

REDE DOCTUM DE ENSINO  
FACULDADES INTEGRADAS DE CARATINGA  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL

ANA CAROLINE ASSIS DE MELO MACHADO  
SAMARA VÍTOR DE SOUZA REZENDE

**ANÁLISE DA INTERSEÇÃO SITUADA NO KM 511/ BR 116 NA CIDA-  
DE DE UBAPORANGA - MG: ESTUDO DE CASO**

CARATINGA - MG

2016

ANA CAROLINE ASSIS DE MELO MACHADO  
SAMARA VÍTOR DE SOUZA REZENDE

**ANÁLISE DA INTERSEÇÃO SITUADA NO KM 511/ DA BR 116  
NA CIDADE DE UBAPORANGA - MG: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, como parte das exigências para conclusão do curso de Graduação em Engenharia Civil e como requisito parcial para à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação da professora Camila Alves da Silva.

CARATINGA - MG

2016

TERMO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DO TRABALHO

**ANÁLISE DA INTERSEÇÃO SITUADA NO KM 511/BR 116 NA CIDADE DE UBAPORANGA – MG:  
ESTUDO DE CASO**

Nome completo do aluno: ANA CAROLINE ASSIS DE MELO MACHADO / SAMARA VITOR DE SOUZA REZENDE

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado perante a Banca de Avaliação composta pelos professores Camila Alves da Silva, Claudemir Máximo de Souza e Thales Leandro de Moura, às 19 horas do dia 12 de julho de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil. Após a avaliação de cada professor e discussão, a Banca Avaliadora considerou o trabalho: aprovado (aprovado ou não aprovado), com a qualificação: excelente (Excelente, Ótima, Bom, Satisfatório ou Insatisfatório).

Trabalho indicado para publicação: ( ) SIM ( ) NÃO

Caratinga, 12 de julho de 2016

Camila Alves da Silva  
Professor Orientador e Presidente da Banca

Claudemir Máximo de Souza  
Professor Avaliador 1

Thales Leandro de Moura  
Professor Avaliador 2

Ana Caroline Assis de Melo Machado / Samara Vitor de Souza Rezende  
Aluno(a)

[Assinatura]  
Coordenador(a) do Curso

## **AGRADECIMENTOS**

Hoje, vivo uma realidade que parece um sonho, mas foi preciso muito esforço, determinação, paciência e perseverança para chegar até aqui, mesmo sabendo que ainda não cheguei ao fim da estrada, mas há ainda uma longa jornada pela frente. Eu jamais chegaria até aqui sozinha. Minha eterna gratidão a todos aqueles que colaboraram para que este sonho pudesse ser concretizado.

Grata a Deus pelo dom da vida, pelo seu amor infinito, por me dar sabedoria, oportunidade de viver, paciência e fôlego de vida a cada amanhecer, sem Ele nada sou. Mesmo sem merecer, Deus tem me presenteado todos os dias.

Ele também colocou pessoas maravilhosas da minha vida. Agradeço aos meus pais, Edemilton e Luciene. Obrigada em especial a minha mãe por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, pela preocupação para que estivesse sempre andando pelo caminho correto. Obrigada por estar ao meu lado sempre!

Aos meus avós, primos e tios que tanto torceram para que este dia chegasse. Agradeço com imenso carinho a minha avó Dorvalina, obrigada pelas suas orações e pelas palavras de ânimo.

Ao meu noivo, Ricardo Souza, por todo amor, carinho e paciência. Por estar sempre ao meu lado, seu apoio foi muito importante para a conclusão desta etapa.

A professora e orientadora Camila Alves que, com muita paciência e atenção, dedicou do seu tempo para nos orientar neste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de classe, em especial a minha dupla Samara Rezende, obrigada pela amizade, companheirismo, paciência e motivação durante esses anos de muita vitória e dedicação em nossa sonhada graduação.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

Obrigada a todos que, mesmo não estando citados aqui, tanto contribuíram para a conclusão desta etapa e para a Ana Caroline que sou hoje.

*Ana Caroline Assis de Melo Machado*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, o centro e o fundamento de tudo em minha vida, por renovar a cada momento a minha força e disposição e pelo discernimento concedido ao longo dessa jornada.

A todos da minha família que, de alguma forma, incentivaram-me na constante busca pelo conhecimento. Aos meus pais, Almério e Hilma, um agradecimento especial, pelos exemplos de caráter, dignidade, honestidade e responsabilidade.

Aos meus irmãos, Samuel e Sávio, por me tornarem capaz de enfrentar novos desafios sabendo que vocês estarão sempre ao meu lado.

Agradeço às pessoas que acreditaram em meu potencial, que almejaram meu sucesso. A todo apoio que meu namorado Cristiano Henrique de Souza me deu, que durante minha graduação me acompanhou e ajudou a superar as dificuldades acadêmicas e emocionais.

Aos mestres, por todo apoio durante a vida acadêmica, em especial a professora Camila Alves da Silva, pelos ensinamentos transmitidos ao longo desta etapa, em função das suas grandes experiências obtidas ao longo do tempo.

Aos meus colegas de classe, em especial à minha grande amiga Ana Caroline, que foram companheiros e dividiram conhecimento e afeto.

Obrigada a todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

*Samara Vítor de Souza Rezende*

*“Cada sonho que você deixa para trás, é um  
pedaço do seu futuro que deixa de existir” Ste-  
ve Jobs*

MACHADO, Ana Caroline de Assis de Melo; REZENDE, Samara Vítor de Souza. Análise da interseção situada no km 511/ da BR 116 na cidade de Ubaporanga - MG: estudo de caso. 2016. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em engenharia civil, Faculdades Integradas de Caratinga, Caratinga. 2016.

## RESUMO

Interseções são áreas onde duas vias de tráfego se cruzam, são responsáveis por grande parte dos acidentes ocorridos nas estradas. O presente trabalho analisa a interseção presente no quilômetro 511 da rodovia BR-116, localizada na cidade de Ubaporanga. A análise foi baseada no Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Baixo Custo, e tem como objetivo propor soluções para os problemas de tráfego encontrados. A interseção apresenta falhas na sinalização de trânsito bem como inexistência de dispositivos que regulamentem a travessia de pedestres. Para solucionar tais problemas são indicadas a melhoria da sinalização vertical e horizontal, a construção de passarela para pedestres, bem como a construção de uma trincheira na via secundária transformando a interseção em uma interconexão do tipo diamante simples.

**Palavras-chave:** interseção viária; segurança no trânsito; engenharia de trânsito

MACHADO, Ana Caroline de Assis de Melo; REZENDE, Samara Vítor de Souza. Análise da interseção situada no km 511/ da BR 116 na cidade de Ubaporanga - MG: estudo de caso. 2016. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em engenharia civil, Faculdades Integradas de Caratinga, Caratinga. 2016.

### **ABSTRACT**

Intersections are areas where two traffic routes cross each other; they are responsible for most of the accidents on the roads. This article analyzes the present intersection at kilometer 511 of the BR-116 highway, located in Ubaporanga. The analysis was based on the Accident Reduction Guide Based on Low Cost Measures, and aims to propose solutions to the traffic problems found. The intersection has gaps in traffic signs and lack of devices that regulate the pedestrian crossing. To solve these problems, the indicated solutions are improve the vertical and horizontal signage, building a pedestrian walkway and the construction of a trench in the secondary route turning the intersection into an interconnection type "diamond interchange".

**Keywords:** Road intersection; traffic Safety; Traffic engineering

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Movimentos de cruzamento .....	20
<b>Figura 2</b> – Movimentos de convergência .....	20
<b>Figura 3</b> – Movimentos de divergência .....	21
<b>Figura 4</b> – Movimento de entrelaçamento .....	21
<b>Figura 5</b> - Interseção em "T" ou "Y" .....	22
<b>Figura 6</b> – Interseção em “T”: conflitos .....	22
<b>Figura 7</b> - Interseção em 4 ramos.....	23
<b>Figura 8</b> - Interseção em 4 ramos: conflitos.....	23
<b>Figura 9</b> - Interseção em ramos múltiplos .....	24
<b>Figura 10</b> – Interconexão em nível superior sem ramos.....	24
<b>Figura 11</b> – Interconexão do tipo trombeta .....	25
<b>Figura 12</b> – Interconexão do tipo diamante .....	25
<b>Figura 13</b> – Interconexão do tipo trevo completo.....	26
<b>Figura 14</b> – Interconexão do tipo trevo parcial.....	26
<b>Figura 15</b> – Interconexão do tipo direcional.....	27
<b>Figura 16</b> – Interconexão do tipo semi-direcional .....	27
<b>Figura 17</b> – Interconexão do tipo giratória .....	28
<b>Figura 18</b> – Interseção do tipo A.....	29
<b>Figura 19</b> – Interseção do tipo B.....	29
<b>Figura 20</b> – Interseção do tipo C .....	30
<b>Figura 21</b> – Interseção do tipo D .....	30
<b>Figura 22</b> – Interseção do tipo E.....	31
<b>Figura 23</b> – Interseção do tipo F.....	31
<b>Figura 24</b> – Características dos sinais de regulamentação .....	34
<b>Figura 25</b> – Características dos sinais de advertência .....	35
<b>Figura 26</b> – Características dos sinais de indicação.....	36
<b>Figura 27</b> – Sinalização horizontal: marcas longitudinais .....	36
<b>Figura 28</b> – Sinalização horizontal: marcas transversais .....	37
<b>Figura 29</b> – Sinalização horizontal: marcas de canalização .....	37
<b>Figura 30</b> – Sinalização horizontal: controle de estacionamento.....	38
<b>Figura 31</b> – Sinalização horizontal: controle de estacionamento.....	38
<b>Figura 32</b> – Posição de Ubaporanga em relação ao estado de Minas Gerais.....	39
<b>Figura 33</b> – Municípios limítrofes a Ubaporanga .....	40

<b>Figura 34</b> – BR-116 em relação ao Brasil.....	41
<b>Figura 35</b> – BR-116 em relação à Minas Gerais.....	41
<b>Figura 36</b> – BR-116 em relação à Minas Gerais.....	42
<b>Figura 37</b> – Modelo geométrico da interseção.....	46
<b>Figura 38</b> – Organização das vias na interseção.....	46
<b>Figura 39</b> – Ocupação do solo lindeiro .....	47
<b>Figura 40</b> – Divisão da interseção .....	47
<b>Figura 41</b> – Placas de sinalização de advertência e sinalização .....	48
<b>Figura 42</b> – Sinalização horizontal de direção e canalização .....	48
<b>Figura 43</b> – Sinalização horizontal de indicação de preferência.....	49
<b>Figura 44</b> – Sinalizações de parada obrigatória .....	49
<b>Figura 45</b> – Sinalizações de parada obrigatória .....	50
<b>Figura 46</b> – Sinalização horizontal de canalização e preferência.....	50
<b>Figura 47</b> – Sinalização horizontal de parada obrigatória e linha de retenção .....	51
<b>Figura 48</b> – Sinalização horizontal de preferência.....	51
<b>Figura 49</b> – Sinalização horizontal indicando o sentido do tráfego.....	52
<b>Figura 50</b> – sinalização horizontal indicando os sentidos do tráfego.....	52
<b>Figura 51</b> – sinalização de via lateral à esquerda e perigo na pista .....	52
<b>Figura 52</b> – Localização dos pontos de conflito.....	53
<b>Figura 53</b> – Medidas para otimização dos pontos de conflito.....	54
<b>Figura 54</b> – Parada obrigatória .....	54
<b>Figura 55</b> – Travessia de ônibus no cruzamento.....	55
<b>Figura 56</b> – Proposta de sinalização para o quadrante VI.....	55
<b>Figura 57</b> – Placa R2: Dê a preferência .....	56
<b>Figura 58</b> – Proposta de sinalização para o quadrante V.....	56
<b>Figura 59</b> – Trilhas na vegetação feitas por pedestres.....	57
<b>Figura 60</b> – Vegetação no sistema de escoamento de água.....	58

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 –</b> Condição dos acidentados .....	45
<b>Quadro 2 –</b> Medidas de resolução de acidentes .....	60

