

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
ENGENHARIA CIVIL**

MARIA EDUARDA COSTA PINTO

**PROJETO DE REFORMULAÇÃO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA NO
CRUZAMENTO QUE INTERLIGA AS RODOVIAS BR- 267 E MG- 167.**

VARGINHA - MG

2019

MARIA EDUARDA COSTA PINTO

**PROJETO DE REFORMULAÇÃO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA NO
CRUZAMENTO QUE INTERLIGA AS RODOVIAS BR- 267 E MG- 167**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção de grau bacharel.

VARGINHA - MG

2019

MARIA EDUARDA COSTA PINTO

**PROJETO DE REFORMULAÇÃO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA NO
CRUZAMENTO QUE INTERLIGA AS RODOVIAS BR- 267 E MG- 167**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas- UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção de grau bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Profa. Tiely Zurlo Mognhol

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho aos meus pais por não medirem esforços para que eu chegasse até aqui. Á minha família e amigos por todo apoio e compreensão ao longo de todos estes anos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha querida orientadora, Tiely Zurlo Mognhol e ao professor Armando Belato por todo apoio, confiança e auxílio na elaboração deste trabalho. A minha família e amigos pela ajuda, incentivo e compreensão; e principalmente a Deus por ter guiado e iluminado meu caminho nesta etapa tão importante.

“As nuvens mudam sempre de posição, mas são sempre nuvens no céu. Assim devemos ser todos os dias, mutantes, porém leais com o que pensamos e sonhamos; lembre-se, tudo se desmancha no ar, menos os pensamentos. ”
(Paulo Beleki)

RESUMO

O intenso crescimento populacional e conseqüente aumento da frota de veículos têm provocado transtornos no fluxo e segurança das rodovias. Este fator, associado ao inadequado planejamento rodoviário, ocasiona acidentes. Neste contexto, torna-se essencial o planejamento viário. Este trabalho tem como objetivo a análise das condições de tráfego no cruzamento que interliga as rodovias BR- 267 e MG-167, bem como a elaboração do projeto para reformulação da sinalização nesse trecho, como proposta fundamental de implantação a curto prazo, tendo como finalidade principal a redução do alto índice de acidentes. Além desta proposta, é apresentada uma segunda alternativa que compreende a alteração da geometria da interseção, sendo uma solução a longo prazo, visto que envolve maior custo de implantação, mas, em contrapartida, reduz consideravelmente os pontos de conflito. Com o intuito de coletar dados para a formulação das propostas foi feita a averiguação da sinalização viária existente, bem como a contagem de veículos, aplicação de um questionário aos usuários da via, coleta de dados sobre os acidentes no trecho e análise da geometria atual. Posteriormente, realizou-se um estudo com os dados obtidos em comparação com as informações contidas na literatura utilizada, e constatou-se a necessidade da revisão da sinalização viária e alteração da geometria da interseção.

Palavras-chave: Projeto de sinalização viária. Interseções. Rodovias. Geometria.

ABSTRACT

The intense population growth and the consequent increase in the vehicle fleet have caused disturbances in the flow and safety of the highways. This factor, associated with inadequate road planning, causes accidents. In this context, road planning becomes essential. This paper aims to analyze the traffic conditions at the intersection that connects the BR-267 and MG-167 highways, as well as the elaboration of the project to reformulate the signs in this stretch, as a fundamental short-term implementation proposal, with the purpose of principally the reduction in the high rate of accidents. In addition to this proposal, a second alternative is presented that comprises the intersection geometry alteration, being a long term solution, since it involves higher implantation cost, but, on the other hand, considerably reduces the points of conflict. In order to collect data for the formulation of the proposals, the existing road signs were investigated, as well as the vehicle counting, the application of a questionnaire to road users, the collection of data on road accidents and the analysis of the current geometry. Subsequently, a study was performed with the data obtained in comparison with the information contained in the literature used, and it was found the need to review the road signs and change the intersection geometry.

Keywords: *Road signage project. Intersections. Highways Geometry.*

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Modelo de Fluxograma de tráfego em UCP | 30 |
| Figura 2 - Ficha de Contagem Volumétrica | 36 |
| Figura 3 - Seção Transversal de Rodovias e Obras-de-Arte Especiais | 39 |
| Figura 4 - Sinal de velocidade máxima permitida | 44 |
| Figura 5 - Sinal de passagem obrigatória | 44 |
| Figura 6 - Altura máxima permitida | 45 |
| Figura 7 - Duplo sentido de circulação..... | 46 |
| Figura 8 - Elementos que compõem as placas de sinalização vertical indicativas..... | 46 |
| Figura 9 - diagrama utilizado na composição da sinalização vertical indicativa | 47 |
| Figura 10 - Placas de identificação de rodovias e estradas..... | 47 |
| Figura 11 - Placas de identificação de rodovias e estradas..... | 48 |
| Figura 12 - Placas de confirmação em frente | 49 |
| Figura 13 - Linha simples contínua (LFO-1)..... | 50 |
| Figura 14 - Linha simples seccionada (LFO-2)..... | 50 |
| Figura 15 - Linha dupla contínua (LFO-3) | 51 |
| Figura 16 - Linha contínua/seccionada (LFO-4) | 51 |
| Figura 17 - Marcação de faixa reversível no contra-fluxo (MFR) | 51 |
| Figura 18 - Linha de retenção (LRE)..... | 53 |
| Figura 19 - Linha de "Dê a preferência" (LDP) | 54 |
| Figura 20 - Linha de canalização (LCA) | 54 |
| Figura 21 - Símbolo indicativo de interseção com via que tem preferência | 55 |
| Figura 22 - Legenda "DEVAGAR" | 56 |
| Figura 23 - Tacha..... | 57 |
| Figura 24 - Dimensões e fluxos da rotatória BR 267/ MG 167..... | 59 |
| Figura 25- Rotatória BR 267/ MG 167..... | 60 |
| Figura 26 - (1) Ponto de divergência sentido Campanha-Cambuquira e Campanha-Caxambu | 61 |
| Figura 27 - (2) Ponto de divergência sentido Cambuquira-Campanha e Cambuquira-Caxambu | 61 |
| Figura 28 - (3) Ponto de divergência sentido Campanha-Cambuquira e Campanha-retorno... 61 | 61 |
| Figura 29 - (4) Ponto de divergência sentido Campanha-Cambuquira e Cambuquira-Caxambu | 62 |

| | |
|--|----|
| Figura 30 - (5) Ponto de divergência sentido Caxambu-Cambuquira e Caxambu-Campanha. | 62 |
| Figura 31 - (6) Ponto de convergência sentido Cambuquira-Campanha e Caxambu-Campanha | 62 |
| Figura 32 - (7) Ponto de convergência sentido Cambuquira-Caxambu e Campanha-Cambuquira | 63 |
| Figura 33 - (8) Ponto de convergência sentido Cambuquira-Campanha e Cambuquira-retorno | 63 |
| Figura 34 - (9) Ponto de convergência sentido Campanha-Cambuquira e Caxambu-Cambuquira | 63 |
| Figura 35 - (10) Ponto de convergência sentido Cambuquira-Caxambu e Campanha-Caxambu | 64 |
| Figura 36 - (11) Cruzamento sentido Cambuquira-Caxambu | 64 |
| Figura 37 - (12) Cruzamento sentido Campanha-Cambuquira..... | 64 |
| Figura 38 - Vista do cruzamento/ ponto de convergência na rotatória..... | 65 |
| Figura 39 - Visibilidade da placa de sinalização vertical indicativa de sentido | 66 |
| Figura 40 - Placa de sinalização vertical indicativa de sentido | 66 |
| Figura 41 - Ausência de sinalização vertical indicativa de sentido (Cambuquira-Campanha) | 67 |
| Figura 42 - Placa de sinalização vertical indicativa de sentido (Campanha-Cambuquira) | 67 |
| Figura 43 - Invasão pela contramão sentido Campanha/Cambuquira | 68 |
| Figura 44- Fluxograma de tráfego UCP | 72 |
| Figura 45 - Interseção do tipo Trombeta | 79 |
| Figura 46 - Viaduto..... | 79 |
| Figura 47 - Trincheira..... | 80 |
| Figura 48 - Pontos de convergência e divergência | 81 |
| Figura 49 - Sinalização indicativa de sentido | 83 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Critérios de classificação de rodovias | 27 |
| Quadro 2 – Relação geral entre as classes funcionais e as classes de projeto | 28 |
| Quadro 3 - Fator de equivalência em carros de passeio | 30 |
| Quadro 4 - Comparativo de dimensões | 39 |
| Quadro 5 - Características dos Sinais de Regulamentação..... | 41 |
| Quadro 6 - Dimensões mínimas dos sinais de forma circular | 41 |
| Quadro 7 - Dimensões mínimas do sinal de forma octogonal (R-1) | 42 |
| Quadro 8 - Dimensões mínimas do sinal de forma triangular (R-2) | 42 |
| Quadro 9 - Características dos Sinais R-1 e R-2 | 43 |
| Quadro 10 - Dimensões dos símbolos e pictogramas das placas de identificação | 47 |
| Quadro 11 - Dimensões mínimas das placas indicativas de sentido | 48 |
| Quadro 12 – Largura da LFO-1 | 52 |
| Quadro 13 - Soma dos intervalos de todos os dias e direções | 69 |
| Quadro 14 - Conversão de veículos em UCP, trecho Cambuquira/Campanha | 70 |
| Quadro 15 - Conversão de veículos em UCP, trecho Cambuquira/Caxambu | 70 |
| Quadro 16 - Conversão de veículos em UCP, trecho Caxambu/Cambuquira..... | 70 |
| Quadro 17 - Conversão de veículos em UCP, trecho Caxambu/ Campanha..... | 71 |
| Quadro 18 - Conversão de veículos em UCP, trecho Campanha/Caxambu..... | 71 |
| Quadro 19 - Conversão de veículos em UCP, trecho Campanha/ Cambuquira | 71 |
| Quadro 20 - Classificação do trecho em estudo de acordo com o Quadro 1 | 72 |
| Quadro 21 - Taxas de acidentes por tipo de rodovia | 73 |
| Quadro 22 - Causas dos acidentes | 74 |
| Quadro 23 - Estimativa de custos da sinalização vertical..... | 84 |
| Quadro 24 - Estimativa de custos da sinalização horizontal | 85 |
| Quadro 25 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Cambuquira/Campanha)..... | 89 |
| Quadro 26 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Cambuquira/Caxambu)..... | 89 |
| Quadro 27 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Caxambu/Cambuquira)..... | 89 |
| Quadro 28 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Caxambu/Campanha)..... | 90 |
| Quadro 29 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Campanha/Caxambu)..... | 90 |
| Quadro 30 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Campanha/Cambuquira)..... | 90 |
| Quadro 31 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Cambuquira/Campanha)..... | 91 |
| Quadro 32 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Cambuquira/Caxambu)..... | 91 |

| | |
|--|----|
| Quadro 33 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Caxambu/Cambuquira)..... | 91 |
| Quadro 34 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Caxambu/Campanha) | 92 |
| Quadro 35 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Campanha/Caxambu) | 92 |
| Quadro 36 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Campanha/Cambuquira)..... | 92 |
| Quadro 37 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Cambuquira/Campanha) | 93 |
| Quadro 38 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Cambuquira/Caxambu)..... | 93 |
| Quadro 39 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Caxambu/Cambuquira)..... | 93 |
| Quadro 40 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Caxambu/Campanha) | 94 |
| Quadro 41 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Campanha/Caxambu) | 94 |
| Quadro 42 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Campanha/Cambuquira) | 94 |
| Quadro 43 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Cambuquira/Campanha) | 95 |
| Quadro 44 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Cambuquira/Caxambu)..... | 95 |
| Quadro 45 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Caxambu/Cambuquira)..... | 95 |
| Quadro 46 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Caxambu/Campanha) | 96 |
| Quadro 47 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Campanha/Caxambu) | 96 |
| Quadro 48 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Campanha/Cambuquira) | 96 |
| Quadro 49 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Cambuquira/Campanha) | 97 |
| Quadro 50 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Cambuquira/Caxambu)..... | 97 |
| Quadro 51 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Caxambu/Cambuquira)..... | 97 |
| Quadro 52 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Caxambu/Campanha) | 98 |
| Quadro 53 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Campanha/Caxambu) | 98 |
| Quadro 54 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Campanha/Cambuquira) | 98 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Parâmetros geométricos para obras de arte especiais em rodovias de classe de projeto IV | 80 |
|--|----|

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Percentual de opinião dos usuários quanto a soluções para a redução de acidentes no trecho | 75 |
| Gráfico 2 - Percentual quanto a classificação da sinalização no trecho | 76 |
| Gráfico 3 - Percentual sobre a opinião dos moradores quanto aos pontos mais agravantes apresentados no trecho | 76 |
| Gráfico 4 - Percentual relacionado a frequência com que os entrevistados utilizam a via. | 76 |
| Gráfico 5 - Percentual sobre acidentes sofridos/presenciados pelos entrevistados | 77 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|---|
| CBMMG | Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais |
| CTB | Código de Trânsito Brasileiro |
| DENATRAN | Departamento Nacional de Trânsito |
| DER | Departamento de Estradas de Rodagem |
| DNIT | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes |
| DPVAT | Seguro de danos Pessoais causados por Veículos Automotivos de Vias Terrestres |
| FHP | Fator Horário de Pico |
| FTP | Faixa de Travessia de Pedestres |
| IMC | Indicativa de Movimento em Curva |
| LBO | Linhas de Bordo |
| LCO | Linha de continuidade |
| LDP | Linha de “Dê a Preferência” |
| LFO | Linhas de divisão de fluxos opostos |
| LMS | Linhas de divisão de fluxo de Mesmo Sentido |
| LRE | Linha de Retenção |
| LRV | Linha de Estímulo a Redução de Velocidade |
| MAC | Marcação de Área de Conflito |
| MAE | Marcação de Área de cruzamento com faixa Exclusiva |
| MCC | Marcação de Cruzamento Rodociclovário |
| MCF | Marcação de cruzamento rodoferroviário |
| MOF | Mudança Obrigatória de Faixa |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| OPAS | Organização Pan Americana da Saúde |
| PMR | Polícia Militar Rodoviária |
| PMRV | Polícia Militar Rodoviária de Varginha |
| PRF | Polícia Rodoviária Federal |
| UCP | Unidades de Carros de Passeio |
| VHP | Volume Horário de Pico |
| VMD | Volume Médio Diário |
| VMDa | Volume Médio Diário Anual |
| VMDd | Volume Médio Diário em um dia da semana |

| | |
|------|-----------------------------|
| VMDm | Volume Médio Diário Mensal |
| VMDs | Volume Médio Diário Semanal |
| VPD | Veículos/dia |
| VPH | Veículos/hora |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 20 |
| 2 JUSTIFICATIVA | 22 |
| 3 OBJETIVOS | 23 |
| 3.1 Objetivo Geral | 23 |
| 3.2 Objetivos Específicos | 23 |
| 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 24 |
| 4.1 Contextualização do tema | 24 |
| 4.2 Planejamento de Transportes | 24 |
| 4.2.1 Etapas de Projeto | 25 |
| 4.3 Classificação das rodovias | 26 |
| 4.3.1 Classificação técnica | 26 |
| 4.3.2 Classificação Funcional | 27 |
| 4.4 Interseções | 28 |
| 4.4.1 Dados Funcionais | 29 |
| 4.4.2 Dados Físicos | 29 |
| 4.4.3 Dados do Tráfego | 29 |
| 4.4.4 Dados de Acidentes | 31 |
| 4.4.5 Dados Econômicos | 31 |
| 4.5 Tipos de interseções | 32 |
| 4.5.1 Interseções em Nível | 32 |
| 4.5.2 Interseções em Níveis Diferentes | 32 |
| 4.6 Estudos de tráfego | 33 |
| 4.6.1 Contagens Volumétricas | 33 |
| 4.6.2 Planejamento das Contagens | 34 |
| 4.6.3 Métodos de Contagem | 35 |
| 4.6.4 Volume de Tráfego | 36 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 4.6.4.1 | Volume Horário..... | 37 |
| 4.6.4.2 | Fator Horário de Pico | 38 |
| 4.7 | Projeto Geométrico..... | 38 |
| 4.8 | Sinalização..... | 39 |
| 4.8.1 | Manutenção e conservação..... | 40 |
| 4.8.2 | Posicionamento na via..... | 40 |
| 4.9 | Sinalização vertical..... | 40 |
| 4.9.1 | Sinais de Regulamentação | 41 |
| 4.9.2 | Regulamentação de Preferência de Passagem | 42 |
| 4.9.3 | Regulamentação de Velocidade..... | 43 |
| 4.9.4 | Passagem obrigatória..... | 44 |
| 4.9.5 | Altura máxima permitida..... | 45 |
| 4.9.6 | Duplo de sentido de circulação..... | 45 |
| 4.9.7 | Sinalização Vertical de Indicação..... | 46 |
| 4.9.8 | Placas de identificação de rodovias e estradas | 47 |
| 4.9.9 | Placas indicativas de sentido | 48 |
| 4.9.10 | Placas de confirmação em frente | 48 |
| 4.10 | Sinalização horizontal | 49 |
| 4.10.1 | Classificação da sinalização horizontal | 49 |
| 4.10.1.1 | Marcas longitudinais | 50 |
| 4.10.1.2 | Marcas Transversais | 53 |
| 4.10.1.3 | Marcas de Canalização | 54 |
| 4.10.1.4 | Inscrições no pavimento | 55 |
| 4.11 | Dispositivos Auxiliares | 56 |
| 4.11.1 | Dispositivos delimitadores | 56 |
| 4.11.1.1 | Tacha | 57 |
| 5 | METODOLOGIA..... | 58 |
| 5.1 | Metodologia de pesquisa | 58 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2 Caracterização do estudo de caso | 58 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 59 |
| 6.1 Diagnóstico do local | 59 |
| 6.2 Procedimentos metodológicos..... | 68 |
| 6.3 Acidentes | 73 |
| 6.4 Questionário | 75 |
| 6.5 Considerações gerais | 77 |
| 6.5.1 Reformulação da geometria da via | 78 |
| 6.5.2 Implantação da obra..... | 81 |
| 6.5.3 Revisão da Sinalização | 82 |
| 7 CONCLUSÃO | 86 |
| 8 REFERÊNCIAS | 87 |
| APÊNDICES | 89 |

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da Organização Pan-Americana da Saúde / Organização Mundial da Saúde (OPAS/OMS, 2019), os acidentes de trânsito são responsáveis pela morte de, aproximadamente, 1,35 milhão de pessoas por ano.

A cidade de Cambuquira, localizada no interior de Minas Gerais, embora considerado um Município de pequeno porte por possuir, aproximadamente, 12 mil habitantes, é muito frequentada por turistas que buscam as propriedades terapêuticas das águas minerais. Fazendo ligação ao município, a rodovia MG- 167 surge do cruzamento com a BR- 265 em Santana da Vargem- MG e termina no entroncamento com a BR- 267 em Cambuquira, MG. O trecho em questão é uma via de mão dupla que apresenta elevado índice de acidentes, cabendo destaque para fatores como motoristas que trafegam em alta velocidade; desrespeito a sinalização existente; sinalização inadequada, que gera incompreensão por parte dos motoristas; dentre outros.

Com o objetivo de reduzir o índice de acidentes e proporcionar maior segurança e conforto aos usuários, foram desenvolvidas duas propostas para solução dos problemas identificados no trecho em questão. A primeira é uma solução paliativa, a curto prazo, que envolve a elaboração do projeto para reformulação da sinalização viária do trecho, a fim de proporcionar maior compreensão dos condutores e, conseqüentemente, reduzir as imprudências. A segunda proposta tem um horizonte de implantação a longo prazo, e trata-se de um estudo de anteprojeto que visa alterar a geometria da interseção, com execução de uma trincheira, a fim de reduzir os pontos de conflito e, conseqüentemente, a diminuir o número de acidentes. As propostas são de extrema relevância, visto que os acidentes ocorrem com frequência e comumente são consequência de problemas relacionados a sinalização inadequada ou inexistente e deficiência na geometria da via.

Para alcançar os objetivos propostos, o presente trabalho aborda pesquisas bibliográficas, pesquisa documental e de campo, questionário, contagem de tráfego, coleta de dados de acidentes e análise da sinalização e geometria do local. Esses dados são apresentados em sete capítulos, incluindo este capítulo introdutório.

