

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

LEONARDO FELIX DA SILVA

**PLANO FUNCIONAL PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DE ACESSO À
ÁREA INDUSTRIAL JUNTO À RODOVIA RSC-453, MUNICÍPIO DE
GARIBALDI/RS**

São Leopoldo

2022

LEONARDO FELIX DA SILVA

**PLANO FUNCIONAL: ELABORAÇÃO DE PROJETO DE ACESSO À ÁREA
INDUSTRIAL JUNTO À RODOVIA RSC-453, MUNICÍPIO DE GARIBALDI/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil, pelo Curso de
Engenharia Civil da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. M. Eng. Fabiano da Silva Jorge

São Leopoldo

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais que me deram todo o suporte e apoio necessário para chegar até esta etapa, a Deus e a todos os amigos e demais familiares que de alguma forma contribuíram durante estes anos.

Aos professores que contribuíram diretamente na formação acadêmica trazendo não só o conteúdo teórico, mas também diversas questões da vida profissional, na qual contribuí significativamente na formação.

E por fim, ao professor Fabiano da Silva Jorge pela orientação deste trabalho de conclusão de curso, que sempre esteve à disposição em todos os momentos em que foi acionado para atender as dúvidas relacionadas a este trabalho, sempre com muita atenção e agilidade.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem por objetivo apresentar um plano funcional visando melhorias no acesso situado na RSC-453 no km 102+700 em Garibaldi/RS. O local é conhecido pelo grande número de acidentes decorrentes pela falta de sinalização, dispositivos de controle de tráfego e a dificuldade de giro que veículos pesados enfrentam para acessar o local. Diante desta situação, se viu necessário elaborar um estudo na qual seja possível reorganizar o tráfego, minimizar ou até mesmo eliminar estes acidentes que deixam os usuários da via com uma certa insegurança na utilização deste acesso. Para atingir o objetivo deste trabalho foi necessário um estudo no qual envolvem conceitos e elementos presentes nos projetos de interseções, para que assim seja possível garantir a melhor escolha de um sistema que venha garantir maior segurança aos usuários deste acesso. A partir do estudo foram levantados dados relevantes como dados topográficos e de tráfego, para que assim fosse feita uma análise completa do trecho seguindo os manuais de projeto geométrico, interseções e estudo de tráfego. Após as etapas de análise de dados e resultados obtidos, a nova proposta apresentada ao acesso objetiva-se eliminar os acidentes, resolver os pontos de conflitos existentes e demais movimentos que são executados de maneira insegura, garantindo uma melhor trafegabilidade e, portanto, garantindo assim maior segurança aos usuários.

Palavras-chave: Plano Funcional. RSC-453. Interseções. Segurança.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de conflito nas interseções	16
Figura 2 – Pontos de conflito na interseção de quatro ramos e na rótula com uma faixa de tráfego.....	17
Figura 3 – Representação de pontos cegos.....	18
Figura 4 – Ângulos limites de pontos cegos	19
Figura 5 – Tipos de movimentos em uma interseção.....	21
Figura 6 – Interseção em “T”	23
Figura 7 – Interseção em “T” ou “Y”	23
Figura 8 – Interseção em quatro ramos	23
Figura 9 – Interseção em ramos múltiplos	24
Figura 10 – Interseção tipo gota.....	24
Figura 11 – Interseção tipo canalizada.....	25
Figura 12 - Rótula.....	25
Figura 13 – Interseção tipo rótula vazada	26
Figura 14 – Interseção com sinalização semafórica.....	26
Figura 15 - Trombeta.....	27
Figura 16 - Diamante.....	28
Figura 17 – Trevo completo.....	28
Figura 18 – Trevo parcial	29
Figura 19 - Direcional	29
Figura 20 – Semidirecional com laços.....	30
Figura 21 - Giratório	30
Figura 22 – Limites de emprego para interseções á nível.....	32
Figura 23 – Veículo de projeto VP.....	34
Figura 24 – Veículo de projeto CO	35
Figura 25 – Veículo de projeto O.....	35
Figura 26 – Veículo de projeto SR	36
Figura 27 – Veículo de projeto RE	36
Figura 28 - Fluxograma	43
Figura 29 – Localização da cidade de Garibaldi.....	44
Figura 30 – Localização do acesso em estudo	45
Figura 31 – Situação atual do acesso	45

Figura 32 – Acesso km 102+700.....	46
Figura 33 – Acesso km 102+700.....	46
Figura 34 – Ferramenta de trânsito	48
Figura 35 – Ponto para contagem de tráfego.....	49
Figura 36 – Aproximações do acesso da RSC - 453.....	49
Figura 37 – Veículo de Projeto	50
Figura 38 – Equipamento utilizado	52
Figura 39 – Planejamento de voo.....	52
Figura 40 – Nuvem de pontos densa	53
Figura 41 – Área de pontos cegos do condutor.....	56
Figura 42 – Pontos de conflitos	56
Figura 43 – Ortofoto	57
Figura 44 – Curvas de níveis e Modelo Digital de Terreno	58
Figura 45 – Fluxograma de tráfego RSC – 453 km 102+700	62
Figura 46 – Limites de emprego para interseções à nível.....	63
Figura 47 – Alteração de traçado	64
Figura 48 – Viaduto	66
Figura 49 – Retorno	66
Figura 50 – Retorno operacional	67
Figura 51 – Alternativa final.....	68
Figura 52 – Detalhe da pista	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Acidentes de 2012 à 2022	47
Gráfico 2 – Contagem de Tráfego	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais dimensões básicas dos veículos de projeto.....	36
Tabela 2 – Localização do fluxo e sentido da RSC – 453 km 102+700	50
Tabela 3 – Dados de Voo.....	51
Tabela 4 – Especificações da aeronave.....	51
Tabela 5 – Características básicas do projeto geométrico das rodovias estaduais ..	54
Tabela 6 – Quadro Resumo	61

LISTA DE SIGLAS

CO	Caminhões e ônibus convencionais
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CRBM	Comando Rodoviário da Brigada Militar
DAER	Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
FHP	Fator Horário de Pico
M	Motocicletas, motonetas e bicicletas a motor
MDT	Modelo digital de terreno
O	Veículos comerciais rígidos de maiores dimensões, ônibus urbanos longos caminhões longos, frequentemente com três eixos (trucão)
RAIMED	Revista de Administração IMED
SR/RE	Semirreboques e Reboques
UCP	Unidades de Carro de Passeio
V15max	Volume de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora pico
VHP	Volume Horário de Projeto
VMD	Volume Médio Diário
VMDa	Volume Médio Diário Anual
VMDd	Volume Médio Diário em um Dia de Semana
VMDm	Volume Médio Diário Mensal
VMDs	Volume Médio Diário Semanal
VP	Veículos leves
Vpd	Veículos/dia
Vph	Veículos/hora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 PROBLEMA	12
1.4 OBJETIVOS	13
1.4.1 Objetivo Geral	13
1.4.2 Objetivos Específicos	13
1.5 JUSTIFICATIVA	13
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	14
2.1 MOBILIDADE URBANA	14
2.2 SISTEMA VIÁRIO	15
2.3 SEGURANÇA VIÁRIA.....	15
2.3.1 Pontos de Conflito	16
2.3.2 Visibilidade	18
2.4 TOPOGRAFIA.....	19
2.5 ENGENHARIA DE TRÁFEGO	20
2.6 INTERSEÇÕES.....	21
2.6.1 Classificação das interseções	22
2.6.1.1 Interseção em nível	22
2.6.1.2 Interseções em Níveis Diferentes.....	27
2.6.2 Tipo de interseção a ser adotada	31
2.7 ESTUDO DE TRÁFEGO	33
2.8 VEÍCULOS DE PROJETO	34
2.9 VOLUME DE TRÁFEGO.....	37
2.9.1 Volume Médio Diário	37
2.9.2 Volume Horário de Projeto	38
2.9.2.1 Expansão Horária.....	38
2.9.3 Horas de Pico	39
2.9.3.1 Fator Hora de Pico	39
2.9.4 Composição de Tráfego	40
2.9.5 Contagem Volumétrica	41
2.9.5.1 Métodos de Contagens	41

	10
2.9.5.2 Contagens em Interseções.....	42
3 METODOLOGIA	43
3.1 DEFINIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO.....	44
3.2 ACIDENTES.....	47
3.3 CONTAGEM DE TRÁFEGO	47
3.3.1 Definição do veículo de projeto	50
3.4 ESTUDO TOPOGRÁFICO	51
3.5 ANÁLISE PLANIALTIMÉTRICA DO ACESSO	53
3.6 CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA DA RODOVIA.....	54
4 RESULTADOS.....	55
4.1 ANÁLISE DO TRECHO.....	55
4.1.1 Pontos de conflito	55
4.1.3 Topografia.....	57
4.2 ESTUDO DE TRÁFEGO	59
4.2.1 Fluxo no acesso	59
4.2.1.1 Fator de Horário Pico	60
4.3.2 Definição da interseção	62
4.3 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS	64
4.3.1 Alternativa 1	64
4.3.2 Alternativa 2.....	65
4.3.3 Alternativa 3.....	67
4.4 PROJETO GEOMÉTRICO	68
5 CONCLUSÕES	70
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	71
REFERÊNCIAS.....	72
APÊNDICE A – ESTUDO DE TRÁFEGO 2022	75
APÊNDICE B – RETORNO OPERACIONAL	76
APÊNDICE C – SAÍDAS.....	77
APÊNDICE D – VIADUTO	78
APÊNDICE E – CORTES.....	79
APÊNDICE F – CORTES.....	80
ANEXO A – FORMULÁRIO DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA.....	81
ANEXO B – FORMULÁRIO DE CONTAGEM EM INTERSEÇÕES	82

1 INTRODUÇÃO

Durante a pandemia os setores de transportes foram fortemente afetados devido a oferta e demanda que provocou o distanciamento social. (SICCHERINO, REIS, 2020). Porém com os cenários atuais o transporte se diversificou de certa forma, e aos poucos, novas demandas foram surgindo e os setores de transporte voltando à normalidade.

Como em qualquer lugar do mundo as necessidades sociais e econômicas das pessoas necessitam de uma forma de deslocamento, seja ele a pé ou com veículos de transportes motorizados e não motorizados. Esses deslocamentos são realizados pelas pessoas em média 2 vezes por dia. (VASCONCELLOS, 2011).

No entanto, sabemos que a qualidade das estradas brasileiras é precária, e devido a esta precariedade faz com que gerem altos índices de acidentes. Segundo Albano (2007), onde ocorrem 53% dos acidentes são em interseções, que em uma área total entre rodovias Federais e Estaduais representam a 4%. O que se pode notar que movimentos e manobras em rodovias ou áreas urbanas acabam gerando acidentes.

Para minimizar estes acidentes dispositivos são utilizados como por exemplo as Rotatórias, que conforme o Manual de Medidas Moderadoras do Tráfego (2022), a rotatória por sua vez é uma interseção em círculo com o objetivo de limitar a velocidade dos veículos que estão transitando pelo local e organizar o fluxo do tráfego, reduzindo assim os conflitos entre veículos.

Sendo assim através de um problema recorrente a anos em um dos acessos à área industrial de Garibaldi/RS junto à RSC-453, se viu necessário realizar um estudo buscando dispositivos eficientes para controlar o trânsito do local ou até mesmo a realização de um novo traçado. Visto que atualmente no local há ausência de sinalização viária tanto horizontal como vertical e não existe quaisquer tipos de dispositivos para controle dos veículos no acesso.

1.1 TEMA

O trabalho visa propor uma alternativa de solução para o acesso a área industrial junto a RSC-453 em Garibaldi a partir da análise de dados coletados, visando melhorar a mobilidade do local e garantindo a segurança viária.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente trabalho limita-se ao plano funcional tendo como base estudos topográficos e projeto geométrico, onde não será avaliada a questão econômica. Os dados topográficos foram elaborados e fornecidos pelo autor no ano de 2022 e os dados geométricos coletados através do Manual de Projeto Geométrico (DAER, 1991). Portanto, a partir deste estudo o trabalho fica limitado em estudar o acesso à área industrial e propor diferentes modelos de dispositivos a fim de atender as necessidades em que o local necessita devido topografia existente e o acesso localizado na rodovia RSC-453 no km 102+700 não ter qualquer tipo de dispositivo tratado adequadamente.

1.3 PROBLEMA

Os problemas que as cidades brasileiras sofrem devido à falta de planejamento é notório, com crescimento sem controle em diversas áreas da cidade acaba provocando com o passar do tempo problemas para a população.

Por sua vez se faz necessário utilizar a engenharia de tráfego para minimizar estes problemas gerados, para isso uma série de atividades é elabora em seu conjunto, que podem ser denominadas como Gerenciamento da Segurança Viária, ela é dividida em tipos diferentes de atuação como o Gerenciamento Preventivo e Gerenciamento Corretivo. Neste trabalho a atuação é no Gerenciamento corretivo, que é voltado para problemas de conflitos em locais específicos identificados ou em pontos da rede viária. Desta forma com dados estatísticos da Polícia Rodoviária é possível comprovar a ocorrência dos acidentes. (DNER,1998).

Devido a um problema frequente que a anos está causando insegurança aos usuários em um dos acessos na cidade de Garibaldi/RS, e a um alto índice de acidentes provocado pela falta de sinalização e dispositivos apropriados para este

acesso, através deste trabalho tornou-se uma forma possível de encontrar uma solução para o acesso e assim melhorar a segurança.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é estudar e propor soluções técnicas exequíveis para o acesso à área industrial junto a rodovia RSC-453 – km 102+700.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Coletar dados de tráfego, visando veículos pesados com dificuldade de manobra no acesso junto a RSC-453 km 102+700 na cidade de Garibaldi/RS;
- b) Fazer o levantamento e analisar a topografia do local com a finalidade de buscar alternativas eficientes e viáveis para a mobilidade e segurança;
- c) Analisar a situação atual do acesso como rampas, giros, visibilidade e manobras por parte de veículos pesados e cruzamento de veículos da faixa;
- d) Elaborar alternativas buscando dispositivos eficientes ou mesmo um novo traçado para a segurança do acesso;

1.5 JUSTIFICATIVA

A intersecção do acesso localiza-se em uma área predominantemente industrial que também é muito usada por moradores. Pelo motivo de ser uma área industrial veículos pesados diariamente usam o acesso e por uma dificuldade de manobra e falta de visibilidade, acaba por sua vez causando acidentes, que por sinal são recorrentes. Por esse motivo de segurança, se viu necessário através de um estudo mais aprofundado encontrar os problemas principais e assim poder elaborar uma solução eficaz e viável para melhorar a segurança dos usuários deste acesso.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 MOBILIDADE URBANA

A mobilidade urbana causa grandes dúvidas a estudiosos e pesquisadores, dúvidas estas como por exemplo, de como minimizar o caos do tráfego, empregar qualidade aos serviços disponíveis e oferecer condições de bem-estar social. (MACIEL, 2017).

Para efetivamente fazer com que essa organização funcione, existem leis específicas para isso, leis importantes para estruturar um município e trazer melhorias no sistema de transporte, como a Lei Nº 12.587/12, que já é conhecida como a Lei da Mobilidade Urbana, em que seu objetivo é integrar os diferentes modos de transportes, melhorar a acessibilidade e mobilidade das pessoas e de todas as cargas no território do Município. (BRASIL, 2012).

O planejamento urbano, que influencia também nas condições de bem-estar social da população, conforme a Lei 10.257/01, ela tem o objetivo de estabelecer normas de ordem pública e interesse social para regulamentar o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. (BRASIL, 2001).

O transporte é um meio em que está ligado ao desenvolvimento urbano das cidades, com uma mobilidade urbana bem planejada, é possível garantir segurança no acesso dos cidadãos às cidades e proporcionar uma melhor qualidade de vida e um bom desenvolvimento econômico. (BRASIL, 2013).

Portanto a mobilidade urbana não está direcionada apenas nos meios de transportes e no trânsito, mas sim a forma que se organiza o todo, para garantir acesso das pessoas, veículos e bens que a cidade possa oferecer, trazendo segurança a todos esses meios. (BRASIL, 2005).

2.2 SISTEMA VIÁRIO

O sistema viário é composto pelas ruas e avenidas de uma cidade, e as normas que regulamentam o deslocamento de pessoas e veículos formam o sistema de trânsito urbano. Desta forma é fundamental que o planejamento urbano juntamente com o plano diretor do município funcione de forma ordenada, o planejamento territorial do município, prolongamento de vias devem constar no projeto de uma cidade para que assim seja possível ter um planejamento adequado. (SIMÕES, SIMÕES, 2016).

As rodovias possuem um fluxo de veículos pesados maiores em relação ao perímetro urbano, portanto elas devem ficar mais afastadas visto que quando uma rodovia adentra em uma área urbana os riscos de acidentes aumentam juntamente com a gravidade em função da velocidade ser maior. (SIMÕES, SIMÕES, 2016).

O trânsito urbano hoje é algo crítico, o uso cada vez mais intenso pelas pessoas do transporte individual, acaba gerando congestionamentos, atrasos, poluição e acidentes, na sua maioria pelo estresse que é causado no trânsito. Um dos grandes desafios para a humanização das cidades é este, fazer com que o ambiente urbano proporcione segurança e conforto às pessoas que convivem neste local. (SIMÕES, SIMÕES, 2016).

2.3 SEGURANÇA VIÁRIA

A segurança no trânsito está relacionada com o nível de desenvolvimento econômico e social, em países desenvolvidos as taxas de mortes no geral são menores se comparados com países menos desenvolvidos. Nos países em desenvolvimento o objetivo na educação do trânsito é para criar uma cultura de segurança no trânsito, que seja possível mudar o comportamento das pessoas relacionadas ao trânsito e assim diminuir os acidentes. (FERRAZ et al., 2012).

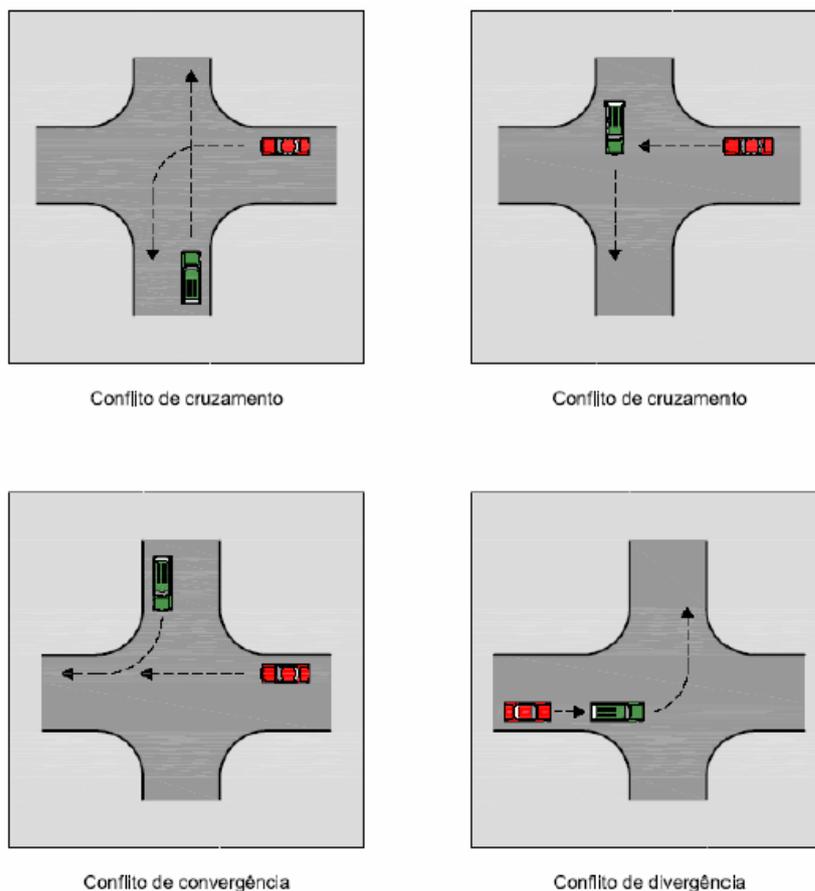
Os pontos críticos são pontos onde a grande parte dos acidentes estão concentrados, para reduzir os acidentes nestes pontos, a engenharia de segurança viária destaca adotar medidas corretivas para melhorar a segurança e consequentemente diminuir os acidentes. Porém cada vez mais as medidas preventivas atualmente são adotadas, através de avaliações formais e técnicas na

fase de projeto até a fase de operação, para que assim seja possível evitar a ocorrência de acidentes. (NODARI e LINDAU, 2001).