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 – Acidentes por tipo/2014 e 2015 .....</b>	<b>44</b>
---	-----------

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela. 1</b> – VDMA de acordo com tipo de veículo nos Anos de 2015/2020 .....	43
<b>Tabela 2</b> – Frota de veículos por tipo, 2015.....	43

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	16
1.2 JUSTIFICATIVA .....	16
1.3 OBJETIVOS .....	17
<b>1.3.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>17</b>
1.4 METODOLOGIA.....	17
<b>1.4.1 – Revisão bibliográfica</b> .....	<b>17</b>
<b>1.4.2 – Estudo de caso</b> .....	<b>17</b>
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
<b>2 INTERSEÇÕES VIÁRIAS</b> .....	<b>20</b>
2.1 MOVIMENTOS E CONFLITOS DE TRÂNSITO .....	20
2.2 INTERSEÇÕES.....	21
<b>2.2.1 Classificação</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.2 Determinação do tipo de interseção</b> .....	<b>28</b>
<b>2.2.3 Acidentes nas interseções</b> .....	<b>32</b>
2.3 SINALIZAÇÃO VIÁRIA.....	33
<b>2.3.1 Sinalização vertical</b> .....	<b>33</b>
<i>2.3.1.1 Sinalização vertical de regulamentação</i> .....	<i>33</i>
<i>2.3.1.2 Sinalização vertical de advertência</i> .....	<i>34</i>
<i>2.3.1.3 Sinalização vertical de indicação</i> .....	<i>35</i>
<b>2.3.2 Sinalização horizontal</b> .....	<b>36</b>
<b>3 ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>39</b>
3.1 DADOS GEOGRÁFICOS E SOCIOECONÔMICOS DA REGIÃO .....	39
3.2. CARACTERIZAÇÃO DO TRECHO .....	40
<b>3.2.1 Dados Geográficos</b> .....	<b>40</b>

<b>3.2.2 Dados Estatísticos .....</b>	<b>42</b>
3. 3 Dados sobre acidentes.....	44
3.4 VISITA <i>IN LOCO</i> .....	45
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO .....</b>	<b>53</b>
4.1 Pontos de conflito .....	53
4.2 Sinalização .....	54
4.3 Travessia de pedestres .....	56
4.4 Generalidades .....	57
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>64</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O movimento é inerente ao homem, desde o início da vida humana o *homo sapiens* desloca-se em busca de alimento e abrigo; com o passar dos séculos foram surgindo novas necessidades como o trabalho e o lazer. Concomitantemente a essa evolução das necessidades, veio a evolução dos meios de locomoção, desta forma, geração após geração o ser humano foi se locomovendo para distâncias mais longínquas que o lugar onde nasceu, disso veio a necessidade de conectar cidades e povos através de vias que devem seguir o ritmo evolutivo.

No Brasil, existem 119.936 quilômetros de rodovias federais, destes, 7.689 quilômetros estão no estado de Minas Gerais; o estado ainda possui 23.663 quilômetros de rodovias estaduais e 233.191 quilômetros de rodovias municipais, totalizando 16% de toda a malha viária existente no Brasil (GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2015).

Todas essas vias são interligadas por interseções e utilizadas por pedestres e pelos 90.686.936 veículos que compõem a frota nacional (DENATRAN, 2016), para minimizar os conflitos e riscos que fazem parte deste complexo sistema, é de fundamental importância a atuação de profissionais como o engenheiro de trânsito.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

No ano de 2013 foram registrados 43.452 mortes no trânsito em território brasileiro, no estado de Minas Gerais foram 4.321 mortes (DATASUS, 2016).

Segundo Albano (2015) 53% dos acidentes em rodovias federais e estaduais ocorrem em interseções, já nas interseções em vias urbanas esse índice sobe para 78%.

Sob estas prerrogativas, a escolha do cruzamento da rodovia BR-116 se deu em virtude da vivência cotidiana com a interseção que, de modo claro, apresenta riscos para pedestres e condutores.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a interseção entre o quilômetro 511 da rodovia BR-16 e o acesso à cidade de Ubaporanga/MG.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar os dados acerca dos acidentes ocorridos na interseção e na sua área de influência nos anos de 2013 a 2015.
- Caracterizar a interseção alvo da pesquisa
- Analisar os riscos de acidentes na interseção.
- Propor soluções de baixo e alto custo pra os riscos encontrados.

## 1.4 METODOLOGIA

### 1.4.1 – Revisão bibliográfica

Foi realizada uma revisão bibliográfica em repositórios de artigos acadêmicos, bem como na legislação vigente no país acerca dos seguintes temas: Interseções viárias e sinalização de trânsito. Os artigos encontrados foram compilados e após a leitura e análise dos mesmos foi confeccionado um texto descritivo acerca dos temas pesquisados.

### 1.4.2 – Estudo de caso

A realização do estudo de caso foi baseada no Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo, do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (1998). O guia traz medidas iniciais que podem ser implementadas para minimizar o risco de acidentes em áreas críticas das rodovias, tais medidas são de baixo custo e devem ser realizadas paralelamente à obras mais completas e de maior porte.

O estudo de caso divide-se em três partes:

a) Análise dos dados de acidentes: Os dados sobre os acidentes ocorridos no trecho nos anos de 2013 a 2015 foram coletados no Departamento da Polícia Rodoviária Federal, órgão responsável por lavrar os boletins de ocorrência dos acidentes em rodovias federais. Após a coleta os dados foram tabelados no software Microsoft Excel de acordo com as seguintes características: data e hora de ocorrência, quilômetro em que ocorreu, tipo de acidente (colisão frontal, colisão transversal, colisão traseira, capotamento, tombamento, atropelamento), classificação do acidente, quantidade e classificação das vítimas. A classificação é necessária para se ter uma visão ampla dos dados obtidos de modo a facilitar o reconhecimento de padrões.

b) Visita *in loco*: A visita ao trecho tem como finalidade avaliar as possíveis causas dos acidentes analisados anteriormente e a viabilidade das intervenções necessárias no local. Para atender a tais finalidades foram feitos os seguintes procedimentos durante as inspeções em campo.

- Organização das informações obtidas nas etapas anteriores afim de localizar locais críticos.
- Escolheu-se locais específicos para o observador ficar parado afim e observar o movimento do tráfego de veículos e pedestres, avaliando o comportamento dos mesmos.
- O trecho foi percorrido em todos os sentidos possíveis tanto de carro como caminhando afim de simular as condições que podem influenciar os comportamentos dos condutores e pedestres.
- Foram elaborados modelos descrevendo as características da interseção utilizando o software AutoCad.
- Preenchimento do *check list* (Apêndice A) propostos pelo guia.
- Durante toda a visita foram realizados registros fotográficos acerca das condições da via.

c) Diagnóstico: Após a análise dos acidentes e da visita *in loco* foi confeccionado um relatório propondo mudanças de baixo e alto orçamento afim de diminuir os riscos de acidentes no trecho.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos: o primeiro trata da

introdução à pesquisa, indicando as considerações iniciais, a justificativa, bem como os objetivos e a metodologia; o capítulo dois estabelece a fundamentação teórica, onde foi realizado uma revisão bibliográfica acerca das interseções e sinalização de trânsito; o terceiro capítulo introduz o estudo de caso que foi posteriormente analisado no capítulo quatro; por fim, o capítulo cinco trás as conclusões finais da pesquisa.

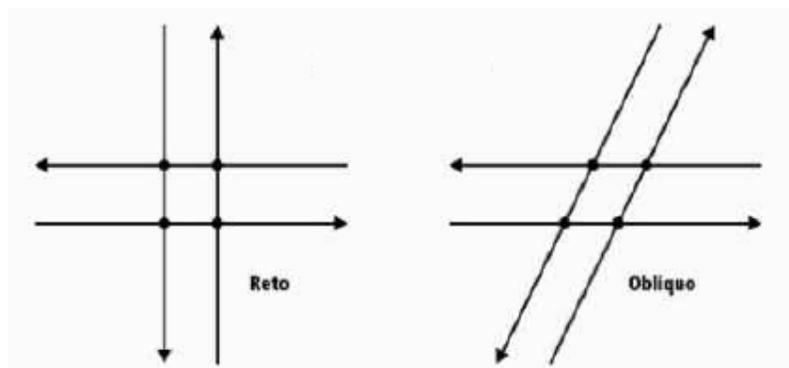
## 2 INTERSEÇÕES VIÁRIAS

### 2.1 MOVIMENTOS E CONFLITOS DE TRÂNSITO

No trânsito, movimento é definido como qualquer deslocamento feito em uma trajetória de forma que duas correntes de tráfego se interajam, existem quatro tipos básicos (SENÇO, 2008; PEREIRA, 2012):

- Cruzamento (Figura 1): neste movimento os veículos de uma corrente cortam a trajetória de outra, obrigando que os veículos de umas das correntes tenha que interromper seu movimento até que o fluxo da outra permita a passagem.

**Figura 1 – Movimentos de cruzamento**



Fonte: Senço, 2008

- Convergência (Figura 2): duas correntes se unem formando uma só. O direito de passagem nesse tipo de movimento é regulado por regras de preferência onde a corrente considerada secundária deve esperar até que surjam intervalos na corrente primária para nela se inserir.

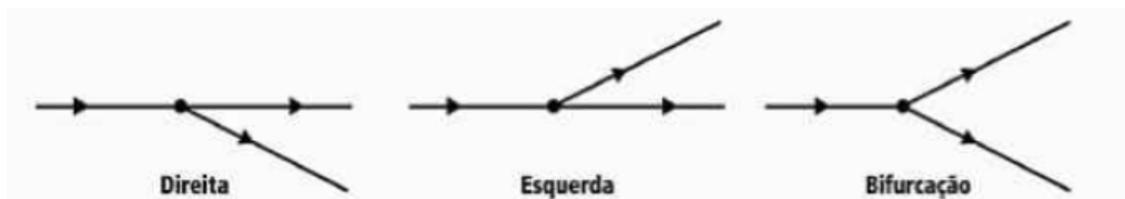
**Figura 2 – Movimentos de convergência**



Fonte: Senço, 2008

- Divergência (Figura 3): ocorre quando os fluxos de uma corrente única separam-se para formar trajetórias distintas, é considerado um movimento simples desde que os veículos que divergem não tenham que cruzarem outra corrente existente.

**Figura 3 – Movimentos de divergência**



Fonte: Senço, 2008.

- Entrelaçamento (Figura 4): ocorre quando as trajetórias dos veículos se convergem para logo em frente divergirem, formando um traçado em “x”.

**Figura 4 – Movimento de entrelaçamento**



Fonte: Senço, 2008.

Os pontos em que esses movimentos ocorrem são chamados de áreas de conflito e são nelas onde ocorrem os principais acidentes, desta forma, na elaboração de um projeto de interseção essas áreas devem receber atenção especial afim de diminuir os riscos.

## 2.2 INTERSEÇÕES

Interseção é a área onde duas ou mais vias se cruzam, abrangendo também todo o espaço destinado à facilitação das manobras feitas pelos veículos que por ela circulam (DNIT, 2005; SENÇO, 2008).

### 2.2.1 Classificação

Podem ser divididas em dois grandes grupos: as interseções em nível, em que os cruzamentos são feitos no mesmo plano e as interseções em níveis diferentes, onde os cruzamentos são feitos em planos diferentes (DNIT, 2005; SENÇO, 2008).