O segundo capítulo apresenta a justificativa para elaboração do trabalho. Os objetivos gerais e específicos são apresentados no capítulo três; o quarto capítulo apresenta as referências bibliográficas utilizadas na compreensão do assunto, ressaltando os principais aspectos; o capítulo cinco compreende a metodologia do estudo e os elementos analisados no diagnóstico

do local; o sexto capítulo apresenta os resultados e discussões acerca das alternativas propostas; e, por último, o capítulo sete apresenta as considerações finais.

2 JUSTIFICATIVA

A ineficácia do planejamento urbano e infraestrutura precária em diversas cidades brasileiras, aliada ao intenso crescimento populacional e consequente crescimento da frota veicular, acarreta inúmeros transtornos relacionados ao trânsito.

O intenso fluxo veicular impede que o trânsito tenha fluidez, o que prolonga o tempo das viagens, aumenta a poluição sonora, atmosférica e o risco de acidentes. Segundo dados da OPAS Brasil (2019), “a cada ano, a vida de, aproximadamente, 1,35 milhão de pessoas é interrompida devido a um acidente de trânsito. ”

De acordo com a revista Veja (2019), por meio de um levantamento realizado pela Seguradora Líder que administra o DPVAT no Brasil, foi constatado que, em nove estados brasileiros, o trânsito mata mais que crimes violentos, como é o caso de homicídio, latrocínio e lesão corporal seguida de morte. Minas Gerais faz parte desses estados e somou 4.127 mortes por acidentes de trânsito em 2018, contra 3.234 mortes por crimes violentos.

O município de Cambuquira, localizado em Minas Gerais é uma cidade muito frequentada por turistas, pois, faz parte do Circuito das Águas Minerais de Minas Gerais. Entretanto, a infraestrutura urbana deixa a desejar quando se trata do ingresso a cidade pelo entroncamento das rodovias BR- 267 e MG- 167. Neste trecho ocorrem acidentes com frequência, decorrentes da má sinalização, alta velocidade dos veículos, imprudência e geometria inadequada.

Diante disto, esta pesquisa justifica-se pelo elevado índice de acidentes no trecho em questão e tem como principal objetivo apresentar alternativas relacionadas a sinalização e a geometria da via, que possibilitem melhorias no conforto e na segurança local a curto e longo prazo.

Tendo em vista os fatores que conduzem aos acidentes no trecho de estudo, já citados no capítulo anterior, as alternativas propostas têm por finalidade organizar o tráfego, contribuir com o controle da velocidade, melhorar a fluidez do trânsito, aumentar a segurança pública, reduzir o índice de acidentes e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida da população.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar duas propostas que visam reduzir o índice de acidentes e proporcionar melhorias no tráfego da interseção que interliga as rodovias BR- 267 e MG- 167. O ponto principal é realizar alterações na interseção atual que permitam maior segurança e entendimento do trecho em estudo. A primeira proposta é a elaboração do projeto para reformulação da sinalização viária do local, mantendo a geometria atual; enquanto a segunda proposta é a alteração da geometria atual, apresentando um anteprojeto, constituído do traçado e seção transversal de uma passagem inferior, conhecida como trincheira.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar a interseção em estudo, a fim de identificar as deficiências presentes no local;
- Entender como os problemas de sinalização impactam o tráfego atual;
- Realizar um estudo relacionado aos tipos de sinalização disponíveis nos manuais e normas técnicas e identificar quais tipos devem ser implantadas para a melhoria da segurança na interseção atual;
- Elaborar o projeto de sinalização viária visando corrigir todos os pontos deficientes;
- Realizar um estudo para mudança na geometria local, visando reduzir os pontos de conflito;
- Apresentar o traçado geométrico, a título de anteprojeto, para implantação a longo prazo, e correção definitiva da problemática apresentada.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Contextualização do tema

O transporte rodoviário é o modal de transporte mais utilizado no Brasil. A malha rodoviária instalada no país (estradas) representa cerca de 20% do total do território, contra aproximadamente 0,4%, ocupado pela malha ferroviária. (FILHO, 2012)

Ainda de acordo com Filho (2012), na malha rodoviária apenas 12,89% das estradas estão pavimentadas. Mesmo nas rodovias mais estruturadas a manutenção é uma grande dificuldade, o que resulta na má conservação e conseqüentemente, maior risco de acidentes.

Segundo dados da OMS (2018), foram registrados 1,35 milhões de óbitos em 2018, decorrentes de acidentes de trânsito. No ano de 2009 o registro havia sido de 1,2 milhão. Ou seja, o número de óbitos por acidentes de trânsito tem aumentado progressivamente.

De acordo com o levantamento de dados realizado pelo G1 Sul de Minas (2018), tendo como fonte a Polícia Militar Rodoviária (PMR), Polícia Rodoviária Federal (PRF), e o Corpo de Bombeiros de Minas Gerais (CBMMG), o número de mortes em acidentes de trânsito cresceu 29,8% no 1º trimestre no Sul de Minas Gerais.

Segundo Campos (2013), a Engenharia de Tráfego se faz extremamente importante no controle do sistema viário, devido ao acelerado crescimento da frota veicular, que necessita de investimentos em infraestrutura e na maioria dos casos não possui. Diante disso, o estudo viário e o planejamento de transportes devem ser precisos na determinação de soluções para melhoria do tráfego.

4.2 Planejamento de Transportes

Como qualquer projeto que pretende alcançar um objetivo de forma efetiva, o planejamento é uma etapa fundamental. A função do planejamento de transportes é adequar as necessidades de transporte de determinado local ao seu desenvolvimento, de acordo com a estrutura presente, conforme Campos (2013).

O estudo do planejamento de transportes visa a preservação do meio ambiente, o estímulo ao desenvolvimento econômico, a melhoria de acesso ao emprego, a redução dos congestionamentos, da poluição atmosférica e sonora. (HOEL; GARBER; SADEK, 2011)

Conforme Hoel; Garber; Sadek (2011), o primeiro aspecto a ser analisado é a definição do problema, onde será observado o ambiente em que a infraestrutura de transporte funcionará. Também é necessário a compreensão da natureza do mesmo, traçando objetivos e critérios.

Ainda de acordo com Hoel; Garber; Sadek (2011), a identificação das alternativas é outra etapa importante no processo de planejamento, que demonstrará as possíveis melhorias nas condições atuais do local sem afetar o meio ambiente, e que possua um custo aceitável para a gestão de transportes.

Para estabelecer qual opção atenderá melhor às condições atuais e futuras, é realizada a análise do desempenho de cada alternativa. Nesta etapa devem ser analisados os custos de capital, operacional e de manutenção, o fluxo de tráfego e os impactos sonoros, ambientais e atmosféricos. (HOEL; GARBER; SADEK, 2011)

Segundo Hoel; Garber; Sadek (2011), após o cumprimento das etapas citadas é realizada a comparação das alternativas como forma de escolher qual atende da melhor forma os objetivos definidos. Para a escolha da alternativa que melhor se adequa, o tomador de decisões tem grande quantidade de informações e se orienta a partir de critérios como: custo total, pontos de vista da comunidade e agência gestora de transporte.

4.2.1 Etapas de Projeto

A elaboração de um projeto rodoviário deve passar por etapas de Estudos Básicos, Infraestrutura, Superestrutura, Obras de Arte Especiais e Orçamento. Estas etapas permitem melhor programação do empreendimento, e promovem maior qualidade e especialização do trabalho. (BRASIL, 2018)

De acordo com Brasil (2018), os estudos básicos demonstram as características físicas do local e os custos dos projetos. A função da infraestrutura é adequar a superfície do terreno às condições geométricas da via, para realizar a terraplenagem, obras de proteção dos taludes, drenagem subterrânea e obras de arte correntes. Em complemento, a superestrutura é responsável pelo tráfego de veículos com segurança e conforto; e compreende a pavimentação, drenagem superficial, iluminação, sinalização e obras complementares. Além destas etapas, as obras de artes especiais contêm os elementos estruturais característicos de cada projeto. Finalmente, a etapa de orçamento versa a composição de todos os custos para construção.

4.3 Classificação das rodovias

As rodovias são classificadas com base nas suas características técnicas e de operação. Quando apresentarem características iguais, são classificadas de acordo com os elementos de projeto. As características devem se basear nos veículos predominantes e no fluxo previsto. (PAULO, 2010)

Para a execução de projetos rodoviários, é apropriado se fundamentar em uma classificação técnica, que relaciona a rodovia com meios físicos, para possibilitar aos veículos trafegar com segurança, economia e conforto. (BRASIL, 1999)

Brasil (1999), estabelece que além da classificação técnica as rodovias possuem classificação administrativa, o que proporciona às entidades responsáveis pela administração das vias organizar suas atividades, abrangendo as rodovias Federais, Estaduais, Municipais e Particulares.

A classificação também pode ser feita quanto às características físicas da rodovia: não pavimentadas, pavimentadas, com pistas simples ou duplas; e por meio da classificação funcional. (BRASIL, 1999)

4.3.1 Classificação técnica

Para que sejam definidas as características técnicas de cada trecho da rodovia é utilizada a classificação técnica, que compreende o volume e a composição do tráfego, a velocidade, o relevo do terreno, a jurisdição, etc. Esta classificação é determinada em cinco classes principais, numeradas de 0 a IV conforme alguns critérios, sendo: posição hierárquica dentro da classificação funcional, volume médio diário de tráfego e nível de serviço. (BRASIL, 1999)

A classificação técnica está ligada a classe de projeto, a qual agrupa as rodovias segundo padrões técnicos. A relação apresentada a seguir, no quadro 1, relaciona as duas classificações de acordo com Brasil (2010).

Quadro 1 - Critérios de classificação de rodovias

| CLASSE DE PROJETOS | CARACTERÍSTICAS | CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA | VELOCIDADE DE PROJETO POR REGIÃO (Km/h) | | |
|--------------------|---|--|---|----------|------------|
| | | | Plana | Ondulada | Montanhosa |
| 0 | Via Expressa - controle total de acesso | Decisão administrativa | 120 | 100 | 80 |
| I | A | Pista dupla - Controle parcial de acesso | 100 | 80 | 60 |
| | B | Pista simples | | | |
| II | Pista simples | Volume médio diário VMD 700 - 1400 | 100 | 70 | 50 |
| III | Pista simples | Volume médio diário VMD 300 - 700 | 80 | 60 | 40 |
| IV | Pista simples | Volume médio diário VMD < 300 | 80 - 60 | 60 - 40 | 40 - 30 |

Fonte: Brasil, 2010.

4.3.2 Classificação Funcional

Na classificação funcional as rodovias são associadas conforme a natureza do serviço que deverão prestar. De acordo com a utilização da rodovia, ela pode ser classificada funcionalmente, visto que a maioria dos deslocamentos utiliza uma rede de rodovias que podem ser classificadas de forma lógica e não atendendo isoladamente cada viagem realizada. (BRASIL, 1999)

Ainda conforme Brasil (1999), a classificação funcional compreende o agrupamento das vias de forma ordenada. As rodovias brasileiras são classificadas de acordo com três sistemas funcionais: sistema arterial, sistema coletor e sistema local.

O sistema arterial possibilita a ligação de cidades e outros centros geradores de tráfego, maior deslocamento em grandes volumes de tráfego, integra municípios, estados e países vizinhos. (BRASIL, 1999)

O sistema coletor permite atender o tráfego de municípios e centros geradores de tráfego de menor vulto. No sistema coletor as velocidades são reduzidas e as distâncias percorridas em viagens são menores que nas rodovias arteriais. Este sistema forma uma rede contínua com o sistema arterial, que viabiliza a ligação de áreas rurais e centros municipais à malha arterial. (BRASIL, 1999)

A seguir, no quadro 2, é apresentada a relação geral entre as classes funcionais e as classes de projeto.

Quadro 2 – Relação geral entre as classes funcionais e as classes de projeto

| Sistema | Classes funcionais | Classes de projeto |
|----------|-------------------------------------|--|
| Arterial | Principal Primário Secundário | Classes 0 e I Classes I Classes I e II |
| Coletor | Primário Secundário | Classes II e III Classes III e IV |
| Local | Local | Classes III e IV |

Fonte: Brasil, 1999.

4.4 Interseções

Conforme Brasil (2005, p. 41), “define-se interseção como a área em que duas ou mais vias se unem ou se cruzam, abrangendo todo o espaço destinado a facilitar os movimentos dos veículos que por ela circulam.” Brasil (2005) também afirma que as interseções são utilizadas em projetos de estradas, a fim de contribuir para a segurança e organizar o fluxo de tráfego.

Com base no citado acima, por se tratar do encontro entre rodovias, é imprescindível que o projeto de interseções seja realizado com extrema atenção, pois, interfere diretamente na capacidade da rodovia, no nível de serviço e, conseqüentemente, na segurança dos motoristas e pedestres. Além disso, de acordo com Brasil (2005) requer um planejamento de convergências seguras entre os cruzamentos e necessita de segurança no acesso às localidades desejadas.

A adoção de um tipo de interseção dependerá principalmente da correlação existente entre a topografia do terreno, os volumes de tráfego e sua composição, a capacidade das vias, a segurança e os custos de implantação e de operação. (BRASIL, 2005, p. 42).

Os dados apresentados no decorrer deste tópico evidenciam a extrema relevância da coleta de informações para o planejamento de um projeto na Engenharia de Tráfego, e a influência exercida na escolha do tipo de interseção. Os elementos que compõem o projeto de interseções afetam significativamente a qualidade do mesmo, pois, determinam a segurança da rodovia e o desempenho do tráfego.

Existem dados básicos, segundo Brasil (2005) que devem ser considerados para um projeto de interseção. Estes são apresentados nos subtópicos a seguir.

4.4.1 Dados Funcionais

A classificação funcional das vias que se interceptam é o primeiro fator que deve ser considerado. O projeto deve estar ligado às características funcionais: classificação em uma determinada rede, tipo de controle de seus acessos, velocidades específicas e prioridades de passagem. (BRASIL, 2005)

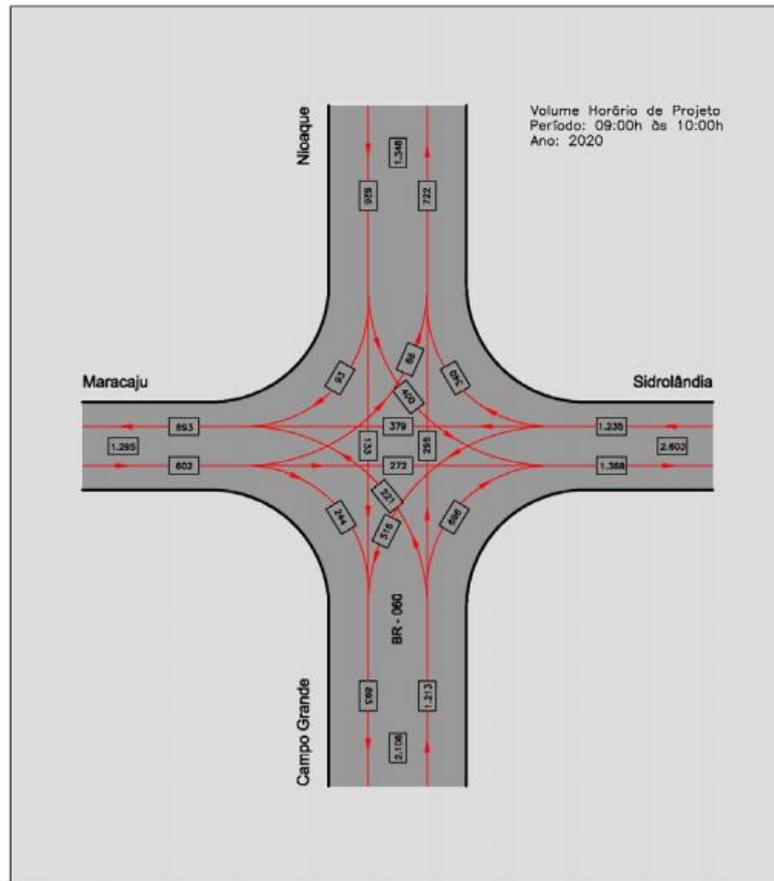
4.4.2 Dados Físicos

A representação da topografia da área afetada pelo projeto é essencial para a sua elaboração. Estes dados serão obtidos mediante aerofotogrametria, levantamentos topográficos clássicos, com ou sem apoio dos modernos equipamentos eletrônicos e sistemas de processamento de dados. (BRASIL, 2005)

4.4.3 Dados do Tráfego

A determinação da interseção a ser adotada e o dimensionamento de seus ramos é baseada na obtenção do volume (contagem de veículos) e nas características do tráfego que circulará no ano de projeto. Na apresentação destes dados deverão conter os Volumes Médios Diários (VMD) e os Volumes Horários de Projeto (VHP), demonstrados em fluxogramas indicativos das correntes de veículos e expressos em Unidades de Carros de Passeio por Hora (UCP/hora) (BRASIL, 2005). Na figura 01 observa-se um modelo de fluxograma de tráfego em UCP.

Figura 1 - Modelo de Fluxograma de tráfego em UCP



Fonte: Brasil, 2005.

Brasil (2006) disponibiliza um quadro, apresentado a seguir, que dispõe dos fatores de equivalência em carros de passeio, o que permite expressar os veículos em UCP.

Quadro 3 - Fator de equivalência em carros de passeio

| Tipo de veículo | VP | CO | SR | M | B | SI |
|-----------------------|----|-----|----|---|-----|-----|
| Fator de equivalência | 1 | 1,5 | 2 | 1 | 0,5 | 1,1 |

Fonte: Brasil, 2006.

Os veículos exercem grande influência no projeto de interseções, através de suas características físicas e da proporção entre eles, constituindo fatores que interferem no dimensionamento geométrico e estrutural de uma via. (BRASIL, 2006)

Diante da variabilidade nos tipos de veículos, são utilizadas classes de veículos representativos ou veículos tipo no projeto de interseções, a fim de estabelecer características geométricas de interesse, segundo Brasil (2003).

É recomendado por Brasil (2010) a utilização dos veículos de projeto relacionados pela AASHTO (American Association of States Highways and Transportation Officials), sendo:

VP- Veículos leves: minivans, vans, utilitários, pick-ups e semelhantes;

CO- Veículos comerciais rígidos, não articulados: caminhões, ônibus convencionais, geralmente com dois eixos e quatro a seis rodas;

O- Veículos comerciais rígidos de maiores dimensões: ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e de turismo, caminhões longos (três eixos). Possuem dimensões maiores que os veículos CO;

SR- Veículos comerciais articulados: compostos por cavalo mecânico e um semi-reboque;

RE- Veículos comerciais com reboque: composto por um caminhão trator trucado, um semirreboque e um reboque; similar a um veículo bitrem. Apresenta o comprimento máximo permitido pela legislação.

4.4.4 Dados de Acidentes

Quando o intuito do projeto de interseções é realizar melhorias nas interseções existentes, é muito importante obter os relatórios de acidentes, contendo os registros completos e análises de suas causas. Entretanto, na ausência desses dados deverá ser realizada uma pesquisa das condições operacionais da interseção a fim de determinar as causas dos acidentes. (BRASIL, 2005)

4.4.5 Dados Econômicos

Segundo Brasil (2005), o fator econômico se refere ao custo de implantação da interseção: desapropriação mais construção. Há variações nesse custo, de acordo com a solução adotada: interseções em um nível (simples ou canalizada) ou em níveis diferentes (sem direcional, direcional, etc.).

O planejamento do projeto de interseções permite a redução de acidentes, a minimização das consequências causadas pelos congestionamentos (estresse, nervosismo, ansiedade, propensão a assaltos, etc.) e o aumento no fluxo, que ecoa na economia devido a entrada e saída de cargas. (BRASIL, 2005)

4.5 Tipos de interseções

Conforme Brasil (2005) as interseções dividem-se em dois grandes grupos de acordo com os planos em que se realizam os cruzamentos, podendo ser: Interseções em Nível e Interseções em Níveis Diferentes.

4.5.1 Interseções em Nível

Segundo Millack (2014), nas interseções em nível as correntes de tráfego se unem em um mesmo nível, sem auxílio de obras de arte. Neste tipo de interseção são necessários dispositivos destinados a ordenar os movimentos e diminuir os conflitos, em virtude da necessidade, conforto e segurança da interseção.