2.3.1 Pontos de Conflito

Conforme o manual de projeto de interseções (DNIT, 2005), pontos de conflitos são os locais onde ocorrem os movimentos de cruzamento, convergência e divergência. Estes conflitos afetam diretamente na operação do tráfego, causando reduções nas velocidades dos veículos na qual interfere na segurança e na capacidade da interseção, em um projeto eficiente estes pontos são levados em consideração, na figura 1 é possível visualizar os tipos de conflitos em interseções.

Figura 1 – Tipos de conflito nas interseções



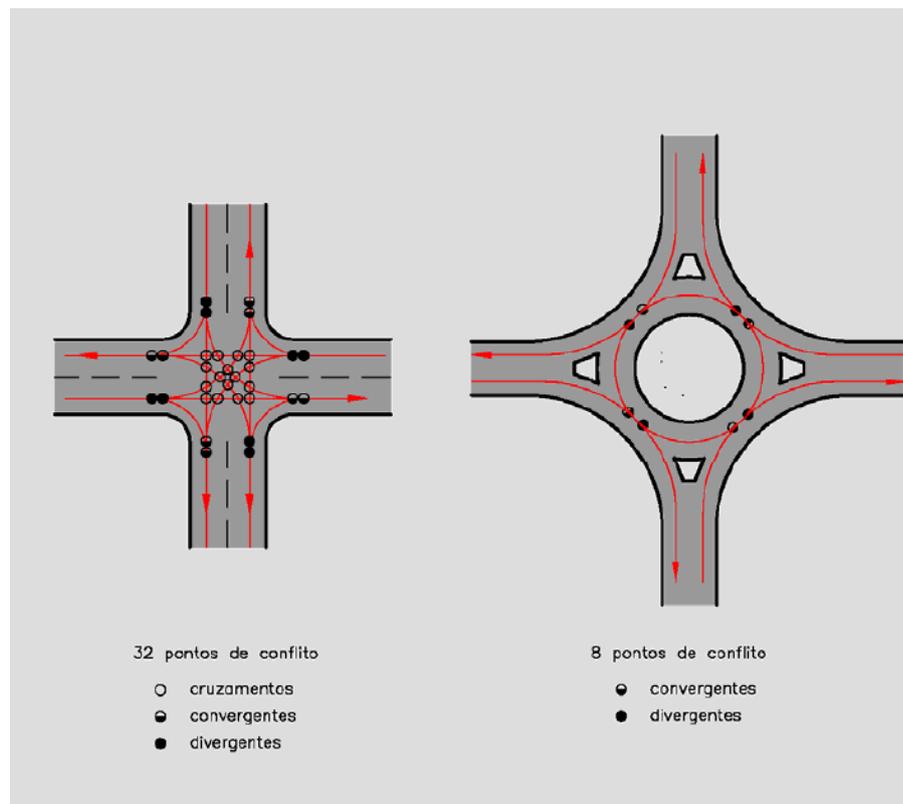
Fonte: DNIT (2005, p. 164).

Mesmo que estes conflitos afetem na redução da velocidade dos veículos, uma análise espaço-temporal realizada na Inglaterra nos períodos de 2003-2007, mostra que o congestionamento do tráfego tem um impacto relativamente pequeno nos

acidentes com lesões leves, isso porque a velocidade na presença de congestionamentos tem uma certa variação devida o comportamento dos motoristas. Mesmo em situações de congestionamento as velocidades tendem a ser altas nas rodovias, o que pode ocorrer imprevistos no momento de um congestionamento e o condutor não conseguir ter tempo suficiente para reagir e provocar um acidente. (WANG, QUDDUS e ISON, 2013).

Os cruzamentos equivalem apenas a uma pequena parcela do sistema rodoviário geral, porém são neles onde ocorrem mais de 20% dos acidentes fatais, é comum que estes acidentes se concentrem nas interseções pois são nelas onde os movimentos de tráfego têm maior facilidade de entrar em conflito uns com os outros. (ANTONUCCI et al., 2004). Na figura 2 é possível identificar os conflitos em cruzamentos em uma interseção de 4 ramos e em uma rotatória.

Figura 2 – Pontos de conflito na interseção de quatro ramos e na rótula com uma faixa de tráfego



Fonte: DNIT (2005, p. 181).

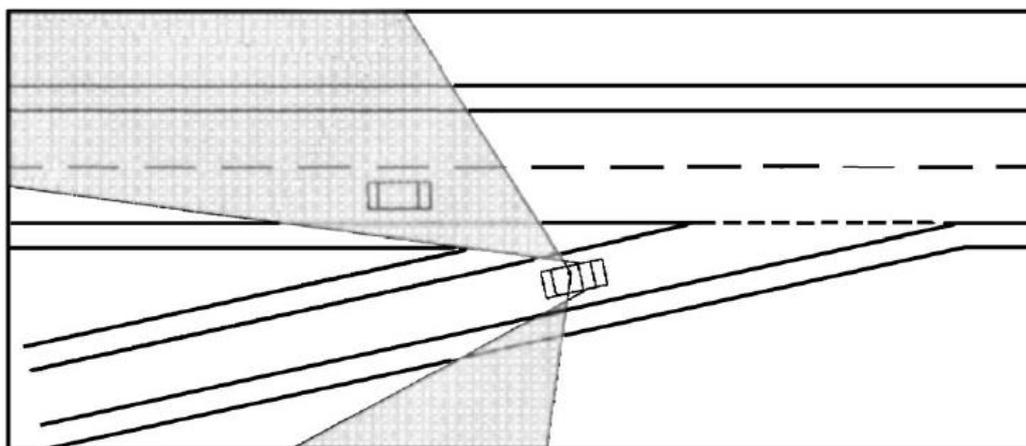
2.3.2 Visibilidade

A visibilidade é um fator de grande importância em uma interseção, o motorista deve ter uma visão sem obstáculos de toda a interseção e de partes dos ramos de acesso ao se aproximar. Nas interseções as áreas de visibilidades devem maiores em função das velocidades e distância durante o tempo de reação e frenagem. Os pontos de conflitos tendem a ser maiores nas interseções do que em um trecho livre, desta maneira as distancias de visibilidade devem ser maiores para a segurança da via. Nos ramais de acesso, a visibilidade da rodovia principal deve ser suficiente para que o usuário da via possa efetuar a manobra e concluir com segurança, caso não exista a possibilidade de garantir a visibilidade a velocidade de aproximação deve ser controlada. (DNIT, 2005).

Para garantir a visibilidade alguns pontos devem ser analisados nas proximidades que possam aumentar os riscos de acidentes, como curvas horizontais, verticais, vegetação e edificações no entorno. (DNER, 1998, p42).

Um fator que também pode afetar a segurança em uma interseção são os pontos cegos, que são pontos em que o motorista não consegue ver enquanto está olhando para o retrovisor ou para o espelho lateral, o que acaba afetando a visibilidade do motorista em uma interseção. A visão lateral pode ficar limitada pelo campo de visão do motorista e também possíveis obstruções que possam acabar gerando um conflito, na figura 3 ilustra o ponto cego do veículo em uma interseção, este campo de visão fica limitado a qual exige que o motorista tenha que fazer uma rotação com a cabeça para poder visualizar a via. (GARCÍA; BELDA-ESPLUGUES, 2007).

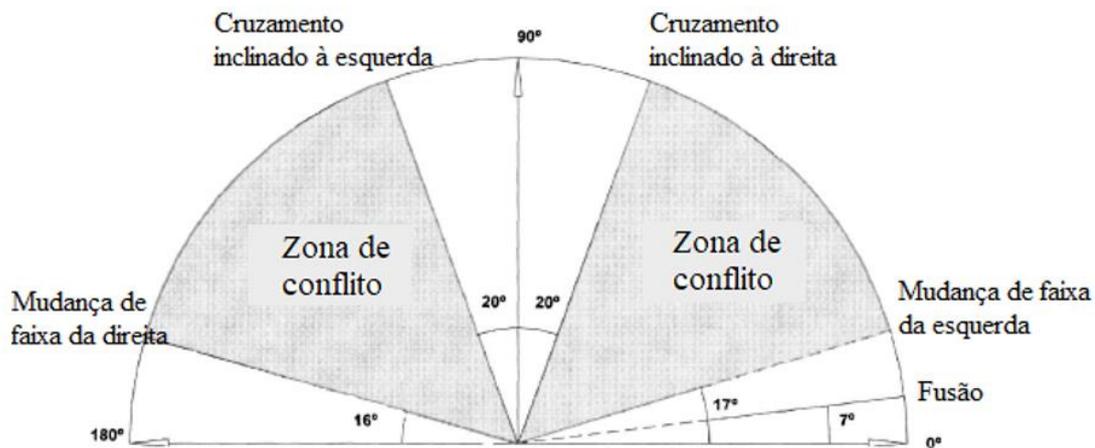
Figura 3 – Representação de pontos cegos



Fonte: GARCÍA; BELDA-ESPLUGUES (2007, p. 656,).

O ângulo em que as rodovias se cruzam também é um fator importante na segurança da interseção, o manual de projeto de interseções (DNIT, 2005) o ângulo considerado seguro está entre 90° e 75° onde a visibilidade é pouco afetada, podendo ser aceito até 60° . Um estudo realizado por García e Belda-Esplugues mostra que ângulos abaixo de 70° já tem a visibilidade comprometida, a figura 4 é possível visualizar os ângulos limites de pontos cegos na qual foi elaborada através do estudo.

Figura 4 – Ângulos limites de pontos cegos



Fonte: GARCÍA; BELDA-ESPLUGUES (2007, p. 656, traduzido pelo autor).

2.4 TOPOGRAFIA

Uma série de condicionantes é levado em consideração na escolha de um tipo de interseção, na qual dependerá principalmente da correlação que existe entre a topografia do terreno, volumes de tráfego, capacidade da via, segurança e custo de implantação. (DNIT, 2005).

Se torna difícil adotar soluções gerais para as interseções, pois a variedade de medidas possíveis em função do tráfego de cruzamento está associada às condições topográficas de cada local. (DNER, 1998, p42).

Conforme o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER, 1998), algumas soluções simples são possíveis como:

- a) melhorar a visibilidade para o cruzamento ou a conversão, através de pequena terraplenagem na faixa de domínio;
- b) melhorar a visibilidade, através de limpeza de áreas dentro da faixa de domínio;

- c) melhorar a canalização de veículos, através do posicionamento de meios-fios ou da implantação de tachões, para os ramos de conversão à direita;
- d) criar refúgio para conversão à esquerda, na via principal, constituídos, nos casos mais simples, por pavimentação da área contígua à via e, em casos de maior importância, pela implantação de pequenos ramos para parada e cruzamento dos veículos que efetuam a conversão;
- e) pavimentar o acostamento, para que ele funcione como faixa de mudança de velocidade;
- f) intensificar a sinalização de advertência nas chegadas da interseção, principalmente na via secundária, alertando para a proximidade do cruzamento;
- g) adotar sonorizadores na aproximação da via secundária, quando for o caso;
- h) adotar faixas transversais de tachas refletivas, além de mensagens pintadas no pavimento na aproximação dos veículos, principalmente daqueles efetuando movimento de parada;
- i) manter a vegetação dos canteiros sempre baixa e os meios-fios pintados de branco, preferencialmente dotados de elementos refletivos.

2.5 ENGENHARIA DE TRÁFEGO

Conforme o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2016):

A Engenharia de Tráfego, fase da engenharia de transporte, é o conjunto de atividades relacionado com o estudo, a definição e o planejamento do desenho geométrico, da segurança e das operações de trânsito nas vias e rodovias, suas redes, e terrenos adjacentes, inclusive a integração de todos os modos e tipos de transportes, voltado a ampliar as condições de fluidez e de segurança no trânsito, visando a movimentação segura, eficiente e conveniente de pessoas e mercadorias (BRASIL, 2016, p. 76).

A Engenharia de Tráfego tem o objetivo de uma mobilidade sustentável e socialmente incluyente, tratando dos problemas de planejamento, operação e controle de tráfego, proporcionando a movimentação segura e eficiente das pessoas e mercadorias. (VIEIRA, 2012).

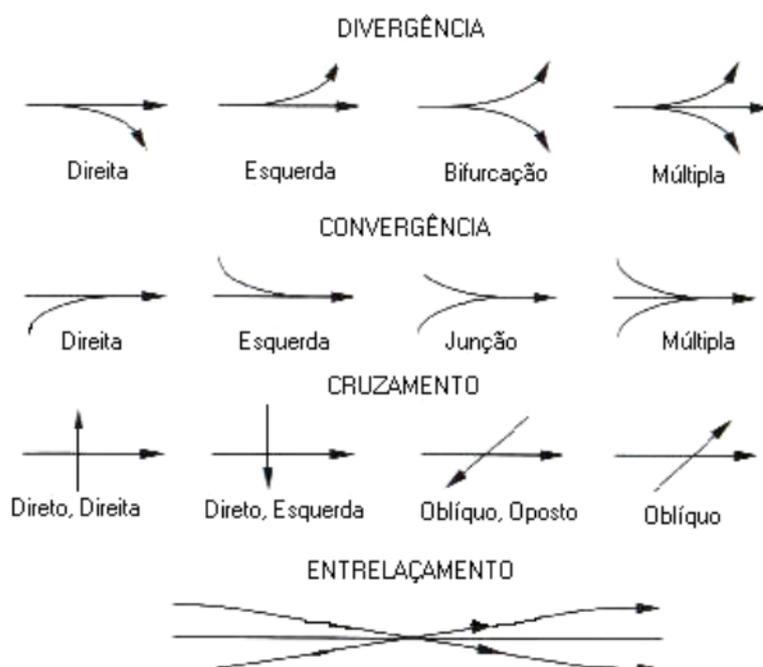
Para utilizar a capacidade rodoviária, o gerenciamento de tráfego é constantemente visto como uma opção. Antes mesmo de aplicar as medidas de tráfego, a análise intuitiva permite avaliar a eficácia das medidas e caso necessário adaptá-las. (CALVERT et. Al., 2018).

Através dos estudos de tráfego é possível obter uma série de características relacionadas com os cinco elementos fundamentais do tráfego, motorista, pedestre, veículo, via e meio ambiente. Assim é possível determinar a capacidade quantitativa das vias e em consequência, o estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação ou das características do projeto. (DNIT, 2006).

2.6 INTERSEÇÕES

As interseções são definidas conforme o manual de interseções (DNIT, 2005) como a confluência, entroncamento ou cruzamento de duas ou mais vias, ela é dividida em interseção em nível ou interseção em níveis diferentes, também chamada de “interconexão”, que são onde ocorrem cruzamentos de correntes de tráfego em níveis diferentes e ramos de conexão entre vias. Nelas podem ocorrer quatro tipos de movimentos, que são classificados como movimentos de cruzamento, convergente, divergente e entrecruzamento, ilustrada na figura 5.

Figura 5 – Tipos de movimentos em uma interseção



Fonte: Albano (2007).

Nesses movimentos que ocorrem em uma interseção, as vias que se interceptam podem ser divididas em principais e secundárias, desta forma as principais são as vias que tem um maior volume de tráfego em relação às que interceptam, já as demais são definidas como secundárias. (CONTRAN, 2014).

As interseções nos deslocamentos urbanos são as que provocam os gargalos devido terem várias correntes de tráfego que tentam ocupar o mesmo espaço, na qual diminui a capacidade da via e aumenta o número de conflitos no local. Os projetos para uma interseção devem apresentar uma geometria simples para que a visibilidade dos motoristas seja simplificada fazendo com que os usuários da via tenham uma tomada de decisão rápida e efetuem uma manobra com mais segurança. (SIMÕES, SIMÕES, 2016).

2.6.1 Classificação das interseções

As interseções são classificadas em dois grupos, as Interseções em Nível e em Nível diferentes, que são definidos em função dos planos em que se executam os movimentos de cruzamento. (DNIT, 2005).

2.6.1.1 Interseção em nível

Para Millack (2014), as interseções em nível, são aquelas que as correntes de tráfego se unem no mesmo nível, sem a necessidade das obras de arte. Para isso, este tipo de interseção necessita de dispositivos eficientes para diminuir os conflitos e ordenar os movimentos, para que assim a interseção possa oferecer conforto e segurança aos usuários.

Segundo o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005), as interseções em nível podem ser classificadas partir do número de ramos, das soluções adotadas e do controle de sinalização.

Em função do número de ramos

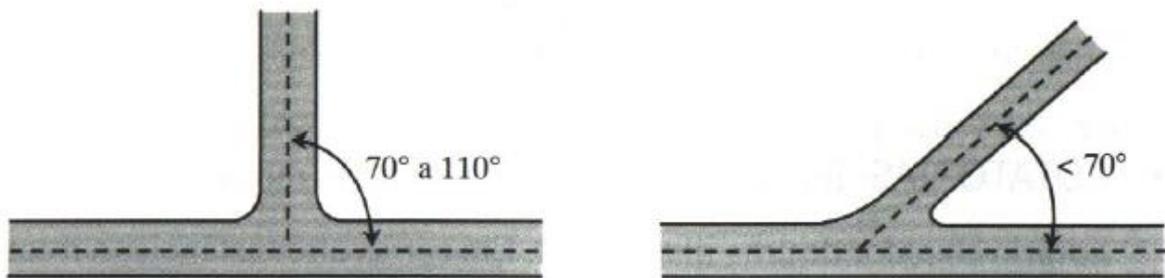
- a) Interseção de três ramos ou "T": interseção em nível com três ramos. Denomina-se como "T", pois um dos ramos está situado no prolongamento de outro;

Figura 6 – Interseção em “T”



Fonte: MELO (2012)

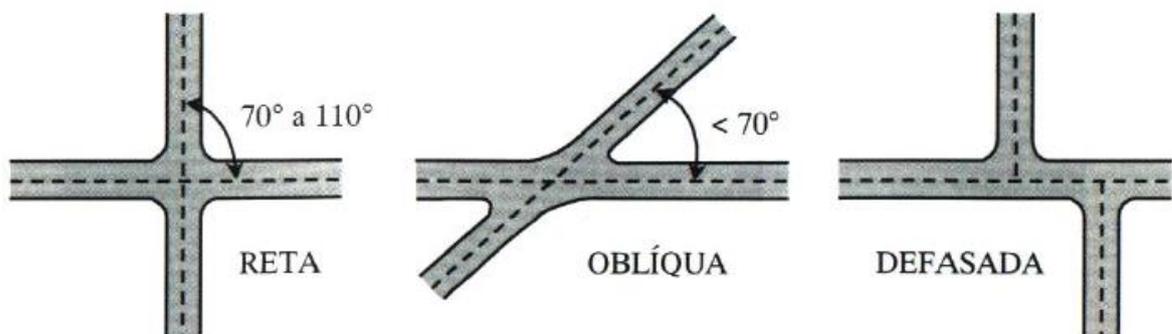
Figura 7 – Interseção em “T” ou “Y”



Fonte: Albano (2007)

b) Interseção de quatro ramos: interseção em nível com quatro ramos

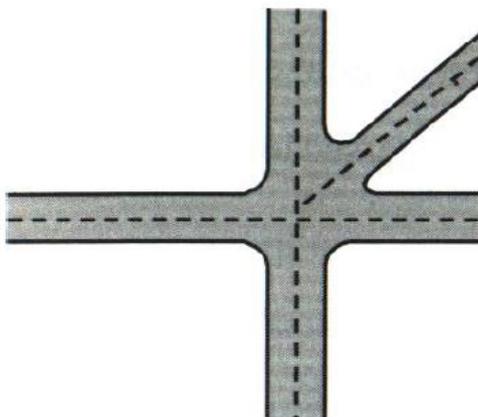
Figura 8 – Interseção em quatro ramos



Fonte: Albano (2007)

- c) Interseção de ramos múltiplos: interseção em nível com cinco ou mais ramos.

Figura 9 – Interseção em ramos múltiplos



Fonte: Albano (2007)

Em função das soluções adotadas:

- a) Mínima: solução onde não há um controle especial, esta solução é utilizada quando o volume do horário total, nos dois sentidos, em termos de unidade de carros de passeios (UCP) da via principal, ter um valor inferior à 300 e a via secundária ter um valor inferior à 50;
- b) Gota: é a solução adotada com uma ilha direcional do tipo “gota” na via secundária, com a finalidade de disciplinar os movimentos de giro à esquerda.