As interseções em nível podem ser classificadas de acordo com o número de ramos em (DNIT, 2005; SENÇO, 2008):

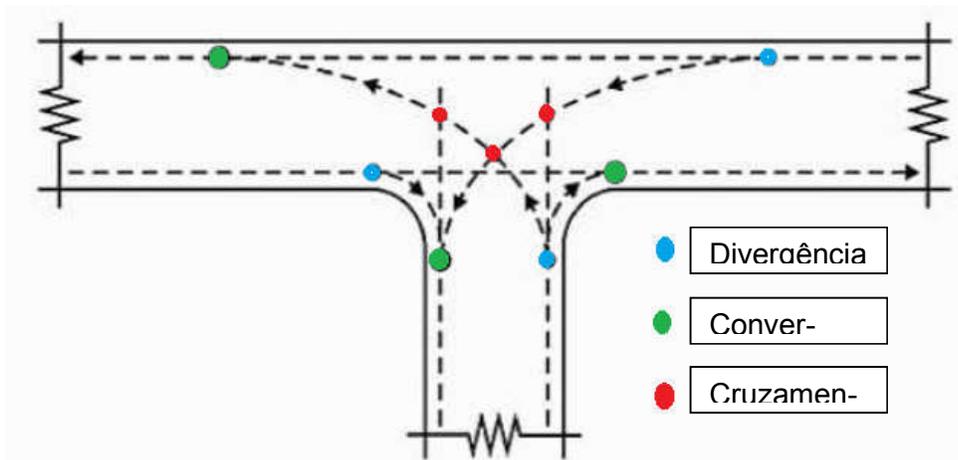
a) Interseção em 3 ramos (Figura 5): recebem a denominação "T" ou "Y" dependendo da configuração de seus ramos.



Fonte: Albano, 2015.

Essa interseção apresenta oito pontos de conflito, como pode ser observado na figura 6.

**Figura 6 – Interseção em "T": conflitos**

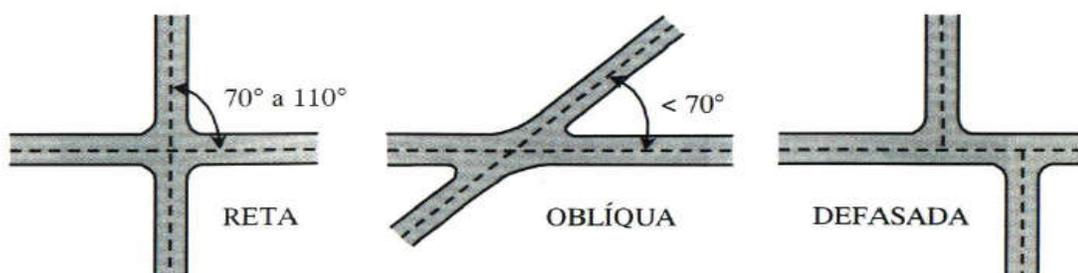


Fonte: Senço, 2008

b) Interseção em 4 ramos (Figura 7): pode ser reta, oblíqua ou defasada, dependendo da configuração de seus ramos.

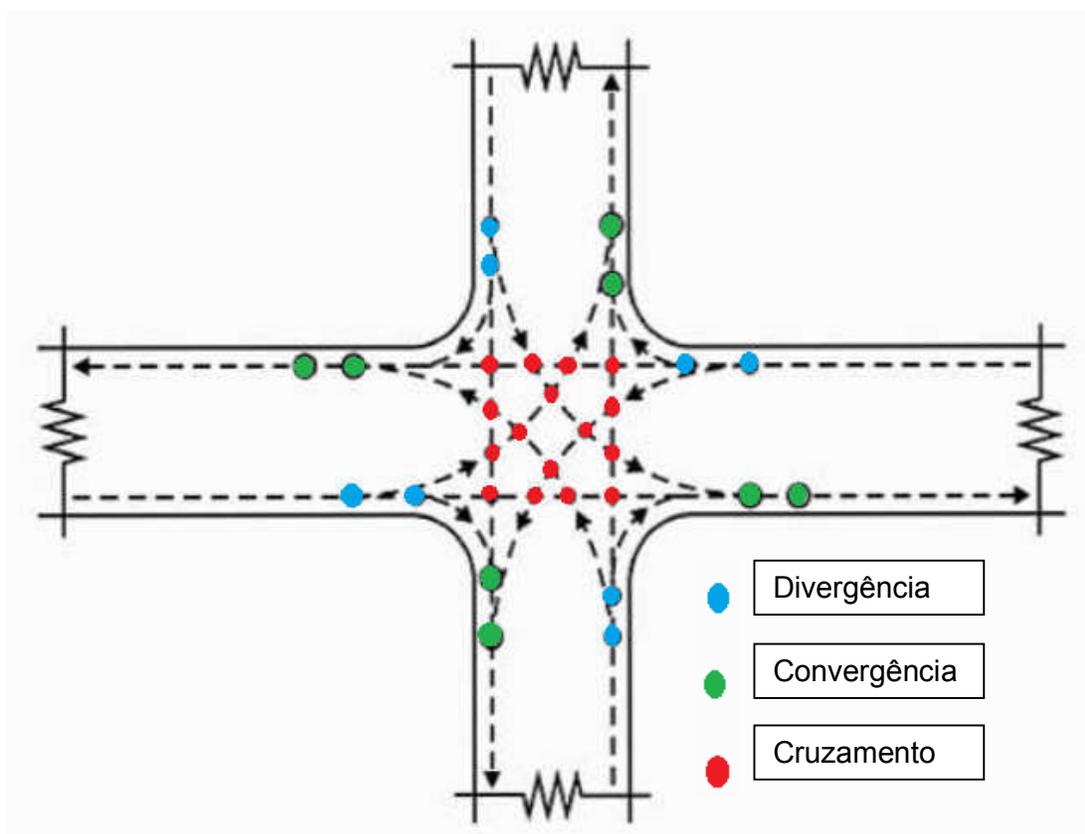
Esse tipo de interseção possui 32 tipos de conflito, conforme pode ser observado na figura 8.

**Figura 7 - Interseção em 4 ramos**



Fonte: Albano, 2015

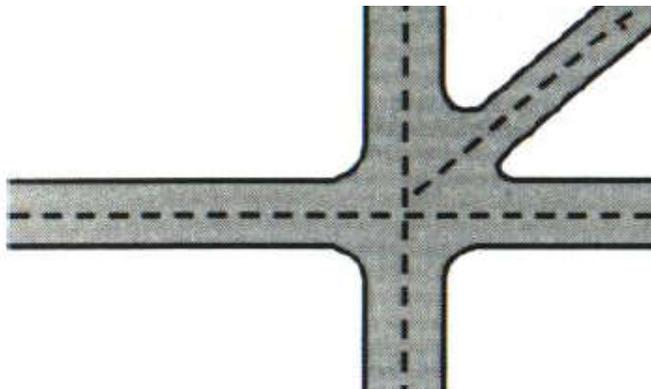
**Figura 8 - Interseção em 4 ramos: conflitos**



Fonte: Senço, 2008

c) Interseção em ramos múltiplos (Figura 9): possui cinco ou mais ramos.

**Figura 9** - Interseção em ramos múltiplos



Fonte: Albano, 2015

As interseções em níveis diferentes (ou em desnível) são classificadas em dois tipos gerais (DNIT, 2005; SENÇO, 2008):

- Sem ramos (Figura 10): quando os fluxos das vias não se comunicam, ou seja, não ocorre troca de fluxo entre as vias. Os cruzamentos podem ser superiores ou inferiores, dependendo do nível em que a rodovia principal está.

**Figura 10** – Interconexão em nível superior sem ramos

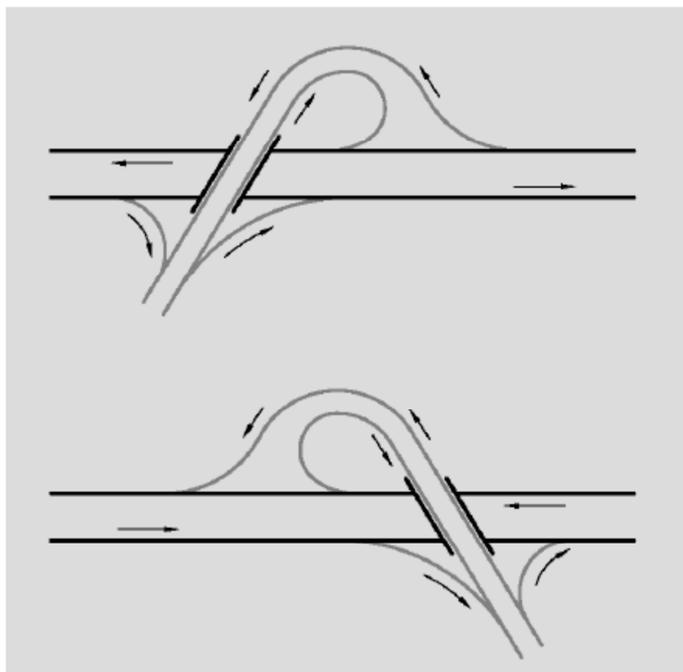


Disponível em: <http://www.skyscrapercity.com>

- Interconexão: Quando o cruzamento possui ramos para condução dos veículos entre as vias, possuem sete tipos básicos:

a) Interconexão em “T” ou “Y” (Figura 11): quando um dos ramos possui um giro com cerca de 270° receberá o nome de “trombeta”.

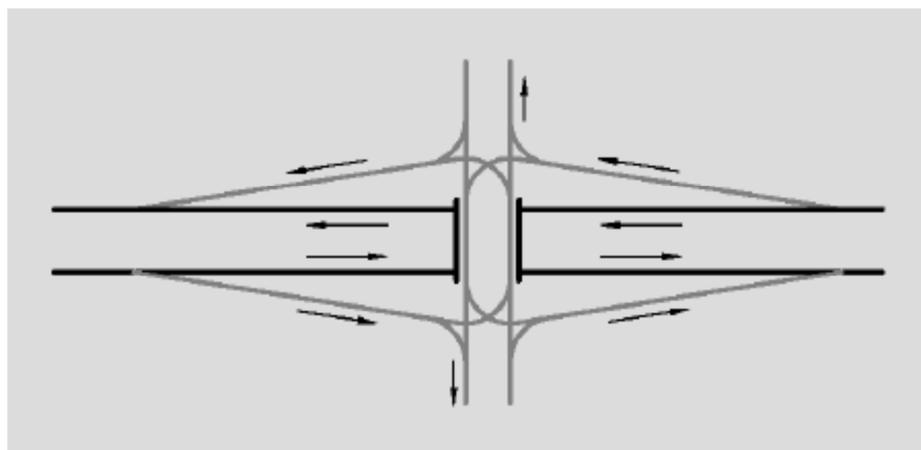
**Figura 11 – Interconexão do tipo trombeta**



Fonte: DNIT, 2005

b) Diamante (Figura 12): a via principal possui uma saída à direita antes do cruzamento e uma entrada à direita após o mesmo, em ambos os sentidos.

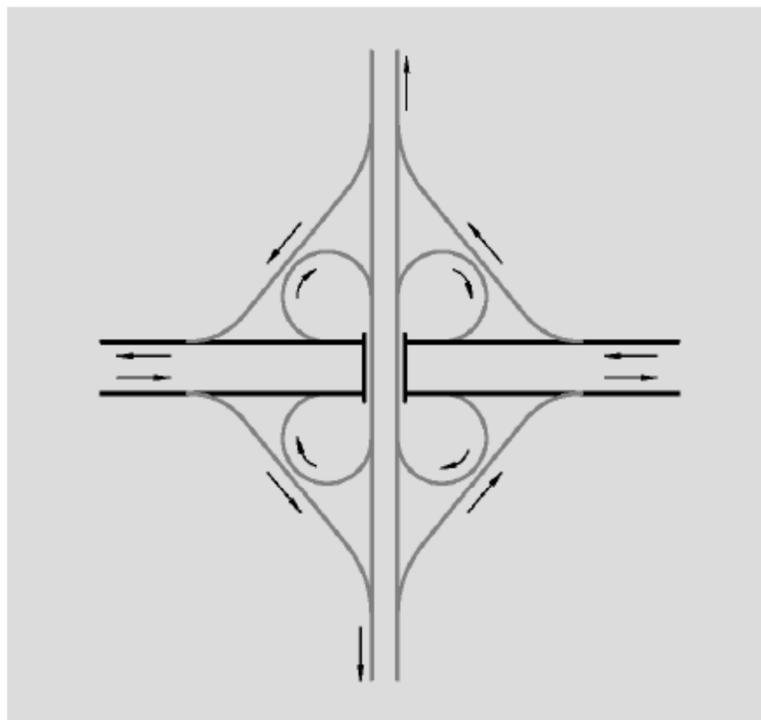
**Figura 12 – Interconexão do tipo diamante**



Fonte: DNIT, 2005

c) Trevo completo (Figura 13): a conversão feita à esquerda nos quatro quadrantes ocorre através de um laço, e à direita, por conexões externas ao laço.