As interseções em nível ocorrem quando os fluxos de tráfego se interceptam no mesmo greide das vias, conforme Brasil (2005), que classifica as interseções em nível de três maneiras:

1) Em função do número de ramos: interseções em “T” ou de três ramos, interseção de quatro ramos, e interseções de ramos múltiplos, que abrange cinco ou mais ramos.

2) Em função das soluções adotadas, podendo ser:

- mínimas: sem nenhum controle especial, aplicada em vias principais com volume horário total de 300 e na secundária inferior a 50.
- gota: apresenta uma ilha direcional no modelo de uma “gota” na via secundária a fim de regularizar os movimentos de giro a esquerda.
- canalizada: os movimentos do tráfego são orientados através da sinalização horizontal, ilhas ou outros meios, visando diminuir o risco de conflitos.
- rótula (rotatória): o tráfego circula no sentido anti-horário em torno de uma ilha central.
- rótula vazada: o fluxo da via principal atravessa uma ilha central, ao redor da qual as demais correntes circulam no sentido anti-horário.

3) Em função do controle de sinalização: sem sinalização semafórica, onde o tráfego é controlado por sinalização horizontal e vertical (característico de zonas rurais).

4.5.2 Interseções em Níveis Diferentes

Em conformidade com Brasil (2005), as interseções em níveis diferentes caracterizam-se pelo cruzamento em desnível. A utilização deste tipo de interseção permite a redução de conflitos e maior velocidade de tráfego. Classificam-se em dois tipos, conforme Brasil (2005):

1) Cruzamento em níveis diferentes sem ramos: não ocorre troca nos fluxos de tráfego entre os cruzamentos das rodovias; não há meios de conexão. Classificam-se como: passagem superior, quando a rodovia principal passa sobre a via secundária; e passagem inferior, quando a rodovia principal passa sob a via secundária.

2) Interconexão: possui ramos que conduzem os veículos de uma via a outra. São classificadas como: interconexão em “T” ou “Y” (três ramos), diamante, trevo completo, trevo parcial, direcional, semi direcional e giratório.

4.6 Estudos de tráfego

O planejamento das vias destinadas ao transporte de cargas e passageiros é realizado através dos estudos de tráfego, para proporcionar eficiência, segurança e economia (BRASIL, 2006).

O estudo de tráfego permite a coleta de informações sobre os veículos que circulam por uma via em determinado período, quais os locais com maior índice de acidentes, etc. Diante destes dados é possível descobrir a capacidade das vias e os métodos necessários que podem ser utilizados para a melhoria do projeto. (BRASIL, 2006)

Conforme Brasil (2006), no estudo de tráfego são utilizadas pesquisas e técnicas de levantamento, entre as mais utilizadas está a contagem volumétrica.

4.6.1 Contagens Volumétricas

As contagens volumétricas são utilizadas para o conhecimento da quantidade, sentido e composição de veículos que circulam por uma via em determinado período de tempo. Com base nestes dados são obtidas informações para a análise de capacidade da via, avaliação das causas de congestionamentos, índices de acidentes, dimensionamento de pavimentos, realização de projetos de canalização de tráfego, etc. (BRASIL, 2006)

Brasil (2006), classifica as contagens volumétricas em:

- Contagens Globais: é realizada a contagem de veículos que percorrem um trecho independentemente do sentido, de forma a apresentar apenas as classes dos veículos. São utilizadas no cálculo de volumes diários, preparação de mapas de fluxo e determinação de tendências de tráfego.

- Contagens direcionais: o número de veículos é registrado conforme o sentido percorrido. Este tipo de contagem é utilizado nos cálculos de capacidade da via, estudos de acidentes, previsão de faixas adicionais, etc.
- Contagens Classificatórias: utilizadas no dimensionamento estrutural, projeto geométrico de rodovias e interseções, cálculo de capacidade, etc. Este tipo de contagem registra o volume de diversos tipos/classes de veículos.

Ainda, conforme Brasil (2006, p. 115) “a definição da solução a adotar para uma determinada interseção e o dimensionamento de seus ramos depende necessariamente do volume e das características do tráfego que circulará no ano de projeto”.

Tendo como objetivo a obtenção de dados para a elaboração de projetos de canalização, cálculos de capacidade, análise de acidentes, elaboração de fluxogramas e identificação dos movimentos aceitáveis, é necessário que sejam realizadas as contagens em interseções. Os dados coletados através da mesma são utilizados para o cálculo do Volume Médio Diário (VMD) e o Volume Horários de Projeto (VHP). (BRASIL, 2006)

Com base no citado acima, fica clara a importância que a contagem de veículos exerce em projetos de interseções, pois a elaboração de soluções para atender possíveis problemas depende do volume e da análise das características do tráfego.

Segundo Brasil (2006), na realização de um projeto em uma interseção existente os dados serão obtidos em pontos estabelecidos. As contagens em interseções devem representar fluxogramas indicando as correntes de veículos, que serão classificados em carros de passeio, ônibus e caminhões. Conforme Brasil (2003), o Volume Horário de Projeto (VHP) deve ser expresso, sempre que possível, em unidades de carro de passeio por hora (UCP/hora).

4.6.2 Planejamento das Contagens

Brasil (2006), determina que o período das contagens deva ser de, no mínimo, três dias abrangendo o horário de pico semanal e eliminando os dias que ocorrerem problemas no tráfego. O horário de pico, onde ocorre maior fluxo de veículos, é mais usual para pesquisas, visto que é o tempo em que a interseção está sob solicitação máxima.

A pesquisa deve ser realizada nos períodos de “pico da manhã” e “pico da tarde”. Geralmente as contagens são realizadas durante oito horas: três no pico da manhã, três no pico da tarde e duas fora do horário de pico. As contagens devem ser divididas em intervalos de 15 minutos para demonstrar as variações no horário de pico. (BRASIL, 2006)

A falta de recursos humanos e materiais podem tornar a pesquisa inviável, de tal maneira que seja necessário atenuar recursos e aplicar um modo diferente de contagens, que permita realizar a pesquisa em um período menor e expandir os dados. Devido à falta de recursos a pesquisa não apresentará a exatidão que poderia ter se fosse realizada no período completo e horários determinados. Entretanto, a prática deste método tem mostrado que o parâmetro de erros está geralmente dentro de limites aceitáveis, e que a minimização de recursos é completamente justificável. (BRASIL, 2006)

4.6.3 Métodos de Contagem

Conforme Brasil (2006), as contagens volumétricas podem ser realizadas através de:

a) Contagem Manual: são realizadas por pesquisadores que utilizam fichas e contadores manuais. São empregadas na classificação de veículos, análise de movimentos em interseções e contagens em rodovias com muitas faixas. O contador manual permite a gravação de dados que posteriormente, podem ser transferidos para computadores. Na ausência do contador manual são utilizadas pranchetas que contém fichas de contagem, conforme na figura 2. A utilização deste método é de fácil operação, apresenta baixos custos e flexibilidade com a mudança de locais.

b) Contagens Automáticas: são realizadas por contadores automáticos, nos quais os veículos são identificados através de tubos pneumáticos ou dispositivos magnéticos, sonoros, radares, etc. Este método possibilita o registro permanente dos volumes e podem ser programados para atender outros objetivos. Possui um custo elevado e exposição a roubos e vandalismo. Porém, com o aperfeiçoamento tecnológico, os custos e dimensões têm sido reduzidos, o que faz com que o equipamento seja escondido com facilidade.

c) Videoteipe: este tipo de contagem dispõe de câmeras de vídeo que podem ser utilizadas na determinação do volume de tráfego. Possui a desvantagem de demandar mais tempo na instalação, entretanto se mostra vantajoso, pois, é possível observar movimentos do tráfego, comprovar dados através das gravações, é um meio mais confortável de realizar a contagem e permite a obtenção de outros dados quando houver interesse.

Ainda de acordo com Brasil (2006), para a definição do volume de tráfego são utilizados cinco parâmetros:

- Volume Médio Diário (VMD): É definido pela média dos volumes de veículos que circulam durante 24 horas em um trecho de via. A determinação deste volume é utilizada para identificar as necessidades de melhorias nas vias existentes, implantação de novas vias, cálculo de taxas de acidentes, etc. A equação 1 mostra como obtê-lo:

Equação 1

$$VMD = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{t}$$

Onde:

xi : Veículos que trafegaram naquele trecho durante o período t ;

t : Números de dias observados.

- Volume Médio Diário Anual (VMDa): É definido pelo número total de veículos que circulam em um ano dividido por 365.

- Volume Médio Diário Mensal (VMDm): número total de veículos que circulam em um mês dividido pelo número de dias do mês. Deve acompanhar o nome do mês que se refere.

- Volume Médio Diário Semanal (VMDs): número total de veículos que circulam em uma semana dividido por sete. Deve acompanhar o nome do mês que se refere.

- Volume Médio Diário em um Dia da Semana (VMDd): número total de veículos que circulam em um dia da semana. Deve indicar o dia da semana e o mês correspondente.

Conforme Brasil (2006), em todos os casos apresentados acima utiliza-se a unidade veículos/dia (vpd).

4.6.4.1 Volume Horário

O Volume Horário é definido como o número total de veículos que circulam em uma determinada hora. Este volume é adotado para o dimensionamento dos detalhes geométricos das vias e interseções, determinação dos níveis de serviço, planejamento de operação da via, sinalização, regulamentação do trânsito, e passa a ser definido como Volume Horário de Projeto (VHP). (BRASIL, 2006)

4.6.4.2 Fator Horário de Pico

O Fator Horário de Pico (FHP) “é o volume da hora de pico do período considerado, dividido pelo quádruplo do volume do período de quinze minutos da Hora de Pico com maior fluxo de tráfego” (BRASIL, 2006, p. 66).

Ainda de acordo com Brasil (2006), o FHP mostra a variação no volume de veículos que passa por determinado trecho da via e o grau de uniformidade do fluxo. A fórmula é dada por:

Equação 2

$$FHP = \frac{vhp}{4 \times v15, \text{máx}}$$

Onde:

FHP= fator horário de pico;

vhp= volume horário de pico;

v15, máx= volume do período de 15 minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

4.7 Projeto Geométrico

O projeto de obra-de-arte especial, integrado ao projeto geométrico da rodovia e condições locais, topográficas, geotécnicas, hidrológicas e ambientais constitui a geometria da obra. (BRASIL, 1996)

De acordo com Brasil (1996), para a elaboração da obra devem ser seguidos os Manuais do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, a fim de determinar com base nos volumes de tráfego e características topográficas as larguras de faixas, acostamentos, rampas máximas, raios de curvatura, etc. Além disso, a elaboração pode ser desenvolvida a partir de exemplos reais de obras construídas.

A apresentação do projeto com as dimensões de seções transversais, gabaritos e dispositivos padronizados apresentadas, constitui a geometria de detalhes. A largura da seção transversal da obra-de-arte especial é definida em função da via projetada, de forma a conter as faixas de rolamento, os acostamentos ou faixas de segurança, a faixa de aceleração ou desaceleração, faixa de pedestre, faixa para ciclista, elementos de proteção e tubulações. (BRASIL, 1996)

A seguir é apresentado um quadro comparativo de dimensões para acostamento, faixa de rolamento e largura total, com base na classe de projeto da via e elemento construtivo.

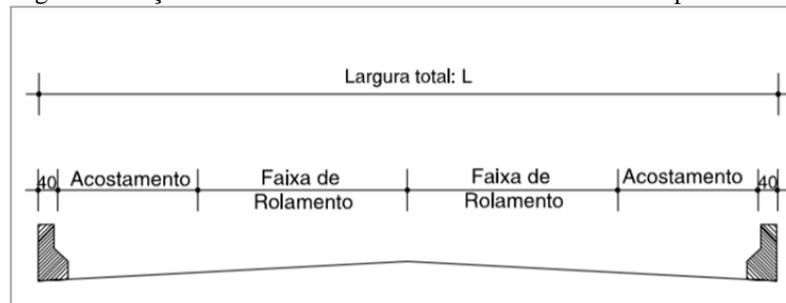
Quadro 4 - Comparativo de dimensões

| Classe de Projeto \ Elemento | I - B (cm) | | II (cm) | | III (cm) | | IV (cm) | |
|------------------------------|------------|--------|---------|--------|----------|--------|---------|--------|
| | Rodovia | O.A.E. | Rodovia | O.A.E. | Rodovia | O.A.E. | Rodovia | O.A.E. |
| Acostamento | 300/250 | 250 | 250/200 | 250 | 250/150 | 150 | 150/80 | 150 |
| Faixa de Rolamento | 360/350 | 350 | 360/330 | 350 | 350 | 350 | 300 | 300 |
| Largura total (L) | | 1280 | | 1280 | 1280 | 1080 | | 980 |

Fonte: Brasil, 1996.

O modelo de seção transversal desenvolvido por Brasil (1996) para rodovias e obras-de-arte especiais, está apresentado na figura 3.

Figura 3 - Seção Transversal de Rodovias e Obras-de-Arte Especiais



Fonte: Brasil, 1996.

4.8 Sinalização

A determinação da sinalização viária segue padrões norteados no Brasil pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), pelos Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), também do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), das Secretarias de Transporte e do Departamento de Estradas de Rodagem (DER).

Entretanto, é sabido que apesar das placas e orientações, muitos motoristas devido a desatenção e até mesmo pela dificuldade de entendimento da sinalização, que muitas vezes se encontra mal organizada, acabam fazendo uso das vias de forma irresponsável, colocando a si e outros em perigo.

Sinalização é definida por Brasil (2008, p. 57) como “conjunto de sinais de trânsito e dispositivos de segurança colocados na via pública com o objetivo de garantir sua utilização adequada, e possibilitar melhor fluidez no trânsito e maior segurança dos veículos e pedestres que nela circulam”.

Como forma de controlar o tráfego, evitar acidentes, aumentar a segurança da via e diminuir o tempo de espera, as interseções contam com a sinalização. O princípio básico para a implantação da sinalização de trânsito é que no caso dela seja perceptível aos usuários da via, de forma a assegurar sua real eficácia. (BRASIL, 1997)

4.8.1 Manutenção e conservação

As placas de sinalização devem estar constantemente limpas, legíveis e no posicionamento apropriado. Placas sem conservação ou malconservadas perdem sua ação como dispositivo de controle de tráfego. (BRASIL, 2007)

4.8.2 Posicionamento na via

Conforme Brasil (2007), as placas de sinalização devem ser posicionadas ao lado direito da via, no sentido do fluxo do tráfego que devem regulamentar.

Ainda, de acordo com Brasil (2007), o distanciamento mínimo entre as placas nas vias rurais e urbanas deve ser de 50 metros, o que possibilita aos condutores tempo necessário para percepção e reação. Esta exigência não compreende espaços limitados.

4.9 Sinalização vertical

A sinalização vertical é utilizada a fim de transmitir mensagens de caráter permanente/variável por intermédio de símbolos e/ou legendas preestabelecidas e legalmente instituídas. Este tipo de sinalização é representado sobre placas fixadas na posição vertical, implantadas à margem da via ou suspensas sobre ela. (BRASIL, 2007)

De acordo com Brasil (2007), a sinalização vertical admite função de regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições da via. Além disso, adverte os condutores sobre condições com potencial de risco existentes, indica direções, localizações, dentre outras informações a fim de ajudar o condutor em seu deslocamento.

A sinalização vertical permite que os usuários da via se orientem através das placas, o que aumenta a segurança da via e ordena o fluxo de tráfego. Os sinais possuem formas padronizadas, associadas ao tipo de mensagem que pretendem transmitir (regulamentação, advertência ou indicação). (BRASIL, 2007)

4.9.1 Sinais de Regulamentação

O objetivo da utilização dos sinais de regulamentação é mostrar ao usuário as proibições, obrigações, restrições e condições nas vias. (BRASIL, 2007)

Conforme Brasil (2007), as dimensões da sinalização de regulamentação são estabelecidas de acordo com o tipo de via que irão compor. Os sinais de regulamentação têm forma padrão circular e cores vermelha, preta e branca. Além disso, para rodovias rurais o diâmetro mínimo é 0,75 m; a tarja mínima e a orla mínima devem ser de 0,075 m. A orla externa deverá ser na cor branca, a tarja na cor vermelha e a legenda na cor preta. O quadro 5 apresenta as características dos sinais de regulamentação.

Quadro 5 - Características dos Sinais de Regulamentação

| Forma | Cor | |
|---------|---|---|
| |  |  |
| Fundo | Branca | |
| Símbolo | Preta | |
| Tarja | Vermelha | |
| Orla | Vermelha | |
| Letras | Preta | |

Fonte: Brasil, 2007.

As dimensões mínimas dos sinais de regulamentação são estabelecidas conforme os quadros 6,7 e 8 a seguir.

Quadro 6 - Dimensões mínimas dos sinais de forma circular

| Via | Diâmetro mínimo (m) | Tarja mínima (m) | Orla mínima (m) |
|---|---------------------|------------------|-----------------|
| Urbana | 0,40 | 0,040 | 0,040 |
| Rural (estrada) | 0,50 | 0,050 | 0,050 |
| Rural (rodovia) | 0,75 | 0,075 | 0,075 |
| Áreas protegidas por legislação especial(*) | 0,30 | 0,030 | 0,030 |

Fonte: Brasil, 2007.

Quadro 7 - Dimensões mínimas do sinal de forma octogonal (R-1)

| Via | Lado mínimo (m) | Orla interna branca mínima (m) | Orla externa vermelha mínima (m) |
|---|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Urbana | 0,25 | 0,020 | 0,010 |
| Rural (estrada) | 0,35 | 0,028 | 0,014 |
| Rural (rodovia) | 0,40 | 0,032 | 0,016 |
| Áreas protegidas por legislação especial(*) | 0,18 | 0,015 | 0,008 |

Fonte: Brasil, 2007.

Quadro 8 - Dimensões mínimas do sinal de forma triangular (R-2)

| Via | Lado mínimo (m) | Orla mínima (m) |
|---|-----------------|-----------------|
| Urbana | 0,75 | 0,10 |
| Rural (estrada) | 0,75 | 0,10 |
| Rural (rodovia) | 0,90 | 0,15 |
| Áreas protegidas por legislação especial(*) | 0,40 | 0,06 |

Fonte: Brasil, 2007.

Em vias rurais a sinalização de regulamentação deve ser implantada com 1,20 m de altura, a partir da borda inferior da placa a superfície da pista de rolamento. (BRASIL, 2007)

4.9.2 Regulamentação de Preferência de Passagem

Conforme Brasil (2007), a sinalização de regulamentação de preferência de passagem é utilizada para determinar quais fluxos de veículos devem parar e quais devem dar a preferência de passagem em uma interseção, podendo ser:

- R-1 – Parada obrigatória
- R-2 – Dê a preferência

A sinalização R-1 deve ser utilizada quando houver necessidade da parada de um veículo na via secundária, ao se aproximar da via principal. Desta forma, pode ser aplicado em: cruzamento de via preferencial; conversão à esquerda para a entrada numa via principal com mão dupla; conversão a direita para a entrada na via principal; outros casos de cruzamento ou incorporação, onde o histórico de acidentes indicar; cruzamento em níveis de vias férreas. (BRASIL, 2010)

O posicionamento deve ser feito do lado direito da via, próximo ao ponto de parada do veículo. Entretanto, em pistas com apenas um sentido e que apresentem má condição de visibilidade a placa pode ser colocada do lado esquerdo. Caso as pistas apresentem grande volume de tráfego as placas R-1 podem ser colocadas em ambos os lados. (BRASIL, 2007)

Segundo Brasil (2007), no caso de a via principal ser interceptada pela via secundária, a placa R-1 deve ser posicionada de forma que não gere dúvidas aos usuários. A placa pode ser acompanhada por uma linha de retenção e/ou pela legenda “PARE”. Conforme Brasil (2010), em relação ao distanciamento, deve possuir em relação a via principal no mínimo de 1,5 m e no máximo 5 m.

A sinalização R-2 é utilizada em interseções, para que o veículo possa entrar na via principal sem ter a necessidade de realizar a parada, reduzindo a velocidade ou parando o veículo, respeitando a preferência do fluxo de veículos da via principal. (BRASIL, 2010)

O posicionamento da sinalização R-2 deve ser antes da interseção, as margens da via, próximo ao ponto de parada dos veículos. Assim como a placa R-1, em pistas com sentido único de circulação, má condição de visibilidade e elevado fluxo de tráfego, podem ser utilizadas placas em ambos os lados. (BRASIL, 2007)

Tanto as placas de “parada obrigatória”, como as de “dê a preferência” podem ser utilizadas suspensas sobre a via/pista quando necessário. (BRASIL, 2007). Os dois tipos de sinalização são ilustrados no quadro 9.