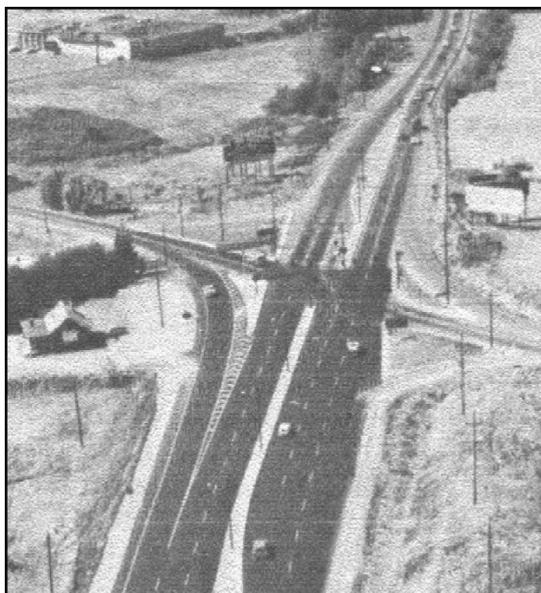
Figura 10 – Interseção tipo gota



Fonte: DNIT (2005, p. 90).

- c) Canalizada: solução esta que visa minimizar os conflitos, ela define suas trajetórias pela sinalização horizontal, por ilhas e outros meios.

Figura 11 – Interseção tipo canalizada



Fonte: DNIT (2005, p. 90).

- d) Rótula (Rotatória): nesta solução há uma ilha central em que o tráfego se move em sentido anti-horário.

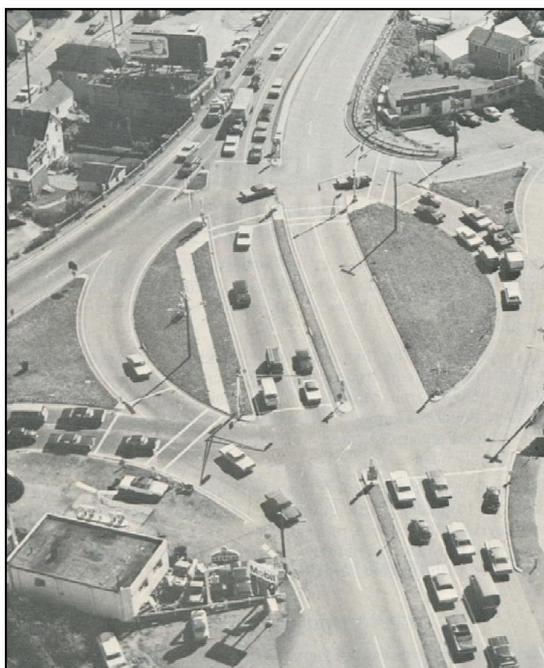
Figura 12 - Rótula



Fonte: DNIT (2005, p. 92).

- e) Rótula Vazada: neste caso as correntes diretas da via principal cruzam uma ilha central, e ao redor as demais correntes circulam no sentido anti-horário.

Figura 13 – Interseção tipo rótula vazada



Fonte: DNIT (2005, p. 92).

Em função do controle de sinalização:

- a) Sem sinalização semafórica (luminosa): comumente é vista em zonas rurais, onde o fluxo é controlado por sinalização horizontal e vertical;
- b) Com sinalização semafórica (luminosa): encontrada em zonas urbanas, onde o fluxo é controlado por semáforo.

Figura 14 – Interseção com sinalização semafórica



Fonte: DNIT (2005, p. 91).

2.6.1.2 Interseções em Níveis Diferentes

As interseções em níveis diferentes são aquelas em que há um cruzamento em níveis diferentes. Neste caso elas costumam oferecer maior segurança visto que os pontos de conflitos diretos não estão presentes. Da mesma maneira em que é uma solução mais segura o custo para a implantação de uma interseção em desnível tende a ser mais elevada em relação às interseções em nível pois necessita de obras de arte especiais.

Segundo o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005), as interseções em diferentes níveis podem ser classificadas em cruzamento em níveis diferentes sem ramos e interconexão.

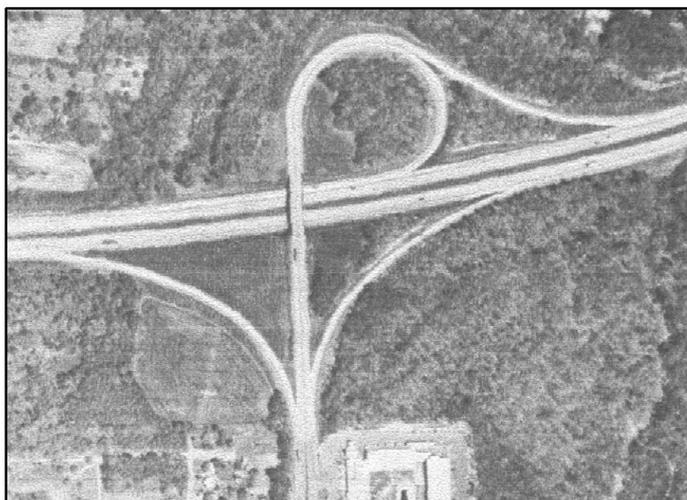
Cruzamentos em níveis diferentes sem ramos: neste tipo de interseção os fluxos de tráfego da rodovia não se interceptam, neste caso o cruzamento em desnível não possui ramos de conexão, os cruzamentos das vias ocorrem por meio de estruturas nas qual os greides são separados, e são classificadas como passagem superior e inferior.

a) Passagem superior: rodovia principal passa sobre a via secundária;

b) Passagem inferior: rodovia principal passa sob a via secundária;

Interconexão: nesta interseção ela possui o cruzamento em desnível e também possui ramos para a condução dos veículos de uma via para a outra, são classificadas em sete tipos: Interconexão em “T” ou “Y”: interconexão com três ramos, Diamante, Trevo completo, Trevo parcial, Direcional, Semidirecional e Giratório.

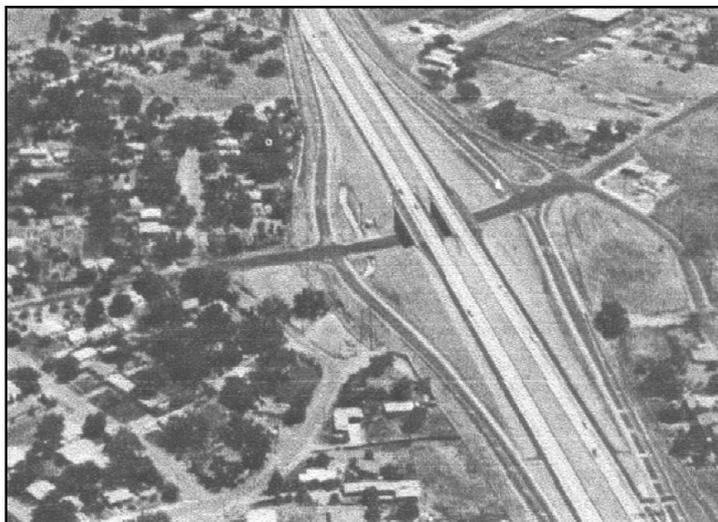
Figura 15 - Trombeta



Fonte: DNIT (2005, p. 94).

Diamante: ilustrada na figura 16, neste caso a via principal apresenta em cada sentido uma saída à direita antes de ocorrer o cruzamento, e logo após uma entrada à direita.

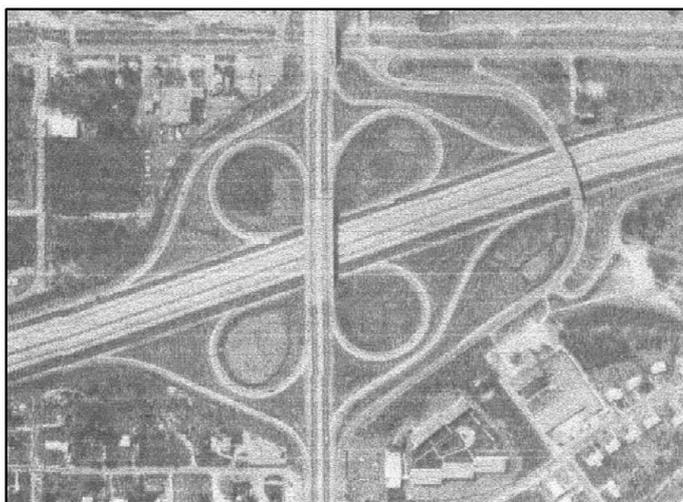
Figura 16 - Diamante



Fonte: DNIT (2005, p. 94).

Trevo completo: nos quatro quadrantes os movimentos são à esquerda são feitos por laços e à direita através de conexões externas aos laços.

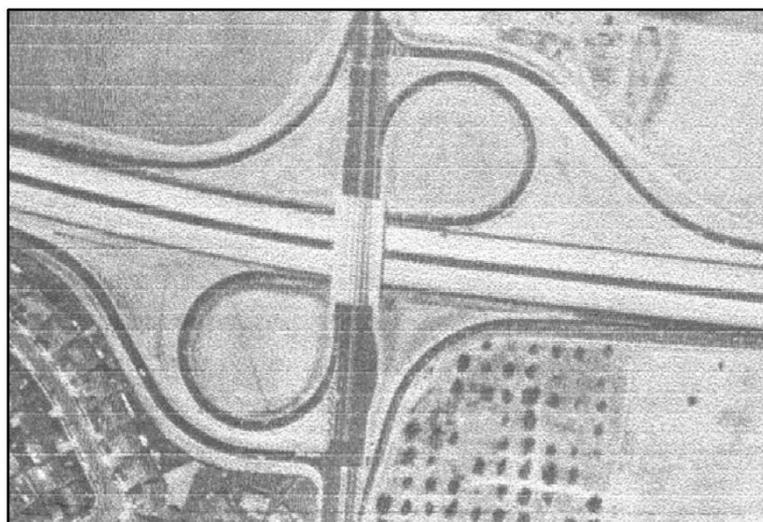
Figura 17 – Trevo completo



Fonte: DNIT (2005, p. 95).

Trevo parcial: tipo de interconexão na qual é composta pela eliminação de um ou mais ramos do trevo completo, onde há a existência de pelo menos um ramo em laço, conforme a Figura 18.

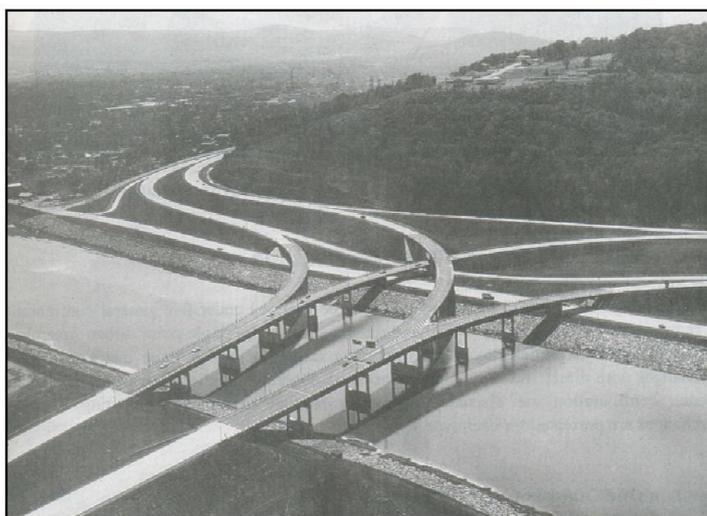
Figura 18 – Trevo parcial



Fonte: DNIT (2005, p. 95).

Direcional: na figura 19 este exemplo de interconexão ilustra onde se utiliza ramos direcionais para os principais movimentos de conversão à esquerda.

Figura 19 - Direcional



Fonte: DNIT (2005, p. 96).

Semidirecional: apresentada na figura 20, a interconexão utiliza ramos semidirecionais para os movimentos de conversão à esquerda.

Figura 20 – Semidirecional com laços



Fonte: DNIT (2005, p. 97).

Giratório: conforme a figura 21, este tipo de interconexão é utilizado uma interseção do tipo rotatória na via secundária.

Figura 21 - Giratório



Fonte: DNIT (2005, p. 97).

2.6.2 Tipo de interseção a ser adotada

No caso das interseções, praticamente não existem critérios precisos para que se possa definir qual tipo de interseção usar em determinado local. Esta imprecisão se dá pelo fato de ser um problema complexo devido a vários fatores característicos de cada região. Fatores esses como o volume de tráfego, velocidade, diferentes tipos de veículos, topografia, orçamento, entre outros fatores ligado a característica do local. Na figura 22 ilustra as interseções em função do fluxo da via principal e da via secundária, não é uma regra para a escolha do tipo de interseção. (DNIT, 2005).

A solução para determinar o tipo de interseção também depende necessariamente do volume e das características do tráfego, para isso é necessário fazer a contagem na interseção e assim obter os dados necessários para projeto. (DNIT, 2006).

Em um projeto para determinar a melhor escolha, é necessário analisar o local tomando como base suas características mais relevantes para que a interseção a ser projetada traga segurança e conforto de maneira econômica e viável em função dos recursos disponíveis.

Conforme o manual de projeto de interseções (DNIT, 2005), alguns dados básicos para o projeto de uma interseção devem ser considerados:

Dados funcionais: classificação funcional das vias que se cruzam, como tipo de controle de seus acessos, velocidades específicas e prioridades de passagem.

Dados físicos: Topografia da área em que o projeto vai afetar e demais características do acesso, levantamento feito com aerofotogrametria, levantamentos topográficos clássicos com ou sem apoio de equipamentos eletrônicos e sistema de processamento de dados.

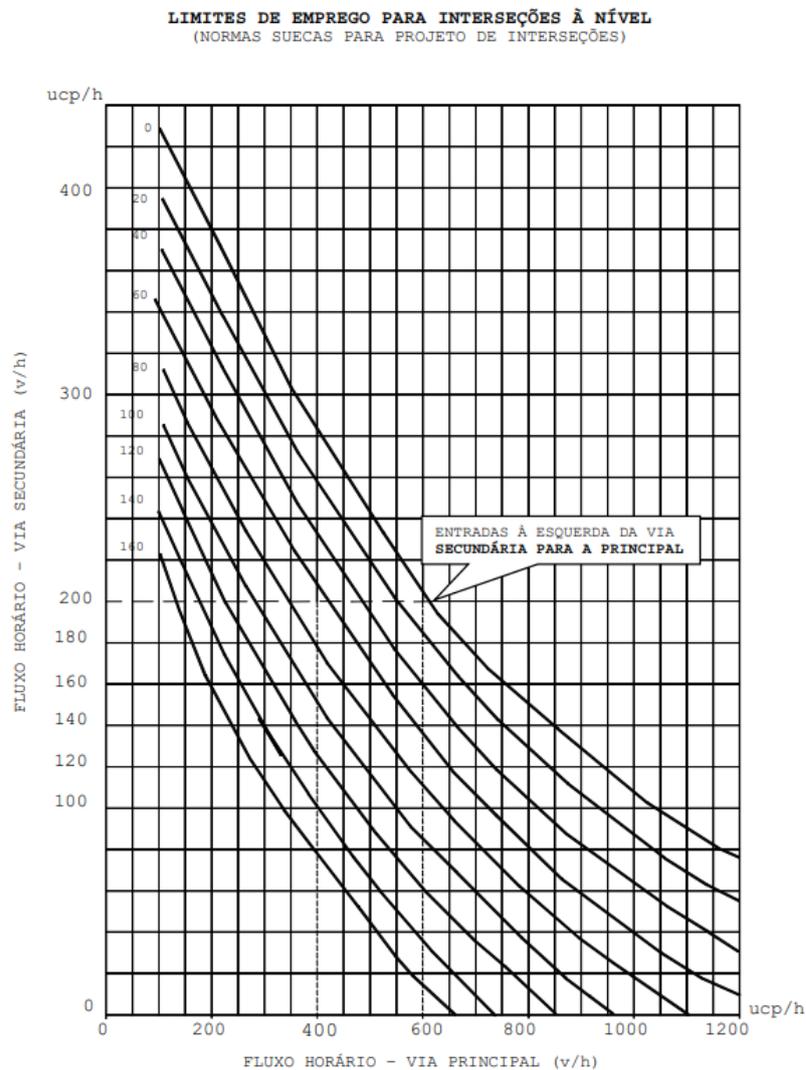
Dados de tráfego de veículos: volume e características do tráfego que irá circular no ano de projeto, este ano é o ano calculado com base nos levantamentos efetuados. Nesses dados deve conter os Volumes Médios Diários (VDM) e os Volumes Horários de Projeto (VHP), que devem ser apresentados em fluxogramas com os tipos de veículos classificados de acordo com o estudo.

Dados de acidentes: em casos de melhorias de uma interseção existente, relatórios com os dados de acidentes são de grande importância para uma análise desses registros.

Dados econômicos: fator de grande importância que apresenta os custos relacionados a implantação de uma interseção.

Com base nesses dados e demais características, é possível analisar e fazer a elaboração de um projeto escolhendo o melhor tipo de interseção que atenda os usuários com segurança e conforto. A figura 22 são apresentados os limites para adotar uma interseção em nível ou níveis diferentes, para isso o gráfico relaciona o volume total da via principal com o volume de tráfego que cruza em um dos sentidos. (DAER,1991).

Figura 22 – Limites de emprego para interseções á nível



Fonte: DAER (1991, p.41).

2.7 ESTUDO DE TRÁFEGO

O objetivo deste estudo é coletar dados referentes aos cinco elementos fundamentais do tráfego, motorista, pedestre, veículo, via e meio ambiente. Com esse estudo é possível determinar o número de veículos que circula em determinado período, velocidades, locais onde concentram os acidentes de trânsito etc. Este estudo é feito através de uma pesquisa, seja ela em forma de entrevista ou de observação direta. No caso das entrevistas é feita a formulação de perguntas e com base nas respostas, elas são classificadas e assim se obtém a informação. Já na informação é observado algum fenômeno de trânsito. (DNIT, 2006).

Algumas variáveis como fluxo, densidade e velocidade são responsáveis para poder analisar o tráfego, em que o fluxo é a quantidade de veículos que transitam em um determinado trecho da via dentro de um intervalo de tempo, a densidade se relaciona com o número de veículos que ocupa um comprimento em um determinado instante e a velocidade é o deslocamento do veículo em um determinado tempo. (Petzhold e Lindau, 2015).

Conforme o Manual de Estudo de Tráfego (2006), existem alguns tipos principais de pesquisas empregadas para o levantamento destas informações para análise do tráfego, são elas:

Contagens Volumétricas: tem o objetivo de quantificar o sentido e a composição do fluxo de veículos que circulam na região de estudo. Com este é possível avaliar acidentes, causas de congestionamento, entre outras melhorias.

Velocidade pontual: determina a velocidade do veículo que está passando em determinado ponto da via, assim é possível analisar as condições de segurança na circulação e poder comparar a velocidade em que o motorista julga adequada com a velocidade de projeto estabelecida.

Velocidade e Retardamento: com o objetivo de medir a velocidade e retardamento em uma corrente de tráfego, com esse tipo de pesquisa é possível analisar a dificuldade ou facilidade que o veículo tem de percorrer determinado trecho da via.

Ocupação de Veículos: o objetivo desta pesquisa é conhecer a quantidade de pessoas que são transportadas em média dentro de um veículo, geralmente os veículos analisados são os taxis e ônibus. Assim se torna possível obter dados para

soluções em que visa reduzir congestionamentos custo e tempo de viagem e analisar a eficiência de transportes coletivos.

Pesagens de Veículos: tem o objetivo em conhecer as cargas que são usadas por eixo em que os veículos solicitam a estrutura, serve para o efeito de estatística, fiscalização, controle, avaliação e dimensionamento de pavimento.

2.8 VEÍCULOS DE PROJETO

Em um projeto de interseção é de total importância conhecer os veículos que irão utilizar a interseção, isso porque com as características destes veículos será possível associar com as características geométricas operacionais da interseção. Desta forma é essencial que os elementos geométricos estejam limitados à utilização do mínimo de área. (SENÇO, 2008).

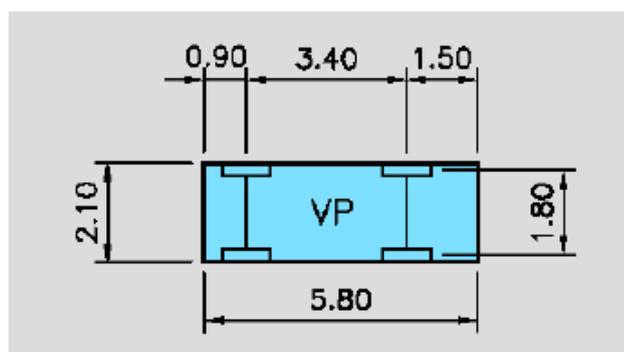
Existe uma grande diversidade de veículos que ocupam as rodovias dentro do país, eles devem ser classificados para que assim seja possível coletar dados a partir das características que cada tipo de veículo possui, desta forma pode-se analisar o veículo característico que será utilizado em projeto.

Estes veículos denominados de Veículos de Projeto são classificados levando em consideração seu peso e suas dimensões, cada veículo possui características que vão se enquadrar nestas classes e assim irão servir de base para estabelecer os controles do projeto de rodovias e suas interseções. (DNIT, 2006).

