-de-tr%C3%A2nsito-s%C3%A3o-causados-por-falhas-humanas.html>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

FREITAS, Rubem Ribeiro de. **Seção transversal de rodovias vicinais, qualidade de viagens e comportamento de pavimentos**. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-30012018-105600/en.php>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

GARCÍA, Daniel Sergio Presta; ALBANO, João Fortini. **Modelo de Previsão da Velocidade Operacional a partir de Características Planimétricas de Rodovias**. Anais da 3ª Semana de Engenharia de Produção e Transportes, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/47_Modelo%20de%20previsao%20da%20velocidade%20operacional.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2019.

GARCÍA, Daniel Sergio Presta. **Método para análise da consistência geométrica de rodovias brasileiras de pista simples**. 2008. 353 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/256_TESE-DANIEL.pdf>. Acesso em: 3 out. 2019.

GONÇALVES, Andréia Barbosa. **Estudo da velocidade operacional dos veículos em trechos viários de rodovias rurais de pista simples**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9481/1/2011_AndreiaBarbosaGoncalves.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2019.

HOEL, Lester A.; GARBER, Nicholas J.; SADEK, Adel W. **Engenharia de infraestrutura de transportes: uma integração multimodal**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

LAMM, R.; PSARIANOS, B.; MAILAENDER, T. **Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook**. New York: McGraw-Hill, 1999.

LAYTON, Robert; DIXON, Karen. **Stopping sight distance**. 2012. Kiewit Center for Infrastructure and Transportation, Oregon Department of Transportation, Oregon, 2012. Disponível em: <

<https://cce.oregonstate.edu/sites/cce.oregonstate.edu/files/12-2-stopping-sight-distance.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

LEE, Shu Han. **Introdução ao projeto geométrico de rodovias**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2015.

LEE, Shu Han; BUCCIANO, Caroline Antunes; HALISKI, Camille Ghedin. **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: < <http://www.topografiageral.com/Download/Estradas.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2019.

LIMA, Ieda Maria de Oliveira; FIGUEIREDO, José Carlos; MORITA, Patrícia Alessandra; GOLD, Philip. **Fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2008. Disponível em: < <https://www.econstor.eu/handle/10419/91363>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

MARQUES, Artur Pantoja. **Análise de parâmetros geométricos de curvas verticais de vias, à luz do Sistema de Posicionamento Global-GPS**. 1997. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-28022018-145639/en.php>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

MATTOS, João Rodrigo Guerreiro; ALBANO, João Fortini. **Ensino de projeto rodoviário na Escola de Engenharia da UFRGS**. VI SEPROSUL – Semana de Engenharia de Produção Sul-Americana, Florianópolis, 2006. Disponível em: < http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/54_047_seprosul.pdf >. Acesso em: 29 mai. 2019.

MORAIS, Artur Carlos de; KNEIB, Erika Cristine; SILVA, Paulo César Marques da. **A sinalização viária vertical de indicação e o usuário do sistema transporte público coletivo: caso de Brasília**. Revista dos Transportes Públicos - ANTP, 2010. Disponível em: < http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/812BF961-58B6-42DB-9B77-5666F2868CD5.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2019.

MOREIRA, Helio; MENEGON, Roberto. **Sinalização horizontal**. São Paulo: Master Set Gráfica, 2003.

NODARI, Christine Tessele. **Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples**. 2003. 210 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/3675>>. Acesso em: 08 mar. 2019.

NOMENCLATURA das rodovias federais. DNIT, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, Brasília, 2017. Disponível em: < <http://www.dnit.gov.br/rodovias/rodovias-federais/nomeclatura-das-rodovias-federais> >. Acesso em: 05 mar. 2019.

OLIVEIRA, Eilaine de Lourdes Martini de. **Considerações sobre o projeto de acostamentos para rodovias**. 2007. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-14012008-161757/en.php>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

OLIVEIRA, Paula Aparecida de Moura; BASÍLIO, Julia Dantas; FERREIRA, Eric Amaral. **Análise da largura das vias e suas configurações em relação a velocidade de tráfego**. 29º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, Ouro Preto, 2015. Disponível em: <http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais_2015/TrabalhosFormatados/CT1003.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2019.

PACHECO DE CARVALHO, M. **Caderneta de Campo: Emprego da Transição em Espiral nos Traçados Rodoviários**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Editoria Científica, [19--]. 250 p. 84.

PAVIMENTAÇÃO da estrada de Aterrados em Taquari está em fase final. DAER, DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://daer.rs.gov.br/concluida-pavimentacao-da-estrada-de-aterados-em-taquari>>. Acesso em: 05 mar. 2019

PELLEGRINI, Paulo Tomaz. **Contribuição para o estudo das distâncias de visibilidade de ultrapassagem para rodovias bidirecionais com duas faixas de tráfego**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-05092006-142613/en.php>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

PEREIRA, Djalma Martins et al. **Projeto geométrico de rodovias**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2010. Disponível em:<https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42708248/APOSTILA_Projeto_Geometrico_2010.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1559534344&Signature=Osksw2O3PnRPVvBwbxzFHsE0uwE%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTRANSPORTES_-_PROJETO_GEOMETRICO.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2019.

