

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

VINÍCIUS FERREIRA SALES

**DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÃO DE GEOINFORMAÇÃO
BASEADA EM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA
SEGURANÇA VIÁRIA EM RODOVIAS**

MONTE CARMELO - MG

2017

VINÍCIUS FERREIRA SALES

**DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÃO DE GEOINFORMAÇÃO
BASEADA EM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA
SEGURANÇA VIÁRIA EM RODOVIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal de Uberlândia, como requisito
básico para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

Orientadora: Prof.^a Dra. Luciany Oliveira Seabra

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo
Gallis

MONTE CARMELO - MG

2017

VINICIUS FERREIRA SALES

**DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÃO DE GEOINFORMAÇÃO
BASEADA EM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA
SEGURANÇA VIÁRIA EM RODOVIAS**

Prof.^a Dra. Luciany Oliveira Seabra, UFU
(Orientadora)

Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis, UFU
(Coorientador)

Prof.^a Dr. João Vitor Meza Bravo, UFU
(Membro Convidado)

Homologado pelo Colegiado do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica em:

_____/_____/_____

Coordenador do Curso de Engenharia
de Agrimensura e Cartográfica

MONTE CARMELO - MG

2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, e dedico também ao meu pai Adailton, minha mãe Lourdes, a toda minha família e a minha namorada Jéssica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me tornar cada dia mais forte para vencer os desafios encontrados durante todo o curso.

A minha Professora e Orientadora, Dr.^a Luciany Oliveira Seabra, por me auxiliar na realização deste trabalho e por acreditar na minha capacidade ao longo desta caminhada.

Ao Professor e Coorientador, Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis , pelo convívio, pelo apoio, pela compreensão e pela amizade.

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

Aos colegas de curso, Iago Carvalho, Tulio Santana e Guilherme Secatto, por colaborarem com a realização desta monografia. Sou grato a vocês!

Aos amigos que fiz ao longo destes anos, que levarei para o resto da minha vida, o meu muito obrigado!

RESUMO

A segurança viária é fundamental para que os pedestres e motoristas usufruam das vias. A sua estrutura é baseada em três partes, no qual unidades contribuem para que as vias se mantenham aptas para o uso. A primeira estrutura desse conjunto é formada pela fiscalização, seguida pela conscientização e finalizada por projetos de Engenharia. Cada estrutura emprega-se a uma finalidade, mas todas buscam o mesmo objetivo. Nos projetos de Engenharia ficam de responsabilidade dos gestores empregarem medidas corretivas, que vislumbrem tratar as localidades em que se apresentam índices de acidentes superiores aos considerados normais. Mas para tal objetivo, é necessário promover diversas análises, para que sejam direcionadas as medidas adequadas a fim de erradicar os problemas vigentes. Assim, este trabalho tem como intuito desenvolver e aplicar uma metodologia capaz de propiciar produtos que possibilitem a identificação de medidas viáveis para a melhor tomada de decisão. Em primeira instância foi elaborado um projeto em SIG referente a uma região de estudo em um trecho da Rodovia federal BR-365. De posse do projeto foram aplicados dois modelos contemplados na literatura, que viabilizaram na identificação dos trechos críticos, e por meio desse reconhecimento essas localidades foram cartografadas com o auxílio do Sistema de Mapeamento Móvel. Mediante aos resultados encontrados foram direcionadas medidas migratórias com intuito de minimizar as ocorrências. Dos trechos críticos identificados e analisados a maioria das ocorrências foram do tipo Saída de Pista e Colisão Traseira, tais ocorrências são observadas em locais onde existe uma curva ou onde o acostamento apresenta dimensões reduzidas. Desta forma, a rodovia indica a necessidade de melhorias na segurança viária, portanto, com a aplicação do método proposto foi possível gerenciar as informações e vislumbrar medidas viáveis para melhorar a segurança viária do trecho em estudo, podendo ser aplicado em diferentes cenários.

Palavras-chave: Segurança Viária, Sistema de Informação Geográfica, Sistema de Mapeamento Móvel.

ABSTRACT

In order to pedestrians and drivers enjoy roads, road safety becomes essential. Its structure is based on three parts, in which, together, contribute to the track remains fit for use. The first structure of this group is formed by inspection, followed by awareness and completed by Engineering projects. Each structure employs a certain purpose, but all seek the same goal. In Engineering projects, it is the managers' responsibility to employ corrective measures that it intends to treat the locations in which accident rates higher than reality. But in order to achieve this objective, it is necessary to promote various analyzes, so that the best measures are directed to eradicate the existing problems. In view of this impasse, this work is intended to direct a methodology capable of providing products that enable better decision-making. In the first instance, a GIS project was developed for a study region, which in this case was a specific section of the BR-365. In possession of the project, two models contemplated in the literature were applied, which enabled the identification of critical sections and by means of this recognition, were mapped such localities with the aid of the Mobile Mapping System. Through the results found, migratory measures were directed in order to minimize the occurrences. Of the critical sections identified, most of the occurrences were of the "Track Exit" and "Rear Collision" type, circumstances observed in places where there is a curve or where the shoreline has small dimensions, lacking highway improvements in the road safety. Therefore, the proposed method becomes an important tool for the management of road safety, and can be applied in different scenarios.

Keywords: Road Safety, Geographic Information System, Mobile Mapping System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo.....	13
Figura 2 - Plataforma Móvel.....	19
Figura 3 - Etapas de Execução do Trabalho.....	28
Figura 4 - Registro de Acidentes.....	34
Figura 5 - SIG Referente a Região de Estudo.....	34
Figura 6 - Percentuais de Acidentes de Trânsito por severidade.....	35
Figura 7 - Número de registros por tipo de acidente.....	35
Figura 8 - Identificação dos Trechos Críticos pelo modelo DNER (1986)	37
Figura 9 - Identificação dos Trechos Críticos pelo modelo DENATRAN (1987)	38
Figura 10 - Os Segmentos Críticos Identificados pelos dois Modelos.....	40
Figura 11 - Sistema Móvel.....	41
Figura 12 - Trechos Mapeados.....	41
Figura 13 - Captura das Imagens de Campo.....	42
Figura 14 - Cadastro das Características Físicas dos Trechos Mapeados.....	43
Figura 15 - Características Observadas no Quilometro 482.....	44
Figura 16 - Características Observadas no Quilometro 485.....	45
Figura 17 - Características Observadas no Quilometro 501.....	46
Figura 18 - Características Observadas no Quilometro 523.....	47
Figura 19 – Características Observadas no Quilometro 524.....	48

LISTA DE SIGLAS

BOs	Boletim de Ocorrência
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DNER	Departamento Nacional de Estradas e Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
DPRF	Departamento de Polícia Rodoviária Federal
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
INS	Sistema de Navegação Inercial
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
PIB	Produto Interno Bruto
PNCT	Plano Nacional de Contagem de Tráfego
SIG	Sistema de Informação Geográficas
SMM	Sistema de Mapeamento Móvel
UMMD	Unidade Móvel de Mapeamento Digital
UPS	Unidade Padrão Severidade
VMD	Volume Médio Diário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo	12
2 JUSTIFICATIVA	13
3 OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo geral	14
3.2 Objetivos específicos	14
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
4.1 Acidentes nas Rodovias	15
4.2 SIG na Segurança Viária	16
4.3 Sistema de Mapeamento Móvel (SMM)	18
4.4 Identificação dos Segmentos Críticos	20
4.4.1 Modelo para identificação dos trechos críticos em uma rede de rodovias (DNER, 1986)	22
4.4.2 Modelo para identificação dos trechos críticos em função da taxa de severidade dos acidentes (DENATRAN, 1987)	24
4.5 Medidas Mitigatórias para Redução de Acidentes	26
5 MATERIAL E MÉTODOS	27
5.1 Material	33
5.1.1 Dados rodoviários	33
5.1.2 Dados espaciais	33
5.1.3 Equipamentos	33
5.1.4 <i>Hardware e Software</i>	34
5.2 Métodos	34
5.2.1 Identificação dos Trechos Críticos	34
5.2.2 Diagnóstico	36
5.2.3 Recomendações	37
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6.1 Identificação	37
6.1.1 Trechos Críticos	40
6.2 Diagnóstico	41
6.2.1 Principais Características Averiguadas	43

6.2.1.1 Quilômetro 482.....	43
6.2.1.2 Quilômetro 485.....	44
6.2.1.3 Quilômetro 501.....	45
6.2.1.4 Quilômetro 523.....	47
6.2.1.5 Quilômetro 524.....	48
6.3 Recomendação.....	49
7 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS	51
ANEXO A - Classificação dos acidentes de trânsito	56
ANEXO B - Vistoria de Campo	58
ANEXO C - Solução de Acidentes a Partir de Problemas Típicos	59
APÊNDICE A - Agrupamento das informações por trecho.....	62

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a economia brasileira se encontra vinculada ao agronegócio, sendo este setor responsável por gerar grande parte das divisas ao país, dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA (2016) apontam que o agronegócio corresponde a geração de 21% do PIB total. Casarotto et al. (2014), afirma que 60% do escoamento da produção referente a este polo econômico sucede por meio da malha viária existente em todo território nacional, o que promove um intenso fluxo de veículos ao longo das rodovias. Em meio a essa grande massa de veículos surgem problemas relacionados à segurança viária, dentre eles, os acidentes de trânsito.

Do ponto de vista numérico, somente no ano de 2014 os acidentes geraram um custo de aproximadamente R\$ 12,3 bilhões, sendo que 64,7% desses custos estavam associados às vítimas, como cuidados com a saúde e perda de produção devido às lesões ou morte, 34,7% se referem aos veículos como danos materiais e perda de cargas, além dos procedimentos de remoção dos veículos acidentados (IPEA, 2015).

Também deve-se ressaltar as condições das malhas viárias existentes atualmente. Na década de 60 e 70 permitiu-se, por auspícios da Lei Joppert, que o Brasil construísse toda malha viária existente, com auxílio de investimentos por meio de impostos oriundos da arrecadação de tributos incidentes sobre a propriedade de veículos automotores e por meio do consumo de combustíveis e de lubrificantes (LEE, 2013). Entretanto, com a promulgação da Constituição Federal de 1988, os recursos empregados nesses investimentos foram extintos deixando assim as vias brasileiras a deriva de pequenos reparos, com exceção daquelas que foram privatizadas (LEE, 2013).

Em face a essa contextualização, apresenta-se a dimensão do problema vigente no país, no qual se encontra uma frota de veículos em evolução com uma malha estagnada no tempo com poucos investimentos que, somente nos anos de 2003 a 2013, é que foram atribuídos 60% do valor desejado (IPEA, 2014). Deste modo, as rodovias que eram consideradas modernas nas décadas de 60 e 70 tornaram-se obsoletas e ultrapassadas, propiciando a formação de locais inseguros nas vias, sendo responsáveis pelo crescimento do número de acidentes.

Apesar das medidas que conduzem à redução das ocorrências, como programas de redução ou pequenos investimentos, o número de sinistros¹ ainda persiste, o que se faz

¹ Acidentes de Trânsito.

necessário buscar as reais causas. Entretanto, para que isso aconteça de fato é preciso usar de tecnologias que permitam a coleta, processamento e representações de informações espaciais (BATISTÃO; TACHIBANA; SILVA, 2016).

Tais tecnologias, além de gerar resultados permitem avaliar as informações quantitativas e qualitativas das rodovias, uma vez que essas informações apresentam grande variabilidade temporal e espacial, podendo sofrer uma modificação em curto período de tempo (CHAVES, 2015). Logo, a Cartografia contribui para que essa variabilidade possa ser estudada por intermédio da especialização desses eventos associados com cadastro de suas especificidades.

Dessa forma, sobre incumbência de um Sistema de Informação Geográficas (SIG), o qual associado a modelos consagrados na literatura, como por exemplo, os modelos propostos pelo DNER (1986) e DENATRAN (1987), possibilitaria identificar os locais inseguros para um posterior mapeamento por meio do Sistema de Mapeamento Móvel (SMM). Por consequência ocasionaria a geração de produtos para que gestores, os usuários em geral e os condutores em particular, pudessem conhecer os problemas recorrentes em trechos específicos das vias.

Em suma, este projeto tem a seguinte hipótese: se a identificação e o mapeamento dos trechos críticos da BR-365 viabilizaria a melhor tomada de decisão na escolha de medidas direcionadas para segurança viária.

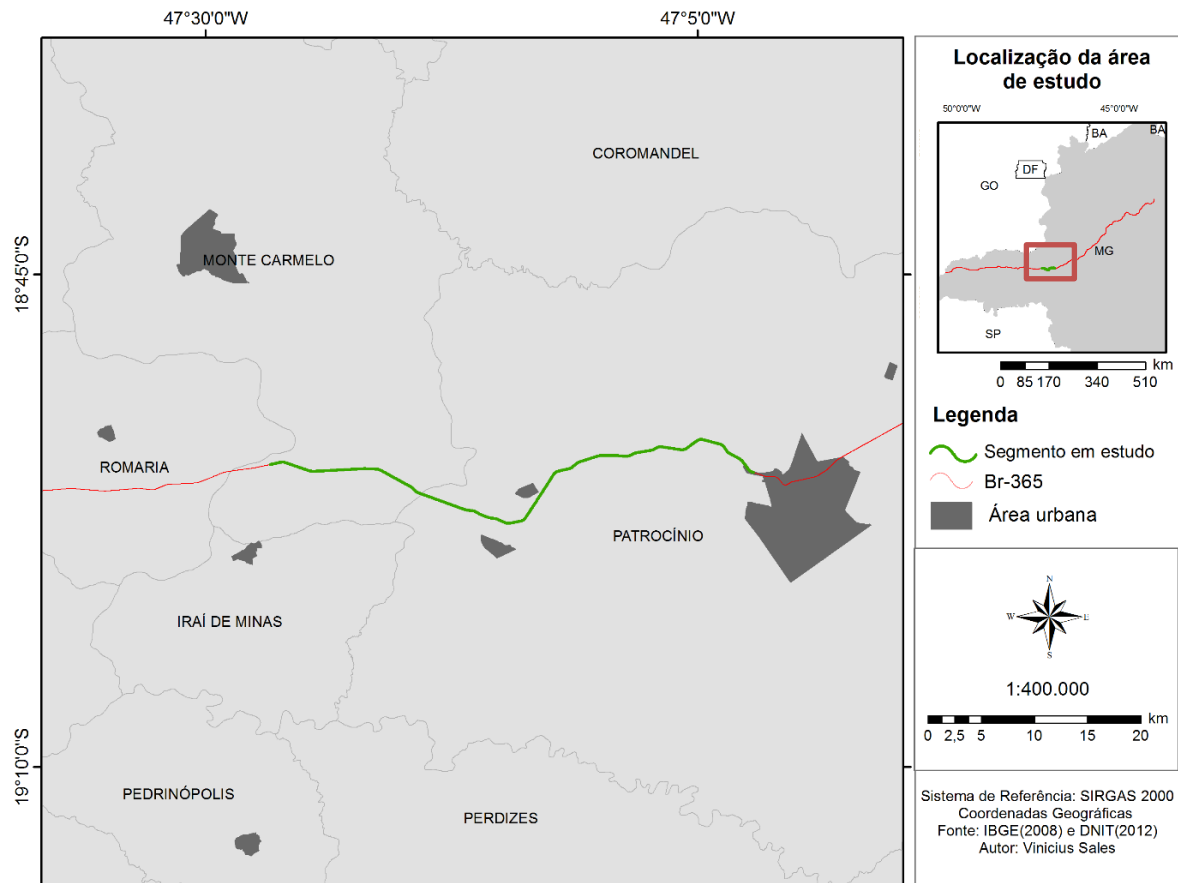
1.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

A BR-365 é uma rodovia situada no sudeste do país. Inicia-se na cidade de Montes Claros/MG e termina próximo à divisa entre os estados de Minas Gerais e Goiás. Possui uma extensão total de 888 quilômetros e faz cruzamento com outras rodovias importantes como a BR-040 e a BR-364 (DNIT, 2017)

Em consequência de sua disposição geográfica, a BR-365 é considerada de vasta importância para região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, pois, serve de ligação entre essas regiões com o Nordeste do país. Nesse sentido, a área delimitada ao estudo é um segmento situado entre os municípios de Patrocínio/MG e Monte Carmelo/MG, entre os quilômetros 473 a 524, conforme mostra a Figura 1. Ao longo desse trecho são encontrados alguns distritos urbanos, postos de gasolinas e armazéns de grãos, o que acaba acarretando um tráfego muito intenso de caminhões, que somente no ano de 2015 correspondeu 30% do

volume total de veículos que transitaram na região, de acordo com o Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT).