Com base nestas características eles são classificados segundo o Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) em:

VP: são os veículos leves e são representados pelos automóveis, minivans, utilitários, pick-ups e similares.

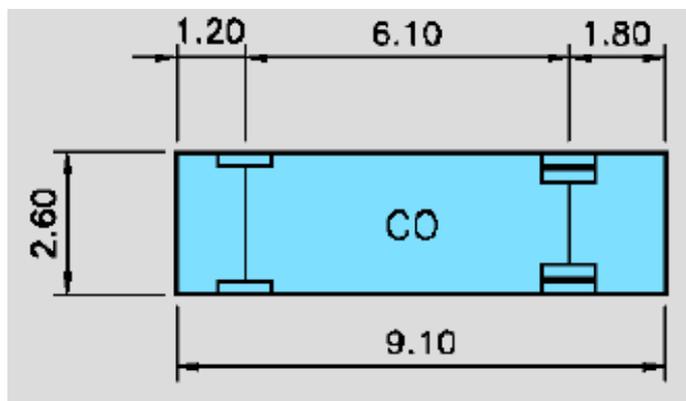
Figura 23 – Veículo de projeto VP



Fonte:DNIT (2005,p.81)

CO: são os veículos comerciais rígidos não articulados, como os caminhões e ônibus convencionais geralmente de dois eixos e quatro a seis rodas.

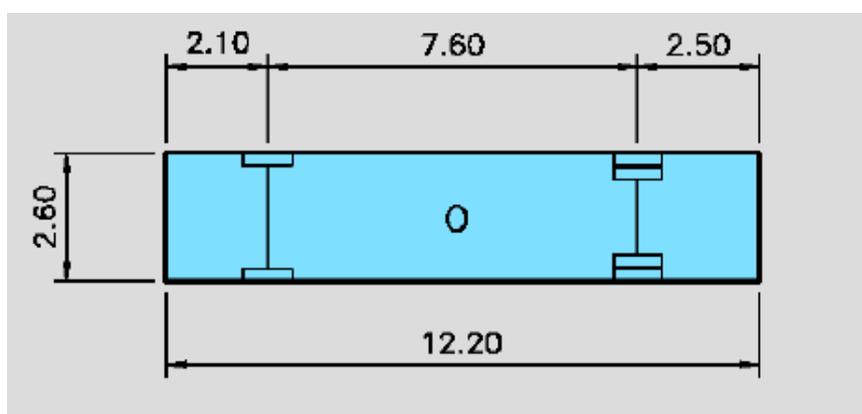
Figura 24 – Veículo de projeto CO



Fonte:DNIT (2005,p.81)

O: são os veículos comerciais rígidos com maiores dimensões, representados pelos ônibus urbanos longos e de turismo, caminhões longos geralmente com três eixos, com maiores dimensões de veículos CO básicos. Seu comprimento fica próximo do limite máximo legal admissível para veículos rígidos.

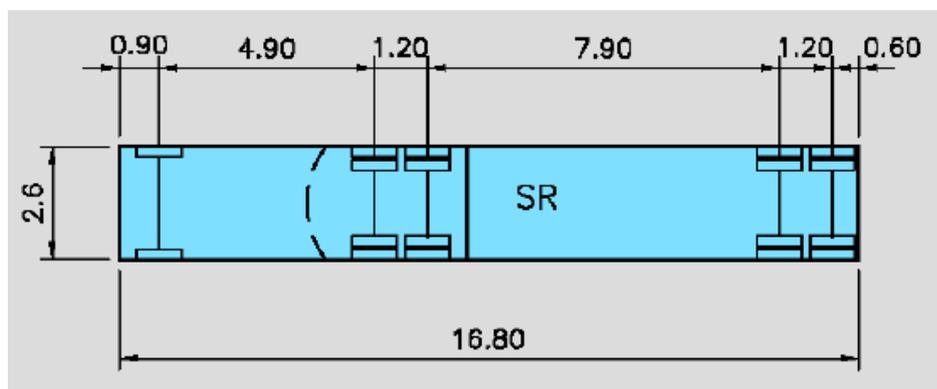
Figura 25 – Veículo de projeto O



Fonte:DNIT (2005,p.82)

SR: são os veículos comerciais articulados, onde se compõem de uma unidade tratora simples e um semi-reboque. Seu comprimento fica próximo do limite máximo legal admissível para veículos rígidos.

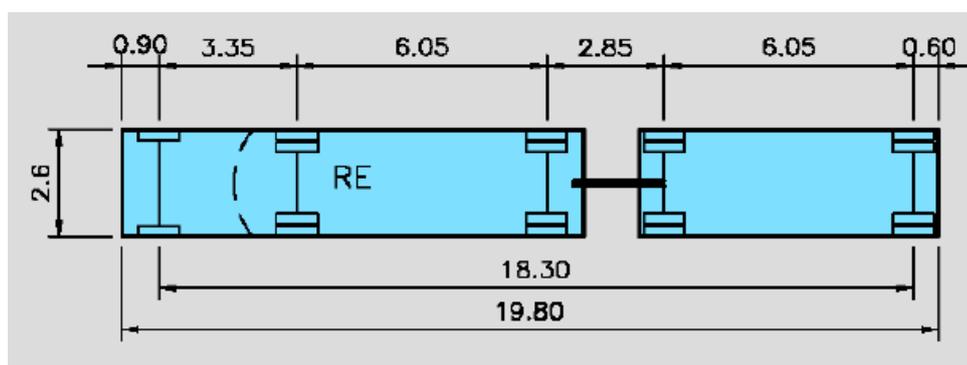
Figura 26 – Veículo de projeto SR



Fonte:DNIT (2005,p.83)

RE: são os veículos comerciais com reboque, representados por veículos com um unidade tratora simples, um semi-reboque e um reboque, comumente conhecido como bitrem, neste caso é o veículo com o comprimento máximo permitido pela legislação.

Figura 27 – Veículo de projeto RE



Fonte:DNIT (2005,p.84)

A tabela 1 resume as dimensões básicas dos veículos de projetos apresentados, tornando a visualização destas dimensões prática e de fácil acesso.

Tabela 1 – Principais dimensões básicas dos veículos de projeto

Designação do veículo tipo	Veículos leves (VP)	Caminhões e ônibus convencionais (CO)	Caminhões e ônibus longos (O)	Semi-reboques (SR)	Reboques (RE)
Largura total	2,1	2,6	2,6	2,6	2,6
Comprimento total	5,8	9,1	12,2	16,8	19,8
Raio min. da roda externa dianteira	7,3	12,8	12,8	13,7	13,7
Raio min. da roda interna traseira	4,7	8,7	7,1	6,0	6,9

Fonte: DNIT (2006).

2.9 VOLUME DE TRÁFEGO

O volume de tráfego tem grande importância quando se diz respeito ao projeto de uma interseção e rodovias, desta forma relaciona-se com a análise de um trecho que necessita de mudança ou adequação para melhorar a mobilidade e acesso de um determinado ponto da rodovia. (Millack, 2014).

É definido segundo DNIT (2006) como o número de veículos que passam por uma seção de uma via ou de uma determinada faixa durante uma unidade de tempo, normalmente apresentado como veículos/dia (vpd) ou veículos/hora (vph).

2.9.1 Volume Médio Diário

O Volume Médio Diário (VMD) representa à média do volume de veículos que trafegam em um trecho da via durante um tempo de 24 horas. Este volume é usado para analisar a via e poder determinar caso necessário novas melhorias, estimar benefícios para uma obra viária, calcular taxas de acidentes, determinar prioridades de investimentos etc. (DNIT, 2006).

Conforme o Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), é apresentado o VMD como:

Volume Médio Diário Anual (VMDa): é o número total de veículos que trafegam na via em um ano dividido por 365.

Volume Médio Diário Mensal (VMDm): é o número total de veículos que trafegam na via em um mês dividido pelo número de dias do mês, acompanhado pelo nome do mês a que se refere.

Volume Médio Diário Semanal (VMDs): é o número total de veículos que trafegam na via durante uma semana dividido por sete, acompanhado pelo nome do mês a que se refere, é utilizado uma amostra do VMDm.

Volume Médio Diário em um Dia de Semana (VMDd): é o número total de veículos eu trafegam em um dia de semana, acompanhado pela indicação do dia de semana e do mês correspondente.

2.9.2 Volume Horário de Projeto

As condições ideais para o dimensionamento de uma rodovia seria projetar e planejar uma rodovia que pudesse atender a máxima demanda de veículos em um determinado horário no ano de projeto, que geralmente é no décimo ano após ter concluído a obra. Desta forma em nenhuma hora do ano a rodovia ficaria congestionada, mas em contrapartida o valor gasto seria inviável pois a via ficaria superdimensionada, visto que ela foi dimensionada para atender o fluxo de veículos na pior condição. (DNIT, 2005). Segundo DNIT (2006), não se justifica economicamente o investimento para solucionar esta demanda para atender algumas poucas horas em que o volume é mais elevado.

Assim, para realizar e dimensionar um projeto geométrico das vias e interseções, utiliza-se o Volume Horário de Projeto (VHP), este conceito determina a quantidade total de veículos que trafegam em determinada hora na rodovia, a partir deste é possível determinar características importantes como a sinalização, planejamento da operação da via, níveis de serviço e regulamentação do trânsito. No Brasil se utiliza o volume da 50ª Hora em que a via fica mais solicitada dentro de um período do ano. (DNIT, 2006).

Quando o estudo é feito nas interseções, por motivos econômicos as contagens de tráfego são feitas nos períodos de pico durante um número limitado de dias, posteriormente para determinar o VHP é feita a expansão e o ajuste das contagens feitas durante o período de pico, estes ajustes são feitos com base nas variações horárias, semanais e sazonais da rodovia principal. (DNIT, 2006).

2.9.2.1 Expansão Horária

Para realizar a expansão dos dados de volumes que foram obtidos através de amostragem, é necessário expandir a amostra para as 24 horas do dia em que foi coletado este volume. Esta deve ser feita para cada tipo de veículo que foi considerado na pesquisa, para a pesquisa que foi feita em um determinado período de horas do dia é feito o cálculo do fator de expansão, este fator é distribuído nas horas em que não foram feitas as contagens. (DNIT, 2006).

Este fator é expresso pela fórmula abaixo segundo o DNIT (2006),

$$fpd = \frac{VP24}{Vph}$$

Onde:

f_{pd} = fator de expansão diário

V_{P24} = volume de carros de passeio durante as 24 horas do dia

V_{Ph} = volume de carros de passeio durante as “h” horas de pesquisa

2.9.3 Horas de Pico

As horas de pico contém as informações características dos maiores volumes de veículos em um determinado dia, que variam de local para local e tendem a ser estável em um mesmo local durante o mesmo dia da semana onde o volume ao longo do ano varia. (DNIT, 2006).

Como não é comum fazer a contagem do volume de veículos durante todo o ano, mas é necessário ter um volume horário de projeto, se faz necessário ter conhecimento dos períodos de pico, pois considerando que o ano tem 365 dias e dentro destes dias cada um tem um período de pico, o VHP se aproxima muito de um dos volumes de pico do ano. (DNIT, 2006).

Fazendo a contagem de uma determinada semana, é possível determinar os volumes de pico do período desta semana e com a variação de postos de pesquisas estimar o possível volume da hora de pico do ano e a partir disto determinar o VHP.

2.9.3.1 Fator Hora de Pico

Para estabelecer um grau de uniformidade do fluxo de veículos que trafegam em uma via é necessário um Fator de Horário de Pico (FHP), pois o volume de veículos que transitam por uma seção da via não é uniforme no tempo, desta maneira a equação abaixo mede esta flutuação. (DNIT, 2006).

$$FHP = \frac{Vhp}{4V15max}$$

Onde:

FHP = fator horário de pico

V_{hp} = volume da hora pico

V_{15max} = volume de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora pico

Para as áreas urbanas os valores de FHP ficam no intervalo de 0,80 a 0,98. Em casos de valores superiores a 0,95 indica grandes volumes de tráfego, o que pode gerar algumas vezes restrições da capacidade da via durante a hora de pico. Vale salientar que fazer a contagem de quinze minutos e multiplicar por quatro levará a erros consideráveis, é natural que as contagens sejam feitas de 30 a 45 minutos, na qual produzirá erros menores em relação a quinze minutos. (DNIT, 2006).

2.9.4 Composição de Tráfego

A importância em conhecer a composição do volume de tráfego do local de estudo é necessária pois os veículos se diferem pelo seu tamanho, peso e velocidade. A partir destas informações, que são características de cada tipo de veículo, se torna essencial pelas seguintes razões segundo DNIT (2006):

- 1) Os efeitos que exercem os veículos entre si dependem de suas características. A composição da corrente de veículos que passa por uma via influi em sua capacidade;
- 2) As percentagens de veículos de grandes dimensões determinam as características geométricas que devem ter as vias, e os seus pesos, as características estruturais;
- 3) Os recursos que podem ser obtidos dos usuários de uma via dependem, entre outros fatores, da composição do seu tráfego.

Para fins de projetos os veículos de carga nas horas de pico deverão ter uma percentagem de caminhões, pois os veículos de carga têm um maior efeito em relação aos veículos de passeios. No caso das interseções estas percentagens devem ser separadas durante os picos da manhã e da tarde, pois pode haver uma grande variação na corrente de tráfego influenciando no projeto. (DNIT, 2010).

2.9.5 Contagem Volumétrica

Para poder fazer a classificação e obter dados sobre o sentido, quantidade e a composição do fluxo de veículos que trafegam em determinado trecho da rodovia ou vários pontos selecionados no sistema viário, a contagem volumétrica é essencial para tais dados. Estes dados serão analisados para poder determinar a capacidade viária, causas de congestionamentos, os índices de acidentes, dimensionamento do pavimento e auxiliar nos projetos de canalização ou possíveis melhorias. (DNIT, 2006).

Os locais para efetuar as contagens são nos trechos entre as interseções e nas próprias interseções, onde o objetivo destas é identificar os fluxos em uma determinada via e levantar fluxos das vias que se interceptam e dos seus ramos de ligação respectivamente. (DNIT, 2006).

De acordo com DNIT (2006), as contagens volumétricas se classificam como Contagens Globais, Direcionais e Classificatórias, onde:

Contagens Globais: classificada por registrar o número de veículos que trafegam por um determinado trecho da via e não depende de seu sentido, este tipo de contagem é usada no cálculo de volumes diários, preparação de mapas de fluxo e para determinar tendências de tráfego.

Contagens Direcionais: nesta contagem é registrado o número de veículos levando em consideração o sentido do fluxo, são usadas com a finalidade de determinar intervalos de sinais, cálculos de capacidade, justificar controles de trânsito, estudos de acidentes, previsão de faixas adicionais em rampas ascendentes etc.

Contagens Classificatórias: neste tipo de contagem os volumes são registrados vários tipos ou classes de veículos, são usadas no dimensionamento estrutural e projeto geométrico de rodovias e interseções, cálculo de capacidade, cálculo de benefícios aos usuários e determinação dos fatores de correção para as contagens mecânicas.

2.9.5.1 Métodos de Contagens

Para realizar as contagens volumétricas existem duas formas, a manual e a automática. As contagens manuais são ideias para analisar movimentos em interseções e contagens em rodovias com muitas faixas, são feitas por pesquisadores

com fichas e contadores manuais ou eletrônicos. No caso das vias urbanas este tipo de contagem é feito utilizando o agrupamento de veículos, agrupando os veículos com características semelhantes uns aos outros, como automóveis, ônibus e caminhões. (DNIT, 2006).

Já as contagens automáticas são feitas por contadores automáticos, nestes casos os tipos de contadores facilitam e são diversos como, contadores em que os veículos são detectados através de tubos pneumáticos ou dispositivos magnéticos, sonoros, radar etc. Em comparação com os manuais possuem uma alta produtividade, porém é um sistema com um custo elevado e por ficar exposto nas vias pode sofrer com vandalismo e até roubos. (DNIT, 2006).

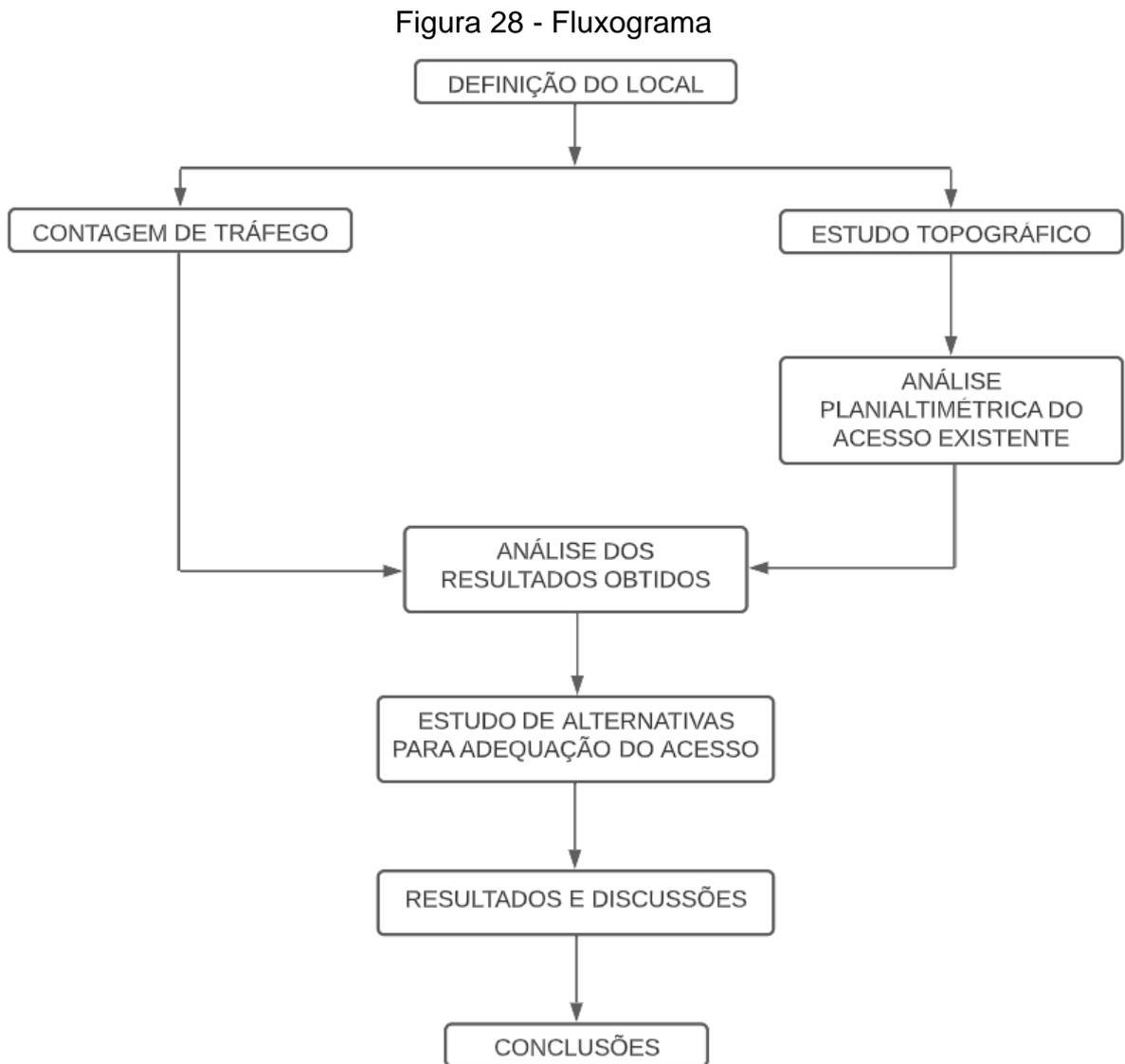
2.9.5.2 Contagens em Interseções

O objetivo de fazer a contagem em interseções é obter dados necessários para a elaboração de seus fluxogramas, projetos de canalização, identificação dos movimentos permitidos, cálculos de capacidade e análise de acidentes. Os dados de tráfego devem incluir VDM e o VHP, na qual posteriormente devem ser apresentados em fluxogramas indicativos das diversas correntes de tráfego e classificados conforme a necessidade do estudo. As contagens devem ser executadas durante pelo menos três dias, o qual deverão ser os dias com o provável pico da semana separando os veículos conforme suas classes. (DNIT, 2006).

Os horários para o estudo deverão ser feitos nas horas onde ocorrem os maiores fluxos e separando a cada 15 minutos para que se possa determinar as variações dentro da própria hora de pico, estas contagens podem ser efetuadas sem considerar os tipos de veículos ou sendo agrupados em classe, desta maneira é comum ser considerado as classes Carros de Passeio (P), Ônibus (O) e Veículos de Carga (C). (DNIT, 2006).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentadas as metodologias utilizadas para elaboração do trabalho, onde as etapas estão ilustradas no fluxograma da figura 28, o fluxograma apresenta de forma objetiva os itens que serão abordados neste capítulo, de tal forma que possa ser analisado e obter uma solução para o acesso em estudo.