Quadro 9 - Características dos Sinais R-1 e R-2

| Sinal | | Cor | |
|---|--------|--------------|----------|
| Forma | Código | | |
|  | R-1 | Fundo | Vermelha |
| | | Orla interna | Branca |
| | | Orla externa | Vermelha |
| | | Letras | Branca |
|  | R-2 | Fundo | Branca |
| | | Orla | Vermelha |

Fonte: Brasil, 2007.

4.9.3 Regulamentação de Velocidade

De acordo com Brasil (2007), o sinal R-19 regulamenta o limite máximo de velocidade que o veículo pode trafegar na pista ou faixa, válido a partir do ponto em que está localizado. A figura 4 apresenta este tipo de sinalização.

Figura 4 - Sinal de velocidade máxima permitida



Fonte: Brasil, 2007.

A sinalização de regulamentação de velocidade deve ser utilizada em vias com a necessidade de informar a velocidade máxima regulamentada, onde haja fiscalização de velocidade, e a partir de estudos de engenharia que indiquem a necessidade e/ou possibilidade de regulamentar velocidades acima ou abaixo das estabelecidas no artigo 61, § 10 do CTB. (BRASIL, 2007)

Em relação ao posicionamento da sinalização na via, esta deve ser colocada do lado direito, perpendicular ao sentido do tráfego. Nas vias que apresentarem fiscalização de velocidade as placas R-9 devem ser posicionadas atendendo a legislação específica. (BRASIL, 2007)

4.9.4 Passagem obrigatória

O sinal de passagem obrigatória, também definido por R-24b, indica ao condutor que a passagem deve ser feita obrigatoriamente pela direita/esquerda. Este sinal é utilizado em início de pista dupla, início de separação de pistas por ilha de canalização, interseção tipo rótula com ilha triangular de canalização, ilha de proteção de obstáculos. (BRASIL, 2010) O sinal R-24b é apresentado na figura 5.

Figura 5 - Sinal de passagem obrigatória



Fonte: Brasil, 2010.

Em relação ao posicionamento, a placa de passagem obrigatória deve ser localizada para vias arteriais, coletoras e locais a no máximo 2 metros do início do fechamento, e em vias de trânsito rápido a distância deve ser de no máximo 15 metros. Em vias rurais o distanciamento não deve exceder 15 metros da obstrução. O sinal pode ser acompanhado de marcas de canalização direcionando a circulação de veículos. (BRASIL, 2007)

4.9.5 Altura máxima permitida

A placa de indicação da altura máxima permitida é utilizada em locais onde há restrição de altura, como em passagens sob pontes, viadutos, passarelas e interior de túneis. O posicionamento deve ser feito no início do trecho de restrição junto a uma bifurcação, acesso ou retorno que possibilite o desvio de veículos afetados. (BRASIL, 2007). Na figura 6 é apresentada a placa R-15, referente a altura máxima permitida.

Figura 6 - Altura máxima permitida

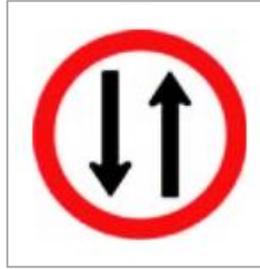


Fonte: Brasil, 2007.

4.9.6 Duplo de sentido de circulação

A sinalização de duplo sentido de circulação é utilizada para indicar que a circulação, a partir de determinado ponto, será em sentido duplo. O posicionamento deve ser à direita da pista. Em vias rurais a placa deve ser implantada a no máximo 5 metros do bordo da pista. Esta sinalização está apresentada na figura 7.

Figura 7 - Duplo sentido de circulação



Fonte: Brasil, 2007.

4.9.7 Sinalização Vertical de Indicação

A sinalização vertical de indicação tem como objetivo transmitir informações mediante símbolos e/ou legendas, estabelecer regras e advertir os condutores, com a finalidade de proporcionar o aumento na segurança e a organização do tráfego. Por meio desta sinalização o condutor é instruído ao longo do trajeto em relação as distâncias e os locais de destino. (BRASIL, 2014)

Afirmado por Brasil (2014), as placas de sinalização vertical indicativa devem ser posicionadas ao lado direito da via ou podem ser suspensas sobre a pista. Nem sempre é possível obedecer ao posicionamento citado, pois podem existir características da via que impeçam a visualização e a colocação das placas. A sinalização vertical indicativa é composta por legendas, orlas e tarjas, setas, pictogramas, símbolos e diagramas, apresentados nas figuras 8 e 9.

Conforme Brasil (2010), as mensagens acompanhadas de setas devem ser alinhadas para o lado em que se encontram, exceto as placas indicativas de distância, onde as localidades são alinhadas pela esquerda e as distâncias pela direita.

Figura 8 - Elementos que compõem as placas de sinalização vertical indicativas



Fonte: Brasil, 2014.

Figura 9 - diagrama utilizado na composição da sinalização vertical indicativa



Fonte: Brasil, 2014.

4.9.8 Placas de identificação de rodovias e estradas

As placas de identificação de rodovias e estradas, apresentadas na figura 10, mostram ao motorista qual o tipo de rodovia em que ele está trafegando. “Devem ser utilizadas em todas as rodovias e estradas pan-americanas, federais e estaduais, no mínimo em seu início e após os principais acessos.” (BRASIL, 2014, p. 43)

Figura 10 - Placas de identificação de rodovias e estradas



Fonte: Brasil, 2014.

As placas de identificação de rodovias e estradas devem ser posicionadas a 200 metros após o início da via e 200 metros após o término da faixa de aceleração dos principais acessos da via. (BRASIL, 2014). As dimensões dos símbolos e pictogramas são apresentadas no quadro 10.

Quadro 10 - Dimensões dos símbolos e pictogramas das placas de identificação

| VELOCIDADE DA VIA (km/h) | PICTOGRAMAS Lado do quadrado (mm) | SÍMBOLOS Altura do brasão ¹ (mm) | | |
|--------------------------|-----------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| | | Rod. Federal | Rod. Estadual (2 algarismos) | Rod. Estadual (3 algarismos) |
| V ≤ 60 | 400 | 450 | 450 | 600 |
| 60 < V ≤ 100 | 500 | 600 | 600 | 750 |
| V > 100 | 600 | 750 | 750 | 930 |

- As larguras do brasão devem ser proporcionais à sua altura.

Fonte: Brasil, 2014.

4.9.9 Placas indicativas de sentido

As placas indicativas de sentido transmitem informações necessárias ao condutor no decorrer do seu trajeto, mostrando as direções e sentidos a serem seguidos para chegar ao destino pretendido, conforme apresentado na figura 11. (BRASIL,2014)

Figura 11 - Placas de identificação de rodovias e estradas



Fonte: Adaptado de Brasil, 2014.

Quanto a utilização “ podem ser utilizadas em um ou mais pontos que antecedem acessos ou interseções, onde há fluxo de saída à esquerda ou à direita, em função da quantidade de informações a serem fornecidas e das características da via. ” (BRASIL, 2014, p. 64)

Em relação ao posicionamento na via, Brasil (2014) admite que devem ser colocadas em pistas com sentido único de circulação, vias de pista dupla, vias de trânsito rápido, rodovias e em estradas. O posicionamento das placas indicativas de sentido em vias arteriais e coletoras deve ser a uma distância mínima de 75 metros antes da saída.

As dimensões são estabelecidas por Brasil (2004) de acordo com o quadro 11.

Quadro 11 - Dimensões mínimas das placas indicativas de sentido

| Dimensões mínimas (m) | | |
|-----------------------|------------|----------|
| Altura das letras | VIA URBANA | 0,125(*) |
| | VIA RURAL | 0,150(*) |
| Orla interna | | 0,020 |
| Orla externa | | 0,010 |
| Tarja | | 0,010 |

Fonte: Brasil, 2004.

4.9.10 Placas de confirmação em frente

As placas de “confirmação em frente” são implantadas para informar ao condutor os destinos a serem alcançados ao percorrer a via. Possuem forma retangular, com a cor de fundo e orla externa verde, e legendas, tarjas, setas e orla interna na cor branca. Exemplos deste tipo de placa são demonstrados na figura 12.

Figura 12 - Placas de confirmação em frente



Fonte: Adaptado de Brasil, 2014.

O posicionamento deve ser feito à direita, quando existir saída a esquerda, e a esquerda quando existir saída a direita. (BRASIL, 2014)

4.10 Sinalização horizontal

A sinalização horizontal compreende marcas, símbolos e legendas representados sobre o pavimento da pista. A sinalização horizontal orienta pedestres e condutores a adotarem comportamentos adequados, em razão do aumento na segurança, fluidez e organização do trânsito. (BRASIL, 2007)

Brasil (2007), admite que a sinalização horizontal tem um papel importante na contribuição da segurança da via, pois em condições de chuva, neblina e noite, aumenta a atenção dos condutores e pedestres através das mensagens transmitidas pelas marcas, símbolos e legendas.

4.10.1 Classificação da sinalização horizontal

A sinalização horizontal, segundo Brasil (2007), classifica-se da seguinte maneira:

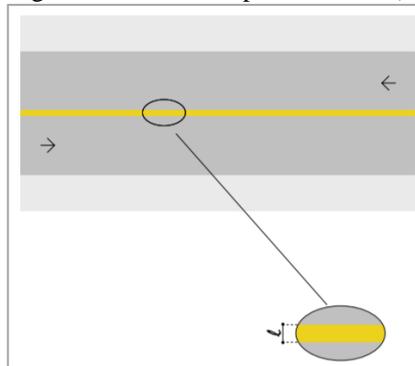
- Marcas longitudinais: são utilizadas para separar e ordenar as correntes de tráfego;
- Marcas transversais: são utilizadas para organizar os deslocamentos frontais dos veículos e também disciplinar os deslocamentos dos pedestres;
- Marcas de canalização: conduzem o sentido do tráfego na via;
- Marcas de delimitação e controle de parada e/ou estacionamento: determinam os locais onde há proibição ou regulamentação de estacionamento e/ou parada de veículos;
- Inscrições no pavimento: utilizados para transmitir informações, melhorando assim a percepção do condutor em relação as características impostas na via.

4.10.1.1 Marcas longitudinais

As marcas longitudinais têm a finalidade de separar e ordenar as correntes de tráfego. Subdividem-se em: linhas de divisão de fluxos opostos (LFO), linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido (LMS), linhas de bordo (LBO), linha de continuidade (LCO). Através destas é determinada a pista que deve ser utilizada para circulação de veículos, ou que tenha uso exclusivo/ preferencial; é definida a divisão de fluxos e também são estabelecidas regras de ultrapassagem e transposição. (BRASIL, 2007)

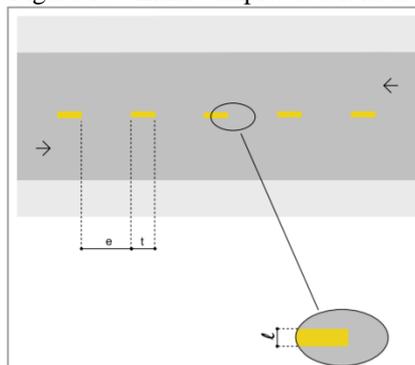
Conforme Brasil (2007), as linhas de divisão de fluxos opostos são utilizadas para a regulamentação, separam os fluxos opostos de trânsito e indicam os trechos da via onde a ultrapassagem é proibida ou permitida. Este tipo de marca longitudinal tem cor amarela e pode ser apresentada das seguintes maneiras: LFO-1 (linha simples contínua), LFO-2 (linha simples seccionada), LFO-3 (linha dupla contínua), LFO-4 (linha contínua/ seccionada), MFR (linha dupla seccionada). As marcas longitudinais citadas anteriormente são apresentadas a seguir, nas figuras de 13 a 17.

Figura 13 - Linha simples contínua (LFO-1)



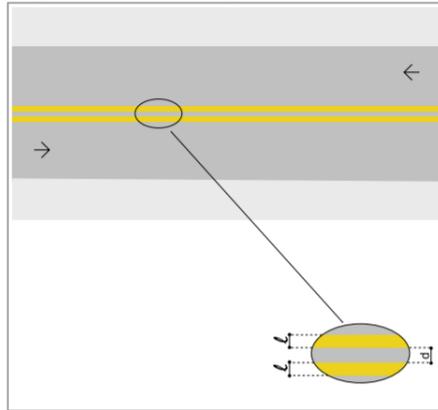
Fonte: Brasil, 2007.

Figura 14 - Linha simples seccionada (LFO-2)



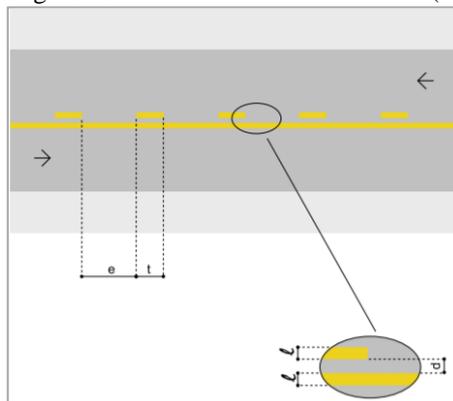
Fonte: Brasil, 2007.

Figura 15 - Linha dupla contínua (LFO-3)



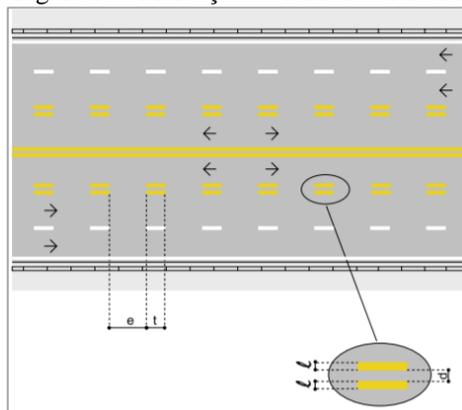
Fonte: Brasil, 2007.

Figura 16 - Linha contínua/seccionada (LFO-4)



Fonte: Brasil, 2007.

Figura 17 - Marcação de faixa reversível no contra fluxo (MFR)



Fonte: Brasil, 2007.

A LFO-1 é utilizada para dividir os fluxos opostos de circulação, delimitar o espaço disponível para cada sentido e regulamentar trechos nos quais as manobras de ultrapassagem e deslocamentos laterais são proibidos. O que difere a LFO-1 da LFO-3 é que a utilização da linha simples contínua é em trechos com largura inferior a 7,00 metros e/ou baixo volume

veicular, enquanto a linha dupla contínua deve ser utilizada em trechos com largura igual ou superior a 7,00 metros e/ou volume veicular significativo. (BRASIL, 2007)

A largura da LFO-1 é definida em função da velocidade regulamentada na via, conforme o quadro 12.

Quadro 12 – Largura da LFO-1

| VELOCIDADE – v (km/h) | LARGURA DA LINHA – l (m) |
|--------------------------|-----------------------------|
| v < 80 | 0,10* |
| v ≥ 80 | 0,15 |

Fonte: Brasil, 2007.

A definição da largura da LFO-3 é estabelecida por Brasil (2007) como no mínimo 0,10 m e no máximo 0,15 m.

Ainda conforme Brasil (2007), a LFO-2 é empregada a fim de dividir fluxos opostos de circulação e indicar os trechos nos quais a ultrapassagem e deslocamentos laterais são permitidos. A LFO-4 é utilizada com a mesma finalidade, e além desta, também indica a proibição de ultrapassagem, transposição e deslocamento lateral.

As LMS têm a função de regulamentar a ultrapassagem e a transposição de veículos que trafegam no mesmo sentido. Esta marcação pode ser apresentada como LMS-1 (linha simples contínua), que possui largura conforme o disposto no quadro 11, ou LMS-2 (linha simples seccionada). A primeira alternativa é utilizada para regulamentar os trechos onde a ultrapassagem e transposição da faixa de trânsito são proibidas. Já a linha simples seccionada tem a função oposta, portanto, indica os trechos onde a ultrapassagem e a transposição são permitidas. (BRASIL, 2007)

Segundo Brasil (2007), a linha de bordo é utilizada para delimitar os limites laterais da via; possui cor branca, é apresentada através de linha contínua e como complemento também podem ser utilizadas tachas contendo elementos retro refletivos. Para garantir maior visibilidade no período noturno e em trechos com neblina, podem ser utilizadas como complemento tachas contendo elementos retro refletivos. Sua largura é estabelecida conforme o quadro 12.

A linha de continuidade permite que em trechos longos de uma via, sujeitos a quebra nos alinhamentos, haja continuidade visual às marcações longitudinais. São utilizadas para garantir maior segurança e apresentam-se na cor branca ou amarela. Assim como na linha de

bordo, também podem ser utilizadas tachas contendo elementos retro reflexivos como complemento. (BRASIL, 2007)

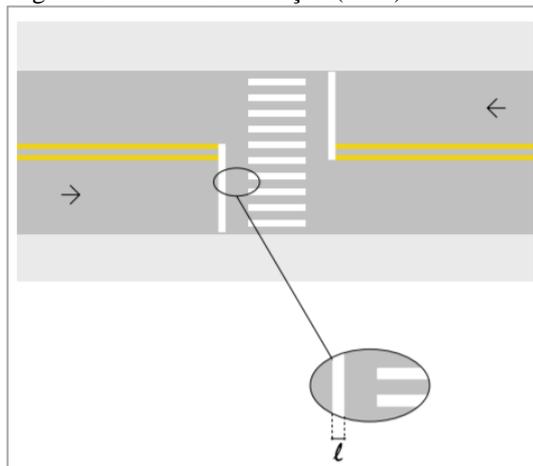
4.10.1.2 Marcas Transversais

As marcas transversais são utilizadas para advertir e orientar os condutores sobre a necessidade de reduzir a velocidade, realizar a parada do veículo e indicar aos pedestres o local da travessia, a fim de conciliar os deslocamentos na via. (BRASIL, 2007)

Conforme Brasil (2007), as marcas transversais são subdivididas de acordo com a sua função, podendo ser: linha de retenção (LRE), linha de estímulo a redução de velocidade (LRV), linha de “dê a preferência” (LDP), faixa de travessia de pedestres (FTP), marcação de cruzamentos rodocicloviários (MCC), marcação de área de conflito (MAC), marcação de área de cruzamento com faixa exclusiva (MAE) e marcação de cruzamento rodoferroviário (MCF).

A LRE, apresentada na figura 18, é utilizada para indicar ao condutor o local de parada do veículo. Pode acompanhar o sinal de regulamentação R-1 em interseções. Esta marcação é feita na cor branca, com largura mínima de 0,30 m e máxima de 0,60 m. (BRASIL, 2007)

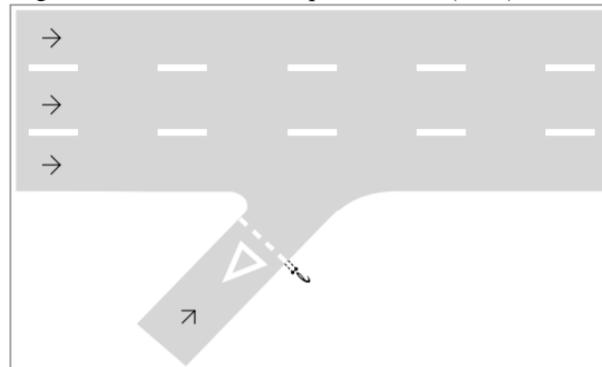
Figura 18 - Linha de retenção (LRE)



Fonte: Brasil, 2007.

A LDP aponta ao condutor o limite de parada do veículo, pode ser acompanhada do sinal R-2, quando houver necessidade. Quanto as dimensões, deve ter largura mínima de 0,20 m e máxima de 0,40 m. Esta marcação é demonstrada na figura 19.