Figura 1 - Localização da área de estudo



Fonte: Autor

2 JUSTIFICATIVA

Os acidentes de trânsito são responsáveis por vitimizar mais de 1,3 milhões de pessoas por ano, correspondem a nona causa de morte no mundo (ONUBR, 2011). No Brasil, de acordo com o Observatório Nacional de Segurança Viária (2012), somente no ano de 2012, os acidentes de trânsito foram responsáveis por promover mais óbitos do que homicídios ou câncer, além de motivar mais 352 mil casos de invalidez permanente.

Quando se avalia as causas dos acidentes nas rodovias federais, fica claro que a maioria delas estão associadas ao fator humano. No entanto, a pesquisa efetuada CNT no ano de 2016, no qual o estudo englobou toda a malha federal mais as principais vias estaduais, constatou que de 58,2% dessas rodovias apresentaram algum tipo de problema no estado geral, cuja avaliação considera as condições do pavimento, da sinalização e da geometria da via. Nesse

sentindo, considera-se que as deficiências nas vias corroboram para que as causas dos acidentes não sejam somente vinculadas ao fator humano.

Essa baixa qualidade das rodovias está ligada diretamente com pouco investimento federal ao longo dos anos, em que somente no ano de 2015 foram investidos 0,19% do PIB para o setor viário, enquanto o governo teve que desembolsar o dobro desse valor para ressarcir as vítimas de acidentes apenas na malha federal (CNT, 2016). Além disso, a confederação menciona que “essa distorção nos gastos públicos tem causado graves prejuízos à sociedade brasileira, desde o desestímulo ao capital produtivo, passando pelas dificuldades de escoamento da produção até a perda de milhares de vidas”.

O exposto acima apresenta a dimensão do problema. Com esse efeito se faz de extrema importância identificar e tratar os problemas recorrentes em trechos de incidência de acidentes, os denominados trechos críticos, uma vez que a área de estudo deste trabalho serve de rota para o escoamento da produção das regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba para as demais localidades do estado mineiro.

Em consonância ao estudo de identificação e tratamento dos trechos críticos ferramentas como o SIG e o SMM contribuiriam para que essas intervenções fossem realizadas de modo eficiente, seria possível coletar, processar e representar dados espaciais relacionados aos possíveis trechos para uma posterior análise com mapeamento móvel. Os resultados gerados pelo SMM viabilizariam a proposição das medidas de mitigação nas eventuais localidades identificadas como críticas.

Em face dessa proposta, esse trabalho justifica-se tanto no aspecto econômico, ambiental e social, pois, serão identificados os trechos críticos seguidos do mapeamento destas localidades, para que se possa direcionar medidas corretivas, potencializando assim as reduções na gravidade e no número das ocorrências.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Identificar e mapear os principais pontos críticos de um trecho da BR-365, com a finalidade de gerar produtos direcionados para a tomada de decisão, relacionada a implantação de obras de segurança viária.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar os principais trechos críticos com base nos modelos de identificação de locais críticos propostos pelo Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN (1987) e pelo Departamento Nacional de Estradas e Rodagem – DNER (1986);
- Realizar o mapeamento com auxílio do SMM, os trechos críticos definidos pelos modelos dispostos;
- Cadastrar as possíveis interferências da via, por meio do questionário elaborado pelo DNER (1998) e agregar essas informações com SIG elaborado;
- Gerar representações cartográficas.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Acidentes nas Rodovias

A NBR 10697:1989 referente a pesquisa de acidente de trânsito, define acidente como “todo evento não premeditado de que resulte dano em veículo ou na sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou áreas abertas ao público”. Soares (1975) sugere uma definição mais simples, como sendo um evento não intencional que produz ferimentos ou danos, que pode ser segmentado em três modalidades: acidentes sem vítimas, acidentes com vítimas e acidentes fatais.

Outro aspecto que deve ser considerado é a tipificação das ocorrências de trânsito. No Brasil essa tipificação é estabelecida pela NBR 10697/89, que classifica os acidentes em distintas linhas de acontecimentos, o **ANEXO A** demonstra essa distinção.

Quando se busca avaliar quais são os principais fatores que influenciam no acontecimento dos acidentes nas rodovias, Gold (1998) e Soares (1975) mencionam que essas causas estão vinculadas às falhas existentes nos elementos que compõe o sistema, veículo x homem x via, caso haja um distúrbio ou deficiência em qualquer um desses elementos pode haver uma eventual situação de perigo.

Os acidentes decorrentes das falhas humanas referem-se a todos os motivos vinculados ao comportamento das pessoas no momento do incidente, é possível citar como exemplo: tensão nervosa, uso de drogas, desconhecimento do trajeto e distrações. Para os fatores associados às condições dos veículos estão agregados à inadequação dos mesmos, como mau ajuste dos freios, pneus muito gastos, problemas de direção e muitos outros (GOLD,1998).

Além das causas já indicadas, podem se ter ainda os problemas relacionados à rodovia e ao meio que a envolve, no qual essas deficiências estão diretamente interligadas com as características geométricas da via, da sinalização e das áreas mais próximas da rodovia no momento do acidente. Pode ser mencionado como exemplos os seguintes fatores contribuintes: superelevação inadequada da curva, o pavimento é excessivamente liso, vegetação cobrindo as placas e chuva (GOLD, 1998).

De acordo com o estudo realizado pelo IPEA (2015) no ano de 2014, o fator humano encontrava-se presente na causa de 70% da amostra de acidentes estudada, restando somente 26% para os fatores viários e ambientes e outros 4% com a presença do fator veicular. Segundo Salvador (2009), ainda que as práticas de engenharia auxiliem na redução no número de acidentes, é indispensável a conscientização dos motoristas bem como os demais agentes envolvidos, juntamente com a realização de ações de fiscalização.

No Brasil os órgãos responsáveis por fiscalizar e gerenciar as rodovias são o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) e do Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF). Essas instituições tem a incumbência de coletar, analisar e disponibilizar os dados referentes as questões de trânsito.

O DNIT tem a função de tratar e averiguar as características da via e volume do tráfego, enquanto a DPRF tem a responsabilidade de fiscalizar e coletar os Boletins de Ocorrências (BOs). Segundo o MT (2002) os BOs constam os seguintes itens: hora, data, dia da semana, condições do tempo, tipo de acidente, severidade do acidente, quilômetro de ocorrência, sentido da pista e período do dia.

De acordo com Schmitz (2011), a utilização do SIG no gerenciamento das informações notificadas pelos dois órgãos, associados com uma base cartográfica, facilitaria o processo de diagnósticos e estudos da segurança viária, pois, dessa forma torna-se possível associar essas notificações e especializá-las em um mapa, viabilizando a criação de cenários que proporcionam uma análise que se aproxima da realidade, permitindo assim a elaboração de medidas destinadas à segurança nas rodovias.

4.2 SIG na Segurança Viária

Antes do advento dos computadores, a maioria das informações espaciais eram armazenadas em documentos ou mapa de papéis, o que provocava uma análise morosa e maçante, uma vez que as informações intrínsecas em cada mapa não poderiam ser associadas. Essa deficiência só foi solucionada na metade do século XX, com o desenvolvimento

tecnológico voltada para a manipulação de grande massa de dados e informações (CÂMARA et al., 2001). Assim, tecnologias foram aperfeiçoadas com o intuito de propiciar a manipulação dessas informações, mediante a tais fatos nasceu os sistemas informáticos capazes de armazenar e representar informações geográficas no ambiente digital, abrindo espaço para o surgimento dos SIGs (FRANÇA, 2008).

O SIG é aplicado para aqueles sistemas que são aptos a trabalhar com informações geográficas, que permitem selecionar atributos espaciais não apenas por suas coordenadas geográficas ou espaciais, mas também por meio das características alfanuméricas (CÂMARA et al., 2001). Erdogan et al (2008), afirma que os SIGs armazenam um grande número de dados em um banco de dados e associá-los a uma feição cartográfica, possibilitando realizar cruzamentos, visualizações e análises dos mesmos.

Em consequência do seu vasto conjunto de utilidades, o SIG vem sendo empregado por vários setores da sociedade, como empresas e órgão públicos, a fim de promover ações voltadas para o planejamento e uso do solo, análise dos recursos ambientais, avaliações de impostos, análise de bens imóveis, marketing, análise demográfica, estudo de hábitat, análise arqueológica e planejamento na área de infraestrutura e transporte (BADIN et al., 2002).

Lopes (2005) menciona em sua obra, que a aplicação do SIG na área de transporte permite a identificação e correção de eventuais erros, que são causadores de acidentes nas vias. Essa identificação acontece por meio da coleta de dados dos acidentes associados com a localização da ocorrência, que pode ser feita com auxílio de um SMM, como o mapeamento móvel ou/e por posicionamento GNSS (Global Navigation Satellite System). Em complemento a essa informação, Queiroz (2003), afirma que após a entrada dos dados coletados em campo, em uma plataforma de desenvolvimento de SIGs é possível averiguar quais são as principais interferências existentes nas vias.

Para Meinberg (2003), a elaboração de um projeto para análise da segurança viária a um SIG, ocorre em três etapas distintas: o projeto conceitual, o projeto lógico e o projeto físico. O projeto conceitual consiste em como será organizado o banco de dados juntamente com a obtenção da base cartográfica, sendo está definida por mensurações no terreno ou disponibilizada por órgãos responsáveis.

A segunda etapa, que representa a logística do sistema é responsável por associar os atributos analisados, como por exemplo os acidentes de trânsito, com suas respectivas posições na base cartográfica, referenciada a um sistema de referência. A terceira e última etapa denominada como projeto físico tem como objetivo, visualizar, consultar e propor

simulações no intuito de identificar quais os principais problemas nas vias (MEINBERG, 2003).

Nesse contexto, para Cardoso (1999), o principal motivo para utilização do SIG na segurança viária, deve-se à facilidade na análise espacial para chegar à localização dos trechos recorrentes de acidentes, em diferentes períodos de tempo, a partir de métodos matemáticos e estatísticos que possibilite essa identificação. Porém, é importante que as informações levantadas para organização do SIG estejam devidamente qualificadas, uma vez que estas devem retratar de maneira aproximada a realidade.

Ao diagnosticar os locais que são considerados perigosos, em função de seu número de ocorrências, torna-se importante adotar medidas que busquem solucionar essas necessidades. No entanto, as implantações dessas medidas são feitas com base no tipo de problema encontrado. Dessa forma, é responsabilidade do gestor deslocar-se até os trechos e averiguar os problemas (SCHMITZ, 2011).

A averiguação das falhas nas vias, na maioria dos casos, se torna algo inviável já que o gestor irá analisar locais em que o tráfego de veículos é muito intenso, promovendo risco de vida para si e para os outros usuários da via. Nesse sentido, uma maneira plausível para contornar este impasse seria o emprego do SMM, pois, agregaria ao estudo a localização precisa e a visualização de alguns fatores contribuintes de acidentes, como por exemplo, condições da via, sinalização e geometria.

4.3 Sistema de Mapeamento Móvel (SMM)

O mapeamento móvel é um método destinado à obtenção de imagens georreferenciadas ou coordenadas de atributos, com auxílio de uma plataforma móvel, composta por sensores (SILVA et al., 2012). Este método propicia aquisição de conjunto de pares de imagens que possibilitam realizar medidas e análises de feições para o mapeamento topográfico, como também uma avaliação da situação das vias de transporte (OLIVEIRA, 2003).

A criação do SMM é dividida em dois segmentos: o fixo e o móvel. O segmento fixo é formado por um laboratório composto por computadores e softwares, responsáveis por processar e organizar os dados coletados pela unidade móvel, ao passo que o segmento móvel é constituído por sensores como receptores GNSS, um sistema de navegação inercial (INS) e vídeo câmaras acoplados em uma plataforma móvel sob os auspícios de um microcomputador (SILVA et al., 2001). A Figura 2 retrata a plataforma móvel após instalação do sistema.

Figura 2 – Plataforma Móvel



Fonte: Laboratório de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (2015)

Como já mencionado, os sensores presentes na plataforma móvel são responsáveis por atribuir uma certa funcionalidade ao sistema. O receptor GNSS tem a finalidade de promover a identificação da posição global, enquanto INS mede a orientação angular do sensor das imagens e também complementa as posições quando os dados GNSS estão prejudicados. Enquanto isso, as câmaras têm a responsabilidade de capturar as imagens continuamente ao longo da via (SILVA et al., 2001).

Barbosa (2006), afirma que o sincronismo dos sensores de posicionamento com os sensores de imageamento permitirá a reconstrução tridimensional de pontos correspondentes nas imagens, uma vez que este sincronismo fornecerá o parâmetro de orientação exterior. No laboratório são tratados e visualizados os dados levantados em campo. Porém, não é uma tarefa fácil, já que a quantidade de informação é bastante elevada proporcionando um grande esforço computacional (OLIVEIRA, 2003).

No Brasil, o primeiro protótipo criado para fins de mapeamento terrestre foi a Unidade Móvel de Mapeamento Digital (UMMD) em 1999, no qual esse sistema foi formado por duas câmaras de vídeo digital, receptores GPS e um sistema de edição e processamento dos dados coletados (OLIVEIRA, 2003). Neste sentido, o referido autor afirma ainda que após a

construção desse sistema e dos seus benefícios gerados, as empresas passaram a interessar ainda mais nessa nova tecnologia.

A maioria dos benefícios gerados pelo SMM estão relacionados com os locais onde a plataforma móvel consegue transitar, como ruas, rodovias, ferrovias e hidrovias e dessa forma é possível mapear e promover aplicações destinadas a essas trajetórias, como também características físicas no seu entorno (SILVA et al., 2012)

De acordo com Batistão, Tachibana, Silva (2016), uma das possíveis contribuições do SMM seria no estudo e diagnósticos aplicados na segurança viária, uma vez que essa tecnologia corroboraria com os diagnósticos das causas dos acidentes nas vias, promovendo benefício pedagógico, social e econômico em prol da segurança nas rodovias.

