

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

LARISSA SAN MARTINS PARO

**CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAÇÃO
DE SEGMENTOS CRÍTICOS EM RODOVIAS**

**Florianópolis/SC
Maio de 2009**

LARISSA SAN MARTINS PARO

**CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAÇÃO
DE SEGMENTOS CRÍTICOS EM RODOVIAS**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Amir Mattar Valente

**Florianópolis – SC
2009**

CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAÇÃO DE SEGMENTOS CRÍTICOS EM RODOVIAS

LARISSA SAN MARTINS PARO

Dissertação julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Prof^ª. Janaíde Cavalcante Rocha, Dr^ª.
Coord. PPGEC

Banca Examinadora:

Prof. Amir Mattar Valente, Dr.
Orientador/Moderador
ECV/UFSC

Prof^ª. Christine Tessele Nodari, Dr^ª.
(Examinadora Externa)
UFRGS

Prof. Valter Zanela Tani, Dr.
(Examinador Externo)

Prof^ª. Lenise Grando Goldner, Dr^ª.
(Examinadora Interna)
ECV/UFSC

Florianópolis, maio de 2009

*A Ricardo,
meu marido,
que soube compreender
a minha ausência.*

AGRADECIMENTOS

Por mais curioso que possa parecer, a seção dos agradecimentos é uma das partes mais difíceis de escrever em qualquer trabalho, o que é justificável, pois, é muito difícil nomear todas as pessoas que direta ou indiretamente participaram da execução do trabalho a ser apresentado.

No meu caso, começo agradecendo ao meu orientador da faculdade, professor Heitor Vieira, o qual guiou os meus passos até o mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina, e que me apresentou ao meu orientador professor Amir Mattar Valente, o qual me recebeu amistosamente e possibilitou que eu trabalhasse no Núcleo de Estudos de Acidentes em Rodovias (NEA), dentro do Laboratório de Transportes e Logística – Labtrans.

No decorrer de minha estada no NEA, pude aprender muito com inúmeros profissionais, dentre os quais gostaria de citar e agradecer: o Eng. Edegar Martins, o Eng. João Berreta, a Regina Andrade e os professores Amir Mattar Valente e Valter Zanela Tani, os quais me ensinaram muito sobre os preceitos de segurança rodoviária.

Durante a realização deste trabalho descobri o imenso valor de ter ao meu lado pessoas especiais como a Juliana Wutke e o Roberto, aos quais despendo o meu sincero agradecimento pelos puxões de orelha, pelas matrículas realizadas, e principalmente pelo estímulo dado a fim de que eu terminasse esse trabalho.

Agradeço também as professoras: Lenise Grando Golner e Christine Tessele Nodari por terem aceitado o convite para participar da banca examinadora.

Reconhecimento também à Universidade Federal de Santa Catarina, em especial ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, que me oportunizou este aprendizado.

Meus últimos agradecimentos, mas não menos significativos, são para minha família, a qual me apoiou em todas as etapas do mestrado, entendendo as minhas ausências, e ao Ricardo, o qual foi sempre companheiro, e que, mesmo longe, me acalmava nos momentos mais tensos, dando-me coragem para prosseguir.

A todos vocês o meu mais sincero obrigado!

RESUMO

PARO, Larissa San Martins. **Contribuição metodológica para identificação de segmentos críticos em rodovias**. 2009. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

Esta dissertação tem por objetivo principal contribuir na identificação dos segmentos críticos das rodovias federais brasileiras. A fim de atingir este objetivo realizou-se, primeiramente, um levantamento dos métodos de identificação dos locais concentradores de acidentes, o qual tornou possível a visualização das insuficiências técnicas do atual método utilizado para identificação dos segmentos críticos nas rodovias federais brasileiras e subsidiou o estabelecimento de possíveis procedimentos para adequá-lo. Esses procedimentos serão estabelecidos e incorporados no método atualmente utilizado pelo Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes, gerando, deste modo, novos índices críticos de acidentes para as rodovias, especialmente para as rodovias federais de Santa Catarina, as quais terão atenção especial nesta dissertação.

Palavras-chave: Acidentes de Trânsito, Métodos de Tratamento de Locais Concentradores de Acidentes, Índice de Acidentes, Segmentos Críticos.

ABSTRACT

This dissertation intends to contribute to highways critical segments identification. In order to reach this objective it was fulfilled, at first, a survey of the identification methodologies, concentrative places of accidents analysis and treatment, which became possible the visualization of the insufficiencies techniques of the current methodology used for critical segments identification the Brazilian Federal Highways and subsidized possible adjustment procedures establishment. These procedures were established and incorporated in the methodology currently used by the National Infrastructure Department of Transports, generating new critical accidents indices for the highways, especially for the Santa Catarina Federal, what they had special attention in this dissertation.

Keywords: Accidents, Methods Hubs treatment locations of accidents, Accidentes index, Critical segments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico da avaliação monetária de uma morte em acidentes rodoviários, por País (Preços em euros, em 2002)	33
Figura 2 – Gráfico da mortalidade por idade e por categoria de usuário	43
Figura 3 – Gráfico do histórico dos Acidentes na BR 470	45
Figura 4 - Exemplo de histograma para colisões frontais do km 104 ao 298 da BR 101/SC	53
Figura 5 - Representação esquemática dos procedimentos adotados....	62
Figura 6 - Imagens da BR 101 em Diferentes Sentidos de Tráfego.....	77
Figura 7 - Figura esquemática da variação do índice médio da classe 104	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custo por gravidade de acidente.....	35
Tabela 2 - Evolução de Alguns Índices de acidentes no Brasil	41
Tabela 3 - Tempo transcorrido entre a data do acidente e o óbito, percentual acumulado DF.....	42
Tabela 4 - Valores do coeficiente k	58
Tabela 5 - Classificação dos Trechos.....	60
Tabela 6 - Modelo de tabela utilizada na aplicação do método do DNIT	66
Tabela 7 - Segmentos críticos obtidos a partir da aplicação do método do DNIT	69
Tabela 8 - Relatório Resumido dos Segmentos Críticos Ano de 2001.....	76
Tabela 9 - Tabela dos Segmentos Críticos com Adequação do Número de Acidentes	81
Tabela 10 - Custo por Gravidade de Acidente.....	82
Tabela 11 - Modelo de tabela utilizado na aplicação do método proposto.....	83
Tabela 12 - Tabela de Priorização dos Segmentos Críticos.....	87
Tabela 13 - Segmentos Críticos identificados pelo método proposto...	88
Tabela 14 - Priorização dos segmentos críticos identificados pelo custo dos acidentes.....	93
Tabela 15 - Priorização dos segmentos críticos identificados pela taxa dos custos dos acidentes	98
Tabela 16 - Tabela comparativa entre os métodos.....	103

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
BO	Boletim de Ocorrência
CFC	Centro de Formação de Condutores
CNH	Carteira Nacional de Habilitação
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
IML	Instituto Médico Legal
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
PNV	Plano Nacional de Viação
DPRF	Departamento de Polícia Rodoviária Federal
SINET	Sistema Nacional de Estatísticas de Trânsito
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	20
1.1 Apresentação.....	20
1.2 Objetivos.....	21
1.2.1 Objetivo Geral.....	21
1.2.2 Objetivos Específicos.....	21
1.3 Importância e Justificativa.....	22
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1 Aspectos Técnicos Relacionados a Acidentes de Trânsito em Rodovias	23
2.2 Caracterização dos Acidentes Rodoviários.....	24
2.3 Levantamentos de Dados.....	27
2.4 Principais Fatores Relacionados a Ocorrência dos Acidentes.....	29
2.5 Custos Associados aos Acidentes Rodoviários	33
3 CONTEXTUALIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DA SEGURANÇA VIÁRIA	37
3.1 Histórico da Situação.....	37
3.2 Estatísticas no Brasil e no Mundo	39
3.3 Estatísticas em Santa Catarina	44
4 MÉTODOS PARA ESTUDOS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS.....	46
4.1 Conceitos Iniciais	46
4.2 Métodos Internacionais de Estudo	47
4.3 Métodos Nacionais de Estudo.....	51
4.4 Método Atualmente Utilizado para Determinação dos Segmentos Críticos das Rodovias Federais	55
4.4.1 Procedimentos de Cálculo.....	56
4.4.2 Aplicação do Método nas Rodovias Federais Brasileiras	59
5 PROPOSIÇÕES PARA O MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE SEGMENTOS CRÍTICOS NAS RODOVIAS FEDERAIS.....	62
5.1 Apresentação.....	62
5.2 Procedimentos para Obtenção dos Dados Necessários.....	63
5.2.1 Dados dos Acidentes.....	63
5.2.2 Dados de Volume de Tráfego	64
5.2.3 Dados do Ambiente.....	64

5.3	Aplicação do Método Atualmente Utilizado nas Rodovias Federais Brasileiras	66
5.4	Resultados Obtidos com a Aplicação do Método Atualmente Utilizado nas Rodovias Federais Brasileiras.....	68
5.5	Estudo e Avaliação dos Resultados Obtidos com o Método Atualmente Utilizado nas Rodovias Federais Brasileiras	75
5.6	Proposição de Melhorias no Método Atualmente Utilizado nas Rodovias Federais Brasileiras	78
5.6.1	Desagregação do Ambiente em Estudo	78
5.6.2	Adequação do Número de Acidentes	80
5.6.3	Priorização dos Segmentos Críticos Identificados	81
5.7	Aplicação do Método Proposto.....	83
5.8	Resultados Obtidos com a Aplicação do Método Proposto	87
5.9	Comparação entre os Métodos	103
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	106
6.1	Conclusões.....	106
6.2	Sugestões para Trabalhos Futuros.....	108
	REFERÊNCIAS.....	109
	ANEXOS.....	117

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

A televisão e os jornais mostram todos os dias um, dois, três ou mais acidentes graves, com mortos, feridos, mutilados e danos ao meio ambiente, denotando a situação de catástrofe vivenciada no país. Catástrofe essa ignorada pela maior parte de população, a qual não percebe que no trânsito, a rapidez com que se passa da saúde para a doença é, talvez, mais rápida e imprevisível do que em todas as outras circunstâncias de risco que a vida cotidiana oferece.

Segundo WHO (2004), “os acidentes são responsáveis por 12% do total de mortes no planeta, sendo a terceira causa mais freqüente na faixa etária de um a 40 anos”. Além disso, entre as causas externas de mortalidade, 25% correspondem aos acidentes de transporte (PEDEN et al, 2002). As estimativas apontam tendência crescente desses números, que deverão aumentar em 40% até 2030, caso não sejam adotadas medidas preventivas efetivas (MATHERS e LONCAR, 2005).

Segundo Perfeito e Hoffmann (2003, p.77):

O grau de conscientização a respeito dos acidentes de trânsito aumentou, mas ainda existe uma grande parcela de usuários do sistema viário que tem se mantido alheia à idéia do acidente considerando-o algo distante de sua vida, logicamente trágico, mas altamente improvável.

Vários trabalhos têm relacionado trânsito com saúde pública dado o crescimento do número de mortos em acidentes, hoje considerado a terceira maior causa de mortes no Brasil (HOFFMANN, 2003). Esta posição pode ser ainda mais alta em virtude da prática de se computar, em alguns locais, apenas os óbitos ocorridos no local do acidente, e não as vítimas que falecem posteriormente.

Além disso, diferente de outras causas de mortalidade, como doenças do aparelho respiratório ou câncer, que atingem a população mais tardiamente, em geral os acidentes de trânsito afetam a população com idade média de 30 anos, o que indica a perda precoce de pessoas produtivas e determinam graus variados de incapacidade física em expressivo número de vítimas (PEIXOTO E SOUZA, 1999).

As mortes e a invalidez, temporária ou permanente, são danos que resultam em transtornos materiais e sociais, expondo o aspecto mais

trágico das relações vivenciadas no âmbito social, com alterações no fluxo das relações individuais e coletivas e com repercussões que se estendem às gerações futuras (HENRIQUE, 2002).