PEREIRA, Manoel Antunes. **Curvas horizontais e a influência para acidentes de trânsito**. Florianópolis: Instituto Federal de Santa Catarina, 2017. Disponível em:<<https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/690>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

PESSOA JÚNIOR, Elci. **Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana: execução e fiscalização**. São Paulo: Pini, 2014.

PIMENTA, Carlos R. T.; OLIVEIRA, Márcio P. **Projeto geométrico de rodovias**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2004.

PLACAS de advertência. DER/AL, DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM/ALAGOAS, Maceió, 2019. Disponível em: <<http://www.der.al.gov.br/sinalizacao/placas-de-advertencia-1>>. Acesso em: 05 mar. 2019

PLACAS de identificação e placas de orientação de destino. DER/AL, DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM/ALAGOAS, Maceió, 2019. Disponível em: <<http://www.der.al.gov.br/sinalizacao/placas-de-identificacao-e-placas-de-orientacao-de-destino>>. Acesso em: 05 mar. 2019

PLACAS de regulamentação. DER/AL, DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM/ALAGOAS, Maceió, 2019. Disponível em: <<http://www.der.al.gov.br/sinalizacao/placas-de-regulamentacao-1>>. Acesso em: 05 mar. 2019

PONTES FILHO, Glauco. **Estradas de rodagem: projeto geométrico**. 1998.

RAIA JR., Archimedes Azevedo. **A responsabilidade pelos acidentes de trânsito segundo a visão zero**. Revista dos Transportes Públicos - ANTP, 2009. Disponível em: <http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/D216EF54-57BC-484C-8462-84A967FF7696.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2019.

RODRIGUES, Carlos Manuel; ROQUE, Carlos de Almeida; MACEDO, Joaquim Miguel Gonçalves. **Manual do planeamento de acessibilidades e transportes – Sinalização rodoviária**. CCDRN, COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO NORTE, 2008. Disponível em: <http://www.estgv.ipv.pt/PaginasPessoais/vasconcelos/Documentos/ManualdeAcessibilidades/ManuaisCCDRNmiolo_AF/12SinRodoviaria_AF.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2019.

SCHOPF, Andrea Reinheimer. **Proposição de uma lista de verificação para revisão de segurança viária de rodovias**. 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/7540>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de projetos rodoviários**. São Paulo: PINI, 2008.

SILVA, Francimilo Gomes Santos da; MELO, Rodrigo de Sousa. **A contribuição da sinalização turística para o desenvolvimento turístico da cidade de Parnaíba (PI, Brasil)**. Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo, 2012. Disponível em: <<https://rbtur.org.br/rbtur/article/view/488>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

SILVEIRA, Fernando Lang da. **Inclinações das ruas e das estradas**. 2007. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/116437/000624406.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

TEMBA, Plínio da Costa. **Geometria e distância de visibilidade para frenagem em curvas horizontais de rodovias**. 1995. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-13042018-153503/en.php>> Acesso em: 18 mai. 2019.

VALENTE, Leonel Regis; NOGUEIRA, Kevin Neves. **ANÁLISE DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA BR-414–TRECHO URBANO DE ANÁPOLIS**. 2018. Disponível em: < <http://repositorio.aee.edu.br/handle/aee/97>>. Acesso em: 31 mai. 2019.

VASCONCELOS, Raimundo Expedito. **Harmonia na geometria, seção transversal, perfil longitudinal e velocidades em rodovias**. 2000. 66 p. Dissertação (Mestrado em Transportes)- Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-09022018-181503/en.php>>. Acesso em: 08 maio 2019.

VIANA, Hélio Marcos Fernandes. **Notas de aulas de Estradas**. 20---. Faculdade de Tecnologia e Ciências. Disponível em:< <https://engcivil20142.files.wordpress.com/2017/08/notas-de-aulas-parte-7.pdf>>. Acesso em: 17 mai. 2019.

VICENTINI, Daniane Franciesca; PEREIRA, Djalma; RATTON, Eduardo; PEREIRA, Márcia de Andrade. **Infra-estrutura Viária**. 20---. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 20---. Disponível em:< [http://www.cartografica.ufpr.br/docs/Bettega/ASSUNTO_05%20superlargura%20\[Mo do%20de%20Compatibilidade\].pdf](http://www.cartografica.ufpr.br/docs/Bettega/ASSUNTO_05%20superlargura%20[Mo do%20de%20Compatibilidade].pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUADRO DE LEVANTAMENTO DOS ELEMENTOS DE CONCORDÂNCIA HORIZONTAL DE PROJETO.

