

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ANÁLISE DE SEGURANÇA VIÁRIA DA RODOVIA BR-020
INSERIDA NO DISTRITO FEDERAL

LAÍS COSTA CAMPOS
RAFAEL LOPES FERREIRA

ORIENTADORA: MICHELLE ANDRADE

PROJETO FINAL II EM ENGENHARIA CIVIL

BRASÍLIA – DF, JULHO DE 2016.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ANÁLISE DE SEGURANÇA VIÁRIA DA RODOVIA BR-020
INSERIDA NO DISTRITO FEDERAL

LAÍS COSTA CAMPOS
RAFAEL LOPES FERREIRA

TRABALHO DE PROJETO FINAL SUBMETIDO AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

MICHELLE ANDRADE, Dra. (UnB)

(ORIENTADORA)

FABIANA SERRA DE ARRUDA, Dra. (PPGT/UnB)

(EXAMINADORA)

PASTOR WILLY GONZALES TACO, Dr. (ENC/UnB)

(EXAMINADOR)

DATA: BRASÍLIA/DF, 01 de julho de 2016.

FICHA CATALOGRÁFICA

Análise de Segurança Viária da Rodovia BR-020 Inseridas no Distrito
[Distrito Federal] 2016.

ix, - 72p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2016)

Trabalho de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1. Segurança Viária | 2. Rodovias |
| 3. Acidentes | 4. Pontos Críticos |

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CAMPOS,L.C. ; FERREIRA,R.L.(2016). **Análise de Segurança Viária da Rodovia BR-020 Inserida no Distrito Federal**. Trabalho de Projeto Final, Publicação, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 72p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: **LAIS COSTA CAMPOS; RAFAEL LOPES FERREIRA**

TÍTULO DO TRABALHO DE PROJETO FINAL: **Análise de Segurança Viária da Rodovia BR-020 Inserida no Distrito Federal**.

GRAU / ANO: Bacharéis em Engenharia Civil / 2016

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Rafael Lopes Ferreira
Rua Visconde de Porto Seguro
n. 2031 – Setor Nordeste
73807220 – Formosa/GO – Brasil

Laís Costa Campos
SQS 215 Bloco K Apartamento 204
70294110 – Brasília/DF - Brasil

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, sem o qual não chegaríamos até aqui. Aos nossos pais, família e namorados por todo esforço dedicado, amor, carinho e amizade dados de forma tão especial; possibilitando sermos, hoje, as pessoas que somos. Sem eles, nada seria possível.

Agradecemos a todos que estiveram em muitos momentos da nossa vida e sempre estiveram presentes como exemplo a ser dado, os nossos sinceros agradecimentos. Aos nossos grandes amigos da faculdade, o nosso muito obrigado por estarem ao nosso lado colaborando para o sucesso nesses anos de uma trajetória árdua e vitoriosa. Agradeço a UnB, o Departamento de Engenharia de Civil e Ambiental e aos nossos professores pela nossa excelente e diferenciada formação.

Agradecemos também aos nossos examinadores Prof. Pastor e Profa. Fabiana que nos ajudaram a aprimorar a pesquisa. Por fim, agradecemos à nossa orientadora, Professora Michelle Andrade, pela atenção e pelo importante estímulo nas diversas etapas do desenvolvimento do trabalho.

RESUMO

A segurança viária é fundamental para que os pedestres, ciclistas, motociclistas e motoristas usufruam das vias e tenham uma boa interação entre si. Entretanto, problemas de projeto, a falta de manutenção e planejamento da ocupação do solo para ampliação dos centros urbanos, vem comprometendo a qualidade da operação e a segurança das Rodovias Federais Brasileiras. O presente trabalho tem como objetivo analisar o trecho da rodovia BR – 020, inserida no Distrito Federal, sob o aspecto de segurança viária. A fim de atingir esse objetivo realizou-se uma caracterização da rodovia, os tipos e as causas dos acidentes assim como seu georreferenciamento a partir dos dados de acidentes fornecidos pelo Departamento da Polícia Rodoviária Federal (DPRF). Também realizou-se uma revisão dos métodos de identificação dos locais concentradores de acidentes em que três importantes métodos foram escolhidos e aplicados a rodovia BR-020 para a localização dos trechos críticos nesta. Comparou-se os resultados obtidos em cada método e realizou-se em seguida a análise de segurança, assim como a proposição de melhorias.

SUMÁRIO

1.1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	3
1.2.	OBJETIVOS	5
1.3.	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	5
1.4.	JUSTIFICATIVA	5
2.	IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS CRÍTICOS DE ACIDENTES	7
2.1.	METODOLOGIAS NACIONAIS PARA IDENTIFICAÇÃO E TRATAMENTO DE LOCAIS CONCENTRADORES DE ACIDENTES	9
2.1.1.	UM MODELO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS SEGMENTOS CRÍTICOS DE UMA REDE DE RODOVIAS (DNER, 1986)	9
2.1.2.	METODOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO DE SEGMENTOS CRÍTICOS (DNIT, 2009).....	12
2.1.3.	PROCEDIMENTOS PARA TRATAMENTO DE LOCIAS CRÍTICOS DE ACIDENTES DE TRANSITO (CEFTRU, 2002)	14
2.1.4.	ANÁLISE E TRATAMENTO DE TRECHOS RODOVIÁRIOS CRÍTICOS EM AMBIENTES DE GRANDES CENTROS URBANOS (MENESES,2001).....	22
2.2.	METODOLOGIAS INTERNACIONAIS PARA IDENTIFICAÇÃO E TRATAMENTO DE LOCAIS CONCENTRADORES DE ACIDENTES	25
2.2.1.	<i>TRAFFIC ENGINEERING HANDBOOK</i> (ITE, 1992).....	25
2.2.2.	<i>HIGHWAY SAFETY IMPROVEMENT PROGRAM MANUAL</i>	26
3.	IDENTIFICAÇÃO DE TRECHOS CRÍTICOS NA BR-020/DF	33
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DA BR – 020	33
3.2.	LEVANTAMENTO DE DADOS.....	35
3.2.1.	DADOS DE ACIDENTES	36
3.2.2.	DADOS DE VOLUME DE TRÁFEGO	36
3.3.	APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DE TRECHOS CRÍTICOS	37
3.3.1.	MÉTODO DNIT.....	38
3.3.2.	MÉTODO CEFTRU	46
3.3.3.	MÉTODO MENESES	48

4. COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS E ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	50
4.1. MEDIDAS MITIGADORAS	61
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXO.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Curva Distribuição Normal	11
Figura 2.2. Fluxograma de Metodologia Adotada	16
Figura 2.3. Etapas da Metodologia	22
Figura 3.1. Mapa Rodoviário do Distrito Federal	34
Figura 3.2. Proporção dos Acidentes da BR-020.....	35
Figura 3.3. Fluxograma das Etapas dos Métodos Utilizados.....	38
Figura 3.4 Fluxograma Resumo do Método para a Determinação do VMDa 2006	42
Figura 3.5.Evolução do PIB Brasileiro de 1995 a 2014.....	44
Figura 3.6.Relação entre a Variação PIB e a Variação do Tráfego	44
Figura 4.1. Georreferenciamento dos Trechos Críticos na Rodovia BR-020	54
Figura 4.2. Trecho do km 3,5 ao 4,5 <i>In Loco</i>	55
Figura 4.3. Trecho do km 3,5 ao 4,5 Aéreo	55
Figura 4.4. Trecho do km 15,8 ao 18,8 <i>In Loco</i>	56
Figura 4.5. Trecho do km 15,8 ao 18,8 Aéreo	57
Figura 4.6. Trecho do km 46,8 ao 47,8 <i>In Loco</i>	57
Figura 4.7. Trecho do km 46,8 ao 47,8 Aéreo	58
Figura 4.8. Trecho do km 56,1 ao 57,1 <i>In Loco</i>	58
Figura 4.9. Trecho do km 56,1 ao 57,1 Aéreo	59
Figura 4.10. Trecho do km 10,8 ao 11,8 <i>In Loco</i>	60
Figura 4.11. Trecho do km 10,8 ao 11,8 Aéreo	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Tipos de Acidentes Segundo a ABNT	8
Tabela 2.2. Tipos de Acidentes Segundo a PRF	8
Tabela 2.3. Valores Tabelados do Coeficiente K.....	11
Tabela 2.4. Classificação dos Subtrechos	13
Tabela 2.5. Procedimentos Necessários para Identificação dos Locais Críticos	21
Tabela 2.6. Passos para Localização de Trechos Críticos Segundo o Traffica Enginering Handbook	26
Tabela 2.7. Descrição dos Métodos de acordo com os Problemas Identificados	30
Tabela 3.1. Segmentos críticos definidos a partir do Método do DNIT para o ano de 2015	39
Tabela 3.2. Subtrechos críticos da BR-020, segundo método do DNIT.....	40
Tabela 3.3. Variações acumuladas de volume de tráfego e do PIB nacional	43
Tabela 3.4. Volume Médio Diário de Tráfego estimados	45
Tabela 3.5. Série Histórica de trechos críticos por ano.....	45
Tabela 3.6. Segmentos críticos definidos a partir do Método do CEFTRU para o ano de 2015	47
Tabela 3.7. Subtrechos críticos da BR-020, segundo método do CEFTRU	47
Tabela 3.8. Segmentos críticos definidos a partir do Método do Meneses para o ano de 2015.....	48
Tabela 3.9. Subtrechos críticos da BR-020, segundo método do Meneses	49
Tabela 4.1. Características dos Métodos Numéricos e Estatísticos	51
Tabela 4.2. Trechos Críticos por Método	52

LISTA DE NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

DPRF – Departamento de Polícia Rodoviária Federal.

CEFTRU – Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito.

PARE – Programa de Redução dos Acidentes de Trânsito.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

ANTP – Associação Nacional de Transporte Público.

CNT – Confederação Nacional do Transporte.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem.

UPS – Unidade Padrão de Severidade.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ITE – *Institute of Transportation Engineers.*

SHSP – *Strategic Highway Safety Plan.*

FHWA – *Federal Highway Administration*

HSIP – *Highway Safety Improvement Program Manual*

OMS – Organização Mundial da Saúde

VMD – Volume Média Diário de Tráfego

WHO – *World Health Organization*

1. INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário motorizado obteve um grande estímulo no período de governo do Presidente Juscelino Kubitscheck, através do seu Plano de Metas, em que se queria modernizar a economia com os interesses expansionistas da indústria automobilística estrangeira. Desde então, o território brasileiro passou a ser entrecortado por diversas rodovias no intuito de interligar e integrar todo o território nacional.

As rodovias no Brasil podem ser urbanas, rurais e vicinais. De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (BRASIL, 2007) as rodovias vicinais são estradas locais, destinadas principalmente a dar acesso a propriedades lindeiras ou caminhos que ligam povoações relativamente pequenas e próximas. Também segundo BRASIL (2007) uma rodovia em área urbana é constituída por trechos de rodovias localizados dentro do perímetro urbano de uma cidade ou de um município. E a cada vez mais, seu número aumenta, já que, o crescimento populacional urbano, aliado à especulação imobiliária do solo urbano e às facilidades associadas à motorização, faz com que a área urbana de diversos municípios se expanda através das barreiras representadas por cursos d'água, ferrovias e rodovias (SILVA JÚNIOR, 2003). Já as rurais são os trechos de rodovias que conectam áreas urbana e industrial, pontos de geração e atração de tráfego e pontos significativos dos segmentos modais, atravessando área rural.

As condições urbanas são bem diferentes das que existem nas áreas rurais exigindo, para cada situação, medidas específicas no que se refere aos critérios de segurança viária. Algumas dessas diferenças compreendem a presença, nas áreas urbanas, de maior quantidade de pedestres e ciclistas, veículos com menores velocidades de operação, maior necessidade de utilização de passeios e meio fios, acessos mais frequentes às propriedades adjacentes, presença de transporte coletivo e além da intensidade de tráfego ser bem maior. Já nas áreas rurais, conta-se com velocidades mais elevadas, presença de veículos de maior porte, animais na pista e vias em estado crítico, possuindo em sua maioria, pista simples, o que dificulta e eleva os riscos de ultrapassagem.

Os acidentes tanto em ambientes urbanos quanto em ambientes rurais ocorrem devido a interrelação de quatro fatores, nomeadamente o fator humano, fator veículo, fator via e fator ambiente. As consequências da fatalidade afetam, de uma maneira geral, todas as camadas da sociedade como as famílias, a nível social e econômico, podendo ainda, ter resultados desastrosos para o meio ambiente (Oliveira, 2007).

Segundo um estudo da Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2015) dentre as dez principais causas de morte de jovens entre 15 a 29 anos, os acidentes de trânsito lideram as estatísticas com aproximadamente 325 mil mortes, seguidas de suicídio e mortes decorrentes da HIV/AIDS.

Ainda e acordo com WHO (2015), há consideráveis evidências de que intervenções são eficazes em melhorar a segurança das rodovias, já que os acidentes de trânsito são em sua maioria previsíveis. Pode-se verificar, por exemplo, que o número de mortes no trânsito em nível global tem se mantido estagnado na faixa de 1,25 milhões desde o ano de 2007 a 2013, mesmo com um crescimento de 16% da frota veículos automotores.

O Brasil é o país com maior número de mortes de trânsito por habitante da América do Sul. O país registrou mais de 41 mil mortes no trânsito em 2013. Desde 2009, o número de acidentes de trânsito no país deu um salto de 19 por 100 mil habitantes para 23,4 por 100 mil habitantes. Entretanto, entre os países mais populosos do mundo, o Brasil é aquele que mais aplica leis de controle de risco, como a lei seca e a obrigatoriedade no uso de equipamentos de segurança (cinto de segurança e capacete) (WHO, 2015).

A experiência brasileira no tratamento de acidentes de trânsito, com raras exceções segue um modelo imediatista, no qual a solução do problema está associada à execução de práticas tradicionais no âmbito das sinalizações horizontal, vertical e/ou semaforica, associadas à correção na geometria viária, com tendência mais para a melhoria da fluidez do que propriamente para a promoção da segurança.

Os sistemas de trânsito em operação, que compõem a infraestrutura de transportes, são instrumentos que proporcionam a análise do comportamento de variáveis relacionadas às questões operacionais do trânsito, capacidade das vias e rodovias e o número de acidentes fatais.

Neste contexto, estudos na área de engenharia têm sido desenvolvidos, buscando oferecer metodologias que possibilitem a identificação, análise e correção de causas de acidentes em vias, os chamados “pontos críticos” (GOLD, 1998).

Os estudos dos locais e trechos críticos de um sistema viário auxiliam na melhoria da segurança, possibilitando além de fazerem-se as correções desses locais, obterem-se indicações para a melhoria da rede. Assim, o estudo destes é uma forma de se estabelecer políticas de melhoramento dos níveis de segurança e uma referência para a reestruturação e atualização das especificações e normas de projetos de segurança e engenharia rodoviária (BRASIL, 2009).

Neste sentido, um estudo de trechos críticos, em que as ocorrências de acidentes são elevadas, localizados em rodovias federais é de suma importância para que haja uma melhoria na segurança.

1.1.DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O Trânsito brasileiro é um grave problema nacional em termos de saúde pública. Para se ter uma idéia dessa gravidade, conforme o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), “o acidente de trânsito é o segundo maior problema de saúde pública do País, só perdendo para a desnutrição” (DENATRAN, 2001 *apud* LEMES, 2003).

O Governo brasileiro, direcionado na meta de reduzir o número e as consequências posteriores dos acidentes, elaborou diversas ações e estratégias. Com a Criação do Programa de Redução dos Acidentes de Trânsito (PARE) em 1993, priorizou-se o desenvolvimento de estudos buscando a melhoria do ambiente viário, principalmente no que diz respeito às condições das vias, à sinalização e à operação e ao desenvolvimento de metodologias para identificar, com maior precisão, os fatores contribuintes dos acidentes e planejar ações corretivas (BRASIL, 2013).

O Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), também com o intuito de melhorar a segurança viária, fomentou projetos e campanhas educativas destinadas à diminuição dos acidentes de trânsito (DENATRAN, 2013).

Apesar do esforço do governo federal em melhorar a segurança rodoviária, o Brasil está entre os países onde mais ocorrem acidentes de trânsito. Além do grande impacto psicológico pela perda de vidas humanas e sequelas provocadas nas vítimas, é inevitável a existência de custos econômico-financeiros que impactam as famílias, o estado e conseqüentemente a sociedade em geral.

No ano de 2014, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2015) calculou em 40 bilhões o custo social de acidentes no país. Considerando que, neste mesmo ano, os acidentes nas rodovias federais giraram em torno de R\$ 12 bilhões é notável que a redução dos acidentes represente uma grande probabilidade de ganho social.

O resultado da pesquisa realizada pelo IPEA (2015) aponta que um acidente fatal gera um custo médio de R\$ 647 mil, enquanto o acidente com vítima gera um custo de R\$ 90 mil. Os acidentes sem vítimas ficam em R\$ 23 mil. A análise dos custos sociais mostra a importância das ações que têm por objetivo reduzir os índices de letalidade no trânsito.

Apenas no ano de 2015 mais de 120.000 acidentes foram computados pela Polícia Rodoviária Federal nas rodovias nacionais. Diante desse elevado número, a segurança tem sido bastante explorada pelos sistemas de transporte e sua infraestrutura (PRF, 2016).

Diante do que foi exposto, vê-se a necessidade de aprofundar o estudo de segurança no tráfego em rodovias com uma análise que relacione as características físicas e operacionais à segurança das vias. O problema de pesquisa proposto para o presente estudo é: A partir dos dados de acidentes ocorridos no ano de 2015 na rodovia BR-020 inserida no Distrito Federal e aplicação de metodologias de identificação de trechos críticos, como identificar as características que influenciaram na determinação dos trechos críticos de forma a analisar a segurança da via?

A partir dessa questão, foi realizada uma revisão de métodos de identificação de locais críticos de acidentes e da caracterização destes, que juntamente com os dados de acidentes da PRF (2016), viabilizem a identificação de trechos críticos dessa rodovia.

1.2.OBJETIVOS

a) **OBJETIVO GERAL:** Analisar o trecho da rodovia BR – 020, inserida no Distrito Federal, sobre o aspecto de segurança.

b) **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Caracterizar a rodovia BR-020 sob o aspecto de infraestrutura e operação;
- Caracterizar os acidentes ocorridos na BR-020, sobretudo os tipos de acidentes e os fatores contribuintes;
- Aplicar três métodos na identificação de trechos críticos;
- Comparar dos métodos através dos resultados obtidos;
- Propor medidas mitigadoras.

1.3.METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente trabalho foi formulado com base nas etapas a seguir. Inicialmente, a partir da revisão bibliográfica de teses, dissertações, manuais, artigos, foram analisados diferentes métodos de identificação de segmentos críticos, os quais foram aplicados na rodovia em análise. A partir dos resultados obtidos por cada método, foi feito o georreferenciamento dos pontos críticos na extensão da Rodovia BR-020, seguida da tipificação dos acidentes ocorridos nesses trechos. Em visita local, foram feitas observações para subsidiar a identificação das causas dos acidentes naquelas regiões bem como auxiliar na identificação de melhorias no que tange a segurança viária. Finalmente foi feita uma comparação das metodologias aplicadas à BR-020.