Deste modo, ao associar a plataforma SIG e o SMM proporcionariam técnicas e métodos que viabilizariam análises dos trechos críticos, uma vez que havendo uma plataforma SIG agregada com métodos estáticos e/ou matemáticos forneceria a identificação das localidades, enquanto o mapeamento móvel agenciaria o diagnóstico das possíveis interferências.

4.4 Identificação dos Segmentos Críticos

Os sistemas de trânsito em operação atualmente são compostos por um conjunto de variáveis, que começam desde as características físicas da via até o comportamento do usuário ao percorrê-la. Em um contexto geral, essas variáveis servem de instrumentos que propiciam uma análise do comportamento e relações entre as questões operacionais do trânsito, capacidade das vias e rodovias e o número de acidentes fatais. Na área de Engenharia, essa conduta permite desenvolver métodos que possibilitam identificar e averiguar as causas de acidentes recorrentes em seções específicas das vias, os chamados pontos críticos (GOLD, 1998).

Os pontos críticos são denominados como interseções ou trecho em que apresentam um grande fluxo de acidentes, se comparado com os demais trechos ao longo da rodovia (MT, 2002). Em associação a essa definição, o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 1987) afirma que os “pontos críticos” ou “pontos negros” são os locais em que ocorrem as maiores taxas de acidentes, sendo considerados como regiões de alto risco que necessitam receber melhorias, a fim de controlar o problema.

A identificação dos locais que são considerados inseguros para uma malha viária são feitas a partir de procedimentos que levam em questão a distribuição espacial das ocorrências,

no qual estas, tendem a cumular-se em trechos específicos da rodovia. A notificação desses acontecimentos procede com a recuperação dos dados dos acidentes e as listagens dos locais (MT, 2002).

No entanto, no Brasil existe uma falta de padrões nos procedimentos de coleta e armazenamento dos (BOs), os quais causam muitos transtornos e incoerência na definição exata dos locais, não deixando muito clara a real condição do tráfego, com relação à segurança (PARO, 2009). Deste modo é comum em estudos direcionados a segurança viária a variação de um quilômetro entre as seções, uma vez que os Boletins de Ocorrência não contêm coordenadas dos locais dos eventos.

De acordo com o Manual de Procedimentos Para o Tratamento de Locais Críticos de Acidente de Trânsito desenvolvido pelo Programa Pare sobre os auspícios do Mistérios dos Transportes (2002), retrata que o reconhecimento dos trechos críticos pode ser realizado de três categorias distintas, que são:

- **Métodos Numéricos:** são considerados os mais simples, e permitem identificar os trechos críticos a partir da comparação entre um resultado pré-determinado e cálculo de indicadores (quantidade de acidentes e taxa de acidentes). Dos resultados mensurados, aqueles cujo o indicador for maior que o valor de referência são considerados como locais críticos. Nessa categoria existem as seguintes técnicas: Número de Acidentes, Severidade dos Acidentes, Taxa de Acidentes e Taxa de Severidade, sendo a última a mais relevante, pelo fato de associar a Unidade Padrão Severidade (UPS) dos acidentes, com o volume do tráfego, no qual foi elaborada pelo DENATRAN no ano de 1987.
- **Métodos Estáticos:** O seu conceito baseia-se em procedimentos matemáticos que levam em questão a probabilidade da ocorrência. Aquele local onde o risco do acidente é maior do que o estimado ou esperado será balizado como críticos.
- **Técnica de Conflitos:** Essa técnica parte da premissa que existe uma relação direta entre os acidentes e as situações de conflito. Caso as localidades que apresentam risco sejam tratadas, em consequência, os acidentes serão reduzidos.

Dos três métodos apresentados descritos acima, o Método Estatístico é considerado o mais confiável, sendo aplicado em diversos países, principalmente no Brasil, inclusive foi empregado no modelo estático proposto pelo DNER (atual Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes-DNIT) no ano de 1986.

4.4.1 Modelo para identificação dos trechos críticos em uma rede de rodovias (DNER, 1986)

O modelo proposto pelo DNER no ano de 1986, fundamentado em procedimentos probabilísticos, baseia-se na comparação de uma amostra estudada com a probabilidade de ocorrência de um acidente em uma específica seção (j), em um determinado intervalo de tempo (Δt). Caso a probabilidade de ocorrência na seção (P_j) seja superior que o da amostra (λ), a seção é abalizada como crítica (NEA, 2006).

Como já mencionado no tópico Acidentes nas Rodovias, as principais causas de ocorrências em vias são motivadas pelos fatores humanos, inadequação dos veículos e das características das vias. No entanto, a probabilidade de acidentes para os fatores humanos e dos veículos em diferentes trechos detém valores muito próximos. Deste modo, a comparação entre a λ e P_j é possível averiguar a exposição de acidentes sobre a interferência da via, isto é, aqueles onde existe uma influência do local na ocorrência dos fatos (NEA, 2006).

Como forma de avaliar e aferir as probabilidades referente as características da via, adota-se uma regra de decisão formulada através de um teste de hipótese, que leva consigo uma distribuição normal (DNIT, 2009). Nesse sentido cria-se as seguintes suposições:

$$H_0: P_j \leq \lambda$$

$$H_1: P_j > \lambda$$

Onde:

H_0 e H_1 : são hipóteses a serem testadas;

P_j : Probabilidade de ocorrer um acidente no trecho (j) em um intervalo de tempo Δt ;

λ : Probabilidade de suceder um acidente na amostra em um intervalo de tempo Δt .

A probabilidade de suceder um acidente no trecho j em estudo é mensurada pela Expressão (1). Essa formulação é definida pelo DNIT (2009), como o índice de acidente do segmento analisado (I_j):

$$I_j = \frac{N_j}{m} \quad (1)$$

Onde:

N_j : Número de acidentes estimados no segmento j;

sendo m dado pela expressão (2)

$$m = \Delta t \times VMD_j \times E_j \times 10^{-6} \quad (2)$$

Para determinar o valor de “ m ” é necessário conhecer o tempo de estudo em associação com volume médio diário dos veículos contabilizados no trecho “ j ”. Geralmente este intervalo de contagem acontece em um período de 365 dias. Em junção às duas variáveis mencionadas, também se considera a extensão (E_j) do trecho em estudo (NEA, 2006; DNIT 2009).

A estimativa estabelecida para determinar a probabilidade da amostra segue a mesma sistemática I_j , porém considera a soma de todos os acidentes que ocorrem em toda extensão de estudo. A Expressão (3) demonstra essa sistematização.

$$\lambda = \frac{\sum N_j}{m} \quad (3)$$

A decisão de aceitação ou não de H_0 procede-se por meio do índice críticos do segmento em estudo (IC_j), no qual esta Expressão (4) é formulada a partir de um nível de significância (α) através da aplicação do coeficiente Z e da probabilidade de ocorrência na amostra (λ) (NEA, 2006).

$$IC_{1-\alpha} = \lambda + \left(z_{1-\alpha} \sqrt{\frac{\lambda}{m}} \right) - \frac{0,5}{m} \quad (4)$$

O valor de Z é estimado com auxílio da tabela da curva normal, em relação ao nível de confiança que se deseja trabalhar. O Quadro 1 apresenta alguns valores dos coeficientes referentes ao seu nível de significância.

Quadro 1 -Nível de significância e seus valores correspondentes do coeficiente estático

α	Z
0,10 ou 10%	1,282
0,05 ou 5%	1,645
0,01 ou 1%	2,33
0,005 ou 0,5%	2,576
0,001 ou 0,1%	3,0

Fonte: DNIT (2009)

A identificação dos trechos críticos definidos pelo modelo proposto pelo DNER (1986), seguem os seguintes procedimentos:

- Deve-se selecionar aqueles segmentos que detêm o mesmo volume de tráfego e mensurar o valor do índice críticos em estudo (IC);
- Promover a segmentação desse local a cada um quilômetro e estimar o valor do índice de acidente de cada seção (Ij):
- Por fim, comparar os valores das duas premissas obtidas. Aquelas seções que possuam $Ij \geq IC$ serão balizados como críticos.

O DNIT (2009) sugeriu uma categorização dos trechos críticos, sendo essa classificação promovida com auxílio do nível de significância, criando assim, etapas de criticidade para cada trecho. A Tabela 1 demonstra esta categorização.

Tabela 1 -Categorizações das seções

Intervalos Entre Graus de Confiança ($1 - \alpha$)	Categorização
$Ij < (IC_{1-0,10})$	Segmento não é Crítico
$(IC_{1-0,10}) < Ij < (IC_{1-0,05})$	Segmento Crítico (levemente significativo)
$(IC_{1-0,05}) < Ij < (IC_{1-0,005})$	Segmento Crítico (significativo)
$Ij > (IC_{1-0,005})$	Segmento Crítico (altamente significativo)

Fonte: DNIT (2009)

4.4.2 Modelo para identificação dos trechos críticos em função da taxa de severidade dos acidentes (DENATRAN, 1987)

No ano de 1987, o Departamento Nacional de Transporte elaborou o “Manual de Identificação”, Análise e Tratamento de “Pontos Negros”, propondo assim uma maneira de determinar e tratar as seções da malha viária consideradas críticas em função das ocorrências de acidentes. O manual, sugere que a identificação das localidades leve em conta a severidade dos acontecimentos, e que estas sejam dimensionadas segundo a Unidade Padrão de Severidade (UPS).

A UPS equivale a uma resultante da soma dos produtos do número de ocorrências com os pesos atribuídos para cada situação. Estes pesos foram constituídos a partir da comparação entre o custo econômico com a gravidade do acontecimento, conforme indicado na **Tabela 2**.

Em um contexto social, os acidentes contendo vítimas obtêm um valor superior a uma ocorrência notificada somente com feridos, e esta por sua vez possui custo superior aquelas que sucederam apenas danos materiais (MT, 2002).

Tabela 2 -Peso de referência para cálculo de UPS

Gravidade do Acidente	Sigla	Peso
Acidentes Somente com Danos Materiais	ADM	1
Acidentes com Feridos	ACF	5
Acidentes com Vítimas	AVF	13

Fonte: DENATRAN (1987)

Brandão (2006) discorre em sua obra, que a verificação dos pesos dos acidentes totalizados por local, ao serem especializados em um mapa, facilita em apontar quais são os locais que possuem uma maior carência na segurança. Dessa forma a Expressão (5) permite mensurar qual é o valor em UPS para cada região.

$$UPS = (ADM \times 1) + (ACF \times 5) + (AVF \times 13) \quad (5)$$

Como já mencionado, este modelo associa a gravidade dos fatos com volume de tráfego, uma vez que o número de acidentes apresenta uma forte relação de proporção com a quantidade de veículos que circulam (SCHMITZ, 2011). Nesse sentido o DENATRAN (1987) se propôs a mensurar a Taxa de Severidade de Acidentes (R) levando em consideração o Volume Médio Diário de Veículos (VDM), a extensão do trecho (E) em quilômetros e o Período de Estudo (P), normalmente de 365 dias. A Expressão (6) retrata como é determinado o valor de R.

$$R = \frac{UPS \times 10^6}{VDM \times P \times E} \quad (6)$$

Para detectar os trechos considerados críticos pelo modelo da Taxa de Severidade, deve-se levar em questão os seguintes procedimentos:

- Mensurar os valores de R para cada trecho, já pré-definida na malha;
- Calcular a Taxa Média de Severidade dos acidentes, para toda área de estudo;

- Selecionar aquelas localidades que seus valores de R forem superiores ao valor médio;
- Após a seleção, desconsiderar os locais cuja frequência de acidentes seja menor ou igual a três, exceto aqueles trechos com registros de pelo menos um óbito.
- Por fim determina-se quais locais serão classificados como críticos.

Após a identificação dos trechos críticos, bem como sua classificação quanto ao grau de severidade e características da ocorrência do acidente é fundamental que tais locais recebam um tratamento específico com medidas mitigatórias visando à redução de acidentes.

4.5 Medidas Mitigatórias para Redução de Acidentes

As estratégias de tratamento de locais críticos exigem uma abordagem multidisciplinar, pelo fato dos acidentes decorrerem de vários aspectos. Estudos comprovam que as grandes parcelas dos acidentes de trânsito são influenciadas diretamente por aspectos ligados às deficiências das vias e ao comportamento incoerente dos motoristas e pedestres, sendo este último aspecto acentuado cada vez mais, quando existem falhas na geometria e falta de sinalização e/ou condições físicas (MT, 2002).

Para as correções dessas deficiências são empregados dois tipos de soluções, a de alto custo e a de baixo custo. O primeiro tipo de solução visa a eliminação total dos fatores geradores de acidentes, por intermédio da mudança na característica física da via, enquanto o segundo tipo busca medidas específicas, como por exemplo a instalação de sinalização, aplicação de revestimento antiderrapante, implantação de defensas e outras medidas em função dos tipos de acidentes que estejam ocorrendo (DNER, 1998)

Em consequência dos bons resultados gerados pelas soluções de baixo custo, no ano de 1998, sob os auspícios do Banco Internacional de Reconstruções e Desenvolvimento (BIRD), foi designada a criação de regras e mecanismo que promoviam a segurança e conforto dos usuários, em uma via de trânsito rápido. Um destes mecanismos foi a elaboração do Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo (DNER, 1998).

De modo geral, no guia são demonstrados procedimentos que propiciam a minimização da concentração de acidentes em locais específicos, até que sejam adotadas medidas de alto custo. Esses procedimentos são implantados a partir dos diagnósticos feitos, com auxílio de vistorias até as localidades, associados com os tipos de ocorrências que sucederam (DNER, 1998).

As vistorias são realizadas por meio de registros fotográficos e preenchimento do formulário cujas questões foram concebidas pelos engenheiros responsáveis pela criação do guia, conforme apresentado no **ANEXO B**.