| CONCORDÂNCIA HORIZONTAL | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|----------|--------|-----------------|---------------|
| PI | CURVA | Km | RAIO (m) | AC (°) | OBEDECE À NORMA | FORA DE NORMA |
| 2 | 1 | 0+100 | 260 | 27 | | x |
| 3 | 2 | 0+240 | 350 | 11 | x | |
| 4 | 3 | 0+380 | 250 | 12 | x | |
| 5 | 4 | 0+510 | 600 | -4 | x | |
| 6 | 5 | 0+720 | 130 | - | | x |
| 7 | 6 | 0+970 | 60 | 61 | | x |
| 8 | 7 | 1+090 | 220 | 32 | | x |
| 9 | 8 | 1+290 | 140 | -35 | | x |
| 10 | 9 | 1+400 | 500 | 0 | x | |
| 11 | 10 | 1+420 | 500 | 0 | x | |
| 12 | 11 | 1+850 | 500 | 8 | x | |
| 13 | 12 | 2+120 | 170 | -5 | x | |
| 14 | 13 | 2+260 | 500 | 10 | x | |
| 15 | 14 | 2+510 | 170 | 35 | | x |
| 16 | 15 | 2+690 | 1000 | 0 | x | |
| 17 | 16 | 2+710 | 1000 | 0 | x | |
| 18 | 17 | 2+870 | 600 | -9 | x | |
| 19 | 18 | 3+080 | 220 | -46 | | x |
| 20 | 19 | 3+290 | 220 | 20 | | x |
| 21 | 20 | 3+530 | 180 | 22 | | x |
| 22 | 21 | 3+690 | 240 | -28 | | x |
| 23 | 22 | 3+840 | 250 | 15 | | x |
| 24 | 23 | 3+940 | 250 | -13 | x | |
| 25 | 24 | 4+110 | 250 | 17 | | x |
| 26 | 25 | 4+445 | 500 | 11 | x | |
| 27 | 26 | 4+700 | 110 | -49 | | x |
| 28 | 27 | 4+990 | 300 | 17 | | x |
| 29 | 28 | 5+360 | 160 | -31 | | x |
| 30 | 29 | 5+690 | 1000 | 0 | x | |
| 31 | 30 | 5+710 | 1000 | 0 | x | |
| 32 | 31 | 5+820 | 1000 | 1 | x | |
| 33 | 32 | 6+180 | 500 | -5 | x | |
| 34 | 33 | 6+280 | 300 | 10 | x | |
| 35 | 34 | 6+390 | 300 | -17 | | x |
| 36 | 35 | 6+540 | 200 | 18 | | x |
| 37 | 36 | 6+760 | 250 | 28 | | x |
| 38 | 37 | 6+960 | 140 | -23 | | x |

Fonte: da autora (2019).

APÊNDICE B – QUADRO DE INCLINAÇÕES LONGITUDINAIS VERIFICADAS PARA TODAS AS RAMPAS DO PROJETO.

| CONCORDÂNCIA VERTICAL | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|----------------|-----------------|---------------|
| Piv | RAMPA | Km | i DA RAMPA (%) | OBEDECE À NORMA | FORA DE NORMA |
| 2 | 1 | 0+020 | -0,011 | x | |
| 3 | 2 | 0+140 | 0,036 | x | |
| 4 | 3 | 0+230 | 0,018 | x | |
| 5 | 4 | 0+340 | -0,007 | x | |
| 6 | 5 | 0+420 | -0,107 | | x |
| 7 | 6 | 0+620 | -0,024 | x | |
| 8 | 7 | 0+720 | -0,051 | x | |
| 9 | 8 | 0+980 | 0,075 | | x |
| 10 | 9 | 1+375 | 0,033 | x | |
| 11 | 10 | 1+575 | -0,035 | x | |
| 12 | 11 | 1+720 | 0,03 | x | |
| 13 | 12 | 1+800 | 0,032 | x | |
| 14 | 13 | 1+960 | -0,045 | x | |
| 15 | 14 | 2+160 | 0,001 | x | |
| 16 | 15 | 2+340 | -0,01 | x | |
| 17 | 16 | 2+440 | -0,051 | x | |
| 18 | 17 | 2+520 | -0,021 | x | |
| 19 | 18 | 2+600 | 0,061 | | x |
| 20 | 19 | 2+715 | 0,01 | x | |
| 21 | 20 | 2+875 | 0,004 | x | |
| 22 | 21 | 3+040 | 0,012 | x | |
| 23 | 22 | 3+220 | 0,01 | x | |
| 24 | 23 | 3+430 | 0,001 | x | |
| 25 | 24 | 3+710 | -0,048 | x | |
| 26 | 25 | 3+840 | 0,06 | x | |
| 27 | 26 | 4+060 | -0,048 | x | |
| 28 | 27 | 4+290 | 0,049 | x | |
| 29 | 28 | 4+410 | -0,098 | | x |
| 30 | 29 | 4+500 | -0,013 | x | |
| 31 | 30 | 4+580 | 0,079 | | x |
| 32 | 31 | 4+720 | 0,031 | x | |
| 33 | 32 | 4+905 | 0,009 | x | |
| 34 | 33 | 5+290 | 0,053 | x | |
| 35 | 34 | 5+455 | -0,05 | x | |
| 36 | 35 | 5+690 | -0,01 | x | |
| 37 | 36 | 5+880 | 0,046 | x | |
| 38 | 37 | 6+185 | -0,052 | x | |
| 39 | 38 | 6+395 | -0,091 | | x |
| 40 | 39 | 6+580 | 0,034 | x | |
| 41 | 40 | 6+890 | -0,056 | x | |
| 42 | 41 | 7+045 | 0,063 | | x |

Fonte: da autora (2019).