O sistema governamental, que cuida das estradas, da observância das normas e do estado do veículo, tem entre suas metas: evitar o acidente. Para tanto, deve-se saber o que provoca o acidente, em que condições ele acontece e, para chegar a isto, devem ser estudados os acidentes e também os acidentados. Há diversos tipos de acidentes e em alguns lugares e situações a frequência deles é maior do que em outros. Daí a necessidade de estudos estatísticos dos acidentes e suas causas ou circunstâncias imediatas, para se obter uma imagem mais real do problema (ROZESTRATEN, 1988).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo desta dissertação é estudar e aperfeiçoar o método atualmente utilizado para determinação dos segmentos críticos nas rodovias federais brasileiras. Este objetivo vem ao encontro da idéia de que para conseguir reverter à situação vivenciada nas rodovias é necessário o estudo dos locais concentradores de acidentes de trânsito.

A definição adequada desses locais é fundamental, uma vez que proporciona ao órgão gestor a visualização dos trechos mais perigosos, nos quais podem ser feitas correções na infra-estrutura, melhoramentos na sinalização, campanhas educativas com os envolvidos, entre outras atividades.

1.2.2 Objetivos Específicos

Entre os objetivos específicos do trabalho pode-se citar:

- Construir a base teórica (conceitos, teorias e estado da arte) para a pesquisa;
- Analisar exemplos (nacionais e internacionais) de métodos existentes;
- Analisar o método do DNIT usando como critérios:
 - Variáveis adotadas;
 - Resultados apresentados;
 - Aspectos limitantes.

- Sugerir e Inserir melhorias no método do DNIT;
- Testar o método proposto com dados de 2006;
- Comparar os resultados do método proposto para o ano de 2006 com os resultados do método do DNIT para o mesmo ano.

1.3 Importância e Justificativa

A importância de se estudar os segmentos críticos das rodovias está intimamente ligada com a possibilidade de identificar os segmentos que perante aos demais apresentam um índice de acidentes superior. Esta identificação, a qual baseia-se nas causas associadas aos fatores não aleatórios, ou seja, fatores relacionados ao local do acidente, permite que se identifique os segmentos que levando em consideração estes fatores, apresentam-se como críticos e devem ser analisados e tratados como tal.

A escolha de contribuir com um método de identificação de segmentos críticos para as Rodovias Federais, justifica-se pela constatação, amplamente divulgada nos noticiários, de que as rodovias federais catarinenses estão entre as mais perigosas do Brasil. Em um segundo momento, a escolha foi devido à necessidade de se realizarem testes com o método proposto, necessitando para tanto de dados das rodovias, os quais foram disponibilizados pela unidade do DNIT de Santa Catarina para esta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aspectos Técnicos Relacionados a Acidentes de Trânsito em Rodovias

O acidente de trânsito tem muito a ver com a aceitação dos riscos, ou seja, qual o nível de risco que as pessoas estão dispostas a aceitar, visto que elas arriscam mais quando percebem que os benefícios esperados são altos e os custos esperados da transgressão são percebidos como relativamente baixos. Assim, a percepção de risco será tão mais baixa, quanto mais a pessoa estiver confiante de possuir as habilidades necessárias para o enfrentamento da situação, e a percepção será mais alta tanto quanto ela duvidar destas habilidades (HENRIQUE, 2002).

Para ABDETRAN (2007), o acidente de trânsito é:

Todo evento danoso que envolva o veículo, a via, o homem e/ou animais e para caracterizar-se, é necessário à presença de dois desses fatores. Nesse caso, por ser mais completo, o conceito esclarece a obrigatoriedade da presença de dois, dos três fatores, excluindo a expressão “não-intencionada” e mantendo o fato de ser danoso para uma ou para ambas as partes.

Segundo Hoffmann e González (2003, p.380), “o acidente sempre esteve associado a uma imagem de azar, de geração espontânea e imprevisão implícita na sua própria definição”. Estas crenças predominaram na nossa sociedade, durante grande parte do século XX. Os especialistas nesse fenômeno descobriram que os acidentes não são acontecimentos fortuitos, imprevisíveis e dependentes da sorte, mas, ao contrário, eles seguem parâmetros característicos de distribuição, isto é, o acidente é sempre uma consequência (HOFFMANN e GONZÁLEZ, 2003).

Segundo a Organização Panamericana de Saúde (1993, apud HENRIQUE, 2002, p. 45), “o acidente constitui-se de uma condição súbita – que ocasiona danos à saúde, gerada por uma combinação de motivos potencialmente preveníveis e atuantes em um momento determinado”.

O acidente pode ainda ser considerado como uma disfunção do sistema homem-via-veículo que, em circunstâncias normais, funciona muito bem. Porém, uma vez que o sistema consiste em uma enorme

quantidade de fatores, é possível que um fator se desvie tanto do normal que o sistema já não consiga mais adaptá-lo ou colocar outros mecanismos e fatores em seu lugar. Um dos conceitos que está ganhando mais adesão no campo da pesquisa de acidentes é que a causa do acidente é multifatorial (ROZESTRATEN, 1988).

O *Department of Transportation* (1996, apud Didoné 2000 p. 6), define acidente de trânsito como:

Um evento raro, aleatório e originado de diversos fatores inter-relacionados, sempre precedido de uma situação na qual uma ou mais pessoas falharam na cooperação com seu ambiente. Em outras palavras, o usuário não teve habilidade para adaptar-se as novas necessidades impostas pelo ambiente de tráfego. Significa dizer que o usuário enfrentou uma dificuldade de interação com o seu veículo (diretamente) ou com a via (indiretamente, através do seu veículo).

Pline (1992) caracteriza o acidente de trânsito como uma falha do sistema rodovia/veículo/motorista, na execução de uma ou mais operações necessárias à realização de uma viagem sem danos materiais ou pessoais, cujos fatores causais poderão ser encontrados nos pontos em que estas operações foram erradas.

2.2 Caracterização dos Acidentes Rodoviários

O estudo dos acidentes rodoviários tem por base os acidentes ocorridos em determinada rodovia, os quais devem ser caracterizados, tendo em vista a determinação da sua natureza, forma de ocorrência e sistemática de repetição a fim de que possam ser estabelecidos critérios de prevenção. Rozestraten (1988, p. 75), apresenta a seguinte caracterização para os acidentes:

- a presença ou não de vítimas – c/v (com vítimas) e s/v (sem vítimas);
- a presença ou não de pedestre – diferencia um acidente por atropelamento de um acidente por colisão ou abaloamento;
- o veículo ou os veículos implicados – bicicleta com ônibus, táxi com caminhão, etc;
- o número de veículos envolvidos – acidente de vários veículos ou de “um carro só”, o qual é típico de motoristas embriagados ou de tentativas de suicídio.

- o local e a especificação da via – caracteriza o acidente como acidente em cruzamento, em curva, em estrada estadual, em zona rural, em zona urbana, etc;
- o estado da via – acidente em via esburacada, em cruzamento mal sinalizado, tendo-se aqui a indicação da causa provável;
- a presença de algum defeito no veículo – acidente por derrapamento com pneus lisos, acidente por falta de freio, etc;
- o tipo de ser humano:
 - acidentes com homens e/ou mulheres – critério: sexo;
 - acidentes com pedestres, motoristas e passageiros – critério: categoria;
 - acidentes com crianças, adolescentes, adultos e idosos – critério faixa etária.

Luz (1994, p.13), classifica os acidentes em três modalidades: “acidente com danos materiais, acidente com danos pessoais e acidente com danos materiais e pessoais, ou acidente misto”.

Diz-se que ocorrem danos materiais no acidente do qual resultem somente prejuízos materiais nos veículos envolvidos e/ou no mobiliário urbano. Já os acidentes com danos pessoais, são aqueles em que do acidente causado por veículo automotor resultarem lesões corporais ou morte de pessoas. Por outro lado, os acidentes mistos, ocorrem quando no mesmo acidente, se verificarem danos materiais e pessoais.

De acordo com Henrique (2002), os acidentes podem se classificar em: sem vítimas, os quais produzem danos materiais sem ocasionar lesões físicas aparentes nos envolvidos; acidentes com vítimas, nos quais ocorreram ferimentos em uma ou mais pessoas, sendo esses caracterizados como lesões leves ou graves nos boletins de ocorrência; e acidentes com vítimas fatais, nos quais há o óbito de uma ou mais pessoas no local do acidente.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é a tipificação dos acidentes, a qual pode seguir diferentes linhas. No Brasil, a tipificação do acidente de trânsito é normatizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por intermédio de sua PB-32 “Relatório de Acidentes de Trânsito”, adotando a seguinte classificação:

- abalroamento - ocorre quando um veículo em movimento é colidido lateral ou transversalmente por outro veículo, também em movimento;
- atropelamento - acidente em que um veículo em movimento colide com uma pessoa ou animal;
- capotamento - ocorre quando um veículo em movimento gira

- em qualquer sentido, ficando com as rodas para cima, mesmo que momentaneamente;
- choque - é o impacto de um veículo contra qualquer obstáculo, poste, árvores, muros, etc., até mesmo outro veículo estacionado ou parado;
- colisão - é o impacto de dois veículos em movimento, frente a frente ou pela traseira;
- tombamento - ocorre quando o veículo tomba lateral ou frontalmente;
- outros - quaisquer acidente que não se enquadre na classificação acima, tais como, queda em abismo, saída da pista, soterramento, submersão e incêndio.

Contudo, outras classificações mais específicas são possíveis de serem encontradas. A Departamento de Polícia Rodoviária Federal caracteriza treze tipos de diferentes de acidentes, o que possibilita uma maior capacidade de análise dos acidentes ocorridos em determinado segmento. Deste modo, de acordo com a Departamento de Polícia Rodoviária Federal (2007), pode-se ter os seguintes tipos de acidentes:

- atropelamento: é o acidente em que um pedestre, ciclista ou animal é atingido por um veículo (motorizado ou não). Atropelamento múltiplo é o acidente com duas ou mais vítimas atropeladas. Este tipo de acidente apresenta índices elevados de feridos e mortos;
- colisão: é o acidente entre dois ou mais veículos em movimento, no mesmo sentido, ou em sentidos opostos, na mesma faixa da via;
- colisão traseira: é a colisão entre dois veículos em movimento, no mesmo sentido. Geralmente ocorre quando o condutor do veículo da frente necessita diminuir a velocidade ou imobilizar o veículo. Este tipo de acidente torna-se ainda mais perigoso quando envolve veículos com massas e dimensões muito diferentes;
- colisão frontal: é a colisão entre dois veículos em movimento, em sentidos opostos. Ocorre quando um dos veículos tenta utilizar a faixa oposta indevidamente, geralmente durante uma ultrapassagem; costuma ser violento, devido à maximização das velocidades relativas;
- engavetamento: é a colisão de três ou mais veículos, um atrás do outro. Pode ser colisão traseira, ou pode incluir colisões frontais;

- abalroamento lateral no mesmo sentido: é o acidente entre veículos em movimento em faixas distintas, porém no mesmo sentido, quando um deles inicia uma conversão à direita ou esquerda;
- abalroamento lateral em sentidos opostos: é o acidente entre veículos que se deslocam em sentidos opostos e em faixas distintas. Geralmente um dos veículos está iniciando uma conversão à esquerda ou direita;
- abalroamento transversal: envolve veículos que se deslocam em direções com um ângulo próximo de 90°, ocorre normalmente, em cruzamentos ou acessos secundários e eventualmente em lugares utilizados irregularmente para realizar retornos;
- colisão frontal: é uma colisão transversal quando o ponto de impacto entre ambos os veículos é a parte dianteira;
- choque: é o acidente entre um veículo em movimento e um obstáculo sem movimento. O obstáculo pode ser outro veículo parado (por exemplo, estacionado ou parado temporariamente em um semáforo) ou um obstáculo fixo. Normalmente estes obstáculos fixos estão fora da via circulável e podem ser: postes de iluminação, árvores, cabines telefônicas, equipamentos de sinalização, defensas, entre outros;
- capotamento: qualquer acidente em que o teto do veículo toma contato com o chão, pelo menos uma vez, durante o acidente;
- tombamento: qualquer acidente envolvendo apenas um veículo, em que um de seus lados fica em contato com o chão, ao final do acidente;
- combinação: acidentes que combinem dois ou mais tipos mencionados anteriormente, por exemplo, um atropelamento que provoca um engarramento com uma ou mais colisões traseiras.