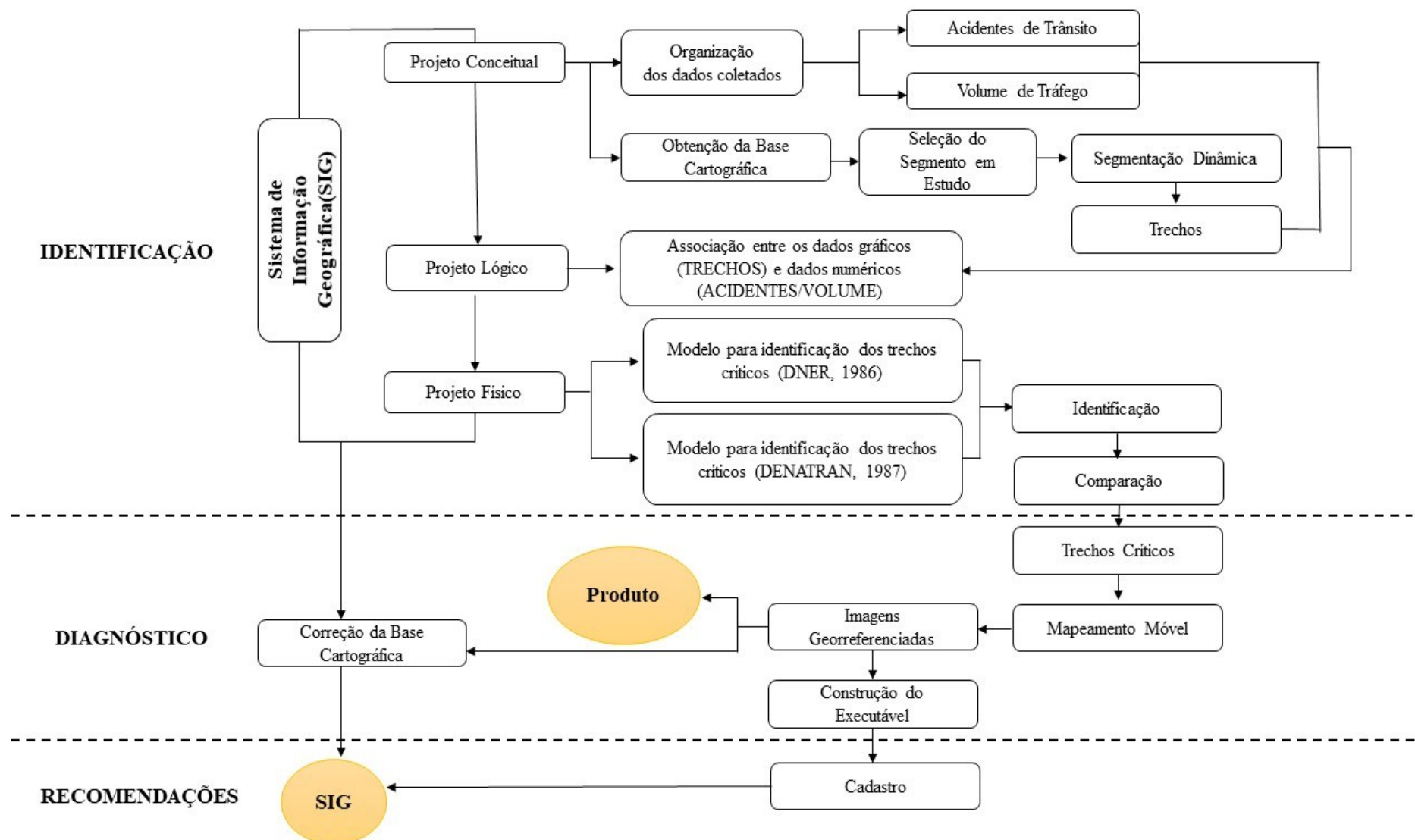
Após a concepção das informações adquiridas pela inspeção de campo, incorporadas com as ocorrências de trânsito, advindas desses locais, é possível a identificação de medidas específicas para solucionar e/ou amenizar os problemas caracterizados. A escolha dessas medidas assegura a seleção de procedimentos eficazes, e evita-se a implantação de projetos supérfluos, promovendo não desperdício de recursos (DNER, 1998).

Além disso no **ANEXO C** são dispostas as principais interferências que devem ser realizadas, com o objetivo de minimizar as ocorrências de acidentes, a partir dos problemas encontrados e dos tipos de acidentes que essas falhas provocam, juntamente com as medidas de baixo e alto custo para solucioná-las.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Em síntese, as etapas que serão descritas neste trabalho seguiram a linha de raciocínio descritos pelo Programa Pare (2002). Tais etapas podem ser divididas em três grandes fases de execução, sendo elas: Identificação, Diagnóstico e Recomendações, no qual cada uma terá a inserção de metodologias abordadas na temática cartográfica. A Figura 3 resume os processos que foram empregados neste trabalho.

Figura 3 - Etapas de Execução do Trabalho



Fonte: Autor

5.1 Material

Neste item serão apresentados os materiais e equipamentos utilizados para a identificação e tratamento dos locais críticos de acidentes.

5.1.1 Dados rodoviários

A aquisição dos dados rodoviários é considerada uma das etapas mais importantes para o estudo da identificação de trechos críticos, pois, além de conter as informações condizentes aos tipos de acidentes elas deverão englobar informações referentes ao volume do tráfego e características do local, juntamente com sua posição na via. É recomendável a utilização de fontes confiáveis. Neste contexto utilizou-se os seguintes dados:

- Os dados dos acidentes de trânsito fornecidos pela DPRF, disponibilizados no *site* do órgão (www.prf.gov.br/portal/dados-abertos/acidentes/acidentes).
- Os dados referentes ao volume de tráfego que foram adquiridos por intermédio do Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT), disponíveis no *site* (servicos.dnit.gov.br/dadospnct/ContagemContinua), no qual o usuário em um primeiro momento identifica a rodovia que se deseja estudar e seleciona o quilômetro e o ano onde foi feita a contagem. Para este estudo foi escolhido o km 481 pertencente ao segmento analisado, juntamente com os dados referentes aos anos de 2014, 2015 e 2016.

5.1.2 Dados espaciais

A base cartográfica utilizada foi adquirida por meio da plataforma VGEO disponibilizada no *site* do DNIT (<http://servicos.dnit.gov.br/vgeo/>), onde se encontram todas as rodovias federais brasileiras em uma escala de 1:25.000 no formato *shapefile*, referenciada no sistema SIRGAS 2000.

5.1.3 Equipamentos

Todos os equipamentos que foram empregados neste trabalho estão relacionados com o SMM e se encontram presentes no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Fotogrametria, para isso utilizou-se tais instrumentos:

- Um veículo automóvel, para instalação do sistema;
- Uma estrutura metálica que servirá de suporte para câmara;
- Câmara digital esférica *Ladybug 5*®, que possui seis câmeras de 5 *megapixels* (MP), que permite capturar imagens em uma cobertura 360°;
- Um Receptor de simples frequência Promark 200.

5.1.4 Hardware e Software

A utilização de componentes computacionais é de extrema importância na pesquisa visando eficiência e eficácia do processamento dos dados. Assim, foi utilizado:

- Notebook Acer E 15, Intel Core i5-5200U, 4 GB RAM, 1 TB HDD.
- Os *softwares* Quantum Gis versão 2.8 e Microsoft Excel 2013 para elaboração do SIG;
- Os *softwares* Point Grey Cap e Kolor Pro para visualização e geração de produtos das imagens coletadas pela plataforma móvel
- O compilador Python (xy) para criação do arquivo executável que foi empregado na fase das recomendações.

5.2 Métodos

Neste item serão apresentadas as principais metodologias empregadas com intuito de identificar, diagnosticar e propor recomendações que serão direcionadas aos trechos.

5.2.1 Identificação dos Trechos Críticos

Nesta fase do trabalho identificou-se os trechos que contêm grande recorrência de acidentes. Mas para que este objetivo fosse alcançado, justifica-se a construção do SIG, uma vez que esta ferramenta permite o armazenamento e processamento das informações que foram coletadas. No entanto, para que o projeto seja devidamente construído necessita-se de um ambiente digital habilitado para construção do mesmo. O software QGIS, é uma plataforma que permite o desenvolvimento do projeto, de acordo com os conceitos descritos por Meinberg (2003).

Para execução da primeira etapa, denominada de Projeto Conceitual, é necessário organizar e tratar as informações alusivas à região de estudo. O Microsoft Excel possibilita reagrupar os dados de acidentes e associá-los com volume médio diário, pertinentes aos anos estudados, que neste trabalho foram os anos 2014, 2015 e 2016. O **APÊNDICE A** retrata como sucedeu-se a organização dessas informações.

Finalizada a organização dos dados alfanuméricos promoveu-se o tratamento da base cartográfica. Em um primeiro momento seleciona-se a feição referente ao local de estudo, sendo neste caso a BR-365. Após a seleção ocorreu uma filtragem, para eleger somente a faixa da rodovia que se deseja averiguar. De posse dessa seleção aplicou-se o procedimento conhecido como segmentação dinâmica. Esse processo consiste em segmentar uma rede em trechos sem promover alteração nas entidades vetoriais, tudo é gerado pela referência a sua localização em termos de distância (SILVA, 2006). Esse tipo de referenciação é classificada como indireta, pois não se baseiam diretamente na posição da superfície terrestre, mas sim nas entidades geográficas presentes no mundo real, como por exemplo placas quilométricas (CHARNECA, 2012).

De posse dos conhecimentos supracitados aliado com as ferramentas do pacote GRASS presentes no QGIS providenciou-se a segmentação da malha em trechos de um quilômetro, no qual cada unidade corresponde com seu respectivo quilômetro da rodovia, concluindo assim a etapa Conceitual.

A segunda etapa que representa o Projeto Lógico é construída a partir da associação entre os dados gráficos e as informações alfanuméricas, por meio de comandos lógicos. Estes comandos permitem associar as informações referentes a cada quilômetro com sua respectiva feição cartográfica, concebendo assim, a estrutura básica do sistema. A associação das duas informações sucedeu-se por intermédio da quilometragem de cada trecho.

Após a concepção do projeto realizou-se a terceira e última etapa, denominada de Projeto Físico. Esta etapa consiste na aplicação dos modelos descritos nos itens 5.4.1 e 5.4.2, possibilitando a identificação dos quilômetros identificados como críticos. No primeiro modelo, proposto pelo DNER, identifica-se os trechos que apresentaram maior probabilidade de ocorrência associados com sua criticidade, conforme mostra a Tabela 1. Já o segundo modelo, proposto pelo DENATRAN, propicia a detecção dos trechos cuja severidade das ocorrências é mais acentuada que as demais. Em seguida promoveu-se uma comparação entre os resultados encontrados, a fim de proporcionar uma análise das localidades que possuem altos valores de probabilidade juntamente com níveis de severidade, estas localidades serão

mapeadas e classificadas como trecho críticos e os possíveis problemas relacionados à rodovia poderão ser analisados.

5.2.2 Diagnóstico

De posse dos trechos críticos emprega-se SMM, com intuito de promover as investigações dos principais problemas que influenciam para que essas localidades sejam classificadas como críticas. Para a montagem do sistema solicitou-se junto à Universidade, o empréstimo de um dos seus veículos, e sobre este meio de transporte foram acoplados os equipamentos.

O carro foi preparado para receber uma estrutura metálica que serviu de suporte para a câmara digital esférica *Ladybug 5*[®]. Ainda sobre a superfície do automóvel foi acoplado um receptor de simples frequência com o objetivo de coletar as coordenadas bem como o para o georreferenciamento das imagens. Para o armazenamento desses dados, como também das imagens, um computador embarcado no interior da plataforma móvel, auxiliou na memorização e sincronismo das informações. Desse modo, o SMM promoveu a cartografia dos quilômetros reconhecidos como críticos na fase de identificação.

O processamento das feições mapeadas ocorreu por intermédio do *software Point Grey Cap*². Esta plataforma concebida pela empresa *PointGrey* criadora da *Ladybug 5*[®] têm como ferramentas direcionadas a configuração da câmara, como também para visualização das imagens coletados em campo.

Com auxílio deste programa aconteceu a espacialização das informações levantadas, onde foi possível visualizar as feições da rodovia a partir de vídeos georreferenciados. Ainda com auxílio dessa ferramenta foi possível levantar as coordenadas das placas quilométricas para uma posterior correção da base cartográfica, já que esta teve somente o referenciamento indireto, conforme mencionado na etapa anterior. Por fim, foi empregado o *software Kolor Pro*² que permitiu a construção de arquivos em .html contendo os vídeos georreferenciados.

Com intuito de otimizar a etapa de diagnóstico, foi desenvolvido no compilador Python (xy) uma rotina computacional contendo os questionamentos do **ANEXO B** associados ao quilômetro de localização. Desse modo possibilitou cadastrar as características dos trechos críticos por meio dos resultados gerados pelo SMM.

² Licença existente no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Fotogrametria

5.2.3 Recomendações

Nessa fase sucedeu-se a construção de produtos direcionados a segurança viária. Mediante ao cadastrado dos principais problemas na pista foi gerado pelo sistema desenvolvido, um arquivo no formato xls contendo os problemas cartografados pelo SMM. Desse arquivo gerado promoveu-se a associação com o SIG elaborado na primeira fase.

Dos produtos concebidos e com o apoio do **ANEXO C** foram direcionadas medidas mitigatórias para que possam minimizar os problemas encontrados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item serão descritos os principais resultados encontrados da aplicação da metodologia, além disso, serão apresentadas as análises levantadas referentes aos produtos gerados.

6.1 Identificação

Baseado nos procedimentos descritos no item 6.2.1 foi organizado o SIG seguindo os conceitos mencionados na obra de Meinberg (2003). Na primeira fase do projeto, denominado de projeto conceitual foram obtidos os dados alfanuméricos, sendo a variável VDM a primeira informação trabalhada.

Para os anos de 2014, 2015 e 2016 foram estimados diariamente em média 7378 veículos, no qual a estimativa foi estabelecida a partir dos dados da contagem de veículos no quilômetro 481, pertinente a região de estudo. Na Tabela 3 são descritas tais contagens, onde se perceber que existe mais veículos no sentido decrescente da pista do que no sentido crescente.

Tabela 3 – Volume Médio Diário VMD

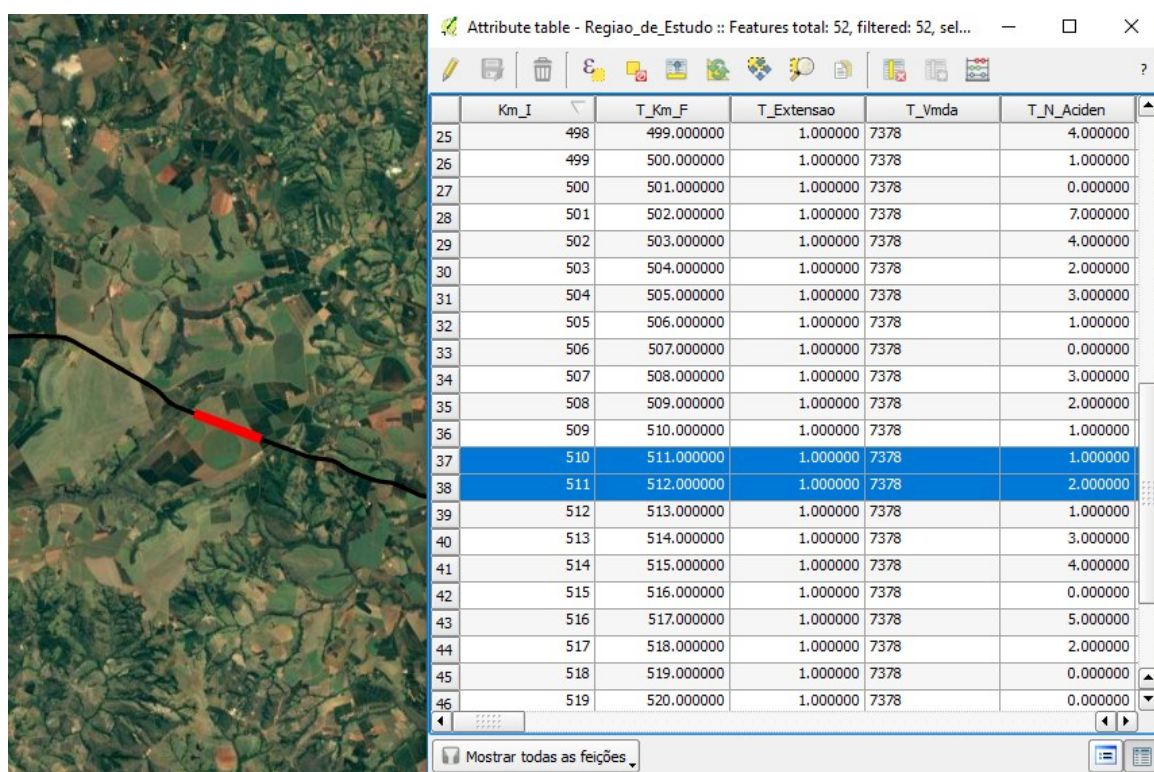
	CRESCENTE	DECRESCENTE	TOTAL
2014	3560	3935	7495
2015	3529	3780	7309
2016	3596	3733	7329
MÉDIA	3562	3816	7378

Fonte: PNCT

A segunda variável trabalhada foram os registros de acidentes, no período de 2014, 2015 e 2016 foram contabilizados 147 acidentes em uma faixa de 52 quilômetros. As informações referentes a esses registros foram extraídas dos BOs e posteriormente tratadas, uma vez que estas não se encontravam no formato alfanumérico, como pode ser observado na Figura 4. De posse dos dados de acidentes, associados ao VMD resultou na Tabela apresentada no **APÊNDICE A**.