1.4.JUSTIFICATIVA

Há anos o modal rodoviário tem sido a preferência na movimentação de pessoas e bens no Brasil: na matriz de transportes de cargas, possui a maior participação (61%), seguido pelos modais ferroviário (20,7%), aquaviário (13,6%), dutoviário (4,2%) e aéreo (0,4%). Na matriz de transporte de passageiros, o modal predomina com 95% de participação. Ademais, é o principal responsável pela integração de todo o sistema de transporte e contribui significativamente para

o desenvolvimento socioeconômico do país, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2015).

Como as rodovias são o meio de transporte predominante de passageiros e de carga, o número de acidentes em suas extensões é bastante significativo. Em 2014 ocorreram 169.163 acidentes nas estradas federais fiscalizadas pela PRF, sendo que 8.227 pessoas perderam a vida e cerca de 100 mil ficaram feridos. Pouco mais de um quarto dos feridos teve lesões graves. Nesse mesmo ano, 4% dos acidentes apresentaram vítimas fatais; 37%, vítimas feridas; e 59% foram acidentes sem vítimas. Aproximadamente 67% dos acidentes com vítimas fatais ocorreram em zonas rurais, e 23% das mortes foram causadas por excesso de velocidade ou ultrapassagem indevida (IPEA, 2015).

Conforme o Relatório da CNT (2015), o estado geral, pavimento, sinalização e geometria da via são características que influenciam de forma direta nas causas dos acidentes. Nesta pesquisa rodoviária anual, a CNT classifica as rodovias em ótimo, bom, regular, ruim e péssimo. Apesar das rodovias inseridas no Distrito Federal terem uma classificação de regular a boa, conforme a CNT, ainda assim, são verificados um grande número de acidentes em suas extensões. Segundo os dados da Polícia Rodoviária Federal, no ano de 2014, houve 1.315 acidentes nas rodovias fiscalizadas, na qual 46 pessoas morreram. Dos acidentes registrados, cerca de 41% ocorreram na BR-020, e dos acidentes fatais, 21% ocorreram nesta mesma rodovia.

Dessa forma, verifica-se a necessidade de identificar os trechos concentradores de acidentes da Rodovia BR-020, com o intuito de buscar direcionamento para melhorar a segurança.

2. IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS CRÍTICOS DE ACIDENTES

Acidente de trânsito é fruto do desequilíbrio de três importantes fatores: o motorista, o veículo e a via. Por conseguinte, a análise dos acidentes rodoviários tem por base os boletins de ocorrência em determinada rodovia, os quais devem ser previamente especificados, levando em conta fatores como a natureza, a forma de ocorrência e sistemática de repetição, para que se obtenham padrões de ações mitigadoras (Rozestraten, 1988). Os boletins de ocorrência trazem como uma de suas informações a caracterização dos acidentes os quais podem ser classificados e tipificados de diferentes formas.

Segundo Luz (1994), existem três classificações de acidentes: acidente com danos materiais, com danos pessoais e misto, o qual resulta em danos materiais e pessoais simultaneamente. Acidentes com danos materiais são aqueles que causam apenas perdas materiais nos veículos envolvidos ou no ambiente urbano. Os acidentes com perdas pessoais são aqueles que resultam em vítimas com algum tipo de lesão e vítimas fatais. Já os acidentes mistos, ocorrem no mesmo acidente os dois tipos de perda.

Há uma outra classificação em que os acidentes podem ser diferenciados em acidentes sem vítimas, que se só resultem em perdas materiais; acidentes com vítimas, nos quais sucedem em uma ou mais vítimas com algum tipo de lesão; e por último, acidentes que decorrem em vítimas fatais no local do acidente, de acordo com Henrique (2002).

Outro importante conceito que deve ser considerado nos acidentes rodoviários é a tipificação dos mesmos. No Brasil, a tipificação dos acidentes rodoviários é regulamentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), por meio do “Relatório de Acidentes de Trânsito”, utilizando a classificação na Tabela 2.1.

Existe ainda a classificação feita pela Polícia Rodoviária Federal (PRF) mais específica, com maior detalhamento e uma análise mais aprimorada dos tipos de acidentes rodoviários. Assim sendo, de acordo com o Departamento de Polícia Rodoviária Federal (2016), existem 13 tipos de acidentes rodoviários que podem ser classificados de acordo com a Tabela 2.2.

Tabela 2.1. Tipos de Acidentes Segundo a ABNT (1993)

TIPO	CARACTERÍSTICA
Abalroamento	Colisão lateral ou transversal.
Atropelamento	Colisão com pessoas ou animais.
Capotamento	Acidente que resulta com rodas para cima.
Choque	Impacto do veículo com obstáculo fixo.
Colisão	Impacto de dois veículos em movimento.
Tombamento	Veículo tomba lateral ou frontalmente.
Outros	Acidente que não se enquadre acima.

Fonte: ABNT, 1993.

Tabela 2.2. Tipos de Acidentes Segundo a PRF (2016)

TIPO	CARACTERÍSTICA
Atropelamento	Pedestre, ciclista ou animal é atingido por veículo.
Atropelamento Múltiplo	Com duas ou mais vítimas atropeladas.
Colisão	Acidente de dois ou mais veículos na mesma faixa da via.
Colisão Traseira	Acidente entre dois veículos no mesmo sentido.
Colisão Frontal	Acidente entre dois veículos em sentidos opostos.
Engavetamento	Colisão de três ou mais veículos, um atrás do outro.
Abalroamento Lateral no Mesmo Sentido	Acidente entre veículos em faixas distintas, no mesmo sentido, quando um deles inicia uma conversão à direita ou esquerda.
Abalroamento Lateral em Sentido Oposto	Acidente entre veículos em sentidos opostos e em faixas distintas. Quando um deles inicia uma conversão à esquerda ou direita.
Abalroamento Transversal	Veículos que se deslocam em direções com um ângulo próximo de 90°, ocorre normalmente, em cruzamentos ou acessos secundários.
Choque	Acidente entre um veículo e um objeto fixo.
Capotamento	Acidente em que o teto do veículo entra em contato com o chão.
Tombamento	Acidente em que um lado do veículo fica em contato com o chão.
Combinação	Acidentes que combinem dois ou mais tipos já mencionados.

Fonte: PRF, 2016.

Dessa forma, pode-se observar que existem, no Brasil, diferentes modos de caracterizar um acidente, os quais podem estar associados com os agentes envolvidos, com os danos causados, com o tipo de perda resultante e com outros tipos de conflitos gerados. Neste trabalho, é adotada a classificação da Polícia Rodoviária Federal, já que os dados de acidentes rodoviários da BR-020 inserida no Distrito Federal utilizados originam do banco de dados desta instituição.

2.1. METODOLOGIAS NACIONAIS PARA IDENTIFICAÇÃO E TRATAMENTO DE LOCAIS CONCENTRADORES DE ACIDENTES

2.1.1 MODELO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS SEGMENTOS CRÍTICOS DE UMA REDE DE RODOVIAS (DNER)

Esse documento, criado em 1986 pelo Departamento Nacional de Estradas e Rodagem – DNER, está entre os primeiros métodos nacionais encontrados. Ele se baseia em definir segmentos críticos de rodovias através de procedimentos matemáticos os quais indicam como a variável “número de acidentes” servirá para classificar um determinado segmento como crítico (BRASIL, 1986).

Primeiramente, são apresentados conceitos estatísticos que são necessários para o entendimento de questões relacionadas a acidentes de trânsito, e no final, o resumo dos procedimentos práticos é apresentado.

Os resultados obtidos são fundamentados na probabilidade de ocorrência de um acidente em um determinado segmento, tendo como base para comparação, uma amostra estudada. Assim, se a probabilidade de ocorrência de acidentes de um segmento for maior do que a probabilidade de ocorrência da amostra, o segmento é considerado como crítico.

As causas de um acidente podem estar associadas a fatores aleatórios e não aleatórios. Fatores aleatórios são aqueles que independem do local de ocorrência do acidente, como por exemplo, o sono do motorista. Já os fatores não aleatórios estão vinculados a um ou mais atributos relativos ao local do acidente.

Devido ao fato de a probabilidade de ocorrência dos fatores aleatórios em diferentes segmentos possuírem valores muito próximos, o DNER (BRASIL, 1986), considera para identificação dos segmentos críticos, a interferência dos fatores não aleatórios. Com base nestes fatores e na definição do segmento crítico, é apresentada uma regra de decisão formulada através de um teste de hipótese, que explicita uma expressão para o índice crítico a que o modelo se propõe.

O teste de hipóteses do método é definido pela seguinte formulação:

$$H_0: P_s \leq \lambda \quad \text{Equação 01}$$

$$H_1: P_s > \lambda$$

Em que, λ é probabilidade (estimada) de ocorrer um acidente na amostra A durante um intervalo de tempo Δt e P_s é probabilidade de ocorrer um acidente num segmento s, durante um intervalo de tempo Δt .

A determinação da aceitação ou rejeição de H_0 é função da razão crítica:

$$r_{1-\alpha} = \lambda + k_{1-\alpha} \sqrt{\frac{\lambda}{m} - \frac{0,5}{m}} \quad \text{Equação 02}$$

De tal forma que:

- i. Para um número de acidentes/segmento/m $> r_{1-\alpha}$: Rejeita-se H_0 e o segmento é crítico.
- ii. Para um número de acidentes/segment/m $< r_{1-\alpha}$: Não rejeita-se H_0 e o segmento não é crítico. Essa razão é baseada no nível de significância (α), que é o valor da probabilidade tolerável de incorrer do erro de rejeitar H_0 , quando H_0 é verdadeira.

Na *Equação 02*, percebem-se duas coisas: i) a utilização do valor m, o qual representa o volume diário VMD do segmento analisado, ii) a incorporação do valor 0,5 na equação, o qual está vinculado a uma correção estatística, decorrente da necessidade transformação da variável aleatória x, distribuída binomialmente, em uma variável contínua x, normalmente distribuída.

O valor do coeficiente K está associado com o nível de significância requerido no teste de hipótese elaborado. O nível de significância, por sua vez, é o valor da probabilidade tolerável de incorrer do erro de rejeitar H_0 , quando H_0 é verdadeira. Na Tabela 2.3, é possível observar os valores do coeficiente K normalmente empregados em análises de acidentes.

Tabela 2.3. Valores Tabelados do coeficiente K

α	k
0,10 = 10%	1,282
0,05 = 5%	1,645
0,01 = 1%	2,330
0,005 = 0,5%	2,576
0,001 = 0,1%	3,000

Pode-se obter o valor de K por meio da tabela da curva Normal, denominada de Z. À medida que diminui o nível de significância aumenta o valor de K e, por conseguinte diminuem o número de trechos considerados críticos. Este fato pode ser visualizado na Figura 2.1.

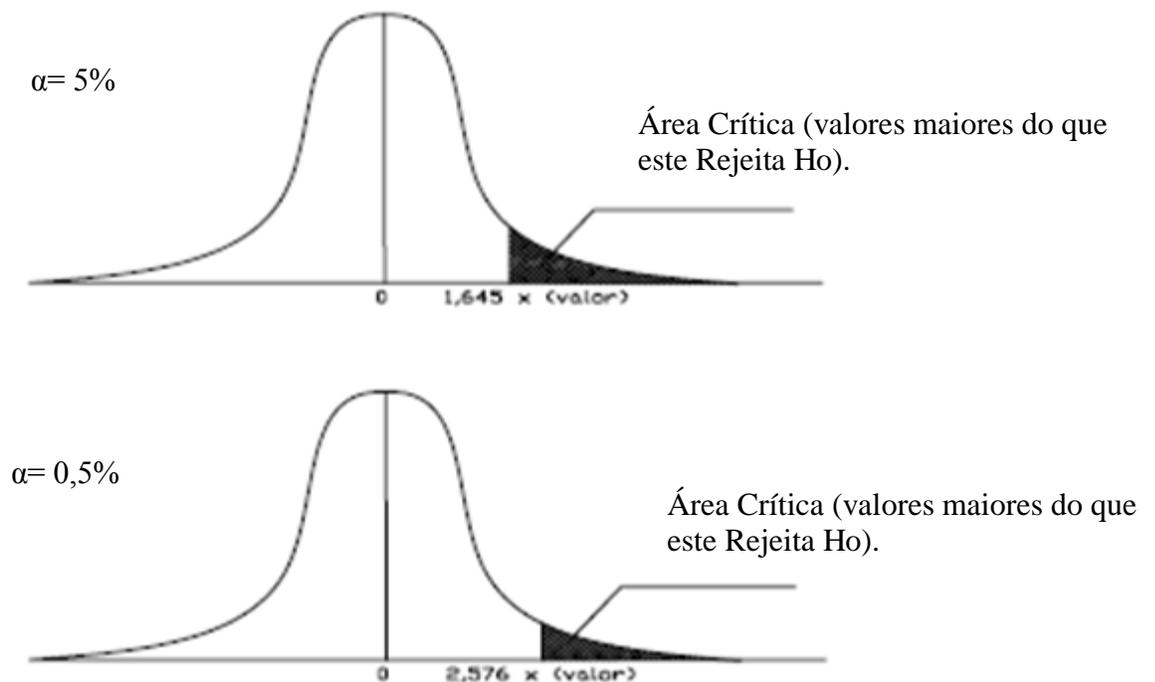


Figura 2.1. Curva de Distribuição Normal

Fonte: Brasil, 1986.

Assim, o índice de acidentes e o índice crítico anual de cada segmento são definidos:

Índice de Acidentes:

$$I_j = \frac{10^6 N_j}{365(VMD)_j E_j} \quad \text{Equação 03}$$

Índice crítico anual de referência

$$\lambda = \frac{\sum N_j}{365 \sum_j (VMD)_j E_j} \quad \text{Equação 04}$$

Em que,

N_j = Número anual de acidentes ocorridos no link, referente ao segmento j ;

$(VMD)_j$ = Volume médio diário, observado no segmento j ;

E_j = Extensão associada ao segmento j .

Índice crítico anual de um segmento

$$(IC)_j = 10^6 \lambda + k \sqrt{\frac{10^6 \lambda}{10^{-6} m}} - \frac{0,5}{10^{-6} m} \quad \text{Equação 05}$$

$$(IC)_j = r_{1-\alpha} x 10^6$$

Determinação do Segmento Crítico:

$$I_j \geq (IC)_j$$

2.1.2 METODOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO DE SEGMENTOS CRÍTICOS (DNIT)

Este é o método atualmente utilizado para a determinação dos segmentos críticos das rodovias federais brasileiras. Ele é baseado no método do DNER (BRASIL, 1986), possuindo seu mesmo método de cálculo para a identificação de trechos críticos, e assim como o DNER considera apenas a interferência de fatores não aleatórios. O DNIT, no entanto, acrescenta em sua

metodologia a preparação de uma série histórica regressiva, análise do grau de confiança do teste e a listagem completa dos segmentos críticos (BRASIL, 2006).

A aplicação do método parte inicialmente da descrição dos trechos do PNV (Plano Nacional de Viação)(BRASIL, 2010) com seus respectivos marcos quilométricos, aos quais são associados os números de acidentes ocorridos. Após a separação dos acidentes nos respectivos trechos do PNV, os segmentos são separados em subtrechos em que é feita a análise dos índices de acidentes e a definição dos segmentos críticos. A classificação utilizada para a definição dos subtrechos pode ser observada na Tabela 2.4.

Tabela 2.4. Classificação dos Subtrechos

Código	Pista	Uso do Solo	Região
01 - SUP	SIMPLES	URBANO	PLANA
02 - SUO	SIMPLES	URBANO	ONDULADA
03 - SUFO	SIMPLES	URBANO	FORTEMENTE ONDULADA
04 - SUM	SIMPLES	URBANO	MONTANHOSA
05 - SRP	SIMPLES	RURAL	PLANA
06 - SRO	SIMPLES	RURAL	ONDULADA
07 - SROF	SIMPLES	RURAL	FORTEMENTE ONDULADA
08 - SRM	SIMPLES	RURAL	MONTANHOSA
09 - DUP	DUPLA	URBANO	PLANA
10 - DUO	DUPLA	URBANO	ONDULADA
11 - DUFO	DUPLA	URBANO	FORTEMENTE ONDULADA
12 - DUM	DUPLA	URBANO	MONTANHOSA
13 - DRP	DUPLA	RURAL	PLANA
14 - DRO	DUPLA	RURAL	ONDULADA
15 - DRFO	DUPLA	RURAL	FORTEMENTE ONDULADA
16 - DRM	DUPLA	RURAL	MONTANHOSA

Fonte: Brasil, 2006.

Assim, após a classificação dos trechos, e com os dados dos acidentes os quais foram coletados previamente, pode-se calcular o índice de acidentes pela mesma fórmula citada previamente utilizada pelo DNER.

Por fim, é necessário estruturar uma série histórica regressiva de três anos de cada segmento a partir do ano-base. Isto é feito para verificar a variação do índice de acidentes e a constância do segmento definido como crítico em função do tempo para diferentes níveis de significância.

São então propostas três análises de acordo com o grau de confiança desejado para o teste.

1. Análise 1: Grau de confiança $\geq 95\%$ em toda a série indica segmento extremamente crítico.
2. Análise 2: Segmento mostrou-se crítico ao longo da série com grau de confiança crescente ao longo do tempo e $\geq 95\%$ no ano base indica a crescente insegurança do segmento. Exige estudos complementares.
3. Análise 3: Segmento mostrou-se crítico apenas no ano base e grau de confiança $\geq 90\%$ indica que o trecho precisa de avaliação complementar a fim de definir a razão da alteração.

O resultado final é apresentado através de uma listagem completa de segmentos críticos a qual apresenta os seguintes dados:

- Localização do segmento crítico (código de cadastro de trechos do PNV);
 - a. Classe de segmentação;
 - b. Volume médio diário de tráfego;
 - c. Extensão do segmento Crítico;
 - d. Quantidade total e categorização de acidentes na série histórica de três anos.

2.1.3 PROCEDIMENTOS PARA O TRATAMENTO DE LOCAIS CRÍTICOS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO (PARE-MT)

Este método foi desenvolvido em 2002 pelo CEFTRU - Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes da Universidade de Brasília como manual de tratamento de locais críticos para o Programa PARE do Ministério dos Transportes (BRASIL, 2002).

Segundo este documento, cinco linhas de atuação regem as experiências nacionais no tratamento de acidente de trânsito. Estas linhas são:

1. por local crítico - interseção ou trecho entre interseções consecutivas que apresenta uma

freqüência de acidentes elevada, se comparada com as demais interseções ou trechos entre interseções da malha viária;

2. por segmento crítico - extensões de vias urbanas ou de rodovias onde ocorrem freqüências elevadas de acidentes. Neste caso, cada segmento viário deve ser tratado como um todo, incluindo, muitas vezes, suas áreas adjacentes;
3. por área crítica - concentração de acidentes de trânsito em certas áreas onde, predominantemente, localiza-se a maior parte das atividades de comércio e de serviço;
4. por solução tipo – adota-se medidas que proporcionam redução no número e/ou na gravidade dos acidentes. Assim, para um determinado tipo de solução, procuram-se na rede viária locais cujas características físicas e operacionais se enquadram no cenário desta e, para que desta forma, possam proporcionar desempenho satisfatório em relação ao alcançado em outras aplicações. Alguns exemplos de solução tipo são mini-rotatórias, iluminação de faixas de pedestres e fiscalização eletrônica.
5. por tipo de usuário – considera as medidas preventivas e corretivas concentradas em um único usuário da via, como por exemplo, ciclistas, motociclistas, escolares e pedestres em geral. Assim, a adoção dessa estratégia geralmente está associada a políticas públicas em favor da segurança de determinada categoria de usuários, em vista da ocorrência de um nível elevado de acidentes envolvendo estes.