Figura 19 - Linha de “Dê a preferência” (LDP)



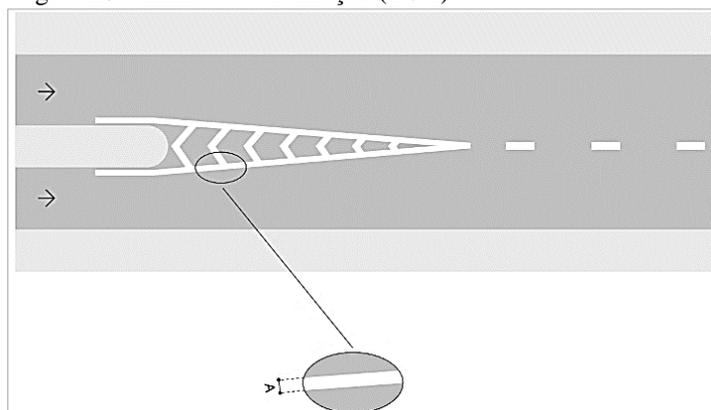
Fonte: Brasil, 2007.

4.10.1.3 Marcas de Canalização

As marcas de canalização são empregadas com a finalidade de orientar e ordenar os fluxos de veículos, para proporcionar aos condutores maior segurança e diligência. Estas marcas mostram ao motorista, de forma simples, a direção que deve ser seguida quando houver interseções em rotatórias, mudanças de alinhamento, obstáculos a circulação, etc. (BRASIL, 2007)

Conforme Brasil (2007), as marcas de canalização são indicadas pela linha de canalização complementada pelo zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizado, ilustrado na figura 20.

Figura 20 - Linha de canalização (LCA)



Fonte: Brasil, 2007.

As marcas de canalização devem ser na cor branca, se a finalidade for direcionar fluxo do mesmo sentido, ou amarela, quando for direcionar fluxo de sentido oposto. O zebrado acompanha a cor da linha de canalização. (BRASIL, 2007)

4.10.1.4 Inscrições no pavimento

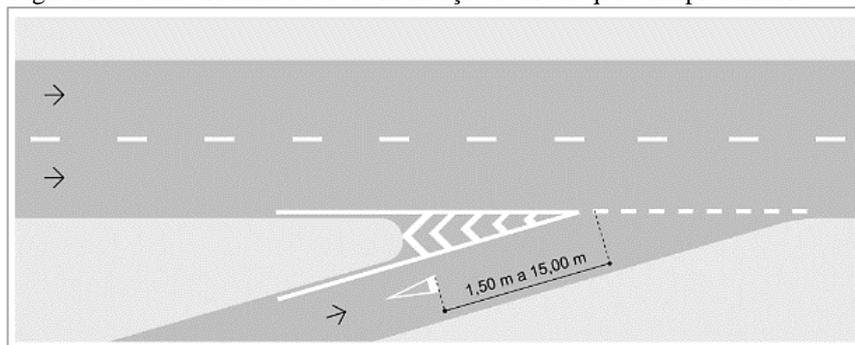
As inscrições no pavimento são utilizadas a fim de facilitar a compreensão do condutor quanto as condições de operação da via. Este tipo de sinalização é empregue como complemento das demais, e podem ser de três tipos: setas direcionais, símbolos e legendas. (BRASIL, 2007)

As setas direcionais orientam os veículos e indicam o posicionamento correto nas faixas de trânsito. Podem ser de três tipos: setas indicativas de posicionamento na pista para execução de movimentos (PEM), seta indicativa de mudança obrigatória de faixa (MOF) e seta indicativa de movimento em curva (IMC). (BRASIL, 2007)

Os símbolos possuem a finalidade de alertar o condutor sobre condições específicas na via. São utilizados os seguintes símbolos: dê a preferência; cruz de Santo André; bicicleta; serviços de saúde; deficiente físico. (BRASIL, 2007)

Brasil (2007) afirma que o símbolo indicativo de interseção com via que tem preferência (SIP) “Dê a preferência” é utilizado para reforçar o sinal de regulamentação R-2, de forma a aumentar a segurança. Deve ser apresentado na cor branca e ser posicionado de modo que o triângulo aponte contra o sentido de circulação, colocado entre 1,50m a 15m de distância da interseção, conforme a figura 21.

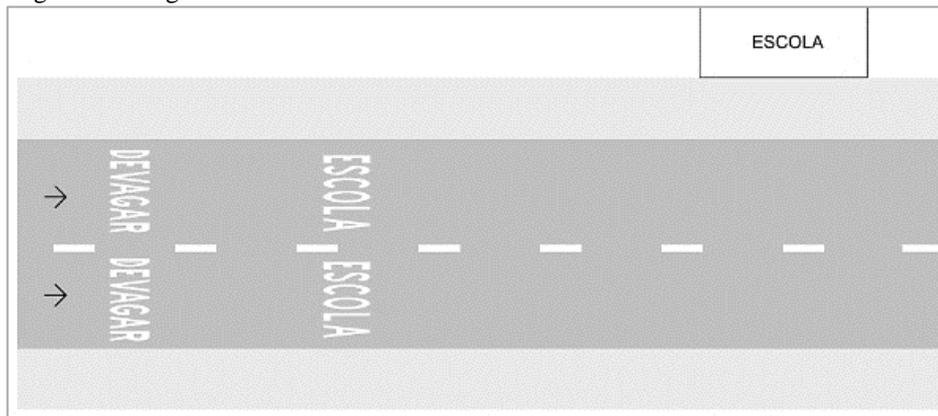
Figura 21 - Símbolo indicativo de interseção com via que tem preferência



Fonte: Brasil, 2007.

Em conformidade com Brasil (2007), a implantação de legendas é utilizada para prevenir os condutores sobre características particulares e de operação da via. Em relação as características, possuem cor branca e são constituídas de combinações de letras e algarismos. São aplicadas no pavimento da pista de rolamento e podem ser utilizadas para complementar a sinalização vertical. As mensagens transmitidas devem ser curtas e simples, conforme ilustrado na figura 22, apresentada a seguir.

Figura 22 - Legenda "DEVAGAR"



Fonte: Brasil, 2007.

4.11 Dispositivos Auxiliares

Os dispositivos auxiliares são implantados com o objetivo de proporcionar maior segurança e eficiência na via, advertindo o condutor sobre circunstâncias que possam comprometer a sua própria segurança e dos demais usuários. (BRASIL, 2016)

Ainda, conforme Brasil (2016), através dos dispositivos auxiliares é possível reduzir a velocidade do trânsito, controlar o acesso dos veículos em determinados locais, alertar os condutores em relação a situações de perigo, aumentar a visibilidade da sinalização, entre outros aspectos que permitem reduzir os acidentes e proporcionar segurança aos usuários da via e da ocupação lindeira.

Os dispositivos auxiliares são agrupados de acordo com sua função, podendo ser: dispositivos delimitadores, dispositivos de canalização, dispositivos de sinalização de alerta, alterações nas características do pavimento, dispositivos de contenção veicular, barreiras antiofuscamento e acústica, dispositivos de proteção para pedestres e/ou ciclistas, dispositivos luminosos, dispositivos de uso temporário e dispositivos de controle de acesso. (BRASIL, 2016)

4.11.1. Dispositivos delimitadores

Os dispositivos delimitadores têm como objetivo orientar o condutor com relação aos limites do espaço determinado ao rolamento e/ou separação das faixas de tráfego. São constituídos por unidades retro refletivas, que tem capacidade de refletir a luz incidente dos faróis com boa visibilidade ao condutor. As unidades retro refletivas podem existir em uma ou duas faces, sendo, portanto, mono ou bidirecionais, respectivamente. (BRASIL, 2016)

Os dispositivos delimitadores são classificados como: balizador, tacha, tachão, cilindro delimitador, e balizador retro refletivo de ponte, viaduto, túnel, barreira e defesa. (BRASIL, 2016)

4.11.1.1 Tacha

A utilização da tacha na faixa de trânsito permite que o condutor tenha maior percepção sobre os locais destinados ao tráfego. Além disso, também proporciona melhor visibilidade da sinalização horizontal e, conseqüentemente, maior segurança dos usuários da via. (BRASIL, 2016)

Segundo Brasil (2016), a tacha é um dispositivo retro refletivo, inserida diretamente sobre o pavimento na cor branca ou amarela, de acordo com a cor da marca viária que integra. Rodovias, túneis e passagens subterrâneas devem dispor desse tipo de dispositivo. A figura 23 ilustra esse dispositivo.

Figura 23 - Tacha



Fonte: Brasil, 2016.

5. METODOLOGIA

5.1 Metodologia de pesquisa

O presente trabalho caracteriza-se como revisão bibliográfica e estudo de caso. A revisão bibliográfica tem como objetivo conduzir o conhecimento sobre o tema por meio de análise e pesquisa nos manuais de estudos de tráfego, projetos de interseções, projetos de rodovias, dentre outros; bem como em artigos acadêmicos e endereços eletrônicos. Já o estudo de caso tem como objetivo aplicar os conhecimentos teóricos na criação de alternativas que possibilitem a redução do índice de acidentes no cruzamento que interliga a BR- 267 e a MG-167.

Trata-se de um estudo de caso com uma abordagem qualitativa e quantitativa. Foram obtidos, por meio de pesquisas, dados para a formulação de duas propostas de projeto visando a redução de acidentes e melhora nas condições do trecho estudado.

A investigação do estudo pautou-se em uma revisão bibliográfica apresentada no corpo deste trabalho; também foi realizada uma pesquisa documental, na qual foram coletadas informações em órgãos de trânsito e órgãos estaduais. Além disso, aplicou-se um questionário a usuários da via a fim de obter opiniões sobre as desvantagens do trecho e propostas de melhorias. Por fim, foi feita a contagem de tráfego, para a definição do volume médio diário da via e o fator horário de pico, além da pesquisa de campo para a coleta de dados no local.

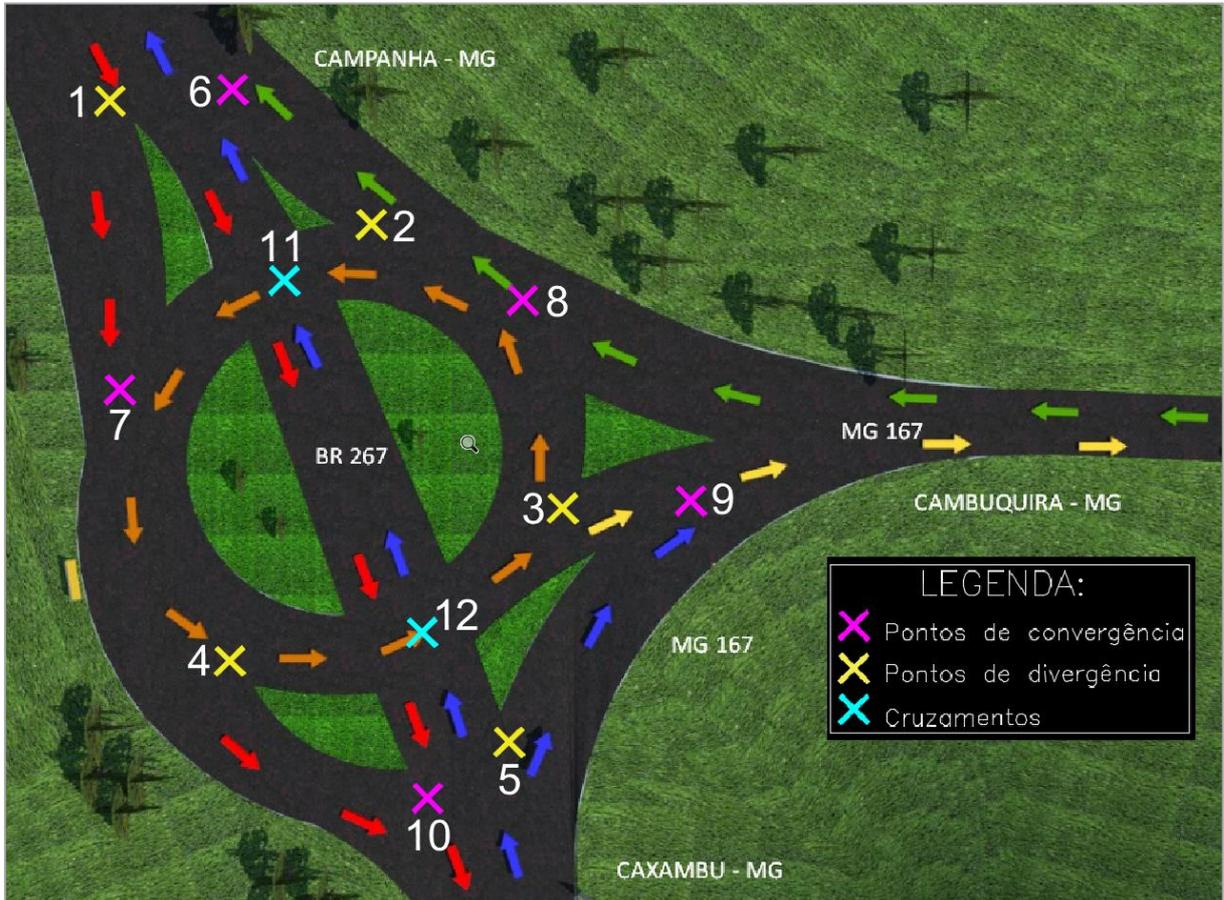
5.2 Caracterização do estudo de caso

O local em estudo localiza-se em Minas Gerais, no cruzamento das rodovias BR- 267 e MG-167, onde são interligadas as cidades do Circuito das Águas de Minas Gerais à Campanha, MG. Por ser uma cidade turística é extremamente importante que os meios de acesso à mesma apresentem boas condições.

A fim de apresentar propostas de melhorias para o trecho em questão, tomou-se como base as informações apresentadas na revisão bibliográfica. Por meio dessas informações foi realizada a classificação funcional da rodovia, classificação técnica e a contagem de veículos para a determinação do VMD, VHP e FHP. Para um estudo mais aprofundado também foi feito um levantamento dos dados de acidentes e aplicou-se um questionário aos usuários da via a fim de identificar as desvantagens do local em estudo e propor melhorias para esses usuários.

A figura 25 apresenta os sentidos da via em estudo, os pontos de divergência, convergência e os cruzamentos.

Figura 25- Rotatória BR 267/ MG 167



Fonte: O Autor, 2019.

Conforme Oda (2002), em correntes de tráfego que apresentem pequenos volumes, pontos de convergência e divergência não representam grandes problemas. Entretanto, em correntes com tráfego intenso podem ocorrer congestionamentos e redução da capacidade do tráfego.

O trecho apresenta 12 pontos de conflito, conforme figura 25 e apesar de não possuir tráfego de volume significativo, em dias de maior movimento os cruzamentos reduzem a capacidade do tráfego. Isso acontece porque os motoristas que trafegam no sentido Caxambu-Campanha e, principalmente, no sentido Campanha-Caxambu, percorrem a via principal em alta velocidade, o que impede a entrada dos veículos da corrente principal na corrente secundária. Os pontos de conflito são especificados nas figuras de 26 a 37, apresentadas a seguir.

Caxambu

Figura 26 - (1) Ponto de divergência sentido Campanha-Cambuquira e Campanha-



Fonte: Google Earth, 2018.

Caxambu

Figura 27 - (2) Ponto de divergência sentido Cambuquira-Campanha e Cambuquira-



Fonte: Google Earth, 2018.

retorno

Figura 28 - (3) Ponto de divergência sentido Campanha-Cambuquira e Campanha-



Fonte: Google Earth, 2018.

Caxambu

Figura 29 - (4) Ponto de divergência sentido Campanha-Cambuquira e Cambuquira-



Fonte: Google Earth, 2019.

Campanha

Figura 30 - (5) Ponto de divergência sentido Caxambu-Cambuquira e Caxambu-



Fonte: Google Earth, 2018.

Campanha

Figura 31 - (6) Ponto de convergência sentido Cambuquira-Campanha e Caxambu-



Fonte: Google Earth, 2018.

Cambuquira

Figura 32 - (7) Ponto de convergência sentido Cambuquira-Caxambu e Campanha-



Fonte: Google Earth, 2018.

retorno

Figura 33 - (8) Ponto de convergência sentido Cambuquira-Campanha e Cambuquira-



Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 34 - (9) Ponto de convergência sentido Campanha-Cambuquira e Caxambu-Cambuquira



Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 35 - (10) Ponto de convergência sentido Cambuquira-Caxambu e Campanha-Caxambu



Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 36 - (11) Cruzamento sentido Cambuquira-Caxambu



Fonte: Google Earth, 2018.

Figura 37 - (12) Cruzamento sentido Campanha-Cambuquira



Fonte: Google Earth, 2018.

Ainda de acordo com Oda (2002), para que um veículo que está em uma corrente de tráfego, possa realizar a convergência em outra corrente com volume de tráfego mais intenso, é necessário que o motorista espere um momento em que seja possível entrar na corrente principal com segurança, atingindo, por exemplo, uma velocidade compatível com a praticada pelos veículos que trafegam pela corrente principal. Para que isso aconteça é essencial que o motorista tenha perfeita visibilidade dos veículos que percorrem a corrente principal e que haja uma faixa adicional que permita parada até que haja um momento seguro para entrada na corrente principal de tráfego.

Além da alta velocidade dos motoristas da via principal, no período entre 16:00 às 18:00 (Fuso Horário Padrão) o sol atrapalha significativamente a visibilidade dos motoristas que trafegam no sentido Caxambu-Campanha, principalmente dos motoristas que fazem o cruzamento nos sentidos Campanha-Cambuquira e Cambuquira-Caxambu como pode ser visto na figura 38.

Figura 38 - Vista do cruzamento/ ponto de convergência na rotatória



Fonte: Google Earth, 2018.

Para Oda (2002), nos pontos de divergência, para que um veículo saia da corrente principal, é necessária redução da velocidade para se adequar as características geométricas do ramo em que se pretende entrar. Esta redução submete os outros veículos da corrente principal a fazerem o mesmo, o que prejudica o escoamento normal do tráfego e a segurança da via. Para que essa situação não ocorra é indispensável que haja sinalização que aponte ao motorista o ponto da saída e boas condições de visibilidade do local que será acessado.

Ao relacionar a figura 39 apresentada a seguir, com a afirmação de Oda (2002) citada acima, o trecho apresenta irregularidades quanto a sinalização e as condições de visibilidade.

Nota-se que a visibilidade da placa de sinalização indicativa de sentido está comprometida devido à falta de conservação. Além disso, este é um trecho de cruzamento e, conforme já comentado, possui problemas de visibilidade no período da tarde, decorrentes do sol.

Figura 39 - Visibilidade da placa de sinalização vertical indicativa de sentido



Fonte: Google Earth, 2018, adaptado pelo Autor.

Na figura 40 é fácil perceber a falta de conservação da sinalização, conforme comentado anteriormente, bem como a alta vegetação, que agrava ainda mais os problemas de visibilidade dos motoristas que utilizam o trecho. Conforme citado por Brasil (2007), placas sem conservação ou malconservadas perdem sua ação como dispositivo de controle de tráfego.

Figura 40 - Placa de sinalização vertical indicativa de sentido



Fonte: O Autor, 2019.

Outro fator negativo no trecho é que, para os motoristas que trafegam no sentido Cambuquira-Campanha, não há placa de sinalização indicando o local, conforme apresentado na figura 41.

Figura 41 - Ausência de sinalização vertical indicativa de sentido (Cambuquira-Campanha)



Fonte: Google Earth, 2018, adaptado pelo Autor.

Assim como no sentido Cambuquira-Campanha, há ausência de sinalização no sentido Campanha-Caxambu, sendo indicado somente o sentido de Cambuquira, conforme figura 42.

Figura 42 - Placa de sinalização vertical indicativa de sentido (Campanha-Cambuquira)



Fonte: Google Earth, 2018.

Além de todas essas irregularidades, outro aspecto negativo é a imprudência dos motoristas que trafegam no sentido Campanha-Cambuquira, que muitas vezes atravessam a via pela contramão para não terem que contornar a rotatória, o que gera inúmeros acidentes. Este caso é apresentado na figura 43 pelas setas de cor azul.

Figura 43 - Invasão pela contramão sentido Campanha/Cambuquira



Fonte: O Autor, 2019.

A fim de apurar a percepção dos usuários em relação ao alto índice de acidentes, principal problema desse trecho, foi aplicado um questionário para levantamento dos dados de acidentes

6.2 Procedimentos metodológicos

Foi realizada a contagem de veículos na interseção de forma manual, utilizando a ficha de contagem volumétrica apresentada na figura 2. O intervalo de contagem foi das 17:00 às 19:00, durante 5 dias consecutivos, do dia 13/05/2019 ao dia 17/05/2019. Os dados foram tabelados a fim de facilitar a compreensão, uma vez que a contagem, feita em todas as direções, resultou em 60 fichas. As tabelas da contagem de tráfego estão apresentadas no apêndice A.