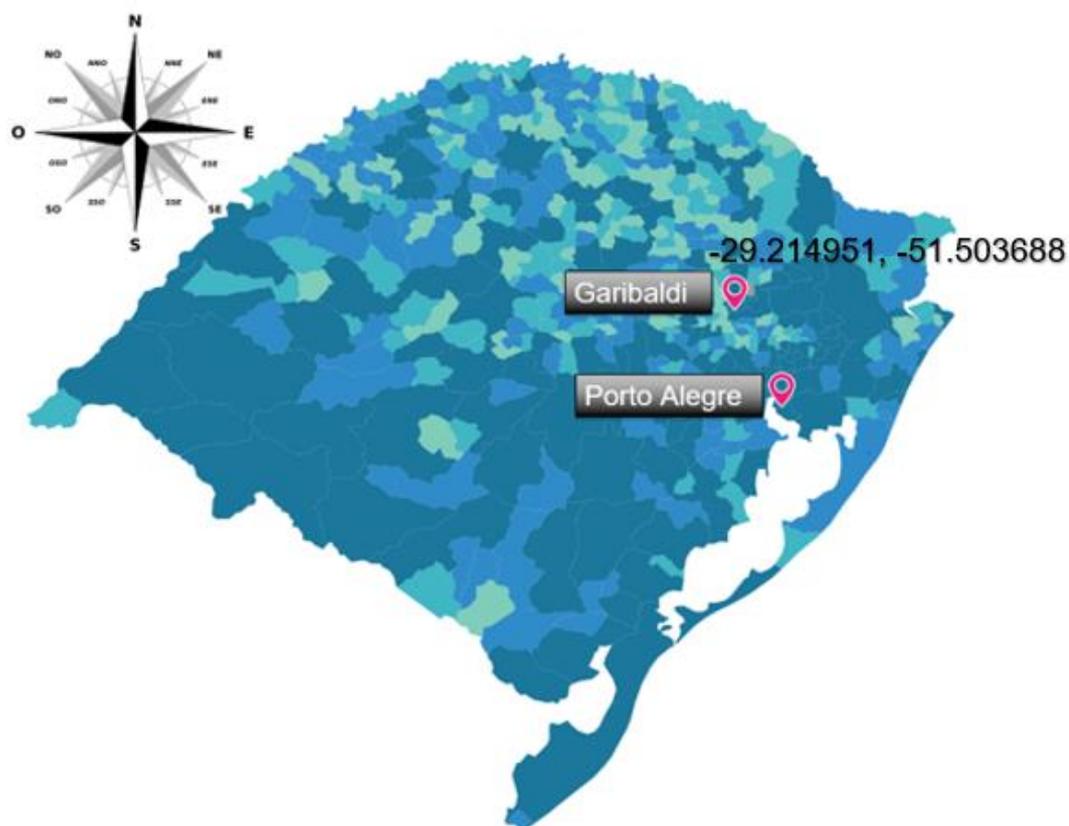


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

3.1 DEFINIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O local definido para o estudo em questão, localiza-se na cidade de Garibaldi, fica cerca de 112,3 km da capital Porto Alegre, a figura 29 ilustra a posição da cidade no mapa e a localização da capital do Rio Grande do Sul.

Figura 29 – Localização da cidade de Garibaldi



Fonte: IBGE (2022, adaptado pelo autor).

O local de estudo fica localizado na RSC-453 km 102+700 conforme a figura 30, o acesso está localizado em uma área industrial, devido a isso várias empresas estão localizadas neste bairro que tem acesso pela RSC-453 consequentemente muitos veículos pesados utilizam este acesso diariamente.

Figura 30 – Localização do acesso em estudo



Fonte: Google Earth (2022, adaptado pelo autor).

A RSC-453, é uma rodovia estadual onde o trecho do local de estudo deste acesso está localizado no km 102+700, este trecho da RSC-453 inicia logo após a BR-470 tendo como km inicial 101.43 e seu km final 107.26. O local do acesso caracteriza-se por ser faixa dupla no sentido Farroupilha Garibaldi onde logo a frente reduz para pista simples, já no sentido Garibaldi Farroupilha a faixa é simples e tem uma velocidade regulamentada de 60km/h.

Figura 31 – Situação atual do acesso



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A figura 32, ilustra o acesso em sua situação atual, não possui qualquer tipo de sinalização horizontal ou vertical e a presença de veículos pesados é comum neste trecho.

Figura 32 – Acesso km 102+700



Fonte: Google Earth (2022).

Na figura 33 abaixo mostra a saída do Bairro Tamandaré pelo acesso em estudo, é comum notar a presença de veículos pesados neste trecho em diferentes horários do dia.

Figura 33 – Acesso km 102+700

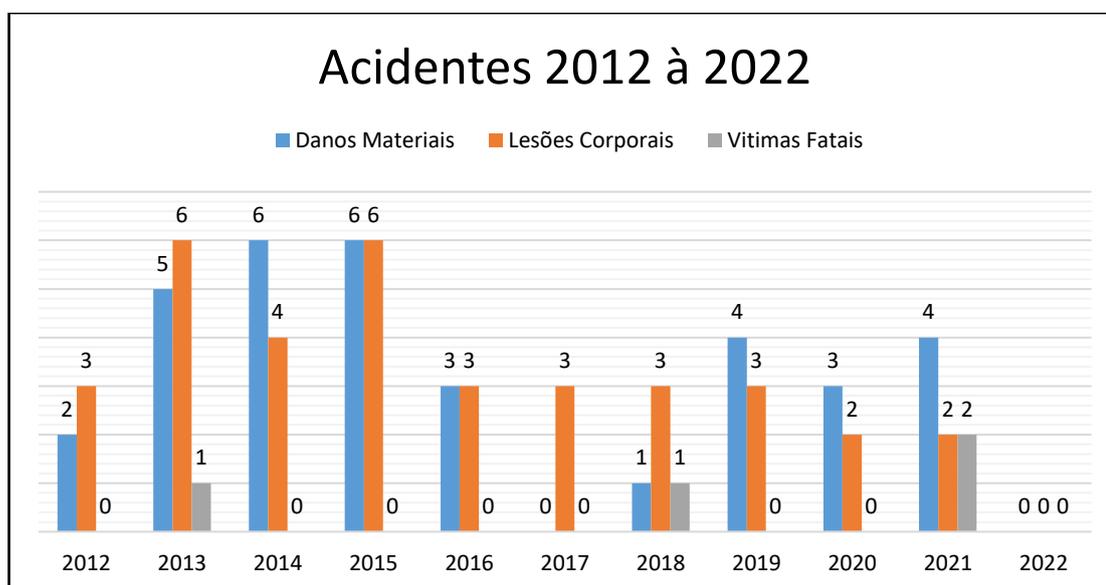


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

3.2 ACIDENTES

As interseções são responsáveis pela maioria dos acidentes, estes acidentes ocorrem pelos pontos de conflitos existentes no acesso e pela visibilidade que é afetada durante os tipos de movimentos realizados no acesso juntamente com a atenção dos motoristas. Com isso é possível visualizar a quantidade de acidentes contabilizados pelo Comando Rodoviário da Brigada Militar (CRBM), sem contar com os acidentes leves que ocorrem e não são registrados pelo CRBM. No gráfico 1 fica visível a quantidade de acidentes neste trecho do acesso. Com a falta de sinalização, pontos de conflitos existentes e a falta de visibilidade, contribuem para os acidentes.

Gráfico 1 – Acidentes de 2012 à 2022



Fonte: CRBM (2022).

Desta forma, este trecho torna-se importante para o estudo em busca de uma solução adequada que dê aos condutores uma maior tranquilidade em realizar os movimentos e traga maior segurança ao acesso.

3.3 CONTAGEM DE TRÁFEGO

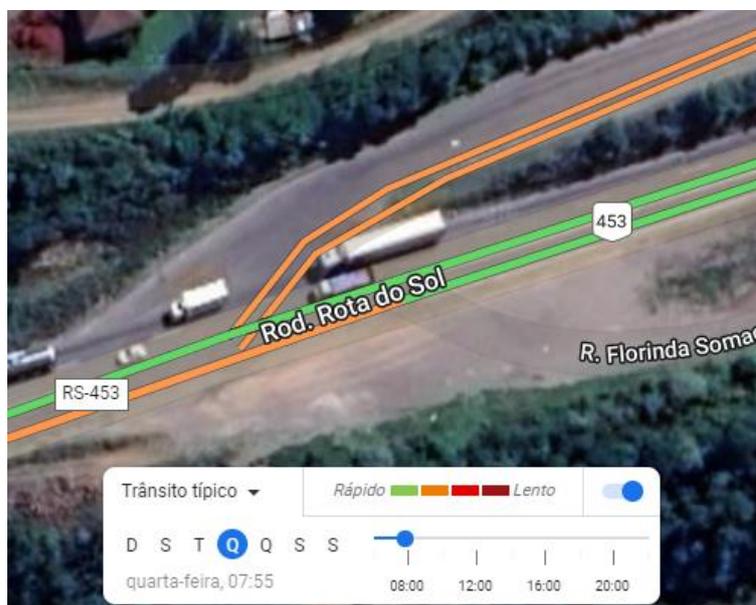
Para a elaboração do estudo em questão, a contagem do tráfego foi realizada conforme as normas do Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), seguindo as etapas necessárias conforme foram apresentadas no referencial teórico no capítulo 2.9.5, para Carros de Passeio (P), Ônibus (O), Veículos de Carga (C) e Motos (M).

A realização desta contagem foi feita de modo manual onde todos os movimentos foram observados e contados através de duas pessoas, onde foi possível ter uma contagem com maior precisão e posteriormente poder analisar com mais atenção a deficiência que este acesso possui em relação aos movimentos executados por parte dos usuários que trafegam no local.

Desta maneira foram realizadas contagens em dias da semana em horas pico, onde foram utilizadas todas as classes de veículos apresentadas no referencial teórico, porém como se trata de uma área industrial a atenção na hora da contagem foi maior aos veículos pesados pelo fato da dificuldade em acessar o local.

Através do Google Maps foram escolhidos os horários em que o trânsito no acesso é frequentemente maior, para isso foi utilizada a ferramenta de trânsito disponível dentro do Google Maps na qual é possível obter um histórico de todos os dias e horários, conforme a figura 34. Através desta ferramenta ficou definido que na Terça-Feira a hora pico para executar a contagem é das 12:20h às 13:20h, Quarta-Feira das 07:00h às 08:00h e na Quinta-Feira das 16:30 às 17:30.

Figura 34 – Ferramenta de trânsito



Fonte: Google Maps (2022).

O posicionamento para realizar a contagem está ilustrado na figura 35, para não atrapalhar o trânsito ou até mesmo tirar a atenção dos motoristas este ponto ilustrado na figura foi o ponto escolhido para a realização deste trabalho, na qual a contagem foi feita dentro do próprio veículo.

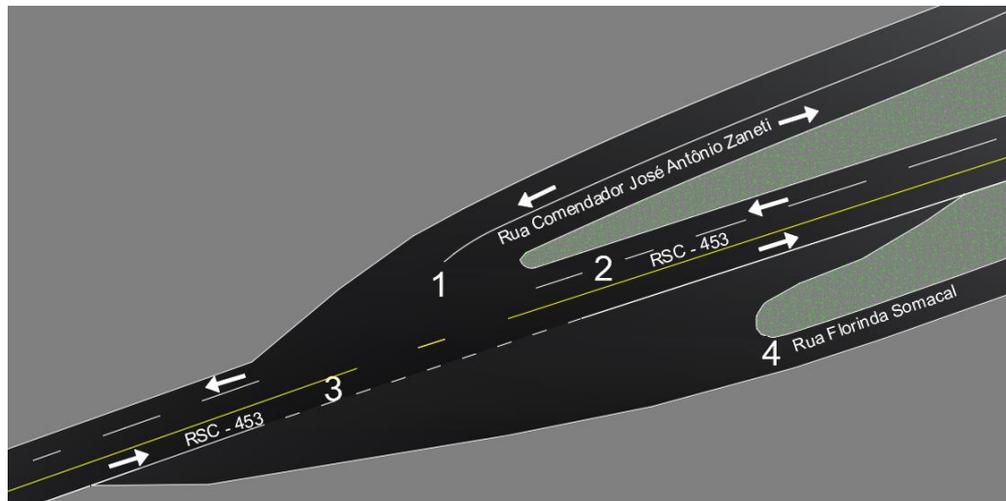
Figura 35 – Ponto para contagem de tráfego



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para a determinação da contagem os sentidos dos fluxos possíveis e que são realizados diariamente pelos condutores que transitam pelo local estão demarcados conforme a figura 36, onde a partir desta figura é apresentada na tabela 2 a localização e sentidos dos fluxos que serão analisados.

Figura 36 – Aproximações do acesso da RSC - 453



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tabela 2 – Localização do fluxo e sentido da RSC – 453 km 102+700

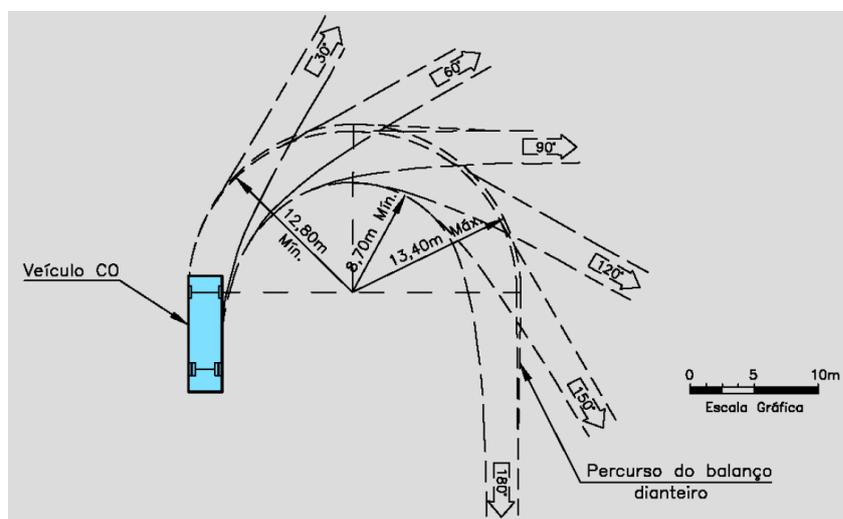
NUMERAÇÃO	SENTIDO
1-2	RUA COMENDADOR JOSÉ ANTÔNIO ZANETI / RSC-453 - GARIBALDI
1-3	RUA COMENDADOR JOSÉ ANTÔNIO ZANETI / RSC-453 - FARROUPILHA
1-4	RUA COMENDADOR JOSÉ ANTÔNIO ZANETI / RUA FLORINDA SOMACAL
2-1	RSC-453 - FARROUPILHA / RUA COMENDADPR JOSÉ ANTÔNIO ZANETI
2-3	RSC-453 - FARROUPILHA / RSC-453 GARIBALDI
2-4	RSC-453 - FARROUPILA / RUA FLORINDA SOMACAL
3-1	RSC-453 - GARIBALDI / RUA COMENDADOR JOSÉ ANTÔNIO ZANETI
3-2	RSC-453 - GARIBALDI / RSC-453 FARROUPILHA
3-4	RSC-453 - GARIBALDI / RUA FLORINDA SOMACAL
4-3	RUA FLORINDA SOMACAL / RSC-453 - FARROUPILHA
4-2	RUA FLORINDA SOMACAL / RSC-453 - GARIBALDI
4-1	RUA FLORINDA SOMACAL - RUA COMENDADOR JOSÉ ANTÔNIO ZANETI

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

3.3.1 Definição do veículo de projeto

Com base na pesquisa de contagem de volume e na classificação destes, a determinação do veículo de projeto foi definida juntamente com a projeção de veículos futuros para o ano de 2032. A partir disso o veículo de projeto escolhido foi o veículo de projeto CO, onde é apresentado na figura 37 com suas respectivas dimensões e na figura 45, onde são apresentadas características de raios de giro deste veículo. A partir deste veículo foi elaborado o projeto para atender as dimensões mínimas que este necessita para efetuar as manobras e atender os demais veículos.

Figura 37 – Veículo de Projeto



Fonte: DNIT (2005,p.81)

3.4 ESTUDO TOPOGRÁFICO

A realização do estudo topográfico do acesso foi realizada através da aerofotogrametria utilizando um drone, onde este levantamento foi executado e elaborado pelo autor. Para a realização deste levantamento foi necessário primeiramente conhecer o local e pontos importantes para se iniciar o levantamento. Ao analisar o acesso e conhecer o local e suas características iniciou-se um planejamento de voo considerando todos os parâmetros específicos deste levantamento para obter bons resultados ao estudo. Na tabela 3 são apresentados alguns dos parâmetros utilizados para este levantamento e na tabela 4 especificações da aeronave utilizada.

Tabela 3 – Dados de Voo

DADOS OPERACIONAIS DE VOO	
Área de cobertura	144.500,00m ²
Número de fotos	293
Intervalo de captura de fotos	15 m
Velocidade de cruzeiro	6 m/s
GSD (Ground Sample Distance)	3,77cm
Altitude de voo	110m
Tamanho da imagem gerada	26704x16496 pixel
Distância percorrida	4,4 km
Tempo estimado de voo	18 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tabela 4 – Especificações da aeronave

ESPECIFICAÇÕES DA AERONAVE	
Autonomia de voo	31 minutos
Peso de decolagem	249g
Global Navigation Satellite System (GNSS)	GPS+GLONASS+GALILEO
Estabilização	3 eixos (incl., rot., panor.)
Sensor da câmera	CMOS de 1/2,3 pol. Pixels efetivos: 12 MP
Distância máxima	10km
Lente	Abertura: f/2,8
Tamanho da imagem	4000x3000 pixel
Resolução de vídeo	4k 30 FPS
Velocidade Máxima	16m/s
Sistema de voo automático	Sim

Fonte: DJI (2022).

Na figura 38, é ilustrada a aeronave utilizada e seu rádio controle juntamente com o plano de voo e demais informações que são apresentadas pelo aplicativo de voo.

Figura 38 – Equipamento utilizado

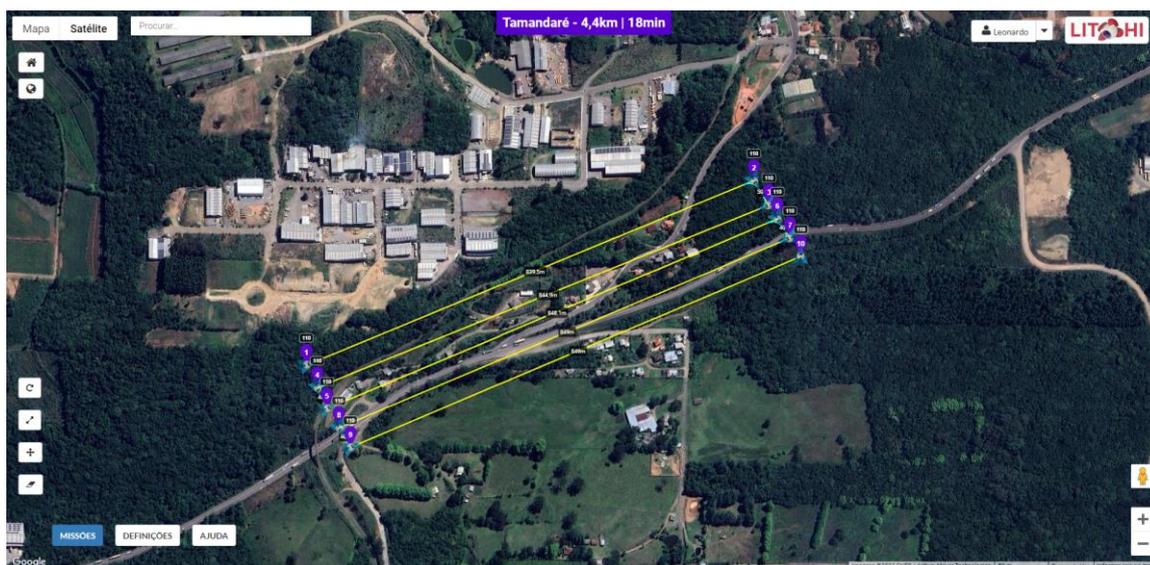


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A partir destes dados o plano de voo é importado para a aeronave onde posteriormente é executado no local de interesse, executando um voo automático a partir dos parâmetros estabelecidos.