APÊNDICE C – QUADROS DE DADOS DA RETRORREFLETIVIDADE OBSERVADA NA RODOVIA.

| Leituras | 1º ponto | | | | 2º ponto | | | | 3º ponto | | | |
|----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| | LE - bordo | LE - eixo | LD - eixo | LD - bordo | LE - bordo | LE - eixo | LD - eixo | LD - bordo | LE - bordo | LE - eixo | LD - eixo | LD - bordo |
| 1 | 207 | 301 | 236 | 218 | 231 | 226 | 220 | 218 | 178 | 242 | 231 | 301 |
| 2 | 207 | 260 | 261 | 215 | 203 | 233 | 221 | 204 | 166 | 238 | 231 | 333 |
| 3 | 231 | 246 | 247 | 204 | 208 | 203 | 220 | 214 | 148 | 253 | 210 | 308 |
| 4 | 207 | 264 | 250 | 222 | 214 | 236 | 214 | 226 | 168 | 229 | 221 | 315 |
| 5 | 220 | 269 | 262 | 242 | 178 | 238 | 228 | 238 | 168 | 229 | 221 | 319 |
| 6 | 225 | 283 | 243 | 233 | 193 | 244 | 228 | 249 | 168 | 232 | 221 | 297 |
| 7 | 239 | 354 | 250 | 217 | 207 | 251 | 208 | 213 | 163 | 236 | 207 | 345 |
| 8 | 217 | 279 | 239 | 213 | 188 | 208 | 222 | 225 | 163 | 264 | 211 | 322 |
| 9 | 207 | 276 | 239 | 251 | 179 | 218 | 210 | 213 | 178 | 260 | 220 | 312 |
| 10 | 213 | 249 | 250 | 236 | 217 | 208 | 210 | 207 | 196 | 240 | 231 | 312 |

| |
|----------------------|
| Leituras descartadas |
|----------------------|

| Leituras | 1º ponto | | | | 2º ponto | | | | 3º ponto | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---------------|------------|---------------|---------------|---------------|
| | LE - bordo | LE - eixo | LD - eixo | LD - bordo | LE - bordo | LE - eixo | LD - eixo | LD - bordo | LE - bordo | LE - eixo | LD - eixo | LD - bordo |
| 1 | 207 | 301 | 261 | 218 | 203 | 226 | 220 | 218 | 178 | 242 | 231 | 301 |
| 2 | 231 | 260 | 247 | 215 | 208 | 233 | 221 | 214 | 166 | 238 | 210 | 333 |
| 3 | 207 | 264 | 250 | 222 | 214 | 236 | 220 | 226 | 168 | 253 | 221 | 308 |
| 4 | 220 | 269 | 243 | 242 | 193 | 238 | 214 | 238 | 168 | 229 | 221 | 315 |
| 5 | 225 | 283 | 250 | 233 | 207 | 244 | 228 | 213 | 168 | 232 | 221 | 319 |
| 6 | 217 | 279 | 239 | 217 | 188 | 208 | 208 | 225 | 163 | 236 | 211 | 322 |
| 7 | 207 | 276 | 239 | 213 | 179 | 218 | 222 | 213 | 163 | 260 | 220 | 312 |
| 8 | 213 | 249 | 250 | 236 | 217 | 208 | 210 | 207 | 178 | 240 | 231 | 312 |
| Média por linha | 215,875 | 272,625 | 247,375 | 224,5 | 201,125 | 226,375 | 217,875 | 219,25 | 169 | 241,25 | 220,75 | 315,25 |

Fonte: da autora (2019).

APÊNDICE D – QUADRO DE LEVANTAMENTO DA SINALIZAÇÃO HORIZONTAL DA RODOVIA.