Brasil (2006), considera o volume, a velocidade e a densidade características fundamentais para análise do tráfego.

Para determinar o horário de pico foi feita a soma das contagens dos intervalos de todos os dias, com base na contagem volumétrica do tráfego. O somatório foi realizado por meio do valor total de veículos em intervalos de uma hora de segunda a sexta feira, a fim de determinar o horário de maior pico na interseção. Desta forma, foram obtidos os resultados apresentados no quadro 13.

Quadro 13 - Soma dos intervalos de todos os dias e direções

| Intervalo | Segunda | Terça | Quarta | Quinta | Sexta |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 17:00/18:00 | 346 | 297 | 320 | 352 | 423 |
| 17:15/18:15 | 358 | 302 | 317 | 345 | 407 |
| 17:30/18:30 | 351 | 294 | 301 | 333 | 398 |
| 17:45/18:45 | 291 | 253 | 281 | 296 | 345 |
| 18:00/19:00 | 247 | 208 | 214 | 247 | 296 |
| Total | 1593 | 1354 | 1433 | 1573 | 1869 |

Fonte: O Autor, 2019.

Após a análise dos resultados da contagem constatou-se que o horário das 17:00 às 18:00 horas da sexta-feira compreende o maior volume de veículos. Diante disso, para determinar o VHP foi feito o cálculo apresentado a seguir, que considera o número de veículos total nos intervalos de 15 minutos que constituem o horário das 17:00 às 18:00 da sexta-feira.

- Sexta – Feira, sentido Cambuquira/ Campanha

$$\sum 14 + 11 + 13 + 13 = 51 \text{ veículos/hora}$$

- Sexta – Feira, sentido Cambuquira/ Caxambu

$$\sum 14 + 15 + 23 + 16 = 68 \text{ veículos/hora}$$

- Sexta – Feira, sentido Caxambu/ Cambuquira

$$\sum 19 + 13 + 20 + 15 = 67 \text{ veículos/hora}$$

- Sexta – Feira, sentido Caxambu/ Campanha

$$\sum 16 + 16 + 24 + 25 = 81 \text{ veículos/hora}$$

- Sexta – Feira, sentido Campanha/ Caxambu

$$\sum 17 + 20 + 26 + 24 = 87 \text{ veículos/hora}$$

- Sexta – Feira, sentido Campanha/ Cambuquira

$$\sum 15 + 16 + 20 + 18 = 69 \text{ veículos/hora}$$

$$\sum (\text{total}) = 51 + 68 + 67 + 81 + 87 + 69 = 423 \text{ veículos/hora}$$

Com base nesse resultado foi calculado o Volume Médio Diário, utilizando a Equação

1:

$$VMD = \frac{423}{6} = 71 \text{ veículos/hora}$$

Para a determinação do FHP, foi utilizada a Equação 2:

$$FHP = \frac{423}{6 \times 87} = 0,81$$

Para o estudo de tráfego, de acordo com Brasil (2006), é necessário que os tipos de veículos resultantes da contagem sejam convertidos para UCP, conforme citado no tópico 4.4.3 deste estudo. Utilizando o Quadro 3 (fator de equivalência em carros de passeio) para a conversão dos veículos do dia de maior fluxo, obteve-se os resultados apresentados nos quadros de 14 a 19.

Quadro 14 - Conversão de veículos em UCP, trecho Cambuquira/Campanha

| Veículos UCP – Cambuquira/Campanha | | | | | | |
|---|-----------|-----------|--------------|----------|----------|-----------|
| Tipo de Veículo | VP | CO | SR/RE | M | B | SI |
| Fator de equivalência | 1 | 1,5 | 2 | 1 | 0,5 | 1,1 |
| Quantidade | 58 | 17 | 3 | 9 | 1 | 0 |
| Fator × Qtd | 58 | 25,5 | 6 | 9 | 0,5 | 0 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 15 - Conversão de veículos em UCP, trecho Cambuquira/Caxambu

| Veículos UCP – Cambuquira/Caxambu | | | | | | |
|--|-----------|-----------|--------------|----------|----------|-----------|
| Tipo de Veículo | VP | CO | SR/RE | M | B | SI |
| Fator de equivalência | 1 | 1,5 | 2 | 1 | 0,5 | 1,1 |
| Quantidade | 78 | 19 | 7 | 10 | 0 | 0 |
| Fator × Qtd | 78 | 28,5 | 14 | 10 | 0 | 0 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 16 - Conversão de veículos em UCP, trecho Caxambu/Cambuquira

| Veículos UCP – Caxambu/Cambuquira | | | | | | |
|--|-----------|-----------|--------------|----------|----------|-----------|
| Tipo de Veículo | VP | CO | SR/RE | M | B | SI |
| Fator de equivalência | 1 | 1,5 | 2 | 1 | 0,5 | 1,1 |
| Quantidade | 77 | 22 | 6 | 10 | 0 | 0 |
| Fator × Qtd | 77 | 33 | 12 | 10 | 0 | 0 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 17 - Conversão de veículos em UCP, trecho Caxambu/ Campanha

| Veículos UCP – Caxambu/Campanha | | | | | | |
|--|-----------|-----------|--------------|----------|----------|-----------|
| Tipo de Veículo | VP | CO | SR/RE | M | B | SI |
| Fator de equivalência | 1 | 1,5 | 2 | 1 | 0,5 | 1,1 |
| Quantidade | 81 | 36 | 15 | 9 | 0 | 0 |
| Fator × Qtd | 81 | 54 | 30 | 9 | 0 | 0 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 18 - Conversão de veículos em UCP, trecho Campanha/Caxambu

| Veículos UCP – Campanha/Caxambu | | | | | | |
|--|-----------|-----------|--------------|----------|----------|-----------|
| Tipo de Veículo | VP | CO | SR/RE | M | B | SI |
| Fator de equivalência | 1 | 1,5 | 2 | 1 | 0,5 | 1,1 |
| Quantidade | 91 | 31 | 11 | 10 | 0 | 0 |
| Fator × Qtd | 91 | 46,5 | 22 | 10 | 0 | 0 |

Fonte: O Autor, 2019.

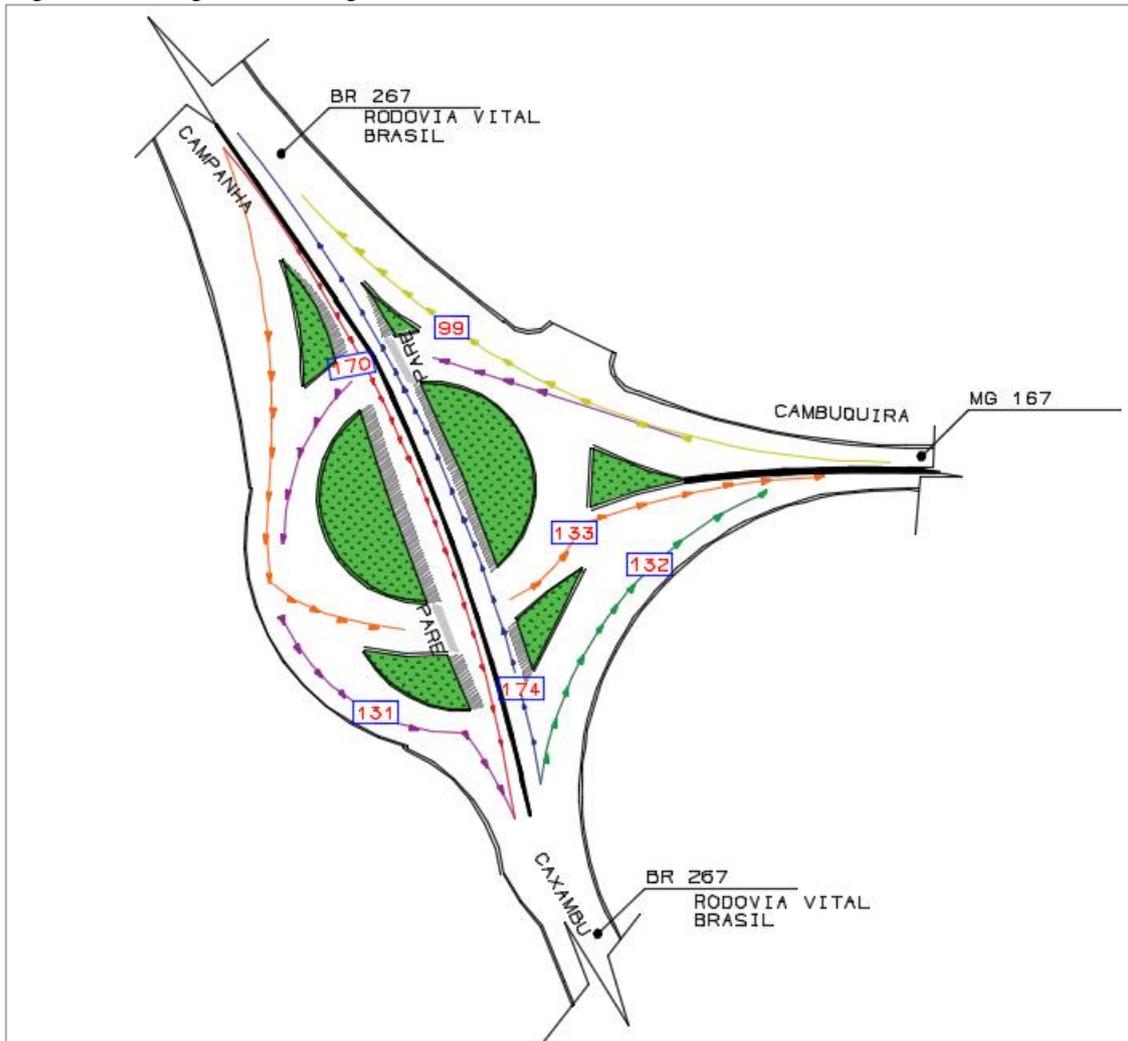
Quadro 19 - Conversão de veículos em UCP, trecho Campanha/ Cambuquira

| Veículos UCP – Campanha/Cambuquira | | | | | | |
|---|-----------|-----------|--------------|----------|----------|-----------|
| Tipo de Veículo | VP | CO | SR/RE | M | B | SI |
| Fator de equivalência | 1 | 1,5 | 2 | 1 | 0,5 | 1,1 |
| Quantidade | 84 | 19 | 5 | 10 | 1 | 0 |
| Fator × Qtd | 84 | 28,5 | 10 | 10 | 0,5 | 0 |

Fonte: O Autor, 2019.

A partir das conversões foi elaborado um fluxograma que indica a quantidade de veículos que trafegam em cada sentido da rotatória, ilustrado na figura 44 abaixo.

Figura 44- Fluxograma de tráfego UCP



Fonte: O Autor, 2019.

Nota-se, pelo resultado da contagem, que o maior fluxo de tráfego está direcionado no trecho Caxambu-Campanha.

Conforme Brasil (1999), para projetos rodoviários é necessário fundamentar-se em classificações técnicas, físicas, administrativas e por meio da classificação funcional. Com base no Quadro 1, que apresenta os critérios de classificação de rodovias, o trecho em estudo foi classificado conforme apresentado no quadro 20.

Quadro 20 - Classificação do trecho em estudo de acordo com o Quadro 1

| CLASSE DE PROJETO | CARACTERÍSTICAS | CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA | VELOCIDADE DE PROJETO POR REGIÃO (km/h) |
|-------------------|-----------------|-----------------------------------|---|
| Classe IV | Pista Simples | VMD \leq 300 | Ondulada 60-40 |

Fonte: O Autor, 2019.

Por se tratar de um trecho com alto índice de acidentes e muitos pontos de conflito, optou-se por considerar a velocidade de projeto igual a 40 km/h. Em relação as características físicas, a via é pavimentada e a pista é simples (apenas um pavimento asfáltico, mão dupla).

Quanto a classificação funcional, o trecho classifica-se como sistema coletor e, de acordo com Brasil (1999), atende o tráfego de municípios e centros geradores de tráfego de menor vulto.

6.3 Acidentes

O quadro 21 apresentado a seguir, fornece as taxas de acidentes relacionadas aos tipos de rodovias, baseado em informações dos Estados Unidos. O quadro faz parte do Manual de Projetos de Práticas Operacionais do DNIT 2010.

Quadro 21 - Taxas de acidentes por tipo de rodovia

| Tipo de Rodovia | | Acidentes Fatais por 100 Milhões de Veículos-Quilômetros | Acidentes com Feridos por 100 Milhões de Veículos-Quilômetros |
|-----------------|-------------------|--|---|
| Urbana | Interestadual | 0,34 | 24 |
| | Arterial primária | 0,81 | 74 |
| | Outras arteriais | 0,69 | 88 |
| | Coletora | 0,55 | 76 |
| | Local | 1,04 | 120 |
| Rural | Interestadual | 0,63 | 13 |
| | Arterial | 1,31 | 35 |
| | Coletora | 1,81 | 59 |
| | Local | 2,26 | 109 |

Fonte: Brasil, 2010.

Sobre a apuração dos dados de acidentes, cabe destacar a dificuldade de obter informações dos órgãos competentes, especialmente para períodos mais antigos. Neste sentido, foi realizado contato com a Polícia Civil de Cambuquira – MG no mês de março de 2019, em busca dos dados de acidentes na interseção em estudo, a qual informou que os mesmos deveriam ser solicitados a Polícia Militar Rodoviária de Varginha (PMRV). A PMRV, após solicitação, disponibilizou os dados contidos no quadro 22, e informou que os dados referentes ao período anterior ao mês de agosto de 2017 deveriam ser solicitados à Polícia Rodoviária Federal (PRF).

Em contato com a PRF, foi relatado que haveria a necessidade de realizar um requerimento para conseguir os dados; esse requerimento foi feito e após 18 dias a PRF comunicou que a referida rodovia está atribuída ao Policiamento Rodoviário Estadual da PM/MG, PRE Varginha, que mesmo após inúmeras solicitações não disponibilizou os dados mais antigos.

Quadro 22 - Causas dos acidentes

| Causas do Acidentes | Quantidade | Vítimas |
|---------------------|------------|---------|
| Colisão Lateral | 3 | 9 |
| Colisão Frontal | 4 | 4 |
| Colisão Transversal | 1 | 1 |
| Tombamento | 2 | 1 |
| Saída da pista | 3 | 2 |
| Imprudência | 2 | 2 |

Fonte: Polícia Rodoviária de Varginha, 2019.

De acordo com dados os da Polícia Rodoviária de Varginha, informados no quadro 22 acima, é possível verificar que, durante o período de agosto de 2017 até a presente data são 19 vítimas em 15 ocorrências de acidentes no trecho de análise, número bastante significativo. Esta informação reforça a necessidade de revisão da sinalização vigente, como solução emergencial, e da reformulação da geometria atual, como solução definitiva.

A fim de obter dados mais específicos sobre os acidentes foi realizada uma pesquisa no site do G1 Sul de Minas, referente ao período de março de 2016 a março de 2019, que obteve os seguintes resultados:

- Acidente entre dois carros deixa sete vítimas. Um dos motoristas, que trafegava em alta velocidade no sentido Caxambu-Campanha, perdeu o controle do veículo, rodou na pista e bateu de frente com outro veículo;

- Um motociclista morreu ao ser atingido por um carro. Conforme o motorista do veículo, o condutor da moto entrou com os faróis apagados na frente do carro, que não conseguiu desviar, ocasionando a colisão;

- Acidente envolvendo uma moto e um carro deixou uma vítima. O motociclista ao realizar uma ultrapassagem bateu de frente com o veículo que trafegava em direção contrária;

- Um motorista foi surpreendido por um homem andando pela pista, e não pode desviar, pois havia outro carro no sentido contrário. O veículo atingiu a vítima;

- Acidente envolvendo um carro deixa duas vítimas. O condutor perdeu o controle do veículo, saiu da pista e atingiu uma árvore;

- Três pessoas ficaram feridas após motorista perder o controle da direção em curva.

O Comandante do 3º Grupamento de Polícia Rodoviária Estadual de Cambuquira, após contato por e-mail, informou que existem alguns estudos e sugestões para modificação do trevo,

como a instalação de radares ou redutores de velocidade com o objetivo de controlar a velocidade dos usuários e reduzir o número de acidentes.

Conforme Brasil (2010), o erro do motorista é o principal fator em acidentes. Diante disso, é essencial que o projeto da rodovia permita maior compreensão dos condutores, a fim de estabelecer procedimentos que minimizem os erros.

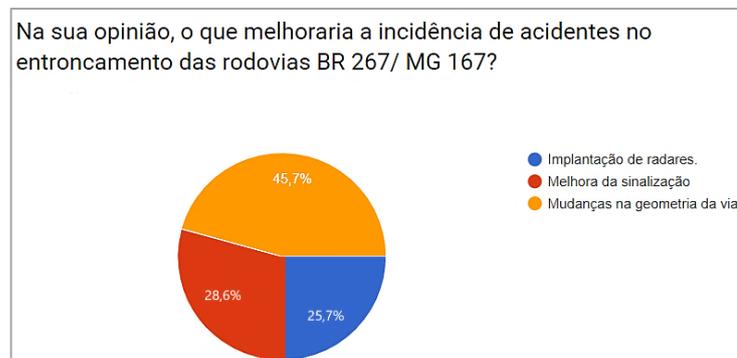
6.4 Questionário

Como forma de identificar os principais problemas do trecho, sob a ótica dos usuários, foi aplicado um questionário que obteve 35 respostas. Essas respostas apontam para a necessidade de implantar as propostas definidas neste trabalho de conclusão de curso, qual sejam a revisão da sinalização e a reformulação da geometria da via. Além disso, também foram apontados outros fatores relevantes para garantir boas condições da via. Os resultados da entrevista são apresentados nos gráficos 1, 2, 3, 4 e 5.

De acordo com Brasil (2010 p. 72) “A finalidade essencial dos sinais de trânsito é transmitir aos usuários das rodovias normas, instruções e informações, para a movimentação correta e segura dos veículos.” O Gráfico 2 demonstra que mais da metade dos entrevistados consideram a sinalização do trecho “ruim, bastante confusa”.

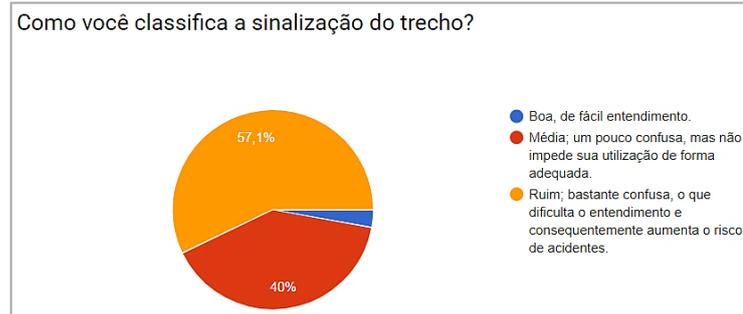
Além da sinalização e de outros aspectos abordados no questionário, o Gráfico 1 demonstra que 45,7% dos entrevistados acredita que a mudança na geometria da via é um fator relevante na redução de acidentes. Conforme a OPA/OMS Brasil (2019) “O desenho das vias pode ter um impacto importante em sua segurança. Idealmente, elas devem ser projetadas considerando a segurança de todos os usuários das vias.”

Gráfico 1 - Percentual de opinião dos usuários quanto a soluções para a redução de acidentes no trecho



Fonte: O Autor, 2019.

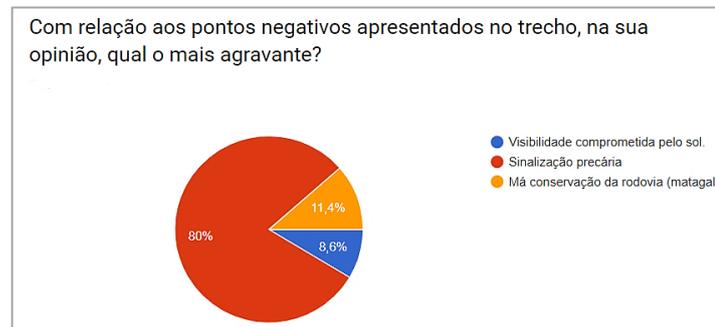
Gráfico 2 - Percentual quanto a classificação da sinalização no trecho



Fonte: O Autor, 2019.