Na figura 39 é possível observar como ficou delimitado o planejamento de voo para o acesso, buscou-se ampliar a área de estudo para que fosse possível entender o entorno de forma mais ampla.

Figura 39 – Planejamento de voo



Fonte: Litchi (2022).

Após executar o voo as imagens geradas foram processadas no software *Agisoft Metashape 2022* (v.1.8.3) na qual foi possível obter resultados como a geração

das nuvens de pontos apresentada na figura 40, modelos digitais de superfície e terreno, ortofotos e o modelo 3D de superfície. A partir destes dados gerados é possível analisar com mais precisão as características necessárias para a elaboração de uma solução para o acesso.

Figura 40 – Nuvem de pontos densa



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No processamento das imagens é possível fazer uma classificação do terreno, ou seja, classificar o que é terreno e o que não é, como por exemplo, carros, casas e árvores. Desta forma em grandes matas fechadas não é possível obter curvas de níveis confiáveis, pois não se tem exatidão no que existe debaixo das copas das árvores. Após o processamento e ajustes necessários se obtém todos os modelos necessários para uma análise completa do projeto em questão.

3.5 ANÁLISE PLANIALTIMÉTRICA DO ACESSO

A partir do estudo topográfico realizado através da aerofotogrametria, foi possível analisar a situação atual do local com um nível de detalhamento maior em relação à topografia tradicional, já que com este tipo de levantamento são geradas curvas de níveis detalhadas com ortofotos que auxiliam na observação e análise do local. Com estes resultados obtidos no levantamento é possível analisar

detalhadamente pontos específicos onde possivelmente são os problemas que existem neste acesso.

Considerando todos estes dados gerados pelo levantamento, alguns parâmetros relacionados à elaboração de uma proposta de projeto foram definidos e posteriormente utilizados para a escolha de uma proposta ideal para o acesso. É importante ressaltar que em algumas áreas obstáculos como árvores dificultam a visualização da real situação do terreno, visto que isso é uma limitação no levantamento feito pela aerofotogrametria.

3.6 CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA DA RODOVIA

A via atualmente está classificada como uma via de Classe 1-A e relevo montanhoso, a partir destas características da via na tabela 5 são apresentados todos os valores correspondentes para esta classe e relevo (DAER,2015). Porém o trecho de estudo em questão apresenta características de relevo Ondulado, desta forma este trecho de estudo foi definido como uma via de Classe 1-A e relevo Ondulado, a partir destas características foram obtidos os valores de projeto, como uma rampa máxima de 4,5%, largura da pista de 3,6m, largura de acostamento de 1m, etc.

Tabela 5 – Características básicas do projeto geométrico das rodovias estaduais

CARACTERÍSTICAS	REGIÕES	CLASSES				
		0	I	II	III	IV
Tráfego (VDM para o 10º ano de projeto)	-	(1)	(2)	1500-300	300-1500	< 300
Velocidade diretriz (km/h)	P	120	100	80	80	60
	O	100	80	70	60	40
	M	80	60	50	40	30
Distância de visibilidade de parada desejável (mínimo) - (m)	P	310(205)	210(155)	140(110)	140(110)	85(75)
	O	210(155)	140(110)	110(90)	85(75)	45(45)
	M	140(110)	85(75)	65(60)	45(45)	30(30)
Distância de visibilidade de ultrapassagem (m)	P	370	340 680	680	560	420
	O	340	280 560	490	420	230
	M	280	210 420	350	270	180
Taxa máxima de superelevação (%)	O	10%	10%	8%	8%	6%
Ralo mínimo de curvatura horizontal (m)	P	540	345	230	230	135
	O	345	210	170	125	55
	M	210	115	80	50	25
Rampa máxima (%)	P	3%	3%	3%	4%	5%
	O	4%	4,5%	5%	6%	7%
	M	5%	6%	7%	8%	9%
Valor mínimo de "k" para curvas verticais convexas - desejável (mínimo)	P	233(102)	107(58)	107(29)	48(29)	18(14)
	O	107(58)	48(29)	29(20)	18(14)	5(5)
	M	48(29)	18(14)	10(9)	5(5)	2(2)
Valor mínimo de "k" para curvas verticais côncavas - desejável (mínimo)	P	80(50)	52(36)	52(36)	32(24)	17(15)
	O	52(36)	32(24)	24(19)	17(15)	7(7)
	M	32(24)	17(15)	12(11)	7(7)	4(4)
Largura da faixa de rolamento (m)	P	3,75	3,60			
	O	3,60	3,60	3,50	3,50	3,00
	M	3,60	3,50			
Largura do acostamento externo (m) (mínimo)	P	3,00	3,00-(2,50)	2,50-(2,00)	2,50-(1,00)	1,00
	O	3,00-(2,50)	2,50	2,50-(2,00)	2,00-(1,00)	0,50
	M	2,50	2,50	2,00-(1,00)	1,50-(1,00)	0,50
Largura recomendada do acostamento interno (m) - (excepcional) (6)	P	(1,2) - 0,6	(1,2) - 0,6	-	-	-
	O	(1,0) - 0,6	(1,0) - 0,6			
	M	0,5	0,5			
Gabarito mínimo vertical	-	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
Afastamento lateral mínimo do bordo do acostamento - obstáculos contínuos	-	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30
Largura do Canteiro Central - Valor mínimo (7)	-	4	4	-	-	-
Afastamento lateral mínimo do bordo do acostamento - obstáculo isolado	-	1,50	1,50	1,50	0,50	0,50
Inclinação transversal em tangente	-	2%	2%	2%	2%	3%
Largura da faixa de domínio (m)	P		60	30	30	30
	O	(8)	70	40	40	40
	M		80	50	50	50
Plataforma de terraplenagem	-	(3) (4)	(3) (4)	(3) (4)	(3) (4)	(3) (5)

Fonte: DAER (1991, p.20).

4 RESULTADOS

O presente capítulo tem como objetivo analisar os dados coletados durante a pesquisa, bem como os dados relativos a contagem de tráfego realizada no acesso e também a análise topográfica com a utilização de drone. A partir destes dados e com base no referencial bibliográfico é possível obter os resultados necessários para realizar o objetivo deste trabalho. Os subitens a seguir apresentam de forma detalhada e objetiva os resultados.

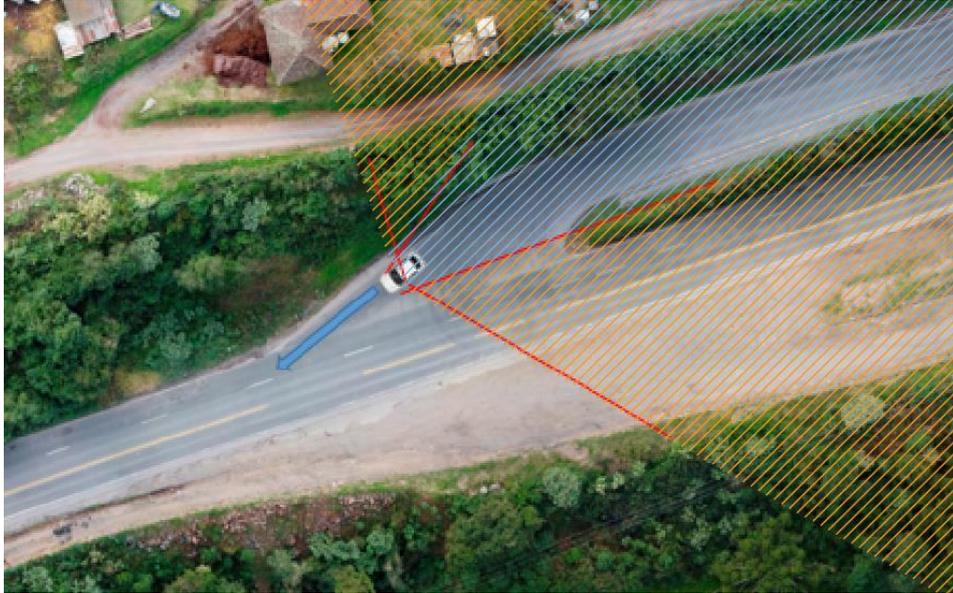
4.1 ANÁLISE DO TRECHO

A partir dos assuntos abordados no referencial teórico, características importantes para o estudo e análise do acesso foram levantadas.

4.1.1 Pontos de conflito

Os pontos de conflitos observados no trecho são apresentados pela figura 41, nela é possível observar que estes pontos, juntamente com a visibilidade, afetam diretamente na segurança dos condutores que trafegam neste trecho. Seguindo como base o estudo feito por Alfredo García e Henrique Belda-Esplugues, os condutores que trafegam no sentido Rua Comendador José Antônio Zaneti para RSC-453 Garibaldi, tem a sua visibilidade comprometida, visto que o encontro entre esta Rua juntamente com a RSC-453 acaba gerando um ângulo de 23° abaixo dos 70° que é citado no estudo e dentro da zona de conflito conforme a figura 4, em que o estudo aponta que neste ângulo o condutor já tem a sua visibilidade comprometida. Na figura 40 é possível visualizar os pontos cegos quando o condutor adentra na rodovia, a cor laranja representa a área do ponto cego e a cor azul a área em que o motorista tem visão com a ajuda dos retrovisores.

Figura 41 – Área de pontos cegos do condutor



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Além deste movimento os condutores acabam efetuando diariamente outros movimentos em que acabam exigindo uma maior atenção por parte dos motoristas.

Por mais que alguns movimentos sejam proibidos, neste local é comum ver veículos executando estas manobras, a figura 42 ilustra os pontos de conflitos existentes, que estão presentes movimentos de divergência, convergência e cruzamento da via, onde não são tratados por nenhum tipo de dispositivo de controle de tráfego. Estes pontos de conflitos consequentemente têm resultados negativos e que resultam em acidentes e também uma deficiência no tráfego em horas pico.

Figura 42 – Pontos de conflitos



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.1.3 Topografia

Os dados gerados a partir do aerolevanteamento com Drone foram fundamentais para analisar o trecho e seus pontos críticos em relação à topografia e possíveis interferências. Com este levantamento foi possível analisar o acesso de forma mais ampla e segura, visto que pelo grande volume de veículos é difícil de fazer medições e coletar dados necessários para o estudo.

Na figura 43, a ortofoto representa de forma ampla todo o entorno do acesso, nesta imagem é possível visualizar com maior precisão a existência de cursos d'água, benfeitorias e demais pontos que podem afetar na escolha de uma determinada interseção para o acesso, ou até mesmo um novo traçado.

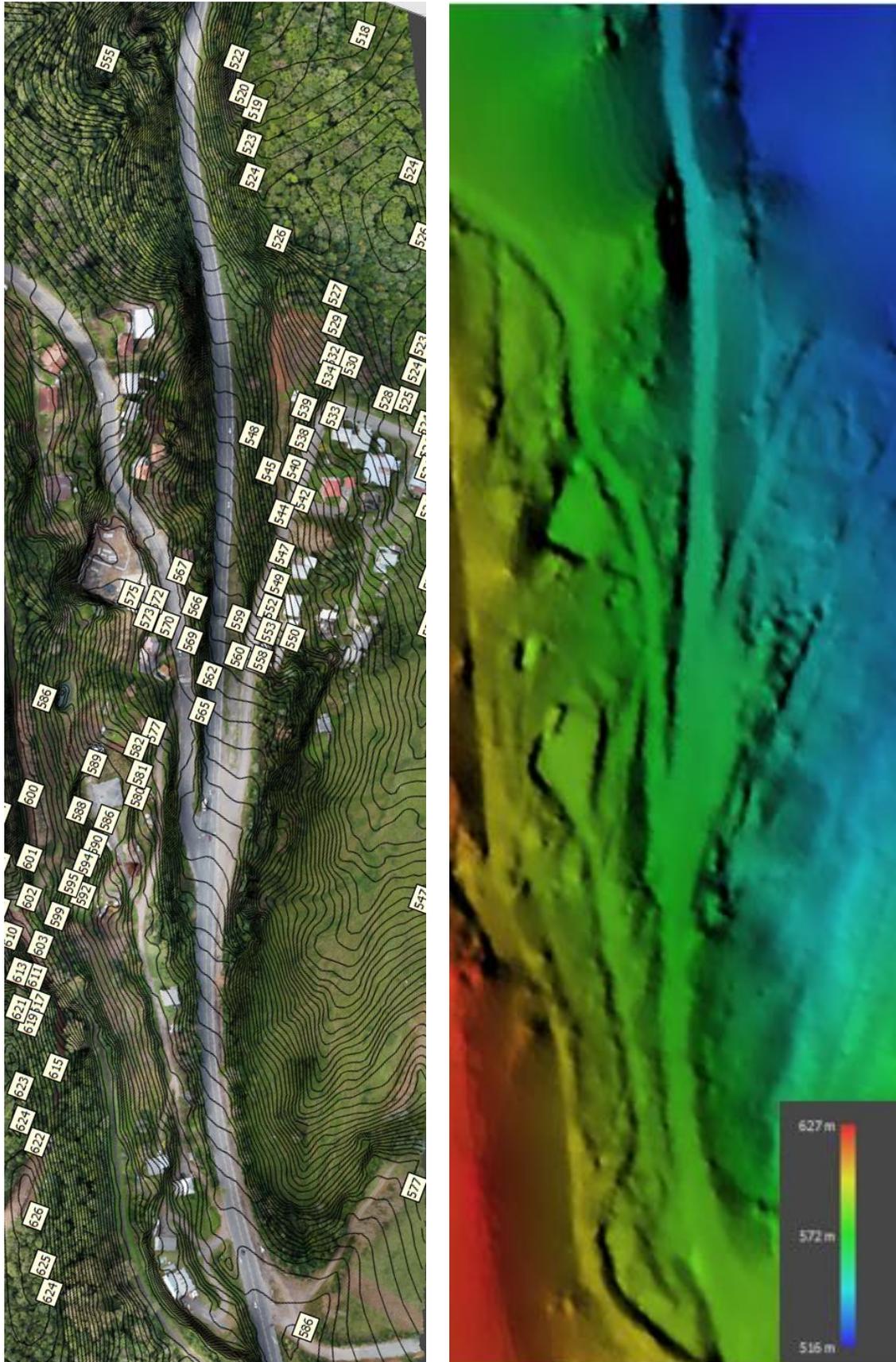
Figura 43 – Ortofoto



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Outro produto gerado de grande importância para a análise da topografia em questão são as curvas de níveis, estas foram geradas a cada um metro, como uma das limitações do levantamento feito por aerofotogrametria são as grandes matas fechadas, neste caso as curvas de níveis geradas no canto direito da figura 44 serão pouco confiáveis, por outro lado as demais curvas serão de total importância para a análise completa do acesso

Figura 44 – Curvas de níveis e Modelo Digital de Terreno



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para facilitar a visualização da topografia, com o modelo digital de terreno (MDT) apresentado na figura 44, exemplifica os possíveis problemas que a elevação do terreno pode apresentar na escolha adequada da interseção.

Com estes dados apresentados sobre tipologia do terreno em que está localizado o acesso, é importante levar em consideração que o terreno apresenta de certa forma uma elevação considerável no entorno, o que dificulta novos traçados pois podem acarretar rampas com elevações superiores ao limite estabelecido em projeto. Com isso, alternativas considerando estas características de topografia serão analisadas para implementação de uma interseção em nível ou em níveis diferentes, na qual dependerá do tipo e volume de veículos que trafegam no local.

4.2 ESTUDO DE TRÁFEGO

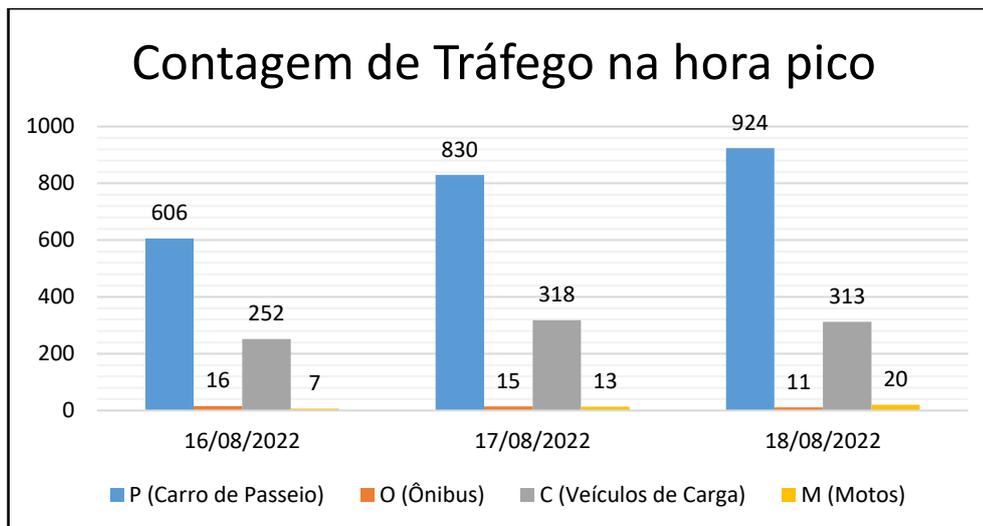
Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos referente ao estudo de tráfego para o ano de 2022, são apresentados todos os resultados baseados na contagem manual feita na RSC-453 km102+700 nos dias 16,17 e 18 do mês de agosto de 2022, a contagem foi feita em horários picos conforme apresentados no capítulo 3.2.

Este volume de veículos foi contabilizado no ano de estudo (2022) para entender a situação atual do acesso e posterior projetar o volume para o ano de projeto 2032. Com estes dados será definido o tipo de interseção a ser adotado no projeto.

4.2.1 Fluxo no acesso

Os veículos foram classificados e contabilizados conforme mostra no gráfico 2, estes dados são referentes ao volume de veículos durante os três dias de pesquisas que foram contabilizados na hora pico, e classificados conforme o capítulo 3.2. Através destes números tornou-se possível determinar o volume horário do acesso em Unidade de Carro de Passeio (UCP) em todos os movimentos registrados na contagem realizada, para posterior elaboração dos fluxogramas necessários.

Gráfico 2 – Contagem de Tráfego



Fonte: Elaborado pelo autor

Através da contagem classificatória realizada na hora pico estabelecida durante os três dias, todos os movimentos foram considerados e a partir deste se torna possível desenvolver os fluxos de tráfego com o volume registrado em cada movimento no acesso. Na figura 44, é apresentado através do fluxograma, o volume de tráfego em UCP no acesso localizado na RSC – 453 km 102+700.

4.2.1.1 Fator de Horário Pico

Para poder determinar o FHP, é necessário obter o Volume da Hora Pico e o maior fluxo de veículos registrados em um período de quinze minutos, para isso foram contabilizados os três dias com horários picos diferentes uns dos outros, desta maneira foi feita a média dos três dias para obter o UCP e a média do volume de veículos dentro de um período de quinze minutos com maior pico, desta forma obteve-se os resultados para todos os movimentos do acesso. Na tabela 6, é apresentado o quadro resumo destes dados.