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL | | | | | | | |
|---|---|------------------------------------|---------|--------------------------------------|----------------|--------------------------|-------------|
| Sinalização Verificada | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Cadência: não se aplica. | |
| Ponto número | Posição quilométrica (ponto verificado) | Tipo de faixa (contínua/tracejada) | Cor | Posição dentro da faixa de rolamento | Largura medida | Traço | Espaçamento |
| 1 | 0+000 | Contínua | Branca | Direita | 13cm | - | - |
| 1 | 0+000 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |
| 1 | 0+000 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |
| 1 | 0+000 | Contínua | Branca | Esquerda | 13cm | - | - |
| 2 | 0+500 | Contínua | Branca | Direita | 13cm | - | - |
| 2 | 0+500 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |
| 2 | 0+500 | Contínua | Amarela | Centro | 13cm | - | - |
| 2 | 0+500 | Contínua | Branca | Esquerda | 13cm | - | - |
| 3 | 1+000 | Contínua | Branca | Direita | 13cm | - | - |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL | | | | | | | |
|--|---|------------------------------------|---------|--------------------------------------|----------------|-----------------|-------------|
| Sinalização Verificada | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Cadência:1:2,15 | |
| Ponto número | Posição quilométrica (ponto verificado) | Tipo de faixa (contínua/tracejada) | Cor | Posição dentro da faixa de rolamento | Largura medida | Traço | Espaçamento |
| 3 | 1+000 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |
| 3 | 1+000 | Contínua | Amarela | Centro | 13cm | - | - |
| 3 | 1+000 | Contínua | Branca | Esquerda | 13cm | - | - |
| 4 | 1+500 | Contínua | Branca | Direita | 13cm | - | - |
| 4 | 1+500 | Contínua | Amarela | Centro | 13cm | - | - |
| 4 | 1+500 | Tracejada | Amarela | Centro | 14cm | 4m | 8,6m |
| 4 | 1+500 | Contínua | Branca | Esquerda | 12cm | - | - |
| 5 | 2+000 | Contínua | Branca | Direita | 12cm | - | - |
| 5 | 2+000 | Tracejada | Amarela | Centro | 12cm | 4m | 8,6m |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL | | | | | | | |
|--|---|------------------------------------|---------|--------------------------------------|----------------|--------------------------|-------------|
| Sinalização Verificada | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Cadência: não se aplica. | |
| Ponto número | Posição quilométrica (ponto verificado) | Tipo de faixa (contínua/tracejada) | Cor | Posição dentro da faixa de rolamento | Largura medida | Traço | Espaçamento |
| 5 | 2+000 | Contínua | Amarela | Centro | 13cm | - | - |
| 5 | 2+000 | Contínua | Branca | Esquerda | 13cm | - | - |
| 6 | 2+500 | Contínua | Branca | Direita | 13cm | - | - |
| 6 | 2+500 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |
| 6 | 2+500 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |
| 6 | 2+500 | Contínua | Branca | Esquerda | 13cm | - | - |
| 7 | 3+000 | Contínua | Branca | Direita | 12cm | - | - |
| 7 | 3+000 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |
| 7 | 3+000 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL | | | | | | | |
|--|---|------------------------------------|---------|--------------------------------------|----------------|------------------|-------------|
| Sinalização Verificada | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Cadência: 1:2,15 | |
| Ponto número | Posição quilométrica (ponto verificado) | Tipo de faixa (contínua/tracejada) | Cor | Posição dentro da faixa de rolamento | Largura medida | Traço | Espaçamento |
| 7 | 3+000 | Contínua | Branca | Esquerda | 12cm | - | - |
| 8 | 3+500 | Contínua | Branca | Direita | 11cm | - | - |
| 8 | 3+500 | Contínua | Amarela | Centro | 11cm | - | - |
| 8 | 3+500 | Tracejada | Amarela | Centro | 12cm | 4m | 8,6m |
| 8 | 3+500 | Contínua | Branca | Esquerda | 12cm | - | - |
| 9 | 4+000 | Contínua | Branca | Direita | 11cm | - | - |
| 9 | 4+000 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |
| 9 | 4+000 | Tracejada | Amarela | Centro | 12cm | 4m | 8,6m |
| 9 | 4+000 | Contínua | Branca | Esquerda | 12cm | - | - |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL | | | | | | | |
|--|---|------------------------------------|---------|--------------------------------------|----------------|------------------|-------------|
| Sinalização Verificada | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Cadência: 1:2,15 | |
| Ponto número | Posição quilométrica (ponto verificado) | Tipo de faixa (contínua/tracejada) | Cor | Posição dentro da faixa de rolamento | Largura medida | Traço | Espaçamento |
| 10 | 4+500 | Contínua | Branca | Direita | 11cm | - | - |
| 10 | 4+500 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |
| 10 | 4+500 | Contínua | Amarela | Centro | 12cm | - | - |
| 10 | 4+500 | Contínua | Branca | Esquerda | 12cm | - | - |
| 11 | 5+000 | Contínua | Branca | Direita | 12cm | - | - |
| 11 | 5+000 | Contínua | Amarela | Centro | 11cm | - | - |
| 11 | 5+000 | Tracejada | Amarela | Centro | 11cm | 4m | 8,6m |
| 11 | 5+000 | Contínua | Branca | Esquerda | 12cm | - | - |
| 12 | 5+500 | Contínua | Branca | Direita | 12cm | - | - |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL | | | | | | | |
|--|---|------------------------------------|---------|--------------------------------------|----------------|------------------|-------------|
| Sinalização Verificada | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Cadência: 1:2,15 | |
| Ponto número | Posição quilométrica (ponto verificado) | Tipo de faixa (contínua/tracejada) | Cor | Posição dentro da faixa de rolamento | Largura medida | Traço | Espaçamento |
| 12 | 5+500 | Tracejada | Amarela | Centro | 13cm | 4m | 8,5m |
| 12 | 5+500 | Contínua | Amarela | Centro | 13cm | - | - |
| 12 | 5+500 | Contínua | Branca | Esquerda | 12cm | - | - |
| 13 | 6+000 | Contínua | Branca | Direita | 12cm | - | - |
| 13 | 6+000 | Tracejada | Amarela | Centro | 12cm | 4m | 8,6m |
| 13 | 6+000 | Contínua | Branca | Esquerda | 11cm | - | - |
| 14 | 6+500 | Contínua | Branca | Direita | 12cm | - | - |
| 14 | 6+500 | Contínua | Amarela | Centro | 13cm | - | - |
| 14 | 6+500 | Contínua | Amarela | Centro | 13cm | - | - |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL | | | | | | | |
|--|---|------------------------------------|---------|--------------------------------------|----------------|--------------------------|-------------|
| Sinalização Verificada | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Cadência: não se aplica. | |
| Ponto número | Posição quilométrica (ponto verificado) | Tipo de faixa (contínua/tracejada) | Cor | Posição dentro da faixa de rolamento | Largura medida | Traço | Espaçamento |
| 14 | 6+500 | Contínua | Branca | Esquerda | 11cm | - | - |
| 15 | 7+000 | Contínua | Branca | Direita | 13cm | - | - |
| 15 | 7+000 | Contínua | Amarela | Centro | 13cm | - | - |
| 15 | 7+000 | Contínua | Amarela | Centro | 13cm | - | - |
| 15 | 7+000 | Contínua | Branca | Esquerda | 13cm | - | - |