Assim, percebe-se que há diversos modos de caracterizar um acidente, os quais podem estar associados entre outros: com os agentes envolvidos, com os danos causados e com o tipo de conflito gerado.

2.3 Levantamentos de Dados

A coleta de dados é uma das etapas fundamentais no estudo da segurança viária e deve compreender além de dados de acidentes o levantamento de: dados de tráfego; dados físicos, operacionais e

funcionais; dados de pedestres; dados de ciclistas; dados relativos ao uso do solo lindeiro; e investigações, levantamentos e informações complementares.

Os dados de tráfego deverão conter as informações relacionadas com as características do tráfego na malha viária ou em cada trecho da estrada. Já os dados de volumes de pedestres e ciclistas são importantes em programas de melhoria de segurança rodoviária, principalmente quando envolvem estudos em ambientes urbanos ou com interface com estes.

Os dados físicos, operacionais e funcionais, podem ser formados por dados colhidos para todo o sistema ou apenas para determinadas regiões os locais selecionados, incluindo as informações referentes às intersecções, trechos ou locais específicos do sistema viário, características geométricas, o estado e tipo do pavimento, a existência de sinalização e de outros dispositivos de segurança, presença de estacionamento lateral, pontes estreitas, cruzamentos em nível com ferrovias, podendo ter-se também os dados das velocidades de circulação (MENESES, 2001).

Os dados relativos ao solo lindeiro são fundamentais e destacam-se nestas áreas os dados relativos à densidade de construção, possibilitando a desagregação do trecho em subtrechos homogêneos, conforme o ambiente (urbano e rural).

Já as investigações, levantamento e informações complementares, servem para suprir deficiências dos dados básicos indispensáveis e, sobretudo, para fortalecer o conjunto de informações existentes, visando diagnósticos mais precisos e, conseqüentemente, programas mais eficientes (MENESES, 2001).

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.

Infelizmente, ainda há no Brasil uma falta de padrões nos procedimentos de coleta e armazenamento de dados, os quais causam muitos inconvenientes impedindo a correta identificação de problemas e

mascarando a situação do sistema de tráfego, com relação à segurança.

Segundo DNER (1998, p. 10), “a análise dos boletins de ocorrência constata que o local do acidente é, normalmente, registrado com pouca precisão e que, talvez por falta de campo específico, as condições meteorológicas nem sempre merecem a devida atenção”.

A imprecisão na localização dos acidentes foi constatada em uma pesquisa realizada na BR-381 nos anos de 1991/1992, a qual permitiu constatar que: cerca de 60% dos acidentes têm seu local descrito como km X+000, onde X é a um quilômetro inteiro e 000 significa 000 metros; cerca de 20% dos acidentes têm seu local descrito como km X+500, o que significa que o acidente ocorreu exatamente na metade da distância entre o km X e o km (X+1); somente cerca dos 20% restantes dos acidentes têm seu local descrito com km X+ Y, onde Y não é nem 000 e nem 500 (DNER, 1998).

Um outro estudo que comprovou a existência dessa imprecisão nos dados foi apresentado pelo Núcleo de Estudos de Acidentes em Rodovias (NEA, 2006), no qual a diferença entre o local da ocorrência do acidente em estudo e o local registrado no Boletim de Ocorrência chegou a 900m.

A causa principal desse problema é a falta de referências na pista para o policial efetuar a localização exata dos acidentes, na melhor das hipóteses, a estrada é dotada de placas indicativas de quilometragem a cada quilômetro, as quais estão sujeitas a roubo e a abaloamento. Ao mesmo tempo, muitos dos acidentes, ocorrem no período noturno, em trechos sem iluminação, tornando mais precária a utilização de placas de quilometragem como referência para o Boletim de Ocorrência.

Além da imprecisão no registro da localização do acidente tem-se ainda o sub-registro de vítimas e, principalmente, de mortes por acidentes de trânsito, e a excessiva manipulação e transcrição de dados de acidentes, o que produz uma série de erros que vão se acumulando no decorrer do processo.

2.4 Principais Fatores Relacionados a Ocorrência dos Acidentes

No simples “dirigir um carro” há uma enorme quantidade de fatores a serem considerados. No carro temos o combustível, o carburador e dezenas de outras peças que podem apresentar defeitos. No ambiente há outra série de fatores: a via, as condições do asfalto, um semáforo desregulado e toda a quantidade de carros do entorno. Além disso, há também inúmeros fatores que envolvem o próprio indivíduo:

seus olhos, seus ouvidos, sua capacidade de atenção, de discriminação, de previsão e de decisão. É praticamente impossível dizer quantos fatores estão funcionando e integrando quando se está guiando um carro. Como resultado do mau funcionamento de um ou alguns desses fatores os acidentes acontecem (ROZESTRATEN, 1988).

Gladwell (2001, p.50) “observa que a cada três quilômetros o motorista realiza 400 observações, toma 40 decisões e comete um erro. A cada 800 km um desses erros vira uma quase colisão e a cada 100.000 km um desses erros vira um acidente de trânsito”.

Geralmente, os acidentes de trânsito ocorrem por falha de um ou mais elementos que compõem o sistema veículo x homem x via. Um distúrbio momentâneo ou uma deficiência inerente a qualquer um destes elementos, pode levar a uma situação de perigo. Quando um fator isoladamente é suficiente para explicar a ocorrência (caso ele não existisse não teria ocorrido), pode-se dizer que este fator é a causa principal do acidente. Geralmente os acidentes são ocasionados por uma série de fatores atuando em conjunto, os denominados fatores contribuintes (DIDONÉ, 2000).

Rozestraten (1988, p. 106), acrescenta alguns fatores para os acidentes no Brasil:

A ausência ou precariedade da educação para o trânsito na escola; precariedade da formação do motorista na maioria das auto-escolas; exames teóricos e práticos fracos para a obtenção de CNH; CNHs compradas ou obtidas por influência política; insuficiência dos exames médico-psicológicos; analfabetos e semi-analfabetos na estrada, além de muitos alfabetizados que não conhecem as normas nem a sinalização; impunidade dos delitos de trânsito, considerando-se que todo delito nesse campo é apenas culposos.

Entre as falhas humanas mais comuns que podem estar associadas à ocorrência de acidentes, cabe destacar as seguintes: causas físicas (fadiga, falta de energia, defeitos sensoriais); causas psíquicas (pressa, falta de atenção, agressividade, competitividade); busca intencional de risco e de emoções intensas; condutas interferentes e as distrações; a experiência, por excesso ou falta, a respeito do veículo ou da via; estados psicofísicos transitórios (uso inadequado de álcool, fármacos, sonolência, depressão, estresse) (HOFFMANN e LEGAL, 2003).

Além das possíveis falhas humanas, tem-se ainda o risco

subjetivo, ou seja, o nível de perigo percebido pelo usuário da rodovia em cada instante no processo de condução do veículo, o qual é um fator determinante do comportamento do motorista no processo de condução do veículo e como consequência, dos acidentes. Assim, o condutor adapta sua conduta às mudanças que percebe a sua volta, quando o risco subjetivo é maior, trata de compensá-lo atuando com maior atenção, diminuindo a velocidade e vice-versa (PLINE, 1992).

A velocidade também tem sido apontada como um dos fatores diretamente ligados à causa de acidentes. Nesse aspecto, a velocidade compatível com a segurança é descrita como aquela que permite ao motorista uma reação que evite atingir um obstáculo, um pedestre ou um outro veículo, permitindo-lhe uma manobra de emergência, quando necessária, como frear ou desviar o veículo, protegendo-o contra derrapagens ou hidroplanagem (DENATRAN, 1984).

Rozestraten (1988, p.123), afirma que:

Não é a velocidade em si que é a causa do acidente, mas a velocidade em determinadas situações. A velocidade que é perfeitamente adaptada à situação de uma auto-estrada não é à situação de zona urbana, com muitos pedestres e bicicletas.

O veículo, outro agente causador de acidente, também deve ser analisado, uma vez que estima-se que perto de três milhões de veículos foram convocados (*recall*) pelas montadoras brasileiras e importadoras, nos últimos cinco anos, com problemas graves nos itens de segurança demonstrando que os automóveis ainda carecem de controle de qualidade mais eficiente (HENRIQUE, 2002).

Além disso, as leis da física e as propriedades dos materiais de construção mecânica ainda intervêm na segurança, visto que os automóveis têm massa muito grande. Para transportar 400kg de passageiros, emprega-se massa de 2,5 a 4 vezes maiores.

Segundo Lehfelf (1991 p. 23), essa massa gera dois problemas:

O primeiro é à distância de frenagem, a qual é muito grande, para uma velocidade de 60km/h, precisa-se de 20m antes de parar; o segundo é que grandes massas adquirem energia quadruplicada quando a velocidade dobra, assim em uma colisão há uma grande liberação de energia em um curto espaço de tempo. Além disso, para mudar de direção, os veículos dependem de conexões como

a aderência pneu-solo, variável com as condições físicas de ambos e com a velocidade.

A ausência da falta de aderência pode ser observada em um estudo realizado na França por Ferrandez (1993, apud Didoné 2000, p. 12), no qual descobriu-se que “a falta de aderência entre os pneus dos veículos e o pavimento, foi responsável direto por 7% do total dos acidentes rodoviários”.

Além dos problemas de aderência, podem-se ter ainda problemas de caráter geométrico se nos traçados das rodovias não forem seguidas normas que especifiquem adequados raios de giro, superlargura e superelevação, bem como distâncias de visibilidade, para evitar insegurança na ultrapassagem em aclives e em outros locais de visibilidade deficiente (MOUKARZEL,1999).

Coelho (1999), estudou a correlação existente entre a ocorrência de acidentes nas vias e suas características físicas operacionais. Neste estudo foi possível verificar que:

Dentre 20 variáveis estudadas, 9 influenciam de forma significativa nos acidentes, são elas: existência ou não de intersecção, meio fio, sarjeta, curva vertical, sinalização vertical, área edificada, tipo de pista (simples ou dupla), traçado (curva ou tangente) e o dia da semana.

Lee e Mannering (1999), apresentam o resultado de um estudo realizado no estado de Washington, envolvendo a análise das características da margem das rodovias e os efeitos que tais características possuem na frequência e na severidade dos acidentes. Assim, dentre os fatores encontrados, que influenciaram na frequência dos acidentes estão: para rodovias rurais, declive lateral, a distância da extremidade externa do acostamento ao guardrail e o número de árvores na seção; para rodovias urbanas, o comprimento da ponte, a distância do acostamento ao guardrail, e o comprimento da cerca.

Convém salientar também a importância da sinalização vertical e horizontal das vias para a redução dos conflitos de trânsito, destacando-se esta última, como mais importante para produzir segurança nos casos de condições adversas: efeito obscuridade (à noite), efeito crepuscular (manhãs e tardes), nos densos nevoeiros, em perfis de má visibilidade (lombadas) e em dias de chuva (MOUKARZEL,1999).

A partir das premissas apresentadas anteriormente, é possível afirmar que muitos podem ser os fatores causadores dos acidentes.

Todavia, os recursos financeiros e humanos, disponíveis para o estudo e avaliação dos mesmos são escassos. Assim, torna-se necessário o estabelecimento de métodos de identificação, avaliação e tratamento de locais onde as incidências de acidentes são mais preocupantes.