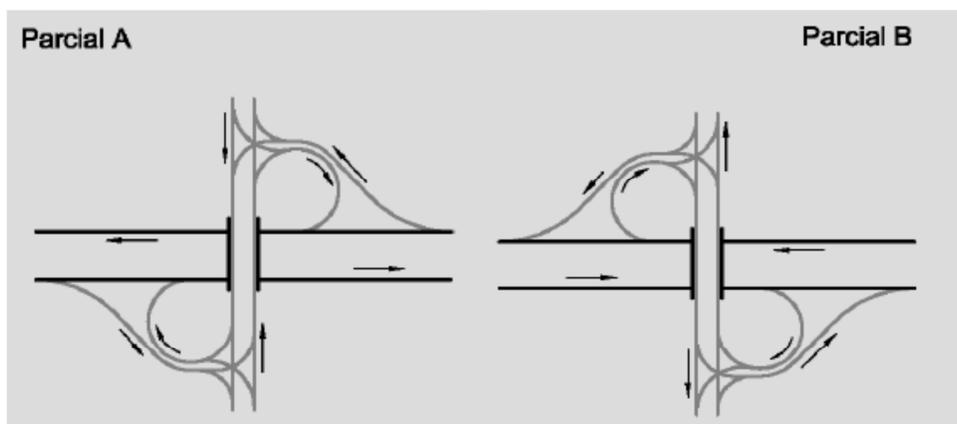
**Figura 13** – Interconexão do tipo trevo completo



Fonte: DNIT, 2005

d) Trevo parcial (Figura 14): ocorre a eliminação de até três laços do trevo completo.

**Figura 14** – Interconexão do tipo trevo parcial



Fonte: DNIT, 2005

e) Direcional (Figura 15): os principais movimentos de conversão à esquerda são guiados por ramos direcionais.

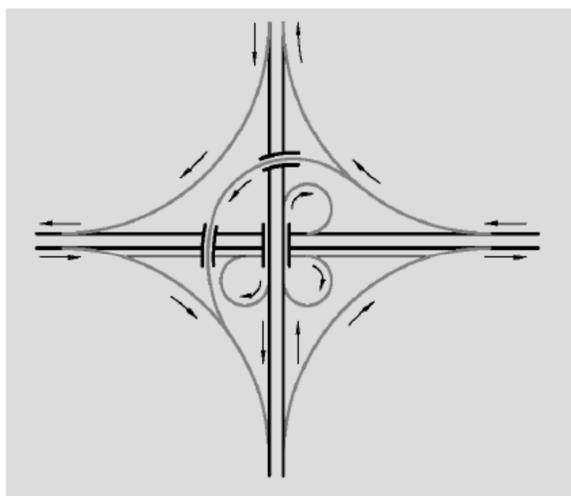
**Figura 15** – Interconexão do tipo direcional



Disponível em: <http://docplayer.com.br>

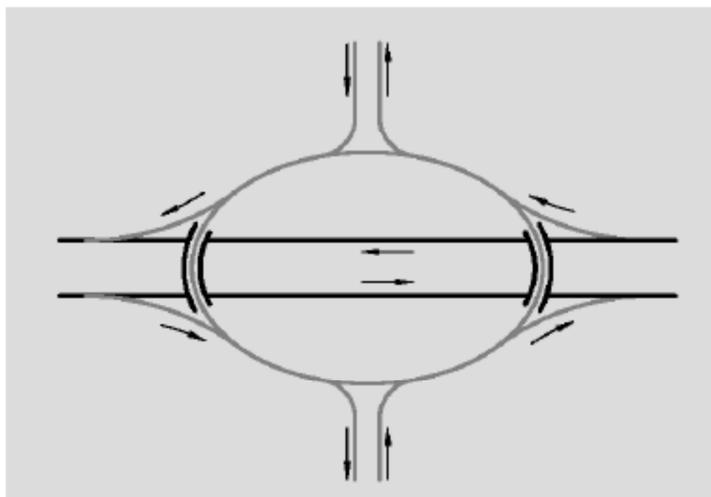
f) Semi-direcional (Figura 16): os principais movimentos de conversão à esquerda são guiados por ramos semi-direcionais.

**Figura 16** – Interconexão do tipo semi-direcional



Fonte: DNIT, 2005

g) Giratória (Figura 17): utiliza uma rotatória na via secundária.

**Figura 17 – Interconexão do tipo giratória**

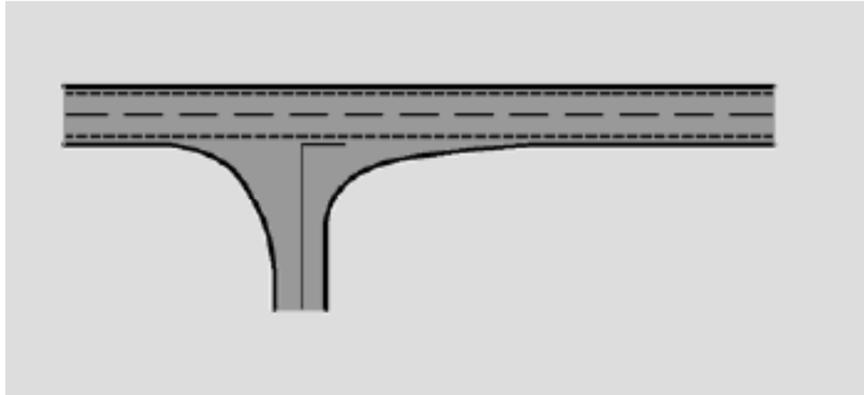
Fonte: DNIT, 2005I

### 2.2.2 Determinação do tipo de interseção

Os tipos de interseções apresentados no item anterior não podem ser aplicados de maneira absoluta, visto que para cada local em que o estabelecimento de uma interseção é necessária, existem diversos fatores que irão influenciar no projeto, sendo necessário, inclusive, a utilização de dois ou mais tipos de cruzamento e até mesmo a elaboração de projetos de interseções personalizadas, onde cada ponto de conflito irá receber uma solução diferente.

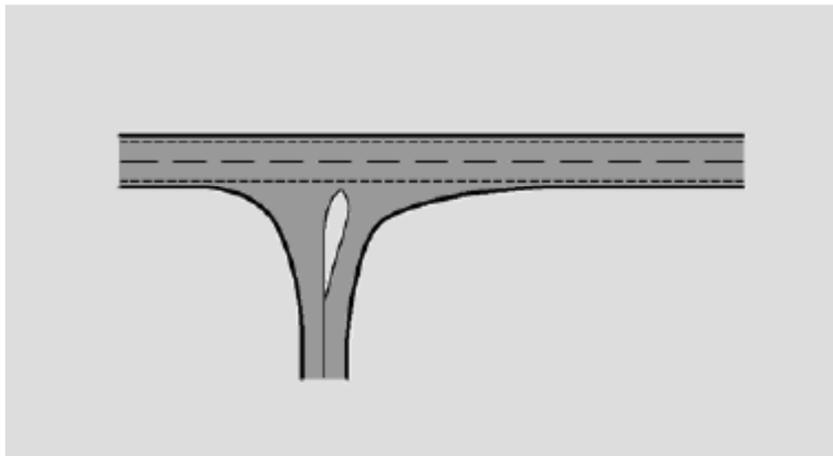
Levando em consideração o fluxo de veículos, a topografia e as características funcionais da via, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – baseado em normas suecas – estabelece sete tipos gerais de interseções. As interseções menores abrangem os tipos A, B, C e G; e são implantadas em vias de menor fluxo, onde não são necessárias medidas para a otimização dos movimentos. As interseções maiores abrangem os tipos D, E e F e são implantadas em vias de fluxo intenso, possuindo dispositivos para a otimização dos fluxos de veículos.

- Interseção do tipo A (Figura 18): é chamada de interseção mínima por não possuir ilhas canalizadoras, contém (normalmente) uma faixa de trânsito para cada fluxo de veículos.

**Figura 18 – Interseção do tipo A**

Fonte: DNIT, 2005

- Interseção do tipo B (Figura. 19): é chamada de interseção do tipo gota por possuir uma ilha divisória em formato de gota na via secundária, tal ilha tem como função controlar o fluxo de veículos, melhorar a visibilidade e auxiliar a passagem de pedestres, possui uma faixa para cada fluxo de veículos. Podem contar com um refúgio localizado lateralmente à parte oposta à gota, afim de facilitar as conversões à esquerda (PEREIRA, 2012).

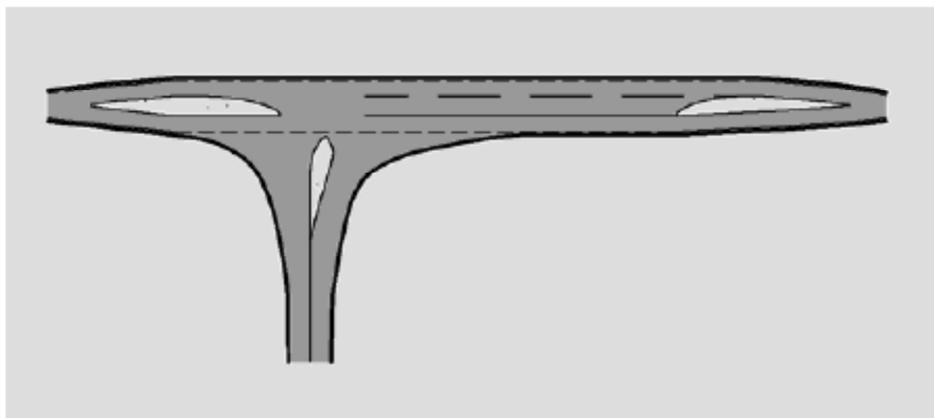
**Figura 19 – Interseção do tipo B**

Fonte: DNIT, 2005

- Interseção do tipo C (Figura 20): é chamada de interseção canalizada por conter ilhas de refúgio na via principal que canalizam o fluxo, facilitando uma conversão à esquerda ao permitir que o condutor passe por um ponto de conflito por vez

e também se abrigue no refúgio para a aguardar a conversão, tal solução diminui o risco de acidentes, principalmente as colisões traseiras.

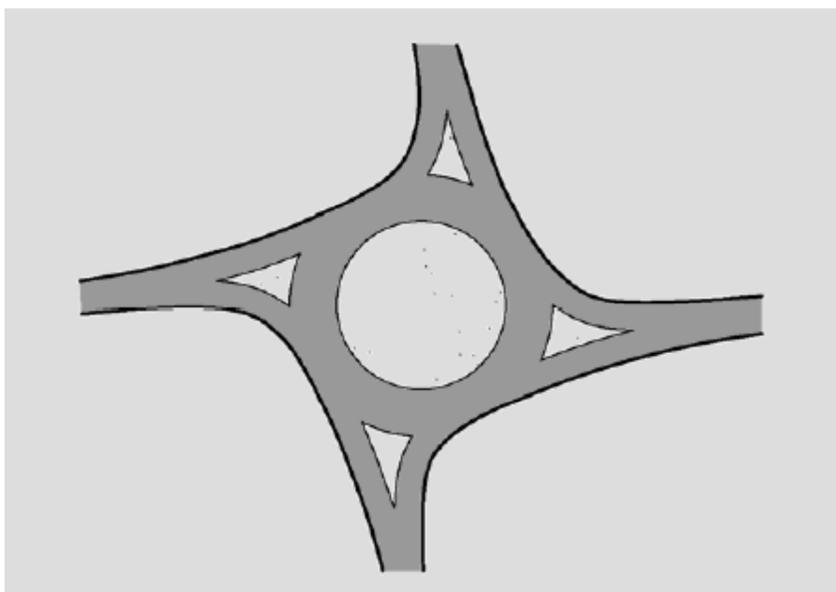
**Figura 20 – Interseção do tipo C**



Fonte: DNIT, 2005

Interseção do tipo D (Figura 21): são interseções chamadas de rótulas, possuem um maior raio de giro da ilha central. É subdividida em rótula convencional, onde a prioridade do tráfego é do ramo de acesso e rótula moderna, onde a prioridade é do fluxo que está circulando na rotatória.