Ao analisar o percentual das respostas obtidas no gráfico 2, nota-se o quanto a sinalização do trecho é considerada ineficiente. Apenas 2,9 %, o que equivale a uma pessoa, considerou a sinalização como sendo “boa, de fácil entendimento”, enquanto 97,1 % dos respondentes expressaram confusão na sinalização vigente. Diante disso, fica clara a necessidade de revisão da sinalização.

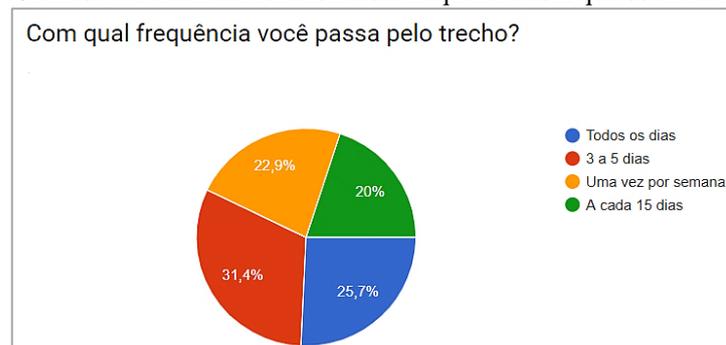
Gráfico 3 - Percentual sobre a opinião dos moradores quanto aos pontos mais agravantes apresentados no trecho



Fonte: O Autor, 2019.

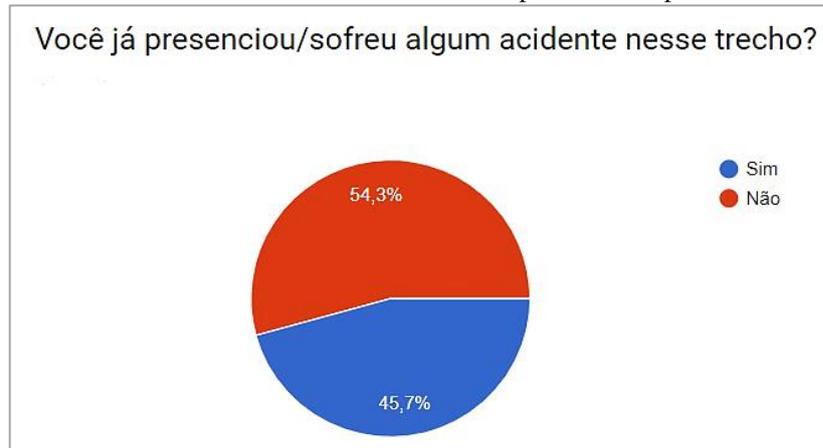
O percentual de resultados que indica a sinalização precária como o ponto mais agravante apresentado no trecho, reforça a conclusão obtida no gráfico 2.

Gráfico 4 - Percentual relacionado a frequência com que os entrevistados utilizam a via.



Fonte: O Autor, 2019.

Gráfico 5 - Percentual sobre acidentes sofridos/presenciados pelos entrevistados



Fonte: O Autor.

Constatou-se que a maioria dos entrevistados optou por mudanças na geometria da via, enquanto o restante se dividiu entre a melhora da sinalização e implantação da fiscalização eletrônica de velocidade.

Além dos problemas da visibilidade comprometida pelo sol, sinalização precária e confusa e geometria inadequada, a periculosidade do trecho também é agravada pela imprudência e alta velocidade dos motoristas.

6.5 Considerações gerais

Foi realizado o estudo de tráfego na interseção em estudo para analisar os pontos com maior índice de acidentes e as condições de visibilidade do local. Para isso, foi feita a contagem volumétrica manual por meio da ficha de contagem, na qual obteve-se dados sobre a capacidade do trecho em estudo.

A pesquisa foi realizada em menor período, devido à falta de recursos humanos. As pesquisas de origem e destino, velocidade pontual, velocidade e retardamento, ocupação de veículos e as pesagens de veículos não foram realizadas por falta de recursos materiais e humanos.

Em razão do elevado índice de acidentes que ocorrem no local, e a partir da análise dos principais pontos de acometimento destes acidentes, o planejamento visou adequar as necessidades de transporte do local, adotando como premissa a estrutura atual.

Ainda, com base nos aspectos apresentados no decorrer deste tópico 6, e diante dos dados obtidos por meio do questionário, foram elaboradas duas alternativas para a promoção

de melhorias nas condições atuais sem afetar o meio ambiente, e que possibilitem tornar o uso da interseção um meio mais seguro, confortável e simples para os usuários.

A primeira alternativa é o projeto de sinalização viária, desenvolvida como solução para o curto prazo e com custos inferiores se comparada a segunda alternativa, que trata da mudança na geometria da interseção transformando-a em uma passagem inferior, denominada trincheira; esta última solução envolve maior tempo de construção e é mais onerosa, no entanto, pela redução significativa dos pontos de conflito, é mais eficiente no longo prazo. Cabe destacar que ambas as alternativas têm como finalidade a diminuição do índice de acidentes.

6.5.1 Reformulação da geometria da via

Com base no alto índice de acidentes e, principalmente, nos fatores relacionados a geometria da via, tais como: sol, redução da capacidade de tráfego e grande número de pontos de conflito, elaborou-se uma proposta de alteração da geometria da via.

O local em estudo é uma interseção em nível, definida como rótula vazada, que conforme Brasil (2005, p. 89) “é uma solução em que as correntes diretas da via principal atravessam uma ilha central, em torno da qual as demais correntes circulam no sentido anti-horário”.

A interseção existente é uma rótula tipo D, que conforme Brasil (2005) apresenta maior raio de giro da ilha central, ilhas canalizadoras nos acessos, gera maior emissão de gases e interferência no trânsito.

A interseção não possui sinalização semafórica e seu fluxo é controlado por sinalização horizontal e vertical. Entretanto, essas sinalizações encontram-se em estado precário, sendo que, em alguns trechos, a sinalização é inexistente, conforme apresentado no subtópico 6.1.

A proposta da alteração da geometria da via tem como objetivo principal a diminuição dos pontos de conflito, visto que boa parte dos acidentes ocorrem devido a colisões. O local em estudo constitui-se de vias existentes e, diante disso, os traçados foram mantidos.

Segundo Brasil (2005) as interseções em níveis diferentes são mais seguras, pois, não apresentam conflitos diretos e evitam que os veículos exerçam grandes mudanças de velocidade.

Fundamentado nessas considerações, realizou-se um estudo das possíveis soluções para a geometria da via. As alternativas analisadas são apresentadas na forma de ilustrações

renderizadas, a fim de possibilitar o melhor entendimento das propostas geométricas, com a exposição dos pontos negativos e positivos de sua implantação e os sentidos de fluxo.

- Trombeta (Figura 45): trata-se de uma interseção em níveis diferentes e que possibilitaria a redução dos pontos de conflito, eliminaria os cruzamentos e tornaria o entendimento da interseção mais simples. Entretanto, para adoção dessa solução é necessário realizar a desapropriação de terras, tendo em vista a estrutura ampla e robusta desse modelo, o que ocasionaria restrições e custos adicionais ao projeto.

Figura 45 - Interseção do tipo Trombeta



Fonte: O Autor, 2019.

- Viaduto (Figura 46): trata-se de uma passagem superior, na qual o greide original da via secundária seria mantido e o greide da via principal seria elevado. Desta maneira, não seria necessária a desapropriação de terras, mas a construção de uma estrutura. Da mesma forma que a trombeta, haveria a redução dos pontos de conflito e tornaria o cruzamento direto na via principal inexistente.

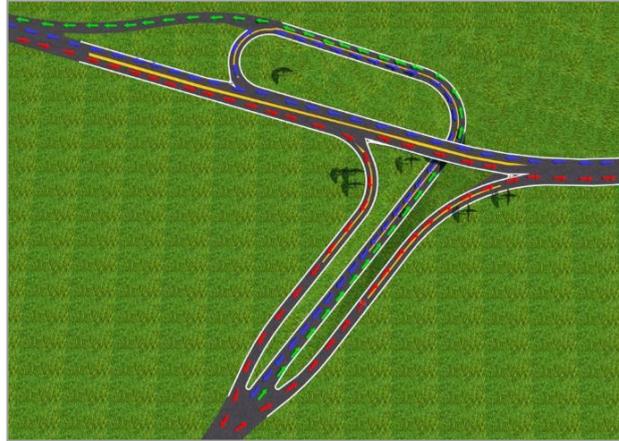
Figura 46 - Viaduto



Fonte: O Autor, 2019.

- Trincheira (Figura 47): trata-se de uma passagem inferior, na qual o greide original da via principal seria mantido e o da via secundária seria reformulado e rebaixado para atender as demais localidades. Essa solução também resulta na redução dos pontos de conflito, além de excluir o cruzamento direto entre veículos e impedir a invasão de outros veículos pela contramão no sentido Campanha-Cambuquira, situação citada no item 6.1, figura 45.

Figura 47 - Trincheira



Fonte: O Autor, 2019.

Feita a análise das alternativas apresentadas acima e a viabilidade de sua implantação, chegou-se à conclusão de que a geometria cabível para a interseção seria a Trincheira. Isto se deu, pois, dividindo a diferença de altura entre os pontos adotados pela distância horizontal entre eles, obteve-se a inclinação longitudinal média, expressa na Equação 3.

Equação 3

$$i_{long.méd.} = \frac{48}{807,65} \times 100$$

$$i_{long.méd.} = 5,94 \%$$

A tabela 1, apresenta os parâmetros geométricos a serem adotados para o local de estudo.

Tabela 1 - Parâmetros geométricos para obras de arte especiais em rodovias de classe de projeto IV

| ELEMENTO | DIMENSÕES |
|------------------------------------|------------------|
| Largura da faixa de rolamento (m) | 3,00 |
| Largura do acostamento externo (m) | 1,30 |
| Velocidade diretriz (km/h) | 40 |
| Rampa máxima (%) | 6 |
| Taxa máxima da Superelevação (%) | 8 |

Fonte: Adaptado do Manual de obras de arte especiais DNIT (1996).

Devido a inclinação máxima da rodovia ser de 6%, e a inclinação encontrada por meio das curvas de nível ser de 5,94%, tornam-se inexequíveis as soluções do tipo trombeta e viaduto. Diante disso foi admitida, portanto, a implantação da Trincheira como alternativa de reformulação da interseção atual. A partir dessa solução haverá grande aumento da segurança dos condutores, devido a inexistência de cruzamentos, e consequente redução dos pontos de conflito, conforme figura 48.

Figura 48 - Pontos de convergência e divergência



Fonte: O Autor, 2019.

Além disso, a visibilidade comprometida pelo sol deixará de ser um fator agravante; o tempo de espera para a entrada dos veículos nas outras correntes de tráfego será extremamente reduzido, o que, conseqüentemente, contribuirá para a diminuição do impacto ambiental devido a menor queima de combustíveis fósseis; e haverá por conseguinte maior fluidez do tráfego e redução dos acidentes.

Em razão da falta de informações a respeito da drenagem e sondagem do solo, não foi possível identificar precisamente a viabilidade técnica e econômica de implantação da trincheira. Diante disso, foi desenvolvido o traçado, suas seções e sinalização viária, apresentados em forma de anteprojeto no apêndice B.

6.5.2 Implantação da obra

Foi realizado um levantamento de dados para coletar informações específicas sobre o local. Entretanto, mesmo após uma vasta pesquisa nos órgãos estaduais, federais e municipais, não foram encontrados dados geotécnicos e geológicos da região. O DEER disponibilizou as

curvas de nível em arquivo DWG, apresentadas no apêndice D, e um livro referente as rodovias de sua jurisdição, entretanto, como o material datava de 1988 não foi possível identificar o levantamento topográfico devido à falta de legibilidade dos documentos.

6.5.3 Revisão da Sinalização

Diante de todas as irregularidades identificadas na interseção, fica clara a extrema importância da revisão da sinalização existente no local. Para isso, foi consultado o Manual de Sinalização CONTRAN, volumes I, II, III, IV e VI para realizar a reformulação da sinalização.

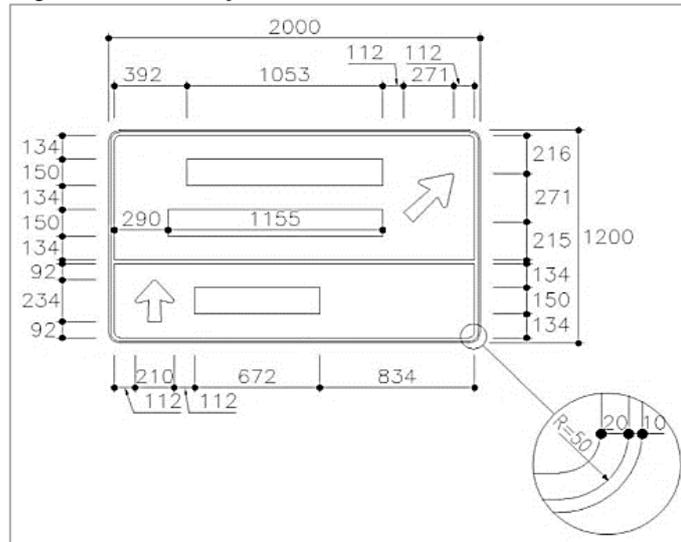
Como forma de tornar a sinalização eficaz, foram analisadas as irregularidades presentes no local. Foi identificada a falta de sinalização indicativa de sentido nos trechos Cambuquira-Campanha e Campanha-Caxambu. Além destas, a sinalização existente no trecho Cambuquira-Caxambu encontra-se em situação precária, que prejudica a visibilidade dos motoristas. Também se notou que a visibilidade da pista e placas é comprometida pelo sol e pela alta vegetação.

Como forma de facilitar o entendimento dos motoristas e melhorar as condições da via, chegou-se à conclusão de que é necessário implantar a sinalização vertical indicativa de sentido nos pontos citados, reinstalar as placas existentes que se encontram em condições precárias, implantar sinalização horizontal em complemento à sinalização vertical de “PARE” e “DÊ A PREFERÊNCIA”, realizar a manutenção periódica da via, instalar a placa de passagem obrigatória no trecho Cambuquira/ Campanha e utilizar marcas transversais para orientar os condutores a reduzirem a velocidade e dar preferência de passagem.

A sinalização horizontal, apesar de comumente não ser tão utilizada quanto a vertical, irá permitir maior discernimento dos locais que deverão ser acessados.

Na elaboração do projeto de sinalização viária foram utilizados os critérios apresentados no trabalho em questão, definidos pelos Manuais de Sinalização do CONTRAN. O projeto de reformulação da sinalização é apresentado no apêndice C. As dimensões das placas indicativas de sentido e de confirmação de sentido foram adaptadas das dimensões indicadas por Brasil (2014), apresentadas a seguir na figura 49.

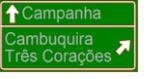
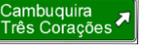
Figura 49 - Sinalização indicativa de sentido



Fonte: Adaptado de Brasil, 2014.

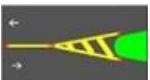
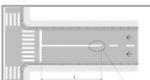
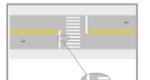
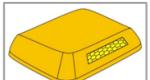
Para melhor planejamento do empreendimento realizou-se o orçamento das sinalizações, conforme apresentado nos quadros 23 e 24.

Quadro 23 - Estimativa de custos da sinalização vertical

| Sinalização Vertical – Estimativa de custos | | | | | | | |
|---|--------|------------|----------|-----------|------|----------------|---------------------|
| Imagem | Código | Quantidade | Material | Dimensão | Área | Preço Unitário | Preço Total |
|  | R-1 | 2 | Aço | 0,4 | 0,53 | R\$ 400,00 | R\$ 212,00 |
|  | R-2 | 2 | Aço | 1 | 0,42 | R\$ 400,00 | R\$ 169,60 |
|  | R-19.4 | 2 | Aço | 1 | 0,79 | R\$ 400,00 | R\$ 314,16 |
|  | R-19.6 | 2 | Aço | 1 | 0,79 | R\$ 400,00 | R\$ 314,16 |
|  | R-24b | 1 | Aço | 1 | 0,79 | R\$ 400,00 | R\$ 314,16 |
|  | I-3.a | 1 | Aço | 0,85x0,57 | 0,48 | R\$ 400,00 | R\$ 193,80 |
|  | I-3 | 1 | Aço | 0,60x0,67 | 0,40 | R\$ 400,00 | R\$ 160,80 |
|  | I-6.1 | 1 | Aço | 2,00x1,20 | 2,40 | R\$ 400,00 | R\$ 1.352,00 |
|  | I-7.4 | 1 | Aço | 2,00x1,40 | 2,80 | R\$ 400,00 | R\$ 1.664,00 |
|  | I-5.1 | 1 | Aço | 2,00x0,50 | 1,00 | R\$ 400,00 | R\$ 800,00 |
|  | I-6.3 | 1 | Aço | 2,00x0,80 | 1,60 | R\$ 400,00 | R\$ 1.404,00 |
|  | I-6.3 | 1 | Aço | 2,00x0,80 | 1,60 | R\$ 400,00 | R\$ 1.414,80 |
| TOTAL | | | | | | | R\$ 8.313,48 |

Fonte: Megasinalização, 2019.

Quadro 24 - Estimativa de custos da sinalização horizontal

| Sinalização Horizontal – Estimativa de custos | | | | | | | | | |
|---|---------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|-------------|-------------------|-----------------------|----------------------|
| Imagem | Código | Cadência | Material | Largura | Comprimento | Área | Quantidade | Preço Unitário | Preço Total |
|  | LDP | 0,5x0,5 | Tinta Acrílica | Ver detalhe | Ver detalhe | 1,29 | 2,00 | 17,98 | 46,39 |
|  | LFO-3 | Não há | Tinta Acrílica | 0,15 | 2195,87 | 329,38 | / | 11,63 | 3830,69 |
|  | LCA | Não há | Tinta Acrílica | 0,1 | 1018,33 | 101,83 | / | 17,98 | 1830,90 |
|  | ZPA | Não há | Tinta Acrílica | 0,1 | 251,72 | 25,17 | / | 17,98 | 452,56 |
|  | LMS | 1x2 | Tinta Acrílica | 0,1 | 106,26 | 3,54 | / | 11,63 | 41,17 |
|  | LRE | Não há | Tinta Acrílica | 0,3 | 6,4 | 1,92 | / | 11,63 | 22,33 |
|  | LBO | Não há | Tinta Acrílica | 0,1 | 2420,64 | 242,06 | / | 11,63 | 2815,16 |
|  | Tacha | 8x8 | Tinta Acrílica | 0,1 | 0,1 | 0,01 | 109,00 | 11,63 | 1267,67 |
| TOTAL | | | | | | | | | R\$ 10.306,87 |

Fonte: Megasinalização, 2019.

7 CONCLUSÃO

Partindo do objetivo de analisar os impactos causados pela sinalização precária e ineficácia na geometria da via, foram formuladas duas propostas a fim de reduzir o índice de acidentes de trânsito no cruzamento das rodovias BR- 267 e MG- 167, bem como proporcionar maior conforto, segurança e simplicidade no entendimento da interseção por parte dos usuários.

Os dados de acidentes e os resultados apresentados no questionário reforçaram a relevância da reconfiguração do local. Como solução, foi apresentado um estudo de anteprojeto geométrico de uma trincheira que, diante das condições locais, é uma alternativa cabível. Em contrapartida, em busca de uma proposta envolvendo menor custo e tempo de implantação, optou-se pela reformulação da sinalização, fazendo as alterações necessárias no local, a partir do levantamento de dados de campo.

A alternativa de alteração da geometria proposta permitiria diminuir os pontos de conflito e o tempo de espera, haveria maior fluidez no tráfego, devido à ausência de cruzamentos, maior segurança, conforto e entendimento dos usuários. A alteração do traçado também possibilitaria a redução de erros cometidos pelos motoristas, decorrentes da falta de compreensão da geometria atual, conseqüentemente, haveria a diminuição dos acidentes.

A reformulação da sinalização possibilitaria maior compreensão das localidades a serem acessadas, bem como maior segurança dos usuários, pois, com a implantação da sinalização de regulamentação, advertência, indicação e a sinalização horizontal, o tráfego seria mais organizado e, portanto, teria maior fluidez.