A metodologia propõe a realização de tratamento tendo por base os locais onde ocorrem os acidentes, e apresentando as etapas segundo a Figura 2.2.

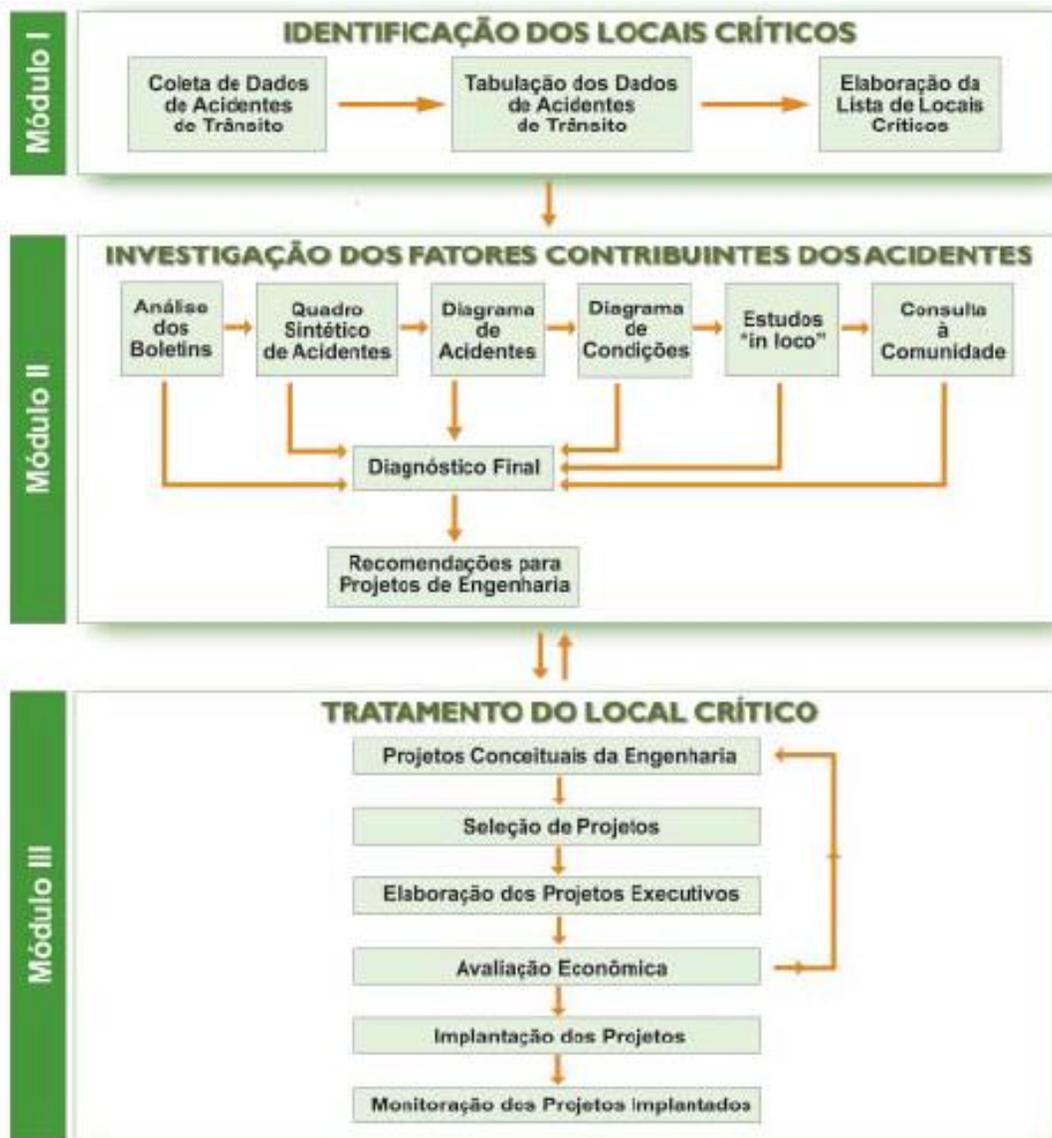


Figura 2.2. Fluxograma da Metodologia Adotada

Fonte: Brasil, 2002.

a) Identificação de locais críticos

Para realizar a identificação dos locais críticos é necessário ter o registro e a coleta de dados, os quais são obtidos por meio dos Boletins de Ocorrência ou Registro de Ocorrência. O boletim é realizado pelos policiais militares quando o atendimento é feito no local do acidente, tendo assim uma maior precisão e confiabilidade. Já o registro de ocorrência é realizado pelos próprios envolvidos no acidente, podendo apresentar um caráter tendencioso e impreciso. A partir desses documentos, dados como local, dia, hora e tipo do acidente e sua severidade são

obtidos. Esses dados são fundamentais para a identificação dos trechos críticos.

A metodologia é estruturada com base nos métodos numéricos utilizando as técnicas da taxa de acidentes e da taxa de severidade.

As taxas de acidentes são normalmente expressas em acidentes por milhões de veículos que entram em uma interseção ou acidentes por milhões de veículos x km em um trecho de via, podendo ser calculadas conforme as Equações 06 e 07, respectivamente.

Para interseções:

$$T = \frac{Ax10^5}{PxV} \quad \text{Equação 06}$$

Onde,

T = número de acidentes por milhões de veículos;

A = número de acidentes na interseção;

P = período do estudo, em dias (geralmente 365 dias);

V = volume médio diário que entra na interseção (soma das aproximações).

Para trechos viários:

$$T = \frac{Ax10^5}{PxVxE} \quad \text{Equação 07}$$

Onde,

T = acidentes por milhões de veículos x km;

A = número de acidentes no trecho;

P = período do estudo, em dias (geralmente 365 dias);

V = volume médio diário que passa no trecho;

E = extensão do trecho (em km).

Esta técnica da taxa de acidentes tem como vantagem a neutralização da influência do volume de veículos no nível de acidentes, já que locais com elevados volumes de tráfego tendem a possuir maior número de acidentes.

Já as taxas das severidades dos acidentes relaciona a quantidade de acidentes expressa em Unidade Padrão de Severidade (UPS), com o volume de tráfego, sendo esta taxa normalmente expressa em UPS por milhões de veículos que entram em uma interseção (para o caso de interseções), ou UPS por milhões de veículos x km em um trecho de via. As expressões para cálculo dessas taxas são semelhantes às apresentadas para a Técnica da Taxa de Acidentes, substituindo apenas o número de acidentes pelo número de acidentes expresso em UPS. Dessa forma, além do volume de tráfego, há a consideração da severidade dos acidentes em seus resultados.

O valor atribuído a cada acidente consiste em relacionar um determinado peso a uma situação de acordo com sua severidade. Os pesos foram estabelecidos a partir da relação entre os custos atribuídos a cada tipo de severidade. Para a sociedade, um acidente com vítima fatal (AVF) possui custo econômico superior a um acidente com ferido (ACF), que, por sua vez, possui custo superior àqueles somente com danos materiais (ADM). Assim temos:

Peso 1 – acidente somente com danos materiais;

Peso 4 – acidentes com feridos;

Peso 6 – acidentes com feridos envolvendo pedestres;

Peso 13 – acidente com vítima(s) fatal(is).

Número de UPS = Acidentes somente com danos materiais x 1 + Acidentes com Ferido(s) x 4 + Acidentes com feridos envolvendo pedestres x 6 + Acidentes com vítima(s) fatal(is) x 13

$$T = \frac{N^{\circ} \text{ de UPS} \times 10^5}{P \times V} \quad \text{Equação 08}$$

sendo,

T = acidentes em UPS por milhões de veículos;

UPS = unidade padrão de severidade;

P = período do estudo, em dias (geralmente 365 dias);

V = volume médio diário que entra na interseção(soma das aproximações).

$$T = \frac{N^{\circ} de UPS \times 10^5}{P \times V \times E}$$

Equação 09

Em que,

T = acidentes por milhões de veículos x km;

UPS = unidade padrão de severidade;

P = período do estudo, em dias (geralmente 365 dias);

V = volume médio diário que passa no trecho;

E = extensão do trecho (em km);

Os procedimentos propostos pelo método para identificação dos locais críticos podem ser visualizados na Tabela 2.5.

b) Investigação dos Fatores Contribuintes dos Acidentes

Na etapa de investigação são necessárias as realizações das seguintes atividades: análise dos boletins e relatórios de ocorrência, elaboração dos diagramas dos acidentes, elaboração dos diagramas de condições, consulta à comunidade, entrevista com as partes envolvidas, estudos *in loco* e diagnóstico final.

c) Tratamento do Local Crítico

A etapa de tratamento dos locais críticos prevê 5 atividades:

- Desenvolvimento dos projetos conceituais: deverão ser elaborados os projeto conceituais nos quais deve constar um esboço das soluções de engenharia, tendo em vista o conjunto das recomendações para tratamento de um dado local crítico. Tais projetos devem tratar das medidas relativas à sinalização viária (horizontal, vertical e semafórica), à geometria e a serviços que se fizerem necessários, a fim de permitir uma avaliação qualitativa (para verificar a coerência técnica das medidas na busca dos melhores resultados) e quantitativa (para fins de orçamento) das intervenções propostas;
- Seleção dos projetos que deverão receber atenção especial: após a elaboração do projeto

conceitual e antes do desenvolvimento do projeto executivo – projeto final de engenharia, deve-se realizar uma verificação do grau de viabilidade econômica dos projetos para fins de estabelecimento de prioridade na elaboração dos projetos executivos ou mesmo para descarte ou reavaliação de alguns dos casos em estudo;

- Desenvolvimento e implementação dos projetos executivos: essa é a fase final de detalhamento das medidas de engenharia a serem implantadas. Normalmente, um projeto voltado ao tratamento de local crítico é composto pelos projetos geométrico, de pavimentação, sinalização viária, estimativas de custos das obras e caderno de encargos;
 - Avaliação econômica: são abordadas duas técnicas, em que uma reporta-se a um instrumento de verificação de oportunidade de investimento, tendo como indicador de referência a relação custo benefício, e outra em que se considera todos os procedimentos metodológicos pertinentes, tendo por base a vida útil do projeto a ser efetivamente executado;
- Monitoramento dos projetos implantados: objetiva verificar a eficácia das medidas implantados nos locais.

Tabela 2.5. Procedimentos Necessários para Identificação dos Locais Críticos

1°. Definir um período para estudo.
2°. Identificar os locais onde ocorrem acidentes no período selecionado, indicando o número de ocorrências registradas. Separar interseções de trechos.
3°. Excluir os locais/trechos com número de acidentes menor ou igual a três, exceto aqueles com registro de pelo menos um óbito no período de estudo.
4°. Excluir os locais/trechos onde ocorrem intervenções físicas, inclusive sinalizações, após o período de referência (se forem realizadas intervenções no local em questão, temos q dispor de informações sobre os acidentes ocorridos no mínimo seis meses após a implantação).
5°. Excluir os casos de acidentes ocorridos por razões excepcionais, cujas causas já tenham sido sanadas ou que tenham sido consequência de fatores também excepcionais desde que seja possível identificar tais ocorrências na fase de levantamento de informações.
6°. Da lista de locais/trechos que atenderam aos procedimentos anteriores, construir outra lista contendo um número de locais duas vezes superior ao número que se pretende tratar, segundo ordem decrescente de ocorrências.
7°. Selecionados os locais/trechos, estratificar as ocorrências por tipo de severidade e determinar o número de UPS para cada caso, considerando os pesos 13, 6, 4 e 1, respectivamente, para os acidentes com vítima(s) fatal(is), com feridos envolvendo pedestres, com ferido(s) e somente danos materiais.
8°. Determinar a média aritmética das UPS relativas aos locais/trechos considerados no procedimento anterior (7°). Serão considerados Locais/Trechos Críticos aqueles com UPS igual ou superior a essa média.
9°. Programar o Banco de Dados para estratificar as ocorrências por tipo de severidade, atribuindo pesos 13, 6, 4 e 1 conforme indicado no 7° Procedimento. Aplicar o 6° e, em seguida, o 8° procedimento. Serão considerados Locais/Trechos Críticos aqueles com UPS igual ou superior a essa média.
10°. Na hipótese de a cidade dispor de contagens volumétricas de veículos para os locais resultantes do 6° procedimento, aplicar a Técnica da taxa de severidade dos acidentes e, em seguida, realizar a mesma conduta indicada no 8° Procedimento para classificar os Locais/Trechos Críticos, considerando, neste caso, as Taxas iguais ou superiores à Taxa de Severidade média apurada entre os locais considerados.
11°. Selecionar cinco pessoas com amplo conhecimento do sistema viário local e solicitar a cada uma, isoladamente, que apresente a relação dos cinco ou mais locais (ate 10) que, na opinião delas constituem os principais locais críticos de acidentes de trânsito da cidade.
12°. Compor uma lista com todas as indicações pessoais dos “avaliadores” do Procedimento anterior (11°), sem repetição de um mesmo local, e enviar a esses mesmos “avaliadores” para que façam, também isoladamente, uma classificação da gravidade do local através de notas de 1 a 5, atribuindo 5 aquele local por ele considerado o mais crítico dentre os listados. Essa avaliação pessoal retornará á equipe técnica que comporá um nova lista de todos os locais agora ordenados decrescentemente segundo o total de pontos alçados por cada local, sendo este total resultante da soma das notas recebidas de cada “avaliador”.
13°. Se for possível a obtenção do BOs e ROs relativos aos locais indicados no Procedimento anterior (12°). Deverão ser executados do 3° ao 8° Procedimentos, inclusive, e o 10°, na hipótese de existirem dados de contagem volumétrica de veículos nos locais identificados.

Fonte: Brasil, 2002.

2.1.4 ANÁLISE E TRATAMENTO DE TRECHOS RODOVIÁRIOS CRÍTICOS EM AMBIENTES DE GRANDES CENTROS URBANOS (MENESES)

A metodologia proposta por Meneses (2001) considera o ambiente urbano na maioria das rodovias para a identificação de seus trechos críticos.

Meneses (2001) sugere uma desagregação geográfica e física do sistema viário em componentes uniformes, tais como interseções, obras de arte, cruzamento com vias férreas, características geométricas do traçado. Assim, os acidentes localizados dentro de um mesmo componente estão provavelmente relacionados entre si e pode-se supor que possuem pelo menos uma causa em comum.

As etapas desta metodologia estão apresentadas na Figura 2.3.

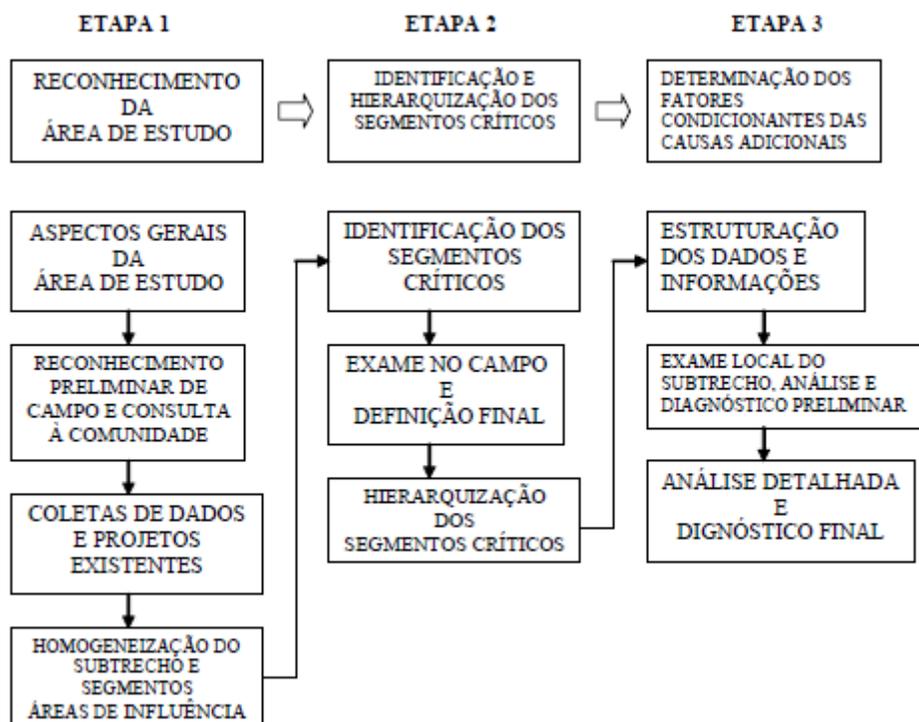


Figura 2.3. Etapas da Metodologia de Meneses (2001)

Fonte: Adaptado de Meneses, 2001.

- Reconhecimento da área de estudo: fase em que técnicos devem fazer a utilização da via em estudo na qualidade de motorista e pedestre para que assim tenham uma percepção do trecho e colem informações as quais nem sempre estão presentes nos registros de acidentes.
 - Identificação e classificação dos segmentos críticos: a determinação dos segmentos críticos é baseada na análise de três índices: (i) o índice de acidente, (ii) índice médio de acidentes e (iii) índice crítico de acidentes.
- i. O Índice de Acidentes (IA) calculado é obtido a partir da determinação do Número Equivalente de Acidentes (NEAs), o qual leva em consideração a análise dos acidentes fatais com ou sem pedestres, utilizando também uma ponderação baseada em estudos econômicos de acidentes de trânsito registrados em vias urbanas.
 - ii. O Índice Médio de Acidentes (Imt) representa a razão entre o Número Equivalente de Acidentes (NEAt) registrados no trecho ou subtrecho (no período considerado) e seu momento de tráfego.
 - iii. O índice crítico de acidentes (Ic) representa um parâmetro acima do qual os acidentes observados num segmento “s”, num período considerado, serão provavelmente decorrentes de causas intrínsecas à via, além daquelas associados meramente ao acaso (causas transitórias).

Após a definição dos índices de cada segmento verifica-se se $IA > Ic$. Em caso afirmativo, o trecho é considerado crítico. Em caso negativo, se o trecho apresentar um elevado valor de Imt, uma análise subjetiva é feita para saber se o trecho deve ser descartado ou estudado de modo específico.

Por fim, o exame no campo para definição final e a hierarquização dos segmentos são feitos.

- Determinação dos fatores condicionantes da ocorrência de acidentes e soluções preliminares: nesta etapa é feita uma estruturação dos dados dos acidentes, consulta ao vídeo registro e a relatórios e projetos de engenharia, e uma síntese das condições no local. Posteriormente faz-se uma análise e diagnóstico preliminar com o intuito de a partir da observação da evolução histórica de cada segmento crítico ter um pré-diagnóstico dos fatores e condicionamentos da ocorrência dos acidentes em cada segmento crítico. Por fim, é realizado um exame local do trecho.