**Figura 21 – Interseção do tipo D**



Fonte: DNIT, 2005

- Interseção do tipo E (Figura 22): são interseções controladas por sinais luminosos (semáforos).

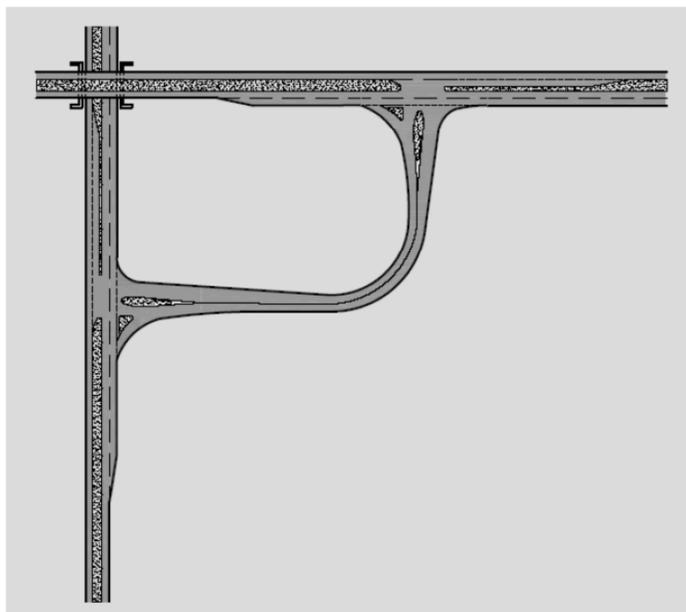
**Figura 22 – Interseção do tipo E**



Fonte: Google Maps

- Interseções do tipo F (Figura. 23): são interseções que apresentam interconexões em diferentes níveis, eliminando assim os cruzamentos em mesmo nível.

**Figura 23 – Interseção do tipo F**



Fonte: DNIT, 2005

Como pode ser visto, há diversos tipos de interseções de vias, cada qual com suas particularidades para melhor se adequarem ao fluxo de tráfego, às condicionantes de traçado e segurança, não existindo, assim, um projeto padrão, cada interseção deverá receber um projeto personalizado.

### **2.2.3 Acidentes nas interseções**

Por definição, uma rodovia é uma via ininterrupta de trânsito rápido, desta forma, a própria existência das interseções já fere tal definição. Elas constituem uma forma de perigo ao interferirem no fluxo contínuo de alta velocidade da pista principal obrigando os condutores a diminuírem a velocidade devido ao cruzamento com o fluxo de veículos proveniente das vias de acesso, fluxo este, que está em velocidade reduzida (DNER, 1998)

Apesar do perigo intrínseco à utilização de interseções, as rodovias possuem muitas e vários são os motivos para que isso ocorra, como o crescimento desordenado das áreas lindeira e a falta de planejamento e de recursos financeiros (DNER, 1998).

Segundo Albano (2015), apesar de as interseções ocuparem apenas 19% da área pavimentada, nelas ocorrem 78% dos acidentes.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (2008) indica que as principais características que aumentam o risco de acidentes em interseções são:

- a) interseções em trechos de curva;
- b) presença de fatores que dificultam a visibilidade como o crescimento desordenado da vegetação e construções nas áreas que margeiam a pista;
- c) interseções implantadas em trechos de relevo característico como aclive/declive, no fundo e dois trechos de declive ou no topo de dois aclives;
- d) interseções em ângulos agudos;
- e) pontos de embarque e desembarque de ônibus sem baias de paradas próximas às interseções, forçando os ônibus a pararem na via principal interrompendo o fluxo de veículos;
- f) tráfego ininterrupto na via em momentos de pico no fluxo, o que dificulta a passagem de veículos provenientes da via secundária;
- g) interseções ligando regiões industriais e/ou comerciais à regiões urbanas, e

com a falta de passagem de pedestres em desnível, os mesmos atravessam a via principal, correndo risco de atropelamento.

Ao analisar a segurança viária em interseções nas rodovias federais de Santa Catarina nos anos de 2007 e 2008, Peña (2011) verificou que a taxa e a gravidade dos acidentes aumenta conforme aumenta a faixa de volume do tráfego, no mesmo trabalho foi verificado também que apesar de representarem apenas 29% das interpretações as interseções em desnível apresentaram a maioria dos acidentes, o que não era esperado, visto que este tipo de interseção apresenta um número menor de conflitos e um maior direcionamento do fluxo.

## 2.3 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

A sinalização de trânsito é essencial para o controle do tráfego, e nas interseções elas exercem um papel fundamental ao controlar os fluxos que se comunicam diminuindo os riscos de acidentes.

O Departamento Nacional de Trânsito (2008) define sinalização como:

Conjunto de sinais de trânsito e dispositivos de segurança colocados na via pública com o objetivo de garantir sua utilização adequada, possibilitando melhor fluidez no trânsito e maior segurança dos veículos e pedestres que nela circulam (DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2008. p. 57.)

No Brasil o sistema de sinalização é dividido em sinalização vertical e horizontal.

### 2.3.1 Sinalização vertical

Nesse tipo de sinalização a comunicação é feita por placas posicionadas verticalmente na lateral da pista ou suspensas sobre ela.

O Departamento Nacional de Trânsito (2008) classifica-a em sinalização de regulamentação, de advertência e de indicação.

#### 2.3.1.1 Sinalização vertical de regulamentação

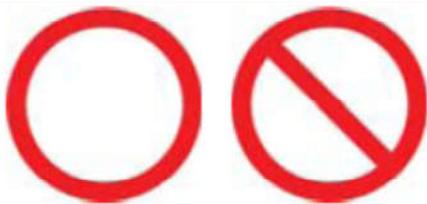
Sua função é regulamentar quais são as condições, proibições, obrigações ou restrições das vias, as mensagens por elas transmitidas possuem um caráter impe-

rativo e o desrespeito a elas constitui uma infração. Fazem parte desse grupo 51 sinais que são agrupados em 8 tipos de regulamentação (CONTRAN, 2007a).

- a) preferências de passagem;
- b) velocidade;
- c) sentido de circulação;
- d) movimento de circulação;
- e) normas especiais de circulação;
- f) controle das características dos veículos que transitam na via;
- g) estacionamento;
- h) trânsito de pedestres e ciclistas.

As formas e cores das placas são padronizadas, como pode ser visto na figura 24.

**Figura 24 – Características dos sinais de regulamentação**

Forma		Cor	
 <p>OBRIGAÇÃO/ RESTRIÇÃO</p> <p>PROIBIÇÃO</p>	Fundo	Branca	
	Símbolo	Preta	
	Tarja	Vermelha	
	Orla	Vermelha	
	Letras	Preta	

Fonte: CONTRAN, 2007a

### 2.3.1.2 Sinalização vertical de advertência

Sua função é alertar sobre condições que apresentam perigo potencial, obstáculos ou restrições presentes na via. Podem ser temporários e não devem ser utilizadas indiscriminadamente, pois o usuário pode perder a confiabilidade na mesma.

São 69 sinais de advertência divididos em 9 grupos (CONTRAN, 2007b)

- a) curvas horizontais;
- b) interseções;
- c) controle de tráfego;
- d) interferência de transporte;
- e) condições da superfície da pista;
- f) perfil longitudinal;
- g) traçado da pista;

- h) obras;
- i) sentido de circulação;
- j) situação de risco eventual;
- k) pedestres e ciclistas;
- l) restrição de dimensões e peso do veículo.

Sua apresentação gráfica básica está representada na figura 25.

**Figura 25 – Características dos sinais de advertência**

Forma	Cor	
	Fundo	Amarela
	Símbolo	Preta
	Orla interna	Preta
	Orla externa	Amarela
	Legenda	Preta

Fonte: CONTRAN, 2007b

### 2.3.1.3 Sinalização vertical de indicação

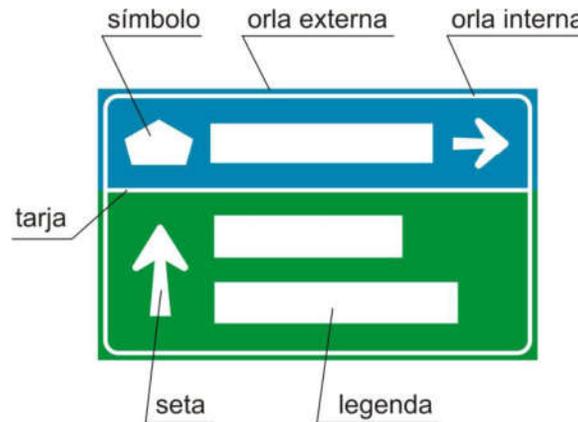
Possuem caráter informativo e educativo, identificando vias e locais de interesse. Também orientam quanto ao percurso, destino, acesso, distâncias, entre outros.

Dividem-se em seis grupos (CONTRAN, 2014)

- a) identificação;
- b) orientação de destinos;
- c) educativas;
- d) serviços auxiliares;
- e) atrativos turísticos;
- f) postos de fiscalização.

A figura 26 mostra os modelos básicos dessa sinalização.

**Figura 26 – Características dos sinais de indicação**



Fonte: CONTRAN, 2014.

### 2.3.2 Sinalização horizontal

Neste tipo de sinalização as mensagens são transmitidas através de inscrições dispostas sob o pavimento da via, de forma que o condutor não necessite desviar o olhar da mesma para visualizar a sinalização.

É classificada pelo Conselho Nacional de Trânsito (2008c) em:

a) Marcas longitudinais: separam e ordenam os fluxos de veículos. A figura 27 mostra marcas longitudinais dividindo fluxos opostos (amarelas) e a marca que sinaliza a linha de bordo (branca)

**Figura 27 – Sinalização horizontal: marcas longitudinais**



Disponível em: [www.rodoseg.eng.br](http://www.rodoseg.eng.br)

b) Marcas transversais: Ordenam os deslocamentos frontais dos veículos harmonizando-os com os deslocamentos de outros veículos e pedestres, indicam

também a faixa de travessia de pedestres e a sinalização da posição de parada.

Pode-se observar na figura 28 a faixa de pedestres e as linhas de retenção que indicam o limite em que o veículo deve parar antes da faixa.

**Figura 28** – Sinalização horizontal: marcas transversais



Disponível em: [radiocriciuma.com.br](http://radiocriciuma.com.br)

c) Marcas de canalização: orientam e regulamentam os fluxos de veículos em situações que exigem reorganização do caminhamento natural.

A figura 29 mostra marcas de canalização que indicam a convergência dos fluxos de veículos em mesmo sentido

**Figura 29** – Sinalização horizontal: marcas de canalização



Disponível em: [www.meusite.mackenzie.br](http://www.meusite.mackenzie.br)

d) Marcas de delimitação e controle de estacionamento e/ou parada: delimitam áreas onde é proibido ou regulamentado o estacionamento e parada de veículos, geralmente está associada à sinalização vertical.

A figura 30 mostra faixas que indicam locais onde o estacionamento é permitido.

**Figura 30** – Sinalização horizontal: controle de estacionamento



Disponível em: [www2.maringa.pr.gov.br](http://www2.maringa.pr.gov.br)

Inscrições no pavimento: tem função de melhorar a percepção do condutor a respeito das operações da via, apresentam-se como setas direcionais, símbolos e legendas.

A figura 31 exemplifica a utilização de setas pintadas no pavimento indicando o sentido de circulação do fluxo de veículos.