A formulação das propostas foi extremamente importante na ampliação de conhecimentos e principalmente por proporcionar alternativas para a diminuição de tragédias tão frequentes. Por meio deste estudo reforça-se a importância do assunto apresentado e como o mesmo exerce impactos na vida dos usuários do local e de toda a população.

As considerações finais deste trabalho compreendem a revisão e alterações na sinalização do local, por ser uma medida menos onerosa e que tem sua implantação em menor tempo; e a alteração da interseção atual, transformando-a em uma interseção em níveis diferentes, no caso da trincheira, exige maior investimento e tempo. Ambas contribuiriam significativamente tanto na eficácia quanto na redução do índice de acidentes.

O projeto de sinalização, bem como o anteprojeto de traçado da trincheira estão apresentados nos apêndices B e C. Espera-se que esse trabalho contribua para as decisões do poder público, bem como para o conforto e segurança dos usuários do trecho analisado neste trabalho e/ou outros locais com características semelhantes.

8 REFERÊNCIAS

_____. Manual de Projeto de Interseções. 2.ed. Rio de Janeiro: IPR, 2005. 528p. (IPR. Publ., 718).

BRASIL. **Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNIT)**. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. Manual de projeto de obras-de-arte especiais - Rio de Janeiro, 1996. 225p. (IPR. Publ., 698).

BRASIL. **Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNIT)**. Glossário de termos técnicos rodoviários. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. **Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNIT)**. Manual de projeto geométrico de rodovias rurais. Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. **Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNIT)**. Manual de estudos de tráfego. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de implantação básica de rodovia. – 3. ed. - Rio de Janeiro, 2010. 617p. (IPR. Publ. 742).

Campos, V. B. G. (2013). Planejamento de transportes: Conceitos e modelos. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2013. 188 p.

Conselho Nacional de Trânsito (Brasil) (CONTRAN). Sinalização vertical de advertência/ Contran- Denatran. 1ª edição – Brasília: Contran, 2007. 218 p.: il. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito; 2)

CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume III (Sinalização Vertical de Indicação), Brasília, Contran, 2014, 343 páginas.

CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) – Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume VI (Dispositivos Auxiliares), Brasília, Contran, 2016, 214 páginas.

Estradas: projeto geométrico e de terraplanagem / Paulo Mendes Antas [*et alli*]. – Rio de Janeiro: Interciência, 2010, 282 p.

GOOGLE EARTH MAPAS. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/@-21.8702096,-45.3177764,3a,60y,90t/data=!3m6!1e1!3m4!1siXMKD1wPDvqRLU6wgvDNIA!2e0!7i13312!8i6656>>. Acesso em 21 mar. 2019.

Grupo Mega Sinalização, 2019. Disponível em: <<https://www.megasinalizacao.com.br/>>. Acesso em: 21/10/2019

Guia de Análise de Projetos Rodoviários do DNIT, disponível em: <http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/desenvolvimento-e-projetos/1/1_GuiadeAnalise_Leituradigital_V3_.pdf>. Acesso em 12 set. 2019.

HOEL, L. A et al. **Engenharia de Infraestrutura de Transportes**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MILLACK, Thais Schutz 2014. Projeto geométrico de uma interseção em desnível. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/121992>>. Acesso em 13 mar. 2019.

NÚMERO DE MORTES EM ACIDENTES DE TRÂNSITO CRESCE 29,8% NO 1º TRIMESTRE NO SUL DE MINAS GERAIS. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2019/04/03/numero-de-mortes-em-acidentes-de-transito-cresce-298percent-no-1o-trimestre-no-sul-de-mg.ghtml>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

ODA, Sandra. PROJETO GEOMÉTRICO DE VIAS. 2002. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/48637831/Apostila-Projeto-de-Estradas-I>>. Acesso em: 07/05/2019
ONU. Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável globais. *Agenda 2030*. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 27 abr. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - OMS. Década de Ação pela Segurança no Trânsito – 2011-2020. Resolução ONU nº 2, de 2009. Proposta para o Brasil para Redução de Acidentes e Segurança Viária. São Paulo, 2011.

Polícia Militar- PM, 2019.

Polícia Militar Rodoviária de Varginha – PMRV, 2019.

Polícia Rodoviária Estadual – PRE, 2019.

Polícia Rodoviária Federal- PRF, 2019.

PONTES FILHO, G. **Estradas e Rodagem: Projeto Geométrico**. UFSCar, São Carlos, 1998.

Resolução nº, 396 de 13 de dezembro de 2011, do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN.

SAMPAIO, Janaina. Trânsito mata mais que crime violentos em nove estados. **Revista Veja**, Brasil, 1 maio de 2019. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/brasil/transito-mata-mais-que-crimes-violentos-em-nove-estados/>>. Acesso em 12 abr. de 2019.

Técnicas para elaboração de trabalhos acadêmicos/ Grupo Unis – Varginha UNIS, 2012. 128 p.

Transporte e modais: com suporte de TI e SI/ [livro eletrônico] / Edelvino Razzolini Filho.- Curitiba: Intersaberes, 2012. – (Série Logística Organizacional).

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUADROS DE CONTAGEM DE TRÁFEGO

Quadro 25 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Cambuquira/Campanha)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMBUQUIRA – CAMPANHA (13/05/19) | | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 9 |
| 17:15/17:30 | 5 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 8 |
| 17:30/17:45 | 6 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 10 |
| 17:45/18:00 | 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 12 |
| 18:00/18:15 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| 18:15/18:30 | 5 | 1 | 1 | 0 | 3 | 2 | 12 |
| 18:30/18:45 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| 18:45/19:00 | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 6 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 26 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Cambuquira/Caxambu)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMBUQUIRA – CAXAMBU (13/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 7 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 12 |
| 17:15/17:30 | 6 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 11 |
| 17:30/17:45 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 16 |
| 17:45/18:00 | 8 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 13 |
| 18:00/18:15 | 11 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 19 |
| 18:15/18:30 | 8 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 12 |
| 18:30/18:45 | 6 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| 18:45/19:00 | 7 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 12 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 27 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Caxambu/Cambuquira)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAXAMBU - CAMBUQUIRA (13/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 7 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 13 |
| 17:15/17:30 | 6 | 0 | 1 | 3 | 2 | 0 | 12 |
| 17:30/17:45 | 9 | 2 | 1 | 2 | 2 | 5 | 21 |
| 17:45/18:00 | 11 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 15 |
| 18:00/18:15 | 8 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 13 |
| 18:15/18:30 | 8 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 12 |
| 18:30/18:45 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| 18:45/19:00 | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 10 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 28 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Caxambu/Campanha)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAXAMBU - CAMPANHA (13/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 5 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 11 |
| 17:15/17:30 | 6 | 2 | 1 | 5 | 0 | 0 | 14 |
| 17:30/17:45 | 8 | 1 | 2 | 8 | 2 | 0 | 21 |
| 17:45/18:00 | 9 | 2 | 2 | 6 | 1 | 2 | 22 |
| 18:00/18:15 | 7 | 1 | 2 | 5 | 0 | 1 | 16 |
| 18:15/18:30 | 6 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 11 |
| 18:30/18:45 | 7 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| 18:45/19:00 | 5 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 10 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 29 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Campanha/Caxambu)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMPANHA - CAXAMBU (13/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 6 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 11 |
| 17:15/17:30 | 8 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 16 |
| 17:30/17:45 | 11 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 24 |
| 17:45/18:00 | 9 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 17 |
| 18:00/18:15 | 6 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | 12 |
| 18:15/18:30 | 8 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 14 |
| 18:30/18:45 | 6 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| 18:45/19:00 | 5 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 9 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 30 - Contagem de Tráfego – Segunda-Feira (Campanha/Cambuquira)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMPANHA - CAMBUQUIRA (13/05/19) | | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 4 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| 17:15/17:30 | 7 | 0 | 1 | 2 | 1 | 4 | 15 |
| 17:30/17:45 | 9 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 19 |
| 17:45/18:00 | 7 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | 17 |
| 18:00/18:15 | 6 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 10 |
| 18:15/18:30 | 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 8 |
| 18:30/18:45 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| 18:45/19:00 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 |

Fonte: O Autor.

Quadro 31 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Cambuquira/Campanha)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMBUQUIRA - CAMPANHA (14/05/19) | | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 6 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 11 |
| 17:15/17:30 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 11 |
| 17:30/17:45 | 5 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 8 |
| 17:45/18:00 | 7 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 9 |
| 18:00/18:15 | 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| 18:15/18:30 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 |
| 18:30/18:45 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 18:45/19:00 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 32 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Cambuquira/Caxambu)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMBUQUIRA - CAXAMBU (14/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 5 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| 17:15/17:30 | 6 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| 17:30/17:45 | 8 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 15 |
| 17:45/18:00 | 7 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 18:00/18:15 | 12 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 14 |
| 18:15/18:30 | 7 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 12 |
| 18:30/18:45 | 6 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| 18:45/19:00 | 5 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 8 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 33 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Caxambu/Cambuquira)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAXAMBU - CAMBUQUIRA (14/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 5 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 12 |
| 17:15/17:30 | 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 8 |
| 17:30/17:45 | 8 | 1 | 2 | 2 | 1 | 5 | 19 |
| 17:45/18:00 | 10 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 13 |
| 18:00/18:15 | 9 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 11 |
| 18:15/18:30 | 7 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 9 |
| 18:30/18:45 | 6 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 9 |
| 18:45/19:00 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 6 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 34 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Caxambu/Campanha)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAXAMBU - CAMPANHA (14/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 6 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 12 |
| 17:15/17:30 | 6 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 11 |
| 17:30/17:45 | 5 | 2 | 1 | 6 | 0 | 1 | 15 |
| 17:45/18:00 | 9 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 19 |
| 18:00/18:15 | 8 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 12 |
| 18:15/18:30 | 6 | 0 | 1 | 5 | 1 | 0 | 13 |
| 18:30/18:45 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| 18:45/19:00 | 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 35 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Campanha/Caxambu)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMPANHA - CAXAMBU (14/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 5 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 11 |
| 17:15/17:30 | 6 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 12 |
| 17:30/17:45 | 9 | 1 | 3 | 2 | 0 | 1 | 16 |
| 17:45/18:00 | 9 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 12 |
| 18:00/18:15 | 7 | 1 | 1 | 3 | 2 | 0 | 14 |
| 18:15/18:30 | 5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 9 |
| 18:30/18:45 | 6 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 9 |
| 18:45/19:00 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 36 - Contagem de Tráfego – Terça-Feira (Campanha/Cambuquira)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMPANHA - CAMBUQUIRA (14/05/19) | | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 8 |
| 17:15/17:30 | 6 | 0 | 1 | 2 | 2 | 4 | 15 |
| 17:30/17:45 | 8 | 1 | 2 | 1 | 0 | 3 | 15 |
| 17:45/18:00 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 15 |
| 18:00/18:15 | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 8 |
| 18:15/18:30 | 6 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 10 |
| 18:30/18:45 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 18:45/19:00 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 5 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 37 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Cambuquira/Campanha)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMBUQUIRA - CAMPANHA (15/05/19) | | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 11 |
| 17:15/17:30 | 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 11 |
| 17:30/17:45 | 5 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 9 |
| 17:45/18:00 | 6 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 11 |
| 18:00/18:15 | 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| 18:15/18:30 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 7 |
| 18:30/18:45 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| 18:45/19:00 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 38 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Cambuquira/Caxambu)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMBUQUIRA - CAXAMBU (15/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 5 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 9 |
| 17:15/17:30 | 7 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 12 |
| 17:30/17:45 | 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 13 |
| 17:45/18:00 | 8 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 18:00/18:15 | 10 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 14 |
| 18:15/18:30 | 6 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 9 |
| 18:30/18:45 | 7 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 10 |
| 18:45/19:00 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 7 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 39 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Caxambu/Cambuquira)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAXAMBU - CAMBUQUIRA (15/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 7 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 14 |
| 17:15/17:30 | 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 11 |
| 17:30/17:45 | 7 | 0 | 0 | 3 | 1 | 5 | 16 |
| 17:45/18:00 | 10 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 14 |
| 18:00/18:15 | 9 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 13 |
| 18:15/18:30 | 7 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 12 |
| 18:30/18:45 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 18:45/19:00 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 40 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Caxambu/Campanha)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAXAMBU - CAMPANHA (15/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 6 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 14 |
| 17:15/17:30 | 6 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 11 |
| 17:30/17:45 | 7 | 2 | 2 | 4 | 1 | 5 | 21 |
| 17:45/18:00 | 8 | 0 | 2 | 6 | 2 | 1 | 19 |
| 18:00/18:15 | 6 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 9 |
| 18:15/18:30 | 5 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 10 |
| 18:30/18:45 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| 18:45/19:00 | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 6 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 41 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Campanha/Caxambu)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMPANHA - CAXAMBU (15/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 7 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 14 |
| 17:15/17:30 | 6 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0 | 13 |
| 17:30/17:45 | 9 | 1 | 3 | 2 | 0 | 2 | 17 |
| 17:45/18:00 | 8 | 0 | 3 | 5 | 1 | 1 | 18 |
| 18:00/18:15 | 7 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 14 |
| 18:15/18:30 | 6 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 12 |
| 18:30/18:45 | 4 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 9 |
| 18:45/19:00 | 5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 9 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 42 - Contagem de Tráfego – Quarta-Feira (Campanha/Cambuquira)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMPANHA - CAMBUQUIRA (15/05/19) | | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 8 |
| 17:15/17:30 | 7 | 0 | 2 | 1 | 1 | 4 | 15 |
| 17:30/17:45 | 8 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 13 |
| 17:45/18:00 | 6 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 14 |
| 18:00/18:15 | 5 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 9 |
| 18:15/18:30 | 4 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 7 |
| 18:30/18:45 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 18:45/19:00 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 43 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Cambuquira/Campanha)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMBUQUIRA - CAMPANHA (16/05/19) | | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 9 |
| 17:15/17:30 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| 17:30/17:45 | 6 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| 17:45/18:00 | 5 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 9 |
| 18:00/18:15 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| 18:15/18:30 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 9 |
| 18:30/18:45 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| 18:45/19:00 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 44 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Cambuquira/Caxambu)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMBUQUIRA - CAXAMBU (16/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 6 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0 | 13 |
| 17:15/17:30 | 7 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 12 |
| 17:30/17:45 | 10 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 16 |
| 17:45/18:00 | 10 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 15 |
| 18:00/18:15 | 9 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 16 |
| 18:15/18:30 | 8 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| 18:30/18:45 | 5 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| 18:45/19:00 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 10 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 45 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Caxambu/Cambuquira)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAXAMBU - CAMBUQUIRA (16/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 7 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 15 |
| 17:15/17:30 | 7 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 14 |
| 17:30/17:45 | 10 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 20 |
| 17:45/18:00 | 12 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 18 |
| 18:00/18:15 | 8 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 14 |
| 18:15/18:30 | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 11 |
| 18:30/18:45 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| 18:45/19:00 | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 7 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 46 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Caxambu/Campanha)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAXAMBU - CAMPANHA (16/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 13 |
| 17:15/17:30 | 6 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 14 |
| 17:30/17:45 | 7 | 1 | 2 | 4 | 0 | 0 | 14 |
| 17:45/18:00 | 10 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 22 |
| 18:00/18:15 | 7 | 0 | 1 | 5 | 1 | 1 | 15 |
| 18:15/18:30 | 5 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 13 |
| 18:30/18:45 | 6 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 13 |
| 18:45/19:00 | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 10 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 47 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Campanha/Caxambu)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMPANHA - CAXAMBU (16/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 7 | 1 | 3 | 3 | 1 | 0 | 15 |
| 17:15/17:30 | 8 | 2 | 4 | 3 | 2 | 0 | 19 |
| 17:30/17:45 | 10 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 19 |
| 17:45/18:00 | 7 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 16 |
| 18:00/18:15 | 6 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| 18:15/18:30 | 6 | 2 | 4 | 1 | 1 | 0 | 14 |
| 18:30/18:45 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 12 |
| 18:45/19:00 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 10 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 48 - Contagem de Tráfego – Quinta-Feira (Campanha/Cambuquira)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMPANHA - CAMBUQUIRA (16/05/19) | | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 6 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 13 |
| 17:15/17:30 | 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 11 |
| 17:30/17:45 | 8 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 16 |
| 17:45/18:00 | 10 | 1 | 2 | 0 | 1 | 5 | 19 |
| 18:00/18:15 | 6 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 9 |
| 18:15/18:30 | 7 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 11 |
| 18:30/18:45 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 18:45/19:00 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 49 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Cambuquira/Campanha)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMBUQUIRA - CAMPANHA (17/05/19) | | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 7 | 1 | 0 | 3 | 1 | 2 | 14 |
| 17:15/17:30 | 6 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 11 |
| 17:30/17:45 | 6 | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 13 |
| 17:45/18:00 | 8 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 13 |
| 18:00/18:15 | 5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 9 |
| 18:15/18:30 | 6 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 11 |
| 18:30/18:45 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 9 |
| 18:45/19:00 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 7 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 50 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Cambuquira/Caxambu)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMBUQUIRA - CAXAMBU (17/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 8 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 14 |
| 17:15/17:30 | 9 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 15 |
| 17:30/17:45 | 12 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 23 |
| 17:45/18:00 | 10 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 16 |
| 18:00/18:15 | 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 18:15/18:30 | 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 13 |
| 18:30/18:45 | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 10 |
| 18:45/19:00 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 10 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 51 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Caxambu/Cambuquira)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAXAMBU - CAMBUQUIRA (17/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 8 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 19 |
| 17:15/17:30 | 7 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 13 |
| 17:30/17:45 | 10 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 20 |
| 17:45/18:00 | 9 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 15 |
| 18:00/18:15 | 9 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 18:15/18:30 | 7 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 13 |
| 18:30/18:45 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 18:45/19:00 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 10 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 52 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Caxambu/Campanha)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAXAMBU - CAMPANHA (17/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 6 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 16 |
| 17:15/17:30 | 6 | 1 | 2 | 6 | 1 | 0 | 16 |
| 17:30/17:45 | 13 | 2 | 1 | 6 | 2 | 0 | 24 |
| 17:45/18:00 | 11 | 1 | 3 | 7 | 1 | 2 | 25 |
| 18:00/18:15 | 8 | 1 | 1 | 4 | 0 | 1 | 15 |
| 18:15/18:30 | 9 | 0 | 2 | 5 | 1 | 0 | 17 |
| 18:30/18:45 | 7 | 2 | 1 | 3 | 2 | 0 | 15 |
| 18:45/19:00 | 8 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 13 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 53 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Campanha/Caxambu)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMPANHA - CAXAMBU (17/05/19) | | | | | | | |
|---|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 8 | 2 | 3 | 3 | 1 | 0 | 17 |
| 17:15/17:30 | 10 | 1 | 3 | 5 | 1 | 0 | 20 |
| 17:30/17:45 | 14 | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 | 26 |
| 17:45/18:00 | 12 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 24 |
| 18:00/18:15 | 7 | 1 | 2 | 3 | 0 | 2 | 15 |
| 18:15/18:30 | 9 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 16 |
| 18:30/18:45 | 8 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 14 |
| 18:45/19:00 | 6 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 11 |

Fonte: O Autor, 2019.

Quadro 54 - Contagem de Tráfego – Sexta-Feira (Campanha/Cambuquira)

| CONTAGEM VOLUMÉTRICA: CAMPANHA - CAMBUQUIRA (17/05/19) | | | | | | | |
|--|-------|--------------|--------|-----------|-------|------|-------|
| PERÍODO | AUTOS | CAMINHONETES | ÔNIBUS | CAMINHÕES | MOTOS | VANS | TOTAL |
| 17:00/17:15 | 7 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 15 |
| 17:15/17:30 | 9 | 1 | 1 | 2 | 0 | 3 | 16 |
| 17:30/17:45 | 11 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 20 |
| 17:45/18:00 | 9 | 0 | 2 | 1 | 2 | 3 | 18 |
| 18:00/18:15 | 9 | 1 | 0 | 3 | 1 | 0 | 14 |
| 18:15/18:30 | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 18:30/18:45 | 8 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 13 |
| 18:45/19:00 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 11 |

Fonte: O Autor, 2019.

APÊNDICE B

APÊNDICE C

APÊNDICE D