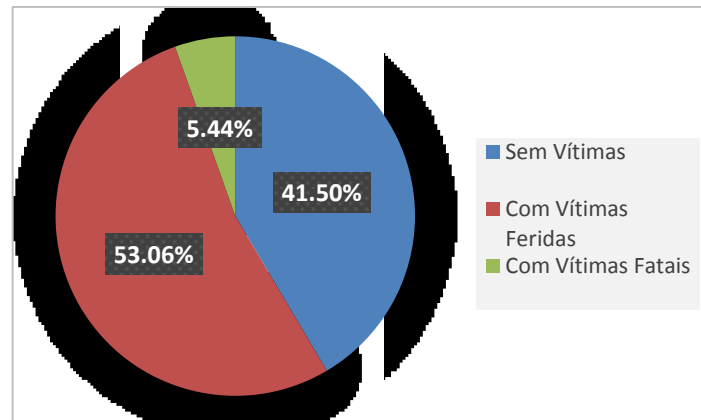
Com a aquisição das informações alfanuméricas e com a obtenção da base cartográfica, foi realizada a segunda fase do projeto que é o projeto lógico. Nessa etapa foram feitas as associações entre os dados gráficos e numéricos, organizando assim o SIG referente à rodovia, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 – SIG Referente a Região de Estudo



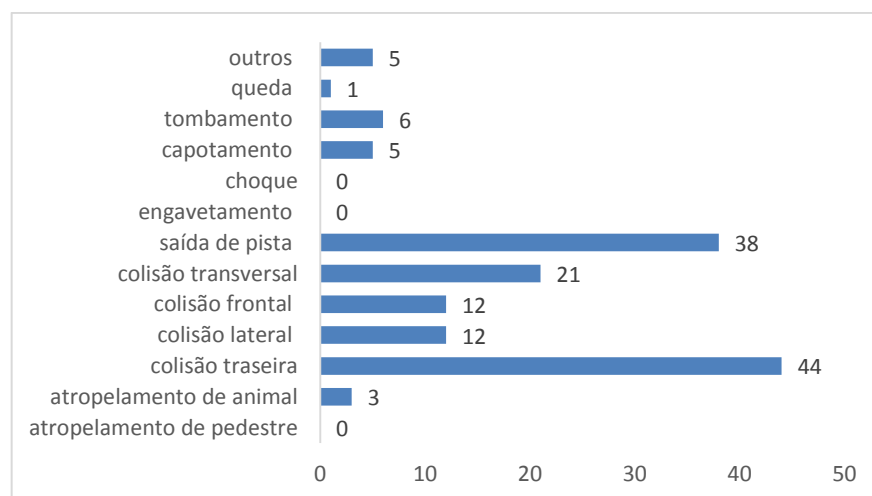
Fonte: Autor

De posse do sistema estruturada foram realizadas operações lógicas, a fim de proporcionar uma primeira análise da rodovia estudada. Dessa análise foi possível observar que 41.50% das ocorrências envolveram apenas acidentes com dados materiais, 53.06% envolveram feridos, e 5.44 % detiveram de vítimas fatais, como pode ser analisado na Figura 6.

Figura 6 - Percentuais de Acidentes de Trânsito por severidade

Fonte: Autor

As vítimas envolvidas nos acidentes totalizaram 355 pessoas, no qual 51.83% saíram ilesas, 44.23% feridas e 3.94% vítimas fatais. Destes acidentes, a maioria foi motivada por colisão traseira correspondendo 29.93% dos acidentes, a saída da pista representa 25.85% e colisão transversal são aproximadamente 14.29% das demais eventualidades. A Figura 7 apresenta os tipos de acidentes de trânsito ocorridos no referente período.

Figura 7– Número de registros por tipo de acidente.

Fonte: Autor

Observa-se na Figura 7 que os dois tipos de acidentes mais recorrentes na região de estudo referem-se a colisão traseira e saída de pista, percebe-se que existe uma predominância nesses tipos de eventualidades em relação aos outros acontecimentos. Essa diferença pode ser atribuída ao fato de que a rodovia estudada é predominantemente formada por grandes trechos em tangentes seguida de curvas acentuadas, com poucos locais com áreas de acostamento adequada. De acordo com Gold (1998), essas características são percebidas em tipos de ocorrências que envolvam acidentes específicos como: colisão traseira e saída de pista, justificando assim o elevado número de ocorrências nessas condições.

Os acidentes caracterizados como colisão transversal são observados em cruzamentos de uma ou mais rodovias. Devido à complexidade dos movimentos e o alto número de conflitos estão propícios a provocarem mais acidentes, pois, podem influenciarem em falhas humanas (BRANCO,1999). No trecho em estudo são encontrados alguns cruzamentos com pouca sinalização, o que justifica a frequência de tal ocorrência.

Em relação as condições climáticas, constatou-se que 68% dos registros efetuados apresentavam condições boas, 17% chovia no momento, 9.5% afirmaram que existia neblina na pista e 4.6% informaram outro tipo de condição climática. Desse modo é válido afirmar que os fatores climáticos representaram baixa influência no número de acidentes na área de estudo, já que a maioria dos sinistros ocorreram com tempo bom.

A próxima fase do projeto refere-se ao Projeto Físico, com base na aplicação dos modelos do DNER e do DENATRAN, e posteriormente por meio de uma análise comparativa, foram espacializados os resultados encontrados, sendo estes apresentados na Figura 10.

6.1.1 Trechos Críticos

Na Figura 8, podem ser observados os segmentos críticos obtidos por intermédio do modelo do DNER (1986). Destaca-se que os trechos críticos foram classificados de acordo com seu nível de significância, como pode ser constatado na Tabela 1. Ao todo foram identificados onze trechos críticos, sendo seis classificados como Levemente Significativo, três Significativos e dois Altamente Significativo.

Por meio do modelo desenvolvido pelo DENATRAN foi obtido uma Taxa de Severidade média de 8.219. Mediante a este valor foram analisados os 52 trechos, no qual 18 detiveram valores superiores ao valor médio. Entre os 18 trechos selecionados, todos

apresentaram acima de três acidentes ou continham vítimas fatais. Desse modo, o modelo considerou os 18 trechos como críticos, conforme pode ser verificado na Figura 9.

Figura 8 – Identificação dos Trechos Críticos pelo modelo DNER (1986)

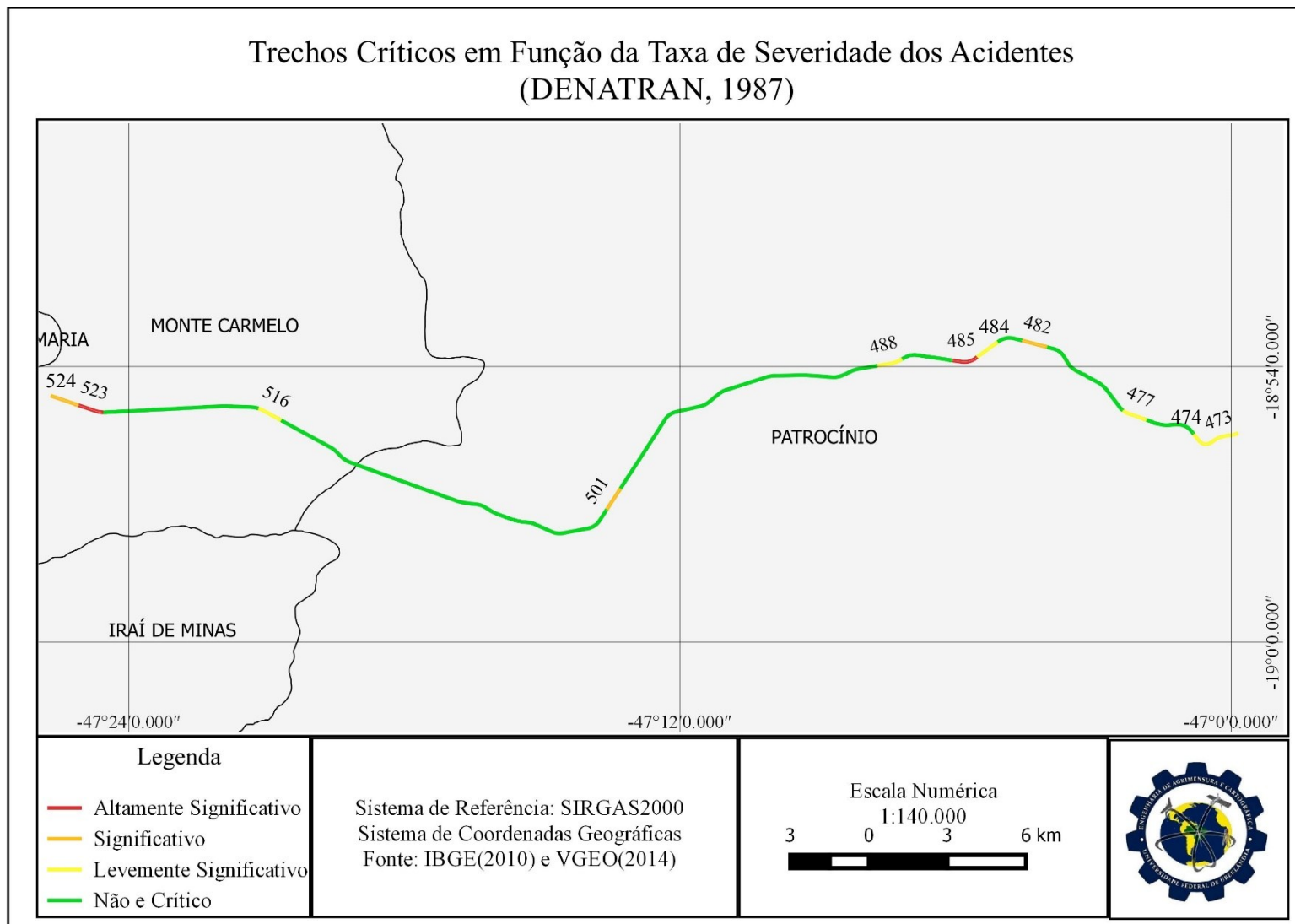
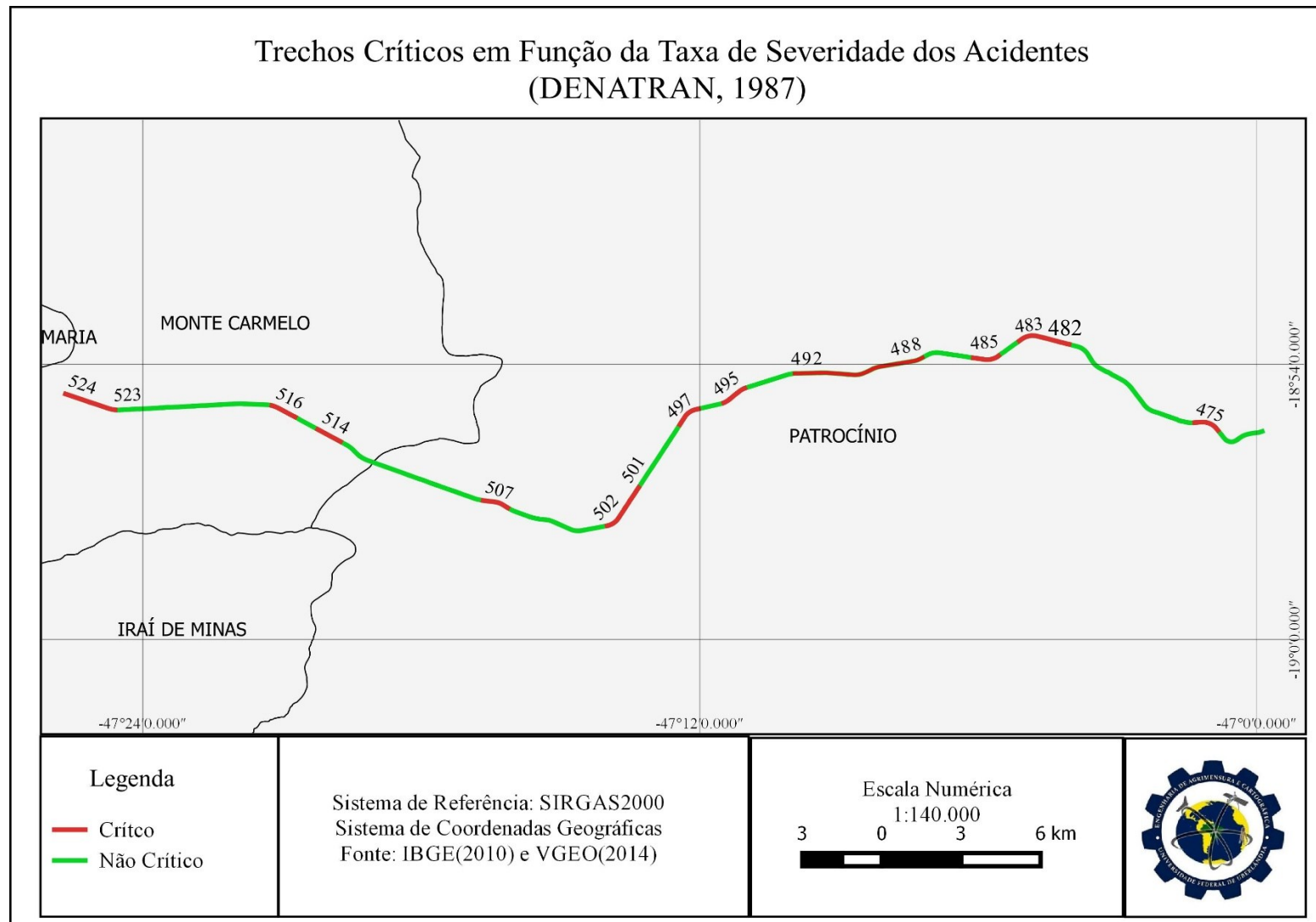


Figura 9 – Identificação dos Trechos Críticos pelo modelo DENATRAN (1987)



Fonte: Autor

Em ambos os modelos empregados neste trabalho, ou seja, o modelo do DENATRAN (1987) e DNER (1986), percebe-se que os locais críticos são determinados a partir da comparação de padrões de referência, cujo aquelas localidades que apresentaram valores superiores ao valor preestabelecido devem ser averiguadas, pois podem estar colocando a vida de usuários em risco.