**Figura 31** – Sinalização horizontal: controle de estacionamento



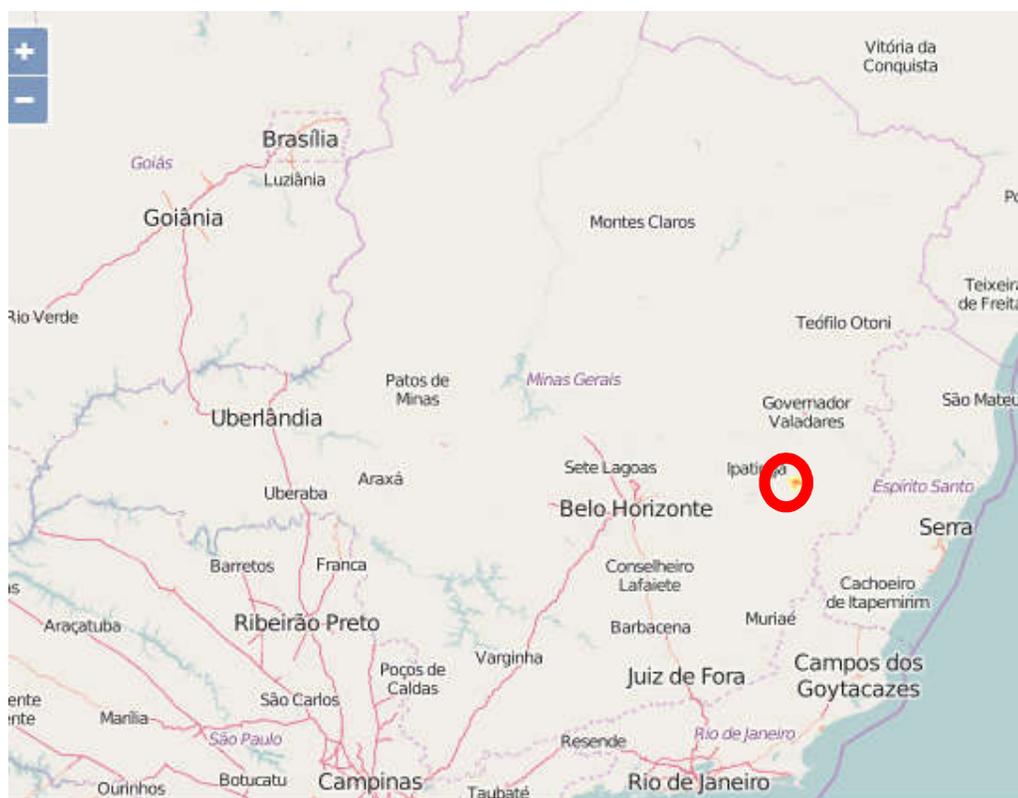
Disponível em: [reinaldoinstrutor.blogspot.com](http://reinaldoinstrutor.blogspot.com)

### 3 ESTUDO DE CASO

#### 3.1 DADOS GEOGRÁFICOS E SOCIOECONÔMICOS DA REGIÃO

Fundado em 1993, Ubaporanga é um município brasileiro pertencente ao estado de Minas Gerais, localizado na região leste do estado (Figura 32) faz parte da mesorregião do Vale do Rio Doce e na microrregião de Caratinga.

**Figura 32** – Posição de Ubaporanga em relação ao estado de Minas Gerais



Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/>

Possui como limítrofes os municípios de Caratinga, Piedade de Caratinga, Imbé de Minas e Inhapim (Figura 33) (IBGE, 2016a).

Com uma população estimada em 12.558 habitantes e uma área territorial de 189,048 Km<sup>2</sup>, o município possui uma densidade populacional de 63,69 habitantes/Km<sup>2</sup> (IBGE, 2016b)

**Figura 33 – Municípios limítrofes a Ubaporanga**

Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/>

## 3.2. CARACTERIZAÇÃO DO TRECHO

### 3.2.1 Dados Geográficos

A BR-116 é umas das principais rodovias brasileiras, segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT, 2014) ela percorre 4.543,7 Km e atravessa os estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Figura 34).

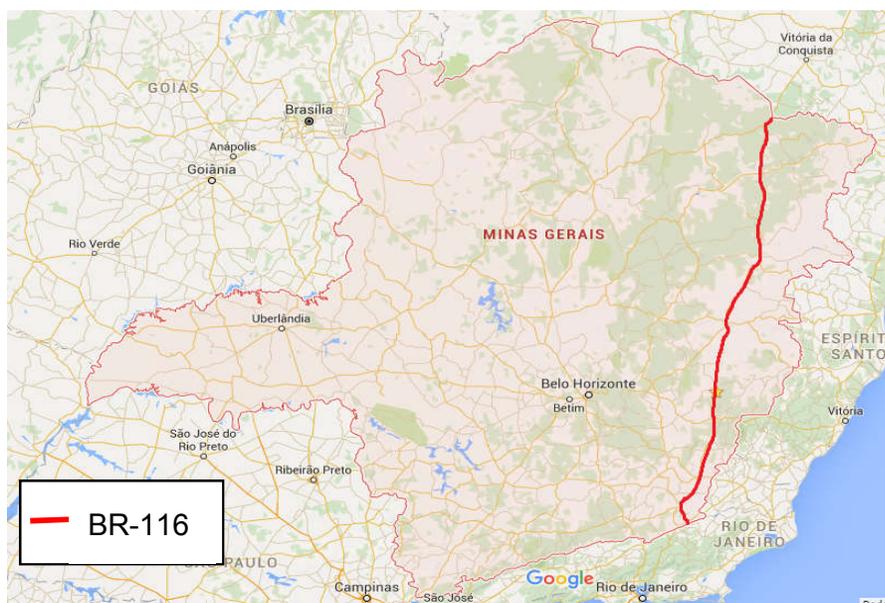
No estado de Minas Gerais a rodovia percorre aproximadamente 816,7 Km (Figura 35), indo do município de Divisa Alegre (norte do estado) até o município de Além Paraíba (sul do estado) (FTDE, 2012).

**Figura 34 – BR-116 em relação ao Brasil**



Disponível em: <http://www.dnit.gov.br>

**Figura 35 – BR-116 em relação à Minas Gerais**



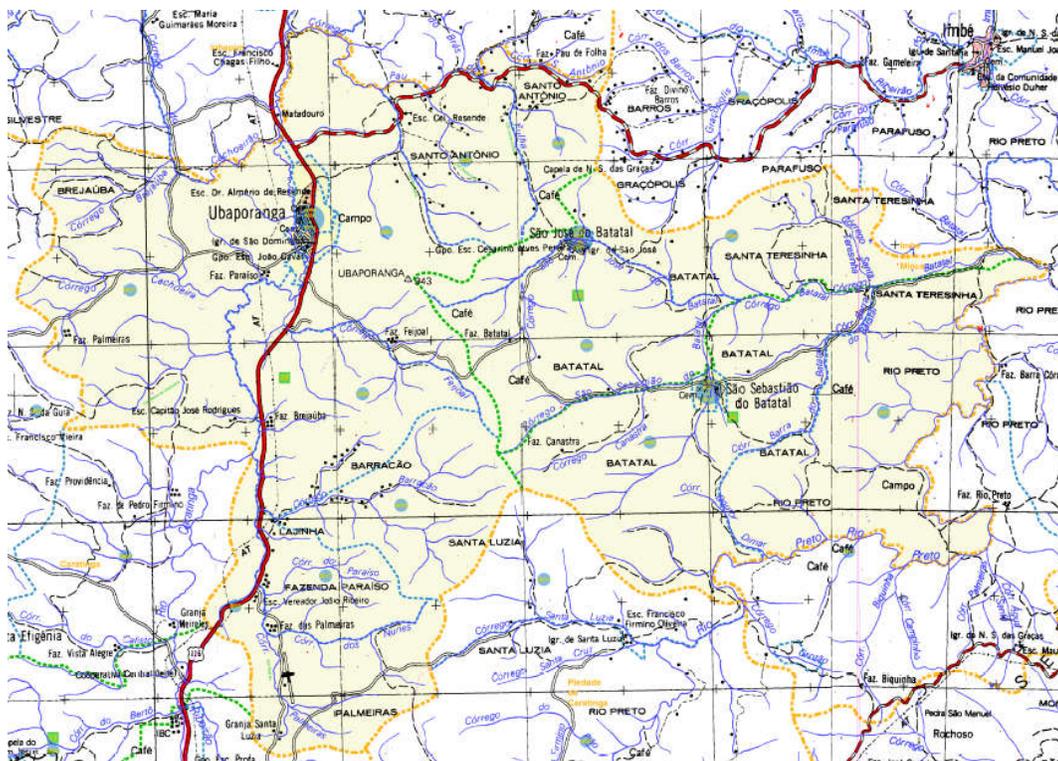
Fonte: Google Maps

Na cidade de Ubaporanga a rodovia percorre um trecho de cerca de 12 km,

Fonte: DNIT

tendo como pontos extremos o município de Inhapim e Caratinga (Figura 36).

**Figura 36 – BR-116 em relação à Minas Gerais**



Disponível em: <http://mapas.ibae.gov.br/>

### 3.2.2 Dados Estatísticos

A Fundação Para o Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia (FTDE) realizou para o Banco de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) um estudo de tráfego e engenharia do trecho da Br-116 que atravessa estado de Minas Gerais, tal estudo faz parte da 3ª etapa das Concessões Rodoviárias Federais previsto pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) (FTDE, 2012).

O estudo de tráfego feito pela FTDE dividiu o trecho mineiro da BR-116 em oito praças de pedágio, através de medições de volume de tráfego e do desenvolvimento social da região foram feitas projeções para cada uma dessas praças, a praça de número cinco teve sua localização prevista para o trecho da rodovia que corta o município de Ubaporanga, as projeções para o ano de 2015 e 2020 estão relaciona-

das na tabela 1, onde são descritos os valores diários médios anualizados de tráfego (VDMA) de acordo com o tipo de veículo.

**Tabela. 1** – VDMA de acordo com tipo de veículo nos Anos de 2015/2020

Tipos de veículos	ANO	
	2015	2020
Automóveis	5134	5969
Motos	1288	1498
Ônibus	360	419
Caminhões	2587	3152
Total	9369	11038

Fonte: FTDE, 2012

A frota municipal do município de Ubaporanga no ano de 2015 tem o total de 4270 veículos, e está representado tabela 2.

**Tabela 2** – Frota de veículos por tipo, 2015.

Variável	Ubaporanga	Minas	Brasil
		Gerais	
Automóveis	1.824	5.441.609	49.822.708
Caminhões	186	318.436	2.645.992
Caminhões-trator	3	63.067	593.892
Caminhonetes	378	783.208	6.588.813
Caminhonetas	111	273.991	2.908.233
Micro-ônibus	12	43.346	375.274
Motocicletas	1.651	2.308.174	20.216.193
Motonetas	75	257.972	3.833.159
Ônibus	26	71.950	590.657
Tratores	1	2.052	30.371
Utilitários	3	51.271	637.211

Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>

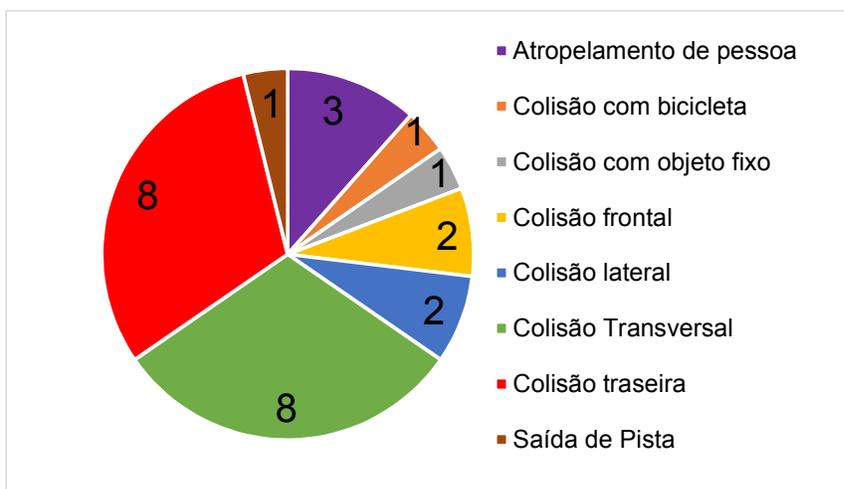
### 3. 3 DADOS SOBRE ACIDENTES

Os dados acerca dos acidentes de trânsito foram obtidas através do Departamento de Polícia Rodoviária Federal.

Foram selecionados todos os acidentes ocorridos entre os quilômetros 510 e 512 da BR-116, esse trecho foi considerado como uma área de influência da interseção. Segundo (PEÑA,2011) , dependendo do tipo da interseção, a área de influência pode chegar a 2,5 quilômetros em cada direção.