Fonte: Da autora (2019).

APÊNDICE E – QUADRO DE LEVANTAMENTO DA SINALIZAÇÃO VERTICAL DA RODOVIA.

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------------------|-------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|--|--------------------------|--------------------------------------|
| Sinalização Verificada | | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Legenda tipos de sinalização: REG – Regulamentação; ADV – Advertência; IND – Indicação; SERV – Serviços Auxiliares | | |
| Número | Posição quilométrica | Lado da faixa (LE / LD) | Tipo/Código | Símbolo | Distância do bordo da pista (m) | Altura em relação a pista (m) | Tamanho da placa (m) | Condições de conservação | Condições de visibilidade do entorno |
| 1 | 0+000 | LE | R-01 | PARE | 2,10 | 1,30 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 2 | 0+000 | LD | INDICAÇÃO | NOME RODOVIA | 1,30 | 1,30 | 2,00 | BOAS | BOAS |
| 3 | 0+000 | LE | R-04a | PROIB. CONV. ESQ. | 2,10 | 1,40 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 4 | 0+015 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,40 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 5 | 0+015 | LE | A-18 | LOMBADA | 1,50 | 1,10 | 1,00 | BOAS | ARBUSTOS PEQUENOS |
| 6 | 0+020 | LD | R-19 | VEL. MÁX. 40KM/H | 2,60 | 1,50 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 7 | 0+020 | LE | INDICAÇÃO | INDICAÇÃO CIDADES | 1,60 | 1,00 | 2,00 | BOAS | BOAS |
| 8 | 0+025 | LD | A-2b | CURVA À DIREITA | 2,40 | 1,30 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 9 | 0+045 | LD | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 3,00 | 2,00 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 10 | 0+150 | LE | INDICAÇÃO | TREVO À 150M | 1,60 | 1,00 | 2,00 | BOAS | ARBUSTOS PEQUENOS |
| 11 | 0+220 | LE | A-2a | CURVA À ESQUERDA | 1,90 | 1,20 | 1,00 | BOAS | ARBUSTOS PEQUENOS |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|--|--------------------------|--------------------------------------|
| Sinalização Verificada | | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Legenda tipos de sinalização: REG – Regulamentação; ADV – Advertência; IND – Indicação; SERV – Serviços Auxiliares | | |
| Número | Posição quilométrica | Lado da faixa (LE / LD) | Tipo/Código | Símbolo | Distância do bordo da pista | Altura em relação a pista | Largura da placa | Condições de conservação | Condições de visibilidade do entorno |
| 12 | 0+220 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,70 | 1,60 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 13 | 0+220 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,10 | 1,50 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 14 | 0+235 | LE | A-18 | LOMBADA À 300M | 2,40 | 1,20 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 15 | 0+500 | LD | I-23 | PARADA DE ÔNIBUS | 2,10 | 1,40 | 0,60 | BOAS | BOAS |
| 16 | 0+550 | LE | I-23 | PARADA DE ÔNIBUS | 2,10 | 1,40 | 0,60 | BOAS | BOAS |
| 17 | 0+560 | LD | A-2a | CURVA À ESQUERDA | 2,10 | 1,40 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 18 | 0+850 | LD | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 2,00 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 19 | 0+860 | LE | A-2b | CURVA À DIREITA | 1,60 | 1,20 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 20 | 0+880 | LD | A-2b | CURVA À DIREITA | 2,10 | 1,60 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 21 | 0+820 | LE | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 2,00 | 1,50 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 22 | 1+175 | LD | A-2a | CURVA À ESQUERDA | 1,90 | 1,20 | 1,00 | BOAS | BOAS |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|
| Sinalização Verificada | | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Legenda tipos de sinalização: REG – Regulamentação; ADV – Advertência; IND – Indicação; SERV – Serviços Auxiliares | | |
| Número | Posição quilométrica | Lado da faixa (LE / LD) | Tipo/Código | Símbolo | Distância do bordo da pista | Altura em relação a pista | Largura da placa | Condições de conservação | Condições de visibilidade do entorno |
| 23 | 1+200 | LE | A-2a | CURVA À ESQUERDA | 1,90 | 1,20 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 24 | 1+380 | LE | A-2b | CURVA À DIREITA | 1,90 | 1,40 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 25 | 1+400 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,20 | 1,20 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 26 | 1+400 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 3,00 | - | 0,80 | PÉSSIMA TOMBADA | PÉSSIMAS |
| 27 | 1+750 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,10 | 1,60 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 28 | 1+750 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,70 | 1,20 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 29 | 1+900 | LD | I-23 | PARADA DE ÔNIBUS | 5,00 | 1,20 | 0,60 | BOAS | BOAS |
| 30 | 1+930 | LE | I-23 | PARADA DE ÔNIBUS | 2,00 | 1,20 | 0,60 | BOAS | BOAS |
| 31 | 2+050 | LD | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 2,00 | 1,20 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 32 | 2+050 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,60 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 33 | 2+300 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,40 | 1,20 | 0,80 | BOAS | BOAS |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|
| Sinalização Verificada | | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Legenda tipos de sinalização: REG – Regulamentação; ADV – Advertência; IND – Indicação; SERV – Serviços Auxiliares | | |
| Número | Posição quilométrica | Lado da faixa (LE / LD) | Tipo/Código | Símbolo | Distância do bordo da pista | Altura em relação a pista | Largura da placa | Condições de conservação | Condições de visibilidade do entorno |
| 34 | 2+360 | LD | A-2b | CURVA À DIREITA | 2,20 | 1,20 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 35 | 2+750 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,60 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 36 | 2+755 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,60 | 1,20 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 37 | 2+800 | LD | I-23 | PARADA DE ÔNIBUS | 3,00 | 1,20 | 0,60 | BOAS | BOAS |