- Seleção e apresentação de propostas de tratamento: a escolha da proposta de tratamento é fundamentada no equilíbrio de três parâmetros, os quais são os critérios técnicos, recursos financeiros envolvidos e o público alvo. Para construção desta etapa são desenvolvidas as seguintes fases:
 - i. Seleção preliminar das propostas de tratamento: será realizada a partir das recomendações e informações do diagnóstico final, contando ainda com o auxílio do Resumo da Vistoria dos segmentos críticos e, deve-se também qualificar e apontar os resultados esperados. Desse modo, todas as melhorias alternativas consideradas viáveis de implementação são listadas e, hierarquizadas em função dos níveis de insegurança de cada segmento;

 - ii. Apresentação e discussão com a comunidade: o objetivo principal dessa fase é possibilitar a apresentação e discussão dos critérios de análise e das alternativas propostas, com a comunidade, auxiliando, assim, a equipe técnica a proceder à escolha e consolidar as recomendações finais do estudo, atendendo não só aos critérios técnicos como também aos anseios do público alvo. Pode permitir ainda, o conhecimento de possíveis obstáculos (problemas) a serem vencidos, quando da implementação das intervenções;

 - iii. Proposta final de intervenções de tratamento: lista-se neste item as propostas aprovadas.

2.2. METODOLOGIAS INTERNACIONAIS PARA IDENTIFICAÇÃO E TRATAMENTO DE LOCAIS CONCENTRADORES DE ACIDENTES

2.2.1 *TRAFFIC ENGINEERING HANDBOOK* (ITE, 1992)

Livro criado pelo *Institute of Transportation Engineers* (ITE, 1992) o qual é uma associação educacional e científica internacional de engenheiros de transporte e tráfego e outros profissionais responsáveis pela mobilidade e sua segurança. Em seu capítulo 4 é apresentado o tratamento dos acidentes de trânsito intitulado de *Traffic Accident and Highway Safety*.

De acordo com o autor, locais críticos são aqueles com a maior percentagem de acidentes em relação aos demais. Estes trechos com a maior percentagem, geralmente correspondem aos locais com maior número de acidentes e possuem volumes de tráfego similares, assim como localizações em desenho e função (intersecções, duas faixas de rodovia, quatro faixas de rodovia, etc.).

Grande parte das técnicas utilizadas para a identificação desses locais críticos usam métodos estatísticos como uma “tela” ou “peneira” que retém somente as localizações com maior número esperado de acidentes ou percentagem de acidentes. A percentagem crítica depende da média percentual dos acidentes nos locais considerados da rodovia.

A equação padrão para calcular a percentagem de acidentes é:

$$\text{Percentagem} = \frac{\text{número de acidentes}}{\text{exposição}} \quad \text{Equação 09}$$

As percentagens de acidentes são, normalmente, consideradas as melhores medidas de risco de acidentes, pois levam em conta diferentes fluxos de tráfego e podem ser calculados usando a quantidade de acidentes, de danos e de mortes, podendo ainda ser ajustados para relacionar os tipos de acidentes. No caso dos tipos de acidentes, é utilizada uma aproximação chamada Dano Equivalente a Propriedade (EPDO) que atribui diferentes pesos fixados arbitrariamente ou relacionados com alguma outra medida como a estimativa de custos das propriedades danificadas, feridos e acidentes fatais a cada acidente.

Quando o local for identificado para análises adicionais, os seguintes passos devem ser seguidos, conforme a Tabela 2.6.

Tabela 2.6. Passos Para Localização de Trechos Críticos Segundo o *Traffic Engineering Handbook*

1. Obtenção de todas as percentagens de acidentes e relatórios por um período mínimo de tempo de dois anos.
2. Preparação de um relatório resumido sobre as percentagens dos acidentes, incluindo data e hora dos acidentes, condições do clima, condições da rodovia, tipo de acidente (colisão lateral, colisão traseira, etc.), tipo de veículo envolvido, ação do motorista e outras informações do relatório formal.
3. Preparação do diagrama da colisão para identificar um padrão para a ocorrência dos acidentes que podem auxiliar a análise na procura de soluções de engenharia.
4. Preparação de um diagrama de condições ou um desenho (croqui) do local, incluindo características físicas tais como um plano de controle de tráfego, condições do pavimento.
5. Obtenção de outras percentagens tais como velocidade e volume de tráfego e classificação dos veículos.
6. Visita aos locais para observar e familiarizar-se com as características específicas deste, como o modelo de tráfego e outras informações disponíveis.

As melhorias na segurança devido ao tratamento dado a cada local crítico são verificadas através da sua eficácia, em que se relacionam a média dos acidentes no período anterior a mudança e a média dos acidentes no período posterior a mudança.

2.2.2 HIGHWAY SAFETY IMPROVEMENT PROGRAM MANUAL

O item 2.4 *Network Screening* do *Highway Safety Manual* (FHWA, 2011) trata dos acidentes de trânsito, sua localização e melhorias. Sua metodologia pode ser observada a seguir.

(I) Identificação de Problemas de Segurança para Tratar com Melhorias Sistêmicas de Segurança

A análise se concentra mais em segmentos de rodovia e até mesmo em redes inteiras. Analistas olham para além de um determinado local e se concentram em torno de segmentos de estrada para a implementação mais eficiente e eficaz de contramedidas.

A melhoria sistêmica da segurança da rodovia é uma contramedida específica, ou um conjunto de contramedidas, implementadas em todas as vias ou trechos de via em que um tipo de acidente está ligado com uma rodovia particular ou elemento de tráfego. Locais para implementação de melhorias não são baseadas nos números ou taxas de acidentes em locais particulares, mas em uma análise das rodovias que compartilham elementos "perigosos" que podem ser atenuados pela melhoria.

O processo para identificar potenciais problemas de segurança na rodovia para que melhorias sejam realizadas envolve as seguintes três etapas:

1. Em primeiro lugar, identificar os principais tipos de acidentes para abordar (por exemplo, colisão de veículos com objetos fora da rodovia, colisões frontais, etc). Normalmente, estes principais tipos de acidentes são selecionados com base no número e gravidade desses.
2. Em seguida, identificar características das instalações em que ocorrem os principais tipos de acidentes (por exemplo, rural contra urbana, de duas faixas contra quatro pistas, em curva em contra tangente, tipo de controle de intersecção, etc.).
3. Por fim, estabelecer limiares que definirão instalações de "alto risco" para a implementação das contramedidas (por exemplo, média diária anual de tráfego maior do que 20.000 veículos por dia, curvas horizontais superiores a 7 graus, larguras média inferior a 50 pés, etc.).

Uma vez identificados os tipos de acidentes e suas principais características, o próximo passo é identificar a(s) contramedida (s) apropriadas para as futuras melhorias.

(II) *Identificação de Locais com Potencial para Melhoria de Segurança*

O processo de avaliação da rede viária para identificação de trechos com potencial para se beneficiar de uma melhoria da segurança envolve uma análise abrangente da rede selecionada para identificar os locais com potencial problema de segurança. Este processo é tipicamente conduzido em quatro passos:

- a) Identificar e agrupar os elementos de rede;
- b) Escolher uma metodologia de identificação;
- c) Selecionar o método de rastreamento;
- d) Analisar e avaliar os resultados.

a) Identificar e Agrupar os Elementos da Rede

O primeiro passo é identificar os elementos da rede a serem avaliados e agrupá-los em populações de referência. Elementos que podem ser considerados para o processo de seleção incluem: interseções, segmentos, instalações, rampas, terminais de rampa, que são então agrupados por população de referência ou trechos com características semelhantes.

Através do estabelecimento de uma população de referência, o desempenho num trecho particular é comparado com o esperado para a segurança da população de referência, obtendo-se uma medida relativa de comparação para determinar os locais com potencial para a melhoria. Populações de referência podem ser estabelecidas com base em várias características.

Potenciais interseções podem ser agrupadas em populações em referência com base em:

- Controle de Tráfego (sinalizada, nos dois sentidos, controle de parada);
- Número de Abordagens (Três pernas, Cruzamento quatro pernas);
- Corte transversal (número de pistas em seguimentos retos e em saídas);
- Classificação funcional (arterial, coletor, local);
- Tipo de área (urbano, suburbano, rural);
- Volume de Tráfego (milhões de veículos que trafegam, volumes nos picos hora, ou médio diário de tráfego, incluindo pedestres, bicicletas, caminhões, ônibus);
- Terreno (plano, ondulado ou montanhoso).

Da mesma forma, os segmentos da rodovia podem ser agrupados em populações de referência com base em:

- Tipo de área (urbano, suburbano, rural);
- Número de faixas por sentido;
- Classificação funcional (arterial, coletor, local);
- Tipo de área (urbano, suburbano, rural);

- Densidade de acesso (entrada de automóveis ou espaçamento da interseção);
- Volumes de tráfego (tráfego de pico hora, o tráfego diário médio anual (TMDA); incluindo pedestres, bicicletas, caminhões, ônibus volumes);
- Tipo e /ou a largura do canteiro central;
- Velocidade permitida;
- Terreno (plano ou montanhoso).

Interseções e estradas podem ser agrupadas com base em várias populações de referência, o que dependerá dos dados disponíveis. Por exemplo, interseções podem ser agrupadas como cruzamentos sinalizados urbanos de duas vias arteriais ou cruzamentos sinalizados urbanos de uma via arterial com uma coletora. Uma vez que os elementos de rede foram agrupados por populações de referência, métodos de identificação de problema são selecionados para usar na avaliação.

b) Seleção da Metodologia de Identificação do Problema

Seleção de uma metodologia de identificação do problema a ser usado para a análise dos elementos da rede é o segundo passo no processo de avaliação. A avaliação pode ser baseada em um ou vários métodos de identificação de problemas. Os usos de vários métodos podem fornecer mais segurança na avaliação.

Diversas metodologias de identificação de problema podem ser usadas para identificar locais para melhorias de segurança, e o método de identificação do problema específico utilizado varia de agência para agência. As agências devem utilizar métodos no processo de rastreamento de rede que se adequem a seus dados disponíveis e propósitos específicos.

A seguir na Tabela 2.7 estão os métodos de identificação de 8 problemas identificados no Manual de Segurança Rodoviária (AASHTO, 2010) :

Tabela 2.7. Descrição dos Métodos de acordo com os Problemas Identificados

PROBLEMA	DESCRIÇÃO
Frequência média de acidentes	Locais são ranqueados baseados no número total de acidentes ou de acordo com uma severidade específica de acidente ou ainda em relação a um tipo de acidente durante um certo tempo. O trecho com o maior número de acidentes é o primeiro da lista.
Taxa de acidentes	A taxa de acidentes normaliza a frequência de acidentes baseada na exposição.
Danos equivalentes apenas de propriedade	A cada acidente é relacionado um peso baseado na severidade do acidente e no custo do dano a propriedade.
Índice relativo de severidade	O custo médio dos acidentes é atribuído a cada acidente no local, e o custo médio total desses acidentes no local é comparado ao custo médio da população de referência.
Excesso previsto da frequência média de acidentes utilizando o método dos momentos	A frequência de acidentes em um local é ajustada baseada na variação de dados do acidente e na média da quantidade de acidentes de uma população de referência em um certo local, e então é comparada a frequência média dos acidentes da população de referência.
Nível de serviço de segurança	Este método compara a frequência de acidentes ou a severidade observadas a um valor médio previsto para a população de referência. A diferença entre esses dois valores caracteriza uma medida de desempenho a qual varia entre Perda I a Perda IV, com Perda I indicando um baixo potencial para redução de acidente e Perda IV um alto potencial para redução de acidentes.
Probabilidade de acidentes específicos que excedem proporções limiares	Esse método é baseado na probabilidade de a proporção de um tipo específico de acidente durante um longo período exceda a proporção limiar de um local de população de referência.
Proporções excessivas de tipos específicos de acidentes	Diferença entre a proporção observada de um tipo específico de acidente em um trecho e a proporção limiar da população de referência.

Três métodos de avaliação de segmentos críticos são utilizados de acordo com a população de referência e a metodologia de identificação de problemas. Estes são:

I. “Rankeamento” Simplificado

Como o próprio nome sugere, o ranqueamento simplificado é o método mais simples dentre os três métodos de avaliação. Este pode ser aplicado a segmentos de rodovias, nós (intersecções e cruzamentos entre ferrovias e rodovias no mesmo plano) ou instalações. Esses locais são ranqueados (de maneira decrescente) de acordo com o potencial de melhoria na segurança ou o maior valor da metodologia de identificação de problemas escolhida. As localidades que possuem os parâmetros calculados mais altos são identificadas para que ocorra um estudo posterior.

Os métodos *Sliding Window* e *Peak Searching* podem ser utilizados apenas em avaliações que se baseiam em segmentações das rodovias. Esse tipo de avaliação identifica os pontos de um segmento de rodovia mais passíveis de aumento na segurança e não incluem intersecções.

II. *Sliding Window*

Nesta metodologia, o valor da variável de interesse (determinada através do método de identificação do problema escolhido) é calculado para um comprimento específico de rodovia (por exemplo 0,3 milhas) e o segmento é movimentado de uma distância incremental específica (por exemplo 0,1 milhas) e assim se repetindo até que os cálculos sejam realizados para toda a extensão do trecho selecionado. Dentre toda a rodovia, a janela que apresentar o maior potencial de aumento na segurança é identificada através do maior valor. Quando a janela de avaliação se aproxima de uma fronteira, o comprimento do segmento se mantém, e apenas a distância incremental é ajustada. Caso o segmento de rodovia estudado seja menor do que o comprimento pré-especificado, o comprimento da janela se iguala ao comprimento deste segmento.

III. *Peak Searching*

O método “Peak Searching” é muito semelhante ao “Sliding Window” uma vez que este também subdivide a rodovia em janelas de comprimento parecido. Sua diferença se dá na meticulosidade do método. Primeiro, a rodovia é subdividida em janelas de 0,1 milhas, com exceção à ultima janela que pode encavalar com a penúltima (pois as janelas não devem se

sobrepor). Então, o método de identificação do problema é aplicado a cada janela, e o valor resultante é refinado ao nível de precisão requerido, o qual é baseado no coeficiente de variação do valor calculado pelo método de identificação do problema. Caso nenhuma das janelas de 0,1 milhas atinja o nível de precisão requerido, o tamanho das janelas é alterado para 0,2 milhas e então o procedimento é realizado novamente até que se atinja a precisão desejada ou até que o tamanho da janela seja igual ao tamanho da rodovia que está sendo estudada. Por exemplo, se o nível de precisão desejado for de 0,2 e o coeficiente de variação de cada segmento é superior a 0,2, entendemos que nenhuma das janelas atende o critério de avaliação, fazendo-se necessário que o comprimento da janela seja aumentado.

3. IDENTIFICAÇÃO DE TRECHOS CRÍTICOS NA BR-020/DF

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA BR – 020

A rodovia BR-020 é uma rodovia federal do tipo radial do Brasil, possuindo uma extensão total de 2.038,5 km. Seu ponto inicial fica na cidade de Brasília no Distrito Federal, e o final, em Fortaleza, no estado do Ceará. Além do Distrito Federal, a rodovia atravessa também os estados de Goiás, Bahia, Piauí e Ceará. Em 2005, o trecho compreendido entre as cidades de Formosa (GO) e Fortaleza (CE) recebeu a denominação de Rodovia Presidente Juscelino Kubitschek, através da lei nº 11.141/05. A rodovia apresenta, ainda, um trecho não asfaltado na Bahia, entre o Km 327 (próximo a Riachão das Neves) e a divisa daquele estado com o Piauí.

O segmento da rodovia inserida no Distrito Federal atravessa regiões administrativas econômicas fundamentais, como Sobradinho e Planaltina, além de ligar centros populacionais importantes com a capital. A rodovia também é de vital importância para o turismo e para o escoamento da produção, já que circunda importantes regiões produtoras de grãos, e liga as mesmas a todas as regiões do país.

Quanto à situação física e ao uso/ocupação do solo, o segmento da rodovia da BR – 020 dentro do Distrito Federal apresentava, até o ano de 2015, toda extensão pavimentada, que se inicia no km 0 até a divisa com Goiás, na cidade de Formosa, no km 57,1. Esse trecho da BR - 020 é duplicado, tendo ainda alguns locais com mais três faixas, passando por trechos urbanos e rurais. A rodovia possui um canteiro central com distância adequada (padrão) e em alguns trechos interseções em desnível nos quais minimizam as possibilidades de conflitos veiculares.

Por cortar áreas densamente povoadas e fornecer acesso à Brasília, como pode ser observado na Figura 3.1, possui um expressivo volume de veículos que trafegam pelo trecho. Em algumas partes de sua extensão, vias marginais são utilizadas como uma forma de reduzir conflitos entre veículos de passagem e os locais, além de adotar alguns procedimentos como a faixa reversa, em horários específicos, para fornecer maior fluidez ao trânsito.

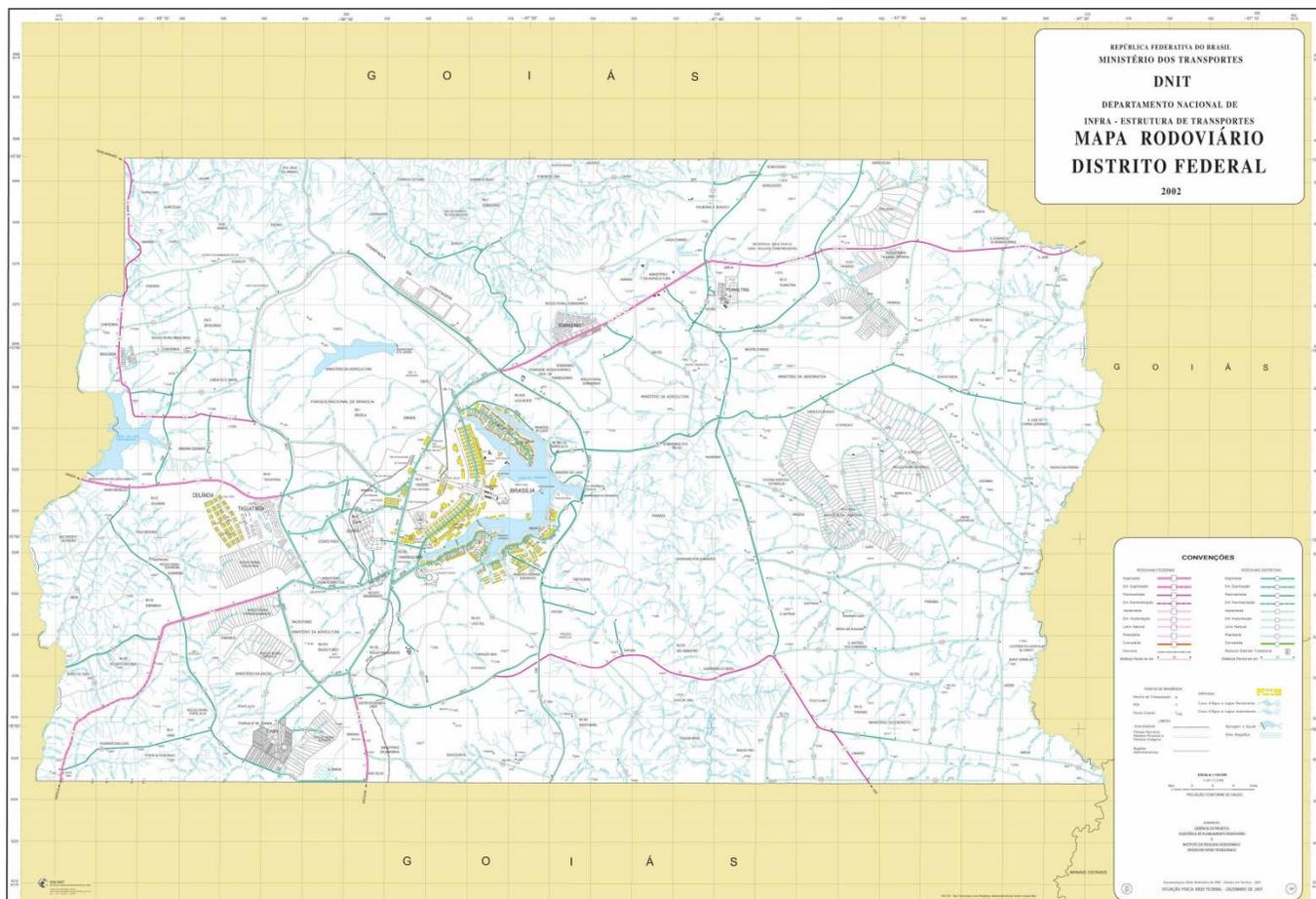


Figura 3.1. Mapa Rodoviário do Distrito Federal

Fonte: Brasil, 2002.