Nos anos de 2014 e 2015 foram registrados 26 acidentes no trecho, os tipos de acidentes estão representados no Gráfico 1.

**Gráfico 1 – Acidentes por tipo/2014 e 2015**



Fonte: Departamento de Polícia Rodoviária Federal

Nestes 26 acidentes registrados, foram envolvidas 64 pessoas, a condição em que se envolveram está representado no quadro 1.

**Quadro 1 – Condição dos acidentados**

TIPO DE ACIDENTE	CONDIÇÃO DOS ACIDENTADOS				
	Feridos leves	Feridos graves	Óbitos	Ilesos	TOTAL
Atropelamento de pessoa	1	2	-	3	6
Colisão com bicicleta	2	3	-	-	5
Colisão com objeto fixo	-	-	-	2	2
Colisão frontal	3	3	1	-	7
Colisão lateral	3	1	-	2	6
Colisão Transversal	9	5	-	6	20
Colisão traseira	4	-	-	13	17
Saída de Pista	-	-	-	1	1
<b>TOTAL</b>	22	14	1	27	64

Fonte: Departamento de Polícia Rodoviária Federal

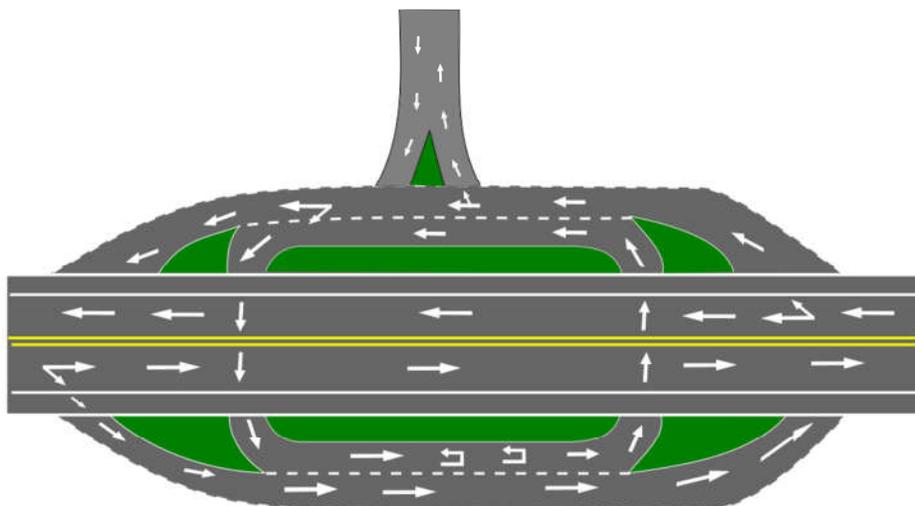
Cabe ressaltar que existe uma subnotificação dos acidentes ocorridos no local, O Departamento de Polícia Rodoviária Federal não atende todas as ocorrências do local, algumas são atendidas pela Polícia Militar de Minas Gerais, que não abre esses dados ao público. Muitos acidentes também são resolvidos pelos próprios motoristas, sem solicitação e intervenção dos órgãos competentes.

### 3.4 VISITA *IN LOCO*

A visita ao local da interseção teve como objetivo conhecer as características físicas e de circulação do trecho. Foi utilizado o *check list* proposto pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem em seu Guia de redução de acidentes com base em medidas da engenharia de baixo custo (Anexo 1) como ponto norteador da análise.

A primeira atividade realizada na visita *in loco* foi traçar um modelo geométrico sem escala definida representando a localização e o sentido das vias bem como as sinalizações verticais e horizontais estabelecidas no local, o modelo está representado na figura 37.

**Figura 37 – Modelo geométrico da interseção**



Fonte: Próprio autor

Como pode ser visto, a interseção é classificada como uma interseção em nível do tipo giratória vazada. O acesso à via principal é feito através de duas vias de acesso que se conectam à malha viária da cidade de Ubaporanga, de um lado a conexão é feita com a avenida Padre Rino e do outro lado uma via rural e duas vias que dão acesso a pontos comerciais presentes no local, esta organização está representada na figura 38 e as ocupações urbanas nas zonas lindeiras podem ser vistas na figura 39.

**Figura 38 – Organização das vias na interseção**



Fonte: Adaptado do Google Maps.

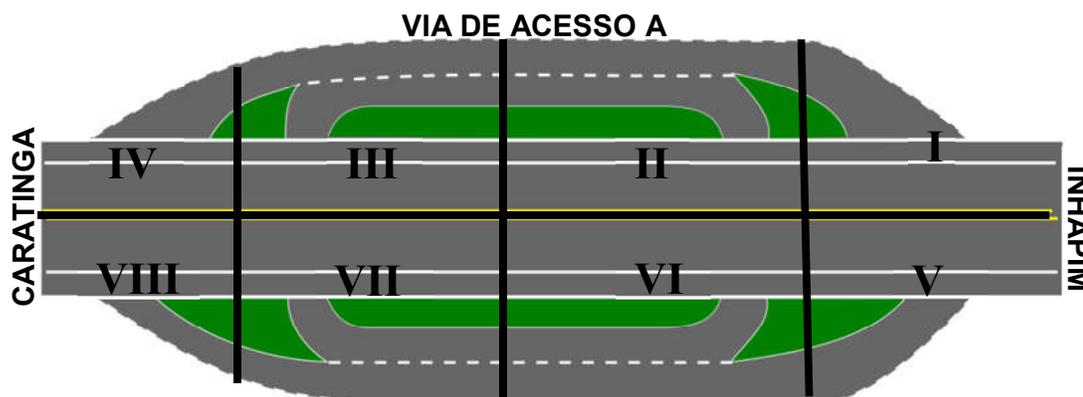
**Figura 39 – Ocupação do solo lindeiro**



Fonte: Próprio Autor.

Para uma melhor visualização da análise, a interseção foi dividida em oito quadrantes distintos, como pode ser visto na Figura 40.

**Figura 40 – Divisão da interseção**



Fonte: Próprio Autor.

Fonte: Próprio Autor

a) Quadrante I: Este ponto é o acesso à Ubaporanga sentido Caratinga. No prolongamento desse acesso foi observada a presença de sinalização vertical de advertência indicando a presença de perigo na via, e uma placa de sinalização vertical de indicação (Figura 41).

**Figura 41** – Placas de sinalização de advertência e indicação



Fonte: Próprio Autor.

O ponto também apresenta sinalização horizontal indicando sentido de direção e a canalização da pista (Figura 42).

**Figura 42** – Sinalização horizontal de direção e canalização



Fonte: Próprio Autor

b) Quadrante II: Este ponto apresenta sinalização horizontal indicando a preferência da pista (Figura 43).

**Figura 43** – Sinalização horizontal de indicação de preferência



Fonte: Próprio Autor.

c) Quadrante III: Este é um dos pontos de cruzamento com a via principal, a sinalização tem perfil de parada obrigatória, apresentando sinalização vertical de regulamentação indicando a parada obrigatória, além da sinalização horizontal de parada obrigatória e da linha de retenção (Figura 44).

**Figura 44** – Sinalizações de parada obrigatória



Fonte: Próprio Autor.

d) Quadrante IV: Ponto de convergência com a avenida principal, possui sinalização vertical de regulamentação indicando a preferência e sinalização horizontal indicando a possibilidade de conversão à esquerda (Figura 45).

**Figura 45** – Sinalização horizontal de direção e vertical de preferência



Fonte: Próprio Autor.

e) Quadrante V: Ponto de conversão com a via principal, apresenta marcas de canalização do tráfego e símbolo de preferência em forma de sinalização horizontal (Figura 46).

f) Quadrante VI: É um ponto de cruzamento com o a rodovia, apresenta sinalização horizontal de parada obrigatória, bem como linha de retenção (Figura 47).

**Figura 46** – Sinalização horizontal de canalização e preferência



Fonte: Próprio Autor.

**Figura 47** – Sinalização horizontal de parada obrigatória e linha de retenção



Fonte: Próprio Autor.

g) Quadrante VII: Prolongamento do ponto III, apresenta um símbolo de sinalização de preferência para o fluxo da via principal (Figura 48) gravado na pista e uma indicação de possibilidade de retorno (Figura 49).

**Figura 48** – Sinalização horizontal de preferência



Fonte: Próprio Autor.

**Figura 49** – Sinalização horizontal indicando o sentido do tráfego



Fonte: Próprio Autor.

h) Quadrante VIII: Possui sinalização horizontal indicando os sentidos de direcionamento (Figura 50), bem como sinalizações verticais de advertência na via principal indicando a presença de uma via lateral à esquerda e perigo na pista (Figura 51).

**Figura 50** – sinalização horizontal indicando os sentidos do tráfego



Fonte: Próprio Autor.

**Figura 51** – sinalização de via lateral à esquerda e perigo na pista



Fonte: Próprio Autor.

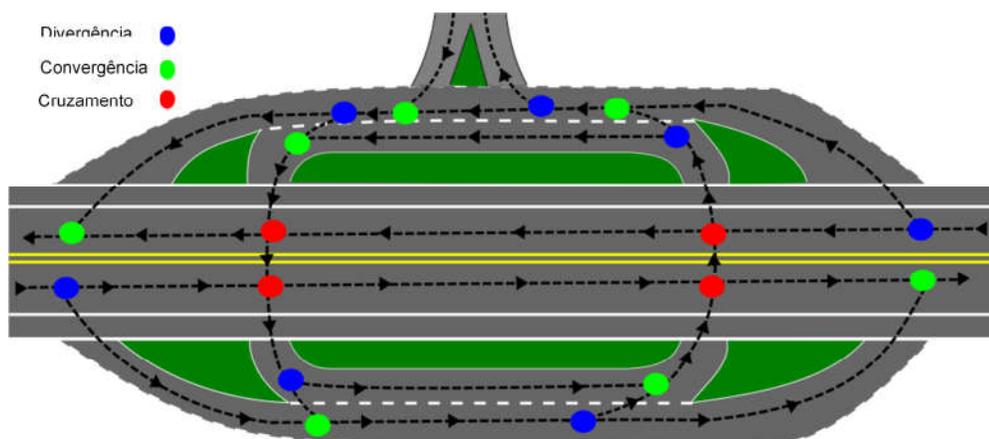
## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Com a análise dos dados sobre os acidentes ocorridos na interseção e os dados recolhidos na visita *in loco*, foi possível encontrar deficiências em diversos locais da interseção, a seguir estão relacionadas cada deficiência e as soluções propostas para saná-las.

### 4.1 PONTOS DE CONFLITO

A interseção contém 18 pontos de conflitos de tráfego, 4 deles são conflitos de cruzamento, 7 de convergência e 7 de divergência. A figura 52 mostra os locais em que se encontram.

**Figura 52** – Localização dos pontos de conflito



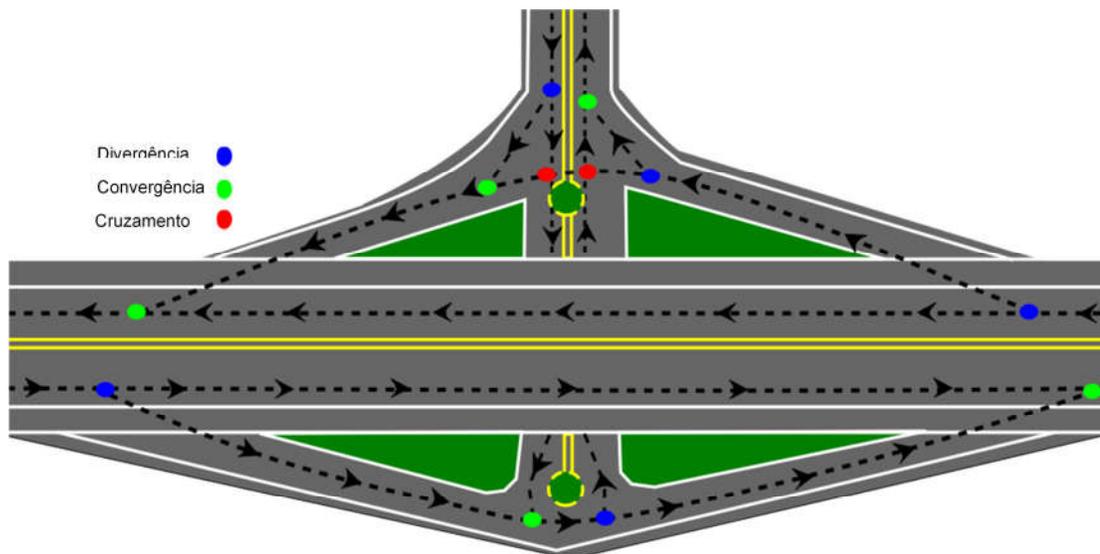
Fonte: próprio autor

Grande parte dos acidentes de trânsito ocorre em pontos de conflito, sendo assim, é de grande importância diminuir ou otimizar tais pontos.