| 38 | 2+900 | LE | I-23 | PARADA DE ÔNIBUS | 1,60 | 1,20 | 0,60 | BOAS | BOAS |
| 39 | 2+950 | LD | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 1,60 | 1,20 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 40 | 3+000 | LD | A-2a | CURVA À ESQUERDA | 1,60 | 1,20 | 1,00 | BOAS | PEQUENOS ARBUSTOS |
| 41 | 3+010 | LE | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 1,50 | 1,30 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 42 | 3+250 | LD | I-23 | PARADA DE ÔNIBUS | 2,00 | 1,40 | 0,60 | BOAS | BOAS |
| 43 | 3+250 | LE | A-2b | CURVA À DIREITA | 1,60 | 1,20 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 44 | 3+270 | LD | A-2b | CURVA À DIREITA | 2,10 | 1,30 | 1,00 | BOAS | BOAS |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|
| Sinalização Verificada | | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Legenda tipos de sinalização: REG – Regulamentação; ADV – Advertência; IND – Indicação; SERV – Serviços Auxiliares | | |
| Número | Posição quilométrica | Lado da faixa (LE / LD) | Tipo/Código | Símbolo | Distância do bordo da pista | Altura em relação a pista | Largura da placa | Condições de conservação | Condições de visibilidade do entorno |
| 45 | 3+280 | LE | I-23 | PARADA DE ÔNIBUS | 1,60 | 1,40 | 0,60 | BOAS | BOAS |
| 46 | 3+500 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,00 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 47 | 3+505 | LD | A-2b | CURVA S À DIREITA | 2,00 | 1,45 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 48 | 3+505 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,60 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 49 | 3+850 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,60 | 1,30 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 50 | 3+950 | LE | A-2b | CURVA S À DIREITA | 1,50 | 1,30 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 51 | 3+970 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,20 | 1,70 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 52 | 4+000 | LD | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 2,70 | 1,60 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 53 | 4+000 | LE | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 1,60 | 1,60 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 54 | 4+100 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,00 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 55 | 4+300 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,60 | 1,60 | 0,80 | BOAS | BOAS |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|
| Sinalização Verificada | | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Legenda tipos de sinalização: REG – Regulamentação; ADV – Advertência; IND – Indicação; SERV – Serviços Auxiliares | | |
| Número | Posição quilométrica | Lado da faixa (LE / LD) | Tipo/Código | Símbolo | Distância do bordo da pista | Altura em relação a pista | Largura da placa | Condições de conservação | Condições de visibilidade do entorno |
| 56 | 4+300 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,60 | 1,60 | 0,80 | RUIM TOMBADA | PÉSSIMA |
| 57 | 4+600 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,60 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 58 | 4+620 | LD | I-23 | PARADA DE ÔNIBUS | 2,00 | 1,40 | 0,60 | BOAS | BOAS |
| 59 | 4+700 | LD | INDICAÇÃO | DIVISA MUNICIPAL | 7,00 | 1,00 | 2,00 | PÉSSIMA CORROÍDA | PÉSSIMA |
| 60 | 4+705 | LD | A-2a | CURVA À ESQUERDA | 2,00 | 1,40 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 61 | 4+720 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,00 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 62 | 4+900 | LE | I-23 | PARADA DE ÔNIBUS | 1,90 | 1,20 | 0,60 | BOAS | BOAS |
| 63 | 4+915 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,70 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 64 | 4+935 | LE | A-2b | CURVA À DIREITA | 1,70 | 1,30 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 65 | 5+190 | LD | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 2,00 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 66 | 5+190 | LE | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 1,80 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|
| Sinalização Verificada | | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Legenda tipos de sinalização: REG – Regulamentação; ADV – Advertência; IND – Indicação; SERV – Serviços Auxiliares | | |
| Número | Posição quilométrica | Lado da faixa (LE / LD) | Tipo/Código | Símbolo | Distância do bordo da pista | Altura em relação a pista | Largura da placa | Condições de conservação | Condições de visibilidade do entorno |
| 67 | 5+350 | LD | A-2a | CURVA À ESQUERDA | 1,80 | 1,40 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 68 | 5+400 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,50 | 1,50 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 69 | 5+550 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,40 | 1,30 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 70 | 5+600 | LE | A-2b | CURVA À DIREITA | 1,60 | 1,20 | 1,00 | BOAS | BOAS |
| 71 | 6+150 | LD | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 1,90 | 1,60 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 72 | 6+150 | LE | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 2,00 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 73 | 6+480 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,80 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 74 | 6+760 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,00 | 1,50 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 75 | 6+850 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 1,80 | 1,40 | 0,80 | BOAS | PEQUENOS ARBUSTOS |
| 76 | 7+000 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,00 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 77 | 7+020 | LE | A-2a | CURVA À ESQUERDA | 1,90 | 1,40 | 1,00 | RUIM PICHADA | RUIM |