No ano de 2015 foram registrados 245 acidentes na BR-020 no sentido Brasília-Formosa. Desses, 85 foram acidentes sem vítimas, 146 acidentes com vítimas, 8 atropelamentos e 6 com vítimas fatais. Pode-se observar a proporção na Figura 3.2.

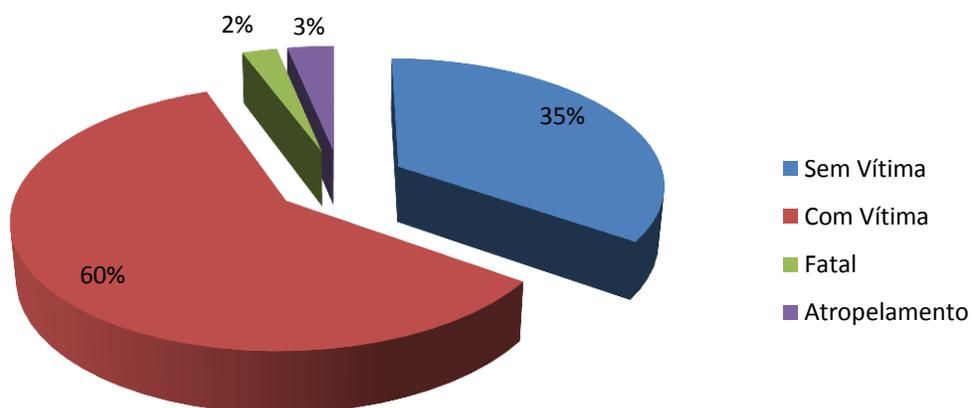


Figura 3.2. Proporção dos Acidentes da BR-020

Através da utilização desses dados de acidentes e do volume de tráfego, foram determinados os trechos críticos da rodovia BR-020, de acordo com cada método.

3.2.LEVANTAMENTO DE DADOS

O levantamento de dados é uma das etapas mais importantes na análise e tratamento dos trechos críticos, no que diz respeito à segurança viária. As informações precisas e organizadas são fundamentais para que se obtenha um banco de dados confiável, e assim se alcance resultados coerentes.

Segundo Baginski (1995), “os métodos de identificação de acidentes de trânsito são derivados de análises sistemáticas dos dados dos acidentes. Um dos fatores mais importantes no sucesso ou falha da análise é a qualidade dos dados primários. Igualmente importante é um detalhado entendimento dos vários métodos de armazenamento, ordenação e apresentação, tendo em vista que a informação será necessária para diferentes usuários e para uma variedade de objetivos”.

Os dados que serão utilizados na análise da rodovia selecionada devem conter informações relacionadas ao tráfego, aos acidentes e as características físicas, geométricas e operacionais da via. Estes estão contidos nos boletins de ocorrência (BO) utilizados pela Polícia

Rodoviária Federal e Estadual.

De acordo com a metodologia PARE-MT (BRASIL, 2002), o boletim é realizado por policiais militares quando o atendimento é feito no local do acidente, tendo assim uma maior precisão e confiabilidade. Já o registro é realizado pelos próprios envolvidos no acidente, podendo apresentar um caráter tendencioso e impreciso.

Além disso, os dados referentes às vítimas fatais são falhos, haja vista que os óbitos ocorridos nos hospitais não são contabilizados nos boletins de ocorrência. Dessa forma, é preciso estar atento para as limitações dos bancos de dados disponíveis.

3.2.1. DADOS DE ACIDENTES

A coleta de dados dos acidentes para esse estudo foi feita através das informações disponibilizadas pela Polícia Rodoviária Federal (PRF, 2016) em seu sítio na internet. A partir dos boletins de ocorrência, a PRF contabilizou e organizou trimestralmente, a cada ano, as informações de acidentes. Os dados utilizados na composição da tabela são: data, estado, cidade, rodovia, quilômetro do acidente, sentido da rodovia, tipo de acidente, classificação quanto a severidade e o número de acidentados.

Com esse banco de informações disponibilizado e utilizando o programa de edição de planilhas Excel, manipularam-se os dados de forma a obter aqueles referentes aos acidentes ocorridos no trecho da BR-020 situado no Distrito Federal. Foi realizada também a separação dos trechos segundo o Plano Nacional de Viação (PNV) (BRASIL, 2010), associando a cada trecho a quantidade de acidentes e as suas respectivas severidades (sem vítima, com vítima, atropelamento e com vítima fatal).

3.2.2. DADOS DE VOLUME DE TRÁFEGO

A coleta de dados do volume de tráfego diário (VMD) foi realizada por meio de busca de informações disponíveis nos departamentos responsáveis pela contagem de tráfego. Inicialmente, foram realizadas pesquisas no sítio do Departamento Nacional de Infraestrutura de

Transporte (DNIT), a procura do volume de tráfego na BR-020 inserida no Distrito Federal. Entretanto, estavam disponíveis apenas os dados do VMD referente ao ano de 2009.

Em busca de dados mais recentes relativos ao volume de tráfego, realizou-se uma visita a sede da Polícia Rodoviária Federal em Brasília, a qual informou que não possuía tais dados e sugeriu a verificação da disponibilidade dessas informações no Departamento de Estradas de Rodagens (DER/DF).

O DER/DF disponibilizou apenas dados relativos aos Km 04 e 11 da BR-020, nos horários de pico do dia 24 de setembro e 01 de outubro de 2013. Informou também que dados mais recentes poderiam ser obtidos através dos equipamentos eletrônicos de fiscalização, os quais deveriam ser requeridos no DNIT.

Por fim, após contato com o DNIT, foram obtidos os dados de volume médio anual de tráfego (VMDA) do ano de 2015, obtidos dos equipamentos eletrônicos de fiscalização presentes na rodovia BR-020, inserida no Distrito Federal.

3.3. APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DE TRECHOS CRÍTICOS

Os métodos utilizados nesta pesquisa para identificação de trechos críticos, os quais são os maiores concentradores de acidentes, foram os métodos estatísticos do DNIT (BRASIL, 2006) e Meneses (2001), e o método numérico do PARE-MT (BRASIL, 2002). O método de DNIT foi escolhido por ser o método atualmente utilizado na identificação dos trechos críticos nas rodovias federais. O do PARE-MT foi escolhido por ser um método numérico, diferentemente do DNIT e Meneses, e por considerar o grau de severidade dos acidentes em sua análise. Por fim, o método de Meneses foi aplicado por ser um método que une tanto características do método do DNIT quanto da metodologia PARE-MT.

Os métodos numéricos são os de mais fácil aplicação e identificam os locais críticos a partir do cálculo de indicadores (quantidade de acidentes, taxa de acidentes), comparados com um valor previamente estabelecido. O local crítico será aquele em que o valor calculado é maior que o valor de referência.

Já os métodos estatísticos envolvem a utilização de modelos matemáticos probabilísticos que determinam os locais onde o risco de acidentes é superior ao estimado ou esperado.

A Figura 3.3 traz o fluxograma dos passos utilizados por cada método para obtenção dos locais críticos.

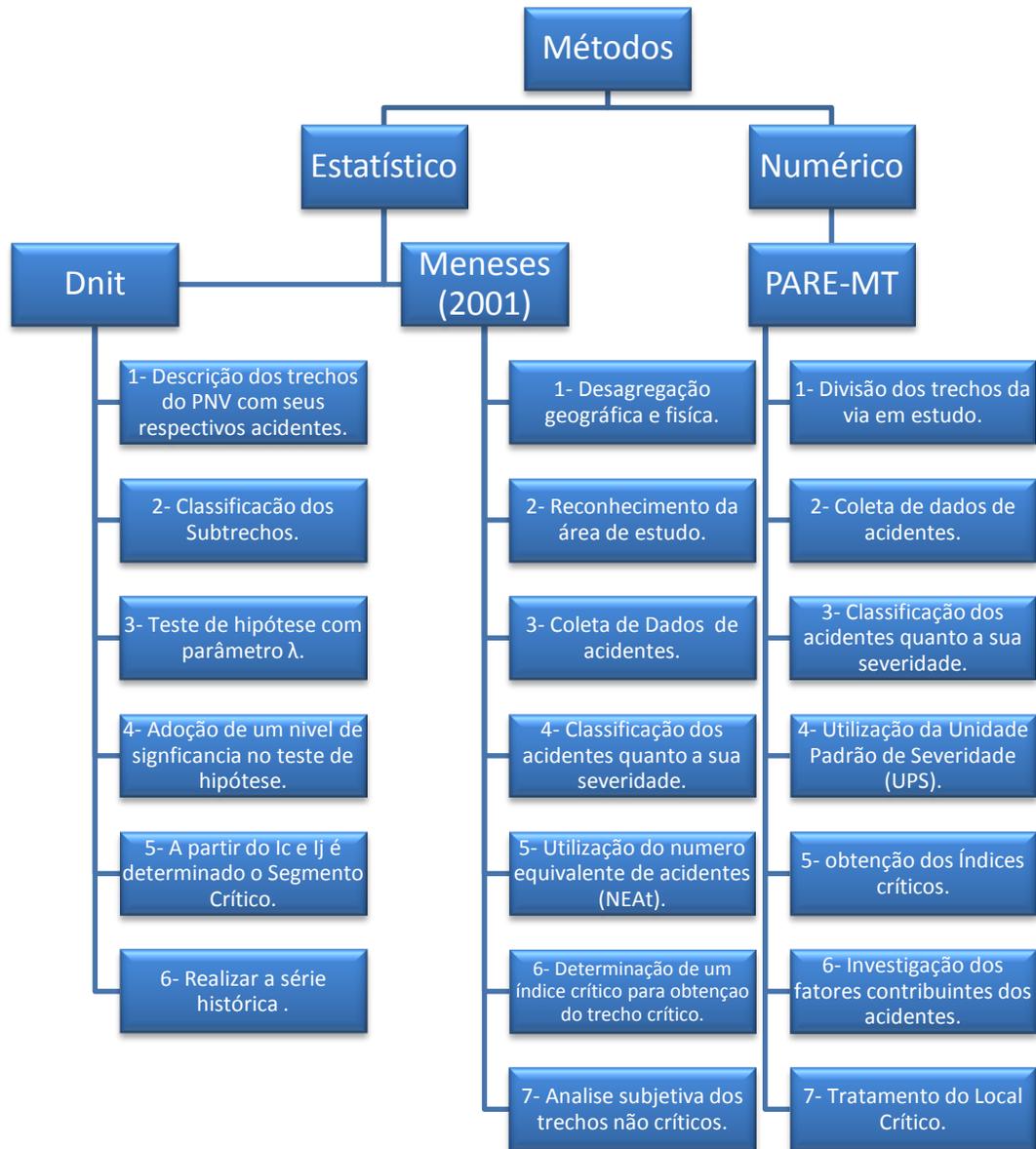


Figura 3.3. Fluxograma das Etapas dos Métodos Utilizados

3.3.1 MÉTODO DNIT

Para utilização deste método (BRASIL, 2006), a rodovia inserida no Distrito Federal foi dividida em trechos de acordo com o Plano Nacional de Viação (BRASIL, 2010), a qual é pista dupla em toda sua extensão. Estes trechos foram subdivididos em subtrechos com extensão variando de 1 a 1,9 quilômetros, os quais foram associados ao volume médio diário e certeza de

que os segmentos são identificados como crítico é igual ou inferior a 95%.

Os resultados de parte dos subtrechos classificados como críticos encontram-se na Tabela 3.1. No Anexo A, encontra-se a tabela completa, listando todos os subtrechos.

Tabela 3.1. Segmentos críticos definidos a partir do Método do DNIT para o ano de 2015

PNV (km)	Segmentos (km)	Acidentes	VMD	Extensão (km)	k	λ	IC	M	Ij	Criticidade
0 - 2,5	0 - 1,5	1	29.142	1,5	1,645	0,125	0,240	15,955	0,063	Não
	1,5 - 2,5	2	29.142	1	1,645	0,125	0,257	10,637	0,188	Não
2,5 - 6,0	2,5-3,5	5	29.142	1	1,645	0,954	1,399	10,637	0,470	Não
	3,5-4,5	11	19.484	1	1,645	0,954	1,486	7,112	1,547	Crítico
	4,5-6,0	9	19.484	1,5	1,645	0,954	1,398	10,667	0,844	Não
6,0 - 8,4	6,0-7,4	10	19.484	1,4	1,645	0,994	1,464	9,956	1,004	Não
	7,4-8,4	7	19.484	1	1,645	0,994	1,539	7,112	0,984	Não
8,4 - 18,8	8,4-9,8	15	19.484	1,4	1,645	1,482	2,067	9,956	1,507	Não
	9,8-10,8	8	19.484	1	1,645	1,482	2,163	7,112	1,125	Não
	10,8-11,8	12	19.484	1	1,645	1,482	2,163	7,112	1,687	Não
	11,8-12,8	6	20.321	1	1,645	1,482	2,150	7,417	0,809	Não
	12,8-13,8	6	20.321	1	1,645	1,482	2,150	7,417	0,809	Não
	13,8-14,8	6	20.321	1	1,645	1,482	2,150	7,417	0,809	Não
	14,8-15,8	7	20.321	1	1,645	1,482	2,150	7,417	0,944	Não
	15,8-16,8	15	20.321	1	1,645	1,482	2,150	7,417	2,250	Crítico
	16,8-17,8	18	20.321	1	1,645	1,482	2,150	7,417	2,427	Crítico
17,8-18,8	19	20.321	1	1,645	1,482	2,150	7,417	2,562	Crítico	

Dessa forma, os trechos críticos identificados, por este método, estão listados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Subtrechos críticos da BR-020, segundo método do DNIT

Subtrechos Críticos DNIT	Local de Início PNV	Local de Fim PNV
3,5-4,5	ENTR DF-440	ACESSO I SOBRADINHO
15,8-16,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
16,8-17,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
17,8-18,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
29,6-30,6	ENTR DF-128 (P/PLANALTINA)	ENTR BR-010(B)/DF-345
39,6-40,6	ENTR DF-410	ENTR DF-110
46,8-47,8	ENTR DF-110	ENTR VICINAL-107
48,8-50,1	ENTR VICINAL-107	ENTR DF-105
56,1-57,1	ENTR DF-105	ENTR DF-100

Esses trechos considerados críticos correspondem a 16,3% do total da extensão analisada, e concentram cerca de 35% do total de acidentes na rodovia, o que equivale a 85 acidentes.

a) Série Histórica

O método exige que seja realizada uma série histórica regressiva de pelo menos três anos a partir de um ano base, com o intuito de se verificar a constância do segmento dado como crítico ao longo do tempo. Assim, faz-se necessário a identificação de trechos críticos na rodovia BR-020 nos anos de 2013 e 2014.

Como já foi visto, é imprescindível a existência de dados de volume de tráfego referentes aos trechos analisados, contudo estes não estão disponíveis para os anos de 2013 e 2014. Assim, foi utilizada a metodologia descrita por Brasil (2006), na sua Fase 1 – Determinação do Volume Médio Diário para o ano de 2006, do Projeto 1 – Análise e tratamento estatístico dos resultados de contagens de tráfego. Este método, que estima o VMDa na rede rodoviária federal por trecho do PNV, foi estabelecido de forma conjunta entre o LabTrans/UFSC e o IPR/DNIT. Tal método tem como base estudos técnicos feitos pelo DNIT, bibliografia internacional na área e discussões entre o LabTrans/UFSC e o IPR/DNIT. A determinação dos VMDa é baseada em estimativa, sendo utilizados procedimentos de expansão e de projeção.

A projeção dos dados de volume para o futuro exige que se estabeleça uma relação modelável entre o volume e algum outro fator, sobre o qual também estejam disponíveis dados do mesmo período. De acordo com Mello (2007), pode ser verificada uma boa correlação entre as variações acumuladas do volume de tráfego e o Produto Interno Bruto (PIB) nacional. Esta correlação é aqui também utilizada. O procedimento empregado segue as etapas descritas na Figura 3.4 a seguir.