2.5 Custos Associados aos Acidentes Rodoviários

Alguns estudos nacionais e internacionais vem sendo desenvolvidos com o objetivo de propiciar a definição dos custos associados aos acidentes. No que se refere a União Européia, um dos métodos mais utilizados para valoração da prevenção de acidentes é o da "regra de 1 milhão de euros". Este método utiliza o valor de 1 milhão de euros como um teste da eficácia das medidas de segurança. Assim, a execução de uma medida de segurança pode ser considerada quando para cada milhão de euros gastos com esta, pelo menos uma morte é evitada (ETSC, 2007).

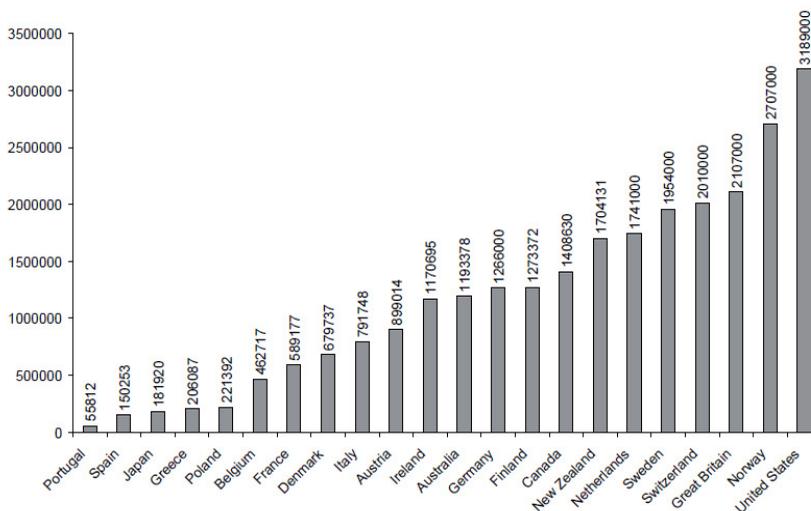


Figura 1 – Gráfico da avaliação monetária de uma morte em acidentes rodoviários, por País (Preços em euros, em 2002)

Fonte: ETSC (2007)

Os valores obtidos em cada país distinguem-se por conta de dois fatores principais. O primeiro refere-se ao método utilizado para estimar tais valores, uma vez que valores obtidos a partir de pesquisas com uma

abordagem de disposição a pagar tendem a ser cerca de duas vezes mais elevados do que valores obtidos a partir de pesquisas que não se baseiam neste método. O segundo fator refere-se ao nível de rendimento real do país, uma vez que de um modo geral, países com um produto interno bruto relativamente baixo tendem a apresentar valores monetários mais baixos do que aqueles apresentados por países mais ricos (ETSC, 2007).

Na Figura 1, é possível verificar que as avaliações variam substancialmente. Um padrão interessante é que alguns dos países que têm um bom registro de segurança, tais como a Noruega, a Grã-Bretanha e Suécia, atribuem um alto valor monetário para a prevenção de um acidente de tráfego com morte. Entre os diversos membros da União Européia em 2002, houve uma diferença de 38 vezes o valor da prevenção de um tráfego morte, sendo que o maior valor monetário para se prevenir uma morte em acidente de trânsito é encontrado nos Estados Unidos, com um valor aproximado de 3.189.000 euros (ETSC, 2007).

Já dentre os estudos nacionais referente aos custos dos acidentes, pode-se citar um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), o qual é vinculado ao DNIT, e dois estudos desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) juntamente com a Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) em 2003 e com o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) em 2006.

O primeiro estudo desenvolvido pelo IPEA e pela ANTP, realizado entre os anos 2001 e 2003, foi intitulado de Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas. Este estudo tinha por objetivo quantificar os custos dos acidentes de trânsito em áreas urbanas e concluiu por perdas anuais da ordem de R\$ 5,3 bilhões em 2001 (preços de abril de 2003). Essa pesquisa estimou, ainda, os custos médios unitários em R\$ 3,3 mil, para os acidentes de trânsito sem vítimas, R\$ 17,5 mil para os acidentes com feridos, e R\$ 144,5 mil para os acidentes com mortes (IPEA, ANTP 2003).

Já em um estudo posterior intitulado de Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras, o IPEA e o DENATRAN realizaram o levantamento do custo dos acidentes de trânsito nas rodovias federais, estaduais e municipais a partir dos custos institucionais, dos custos associados às pessoas, aos veículos e à via/ambiente.

O resultado deste trabalho foi apresentado em 2006 e indicou um custo total dos acidentes para as rodovias federais de R\$6.512.085.050,00, sendo que o acidente sem vítimas foi estimado em

R\$16.840,00, o acidente com vítimas em R\$86.032,00 e o acidentes com fatalidade foi definido como tendo um valor de R\$418.341,00 (IPEA e DENTRAN, 2006).

Outro estudo similar a este, o qual subsidiará uma parte do método proposto nesta dissertação, é o estudo desenvolvido e revisado pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias em 2004. A definição dos custos dos acidentes deste método utilizou dados dos boletins de ocorrências e passou pela definição de métodos específicos para cálculo de cada item de custo dentro das parcelas relativas a danos pessoais, danos materiais e outros (IPR, 2004).

Os custos relativos a danos pessoais consideraram os seguintes itens: custos médico-hospitalares; custos relativos à perda de rendimentos futuros e; custos de funeral. Já os custos relativos a danos materiais envolveram os seguintes itens: custos de danos a veículos; custos de danos à carga e; custos de danos à propriedade (IPR, 2004).

Além desses custos que podem ser considerados como de decorrência direta do acidente, a pesquisa contemplou os seguintes custos indiretos: custos de congestionamento (associados a retenção de tráfego causada pelo acidente); custos operacionais de atendimento ao acidente; custos legais; administração de seguros e; dor e sofrimento das vítimas (IPR, 2004).

Assim, após definir o método de cálculo de cada um dos custos discriminados nos três parágrafos anteriores, o estudo definiu os custos dos acidentes rodoviários nas rodovias federais de todo o Brasil e nas rodovias federais da região sul para o ano de 2000 e 2004. Estes custos são apresentados na Tabela 1.1.

Tabela 1 - Custo por gravidade de acidente

Custo por Gravidade de Acidentes – Brasil, ano de 2000.		
Acidente com Morto	Acidente com Ferido	Acidente sem Vítimas
R\$ 248.632,00	R\$ 70.006,00	R\$ 3.883,00
Custo por Gravidade de Acidentes – Região Sul, ano de 2000.		
Acidente com Morto	Acidente com Ferido	Acidente sem Vítimas
R\$ 218.665,00	R\$ 41.080,00	R\$ 4.334,00
Custo por Gravidade de Acidentes – Brasil, ano de 2004.		
Acidente com Morto	Acidente com Ferido	Acidente sem Vítimas
R\$ 374.811,00	R\$ 90.780,00	R\$ 6.188,00
Custo por Gravidade de Acidentes – Região Sul, ano de 2004.		
Acidente com Morto	Acidente com Ferido	Acidente sem Vítimas
R\$ 363.508,00	R\$ 66.960,00	R\$ 6.976,00

Fonte de Dados: IPR (2004)

Os dados apresentados na Tabela 1.1 juntamente com dados do ano de 2004, os quais revelam a ocorrência de 94.166 acidentes, dentre os quais 4.287 com mortos, 31.768 com feridos e 58.111 sem vítimas, permitem estimar um valor de R\$ 4.850.321.196,00 para o custo de acidentes rodoviário no Brasil para este ano (IPR, 2004).

Conforme pode-se perceber a partir dos dados descritos acima, os valores para os custos dos acidentes divergem um pouco em seus valores, mas todas as pesquisas revelam custos que devem ser considerados pelos gestores quando da elaboração de políticas públicas que tenham por objetivo reduzir os acidentes.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DA SEGURANÇA VIÁRIA

3.1 Histórico da Situação

Os esforços na tentativa de caracterização e controle dos acidentes de trânsito tem sido, pelos tempos, despendidos de várias formas.

Sagnol (1985 apud LEMES, 2003, p 138), informava que:

A preocupação com os problemas de segurança, prevenção de acidentes e educação no trânsito é tão antiga quanto o uso de veículos de rodas. Na Mesopotâmia, tabuletas de barro com hieróglifos, colocados às margens das vias, advertiam os viajantes que deixar um veículo estacionado em ruas pavimentadas para procissões era uma infração punível com a pena de morte.

Em relação à legislação, merecem destaque as normas contidas no Direito Romano, as quais tinham entre suas principais funções: cuidar da conservação das vias públicas; manter a segurança das mesmas; garantir o livre trânsito por elas.

É interessante observar, que na Antiguidade as infrações comuns eram punidas com penas, em regra, corporais e cruéis, e que somente na Idade Média surgiram a “prisão Estado” e a “prisão eclesiástica” com finalidade custodial, assim as violações às normas de utilização das vias terrestres eram punidas com diferentes espécies de sanções, destacando-se os açoites, a multa e o perdimento de bens (HONORATO, 2004).

No século XVI, Leonardo da Vinci oferecia uma solução para o aumento do trânsito nas cidades e os problemas dos pedestres: propôs colocar os passeios e o leito carroçável em níveis diferentes. No século XVII, em várias cidades européias, já se proibia estacionar em certas ruas e, em diversas vias, havia tráfego de mão única. Porém, só no século XX montou-se um sistema que tornaria possível o entrecruzamento diário de milhões de pessoas e veículos, criando-se normas cuja observância tinha como alvo principal à redução de acidentes (ROZESTRATEN 1988).

Aragão (1999 apud LEMES, 2003, p.139), indica que:

Os problemas de trânsito se iniciaram com o surgimento da diligência no século XVII, tendo uma evolução maior a partir de 1885, com a

construção do primeiro carro movido à gasolina, por Carl Benz. O primeiro acidente automobilístico ocorreu em Londres, em 1896 e, na tarde de 13 de setembro de 1899, em Nova York, morreu o primeiro homem vítima de acidente automobilístico.

No Brasil, a primeira notícia sobre o automóvel, foi publicada no jornal A Província de São Paulo, em 29 de janeiro de 1876. Curiosamente, Santos Dumont dirigiu o primeiro automóvel, em 1883. No rio de Janeiro, em 1987, José do Patrocínio causou o primeiro acidente de carro no País, tendo como passageiro o poeta Olavo Bilac (ARAGÃO, 1999 apud LEMES, 2003).

Todavia, se por um lado, a utilização dos veículos se deu de forma rápida, por outro, a evolução dos fatores de segurança desses foi relativamente lenta, uma vez que a investigação dos acidentes de trânsito, pela polícia, tinha, e em alguns lugares ainda têm, o intuito natural de apurar quem é o responsável pelo acidente, e não o porquê da ocorrência desse.

Na década de 30, os acidentes já eram um grande problema para os Estados Unidos da América (EUA). O número de mortos atingia 30.000 e em 1937 já eram 40.000, as medidas desta época, eram concentradas no policiamento e na educação levadas a efeito pelos estados, sem participação do governo federal. A partir da década de 40, alguns especialistas começavam a suspeitar que poderia haver uma redução dos mortos e feridos através da melhoria do projeto do veículo, o que não deixou a indústria automobilística particularmente satisfeita. Nos anos 50 prosseguia a discussão, desta vez tentando-se colocar a estrada como culpada. Como resultado positivo deste enfoque, pode-se mencionar o aperfeiçoamento do projeto de segurança de rodovias (LEHFELF, 1991).

Todavia, segundo Lehfelf (1991 p. 25):

A maior mudança de atitude em relação à segurança veicular foi conseguida pela falha de projeto de um item de segurança ativa. Em 1959, foi lançado nos EUA o automóvel Corvair, de tração traseira, que logo apresentou uma forte tendência de perda de direção e capotamento, o que resultou em um número de acidentes anormalmente grande.