Pelo modelo DENATRAN (1987) notou-se que a sua estimativa é feita a partir do nível de periculosidade das ocorrências em cada trecho. No entanto, este modelo detém desvantagem, pois os dados dos acidentes não são correlacionados com os dados hospitalares. Deste modo, não se tem registros da situação do usuário após o evento do acidente, interferindo assim nos resultados encontrado pelo modelo. Apesar da situação supracitada, este modelo beneficia-se no tratamento dos trechos que são os maiores causadores de fatalidades.

O modelo do DNER (1986) considera a probabilidade de maior risco de acidente e identifica os trechos de maior índice esperado ou estimado. Em vista destes fatos, este modelo torna-se mais favorável na estimativa dos trechos críticos, já que a partir da sua aplicação é possível identificar quais as regiões que necessitam serem atendidas, afim de reduzir o número de ocorrências de acidentes na rodovia.

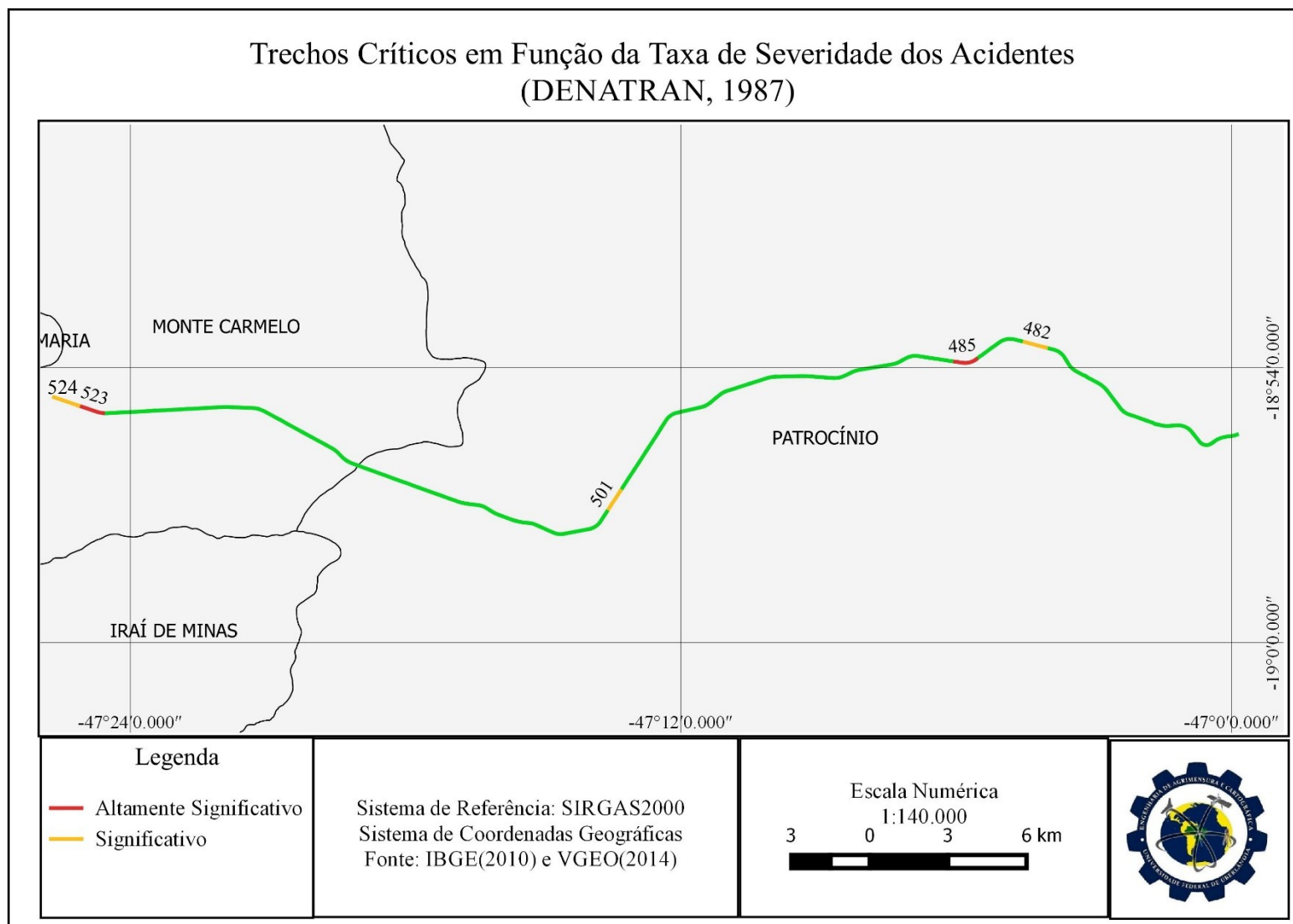
Em posse dos resultados encontrados pelos dois modelos foi feita uma comparação que considerou os trechos comuns. No entanto, devido a exigência de alto esforço computacional para operacionalização cartográfica destas localidades, foram selecionados somente os trechos classificados com ocorrência “Significativas” e “Altamente Significativas”, de acordo com DNER., destacado na Quadro 2. A Figura 10 apresenta esse resultado e podem ser observados os segmentos críticos que foram mapeados pelo SMM.

Quadro 2 – Comparação e Identificação dos Trechos Críticos

DENATRAN (1987)	DNER (1986) Trechos Significativos	Trechos Selecionados
475; 482; 483; 485; 488; 489490; 491; 492; 495; 497; 501;502; 507; 514; 516; 523; 524	482; 485; 501 523; 524	482; 485; 501 523; 524

Fonte: Autor

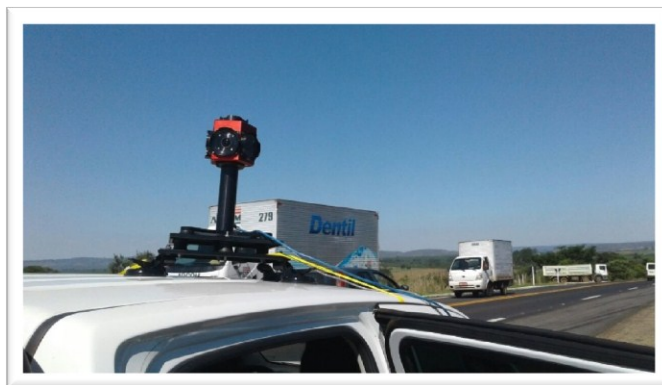
Figura 10 – Os Segmentos Críticos Identificados pelos dois Modelos



6.2 Diagnóstico

Após a identificação dos trechos balizados como críticos foi promovido o registro fotográfico destas localidades. O levantamento móvel ocorreu no dia 13 de novembro de 2017 no período da tarde, com condições climáticas ideais. A plataforma móvel foi instalada previamente em um local próximo a área de estudo, conforme pode ser visualizado na Figura 11.

Figura 11 – Sistema Móvel



Fonte: Autor

Finalizada a montagem dos equipamentos foram mapeados os trechos dos quilômetros 523 e 524, localizados entre uma interseção de nível que liga a MG-223 a BR-365. Concluído o levantamento desses trechos foi percorrido uma seção de 22 km até o trecho do quilometro 501, onde no qual também foram cartografadas as suas características físicas. Por fim, foram capturadas as imagens dos quilômetros 485 e 482, finalizando assim o trabalho de campo. A Figura 12 traz o registro das placas de identificação em diferentes momentos dos trechos mapeados.

Figura 12 – Trechos Mapeados



Fonte: Autor

Na etapa de processamentos das informações foi empregado o software *Point Grey Cap Pro*. Esta plataforma em primeira instância serviu para a captura e georreferenciamento das imagens em campo, conforme pode ser observado na Figura 13 e posteriormente auxiliou nas vistorias das entidades físicas.

Figura 13 - Captura das Imagens de Campo



Fonte: Autor

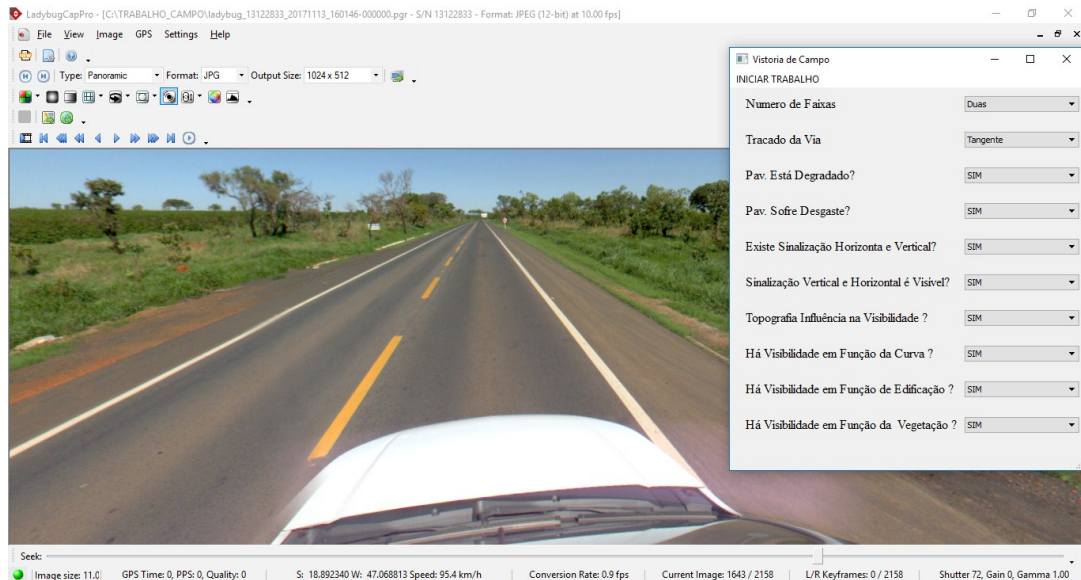
Ainda com o apoio do software *Point Grey Cap Pro* foram extraídas imagens pontuais dos quilômetros mapeados, e sobre os auspícios do software *Kolor Pro* promoveu-se a construção de arquivos em html, contendo as cenas extraídas juntamente com sua posição geográfica na rodovia.

Mediante os produtos gerados, promoveu-se o cadastro das características físicas dos trechos. Por intermédio do executável compilado, contendo os questionários do Anexo B foram cadastradas as principais interferências averiguadas e por meio das coordenadas registradas foi promovido o georreferenciamento direto da base cartográfica. Na Figura 14 é possível constatar como foi realizado o cadastro das características de cada trecho.

De modo geral, percebe-se que o SMM além de ser uma tecnologia moderna pode contribuir para promover diversos estudos também nas áreas sociais e ambientais. Essa ferramenta se destaca principalmente em análises voltadas para segurança viária, já que os resultados obtidos em campo asseguraram na identificação exata de pontos críticos e viabiliza

a melhor tomada de decisão e melhoria nos processos de manutenção e obras viária pelos órgãos gestores.

Figura 14 – Cadastro das Características Físicas dos Trechos Mapeados



Fonte: Autor

6.2.1 Principais Características Averiguadas

Nesse item serão descritos os principais problemas diagnosticados em cada trecho mapeado, por intermédio das cenas cartografadas associadas com as informativas presentes no SIG.

6.2.1.1 Quilômetro 482

O quilômetro 482 trata-se de um segmento em tangente. Neste segmento houve uma maior incidência de acidentes envolvendo colisão transversal e saída de pista. Verifica-se que os acidentes caracterizados como saída de pista podem ter sido causados por manobras de ultrapassagem indevidas. Além disso, este quilômetro é finalizado por um segmento em curva próximo a um armazém de grãos, o que acarreta no tráfego de caminhões de grande porte em ambos os sentidos. Na Figura 15 é possível observar tais características averiguadas.

Com base nas informativas presentes no SIG constatou-se que 75% das ocorrências sucederam no sentido decrescente da pista, no qual nesse sentido é possível notar, por meio das imagens, a proximidade da vegetação com a pista, o que acarreta na falta de visibilidade aos motoristas mediante a curva, influenciando assim nas ocorrências do tipo colisão

transversal, já que nas proximidades existe o tráfego de caminhões, proporcionado pelo armazém. Quanto aos demais problemas abordados também se verificou:

- A sinalização é visível, porém insuficiente;
- Vegetação influencia na visibilidade da curva;
- Existência de Acessos ligando as estradas rurais, no entanto não existe placas de sinalização notificando a presença destes.

Figura 15 – Características Observadas no Quilômetro 482



Fonte :Autor

6.2.1.2 Quilômetro 485

O Km 485 percebe-se que é uma faixa composta por uma seção em tangente seguida de uma curva acentuada. Na sua estrutura também se encontra um acesso que liga a BR-365 à estrada municipal PTC-370. Dos tipos de acidentes averiguados nesse trecho foram constatados somente dois tipos de ocorrência, sendo os acidentes do tipo saída de pista com o maior número de frequência, seguida dos acidentes do tipo colisão traseira.

Ainda com o apoio do SIG elaborado foi observado que as condições climáticas não interferiram nas ocorrências, mas por outro lado, foi constatado que a maioria dos sinistros ocorrem na parte em curva do trecho, sendo 75% dos acontecimentos, os veículos

encontravam-se no sentido de decrescente da pista. Deste modo, verifica-se que existe uma certa tendência a sucederem ocorrência com as características supracitadas.

De posse das cenas cartografadas em campo, é possível averiguar que na região curva do trecho a sinalização horizontal encontra-se devidamente instalada. Entretanto, percebeu-se que a sinalização vertical se encontra insuficiente, já que como se trata de uma seção em curva não foram presenciadas placas referindo-se a tal situação. Outro ponto também observado foi a velocidade máxima estimada, de acordo com os responsáveis pela manutenção da via a velocidade máxima permitida no local é de 100 Km/h. Porém, como trata-se de uma seção em curva, essa velocidade pode estar influenciando nos números de acidentes do tipo saída de pista. Entretanto, essa afirmativa só será confirmada por meio de mensurações. Na Figura 16 é possível averiguar as análises observadas.

Figura 16 – Características Observadas no Quilômetro 485



Fonte :Autor

Quanto aos problemas abordados referentes a este trecho, também foram averiguados:

- Insuficiência na sinalização vertical;
- A curva propicia a falta de visibilidade na pista.

6.2.1.3 Quilômetro 501

Das análises promovidas no quilômetro 501, verificou-se que este trecho é constituído somente por uma tangente, finalizada pôr uma seção em curva, que se encontra no Km 502.

Entretanto, ao promover uma análise mais abrangente percebe-se que o Km 501 representa uma única unidade de uma longa tangente, que se inicia no quilômetro 497. Ao todo são mais de 5 km somente de retas, no qual alguns autores, como Lee (2013), não recomendam tais características, já que este tipo de estrutura pode propiciar aos usuários sonolência quando o trafegarem.

Das informativas levantadas junto a PRF notou-se que existe uma diversidade de acidentes no local, não havendo uma predominância de um tipo de ocorrência em relação as outras. Outro ponto também estudado foram as condições climáticas, das ocorrências observadas, 70% ocorrem com as circunstâncias climáticas ideais, sendo o clima com condições boas no período diurno. No entanto, foi constatado que a maioria dos sinistros se sucederam no sentido decrescente da pista, ou seja, saindo do trecho em curva (Km 502) e adentrando no trecho em tangente (Km 501). Desse modo, não foram encontradas tendências nos fatos, o que justifica que os acidentes podem estar acontecendo por falta de atenção ou imprudência dos motoristas.