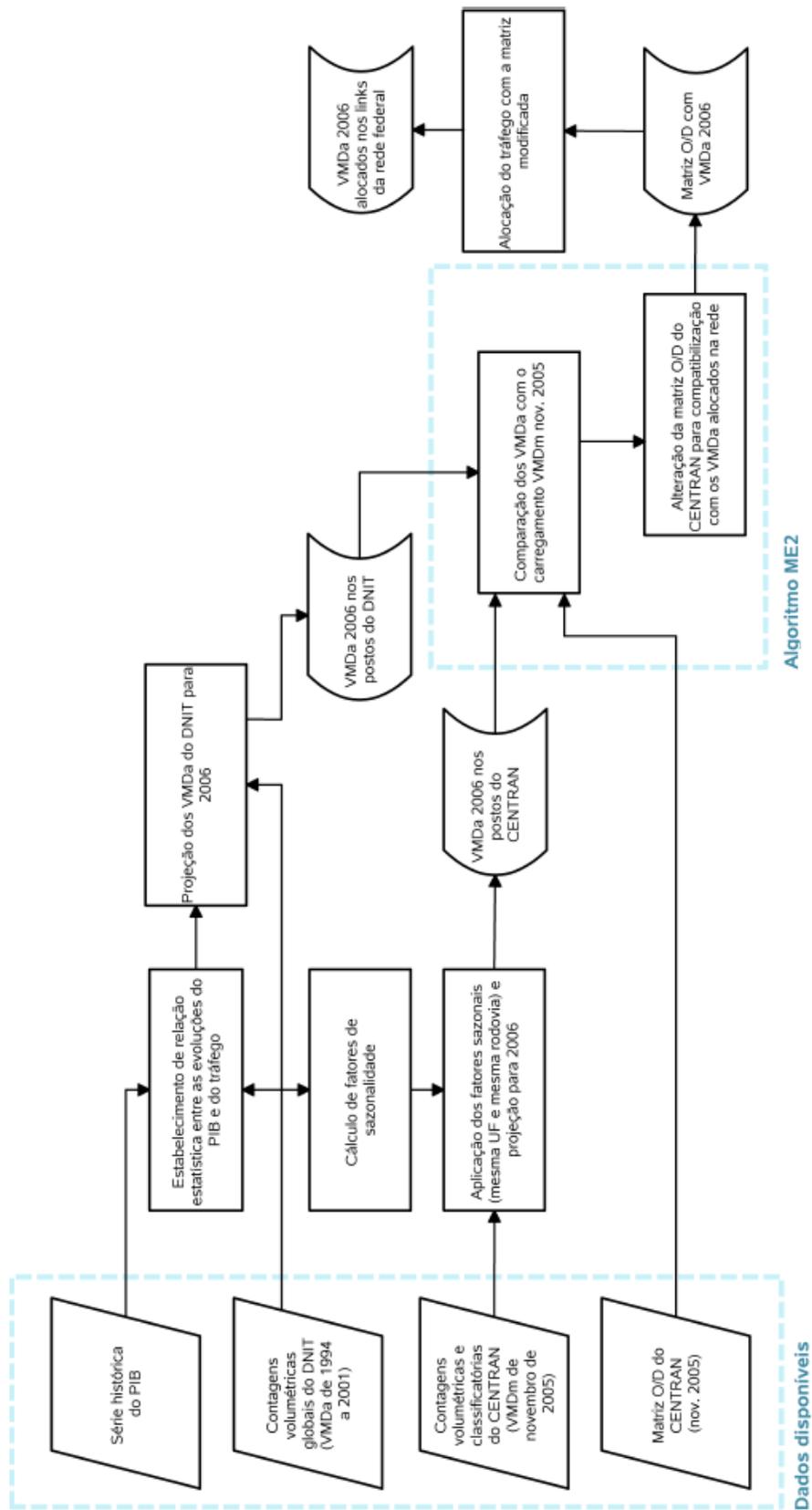


Figura 3.4. Fluxograma resumo do método para a determinação do VMDa 2006

(▭ = dados; □ = processos; ◡ = dados produzidos)

Fonte: adaptado de Mello, 2007.

A Tabela 3.3 traz os valores acumulados das variações do volume de tráfego e do PIB nacional, entre os quais é buscada a correlação (Figura 3.6). O estabelecimento da relação envolve a variação acumulada do PIB nacional como variável independente e a variação acumulada do volume de tráfego como variável dependente.

A Figura 3.5 traz o gráfico que mostra os pontos cujas coordenadas são definidos pelos valores associados das variáveis dependente e independente, bem como a melhor reta determinada pela regressão simples.

Tabela 3.3. Variações acumuladas de volume de tráfego e do PIB nacional

Ano	Variação do Volume	Variação Acumulada	Variação PIB	Variação Acumulada
Ano Base		100		100
2006	1,02	102	1,04	104
2007			1,06	110
2008			1,05	115
2009	1,09	109	1,00	115
2010		120	1,08	123
2011		124	1,04	127
2012		126	1,02	129
2013		129	1,03	132
2014		129	1,00	132
2015	1,18	127	0.96	128

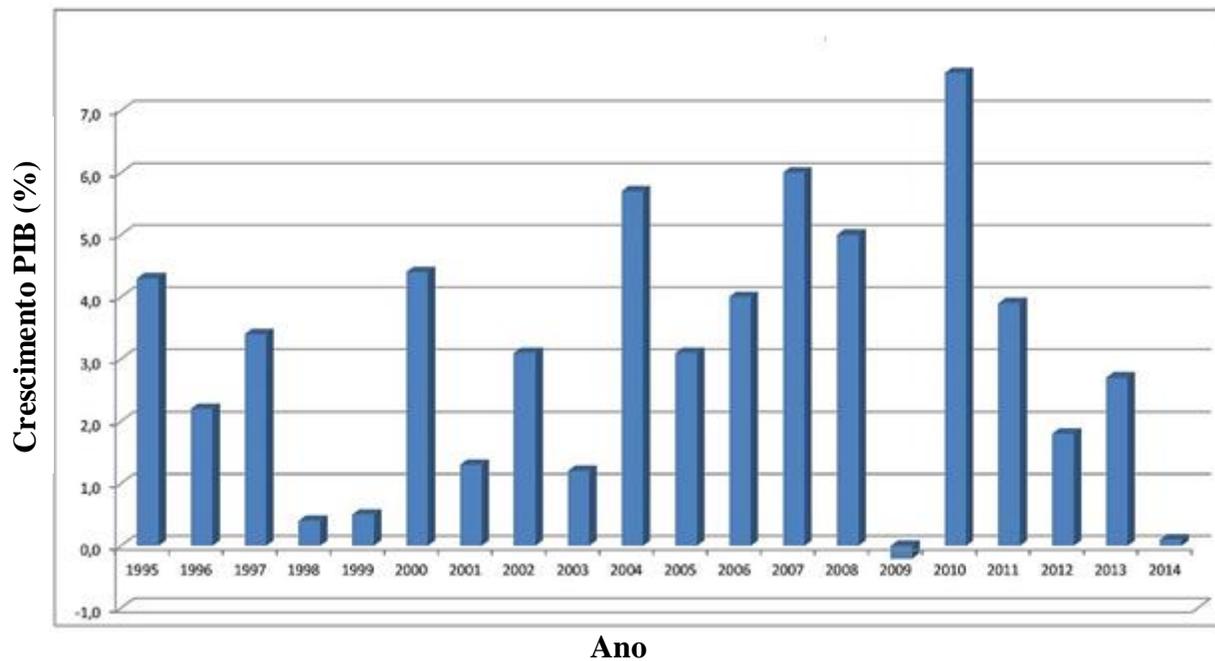


Figura 3.5. Evolução do PIB brasileiro de 1995 a 2014
Fonte: IBGE, 2011.

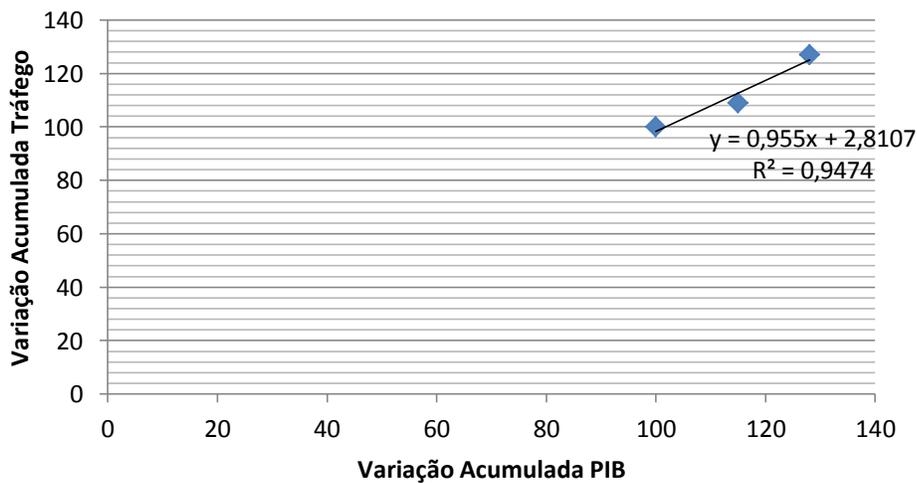


Figura 3.6. Relação entre a variação acumulada do PIB e a variação acumulada do tráfego

A função linear resultante da regressão simples é dada pela Equação 11.

$$VAT = 0,955xVAP + 2,8107 \quad \text{Equação 11}$$

em que:

VAT = variação acumulada do volume de tráfego;

VAP = variação acumulada do PIB nacional.

Utilizando a Equação 12, obtiveram-se os volumes de tráfego para os anos de 2013 e 2014, que se encontram na Tabela 3.4.

$$VMDa_{2013,2014} = \frac{VAa \times VMDa_{u.a.c}}{VA_{u.a.c}} \quad \text{Equação 12}$$

em que,

$VMDa_{2013,2014}$ = estimativa de VMDa para 2013 e 2014 para o respectivo trecho PNV;

VAa = variação acumulada do VMDa de 2013, 2014;

$VA_{u.a.c}$ = variação acumulada do VMDa do último ano com contagem;

$VMDa_{u.a.c}$ = VMDa do último ano com contagem.

Tabela 3.4. Volume Médio Diário de Tráfego estimados

Ano	VDMa/trecho		
	0 - 22,6	22,6 - 33,6	33,6 - 57,9
2013	18.841	18.498	8.604
2014	18.860	18.516	8.613

Dessa forma, a partir dos dados dos volumes de tráfego estimados e dos dados de acidentes fornecidos pela PRF, foi possível a obtenção da série histórica de trechos considerados críticos, como pode ser visto na Tabela 3.5.

Tabela 3.5. Série Histórica de trechos críticos por ano

	Ano		
	2013	2014	2015
Trecho crítico	1,5 - 2,5	2,5 - 3,5	3,5 - 4,5
	4,5 - 6,0	9,8 - 10,8	15,8 - 16,8
	16,8 - 17,8	16,8 - 18,8	29,6 - 30,6
	29,6 - 30,6	30,6 - 31,6	39,6 - 49,6
	45,8 - 46,8	45,8 - 47,8	46,8 - 47,8
	-	56,1 - 57,1	48,8 - 50,1
	-	-	56,1 - 57,1

A partir deste resultado percebe-se a similaridade nos trechos dados como crítico nos três anos apresentados. As divergências que ocorrerem podem ser resultados da falta de

precisão na localização dos acidentes nos boletins de ocorrência e no volume médio diário de tráfego, os quais foram estimados. Ademais, a metodologia utilizada na obtenção do volume de tráfego não foi precisa, devido à falta de informação quanto ao volume de tráfego, estando disponíveis somente os dados dos anos de 2006, 2009 e 2015.

3.3.2 METODOLOGIA PARE-MT

Para a aplicação deste método (BRASIL, 2002) também dividiu-se os trechos do PNV em subtrechos variando de 1 a 1,9 quilômetros. Os acidentes associados a cada subtrecho foram classificados quanto a sua severidade e correlacionados aos diferentes pesos da Unidade Padrão de Severidade (UPS). Foram eliminados trechos com um número de acidentes menor ou igual a 3, exceto aqueles com registro de pelo menos um óbito no período de estudo, atendendo aos procedimentos previstos do método.

Os resultados dos subtrechos classificados como críticos são apresentados na Tabela 3.6.

Tabela 3.6. Segmentos críticos definidos a partir do Método PARE-MT para o ano de 2015

PNV (km)	Segmentos (km)	UPS	VMD	Extensão (km)	UPS s/vit	UPS c/vit	UPS c/vit fatal	UPS c/atrop.	T utilizados	Media	Criticidade
2,5 - 6,0	2,5-3,5	17	29.142	1	1	16	0	0	1,60	5,26	Não
	3,5-4,5	47	19.484	1	2	32	13	0	6,61	5,26	Crítico
	4,5-6,0	33	19.484	1,5	1	32	0	0	3,09	5,26	Não
6,0 - 8,4	6,0-7,4	27	19.484	1,4	5	16	0	6	2,71	5,26	Não
	7,4-8,4	29	19.484	1	1	16	0	12	4,08	5,26	Não
8,4 - 18,8	8,4-9,8	49	19.484	1,4	5	32	0	12	4,92	5,26	Não
	9,8-10,8	20	19.484	1	4	16	0	0	2,81	5,26	Não
	10,8-11,8	47	19.484	1	1	40	0	6	6,61	5,26	Crítico
	11,8-12,8	23	20.321	1	1	16	0	6	3,10	5,26	Não
	12,8-13,8	33	20.321	1	0	20	13	0	4,45	5,26	Não
	13,8-14,8	18	20.321	1	2	16	0	0	2,43	5,26	Não
	14,8-15,8	13	20.321	1	5	8	0	0	1,75	5,26	Não
	15,8-16,8	42	20.321	1	6	36	0	0	5,66	5,26	Crítico
	16,8-17,8	54	20.321	1	9	32	13	0	7,28	5,26	Crítico
	17,8-18,8	61	20.321	1	8	40	13	0	8,22	5,26	Crítico
18,8 - 22,6	18,8-20,6	32	19.962	1,8	8	24	0	0	2,44	5,26	Não
	20,6-21,6	25	19.962	1	1	24	0	0	3,43	5,26	Não
	21,6-22,6	35	19.962	1	3	32	0	0	4,80	5,26	Não
	46,8-47,8	19	4.089	1	2	4	13	0	12,73	5,26	Crítico
48,8 - 52,1	48,8-50,1	14	5.788	1,3	2	12	0	0	5,10	5,26	Não
	56,1-57,1	35	5.788	1	2	20	13	0	16,57	5,26	Crítico

Dessa forma, os trechos críticos identificados, por este método, estão dispostos na Tabela 3.7.

Tabela 3.7. Subtrechos críticos da BR-020, segundo método PARE-MT

Subtrechos Críticos PARE-MT	Local de Início PNV	Local de Fim PNV
3,5-4,5	ENTR DF-440	ACESSO I SOBRADINHO
10,8-11,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
15,8-16,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
16,8-17,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
17,8-18,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
46,8-47,8	ENTR DF-110	ENTR VICINAL-107
56,1-57,1	ENTR DF-105	ENTR DF-100

Os trechos críticos analisados correspondem a 12,25% da extensão avaliada e concentram cerca de 36% dos acidentes, o que equivale a 87 acidentes.

3.3.3 MÉTODO MENESES

Na identificação de locais críticos por este método (MENESES, 2001), os subtrechos variaram de 1 a 1,9 quilômetros. Os acidentes foram classificados de acordo com sua severidade sendo associado ao Número Equivalente de Acidentes (NEAt), o qual relaciona acidentes sem vítimas, com vítimas e atropelamentos a diferentes pesos.

Para obtenção do trecho crítico, realizou-se um teste estatístico em que o nível de significância adotado foi de 5%, o mesmo utilizado no método do DNIT. Pode-se perceber que o método proposto por Meneses incorpora aspectos do método do DNIT e do PARE-MT.

Parte dos subtrechos críticos obtidos encontram-se na Tabela 3.8. No Anexo B, encontra-se a tabela completa, listando todos os subtrechos.

Tabela 3.8. Segmentos críticos definidos a partir do Método do Meneses para o ano de 2015

PNV (km)	Segmentos (km)	NEA	VMD	Extensão (km)	S/ vítima	C/vítima	AT	Z	Ms	IAs	Int	Ics	Criticidade
0 - 2,5	0 - 1,5	4	29.142	1,5	0	4	0	1,645	15,955	0,251	0,451	0,697	nao
	1,5 - 2,5	8	29.142	1	0	8	0	1,645	10,637	0,736	0,451	0,743	nao
2,5 - 6,0	2,5-3,5	17	29.142	1	1	16	0	1,645	10,637	1,598	2,417	3,155	nao
	3,5-4,5	40	19.484	1	2	32	6	1,645	7,112	5,625	2,417	3,306	critico
	4,5-6,0	33	19.484	1,5	1	32	0	1,645	10,667	3,094	2,417	3,154	nao
6,0 - 8,4	6,0-7,4	27	19.484	1,4	5	16	6	1,645	9,956	2,712	3,281	4,175	nao
	7,4-8,4	29	19.484	1	1	16	12	1,645	7,112	4,078	3,281	4,328	nao
8,4 - 18,8	8,4-9,8	49	19.484	1,4	5	32	12	1,645	9,956	4,921	4,797	5,889	nao
	9,8-10,8	20	19.484	1	4	16	0	1,645	7,112	2,812	4,797	6,078	nao
	10,8-11,8	47	19.484	1	1	40	6	1,645	7,112	6,609	4,797	6,078	critico
	11,8-12,8	23	20.321	1	1	16	6	1,645	7,417	3,101	4,179	5,347	nao
	12,8-13,8	24	20.321	1	0	24	0	1,645	7,417	3,236	4,179	5,347	nao
	13,8-14,8	18	20.321	1	2	16	0	1,645	7,417	2,427	4,179	5,347	nao
	14,8-15,8	13	20.321	1	5	8	0	1,645	7,417	1,753	4,179	5,347	nao
	15,8-16,8	42	20.321	1	6	36	0	1,645	7,417	5,663	4,179	5,347	critico
	16,8-17,8	45	20.321	1	9	36	0	1,645	7,417	6,067	4,179	5,347	critico
	17,8-18,8	52	20.321	1	8	44	0	1,645	7,417	7,011	4,179	5,347	critico

Foram identificados 12 trechos críticos por este método, que estão listados na Tabela 3.9.

Tabela 3.9. Subtrechos críticos da BR-020, segundo método do Meneses

Trechos Críticos Meneses	Local de Início	Local de Fim
3,5-4,5	ENTR DF-440	ACESSO I SOBRADINHO
10,8-11,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
15,8-16,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
16,8-17,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
17,8-18,8	ENTR DF-230	ENTR DF-128
21,6-22,6	ENTR DF-230	ENTR DF-128
28,6-29,6	ENTR DF-128 (P/PLANALTINA)	ENTR BR-010(B)/DF-345
29,6-30,6	ENTR DF-128 (P/PLANALTINA)	ENTR BR-010(B)/DF-345
32,6-33,6	ENTR DF-128 (P/PLANALTINA)	ENTR BR-010(B)/DF-345
39,6-40,6	ENTR DF-410	ENTR DF-110
45,8-47,8	ENTR DF-110	ENTR VICINAL-107
48,8-50,1	ENTR VICINAL-107	ENTR DF-105
56,1-57,1	ENTR DF-105	ENTR DF-100

Os trechos críticos identificados correspondem a 23,30% da extensão total e concentram cerca de 47% dos acidentes, o que equivale a 115 acidentes.

4 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS E ANÁLISES DOS RESULTADOS

Em todos os métodos aplicados (DNIT, Meneses e PARE-MT) o trecho é identificado como crítico quando o índice, relacionado ao número de acidentes daquele trecho, for superior a uma referência pré-estabelecida, a qual está associada a uma média do número de acidentes que ocorreram na extensão total do trecho analisado. Estes métodos levam também em consideração a neutralização da influência do volume veicular, já que os locais com maior volume de tráfego tendem a possuir maior número de acidentes.

Segue a Tabela 4.1, o qual apresenta características dos métodos utilizados quanto aos parâmetros, vantagens e limitações.

Foram analisados ao todo 54 trechos nos métodos estatístico do DNIT e Meneses, já o método numérico do PARE-MT levou em consideração somente 21 trechos. Isto ocorreu devido ao método ter como procedimento excluir os locais com número de acidentes menor ou igual a três, exceto aqueles com pelo menos um óbito no período de estudo.

Como já foi visto nas tabelas do Capítulo 5, no método do DNIT foram identificados 9 trechos críticos, no de Meneses foram contabilizados 12 trechos e o método do PARE-MT identificou apenas 7. Este último obteve um aumento no valor da média, já que alguns trechos foram desconsiderados, e, por conseguinte resultou em uma menor quantidade de locais críticos.