Para otimizar os pontos de conflito e aumentar a segurança do local é necessária uma medida de custo mais elevado, que consiste em construir uma trincheira na via secundária de modo a transformar a interseção em uma interconexão do tipo diamante simples, como visto anteriormente na figura 12. Deste modo, a via principal com trânsito mais rápido irá fluir de forma contínua, sem nenhum cruzamento de fluxo com a via secundária, assim existirão apenas 12 pontos de conflito. A figura 53 é

um modelo geométrico sem escala definida representando a mudança sugerida para a otimização dos pontos de conflito. No anexo A pode ser verificado a planta da interconexão feita no software AutoCad.

**Figura 53** – Medidas para otimização dos pontos de conflito



Fonte: próprio autor

## 4.2 SINALIZAÇÃO

As medidas sugeridas no sistema de sinalização são consideradas de baixo custo e podem ser feitas de modo imediato, sem grandes paralisações do tráfego e sem a necessidade de grandes obras.

Foram encontradas duas falhas graves na sinalização do trecho, a primeira encontra-se no quadrante IV, onde não existe a sinalização vertical de regulamentação de parada obrigatória (R-1) (figura 54) no cruzamento com a via principal.

**Figura 54** – Parada obrigatória



Fonte: CONTRAN, 2007a

Essa falha pode ser uma das causas dos acidentes com colisões transversais, visto que o trânsito no local é intenso, inclusive com o cruzamento de ônibus (figura 55) várias vezes ao dia. Neste ponto o condutor cruza a via principal sendo atingido transversalmente por veículos que transitam na via principal.

**Figura 55 –** Travessia de ônibus no cruzamento.



Fonte: próprio autor

Para esse ponto, a solução proposta é a implantação da sinalização vertical com a placa R-1 e o reforço da sinalização horizontal, como pode ser visto na figura 56.

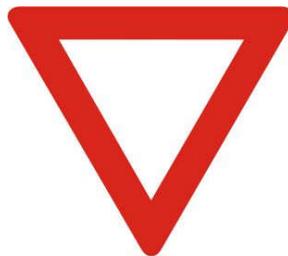
**Figura 56–** Proposta de sinalização para o quadrante VI.



Fonte: próprio autor

A segunda falha na sinalização está no quadrante V, no local não existe uma placa (Figura 57) alertando o motorista que converge para a via principal da necessidade de dar a preferência para quem transita nesta via, existindo apenas a sinalização horizontal.

**Figura 57** – Placa R2: Dê a preferência



Fonte: CONTRAN, 2007a

Propõem-se a implantação da sinalização vertical de regulamentação indicando a necessidade de dar a preferência para quem transita na via principal, tal medida poderia reduzir o número de acidentes com colisão traseira e lateral. A figura 58 indica a localização da placa.

**Figura 58** – Proposta de sinalização para o quadrante V



Fonte: próprio autor

### 4.3 TRAVESSIA DE PEDESTRES

Durante a visita *in loco* percebeu-se que a travessia de pedestres na interseção é feita regularmente, a figura 59 mostra trilhas na vegetação causadas por essa travessia constante.

**Figura 59** – Trilhas na vegetação feitas por pedestres



Fonte: próprio autor

Não existe nenhuma sinalização que facilite a travessia de pedestres na interseção, a apesar de os dados fornecidos pelo Departamento de Polícia Federal Rodoviária indicarem apenas três atropelamentos no local, uma pesquisa em notícias acerca de acidentes na região bem como informações colhidas com moradores da região retorna uma incidência bem desses acidentes na interseção.

Para garantir maior segurança na travessia de pedestres é proposta a instalação de uma passarela no local, esta também poderá ser utilizada por ciclista que deverão atravessá-la empurrando a bicicleta. Para incentivar seu uso a passarela deverá conter rampa de acesso suave bem como placas que incentivem sua utilização.

Como medida de baixo custo deverá ser instalada uma sinalização horizontal regulamentando a travessia de pedestres.

#### 4.4 GENERALIDADES

Foi observado tráfego de veículos em alta velocidade no trecho, o que aumenta o risco de acidentes de todos os tipos, bem como a letalidade dos mesmos. Para inibir essa prática aconselhamos a instalação de um radar de velocidade no local bem como a implantação de sinalização que indique a velocidade permitida na pista e a presença do radar.

Foi observado que sistema de escoamento de água pluvial encontra-se sem a devida manutenção, com a vegetação local invadindo-o, como pode ser observado na figura 60.

**Figura 60** – Vegetação no sistema de escoamento de água



Fonte: próprio autor

Em caso de chuva forte a vegetação pode comprometer o correto escoamento da água, o que fará com a água se acumule na pista aumentando o risco de acidentes. Aconselha-se a capina de todo o sistema de escoamento de água.

## 5 CONCLUSÃO

Após análise detalhada dos dados obtidos acerca dos acidentes e do relatório feito na visita *in loco*, constatou-se que a interseção presente no Km-511 da Br-116 com a cidade de Ubaporanga possui falhas que prejudicam a segurança de quem transita na via.

Existem falhas na sinalização vertical em dois pontos cruciais da interseção, um deles encontra-se em um dos cruzamentos transversais com a via principal, e o outro está localizado em um dos pontos de conversão entre a via e acesso com a via principal. Esses dois pontos podem ter sido os responsáveis pela maioria dos acidentes no trecho, visto que dos 26 acidentes registrados, 8 foram de colisões transversais e 8 de colisões traseiras, acidentes típicos de pontos de cruzamento e conversão de fluxos respectivamente.

Não existe no trecho nenhuma sinalização que facilite a travessia de pedestres, e a visita ao local mostrou que essa travessia é bastante comum, pois existem áreas povoadas em ambos os lados da rodovia.

Para sanar as falhas encontradas são propostas medidas de baixo custo que envolvem a instalação de sinalização vertical nos locais citados anteriormente, bem como o reforço da sinalização horizontal em toda a interseção, também propomos a implantação de uma faixa de travessia de pedestres e de um radar de velocidade para facilitar essa travessia.

Como medidas de custo mais elevado, propomos a implantação de uma passarela de pedestres, e a construção de uma trincheira na via secundária, transformando a interseção em uma interconexão do tipo diamante simples.

O quadro 2 apresenta de forma resumida as propostas para a via.

**Quadro 2 – Medidas de resolução de acidentes**

<b>Tipo de acidente</b>	<b>Possíveis causas</b>	<b>Medidas de resolução</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colisão transversal</li> <li>• Colisão frontal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falhas na sinalização do cruzamento.</li> <li>• Trânsito em alta velocidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforço na sinalização.</li> <li>• Criação da interconexão do tipo diamante simples.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colisão traseira</li> <li>• Colisão lateral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falhas na sinalização no ponto de conversão da pista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforço na sinalização.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atropelamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de faixa de travessia de pedestre</li> <li>• Trânsito em alta velocidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de passarela (custo elevado)</li> <li>• Implantação de radar</li> <li>• Implantação de faixa de travessia de pedestres</li> </ul>

Fonte: próprio autor

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANO, João Fortini. UFRGS: Noções sobre interseções. Notas de aulas. Disponível em: <[www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420\\_14-intersecoes\\_apresentacao.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/420_14-intersecoes_apresentacao.pdf)>. Acesso em jun. 2015.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN - Manual Brasileiro de sinalização de trânsito: sinalização vertical de regulamentação. 2ª ed. Brasília, 2007a.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN - Manual Brasileiro de sinalização de trânsito: sinalização vertical de advertência. 1ª ed. Brasília, 2007b.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN - Manual Brasileiro de sinalização de trânsito: sinalização vertical de advertência. 1ª ed. Brasília, 2007c.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN - Manual Brasileiro de sinalização de trânsito: sinalização vertical de indicação. 1ª ed. Brasília, 2014.

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE - DATASUS. Disponível em: <[www2.datasus.gov.br](http://www2.datasus.gov.br)>. Acesso em 11/06/2016.

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER. Guia de redução de acidentes com base em medidas da engenharia de baixo custo. Rio de Janeiro, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT – **Sistema Nacional de Viação**. 2014 Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/snv-2014-1>>. Acesso em 08/06/2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES.- DNIT. Manual de projeto de interseções. 2ª ed. - Rio de Janeiro, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DENATRAN. Código de Trânsito Brasileiro e legislação complementar em vigor. Brasília, 2008.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DENATRAN. **Frota de veículos**. [2016]. Disponível em: <[www.denatran.gov.br/frota.htm](http://www.denatran.gov.br/frota.htm)>. Disponível em 12/06/2016.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA – FTDE – **3ª Etapa das concessões viárias**: Fase 1. 2012. Disponível em: <[http://3etapaconcessoes.antt.gov.br/index.php/content/view/1002/Estudos\\_de\\_Viabilidade.html](http://3etapaconcessoes.antt.gov.br/index.php/content/view/1002/Estudos_de_Viabilidade.html)> Acesso em 08/06/2016.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – MG. **Rodovias**. [2015]. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/governomg/portal/m/governomg/conheca-minas/5662-rodovias/5146/5044>>. Acesso em 12/06/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE – **Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 08/06/2016b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE – **Mapas interativos**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/>>. Acesso em 08/06/2016a.

PEÑA, Carolina Cannella. Análise da segurança viária em interseções nas rodovias federais de Santa Catarina. 2011. f. 250. Monografia (Pós-Graduação) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2011

PEREIRA, Eduardo Kramer. Análise de acidentes em interseções em nível de rodovias de pista simples: Comparação entre dispositivos. 2012. 76 f. Monografia (Graduação) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2012.

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

## APÊNDICE A

---

*Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo*

---

- *Interseções*

1. Há uma faixa de retenção indicando onde o condutor do veículo na via transversal deve parar? Caso haja, é visível? Está localizada corretamente?
2. Há uma placa PARE? É refletiva (caso de acidentes noturnos)? Está localizada de forma a maximizar a visibilidade?
3. A visibilidade da placa PARE é prejudicada por objetos que podem ser removidos como, por exemplo, propaganda e outras placas, mato, etc.?
4. Mudar o local da placa PARE poderia torná-la mais visível?
5. É necessária a implantação de uma segunda placa PARE?
6. As sinalizações vertical e horizontal, nas aproximações da interseção, são adequadas? Poderiam ser complementadas e incrementadas, levando-se em consideração o grau de perigo?
7. Na via transversal existe uma "meia lua" ou refúgio para ordenar os movimentos e aumentar a visibilidade da interseção? Caso não exista, seria possível e desejável a sua implantação?
8. Os condutores de veículos, na via transversal, deixam de ver a interseção devido a linhas de árvores, postes, muros, cercas, fiação elétrica, etc.?
9. Nestes casos, é possível quebrar a sensação de continuidade da via transversal por meio de relocação de postes, construção ou modificação de refúgios, paisagismo, etc.?
10. A visibilidade da interseção poderia ser melhorada pelo uso de placas maiores, pintura de refúgios e ilhas?
11. A visibilidade da interseção é prejudicada por curvas verticais e horizontais? Caso isto ocorra, seria possível alertar os condutores incrementando as sinalizações horizontal e vertical?
12. Há indícios de frenagem violenta? Caso haja, a velocidade máxima regulamentada é compatível com as condições locais? O tipo de revestimento do pavimento é adequado para as velocidades esperadas?