Tabela 6 – Quadro Resumo

QUADRO RESUMO						
RODOVIA: RSC -453						
TRECHO SER: Ent. BR - 470 e Ent. RS - 448						
LOCAL/REF: km 102+700						
DIREÇÃO			VOLUME DE TRÁFEGO (UCP)	VHP 15MÁX	FHP	
1/2	ÁREA INDUSTRIAL	→	RSC - 453 / GARIBALDI	101	35	0,72
1/3	ÁREA INDUSTRIAL	→	RSC - 453 / FARROUPILHA	60	22	0,69
1/4	ÁREA INDUSTRIAL	→	RUA FLORINDA SOMACAL	2	1	0,38
2/1	RSC - 453 / FARROUPILHA	→	ÁREA INDUSTRIAL	54	18	0,76
2/3	RSC - 453 / FARROUPILHA	→	RSC - 453 / GARIBALDI	540	151	0,90
2/4	RSC - 453 / FARROUPILHA	→	RUA FLORINDA SOMACAL	0	0	0,25
3/1	RSC - 453 / GARIBALDI	→	ÁREA INDUSTRIAL	89	29	0,76
3/2	RSC - 453 / GARIBALDI	→	RSC - 453 / FARROUPILHA	543	157	0,86
3/4	RSC - 453 / GARIBALDI	→	RUA FLORINDA SOMACAL	3	2	0,33
4/3	RUA FLORINDA SOMACAL	→	RSC - 453 / FARROUPILHA	1	1	0,25
4/2	RUA FLORINDA SOMACAL	→	RSC - 453 / GARIBALDI	3	2	0,50
4/1	RUA FLORINDA SOMACAL	→	ÁREA INDUSTRIAL	1	1	0,25

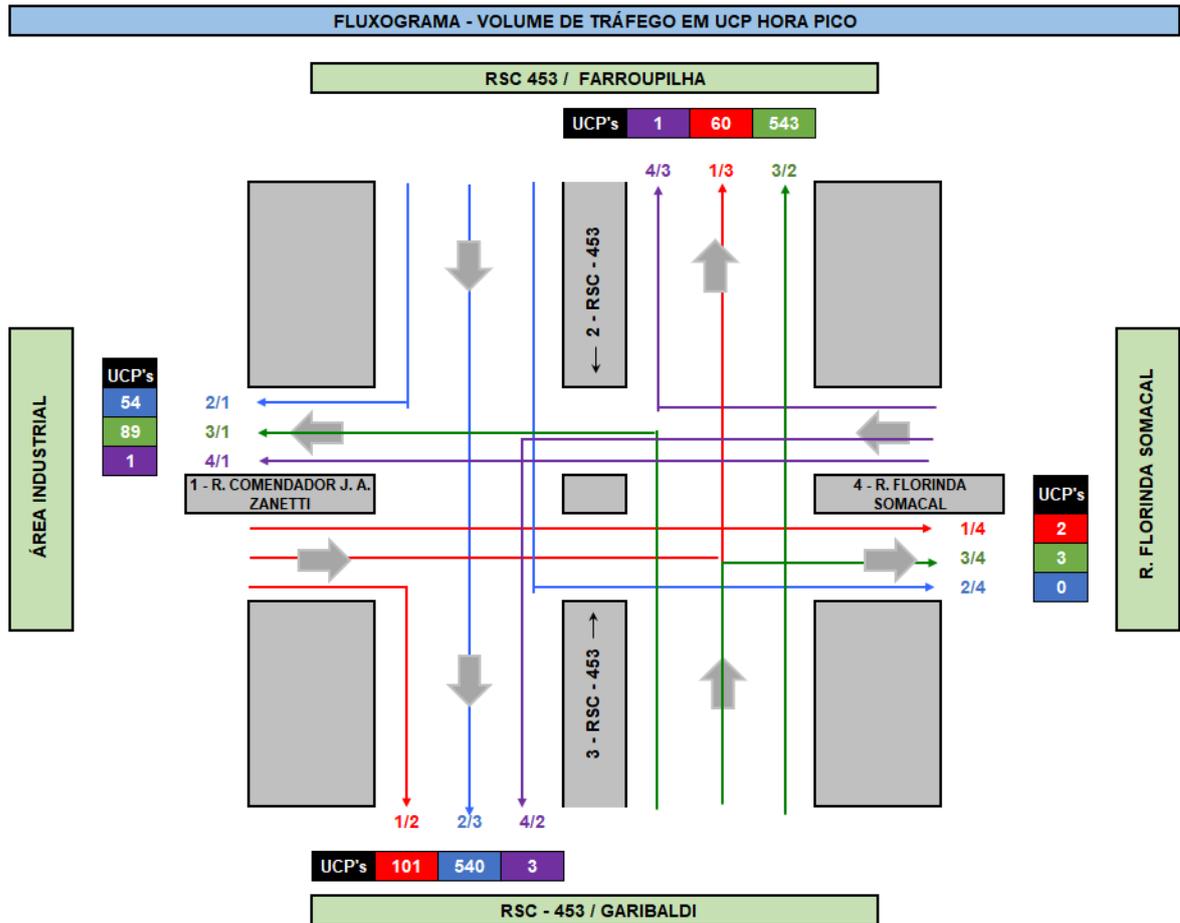
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na tabela 6, os movimentos principais a serem analisados estão relacionados com a Área Industrial, visto que este é o objeto de estudo onde a principal dificuldade encontrada pelos motoristas é realizar os movimentos com segurança neste acesso.

Observando os dados da tabela 3, nota-se que as conversões à esquerda e a direita todas que possuem ligação com a Área industrial juntamente com a RSC-453 possuem um FHP elevado se comparado com o da via principal (RSC-453), ou seja, estes movimentos possuem um grande volume de veículos e que em horas picos acabam causando congestionamentos e portando causando uma deficiência neste acesso.

Nenhum movimento se encontra na condição de saturado, porém os volumes da via principal RSC – 453 e dos principais movimentos relacionados a Área Industrial possuem um FHP próximo ao da via principal, isso impacta diretamente nos movimentos que são realizados pelos condutores dos veículos, visto que na hora de realizar estas conversões torna-se um movimento onde exige uma atenção maior pelo volume de veículos que se encontra trafegando no local.

Figura 45 – Fluxograma de tráfego RSC – 453 km 102+700



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O fluxograma apresentado na figura 45 ilustra de forma simplificada o atual volume de veículos em UCP que trafegam pelo acesso, estão separados por cada tipo de movimento ficando claro o grande volume de veículos que acessam e saem da Área Industrial no ano de 2022.

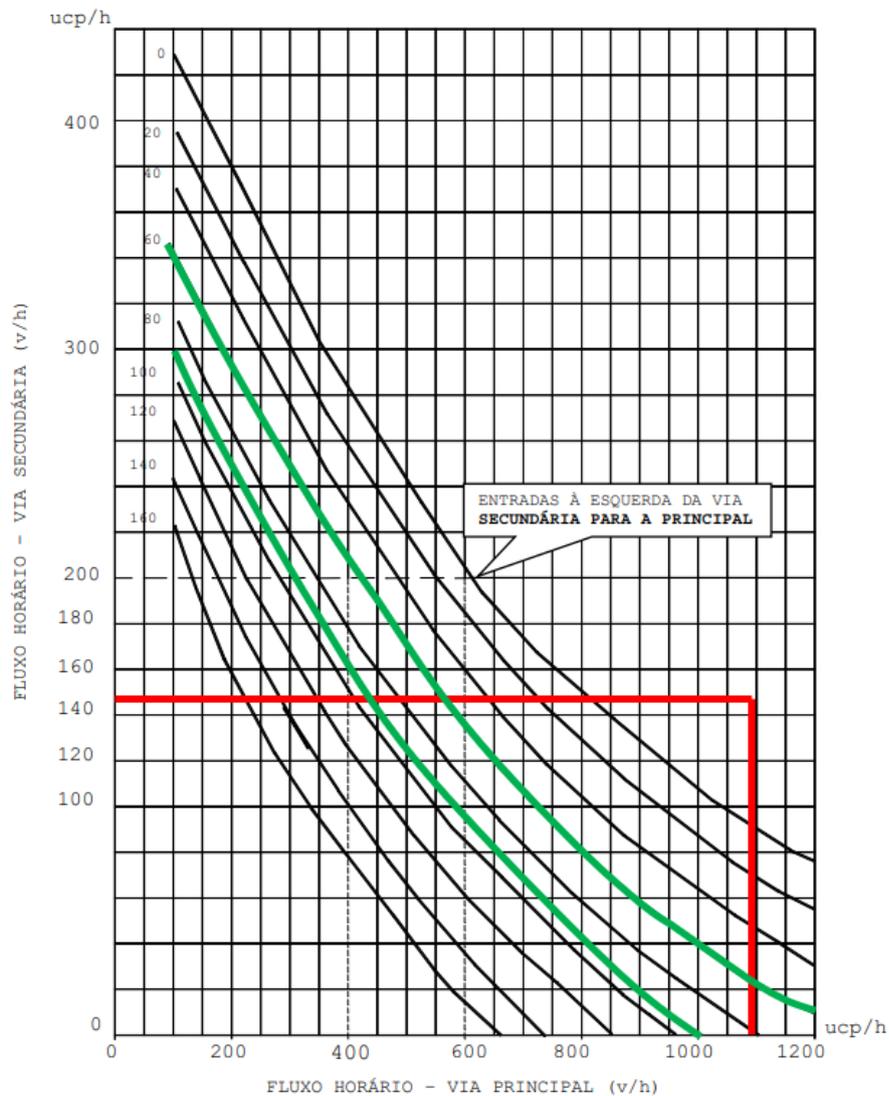
4.3.2 Definição da interseção

Definida a quantidade de veículos horária em UCP que trafegam neste local, a partir da figura 46, tem-se uma parcial dos limites de emprego do tipo de interseção a ser utilizada, porém este não leva em consideração diversos outros fatores que influenciam diretamente na escolha da interseção. Como a topografia existente e as características atuais da via.

Conforme o gráfico apresentado pelo Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (1991), podemos definir se a solução a ser adotada na interseção é em

nível ou níveis diferentes, a figura 46 relaciona o volume de tráfego da via principal e da via secundária,

Figura 46 – Limites de emprego para interseções à nível



Fonte: DAER (1991, p.41).

Desta maneira através da figura 46, são apresentados os movimentos em verde dos veículos que entram e saem da área industrial, em vermelho a quantidade total de veículos da via principal e da secundária, observa-se que ambos os movimentos já se mostram com a necessidade da utilização de uma interseção em níveis diferentes.

Como os dados de tráfego no ano de 2022 já indicam que a interseção a ser adotada deve ser em níveis diferentes, para o ano de projeto 2032 automaticamente estes dados de tráfego serão superiores e conseqüentemente também irão indicar a necessidade de interseção em níveis diferentes. Para esta hora pico média o volume

em UCP registrado no ano de 2022 foram de 1396, estimando uma taxa de crescimento de 3% conforme é indicado pelo DNIT em caso de não haver dados para esta taxa de crescimento, no ano de projeto 2032 este volume de veículos será de 1877, onde foi utilizada a expressão $V_{10} = V_0(1 + 0,03)^{10}$.

Através destes dados juntamente com as características existentes no acesso é apresentado no capítulo subsequente as alternativas para solução deste acesso.

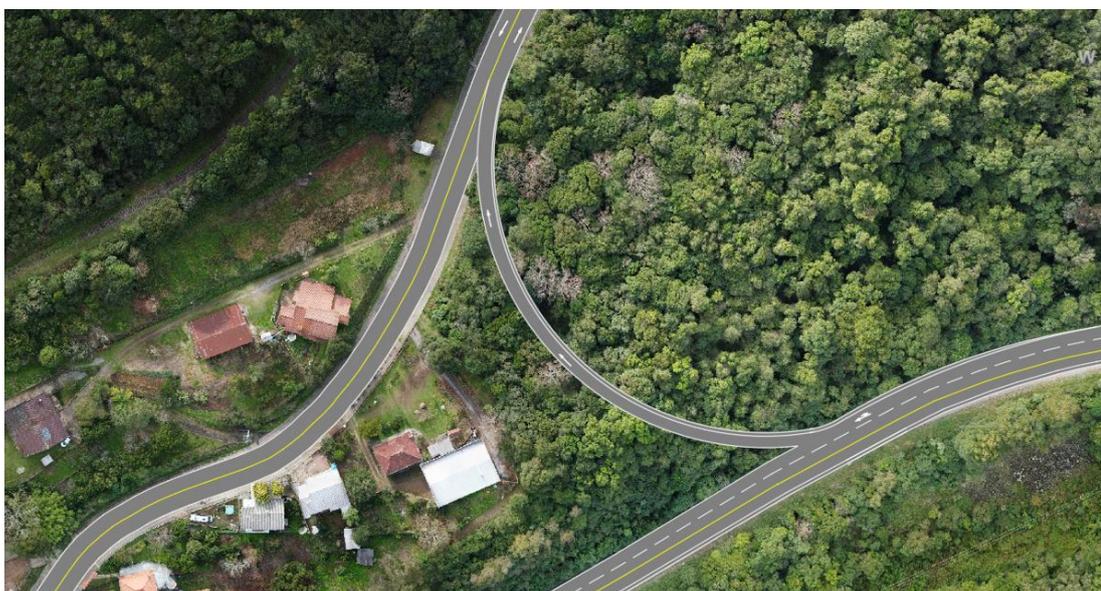
4.3 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

As atuais características presentes no acesso acabam por sua vez limitando muitas alternativas que são geralmente adotadas para situações semelhantes, no decorrer deste trabalho de conclusão foi abordado diversos fatores que influenciam diretamente na escolha de uma alternativa adequada. Com isso três alternativas foram analisadas para o acesso.

4.3.1 Alternativa 1

A primeira alternativa proposta foi uma alteração no traçado, fazendo com que o fluxo de veículos fosse direcionado para outro local, impedindo movimentos e diminuindo assim os pontos de conflitos existentes no acesso. Na figura 47, é ilustrada a região onde possivelmente poderia ser feita esta alteração no traçado.

Figura 47 – Alteração de traçado



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Contudo, analisando a situação da topografia, esta alternativa se torna inviável visto que há uma grande diferença de cotas, a cota onde inicia o traçado junto a RSC-453 é de 542m já a do final do traçado 582m, ou seja, uma diferença de 40m em um percurso de aproximadamente 165m. Essa diferença de cotas iria acarretar em rampas superiores a 20%, mesmo que seja trabalhado no traçado esta região iria se manter com rampas muito elevadas dificultando o acesso de veículos pesados, ou seja, qualquer traçado nestas proximidades acaba dificultando e inviabilizando devido a topografia existente no local, outro ponto importante é que uma alteração de traçado não iria resolver de imediato os demais movimentos presentes neste acesso e o tráfego deveria ser direcionado para o retorno na BR-470 distante a aproximadamente 1,5km. Desta forma, esta alternativa de traçado se inviabiliza pela topografia e por direcionar os movimentos de retorno para uma interseção distante e que precisaria ser analisado este novo movimento para então validar a conexão.

4.3.2 Alternativa 2

Conforme os estudos de tráfego realizados e apresentados nos capítulos anteriores, a via principal RSC-453 juntamente com a via secundária Rua Comendador José Antônio Zanetti (acesso à área industrial), necessita devido ao seu volume de tráfego uma alternativa onde é necessária a implementação de uma interseção em níveis diferentes, contudo é sabido que a utilização de viadutos é uma alternativa com um custo elevado, mas através de todas as suas características presentes neste acesso esta alternativa não foi descartada.

Com a implementação de um viaduto elimina de imediato alguns dos pontos de conflitos existentes no acesso, permitindo os movimentos sem a necessidade de cruzamento da pista. como uma forma de possibilitar que sejam executados os movimentos sem interferir no tráfego existente na RSC-453, colaborando com a fluidez e segurança do tráfego.

Na figura 48, é esboçado a alternativa de implementação de um viaduto no acesso e demais movimentos.

Figura 48 – Viaduto



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Desta maneira a implementação do viaduto resolve em partes alguns dos movimentos, dispositivos para impedir movimentos de retorno no acesso deveriam ser instalados, com isso o volume de veículos da área industrial seria direcionado para o retorno na BR-470, que está a uma distância de aproximadamente 1,5km, pois apenas o viaduto não iria garantir que os demais movimentos fossem resolvidos. Todo este volume poderia afetar diretamente na capacidade de funcionamento da via podendo provocar uma saturação interseção da BR-470, fato este que inviabiliza esta alternativa.

Na figura 49 é apresentado o retorno da BR-470 onde deveria ser direcionado este volume de veículos.

Figura 49 – Retorno



Fonte: Google Earth (2022, adaptado pelo autor).

4.3.3 Alternativa 3

O acesso necessita de uma interseção em níveis diferentes para resolver todos os movimentos de forma segura, porém para não haver a necessidade de implementação de viadutos de porte maiores para direcionar estes fluxos de veículos que entram e saem da área industrial, buscou-se uma alternativa pudesse trabalhar juntamente com o viaduto direcionando os fluxos de veículos de forma segura diminuindo ou até mesmo eliminando pontos de conflitos.

Como forma de otimizar o trecho e pensando no tráfego futuro, esta terceira proposta foi adotada como a alternativa para a solução deste acesso. Nesta alternativa é utilizado um retorno operacional onde juntamente com o viaduto é possível resolver de imediato todos os movimentos, pontos de conflitos existentes e dificuldades de manobras que são os problemas diários enfrentados pelos condutores neste acesso.

A escolha do retorno operacional se dá pelo motivo da existência de uma curva vertical onde acaba dificultando a visibilidade dos condutores neste trecho impossibilitando o cruzamento da via de forma segura. Desta forma os veículos que desejam sair da área industrial sentido Farroupilha são direcionados para o retorno operacional para efetuar de forma segura o movimento. Para os veículos do sentido Farroupilha/Área industrial, estes também são direcionados para o retorno e na sequência utilizam o viaduto para acessar o local. Na figura 50 é apresentado um esboço do retorno operacional.

Figura 50 – Retorno operacional



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para esta alternativa buscou-se utilizar ao máximo a via existente, fazendo apenas as intervenções necessárias, como cortes e aterros, e o viaduto como uma obra de arte especial que foi escolhido neste local pois a topografia acaba colaborando a não haver a necessidade de elevação inicial do viaduto muito grande, pois a cota inicial do viaduto se aproxima muito a cota no final do viaduto, ou seja, é possível fazer o cruzamento da pista sem a necessidade de elevar demasiadamente o viaduto, desta maneira a topografia acaba contribuindo, a qual dá as condições necessárias para tal elevação mantendo uma rampa máxima dentro dos valores estipulados para a classificação da via. Na figura 51, é apresentada a alternativa utilizada como proposta final deste acesso, entendida como a mais viável de acordo com as atuais características presentes, onde será detalhada em pranchas nos apêndices B, C, D, E e F.

Figura 51 – Alternativa final



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.4 PROJETO GEOMÉTRICO

Neste capítulo é apresentado o projeto geométrico da nova interseção para o acesso, para a elaboração deste, foram necessários ter os dados obtidos nos capítulos anteriores para analisar as alternativas buscando chegar na alternativa mais adequada para a situação, viabilizando a obra e resolvendo o problema recorrente a anos neste acesso.

O projeto foi desenvolvido pensando nas características existentes na região seguindo critérios recomendados pelo manual de projeto geométrico de interseções de 1991. Buscou-se utilizar ao máximo as pistas já existentes atualmente, fazendo apenas alterações necessárias para a readequação deste acesso.

Portanto, as características existentes na via principal RSC-453, irão se manter nos dois sentidos com 3,6m de pista e 1m de acostamento. Junto a RSC - 453 sentidos Farroupilha/Garibaldi foi adicionada uma faixa com o intuito de direcionar o trânsito que sai da área industrial com uma pista de aceleração não interferindo no trânsito como é mostrado na figura 52.

Figura 52 – Detalhe da pista



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Já o viaduto será atendido com as mesmas dimensões da via, irá se manter a largura de 3,6m de pista com acostamento de 1,20m juntamente com New Jersey para a segurança, a velocidade se mantém os 60km/h a qual já está regulamentada. As demais características da via são detalhas nos apêndices B, C, D, E e F.

5 CONCLUSÕES

O acesso estudado neste trabalho possui características conflitantes no que se diz respeito ao tráfego e a topografia, são características que dificultam a implementação de dispositivos comumente utilizados com tráfegos semelhantes. A falta de sinalização bem como a ausência de qualquer dispositivo que organize o tráfego vem a anos causando insegurança e acidentes recorrentes neste trecho.

A partir dos estudos de tráfego realizados seguindo manuais do DAER e DNIT foi possível identificar a necessidade da utilização de interseções em níveis diferentes, bem como a identificação dos fluxos em cada movimento e pontos conflitantes. Os dados atuais de tráfego mostram que o acesso ainda não se encontra em nível de saturação, mas devido aos pontos de conflitos existentes e congestionamentos em horas pico tornam a via insegura pela grande quantidade de movimentos disponíveis juntamente com o intenso tráfego de veículos.

Com o levantamento topográfico e posterior análise do terreno foi possível obter dados para planejar e propor alternativas para o local de estudo. A partir disso foi apresentada uma proposta que foi considerada a mais viável dentro das condições que o local oferece e aos dados obtidos.

Os estudos direcionaram para a implantação de um viaduto em conexão com o retorno operacional como uma boa alternativa para garantir mobilidade e segurança dos usuários nos movimentos envolvidos no local. A alternativa 1 indica uma via com rampa elevada demais na qual ocasionaria problemas para o tráfego de veículos pesados, ainda teria que haver a comunicação com a interseção entre RSC-453 e a BR-470 podendo gerar alterações significativas nesta interseção, bem como a alternativa 2 que também iria impactar diretamente no retorno na BR-470, pois iria receber todo o tráfego do sentido Área Industrial/Farroupilha e Farroupilha/Área Industrial.

Dentre as alternativas encontradas e apresentadas, a que melhor atende a situação deste acesso foi alternativa 3, onde há a implementação de um viaduto juntamente com um retorno operacional.

Conclui-se que tais mudanças para o acesso irá atingir diretamente a todos que fazem uso desta via, em especial aos veículos pesados que possuem dificuldade em acessar ou sair da área industrial. Esta readequação no acesso busca eliminar cruzamentos, diminuir o tempo de espera para ingressar na via, diminuir ou até mesmo

eliminar os pontos de conflitos existentes trazendo maior segurança, conforto e fluidez aos usuários da via.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- a) Estudar níveis de serviço da via na interseção e como ficaria após a implantação do viaduto e suas conexões;
- b) Elaborar a estimativa orçamentária para a implantação das readequações viárias e do viaduto;
- c) Estudar as possibilidades de estruturas a serem adotadas para o viaduto a ser implantado em função do custo financeiro de implantação.