Nesta época o número de mortos era da ordem de 50 mil por ano,

e havia uma preocupação crescente com o assunto. Assim, um advogado pesquisando o Corvaair, publica em 1965, o livro “Inseguro em Qualquer Velocidade”, onde deixa caracterizado como responsabilidade dos projetistas, o que até então era considerado como culpa dos motoristas. Como era de se esperar, o livro causou grande impacto, e a partir daí o Governo Americano passou a dar mais importância ao assunto e promulgou o *National Traffic and Motor Vehicle Safety Act*. Em 1970, o esforço para melhorar a segurança no trânsito justificou a criação do *National Highway Traffic Safety Administration – NHTSA*, com a atribuição de investigar, entre outras, os defeitos de segurança, realizar programas de avaliação de desempenho em impactos (LEHFELF, 1991).

A primeira norma legal brasileira de que se tem conhecimento é o Decreto nº 8.324, datado de 27 de outubro de 1910, baixado pelo Presidente Nilo Peçanha, cuja finalidade principal foi disciplinar o serviço de transporte por automóvel. Posteriormente surgiu o Decreto Legislativo nº 4.460, de 11 de janeiro de 1922, que estabeleceu as normas relativas à construção de estradas, cuidando ainda da carga máxima dos veículos (MOUKARZEL, 1999).

Todavia, o trânsito passou a gerar problemas tão grandes que em 1926 diversos países reuniram-se em Paris, aprovando uma convenção, disciplinando a circulação internacional de automóveis e a sinalização de trânsito. Esta convenção foi ratificada pelo governo brasileiro através do Decreto nº 19.038, de 17 de dezembro de 1929. Já o primeiro Código Nacional de Trânsito do Brasil foi aprovado pelo decreto-lei nº 3.651, de 25 de setembro de 1941, que vigorou até 1968. Atualmente, tem-se em vigor o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), contendo vinte capítulos e trezentos e quarenta e um artigos, que impõe padrões de controle bem mais severos que os anteriores, passando a vigorar desde o dia 23 de janeiro de 1998 (MOUKARZEL, 1999).

3.2 Estatísticas no Brasil e no Mundo

Segundo WHO (2009), “1,2 milhões de pessoas morrem anualmente no mundo, em decorrência de acidentes de trânsito e pelo menos outras 50 milhões ficam feridas ou incapacitadas em conseqüências dos mesmos”.

No ano de 2004, os acidentes de trânsito ocupavam a nona posição na lista das causas de morte no mundo. Contudo, estima-se que no ano de 2030 os acidentes de trânsito irão ocupar o quinto lugar nesta

mesma lista, a frente de doenças como câncer e AIDS (WHO, 2004).

Apesar do número de veículos em relação à população ser maior nos países desenvolvidos, o número de mortes causadas por acidentes de trânsito é muito maior nos países em desenvolvimento (WHO, 2009).

Segundo Parolin (2005):

Comparações e estudos indicam que, atualmente, a participação do Brasil no número de veículos da frota mundial é de 3,3%, sendo, porém, responsável por 5,5% do total de acidentes fatais registrados em todo mundo. O índice de três mortos por dez mil veículos/ano é considerado aceitável pela Organização das Nações Unidas (ONU). No entanto, no Brasil, são aproximadamente sete mortos por dez mil veículos/ano. Nos países desenvolvidos, em geral, ocorre menos de uma morte por dez mil veículos/ano.

Em 2003, os brasileiros morreram por acidentes de transporte a uma taxa de 19 por 100 mil habitantes. A maior parte dos óbitos por acidente de transporte terrestre ocorreu na Região Sudeste (41%), seguida das Regiões Nordeste (22%), Sul (20%), Centro-Oeste (10%) e Norte (7%). Quando se consideram as taxas por 100 mil habitantes, entretanto, a liderança da Região Centro-Oeste (30 por 100 mil) é seguida pelas Regiões Sul (26 por 100 mil), Sudeste (19 por 100 mil), Norte (18 por 100 mil) e Nordeste (16 por 100 mil) (SOUZA et al, 2007).

No Brasil, segundo dados Ministério da Saúde (2007), em 2004 a mortalidade por acidentes de transporte terrestre configura-se como a segunda causa de morte no conjunto das causas externas, representado 28% deste total, atrás somente das agressões.

Os acidentes de trânsito estão entre as 3 principais causas de mortes entre pessoas de 5 a 44 anos, sendo que entre pessoas de 15 a 44 anos, os acidentes de trânsito se apresentam como a principal causa de mortes (WHO, 2009). Segundo ABDETRAN (2007), um número significativo de pessoas, 60% dos feridos no trânsito, na sua maioria em faixa etária produtiva, fica mutilado ou incapacitado definitivamente.

Tabela 2 - Evolução de Alguns Índices de acidentes no Brasil

RESUMO DE ANOS ANTERIORES - BRASIL								
ITENS	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
População	161.790.311	163.947.554	169.590.693	172.385.826	174.632.960	176.871.437	181.581.024	189.001.971
Frota	30.939.466	32.318.646	29.503.503 ***	31.913.003	34.284.967	36.658.501	39.240.875	42.071.961
Acidentes com Vítimas	262.374	376.589	286.994 **	307.287	251.876	333.689	348.583	383.371
Vítimas Fatais	20.020	20.178*	20.049	20.039	18.877*	22.629	25.526	26.409
Vítimas Não Fatais	320.733	325.729*	358.762 **	374.557 **	318313*	439.065	474.244	513.510
Veículos/100 Habitantes	19,1	19,7	17,4	18,5	19,6	20,7	21,6	22,3
Vítimas Fatais/100.000 Habitantes	12,4	13,9 *	11,8	11,6	12,3*	12,8	14,1	14,0
Vítimas Fatais/10.000 Veículos	6,5	7,0 *	6,8	6,3	6,2*	6,2	6,5	6,3
Vítimas Não Fatais/10.000 Veículos	103,7	111,8 *	124,1 **	119,8 **	104,6*	119,8	120,9	122,1
Acidentes com Vítimas/10.000 Veículos	84,8	116,5	99,3 **	96,2	75,1*	91,0	88,8	91,1

(*) Não inclui dados de Minas Gerais.

(**) Não inclui dados do Distrito Federal.

(***) A redução da frota em 2000 se deve a depuração de cadastro com a integração ao Sistema RENAVAM.

Fonte: Detrans/ SINET - DENATRA-CGIE (2007)

Observa-se na tabela acima demonstrada que a população semelhantemente a frota de veículos vem crescendo no decorrer dos anos, e juntamente com o crescimento desses dois agentes causadores de acidentes está também o crescimento do número de acidentes com vítimas, principalmente nos quatro últimos anos, o que demonstra a situação de insegurança vivenciada no país.

Em termos econômicos, o custo das perdas nos acidentes de transporte alcança cerca de 1% do produto interno bruto (PIB) em países de baixa renda; e 2% do PIB, em países de alta renda (JACOBS et al 2000).

Nos países subdesenvolvidos, pedestres, ciclistas e motociclistas (os atores mais vulneráveis) representam mais de 50% dos mortos no trânsito. Essa é a maior diferença em relação aos países desenvolvidos, onde, de acordo com dados do Banco Mundial, o percentual de mortes de pedestres em relação ao total de mortes no trânsito é significativamente menor (VASCONCELLOS, 2000).

Os atropelados são as vítimas fatais mais frequentes em acidentes nas rodovias federais. A cada 3,4 casos ocorre uma morte. São cerca de 4 mil atropelamentos ao ano, um a cada duas horas. Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Paraná lideram esse ranking, com 54% das mortes de pedestres, e 12 rodovias federais detêm 75,3% das ocorrências com atropelados. A maioria dos acidentes envolvendo pedestres ocorre à noite, normalmente no período das 18h às 20h (IPEA

e DENATRAN, 2006).

Calcula-se que 63% dos leitos hospitalares da área de ortopedia são ocupados por vítimas de acidentes de trânsito, destacando-se entre elas a predominância de danos aos membros inferiores, determinando longo tempo de duração e recuperação e de lesões na cabeça, pescoço ou tronco que implicam riscos para órgãos e vasos vitais, além de um alarmante índice de internações cirúrgicas e de complicações (27%) MOUKARZEL (1999).

Esses dados sugerem que os acidentes de trânsito são uma das causas (senão a principal) da elevação do número de deficientes físicos no país, ocorrendo o mesmo com as deficiências visuais, pois a não utilização de cintos de segurança dos tipos apropriados faz com que, em colisões, seja comum os ocupantes dos bancos da frente quebrarem o pára-brisa com a cabeça, gerando entre outras conseqüências, casos de perfurações do globo ocular.

Apesar dos números de mortes nos acidentes de trânsito já serem alarmantes, acredita-se que haja cerca de 40% a 60% de sub-registros embutidos nestes números em razão dos seguintes motivos: nem todos os acidentes são comunicados as polícias; das mortes são apenas consideradas aquelas que ocorrem nas primeiras 24 horas após o acidente; ainda existe uma lacuna no processo de comunicação informatizado entre as instituições envolvidas no registro de acidentes. Assim sendo, calcula-se que apenas 75% dos óbitos são cobertos. A recomendação internacional é de que se faça um monitoramento de 30 dias dos acidentados (HOFFMANN, 2003).

A importância dessa recomendação internacional pode ser verificada no resultado de uma pesquisa efetuada pelo DETRAN do Distrito Federal (1997, apud HENRIQUE, 2002, p.37), a qual indica o percentual acumulado do número de dias transcorridos entre a data do acidente e o óbito, demonstrando assim as distorções que ocorrem quando não é efetuado o acompanhamento das vítimas após o acidente.

Tabela 3 - Tempo transcorrido entre a data do acidente e o óbito, percentual acumulado DF

Óbitos	%
No local do acidente	38,3
No dia do acidente	71,0
Na primeira semana do acidente	93,4
Até 30 dias após o acidente	98,3

Fonte: DETRAN/DF, apud HENRIQUE (2002)

Buscando diminuir a discrepância entre o número real de ocorrências e os registros oficiais, alguns Estados, a exemplo de método adotado em outros países, aplicam um coeficiente multiplicador. Na cidade de São Paulo, por exemplo, o número de vítimas fatais no período de 30 dias é estimado multiplicando-se o número de mortos no local do acidente por um coeficiente de 1,3 (HENRIQUE, 2002).

Contudo, ainda que se considere a precariedade do processo de registro, coleta e tratamento de dados, as estatísticas oficiais mostram um expressivo número de mortes em acidentes de trânsito no Brasil.

Segundo ABRAMET (2005), “o risco de acidente envolvendo jovens abaixo de 20 anos é três vezes maior do que com uma pessoa de 35 anos de idade”. Além disso, a incidência maior de acidentes e de casos com perda total, ou seja, maior gravidade, ocorre entre os jovens, principalmente do sexo masculino. As mulheres se envolvem menos em acidentes - uma diferença, na média, de 10% - do que os homens. Esta diferença aumenta entre os mais jovens ABRAMET (2005).

Contudo, apesar de estudos demonstrarem que a maior parte dos acidentes envolve pessoas jovens, uma pesquisa realizada pela *Organization for Economic Co-operation and Development* – OECD (2001), apresenta uma outra faixa etária que deve ser considerada nos estudos de acidentes, conforme pode ser observado na Figura 2.

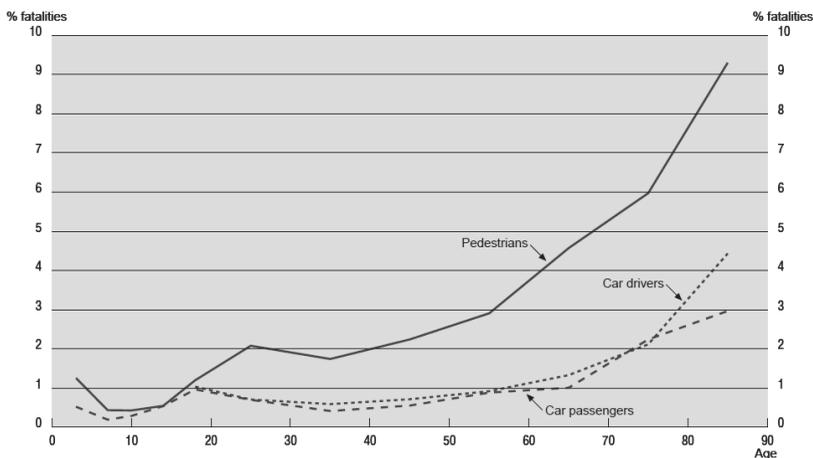


Figura 2 – Gráfico da mortalidade por idade e por categoria de usuário

Fonte: Organization for Economic Co-operation and Development – OECD (2001)

Comparados com outras faixas etárias adultas, os idosos são considerados como um grupo de risco no ambiente viário. Essa

vulnerabilidade está associada à fragilidade típica da faixa etária. Um acidente que causa ferimento é seis vezes mais provável de ser fatal em alguém com idade igual ou superior a 80 anos do que em alguém na faixa dos 40 (WHO, 1998, apud Sant'Anna, Braga e Santos, 2004).