Das condições físicas apurou-se os seguintes problemas:

- Insuficiência na sinalização vertical, já que não foram observadas placas condicionando a velocidade máxima permitida. Na Figura 17 é possível observar as características supracitadas.

Figura 17 – Características Observadas no Quilômetro 501



Fonte :Autor

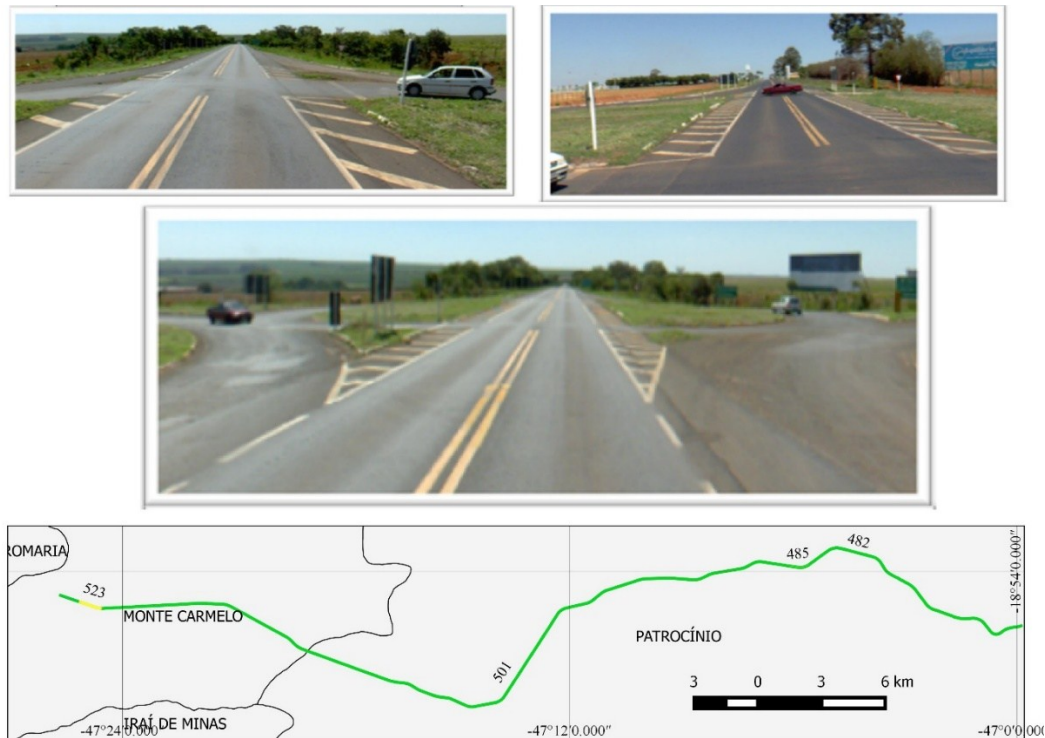
6.2.1.4 Quilômetro 523

Dos cinco trechos investigados, este quilômetro foi considerado o mais crítico. A sua estrutura é constituída somente por seções em tangente, porém, entre os trechos em reta existe uma interseção em nível, que une a MG-223 a BR-365 (Figura 18). A interseção em si é formada por duas semicircunferências divididas pela BR, no qual os motoristas que trafeguem pela MG-223 necessitam parar e observar, antes de convergirem com intuito de adentrarem a rodovia federal ou continuarem seu trajeto. No entanto, percebe-se que para veículos muito longos como é o caso de carretas ou caminhões a travessia torna-se mais arriscada, já que ao cruzarem a interseção, ocupam totalidade da pista, o que podem acarretar riscos para os veículos que trafegam no sentido ortogonal.

Das informativas levantadas por meio do SIG, identificou-se que 70% das ocorrências registradas foram do tipo colisão transversal. Como não foi encontrado qualquer tipo de cruzamento nas redondezas, espera-se que essas ocorrências se deve as características físicas da interseção existente. Desse modo, se faz necessário que seja aplicada medidas que possa reverter a situação iminente. Além das condições já citadas também foram cadastrados os seguintes problemas:

- Interseção não apresenta geometria adequada para situação;

Figura 18 – Características Observadas no Quilometro 523



Fonte :Autor

6.2.1.5 Quilômetro 524

O km 524 é constituído em duas partes, uma em tangente e outra em curva (Figura 15). Dos acidentes cadastrados foram observados apenas dois tipos de eventualidade, sendo a colisão traseira com maior número de ocorrências seguida das colisões do tipo lateral. Em relação as condições climáticas, 85% dos sinistros se sucederam em circunstâncias ideais, confirmando assim que as condições naturais não interferiram nos acontecimentos. Outro ponto também observado foi o número de acidentes em relação ao sentido da pista. Dos valores averiguados não foram encontradas certas tendências que justificam nas ocorrências supracitadas. Contudo, pode-se concluir que os sinistro levantados possivelmente ocorreram por falta de atenção ou imprudência dos usuários. No entanto, foram observados os seguintes problemas na pista:

- Insuficiência na sinalização vertical;
- A curva propicia a falta de visibilidade na pista;

Figura 19 – Características Observadas no Quilometro 524



Fonte :Autor

6.3 Recomendação

Na etapa de recomendação, ao cadastrar e associar as informações levantadas com o SIG gerado foi possível fazer as análises pontuais dos principais problemas diagnosticados, conforme o Anexo C. Nesse sentido foram apresentadas nesse tópico os principais problemas encontrados e quais as medidas de baixo custo empregadas para reverter tais situações. No Quadro 3 é possível analisar tais observações.

Quadro 3 – Problemas Cadastrado e Medidas de Baixo Custo para reverter tais situações

TRECHOS ANALISÁDOS	PROBLEMAS CADASTRADOS	MEDIDAS DE BAIXO CUSTO
482	A sinalização é visível, porém insuficiente;	Adequar a Sinalização.
	Vegetação influencia na visibilidade da curva;	Manutenção e limpeza das faixas que se encontram no entorno da rodovia;
	Existência de Acessos	Reforçar a sinalização

	ligando as estradas rurais	vertical de advertência e a sinalização horizontal;
485	Insuficiência na sinalização vertical;	Instalação e Manutenção da sinalização vertical da pista;
	A curva propicia a falta de visibilidade na pista.	Reforçar a sinalização
501	Insuficiência na sinalização vertical,	Instalação e Manutenção da sinalização vertical da pista;
	Acostamento mais estreito que o normal.	Reduzir a velocidade com sinalização de advertência e dispositivo especiais
	Interseção não apresenta geometria adequada para situação	Adequar a Interseção de acordo com as normas vigentes
524	Insuficiência na sinalização vertical	Instalação e Manutenção da sinalização vertical da pista;
	A curva propicia a falta de visibilidade na pista	Reforçar a sinalização

Fonte: Autor

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou a segurança viária por meio da análise dos segmentos críticos de rodovias, resultado da aplicação de geotecnologias voltadas para identificação e diagnósticos dos possíveis problemas. Para tal, desenvolveu-se uma metodologia que viabilizasse a identificação e espacialização dos trechos críticos como também a análise dessas localidades possibilitando a visualização de um cenário real do problemas existentes e definição de solução para os acidentes.

Em primeira instância notou-se que a elaboração do SIG viabilizou a realização de análises mais aprofundadas, por meio de consultas e comparações, que permitiram evidenciar as reais características da região de estudo. Ainda sobre os auspícios do sistema criado, associados com modelos consagrados na literatura atualmente, os modelos concebidos pelo DENATRAN 1987 e DNER 1986, foi possível a identificação dos trechos críticos em mapas temáticos que enfatizaram a posição geográficas desses locais.

Mediante os quilômetros classificados como crítico, o SMM corroborou para que a cartografia dessas localidades fosse feita de forma segura e ágil, sem a necessidade de levantamentos realizados no local. Além do mais, os produtos gerados permitiram que

análises voltadas para segurança viária fossem feitas de forma mais coesa e precisa, propiciando a melhor tomada de decisão para os gestores.

A metodologia elaborada mostra-se adequada, já que foram atingidas todas as expectativas. Os produtos concebidos referentes a região de estudo possibilitaram identificar os locais de grande recorrência de acidentes, como também diagnosticá-los, e por fim foi possível vislumbrar as medidas de baixo custo, com intuito de minimizar as ocorrências.

Para trabalhos futuros recomenda-se que além da aplicação da metodologia mencionada, também possa ser realizado mensurações em campo, com intuito de avaliar a geometria da via, pois dessa forma, por meio do aspecto visual, associado com as condições geométricas, viabilizaria que análises mais abrangentes pudessem serem alcançadas, intensificando os estudos direcionados para Segurança Viária.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.697: Pesquisa de acidente de trânsito. Terminologia.** 1989.

BADIN, N. T.; MANIQUE JUNIOR, T.; BASTOS, L. C.; FRANÇA, R. M.; OLAH, W. Utilização de um sistema de informação geográfica para planejamento e gerenciamento de placas de sinalização viária: Estudo de caso em Joinville. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXII, 2002, Curitiba. **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Curitiba, PR: 2002.

BARBOSA, R. L. **Caminhamento fotogramétrico utilizando o fluxo óptico filtrado.** 2006. 118 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2006.

BATISTÃO, M. D. C.; TACHIBANA, M. V.; SILVA, J. F. C. Mapeamento de trechos rodoviários críticos. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 4, p. 863-877, abr. 2016.

BRANCO, A.M.; **Segurança Rodoviária.** São Paulo: Cl-A Cultural, 1999. 109 p.

BRANDÃO, L. M. Medidores eletrônicos de velocidade. Uma visão da engenharia para sua implantação. In: Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, II, 2008, Curitiba. **II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais.** 2008.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos, SP. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2001. Apostila. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html>>. Acesso em 04 de maio de 2017.

CARDOSO, G. **Utilização de um sistema de informações geografias visando o gerenciamento da segurança viária no município de São José – SC**. 1999. 134 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Santa Catarina, 1999.

CASAROTTO, E. L.; RUHOFF, M. R.; SILVA, M. V. A. P.; ZAGO, H. C. S. Análise situacional das rodovias federais no Mato Grosso do Sul. **Comunicação & Mercado**, Dourados, vol. 3 n. 07, p. 04-15, jun. 2014.

CHARNECA, N. M. P. **Modelação de Dados Geográficos Aplicada do Planeamento e Gestão De Recursos Hídricos**. 2012. 268 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Lisboa, Departamento de Engenharia Geografia, Geofísica e Energia. Lisboa, 2012.

CHAVES, M. D. **Desenvolvimento de um sistema de informações georreferenciadas para segurança viária**. 2014. 81 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente, 2014.

CHAVES, M. D.; SILVA, J. F. C. Visualização de trechos rodoviários críticos em sistemas de informações georreferenciadas de segurança viária. In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, XXVIII, 2014, Curitiba. **XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET**. Curitiba, PR: 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE - CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias 2012**. Brasília, 2012. 410 p. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Downloads/Edicoes/2012/Relat%C3%B3rio%20Gerencial/RelatorioGerencial%202012.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE - CNT. **Pesquisa CNT aponta 58,2% das rodovias com problemas, 2016**. 20. Ed.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **PIB do Agronegócio BRASIL**. 2016. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatorio%20PIBAGRO%20Brasil_OU_TUBRO.pdf>. Acesso em :7 jan. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DENATRAN. **Manual de Identificação, Análise e Tratamento de Pontos Negros**. 2a ed, Brasília, DF. 1987.

DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL - DPRF. **Acidentes**. 2017. Disponível em: <<http://www.metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/br/metadata.show?id=46093&currTab=simple>>. Acesso em: 17 maio 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Ministério da Educação, 1999. 228 p. Apostila.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - DNER. Divisão de Pesquisas e Desenvolvimento. **Um Modelo para Identificação dos Segmentos Críticos de uma Rede de Rodovias**. Rio de Janeiro, 1986.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Pesquisas e Desenvolvimento. **Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de engenharia de Baixo Custo**. Rio de Janeiro, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Produto I - Metodologia para Identificação de Segmentos Críticos**. Florianópolis 2009. Universidade Federal de Santa Catarina, maio 2009. 65 p. Apostila.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES- DNIT. **Plano Nacional de Contagem de Tráfego**. 2017. Disponível em: <<http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/ContagemContinua>>. Acesso em: 17 maio 2017.

DIDONÉ, L. A. **Análise e tratamento da segurança viária em rodovias. Um novo enfoque para o tratamento de segmentos concentradores de acidentes. O caso da BR-101/RS - Lote 3**. 2000. 140 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ERDOGAN, S.; YILMAZ, I.; BAYBURA, T.; GULLU, M. Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar. **Accident Analysis and Prevention**, v. 40, p. 174–181. fev. 2008.

FRANÇA, A. M. **Diagnóstico dos acidentes de trânsito nas rodovias estaduais de Santa Catarina utilizando um sistema de informação geográfico**. 2008. 151 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

GOLD, P. A. **Segurança de trânsito - Aplicações de engenharia para reduzir acidentes**. 1a ed., Washington, D.C., Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1998.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMIA APLICADA - INPEA. **Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras Caracterização, Tendências e Custos Para a Sociedade**. Brasília, 2015. 42 p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150922_relatorio_acidentes_trnsito.pdf>Acesso em: 17 maio 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMIA APLICADA- INPEA. **Investimentos na Infraestrutura de Transportes: Avaliação do Período 2002-2013 e Perspectivas para 2014-2016**. Brasília, 2014. 58 p.

INSTITUTO NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS - INDE. **Rodovias georreferenciadas que compõem o Subsistema Rodoviário Federal do Sistema Federal de Viação (SFV) do Brasil - DNIT (2013)**. 18 jul. 2013. Disponível em: <<http://www.metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/br/metadata.show?id=46093&currTab=simple>>. Acesso em: 17 maio 2017.

LEE, S. H. **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2013. 442 p.

LIMA, J. N.; GARCEZ, T. V. Análise dos acidentes de trânsito na BR-232 de 2007-2012: Trançando Perfis. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXV, 2015, Fortaleza. **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP**. Fortaleza, CE: 2015.

LOPES, S. B. **Efeitos da dependência espacial em modelos de previsão de demanda por transporte**. 2005. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos Departamento de Transportes, São Carlos, 2005.

LOTTI, C. P. **Método de sistematização e levantamento de dados para o estudo da relação de acidentes com o alinhamento em planta e perfil de uma rodovia**. 2002. 293 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2002.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - MT. **Manual de Procedimento para o Tratamento de Locais Críticos, Programa de redução dos acidentes de trânsito**. PROGRMA PARE. 2002.

NÚCLEO DE ESTUDOS SOBRE ACIDENTES DE TRÁFEGO - NEA. **Metodologia para tratamento de acidentes de trânsito em rodovias**. Florianópolis, 2006. Universidade Federal de Santa Catarina. DNIT – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes, julho 2006. 121 p. Apostila.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA - ONSV. **Brasil tem mais vítimas de acidentes de trânsito do que câncer, informa estudo**. 05 ago. 2012. Disponível em: < <https://www.onsv.org.br/brasil-tem-mais-vitimas-de-acidentes-de-transito-do-que-cancer-informa-estudo/> >. Acesso em: 17 maio 2017.