Fonte: Da autora (2019).

| REGISTRO DE LEVANTAMENTO DE SINALIZAÇÃO VERTICAL | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------------|-------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|
| Sinalização Verificada | | | | | Data do levantamento: | 25/08/2019 | Legenda tipos de sinalização: REG – Regulamentação; ADV – Advertência; IND – Indicação; SERV – Serviços Auxiliares | | |
| Número | Posição quilométrica | Lado da faixa (LE / LD) | Tipo/Código | Símbolo | Distância do bordo da pista | Altura em relação a pista | Largura da placa | Condições de conservação | Condições de visibilidade do entorno |
| 78 | 7+080 | LD | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,00 | 1,40 | 0,80 | BOAS | BOAS |
| 79 | 7+200 | LE | A-2b | CURVA À DIREITA | 2,30 | 1,50 | 1,00 | RUIM AMASSADA | RUIM |
| 80 | 7+230 | LD | - | - | 2,10 | - | - | APENAS HASTES | PÉSSIMAS |
| 81 | 7+250 | LE | R-07 | PROIB. ULTRAPASSAR | 2,10 | 1,60 | 0,80 | BOAS | PEQUENOS ARBUSTOS |
| 82 | 7+280 | LE | R-19 | VEL. MÁX. 60KM/H | 2,10 | 1,50 | 0,80 | BOAS | GRANDES ARBUSTOS |
| 83 | 7+280 | LD | INDICAÇÃO | INDICAÇÃO CIDADES | 1,90 | 1,20 | 2,00 | BOAS | BOAS |
| 84 | 7+300 | LE | INDICAÇÃO | NOME RODOVIA | 2,70 | 1,40 | 2,00 | BOAS | BOAS |
| 85 | 7+300 | CENTRO | R-24b | PASSAGEM OBRIGATÓRIA | CENTRO | 1,20 | 0,80 | BOAS | BOAS |

Fonte: Da autora (2019).



UNIVATES

R. Avelino Tallini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil
CEP 95900.000 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000
www.univates.br | 0800 7 07 08 09