REFERÊNCIAS

- ALBANO, J. **Noções Sobre Interseções**, 2007. Disponível em: http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420_14-intersecoes_apresentacao.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.
- ANTONUCCI, N. D.; HARDY, K. K.; SLACK, K. L.; PFEFER, R.; NEUMAN, T. **R.Guidance for implementation of the AASHTO strategic highway safety plan**: volume 12 – a guide for reducing collisions at signalized intersections. Technical Report No. 500. Washington: Transportation Research Board, 2004.
- BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Política Urbana**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 2 abr. 2022.
- BRASIL. Lei nº 12.587, de janeiro de 2012. **Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 2 abr. 2022.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Resolução nº 638**, de 30 de novembro de 2016. Conselho Nacional de Trânsito, 2016. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/24638201/do1-2016-12-01-resolucao-n-638-de-30-de-novembro-de-2016-24638104. Acesso em: 08 abr. 2022.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2013. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/cartilha_lei_12587.pdf. Acesso em: 8 abr. 2022.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2005. Disponível em: http://itatiaia.altouruguai.eng.br/wp-content/uploads/2019/04/cartilha_PNMU.pdf. Acesso em: 1 abr. 2022.
- CALVERT, S. C.; TAALE, H.; SNELDER, M.; HOOGENDOORN, S. P. Improving traffic management through consideration of uncertainty and stochastics in traffic flow. **Case Studies on Transport Policy**, v. 6, n. 1, p. 81–93, 2018. doi:10.1016/j.cstp.2018.01.003.
- COMANDO RODOVIÁRIO DA BRIGADA MILITAR (CRBM). **Resumo de Acidentes**. Porto Alegre: CRBM, [2022?]. Disponível em: <https://crbm.bm.rs.gov.br/resumo-de-acidentes>. Acesso em: 17 ago. 2022.
- CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual brasileiro de sinalização de trânsito**: volume V – sinalização semafórica. 314 p. Brasília: CONTRAN, 2014. ISBN 978-85-7958-078-9.
- DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM (DAER). **Minuta do projeto final de engenharia**. Porto Alegre: DAER, 2015.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM (DAER). **Projeto Geométrico de Interseções**. Porto Alegre: DAER, 1991.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM (DAER). **Projeto Geométrico de Rodovias**. Porto Alegre: DAER, 1991.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Guia de redução de acidentes com base em medidas de engenharia de baixo custo**. Rio de Janeiro: 1998. 142 p. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/703_guia_de_reducao_de_acidentes.pdf. Acesso em: 16 de abr. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Projeto de Interseções**. 2. ed. Rio de Janeiro: [s. n.], 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2010.

EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE (BHTRANS). **Manual de Medidas Moderadoras do Tráfego**. Belo Horizonte: BHTRANS, [2022?]. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/imagens/authenticated%2C%20editor_a_bhtrans/manual_traffic_calming.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

FERRAZ, A. C. P. C.; RAIJA JÚNIOR, A. A.; BEZERRA, B. S.; BASTOS, J. T.; SILVA, K. C. R. **Segurança viária**. 1. ed. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012. ISBN 978-85-98156-69-9.

GARCÍA, A.; BELDA-ESPLUGUES, E. Lateral vision angles in roadway geometric design. **Journal of Transportation Engineering, Washinton**, DC, v.133, n.12, p.654-662, Dec. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). **Garibaldi**. Rio de Janeiro: IBGE, [2022?]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/garibaldi/panorama>. Acesso em: 03 jun. 2022.

IPEA – **Transporte e mobilidade urbana** – Textos para discussão – CEPAL, IPEA, 2011. (VASCONCELLOS, E. A.; DE CARVALHO, C. H. R.; PEREIRA, R. H. M.). Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1373/1/TD_1552.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

MACIEL, L. R. et al. **Mobilidade Urbana e suas Teorias e Operacionalidades: Um Ensaio Teórico Sobre os Desafios na Cidade de Campinas / SP**. RAIMED: Revista de Administração IMED, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 166–182, 2017. DOI 10.18256/2237-7956.2017.v7i2.2017. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=bth&AN=127101759&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 25 mar. 2022.

MEDRANO SICCHERINO, F.; SILVA REIS, M. D. A. **ROTAS POSSÍVEIS: A** pandemia afetou de forma expressiva os setores de transporte e logística no Brasil, que doravante necessitam investir na digitalização dos negócios e na diversificação de produtos, clientes e países. *GV-executivo*, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 36–39, 2020.

Disponível em:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=bth&AN=147009387&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 25 mar. 2022.

MELO, Ricardo. **Interseções rodoviárias e urbanas** - Notas de aula. 2012

MILLACK, I. S. **Projeto Geométrico de Uma Interseção em Desnível**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

Nodari, C. T., & Lindau, L. A. (2001). **Auditoria da segurança viária**. *TRANSPORTES*, 9(2). <https://doi.org/10.14295/transportes.v9i2.170>

PETZOLD, G. S.; LINDAU, L. A. **O PAPEL DAS CORPORAÇÕES NA BUSCA PELA MELHORA DAS CONDIÇÕES DE MOBILIDADE URBANA NAS CIDADES**. 2015. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTES DA ANPET, Ouro Preto, 2015.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de Técnicas de Projetos Rodoviários**. 1ª ed. São Paulo: PINI, 2008.

SIMÕES, F.; SIMÕES, E. **Sistema Viário e Trânsito Urbano**. [S. l.: s. n.], 2016

VIEIRA, H. **Engenharia de Tráfego, 2012**. Disponível em:

http://www.repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/9374/Engenharia_de_Trafegol.pdf?sequence=1. Acesso em: 08 abr. 2022.

WANG, C., QUDDUS, M.; ISON, S. G. A spatio-temporal analysis of the impact of congestion on traffic safety on major roads in the UK. **Transportmetrica A: Transport Science**, v. 9, n. 2, p. 124-148, 2013. doi: 10.1080/18128602.2010.538871.

APÊNDICE A – ESTUDO DE TRÁFEGO 2022

ESTUDO DE TRÁFEGO RSC - 453 km 102+700 - Ano 2022																									
Dia	Intervalo	Movimentos																							
		1/2	1/3	1/4	2/1	2/3	2/4	3/1	3/2	3/4	4/3	4/2	4/1												
16/08/2022	12:20	6	0	0	7	0	1	0	0	0	5	1	1	48	6	18	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	12:35	16	0	0	3	0	1	0	0	0	12	0	2	45	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12:50	21	0	1	9	0	5	0	0	0	8	0	1	63	3	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13:05	23	0	8	7	0	1	0	0	0	0	0	2	65	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total veículos no dia	66	0	9	26	0	8	0	0	0	26	0	0	6	230	9	110	0	0	0	0	0	0	0	0
874	Fator	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2
	UCP	66	0	18	26	0	16	0	0	26	0	0	0	12	230	14	220	0	0	0	0	0	0	0	0
		84		42		0		38		464		0		438		4		1		3		1		0	0
17/08/2022	07:00	25	0	2	20	2	2	1	0	0	18	0	1	55	1	34	1	2	56	2	25	2	0	0	0
	07:15	22	1	3	12	0	4	0	0	0	14	0	1	64	0	32	0	0	13	0	3	79	2	40	1
	07:30	17	0	1	15	0	2	3	0	0	8	0	1	77	2	39	0	0	12	1	3	74	2	39	0
	07:45	20	1	5	15	0	1	0	0	0	14	0	1	76	0	33	0	0	15	0	4	67	0	40	0
	Total veículos no dia	84	2	11	62	2	9	4	0	0	54	0	4	272	3	138	1	0	0	66	2	12	276	6	144
1163	Fator	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2
	UCP	84	3	22	62	3	18	4	0	0	54	0	8	272	4,5	276	1	0	0	66	3	124	276	9	1288
		109		83		4		62		553		1		573		3		1		93		5		2	0
18/08/2022	16:20	15	0	2	5	0	4	0	0	0	8	0	0	81	0	31	0	0	18	0	4	70	4	31	1
	16:35	29	0	0	7	0	2	0	0	0	19	0	1	75	0	46	0	0	18	0	3	91	0	37	0
	16:50	21	1	1	6	0	3	1	0	0	15	0	2	65	0	39	0	0	31	0	2	73	4	31	0
	17:05	33	1	1	13	0	3	1	0	0	10	1	1	85	0	33	0	0	24	0	2	105	0	34	0
	Total veículos no dia	98	2	4	31	0	12	2	0	0	52	1	4	306	0	149	0	0	91	0	11	339	8	133	1
1248	Fator	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2
	UCP	98	3	8	31	0	124	2	0	0	52	1,5	8	306	0	298	0	0	91	0	22	339	12	266	1
		109		55		2		62		604		0		617		1		1		113		2		1	0
UCP0 1396	1/2	101	1/3	60	1/4	2	2/1	54	2/3	540	2/4	0	3/1	89	3/2	543	3/4	3	4/3	1	4/2	3	4/1	1	
	UCP Pico 15 min	35	22	1	18	1	151	0	29	157	0	2	0,25	0,76	0,86	0,33	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25		
FHP		0,72	0,69	0,38	0,76	0,90	0,76	0,90	0,25	0,76	0,86	0,33	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25		
UCP10 1877	1/2	135	1/3	81	1/4	3	2/1	72	2/3	726	2/4	0	3/1	119	3/2	729	3/4	4	4/3	1	4/2	4	4/1	2	
	Volume pico 15min	135	81	3	72	726	0	119	729	4	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	

■ Volume pico 15min
 ■ Total veículos
 ■ UCP
 ■ Fator Equivalência
 ■ UCP médio
 ■ FHP



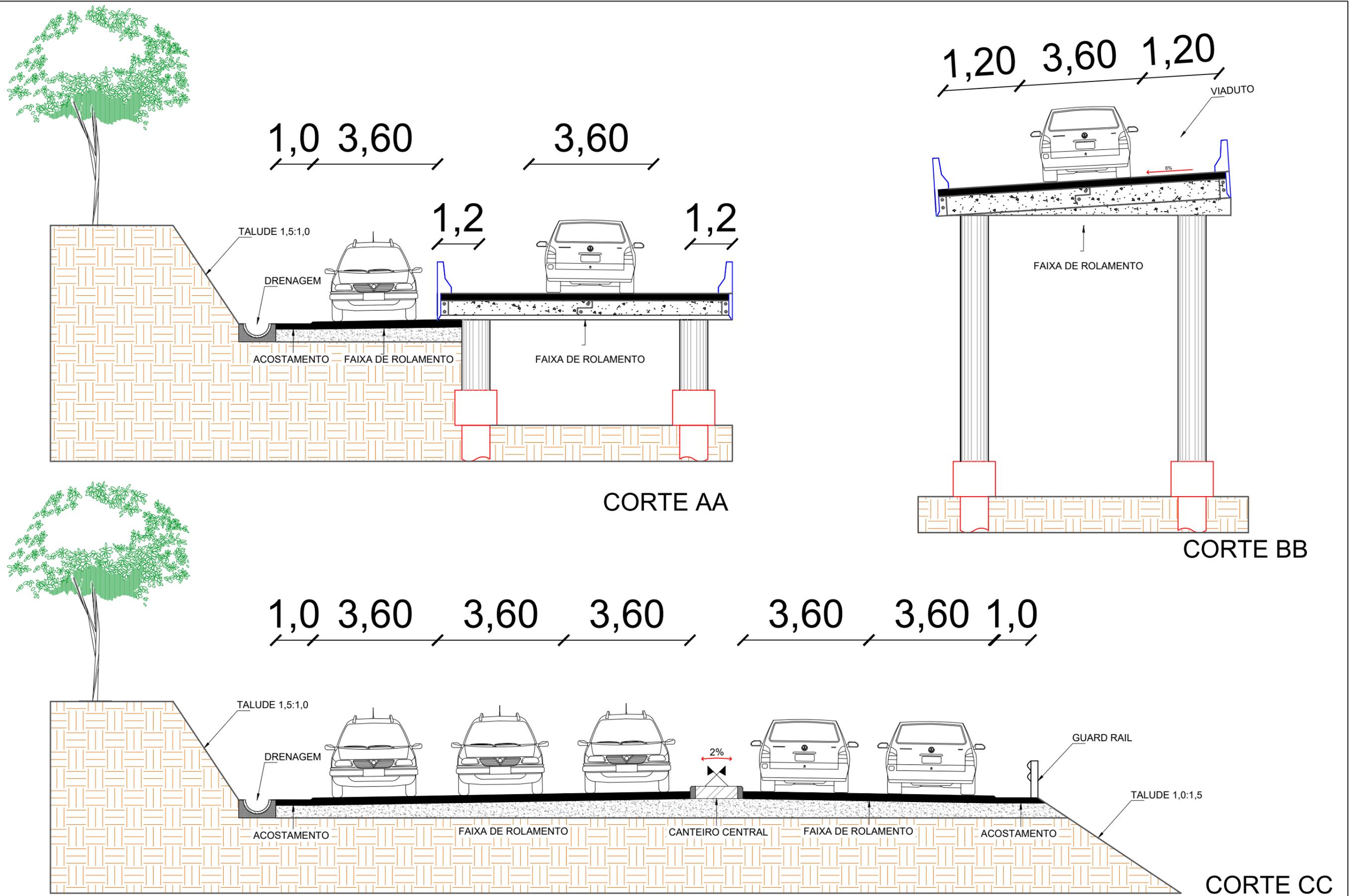
	Universidade do Vale do Rio do Sinos UNISINOS	ALUNO: Leonardo Felix da Silva	PROJETO: PLANO FUNCIONAL	CONTEÚDO: PLANO FUNCIONAL - TCC	DATA: 2022	ESCALA: 1:750	PRANCHA: 01
---	--	-----------------------------------	-----------------------------	------------------------------------	---------------	------------------	-----------------------



	Universidade do Vale do Rio do Sinos UNISINOS	ALUNO: Leonardo Felix da Silva	PROJETO: PLANO FUNCIONAL	CONTEÚDO: PLANO FUNCIONAL - TCC	DATA: 2022	ESCALA: 1:750	PRANCHA: 02
---	--	-----------------------------------	-----------------------------	------------------------------------	---------------	------------------	----------------



	Universidade do Vale do Rio do Sinos UNISINOS	ALUNO: Leonardo Felix da Silva	PROJETO: PLANO FUNCIONAL	CONTEÚDO: PLANO FUNCIONAL - TCC	DATA: 2022	ESCALA: 1:750	PRANCHA: 03
---	--	-----------------------------------	-----------------------------	------------------------------------	---------------	------------------	-----------------------

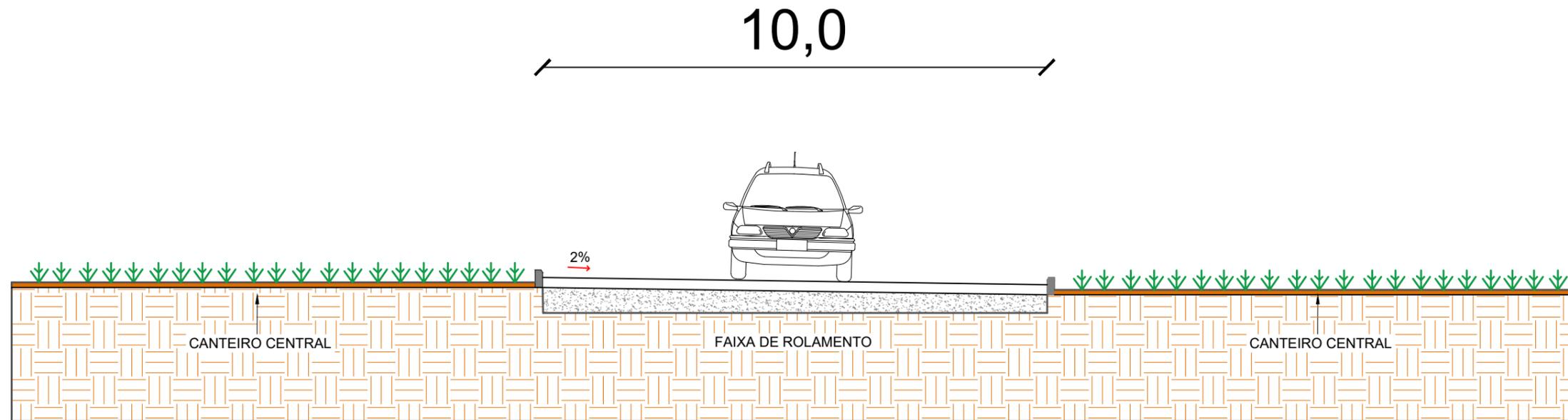


CORTE AA

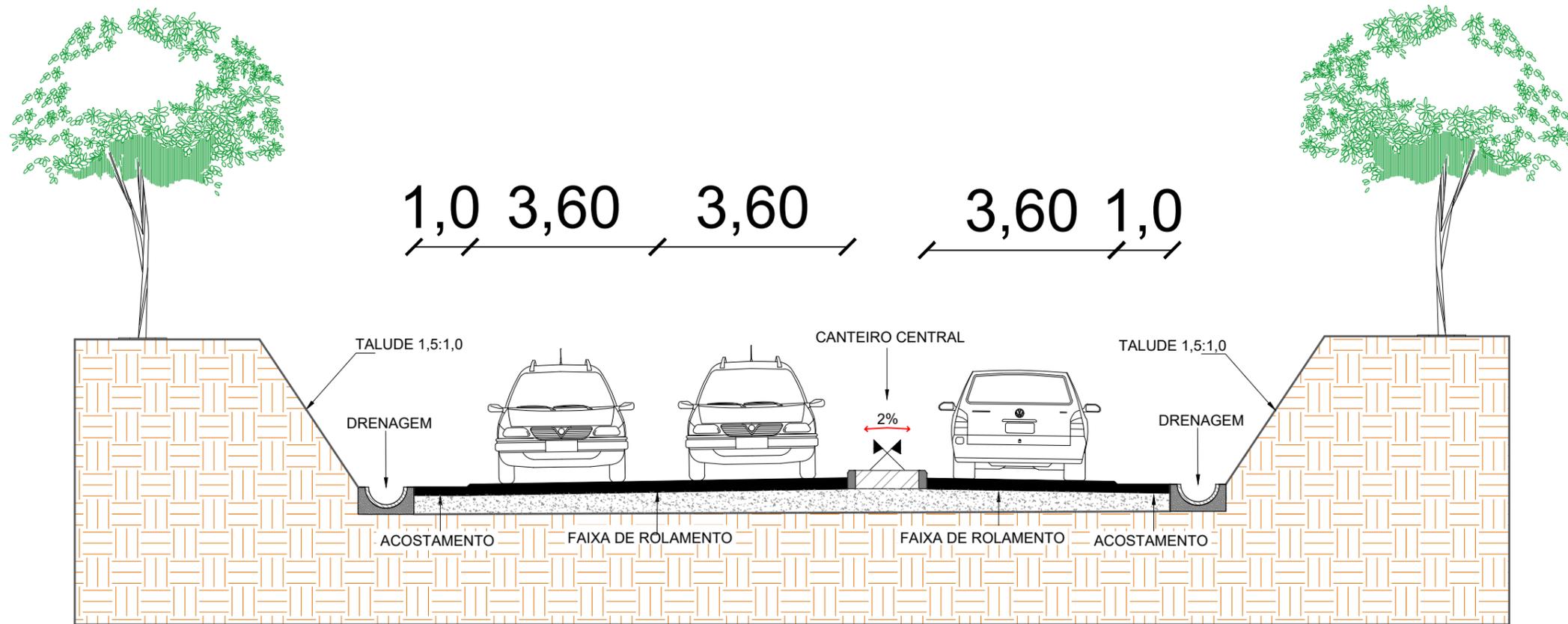
CORTE BB

CORTE CC

	Universidade do Vale do Rio do Sinos	ALUNO:	PROJETO:	CONTEÚDO:	DATA:	ESCALA:	PRANCHA:
	UNISINOS	Leonardo Felix da Silva	PLANO FUNCIONAL	PLANO FUNCIONAL - TCC	2022	1:100	04



CORTE DD



CORTE EE

	Universidade do Vale do Rio do Sinos	ALUNO:	PROJETO:	CONTEÚDO:	DATA:	ESCALA:	PRANCHA:
	UNISINOS	Leonardo Felix da Silva	PLANO FUNCIONAL	PLANO FUNCIONAL - TCC	2022	1:100	05