Segundo a Federal Highway Administration – FHWA (apud Sant'Anna, Braga e Santos 2004), uma das principais dificuldades dos motoristas idosos ocorre em interseções. Mais da metade dos acidentes fatais com motoristas acima de 80 anos foi registrada em interseções, nos Estados Unidos, já no caso de condutores com menos de 50 anos, o percentual é de 24%. As principais situações de risco em interseções envolvem: tomada de decisão ao cruzar a interseção; reação às indicações do semáforo e às placas de sinalização vertical; e problemas de percepção de determinadas condições físicas da via.

3.3 Estatísticas em Santa Catarina

Em função do grande potencial turístico e inúmeras opções de passeio que o Estado de Santa Catarina oferece, a cada ano observa-se um grande aumento do transporte motorizado nas rodovias, contribuindo para a proliferação de acidentes, aumentando, portanto, a necessidade de programas efetivos de segurança no trânsito, os quais são importantes instrumentos para o estabelecimento de políticas públicas direcionadas para a redução dos acidentes de trânsito e dos seus custos.

No ano de 2000, o Estado apresentou o maior índice proporcional de mortes por quilômetro de rodovia federal, registrando 3,7 mortes para cada um dos 2.234,8 km. (DPRF e DNER, 2001, apud HENRIQUE, 2002). Foram registrados 49.001 acidentes nas rodovias federais e estaduais do estado no período de 1998 a 2000, deste total 69,16% ocorreram em rodovias federais e 30,84% nas estaduais, tendo as federais 74,69% do total de vítimas fatais (HENRIQUE, 2002).

Segundo dados da Departamento de Polícia Rodoviária Federal, no ano de 2005, a BR 101 uma das principais rodovias do Estado, a qual tem um trecho duplicado, teve 5.928 acidentes registrados pela Departamento de Polícia Rodoviária Federal, contabilizando 3.410 feridos e 230 mortos. Já a BR 470, principal rodovia do Vale do Itajaí e também uma das principais vias de acesso ao Porto de Itajaí e ao Aeroporto de Navegantes, teve no ano de 2005, 2.456 acidentes, contabilizando 1.733 feridos e 111 mortos.

Já no feriado do Carnaval de 2007, segundo dados da DPRF, o estado onde houve maior registro de acidentes foi Santa Catarina, com

344 ocorrências, contra 324 em 2006 (+6,17%); Minas Gerais ficou em segundo lugar, com 343 acidentes (411 em 2006, -16,55%). São Paulo ficou em quarto, com 196 (165 em 2006, +18,79) e Rio Grande do Sul fecha o ranking com 170 acidentes (168 em 2006, +1,19%) (DPRF, 2007).

Um levantamento do histórico da BR 470, o qual pode ser visualizado no gráfico da figura 3, permite verificar que os acidentes rodoviários nessa rodovia, vem crescendo a partir de 2001, e com maior expressão a partir de 2003. Além disso, o gráfico também torna perceptível o crescimento anual, com exceção do ano de 2001, do número de feridos em função dos acidentes rodoviários. Já no que diz respeito à avaliação do histórico do número de mortes, nenhuma inferência muito significativa pode ser feita, uma vez que os seus valores são muito próximos e infelizmente indignos de confiança, pois, conforme já comentado anteriormente somente são registrados as pessoas que falecem no local do acidente.

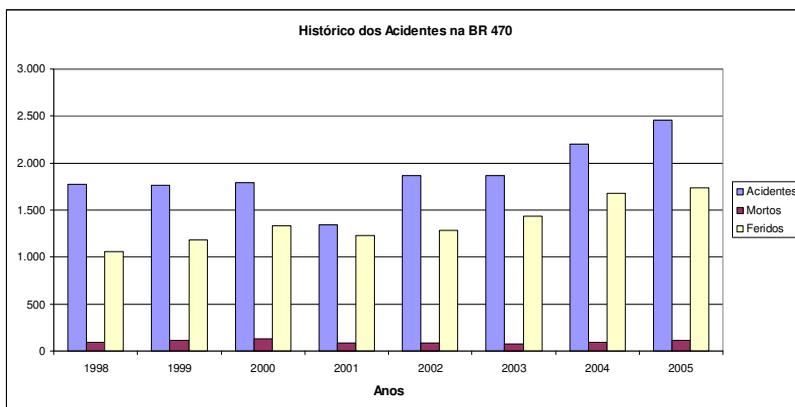


Figura 3 – Gráfico do histórico dos Acidentes na BR 470

Fonte: Dados da DPRF

Tendo em vista todos estes números levantados, pode-se afirmar que a situação da segurança viária no Estado de Santa Catarina, bem como em todo Brasil é muito crítica e são poucas as pessoas parecem se dar conta de que o acidente não custa sacrifícios apenas as suas vítimas. Há um grande custo social, coletivo, uma ineficiência econômica que ajuda a agravar a quase insolúvel crise social e administrativa que tem envolvido nosso país.

4 MÉTODOS PARA ESTUDOS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS

4.1 Conceitos Iniciais

Os sistemas de trânsito em operação, que compõem a infraestrutura inteligente 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 métodos que possibilitem a identificação, análise e correção de causas de acidentes em vias, os chamados “pontos críticos” (GOLD, 1998).

De acordo com Pline (1992), “os dados dos acidentes são usados para identificar as tendências de ocorrência de acidentes e suas conseqüências, como também para desenvolver soluções ou mensurar o que melhorar na segurança enquanto mantêm-se a mobilidade nas rodovias e ruas”.

No nível mais elevado, os dados são compilados nacional e internacionalmente para desenvolver medidas comparativas a fim de caracterizar a segurança, e o desempenho das rodovias em função das características destas, bem como dos veículos, ou motoristas, os quais contribuem para causar ou reduzir acidentes (PLINE, 1992).

Segundo Góes (1983), “os métodos de identificação mais utilizados baseiam-se no fato de que os acidentes, apesar de sua ampla distribuição espacial, tendem a agregar-se em determinados locais da malha viária”.

Denominando-se por áreas, segmento, trechos ou pontos críticos aqueles que apresentam freqüência de acidentes mais intensa, quando comparadas com outros da rede, em decorrência de diversos fatores, tais como: sinalização inadequada ou inexistente, mau estado de conservação das vias, fluxos apresentando freqüentes conflitos, e interferências físicas temporárias no sistema viário como, por exemplo, obras na via (MENESES, 2001).

Os métodos e procedimentos para identificação de trechos críticos ou segmentos críticos quanto à segurança, utilizados em diversos países, podem considerar-se divididos em dois grandes grupos: os métodos “a posteriori” que requerem o uso de registros de acidentes ocorridos em um dado período de tempo e, os métodos “a priori” que não se baseiam diretamente nos dados históricos de acidentes, mas sim em fatores que se supõe estarem relacionados com a ocorrência destes.

4.2 Métodos Internacionais de Estudo

Entre os primeiros métodos internacionais encontrados está o proposto por Baerwald em 1976, o qual apresenta um método que busca a identificação de locais concentradores de acidentes a partir de uma taxa de acidentes, a qual é utilizada para elaborar o ranking dos locais concentradores de acidentes. Uma vez que esse ranking tenha sido elaborado, alguns métodos são considerados para selecionar o primeiro trecho a ser estudado.

Entre os métodos utilizados estão: método do número de acidentes, no qual o número de acidentes é um limitador, sendo utilizado quando o número de locais estudados é pequeno; método do número de taxa combinada, usual para grandes redes de rodovias onde se têm muitos acidentes com diferentes tipos de perigo; método do controle de qualidade, é o principal método para seções em rotas rurais com volumes de tráfego uniformes, sendo também utilizado nas intersecções ou para locais com características similares, assim a taxa crítica é calculada para cada local baseada na média de todos os locais dentro do grupo (BAERWALD,1976).

Em 1978, Brenner desenvolveu aplicativos informatizados para a identificação automática de áreas críticas a partir de uma combinação de índices. Os índices utilizados são: um índice de periculosidade, que é a taxa de acidentes, ao qual corresponde ao valor médio observado; índice de acidentes obtido pelo número de acidentes; e o número de acidentes graves, o qual é determinado pela percentagem de acidentes graves.

Para Áreas Rurais iguais a 300m e índices observados em 1 ano, o modelo identifica como área crítica: áreas com quinze ou mais acidentes ou dez de um mesmo tipo e; áreas com três ou mais acidentes com vítimas graves. No caso de áreas urbanas para uma extensão de 200m e período de um ano são consideradas críticas se: se tiverem doze ou mais acidentes ou seis acidentes do mesmo tipo e; se a percentagem de acidentes exceder um limite previamente estabelecido.

O IHT (1990), considera que programas de melhoria da segurança envolvem estudos e procedimentos que visam à identificação e diagnóstico dos locais problemáticos para posterior avaliação das medidas de tratamento.

A fim de desenvolver este processo, o órgão sugere as seguintes etapas: coleta dos dados dos acidentes, das condições físicas, operacionais e geométricas da via; listagem dos locais problemáticos por técnicas numéricas e/ou estatísticas; diagnóstico do problema, através de observação local, estudos de conflitos, com a determinação dos fatores

relevantes para os acidentes e com orientação de possíveis medidas corretivas; proposição e avaliação de medidas de tratamento, com avaliação econômica de custo/benefício das medidas a serem implementadas (IHT, 1990).

O IHT (1990), considera os estágios sucessivos do processo de coleta de dados, análise, diagnóstico e proposição de ações que podem ser aplicadas, como as medidas adequadas para corrigir ou minimizar o problema dos acidentes de trânsito.

McShane e Roess (1990), afirmam que para analisar os acidentes é necessário: identificar os locais com elevado número de ocorrências juntamente com os detalhes funcionais do mesmo, a fim de que se possam descobrir as causas que contribuíram para as ocorrências; seguido do desenvolvimento de medidas estatísticas gerais, para tentar descobrir tendências, fatores causais comuns, perfil dos motoristas, entre outros; e por fim que sejam desenvolvidos procedimentos que possibilitem a identificação dos riscos diante do grande número de ocorrências.

Segundo Pline (1992):

Locais críticos são aqueles com o mais alto índice de acidentes em relação aos demais, os quais geralmente correspondem aos locais com maior número de acidentes do que os demais, e que possuem localizações similares em desenho e função, e têm volumes de tráfego similares (uma medida de exposição ao risco).

Várias técnicas são utilizadas para identificar tais localizações, muitas usam métodos estatísticos com uma “peneira” para reter somente aquelas localizações com maior quantidade esperada de acidentes ou índice de acidentes. O cálculo do índice crítico de acidentes depende do índice médio de acidentes dos locais considerados na rodovia (PLINE, 1992).

Os índices 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 (PLINE, 1992).

Mayora (1996), explica algumas questões importantes que devem ser consideradas para estabelecer os critérios de identificação e avaliação dos trechos com concentração significativa de acidentes. Entre as primeiras questões está a relação existente entre o número de

acidentes e o fluxo de veículos.

Inúmeras investigações têm demonstrado que a relação entre o número de acidentes e o volume da circulação em um mesmo trecho, não é linear. Em geral, para trechos de características semelhantes, o índice de periculosidade decresce quando aumenta o Volume Médio Diário (VMD). Por isso, o risco intrínseco de um trecho, se estabelece para o nível de circulação que suporta, e sofreria variações se este mudasse substancialmente (MAYORA, 1996).