OLIVEIRA, E. B. **Implementação do módulo de interseção fotogramétrica em um banco de imagens georreferenciadas**. 2003. 112 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2003.

NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL - ONUBR. **Década de Ação pelo Trânsito Seguro 2011-2020**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/campanha/seguranca-transito/>>. Acesso em: 15 de maio de 2017.

PARO, L. S. M. **Contribuição metodológica para identificação de segmentos críticos em rodovias**. 2009. 114 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

QUEIROZ, M. P. **Análise Espacial dos Acidentes de Trânsito do Município de Fortaleza**. 2003. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE. 2003.

SALVADOR, D. M. **Análise dos tipos de acidentes de trânsito em rodovias: Estudo de caso na rodovia BR – 101 em Santa Catarina**. 2009. 196 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

SCHMITZ, A.; GOLDNER, L. G. Proposta metodológica baseada em GIS para análise dos segmentos críticos de rodovia: estudo de caso na BR-285/RS. In: PANAM, XVI, 2010. Lisboa, Portugal. **XVI PANAM**. Lisboa, 2010.

SCHMITZ, A. **Proposta metodológica baseada em GIS para análise dos segmentos críticos de rodovia: estudo de caso na BR-285/RS**. 2011. 142 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

SILVA, D. F. **Uma aplicação aos transportes urbanos de Guimarães**. 2006. 184 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2006.

SILVA, F. A. **Georreferenciamento automático das placas de sinalização com imagens obtidas com um sistema móvel de mapeamento**. 2012. 231 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

SILVA, J. F. C.; CAMARGO, P. O.; GUARDIA, M. C.; REISS, M. L. L.; SILVA, R. A. C.; GALLIS, R. B. A.; OLIVEIRA, R. A. O. Mapeamento de ruas com um sistema móvel de mapeamento digital. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 53, p. 82-91, dez. 2001.

SILVA, J. F. C.; CRUZ, E. C.; CHAVES, M. D.; LEMES NETO, M. C.; MELO, E. R.; SHIMABUKURO, M. H. Aplicações e potencialidades do mapeamento móvel. In: Simpósio Brasileiro de Geomática, III, 2012, Presidente Prudente. **III Simpósio Brasileiro de Geomática**. Presidente Prudente, SP: 2012.

SOARES, L. R. **Engenharia de Tráfego**. Rio de Janeiro: Almeida Neves - Editores LTDA. 1975. Disponível em: < http://meusite.mackenzie.br/professor_cucci/Soares.pdf >. Acesso em: 04 de maio de 2017.

ANEXO A - Classificação dos acidentes de trânsito

TIPO	DEFINIÇÃO
Atropelamento	Acidente em que o (s) pedestre (s) ou animal (is) sofre (m) o impacto de um veículo, estando pelo menos uma das partes em movimento.
Acidente pessoal de trânsito	Todo acidente em que o pedestre sofre lesões corporais ou danos materiais, desde que não haja participação de veículos ou ação criminosa.
Capotamento	Acidente em que o veículo gira sob si mesmo, em qualquer sentido, chegando a ficar com as rodas para cima, imobilizando-se em qualquer posição.
Choque	Acidente em que há impacto de um veículo contra qualquer objeto fixo ou móvel, mas sem movimentação.
Colisão	Acidente em que um veículo em movimento sofre o impacto de outro veículo também em movimento.
Colisão Frontal	Colisão que ocorre frente a frente, quando os veículos transitam na mesma direção em sentidos opostos.
Colisão Lateral ou Abalroamento	Colisão que ocorre lateralmente, quando os veículos transitam na mesma direção, podendo ser no mesmo sentido ou em sentidos opostos.

Colisão Transversal	Ocorre transversalmente, quando os veículos transitam em direções que se cruzam, ortogonal ou obliquamente.
Colisão Traseira	Ocorre frente contra traseira ou traseira contra traseira, quando veículos transitam no mesmo sentido ou em sentidos contrários, podendo pelo menos um deles estar em marcha ré.
Queda	Acidente em que há impacto em razão de queda livre do veículo, ou queda de pessoas ou cargas por ela transportadas.
Engavetamento	Acidente em que há impacto entre três ou mais veículos, num mesmo sentido de circulação.
Tombamento	Acidente em que o veículo sai de sua posição normal, imobilizando-se sobre uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira.
Outros acidentes	Qualquer acidente que não se enquadra nas definições anteriores

Fonte: ABNT (1989)

ANEXO B - Vistoria de Campo

MT - DNER - IPR					
Segurança de Trânsito com Base em Medidas de Baixo Custo					
DESCRIÇÃO DO LOCAL:					
Número de Faixas	Duas (2)		Visibilidade	Em função da topografia	
	Três (3)			Em função das curvas	
	Mais de três			Em função de edificações	
Traçado	Tangente		Visibilidade	Em função de vegetação	
	Curva ampla			Em função de barrancos	
	Curva de pequeno raio			Poluição visual	
Geom.	É suave?		Iluminação	Existe?	
	Há falha de sobrelargura?			Funciona?	
	Há falha de sobrelevação?		Uso do Solo Lindeiro	Há ocupação da faixa de domínio?	
	Há estreitamento?			Que tipo de edificação?	
Pav.	Está degradado?		Acessos	A geometria é adequada?	
	É derrapante?			A topografia é adequada?	
	Sofre desgaste?			Há visibilidade? (curva, veg, etc...)	
Sinal. Horiz. e Vert.	Existe?		Acessos	A sinal. é adequada e suficiente?	
	É compatível c/ tráfego local?			Os motoristas fazem conversões perigosas e/ou proibidas?	
	É visível de todos os ângulos e todas as alturas de motoristas?			Qual o nº em trechos curtos?	
	Está bem conservada?			Há trav. de pedestres próxima?	
Tráfego	A capacidade está saturada?		Interseções	A geometria é adequada?	
	Há pedestres ao longo, cruzando?			A topografia é adequada?	
	Composição gera velocidades diferentes?			Há visibilidade? (curva, veg, etc...)	
	Há conflito com tráfego local?			A sinal. é adequada e suficiente?	
	Há pontos de ônibus na via?			Há formação de congestionamentos?	
	Há movimento de bicicletas?			Há travessias de pedestres?	
	Há congestionamento?			Há iluminação pública?	
	Ocorrem conversões proibidas?			Há brechas adequadas para travessia da via por veículos trafegando na transversal?	
	Quais cond. de ultrapassagem?		Outros		
	Há velocidade excessiva?				
Outros eventos perigosos					

Fonte: DNER (1998)

ANEXO C - Solução de Acidentes a Partir de Problemas Típicos

PROBLEMAS GERAIS TÍPICOS		SITUAÇÃO			TIPO DE ACIDENTE GERADO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES	
		TRAVESSIA URBANA	INTERSEÇÕES	TRECHO		BAIXO CUSTO	GRANDE PORTE
1.	Travessia urbana	I			- Atropelamento - Colisão traseira - Abalroamento lateral, mesmo sentido - Abalroamento transversal	- A - Reduzir velocidade do tráfego de passagem com sinalização vertical intensa de advertência e regularização - B - Sinalização horizontal não convencional pintada na pista e faixas para travessia de pedestres - C - Sonorizadores associados à sinalização vertical de advertência - D - Faixas transversais à via com tachas refletivas - E - Construção de calçadas ao longo da via, fechando acessos irregulares - F - Uso de defensas e cercas para canalizar travessias em local adequado - G - Proibir estacionar - H - Construção de baias para parada de ônibus - I - Campanhas educativas	J - Projeto especial
2.	Cruzamento em nível - conflito de veículos	I	I		- Colisão traseira - Abalroamento transversal	- A - Melhorar visibilidade incluindo pequena obra de terraplenagem - B - Melhorar visibilidade limpando faixa de domínio - C - Melhorar canalização com uso de tachões e/ou meios-fios - D - Criar refúgios para conversão à esquerda - E - Pavimentar acostamentos - F - Intensificar sinalização de advertência principalmente na via secundária - G - Adotar sonorizadores, se necessário	- H - Executar cruzamento em desnível ou desviar fluxo para outra interseção em desnível existente - I - Implantar sinalização semafórica
3.	Curvas com geometria/topografia inadequada	I	I	I	- Saída da pista - Colisão frontal - Abalroamento lateral, sentidos opostos - Capotagens - Choque com objeto fixo - Isolamento	- A - Defesa - B - Reforço de sinalizações horizontal, vertical de advertência e de regulamentação - C - Implantar delineadores - D - Corrigir defeitos no pavimento - E - Sinalização não convencional pintada na pista - F - Recapear com material mais rugoso - G - Melhorar drenagem - H - Implantar tachas e tachões delineando a curva - I - Remover obstáculos à visibilidade	J - Retificar a curva ou criar/aumentar a sobrelargura

continua..

Fonte: DNER (1998)

PROBLEMAS GERAIS TÍPICOS		SITUAÇÃO			TIPO DE ACIDENTE GERADO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES	
		TRAVESSIA URBANA	INTERSEÇÕES	TRECHO		BAIXO CUSTO	GRANDE PORTE
4.	Trecho de pista mais estreito que o normal (pontes e viadutos)	I	I	I	- Abalroamento lateral, sentidos opostos - Colisão frontal - Abalroamento lateral, mesmo sentido - Colisão traseira	A - Reforçar sinalização de advertência B - Implantar delineadores na aproximação C - Implantar defensas nos encontros D - Substituir guarda-corpo convencional por defensas New Jersey	E - Alargar as OAE F - Duplicar as OAE existentes
5.	Capacidade da pista saturada	I	I	I	- Atropelamento - Colisão frontal - Abalroamento lateral, sentidos opostos - Abalroamento lateral, mesmo sentido - Colisão traseira	A - Passarela ou passagens subterrâneas B - Reforçar sinalização de advertência C - Reforçar sinalização horizontal	D - Duplicar a rodovia
6.	Ausência de acostamento	I	I	I	- Choque com veículo estacionado - Colisão traseira - Choque com objeto fixo	A - Reduzir velocidade com sinalização de advertência e dispositivos especiais	B - Construir acostamento
7.	Acostamento mais estreito que o normal	I	I	I	- Choque com veículo estacionado - Abalroamento lateral, mesmo sentido - Choque com objeto fixo	A - Reduzir velocidade com sinalização de advertência e dispositivos especiais	B - Recompôr o acostamento
8.	Travessia de pedestres em local sem condições adequadas	I	I		- Atropelamento - Abalroamento lateral, mesmo sentido - Colisão traseira	A - Dispositivos de redução de velocidade com sinalizações horizontal e vertical	B - Construção de passarela ou passagens subterrâneas
9.	Fluxo de pedestres ao longo da pista por falta de alternativa	I			- Atropelamento - Abalroamento lateral, mesmo sentido - Colisão traseira	A - Separação de fluxo de pedestres, de preferência com barreira física	
10.	Fluxo de bicicleta no acostamento ou na pista	I			- Abalroamento lateral, mesmo sentido - Abalroamento lateral, sentidos opostos - Abalroamento transversal - Colisão traseira - Colisão frontal	A - Separação de fluxo de bicicletas, de preferência com barreira física	
11.	Veículos superlentos (carrinho-de-mão e/ou de tração animal)	I	I	I	- Colisão traseira - Abalroamento lateral, mesmo sentido	A - Não tem solução de engenharia	
12.	Acessos diretos à pista em excesso	I	I		- Colisão traseira - Abalroamento lateral, mesmo sentido - Abalroamento transversal	A - Melhorar geometria dos acessos com tachões e prismas de concreto B - Impedir conversão à esquerda e cruzamento	C - Construir via marginal, reduzindo o número de acessos diretos

continua...

Fonte: DNER (1998)

PROBLEMAS GERAIS TÍPICOS		SITUAÇÃO			TIPO DE ACIDENTE GERADO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES	
		TRAVESSIA URBANA	INTERSEÇÕES	TRECHO		BAIXO CUSTO	GRANDE PORTE
13.	Acessos sem geometria adequada	I	I		- Abalroamento lateral, mesmo sentido - Abalroamento transversal - Colisão traseira	A - Melhorar a geometria do acesso com tachões e prismas de concreto	B - Corrigir projeto geométrico
14.	Acessos sem topografia adequada	I	I		- Abalroamento lateral, mesmo sentido - Abalroamento transversal - Colisão traseira	A - Reforçar a sinalização vertical de advertência e a sinalização horizontal	B - Desviar acesso para local com topografia adequada
15.	Sinalizações vertical e horizontal deficientes	I	I	I	- Todos	A - Adequar a sinalização	
16.	Posto de ônibus sem baia	I	I	I	- Atropelamento - Colisão traseira - Abalroamento lateral, mesmo sentido	A - Construir baia de parada de ônibus com sinalização complementar	
17.	Pista esburacada	I	I	I	- Colisão frontal - Colisão traseira - Abalroamento lateral, sentidos opostos	A - Operação tapa-buracos	B - Recapeamento e solução do problema de erosão
18.	3ª faixa mal dimensionada no retorno à pista principal			I	- Abalroamento lateral, mesmo sentido - Colisão traseira	A - Reforçar ou implantar sinalização de advertência	B - Corrigir geometria

Fonte: DNER (1998)

APÊNDICE A - Agrupamento das informações por trecho

NOME DO CAMPO	DESCRIÇÃO
Rodovia	Sigla da rodovia em estudo
km_i	Quilômetro inicial do segmento
km_f	Quilômetro final do segmento
Extensao	Extensão do segmento 1km
VMDa	Volume Médio Diário Anual do segmento
N_ACIDENTES	Número total de acidentes ocorridos no segmento
AC_MORTOS	Número total de acidentes com mortos ocorridos no segmento
AC_FERIDOS	Número total de acidentes com feridos ocorridos no segmento
AC_ILESOS	Número total de acidentes com ilesos ocorridos no segmento
ATROP_PEDESTRE	Número total de acidentes com atropelamentos de pedestre no segmento
ATROP_ANIMAL	Número total de acidentes com atropelamentos de animal no segmento
COL_TRASEIRA	Número total de acidentes com colisão traseira no segmento
COL_FRONTAL	Número total de acidentes com colisão frontal no segmento
COL_LATERAL	Número total de acidentes com colisão lateral no segmento
COL_TRANSVERSAL	Número total de acidentes com colisão transversal no segmento
SAIDA DE PISTA	Número total de acidentes com saída de pista no segmento
CHOQUE	Número total de acidentes com choque no segmento
TOMBAMENTO	Número total de acidentes com tombamento no segmento

QUEDA	Número total de acidentes com queda no segmento
OUTROS	Número total de outros tipos de acidentes no segmento
CURVA	Número total de acidentes em curvas no segmento
RETA	Número total de acidentes em reta no segmento
CRUZAMENTO	Número total de acidentes em cruzamento no segmento
TEMPO_BOM	Número total de acidentes com tempo bom no segmento
TEMPO_CHUVA	Número total de acidentes com tempo chuvoso no segmento
TEMPO_NUBLADO	Número total de acidentes com tempo nublado no segmento
TEMPO_OUTRO	Número total de acidentes com outras condições climáticas no segmento
DIA	Número total de acidentes ocorridos em pleno dia no segmento
NOITE	Número total de acidentes ocorridos em plena noite no segmento
AMANHECER_ENTARDECER	Número total de acidentes ocorridos ao amanhecer/entardecer no segmento