Dos trechos críticos obtidos, 6 deles são comuns a todos os métodos, os quais encontram-se destacados na Tabela 4.2:

Tabela 4.1. Características dos Métodos Numéricos e Estatísticos

ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS CRÍTICOS EM ACIDENTES DE TRÂNSITO					
Método		Parâmetros	Trechos Identificados como Críticos	Vantagens	Desvantagens
Numéricos Absolutos	Técnica do Número de Acidentes	Considera o número absoluto de acidentes em um dado trecho ou segmento em um período de tempo determinado	Trechos com número de ocorrências acima da média de acidentes dos trechos considerados	Fácil aplicação e não necessita de dados de volume de tráfego	Não leva em consideração a neutralização do tráfego e nem a severidade dos acidentes
	Técnica da Severidade de Acidentes	Considera o número absoluto de acidentes e sua gravidade, relacionando cada nível de gravidade a um dado peso, em um dado trecho ou segmento em um período de tempo determinado	Trechos em que o somatório dos pesos associados a gravidade dos acidentes é igual ou superior a média dos pesos dos trechos considerados	Identificação de trechos com acidentes graves, priorizando os trechos com vítimas fatais	Prévia classificação dos acidentes por gravidade e levantamento exaustivo de dados. Não considera a neutralização do volume de tráfego
Numéricos Relativos	Técnica da Taxa de Acidente	Considera a quantidade de acidentes de trânsito e o volume de tráfego em cada local	Trechos com taxa de ocorrências acima da taxa média de acidentes dos trechos considerados	A neutralização da influência do volume de tráfego	Não leva em consideração a severidade dos acidentes
	Técnica da Taxa de Severidade dos Acidentes	Considera a quantidade de acidentes de trânsito, a gravidade e o volume de tráfego em cada local	Trechos em que o taxa dos pesos associados a gravidade dos acidentes é igual ou superior a taxa média dos pesos dos trechos considerados	A neutralização da influência do volume de tráfego	Levantamento exaustivo de dados e prioriza locais com menores volumes de tráfego
Método Estatístico		Considera a quantidade de acidentes, volume de tráfego e modelos matemáticos probabilísticos	Trechos em que o risco de acidente é superior ao estimado pelo modelo matemático	Prevê o risco de acontecer um acidente antes da ocorrência do mesmo	Exige levantamentos e aplicação de modelos e não leva em consideração a severidade

Fonte: Adaptado Brandão, 2007.

Tabela 4.2. Trechos Críticos por Método

MÉTODOS CRITICIDADE			
Segmentos (km)	Dnit	Meneses	CEFTRU
0 - 1,5	Nao	Nao	-
1,5 - 2,5	Nao	Nao	-
2,5-3,5	Nao	Nao	Nao
3,5-4,5	Critico	Critico	Critico
4,5-6,0	Nao	Nao	Nao
6,0-7,4	Nao	Nao	nao
7,4-8,4	Nao	Nao	nao
8,4-9,8	Nao	Nao	nao
9,8-10,8	Nao	Nao	nao
10,8-11,8	Nao	Critico	Critico
11,8-12,8	Nao	Nao	nao
12,8-13,8	Nao	Nao	nao
13,8-14,8	Nao	Nao	nao
14,8-15,8	Nao	Nao	nao
15,8-16,8	Critico	Critico	Critico
16,8-17,8	Critico	Critico	Critico
17,8-18,8	Critico	Critico	Critico
18,8-20,6	Nao	Nao	nao
20,6-21,6	Nao	Nao	nao
21,6-22,6	Nao	Critico	nao
22,6-23,6	Nao	Nao	-
23,6-24,6	Nao	Nao	-
24,6-25,6	Nao	Nao	-
25,6-26,6	Nao	Nao	-
26,6-27,6	Nao	Nao	-
27,6-28,6	Nao	Nao	-
28,6-29,6	Nao	Critico	-
29,6-30,6	Critico	Critico	-
30,6-31,6	Nao	Nao	-
31,6-32,6	Nao	Nao	-
32,6-33,6	Nao	Critico	-
33,6 - 35,6	Nao	Nao	-
35,6 - 36,4	Nao	Nao	-
36,4-37,6	Nao	Nao	-
37,6-38,6	Nao	Nao	-
38,6-39,6	Nao	Nao	-
39,6-40,6	Critico	Critico	-
40,6-41,6	Nao	Nao	-
41,6-42,8	Nao	Nao	-
42,8-43,8	Nao	Nao	-
43,8-44,8	Nao	Nao	-
44,8-45,8	Nao	Nao	-
45,8-46,8	Nao	Critico	-
46,8-47,8	Critico	Critico	Critico
47,8-48,8	Nao	Nao	-
48,8-50,1	Critico	Critico	Nao
50,1-51,1	Nao	Nao	-
51,1-52,1	Nao	Nao	-
52,1-53,1	Nao	Nao	-
53,1-54,1	Nao	Nao	-
54,1-55,1	Nao	Nao	-
55,1-56,1	Nao	Nao	-
56,1-57,1	Critico	Critico	Critico

O georreferenciamento dos trechos considerados críticos é apresentado na Figura 4.1:

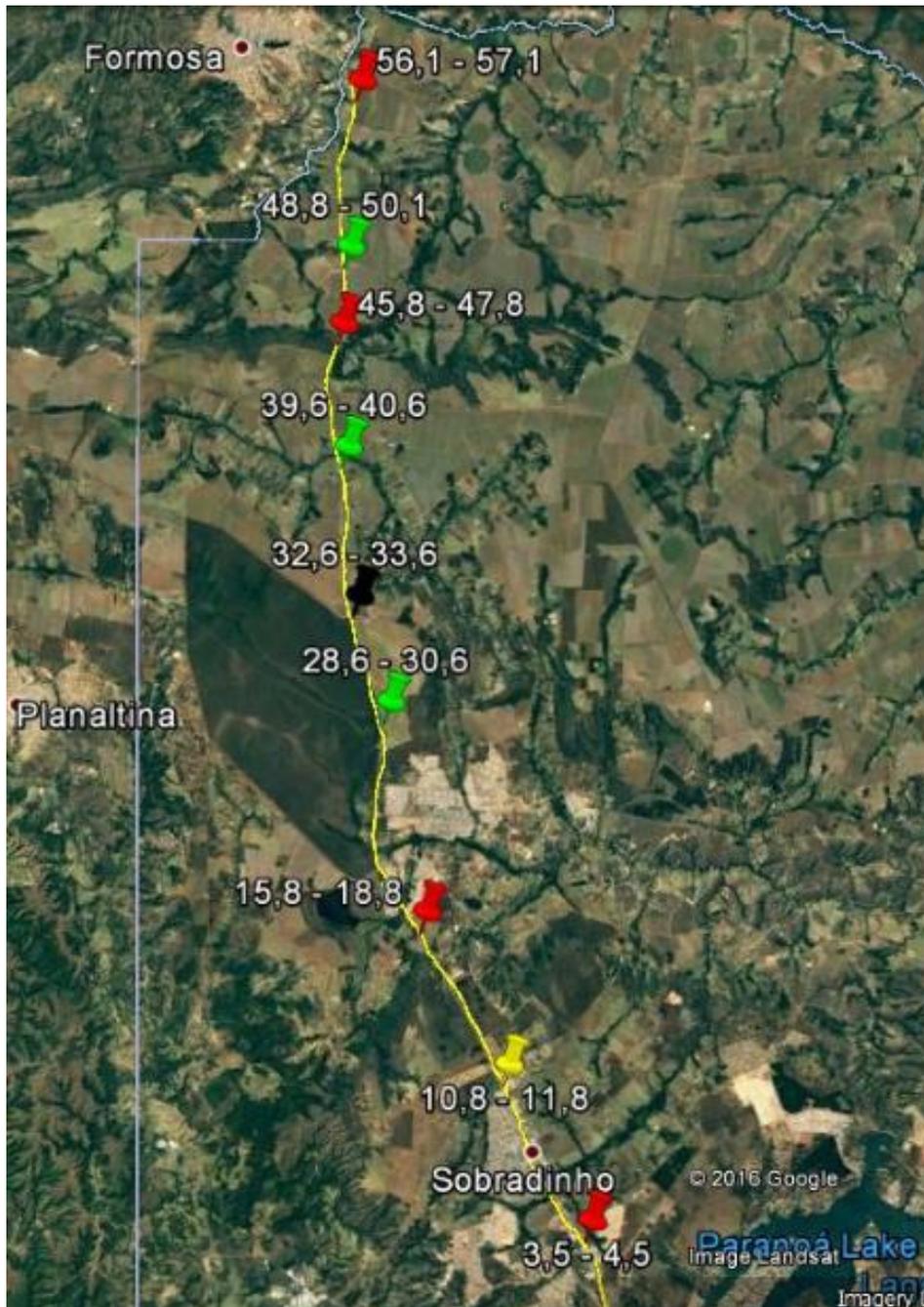


Figura 4.1. Georreferenciamento dos Trechos Críticos sentido Brasília-Formosa na Rodovia BR-020

Legenda:

- Trechos comuns
- CEFTRU/Meneses
- Dnit/Meneses
- Meneses

Os 6 trechos críticos comuns a todos os métodos correspondem a 11% do total de

trechos definidos na rodovia BR-020 inserida no Distrito Federal, e concentram cerca de 31% dos acidentes ocorridos no período de análise.

Observando a Tabela 4.2 e a Figura 4.1, nota-se que o método de Meneses apresentou um maior número de trechos considerados críticos que os demais métodos. Isto deveu-se ao fato deste utilizar o mesmo procedimento de cálculo do DNIT, acrescentando porém, a severidade dos acidentes em sua análise.

A seguir, são apresentadas imagens em perspectivas e vista aérea dos trechos críticos (Figuras 4.2 à 4.11).

- **Km 3,5-4,5**



Figura 4.2. Trecho do Km 3,5 ao 4,5 *in loco*.



Figura 4.3. Trecho do Km 3,5 ao 4,5 aéreo.

Nesse trecho do Km 3,5 a 4,5, ocorreram 11 acidentes, destes, um atropelamento resultando em vítima fatal. Os principais tipos de acidentes foram colisões traseiras e capotamento. Este segmento está inserido em um contexto urbano, atravessando a região administrativa de Sobradinho e possuindo setor habitacional e comércio em ambos os lados. É um trecho regulamentado de 80km/h, apresentando uma passarela a montante e uma barreira eletrônica de 60km/h à jusante.

- **Km 15,8-18,8**



Figura 4.4. Trecho do Km 15,8 ao 18,8 *in loco*.



Figura 4.5. Trecho do Km 15,8 ao 18,8 aéreo.

Este trecho Km 15,8 a 18,8, que compreende 3 quilômetros, está inserido uma parte em trecho rural e outra parte em trecho urbano. Nele ocorreram 52 acidentes, dos quais 2 apresentaram vítimas fatais e 27 vítimas feridas. É um trecho reto com ondulação vertical com alta velocidade (80 km/h), e não apresenta mecanismos para a redução da velocidade ao longo do trecho da via. Apresenta uma barreira eletrônica de 40km/h ao final do trecho.

Os principais tipos de acidentes ocorridos nesta via são: colisão traseira, saída de pista, capotamento e colisão em objeto fixo.

- **Km 46,8-47,8**



Figura 4.6. Trecho do Km 46,8 ao 47,8 *in loco*.



Figura 4.7. Trecho do Km 46,8 ao 47,8 aéreo.

O segmento do Km 46,8 a 47,8, está localizado em um ambiente rural, com alta declividade e de alta velocidade (110 km/h). Possui ainda três curvas em sequência, sendo uma delas com raio pequeno, e dois retornos. No ano de 2013, no km 45 foram computados 22 acidentes, antes da implantação da barreira eletrônica de 80 Km/h. Já no ano de 2015, neste trecho, houve um acidente fatal e 3 acidentes com vítimas. Os principais tipos de acidentes observados compreendem saída de pista e colisão transversal.

- **Km 56,1-57,1**



Figura 4.8. Trecho do Km 56,1 ao 57,1 *in loco*.

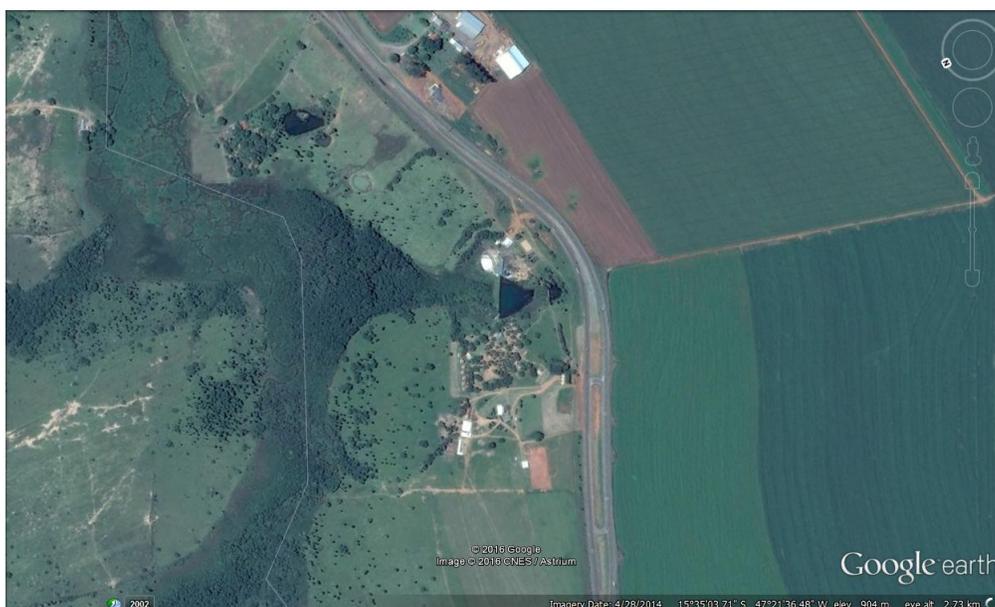


Figura 4.9. Trecho do Km 56,1 ao 57,1 aéreo.

O trecho do km 56,1 ao 57,1, já no final da BR-020 inserida no Distrito Federal, está localizado em um ambiente rural, em região de relevo plano com uma curva horizontal acentuada. Nele ocorreram 8 acidentes, em que 1 resultou em vítima fatal e 5 vítimas feridas. Recentemente foi instalada uma barreira eletrônica de 40 km/h localizada a jusante da curva. Os principais tipos de acidentes observados no trecho foram capotamento, colisão traseira e saída de pista.

- **Influência dos Parâmetros nos Resultados**

A classificação dos acidentes quanto à severidade é relevante para identificação de locais que apresentam um baixo padrão de segurança viária, e importante também para hierarquizar estes locais segundo o grau de risco representado. Isto pode ser observado, por exemplo, no trecho do Km 10,8 ao 11,8, o qual apresentou 1 acidente sem vítima, 10 com vítimas e 1 atropelamento, sendo considerado crítico nos métodos de Meneses e PARE-MT. O método do DNIT, porém, classificou este trecho como não crítico, já que não prioriza os trechos que contêm acidentes com vítimas, atropelamentos e vítimas fatais, considerando apenas o número absoluto de acidentes em cada trecho.

- **Km 10,8 – 11,8**



Figura 4.10. Trecho do Km 10,8 ao 11,8 in loco.



Figura 4.11. Trecho do Km 10,8 ao 11,8 aéreo.

Analisando os resultados, nota-se a influência que a extensão do subtrecho e o volume de tráfego têm na determinação dos trechos críticos. Isto pode ser observado ao se comparar os trechos do Km 8,4 ao 9,8 e do Km 15,8 ao 16,8, os quais possuem o mesmo número de acidentes, e possuindo aquele uma Unidade Padrão de Severidade (UPS) ainda maior que este. Entretanto, o Km 15,8 ao 16,8 é considerado crítico e o Km 8,4 ao 9,8, não, devido à diferença de extensão dos seus trechos de 400 metros.

Em relação ao volume de tráfego, ao se comparar os trechos do Km 9,8 ao 10,8 e do Km 56,1 ao 57,1 percebe-se a influência do volume médio diário, pois apresentam o mesmo número de acidentes, contudo um é considerado crítico e o outro não.

Dessa forma, vê-se a necessidade de análises complementares para verificar se de fato um trecho classificado como não crítico pode ser desconsiderado de forma a não ter seus aspectos referentes a segurança analisados.

4.1. MEDIDAS MITIGADORAS

Muitos acidentes decorrem da interação do motorista, do veículo e da via. De acordo com PARE-MT, estudos nacionais e internacionais demonstram que a deficiência da via representa uma parcela importante na causa dos acidentes de trânsito. Assim sendo, medidas de correção na sinalização, geometria, redução de velocidade, pavimento, drenagem, dentre outros são essenciais para a melhoria da segurança nos trechos considerados críticos.

A metodologia PARE-MT apresenta um quadro em que associa o tipo de acidente às suas prováveis causas com suas respectivas medidas mitigadoras. Assim, utilizando dessa metodologia, serão analisados segmentos críticos comuns propondo as correções necessárias de forma a minimizar os acidentes.

Para o trecho do km 3,5 ao 4,5 foi observada a predominância de acidentes do tipo colisão traseira e capotamento. Suas causas prováveis compreendem o excesso de velocidade induzidos pelas características da via, como alta declividade e largura excessiva, e acesso ao trecho por meio uma via marginal a poucos metros da curva, que além de ocasionar colisões traseiras, aumenta o risco de mudanças bruscas no trecho. As possíveis medidas corretivas englobam adequação do layout do trecho dentro dos padrões técnicos da geometria horizontal, buscando soluções voltadas à redução das velocidades, tais como: redimensionamento de curvas horizontais, alteração de traçado nas aproximações da interseção forçando a redução da velocidade, implantação de passeios, reduzindo o excesso de área de circulação. Também deve ser feita a realocação do controle de velocidade, que atualmente encontra-se após a curva.

Para o trecho do km 15,8 ao 18,8, há um grande número de colisões traseiras, capotamento e saída de pista. As causas mais prováveis destes acidentes decorrem da travessia irregular de pedestres, ocasionando freada bruscas, visibilidade precária devido às curvas verticais côncavas e velocidade excessiva. As medidas mitigadoras mais indicadas são a regulamentação das travessias de pedestres em locais de alta movimentação, implantação de uma sinalização viária mais eficiente e adoção de barreiras eletrônicas para maior controle de velocidade.

Para o trecho do km 46,8 ao 47,8, há predominância de saída de pista, devido principalmente ao layout do trecho associada a altas velocidades e aquaplanagem. As medidas corretivas devem promover uma mudança no layout, assim como já visto no trecho do km 3,5 ao 4,5 e propor uma drenagem mais adequada da pista.

Por fim, para o trecho do km 56,1 ao 57,1, a colisão traseira e capotamento são os acidentes mais frequentes, sendo causados principalmente pela alta velocidade do trecho, associada a uma curva horizontal acentuada e falta de sinalização horizontal e vertical adequada. As ações corretivas indicadas são a mudança na localização da barreira eletrônica e melhoria na sinalização.