Outra questão importante relatada pelo autor é o fenômeno da migração dos acidentes, o qual ocorre quando um trecho concentrador de acidentes é submetido a medidas de segurança e os acidentes que ocorriam no local tratado, tendem a ocorrer em locais próximos a esse (MAYORA, 1996).

Além disso, o autor também levanta outra questão, a qual diz respeito a regressão à média. Neste fenômeno estatístico, verifica-se que as taxas médias de acidentes nos trechos que apresentam maior número de acidentes ao longo de um determinado período, tendem a diminuir e aproximar-se da média nos períodos sucessivos (MAYORA, 1996).

A aplicação prática do método proposto por Mayora em 2006, exige classificar os trechos da rodovia em função das suas características relevantes quanto a segurança viária, como base para o cálculo dos índices médios de accidentalidade, em trechos de características semelhantes. Os aspectos que devem ser considerados são: tipo de rodovia (classificação funcional da rodovia); Características do trecho (urbano/interurbano; interseção/fora da interseção); Intensidade do tráfego (Tráfego Médio Diário-TMD) (MAYORA, 1996).

A classificação funcional das rodovias baseada nas características que influem no nível de segurança é um aspecto importante para a identificação dos trechos com maior concentração de acidentes, uma vez que discontinuidades ao longo do percurso podem proporcionar má percepção por parte dos usuários e, por conseguinte, aumentar os riscos de envolver-se em acidentes (MAYORA, 1996).

Em 1998, Ekstein e Meewes apresentaram os resultados de algumas pesquisas, as quais concluíram que a insegurança do trânsito, expressada pelo número de acidentes e pela gravidade destes, não se distribui uniformemente ao longo da rodovia. Além disso, os autores também verificaram que a distribuição da insegurança do trânsito não poderá ser explicitada pela distribuição do volume de tráfego na rede.

O método sugerido por Ekstein e Meewes (1998), prevê a realização de algumas etapas, entre as quais pode-se citar: determinar a distribuição dos acidentes graves na extensão do segmento; agrupar

segmentos rurais e travessias urbanas de pequenas extensões, as quais estão interligadas em um único eixo rodoviário e; compor as ocorrências de acidentes em função dos tipos e circunstâncias dos acidentes.

Contudo, acredita-se que o principal procedimento sugerido por Ekstein e Meewes em 1998, diz respeito a aplicabilidade dos custos dos acidentes ocorridos no segmento. Este procedimento requer a definição dos custos anuais dos acidentes (CAa) para cada um dos segmentos das rodovias e pela determinação da densidade dos custos de acidentes anual (DCAa), a qual por sua vez é definida como o custo anual dos acidentes por km. Além disso, o estudo prevê também a determinação do grau de insegurança do trânsito dado em função do volume de tráfego e representado pela taxa dos custos de acidentes (custo de acidentes/veículo-km), conforme apresentado na equação abaixo descrita (EKSTEIN E MEEWES , 1998).

$$TCA_a = \frac{1000 \times CA}{E_j \times VMD_j \times \Delta t} \quad (1)$$

onde:

TCA_a: taxa dos custos de acidentes;

CA: custo dos acidentes no período t;

VMD: volume médio diário de tráfego;

Δt: intervalo de tempo da análise (tempo em dias);

E_j: extensão total do trecho rodoviário;

Após a definição da taxa dos custos de acidentes parte-se para a realização de estimativas de evitabilidade de acidentes, representada pela densidade de custos de acidentes que poderá ser evitada (DCAe), a qual é obtida pela diferença entre a densidade dos custos de acidentes na situação anual (DCAa) e a densidade de custos de acidentes básica referencial (DCAb), que pode ser obtida a partir da taxa básica dos custos de acidentes (TCAb) (EKSTEIN E MEEWES , 1998).

Segundo Ekstein e Meewes (1998):

A taxa básica dos custos dos acidentes (TCAb), expressa em custos de acidentes/veículo-km, representa a segurança que é alcançada em média em rodovias traçadas, equipadas e operadas em conformidade com as normas e os dispositivos modernos atualmente disponíveis. Para a análise da segurança rodoviária, especificamente para a

determinação dos potenciais de segurança, adota-se valores da taxa básica dos custos de acidentes: para segmentos rurais de duas faixas de rolamento que variam com o volume de tráfego; para as vias urbanas diferentemente que nas rodovias rurais de duas faixas de rolamento, valores de taxas que independem do tráfego, já que o uso do solo das áreas adjacentes, as travessias de pedestres e de ciclistas têm uma influência significativamente maior sobre o valor da taxa de custos de acidentes do que o volume de tráfego.

Deste modo, a aplicabilidade da densidade evitável dos custos dos acidentes para a análise da segurança viária é muito interessante, uma vez que este indicador é expresso em função da extensão, o que permite uma comparação direta com os custos dos investimentos requeridos para o segmento em estudo (EKSTEIN E MEEWES, 1998).

Outro método que utiliza índices limites, similarmente ao de Brenner (1978), é o proposto por Lippard (1998), o qual seleciona áreas críticas com o auxílio de mapas eletrônicos de registro de acidentes, separadamente, para: pontos críticos, eixos críticos e regiões críticas. Assim são considerados pontos críticos aqueles que: para um período de análise de um ano tiverem entre todos os acidentes do mesmo tipo cinco acidentes; para um período de análise de três anos, tiverem cinco acidentes só considerando aqueles com vítimas; para um período de análise de três anos tiverem três acidentes só considerando os acidentes com mortes e feridos graves. (LIPPARD, 1998).

4.3 Métodos Nacionais de Estudo

Entre os primeiros métodos nacionais encontrados, para identificação de segmentos críticos está o desenvolvido pelo extinto DNER (1986) que apresenta em um documento intitulado: Um Modelo para Identificação dos Segmentos Críticos de uma Rede de Rodovias, uma série de procedimentos matemáticos que indicam como a variável número de acidentes num determinado segmento, servirá para distinguir, numa dada amostra, aqueles segmentos de rodovia que se reconhecerão como críticos.

Todos os resultados obtidos a partir desse método estão 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.

Pietrantonio (1991) sugere a adoção de um método que prevê a observação de incidentes de operação. Segundo este autor, inúmeros países vêm utilizando a técnica para tratamento de locais concentradores de acidentes, principalmente no que diz respeito ao estabelecimento de normas operacionais para controle de conflitos de tráfego, o qual nada mais é do que um evento envolvendo dois ou mais usuários da via, em que a ação de um dos usuários leva o outro a fazer uma manobra evasiva para evitar uma colisão.

Para identificar os conflitos, um observador fica estacionado na interseção por sucessivos períodos de 20 ou 25 minutos de operação em cada meia-hora, eventualmente em posições diferentes na interseção. Todos os conflitos de tráfego identificados do ponto de vista deste observador serão registrados adotando a perspectiva do usuário que executa a manobra evasiva. Comparando-se os dados obtidos na interseção em estudo com os dados tabelados para as interseções consideradas normais pelo método, é possível identificar os conflitos importantes (PIETRANTONIO, 1991).

Um outro método, proposto por Vieira (1999), propõe a utilização de taxas de acidentes específicas para cada tipo de acidente, e para cada seção homogênea de uma dada rodovia. Esse método baseia-se no fato de que cada tipo de acidente está mais relacionado a determinados tipos de intervenções, as quais podem apresentar diferentes custos.

Assim, a utilização de uma informação mais desagregada, separando o “acidente com morte”, por exemplo, em colisão frontal com morte, traseira com morte etc., pode facilitar a identificação das características físicas e operacionais da rodovia que podem ter contribuído para que os acidentes tenham ocorrido (VIEIRA, 1999).

O método consiste em inicialmente construir histogramas, para cada tipo de acidente ao longo do trecho, e em seguida calcular os índices médios para cada tipo de acidente, os quais devem descrever a severidade das ocorrências através dos números médios de mortos, feridos, veículos envolvidos por acidentes (VIEIRA, 1999).

A partir do exame das distribuições dos acidentes, são identificados trechos, que poderiam ser considerados como homogêneos em termos de accidentalidade. Dentro desses trechos, são selecionadas seções críticas para cada tipo de acidente, de acordo com seu histograma. Após esta seleção, são aprofundadas as investigações,

através da superposição entre os tipos de acidentes e o eixo da rodovia (VIEIRA, 1999). Uma aplicação desse método pode ser observada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

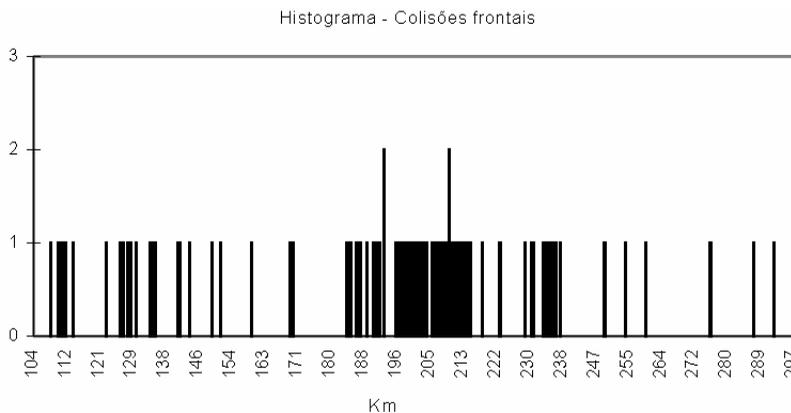


Figura 4 - Exemplo de histograma para colisões frontais do km 104 ao 298 da BR 101/SC

Fonte: Vieira (1999)

Meneses (2001) apresenta uma proposição para identificação e tratamento de trechos rodoviários críticos em ambientes de grandes centros urbanos. Este método diferencia-se do método proposto pelo extinto DNER, o qual foi apresentado anteriormente, pelo fato de considerar somente o ambiente urbano em sua análise.

O índice de acidentes calculado por este método é obtido a partir da determinação do número equivalente de acidentes (NEAs), o qual por sua vez, 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 (MENESES, 2001).

Outra consideração feita neste método é avaliação de trechos com extensões diferenciadas, as quais são definidas em função das regiões homogêneas existentes dentro do trecho da rodovia.

Uma proposta interessante, referente à avaliação do histórico do segmento, foi levantada por Meneses (2001), e sugere que:

Se o segmento crítico se mantém com grau de confiança igual ou superior a 95%, durante todo o período referente à série histórica, o segmento configura-se como extremamente crítico; por outro lado se nos anos da série analisados no

sentido crescente, o segmento apresenta-se com graus de confiança gradativamente maiores, indica que o segmento vem se tornando cada vez mais inseguro; e no caso em que o segmento crítico apresenta-se no ano base e não aparece em um ou mais anos da série, deve-se verificar a ocorrência de algum fato que tenha alterado seu nível de segurança.

Outro método visando o atendimento às condições de segurança é proposto em 2002 pelo CEFTRU - Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes da Universidade de Brasília. A proposta deste método é estruturada nos métodos numéricos, mais precisamente nas técnicas da severidade e da taxa de severidade. A primeira técnica relaciona a quantidade de acidentes com o volume de tráfego em cada local, e a segunda relaciona a quantidade de acidentes expressa em Unidade Padrão de Severidade (UPS), com o volume de tráfego.

Para cálculo da UPS, faz-se uma ponderação do número de acidentes de acordo com a gravidade dos mesmos. Assim, acidentes somente com danos materiais recebem peso 1, acidentes com ferido(s) peso 4, acidentes envolvendo pedestres peso (6) e acidentes com vítimas fatais peso (13) (CEFTRU, 2002).

O método sugere inicialmente que locais onde ocorreram intervenções físicas, após o período de referência em estudo, bem como aqueles em que o número de acidentes é menor ou igual a três, exceto os com registro de pelo menos um óbito no período, sejam excluídos da análise (CEFTRU, 2002).