Após a implementação das medidas mitigadoras é essencial que se diagnostique o efeito do tratamento, através de seu monitoramento, para que seja verificada a efetividade das modificações adotadas nos trechos.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho abordou a segurança viária através da análise dos segmentos críticos da BR-020 inserida no Distrito Federal. A partir dos dados coletados da Polícia Rodoviária Federal, foi possível fazer uma análise inicial dos diversos tipos de acidentes assim como seu georreferenciamento no trecho adotado para o estudo. Através da revisão bibliográfica de metodologias para identificação e tratamento de locais concentradores de acidentes, escolheu-se três destes métodos para a aplicação na rodovia. Os modelos adotados foram a Metodologia para Identificação de Segmentos críticos, adotado pelo DNIT (BRASIL, 2006), Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito, proposto em 2002 pelo PARE-MT e a Análise e Tratamento de Trechos Rodoviários Críticos em Ambientes de Grandes Centros Urbanos de Meneses (2001).

Em consequência da aplicação dos métodos, foram identificados os segmentos críticos da rodovia selecionada. A partir dos resultados, realizou-se uma análise comparativa dos métodos e verificou-se que informações como volume de tráfego, extensão do segmento e a severidade do acidente, influenciam para na identificação de um trecho como crítico ou não crítico.

Constatou-se ainda que o método do DNIT classificou menos pontos críticos que o método de Meneses (2001), o que ocorreu pela metodologia não considerar a severidade dos acidentes, ou seja, considera todos os acidentes com o mesmo peso. O método PARE-MT, por sua vez, identificou menos da metade dos trechos analisados pelos demais métodos aplicados. Essa diferença decorre da exclusão dos segmentos que apresentaram três acidentes ou menos, sem óbito. Dessa forma, ressalta-se a necessidade de um estudo para verificar os reais impactos da exclusão desses trechos. Dentre os métodos aplicados nesse estudo, considera-se que o mais completo para identificar os trechos críticos, foi o método desenvolvido por Meneses (2001), pois contempla a severidade e abrange a extensão total da rodovia.

A partir dos trechos críticos identificados, realizou-se visitas *in loco* e utilizou-se ferramenta do *software Google Earth* para observar as características dos locais concentradores de acidentes. Deficiência na sinalização horizontal e vertical, defeitos geométricos da via e falta de mecanismos de controle da velocidade, estão entre os fatores que contribuem para a significativa quantidade de acidentes nesses trechos.

Percebe-se com essa pesquisa, a importância da identificação dos trechos críticos na melhoria da segurança viária e apesar desta promover uma série de benefícios como maior qualidade de vida e economia ao estado, é notável a falta desse tipo de análise nas rodovias nacionais.

Por fim, como proposta de trabalhos futuros, sugere-se o aprofundamento dos estudos relacionados às medidas mitigadoras e sua eficácia, como também o desenvolvimento de uma metodologia que atualize e corrija as deficiências encontradas nas metodologias adotadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO (2010). *Highway Safety Manual*, First Edition. AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC 2000.

ABNT (1993). Relatório de acidente de trânsito (RAT) NBR-12.898 de 11/1993. 21p.

BAGINSKI, L. E. (1995). **Sistema de Cadastro e Análise de Acidentes de Trânsito..** Dissertação de Mestrado – Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio do Janeiro.

BRANDÃO, L. C. (2007). **Discussão sobre Métodos para Identificação de Locais Críticos em Acidentes de Trânsito no Brasil.** Campinas.

BRASIL (1986). DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Trânsito – Divisão de Engenharia e Segurança de Trânsito. **Um Modelo para Identificação dos Segmentos Críticos de Uma Rede de Rodovias.** Rio de Janeiro: DEST/Dr.T.

BRASIL (2002). MT – Ministério de Transportes. CEFTRU- Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes – UnB – Universidade de Brasília. **Procedimentos para o tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito.** Brasília: TDA desenho e arte, 2002. 75p.

BRASIL (2006). DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes; UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Transportes e Logística, Núcleo de Estudos sobre Acidentes de Tráfego em Rodovias. **Metodologia para Tratamento de Acidentes de Tráfego em Rodovias.**

BRASIL (2009). DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte; UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. **Elaboração de Ações Preventivas e Corretivas de Segurança Rodoviária, por meio de Identificação e Mapeamento dos Segmentos Críticos da Malha Viária do DNIT.**

BRASIL (2010). PLANO NACIONAL DE VIAÇÃO - PNV, 2010. Disponível em <http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/sistema-nacional-de-viacao> acessado em: fevereiro/2016.

BRASIL (2015). MT - Ministério dos Transportes, **Programa de Redução de Acidentes no Trânsito. Brasília**. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/>. Acesso em Out. 2015.

CNT (2015). Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2015: relatório gerencial**. - Brasília: CNT: Sest : Senat 2015.

FHWA (2011) - Federal Highway administration, **Highway Safety Improvement Program Manual**. Publication No. FHWA-SA-07-018. EUA. Disponível em: <http://safety.fhwa.dot.gov/hsip/resources/fhwasa09029/sec2.cfm/>. Acesso em Novembro 2015.

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

HENRIQUE, M. C. (2002). **Anos potenciais de vida perdidos: a herança dos acidentes de trânsito para as futuras gerações – uma abordagem interdisciplinar**. 184p. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Curso de Pós Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

IBGE (2011) Série Histórica do PIB. Produto Interno Bruto (PIB) - variação em volume. 3, 2011 (preliminar), 2.7, 1995, 4.2. Disponível em: http://ibge.gov.br/home/pesquisa/pesquisa_google.shtm?cx=009791019813784313549%3Aonz63jzsr68&cof=FORID%3A9&ie=ISO-8859-1&q=crescimento+do+pib&sa=Pesquisar&siteurl=ibge.gov.br%2Fhome%2F&ref=ibge.gov.br%2F&ss=2860j1018884j18 , acessado em: maio/2016.

IPEA (2015) - Impactos de Pesquisa Econômica Aplicada. **Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras: Caracterização, Tendências e Custos para a Sociedade**. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/imagens/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150922_relatorio_acident

es_tra sito.pdf> Acesso em 22 de out. 2015.

ITE (1992) **Traffic Engineering Handbook**, 2nd Edition. ITE (Institute of Transportation Engineers). Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.

LEMES, E. C. (2003). **Trânsito e comunidade: um estudo prospectivo na busca pela redução de acidentes**. In: Comportamento humano no trânsito. São Paulo: Casa do psicólogo. p. 136-151.

LUZ, V. P. (1994) **Trânsito e veículos: ações cíveis, ações criminais, prática e jurisprudência**. 3a ed. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto, 1994. 212p.

MENESES, F. A. B. (2001). **Análise e tratamento de trechos rodoviários críticos em ambientes de grandes centros urbanos**. 251p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Transporte) – Curso de Pós Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro.

MELLO, E. P. de. (2007). Estimativa de VMDa global na rede rodoviária federal – Ano base 2005. Rio de Janeiro. Notas técnicas.

OLIVEIRA, P. (2007). **Os Fatores Potenciadores da Sinistralidade Rodoviária**. http://www.acam.org/w/images/3/3d/Fatores_potenciadores_sinistralidade_rodoviaria.pdf.

PRF (2016) Site a Polícia Rodoviária Federal. Dados Abertos de Acidentes. Disponível em: <https://www.prf.gov.br/portal/dados-abertos/> Acessado em: maio/2016.

SILVA JÚNIOR, S. B. (2003). **As redes de comunicação e transportes e o desenvolvimento recente das cidades médias: o caso de Uberlândia, MG**. In: VII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA, Recife. Anais..., Recife: UFPE.

ROZESTRATEN, R. J. A. (1998). **Psicologia do trânsito: conceitos e processos básicos**. São Paulo: EPU – Editora da Universidade de São Paulo, 1988. 154 p.

WHO (2015) Global status report on road safety 2015. Switzerland, 323p.

ANEXOS

Anexo A – Trechos Considerados Críticos para o Método do DNIT para o ano de 2015.

PNV (km)	Segmentos (km)	Acidentes	VMD	Extensão (km)	k	λ	IC	M	Ij	Criticidade
0 - 2,5	0 - 1,5	1	29142	1,5	1,645	0,13	0,24	15,96	0,06	Nao
	1,5 - 2,5	2	29142	1	1,645	0,13	0,26	10,64	0,19	Nao
2,5 - 6,0	2,5-3,5	5	29142	1	1,645	0,95	1,40	10,64	0,47	Nao
	3,5-4,5	11	19484	1	1,645	0,95	1,49	7,11	1,55	Critico
	4,5-6,0	9	19484	1,5	1,645	0,95	1,40	10,67	0,84	Nao
6,0 - 8,4	6,0-7,4	10	19484	1,4	1,645	0,99	1,46	9,96	1,00	Nao
	7,4-8,4	7	19484	1	1,645	0,99	1,54	7,11	0,98	Nao
8,4 - 18,8	8,4-9,8	15	19484	1,4	1,645	1,48	2,07	9,96	1,51	Nao
	9,8-10,8	8	19484	1	1,645	1,48	2,16	7,11	1,12	Nao
	10,8-11,8	12	19484	1	1,645	1,48	2,16	7,11	1,69	Nao
	11,8-12,8	6	20321	1	1,645	1,48	2,15	7,42	0,81	Nao
	12,8-13,8	6	20321	1	1,645	1,48	2,15	7,42	0,81	Nao
	13,8-14,8	6	20321	1	1,645	1,48	2,15	7,42	0,81	Nao
	14,8-15,8	7	20321	1	1,645	1,48	2,15	7,42	0,94	Nao
	15,8-16,8	15	20321	1	1,645	1,48	2,15	7,42	2,15	Critico
	16,8-17,8	18	20321	1	1,645	1,48	2,15	7,42	2,43	Critico
17,8-18,8	19	20321	1	1,645	1,48	2,15	7,42	2,56	Critico	
18,8 - 22,6	18,8-20,6	14	19962	1,8	1,645	1,18	1,63	13,12	1,07	Nao
	20,6-21,6	7	19962	1	1,645	1,18	1,77	7,29	0,96	Nao
	21,6-22,6	11	19962	1	1,645	1,18	1,77	7,29	1,51	Nao
22,6 - 25,6	22,6-23,6	2	19962	1	1,645	0,23	0,45	7,29	0,27	Nao
	23,6-24,6	1	19962	1	1,645	0,23	0,45	7,29	0,14	Nao
	24,6-25,6	2	19962	1	1,645	0,23	0,45	7,29	0,27	Nao
25,6 - 33,6	25,6-26,6	0	19962	1	1,645	0,14	0,29	7,29	0,00	Nao
	26,6-27,6	0	19962	1	1,645	0,14	0,29	7,29	0,00	Nao
	27,6-28,6	1	19962	1	1,645	0,14	0,29	7,29	0,14	Nao
	28,6-29,6	2	19962	1	1,645	0,14	0,29	7,29	0,27	Nao
	29,6-30,6	3	19962	1	1,645	0,14	0,29	7,29	0,41	Critico
	30,6-31,6	0	19962	1	1,645	0,14	0,29	7,29	0,00	Nao
	31,6-32,6	0	19962	1	1,645	0,14	0,29	7,29	0,00	Nao
32,6-33,6	2	19962	1	1,645	0,14	0,29	7,29	0,27	Nao	
33,6 - 35,6	33,6 - 35,6	0	5838	1	1,645	0,00	-0,23	2,13	0,00	Nao
35,6 - 36,4	35,6 - 36,4	3	5838	0,8	1,645	1,76	3,14	1,70	1,76	Nao

36,4 - 41,6	36,4-37,6	0	5838	1,2	1,645	0,28	0,63	2,56	0,00	Nao
	37,6-38,6	1	5838	1	1,645	0,28	0,64	2,13	0,47	Nao
	38,6-39,6	0	5838	1	1,645	0,28	0,64	2,13	0,00	Nao
	39,6-40,6	2	5838	1	1,645	0,28	0,64	2,13	0,94	Critico
	40,6-41,6	0	5838	1	1,645	0,28	0,64	2,13	0,00	Nao
41,6 - 48,8	41,6-42,8	1	5838	1,2	1,645	1,32	2,31	2,56	0,39	Nao
	42,8-43,8	1	5838	1	1,645	1,32	2,38	2,13	0,47	Nao
	43,8-44,8	3	5838	1	1,645	1,32	2,38	2,13	1,41	Nao
	44,8-45,8	2	5838	1	1,645	1,32	2,38	2,13	0,94	Nao
	45,8-46,8	3	4089	1	1,645	1,32	2,53	1,49	2,01	Nao
	46,8-47,8	4	4089	1	1,645	1,32	2,53	1,49	2,68	Critico
	47,8-48,8	2	4089	1	1,645	1,32	2,53	1,49	1,34	Nao
48,8 - 52,1	48,8-50,1	5	5788	1,3	1,645	0,92	1,69	2,75	1,82	Critico
	50,1-51,1	0	5788	1	1,645	0,92	1,77	2,11	0,00	Nao
	51,1-52,1	2	5788	1	1,645	0,92	1,77	2,11	0,95	Nao
52,1 - 57,1	52,1-53,1	1	5788	1	1,645	1,33	2,39	2,11	0,47	Nao
	53,1-54,1	1	5788	1	1,645	1,33	2,39	2,11	0,47	Nao
	54,1-55,1	1	5788	1	1,645	1,33	2,39	2,11	0,47	Nao
	55,1-56,1	3	5788	1	1,645	1,33	2,39	2,11	1,42	Nao
	56,1-57,1	8	5788	1	1,645	1,33	2,39	2,11	3,79	Critico

Anexo B – Trechos Considerados Críticos para o Método do Mesezes para o ano de 2015.

PNV (km)	Segmentos (km)	NEA	VMD	Extensão (km)	Z	Ms	IAs	Imt	Ics	Criticidade
0 - 2,5	0 - 1,5	4	29142	1,5	1,645	15,955	0,251	0,451	0,697	Nao
	1,5 - 2,5	8	29142	1	1,645	10,637	0,752	0,451	0,743	Critico
2,5 - 6,0	2,5-3,5	17	29142	1	1,645	10,637	1,598	2,417	3,155	Nao
	3,5-4,5	40	19484	1	1,645	7,112	5,625	2,417	3,306	Critico
	4,5-6,0	33	19484	1,5	1,645	10,667	3,094	2,417	3,154	Nao
6,0 - 8,4	6,0-7,4	27	19484	1,4	1,645	9,956	2,712	3,281	4,175	Nao
	7,4-8,4	29	19484	1	1,645	7,112	4,078	3,281	4,328	Nao
8,4 - 18,8	8,4-9,8	49	19484	1,4	1,645	9,956	4,921	4,797	5,889	Nao
	9,8-10,8	20	19484	1	1,645	7,112	2,812	4,797	6,078	Nao
	10,8-11,8	47	19484	1	1,645	7,112	6,609	4,797	6,078	Critico
	11,8-12,8	23	20321	1	1,645	7,417	3,101	4,179	5,347	Nao
	12,8-13,8	24	20321	1	1,645	7,417	3,236	4,179	5,347	Nao
	13,8-14,8	18	20321	1	1,645	7,417	2,427	4,179	5,347	Nao
	14,8-15,8	13	20321	1	1,645	7,417	1,753	4,179	5,347	Nao
	15,8-16,8	42	20321	1	1,645	7,417	5,663	4,179	5,347	Critico
	16,8-17,8	45	20321	1	1,645	7,417	6,067	4,179	5,347	Critico
17,8-18,8	52	20321	1	1,645	7,417	7,011	4,179	5,347	Critico	
18,8 - 22,6	18,8-20,6	32	19962	1,8	1,645	13,115	2,440	3,323	4,113	Nao
	20,6-21,6	25	19962	1	1,645	7,286	3,431	3,323	4,365	Nao
	21,6-22,6	35	19962	1	1,645	7,286	4,804	3,323	4,365	Critico
22,6 - 25,6	22,6-23,6	8	19962	1	1,645	7,286	1,098	0,778	1,247	Nao
	23,6-24,6	4	19962	1	1,645	7,286	0,549	0,778	1,247	Nao
	24,6-25,6	5	19962	1	1,645	7,286	0,686	0,778	1,247	Nao
25,6 - 33,6	25,6-26,6	0	19962	1	1,645	7,286	0,000	0,446	0,784	Nao
	26,6-27,6	0	19962	1	1,645	7,286	0,000	0,446	0,784	Nao
	27,6-28,6	1	19962	1	1,645	7,286	0,137	0,446	0,784	Nao
	28,6-29,6	8	19962	1	1,645	7,286	1,098	0,446	0,784	Critico
	29,6-30,6	9	19962	1	1,645	7,286	1,235	0,446	0,784	Critico
	30,6-31,6	0	19962	1	1,645	7,286	0,000	0,446	0,784	Nao
	31,6-32,6	0	19962	1	1,645	7,286	0,000	0,446	0,784	Nao
	32,6-33,6	8	19962	1	1,645	7,286	1,098	0,446	0,784	Critico
33,6 - 35,6	33,6 - 35,6	0	5838	1	1,645	2,131	0,000	0,000	-0,235	Nao
35,6 - 36,4	35,6 - 36,4	6	5838	0,8	1,645	1,705	3,520	3,520	5,590	Nao
36,4 - 41,6	36,4-37,6	0	5838	1,2	1,645	2,557	0,000	1,263	2,224	Nao
	37,6-38,6	4	5838	1	1,645	2,131	1,877	1,263	2,296	Nao
	38,6-39,6	0	5838	1	1,645	2,131	0,000	1,263	2,296	Nao
	39,6-40,6	10	5838	1	1,645	2,131	4,693	1,263	2,296	Critico
	40,6-41,6	0	5838	1	1,645	2,131	0,000	1,263	2,296	Nao

41,6 - 48,8	41,6-42,8	1	5838	1,2	1,645	2,557	0,391	2,412	3,814	Nao
	42,8-43,8	1	5838	1	1,645	2,131	0,469	2,412	3,927	Nao
	43,8-44,8	6	5838	1	1,645	2,131	2,816	2,412	3,927	Nao
	44,8-45,8	5	5838	1	1,645	2,131	2,346	2,412	3,927	Nao
	45,8-46,8	9	4089	1	1,645	1,492	6,030	3,443	5,607	Critico
	46,8-47,8	10	4089	1	1,645	1,492	6,700	3,443	5,607	Critico
	47,8-48,8	5	4089	1	1,645	1,492	3,350	3,443	5,607	Nao
48,8 - 52,1	48,8-50,1	14	5788	1,3	1,645	2,746	5,098	2,725	4,182	Critico
	50,1-51,1	0	5788	1	1,645	2,113	0,000	2,725	4,357	Nao
	51,1-52,1	5	5788	1	1,645	2,113	2,367	2,725	4,357	Nao
52,1 - 57,1	52,1-53,1	1	5788	1	1,645	2,113	0,473	3,881	5,874	Nao
	53,1-54,1	4	5788	1	1,645	2,113	1,893	3,881	5,874	Nao
	54,1-55,1	4	5788	1	1,645	2,113	1,893	3,881	5,874	Nao
	55,1-56,1	6	5788	1	1,645	2,113	2,840	3,881	5,874	Nao
	56,1-57,1	26	5788	1	1,645	2,113	12,307	3,881	5,874	Critico