Após a exclusão, estrutura-se uma lista contendo um número de locais duas vezes superior ao número que se pretende tratar, segundo ordem decrescente de ocorrências. Selecionados os locais calcula-se a UPS para cada trecho e a média das UPSs dos trechos, sendo considerados locais/trechos críticos aqueles com UPS igual ou superior a essa média (CEFTRU, 2002).

Em 2006, Brandão apresentou um método para identificação e tratamento de locais críticos em acidentes de trânsito por excesso de velocidade. O método prevê inicialmente, a determinação de cenário de risco, através da identificação das características do local, observando seu entorno e verificando a incompatibilidade de uso da via e sua ocupação lindeira, ou outros componentes físicos e ambientais que possam contribuir para ocorrência de Acidentes de Trânsito por Excesso de Velocidade.

A identificação desses cenários é feita a partir da alocação de informações em um mapa, tais como: pólos geradores de viagens a pé, rotas de pedestres e ciclistas, parques industriais e comerciais; reclamações da comunidade e novos pólos geradores. Após a identificação é feita a hierarquização dos cenários de risco, a qual deve ser iniciada pela identificação dos locais críticos em acidentes de trânsito devido ao excesso de velocidade. Essa identificação é feita pelo levantamento de dados de acidentes com feridos graves e especialmente vítimas fatais, após é determinado o peso dos acidentes por tipo de lesão e local. Totalizados os pesos estes são representados em mapas (BRANDÃO, 2006).

A verificação dos pesos dos acidentes totalizados por local sobre o mapa possibilita classificar esses Locais Críticos por severidade, permitindo priorizar o atendimento aos locais que apresentam maior gravidade e, portanto, exigem urgência de tratamento. Após a hierarquização, há o tratamento dos locais críticos, a partir da definição dos níveis de velocidade compatível, e após é feita à avaliação de desempenho dos medidores eletrônicos de velocidade, a qual irá permitir constatar parâmetros de desempenho dos equipamentos para análise e verificação dos resultados esperados (BRANDÃO, 2006).

4.4 Método Atualmente Utilizado para Determinação dos Segmentos Críticos das Rodovias Federais

O método atualmente utilizado nas Rodovias Federais foi desenvolvido pelo Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes – DNIT em 1986, e tem todos os resultados obtidos 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.

Conforme demonstrado no capítulo 2, as causas dos acidentes podem estar associadas com: fatores aleatórios, os quais independem do local de ocorrência do acidente, estando, por exemplo, associados com a imprudência do motorista e; fatores não aleatórios, os quais estão vinculados a um ou mais atributos relativos ao local do acidente.

Assim, a probabilidade de ocorrência de um acidente pode estar associada aos fatores aleatórios e não aleatórios. Todavia, a probabilidade de ocorrência dos fatores aleatórios em diferentes

segmentos possuem valores muito próximos. Deste modo, quando se compara dois segmentos e a probabilidade de ocorrência de acidentes de um segmento for maior do que a probabilidade de ocorrência no outro, quer dizer há no primeiro uma maior exposição a acidentes sob interferência de fatores não aleatórios.

Assim, no atual método do DNIT, considera-se para identificação dos segmentos críticos, a interferência dos fatores não aleatórios. Com base nestes fatores e na definição do segmento crítico, apresenta-se uma regra de decisão formulada através de um teste de hipótese, que explicitará uma expressão para o índice crítico a que o modelo se propõe.

4.4.1 Procedimentos de Cálculo

A método tem por base a avaliação das probabilidades de ocorrência de acidentes durante um determinado intervalo de tempo. Assim, um segmento é considerado crítico se apresentar uma probabilidade de ocorrência de acidentes (p_j), maior do que a probabilidade de ocorrência de um acidente na amostra (λ) durante um intervalo de tempo (Δt).

Para avaliação e comparação dessas probabilidades, adota-se um teste de hipótese, o qual pode ser explicitado pela formalização básica apresentada nas equações a seguir:

$$H_0: p_j \leq \lambda \quad (2)$$

$$H_1: p_j > \lambda \quad (3)$$

onde:

H_0 e H_1 : são as hipóteses a serem testadas

p_j : probabilidade de ocorrer um acidente no segmento j em análise, durante um intervalo de tempo Δt .

λ : probabilidade de ocorrer um acidente na amostra A durante um intervalo de tempo Δt .

A probabilidade de ocorrer um acidentes no segmento j em análise é definida pelo modelo pela seguinte equação:

$$p_j = \frac{N_j}{m} \quad (4)$$

onde:

p_j : probabilidade de ocorrer um acidente no segmento j em análise, durante um intervalo de tempo Δt ;

N_j : número de acidentes observados no segmento j ;

m : definido pela seguinte equação:

$$m = \Delta t \times VMD_j \times E_j \quad (5)$$

onde:

Δt : intervalo de tempo considerado (em dias), geralmente o período de análise é de um ano, ou seja, 365 dias;

VMD_j : volume médio de tráfego do segmento j correspondente ao período de análise, em geral, como o período de análise é de um ano, o volume utilizado é o $VMDA_j$, ou seja, o volume médio diário anual do segmento;

E_j : extensão do segmento j em análise;

A probabilidade de ocorrência de acidentes na amostra durante o intervalo de tempo analisado, segue o mesma sistemática da equação anterior e pode ser apresentada pela seguinte equação:

$$\lambda = \frac{\sum N_j}{\Delta t \times \sum VMD_j \times E_j} \quad (6)$$

onde:

N_j : número de acidentes observado no segmento j ;

Δt : intervalo de tempo considerado (em dias), geralmente o período de análise é de um ano, ou seja, 365 dias;

VMD_j : volume médio de tráfego do segmento j correspondente ao período de análise, em geral, como o período de análise é de um ano, o volume utilizado é o $VMDA_j$, ou seja, o volume médio diário anual do segmento;

E_j : extensão do segmento j analisado.

Levando-se em consideração o caso mais desfavorável, o qual

supõe que a distribuição da probabilidade de acidentes tem uma distribuição normal, o método estabelece a seguinte regra de decisão:

Rejeita-se a hipótese H_0 quando a probabilidade de ocorrer um acidente no segmento j (p_j) for menor do que a razão crítica ($r_{1-\alpha}$).

Por outro lado, se aceita a hipótese H_0 quando a probabilidade de ocorrer um acidente no segmento j (p_j) for maior do que a razão crítica ($r_{1-\alpha}$).

Já a razão crítica é definida pelo método através da seguinte equação:

$$r_{1-\alpha} = \lambda + k_{1-\alpha} \sqrt{\frac{\lambda}{m} - \frac{0,5}{m}} \quad (7)$$

onde:

λ : probabilidade de ocorrência de um acidente na amostra;

m : definido pela equação 5.

$k_{1-\alpha}$: coeficiente associado ao nível de significância que se deseja para o resultado a ser obtido, este valor é obtido da tabela da curva normal e é chamado de modo mais coloquial de Z . A medida que diminui o nível de significância, aumenta o valor de K , e por conseguinte diminuem o número de trechos considerados críticos.

Tabela 4 - Valores do coeficiente k

Nível de Significância	K
0,10 = 10%	1,282
0,05 = 5%	1,645
0,01 = 1%	2,33
0,005 = 0,5%	2,576
0,001 = 0,1%	3,0

Paralelamente, nota-se que o índice de acidentes relativo a um segmento (I_j), referido a um momento de tráfego em um intervalo de tempo é dado pela relação:

$$I_j = \frac{N_j}{m} \times 10^6 \quad (8)$$

onde:

N_j : número de acidentes observado no segmento j ;

m : definido pela equação 5.

Deste modo, seguindo o que foi definido como a razão crítica de acidentes, pode-se definir para este mesmo segmento j , um índice crítico de acidentes a um determinado nível de significância, através da seguinte relação:

$$(IC)_{1-\alpha} = r_{1-\alpha} \times 10^6 \quad (9)$$

ou seja:

$$(IC)_{1-\alpha} = 10^6 \lambda + k_{1-\alpha} \sqrt{\frac{10^6 \lambda}{10^{-6} m} - \frac{0,5}{10^{-6} m}} \quad (10)$$

Partindo destas equações percebe-se que se $I_j > (IC)_{1-\alpha}$ o segmento será considerado um segmento crítico. Assim, a partir do que foi exposto, percebe-se que a identificação dos segmentos críticos de mesma classificação consiste em testar cada um dos I_j (índice de acidentes referente ao segmento j), em relação ao $(IC)_{1-\alpha}$ calculado para este segmento j .

4.4.2 Aplicação do Método nas Rodovias Federais Brasileiras

No que se trata das rodovias federais brasileiras, a aplicação do método parte inicialmente da descrição dos trechos do PNV (Plano Nacional de Viação) com seus respectivos marcos quilométricos, aos quais são associados os números de acidentes ocorridos. É interessante ressaltar que os trechos do PNV não possuem marcação quilométrica inteira, o que acaba por proporcionar o estudo dos acidentes em extensões que variam de 1,00km (limite inferior) a 1,90km (limite superior).

Após a separação dos acidentes nos respectivos trechos do PNV, os segmentos são separados em subtrechos de acordo com 16 categorias diferentes dentro da qual é feito a análise dos índices de acidentes e a definição dos segmentos críticos. A classificação utilizada para

definição dos subtrechos pode ser visualizada na tabela abaixo.

Tabela 5 - Classificação dos Trechos

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: DNIT (1976)

Após a classificação dos marcos quilométricos, a qual já se encontra definida pelo DNIT, e com a utilização dos dados dos acidentes e dos volumes de tráfego, calcula-se o índice de acidentes do segmento e o índice crítico do segmento, utilizando para tanto as seguintes equações:

$$I_j = \frac{\Sigma N_j \times 10^6}{E_j \times VMD_j \times \Delta t} \quad (11)$$

$$(IC)_j = \lambda + k \sqrt{\frac{\lambda}{m} - \frac{0,5}{m}} \quad (12)$$

onde:

I_j = índice de acidentes do segmento analisado;

N_j = número de acidentes no segmento j;

E_j : extensão do segmento j analisado, no caso da aplicação do método nas Rodovias Federais Brasileiras, este valor está limitado entre 1 e 1,9km.

VMD_j : volume médio de tráfego do segmento j correspondente ao período de análise, em geral, como o período de análise é de um ano, o volume utilizado é o $VMDA_j$, ou seja, o volume médio diário anual do segmento;

Δt : intervalo de tempo considerado (em dias), geralmente o período de análise é de um ano, ou seja, 365 dias;

IC_j = índice crítico do segmento j ;

λ : probabilidade de ocorrência de um acidente na amostra;

k : coeficiente associado ao nível de significância que se deseja para o resultado a ser obtido, este valor é obtido da tabela da curva normal e é chamado de modo mais coloquial de Z ;

m : definido pela equação 5.

Assim, é considerado segmento crítico aquele que atender a seguinte relação:

$$I_j > (IC)_j \quad (13)$$

Apesar da complexidade da atual método do DNIT, sente-se que ainda há alguns fatores que podem e devem ser considerados para aperfeiçoamento da mesma, e é com essa intenção que se irá no próximo item descrever algumas sugestões a serem incorporadas no atual método adotado pelo DNIT.

5 PROPOSIÇÕES PARA O MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE SEGMENTOS CRÍTICOS NAS RODOVIAS FEDERAIS

5.1 Apresentação

A identificação dos segmentos críticos das rodovias federais é um etapa muito importante no processo de melhoria das condições de segurança viária em nosso país. Isso porque, a identificação dos segmentos críticos permite a realização de uma série de testes e investigações sem necessitar para tanto de interferências na circulação da rodovia.

Assim, acredita-se que proposições que tenham por objetivo aperfeiçoar o método de identificação destes segmentos, devam ser testadas e avaliadas a fim de que este processo de identificação seja cada vez mais confiável. Com esta intenção, propõem-se nesta dissertação, a incorporação de alguns itens no atual método utilizado nas Rodovias Federais Brasileiras, e para tanto, estruturou-se este processo no formato apresentado na Figura 5.

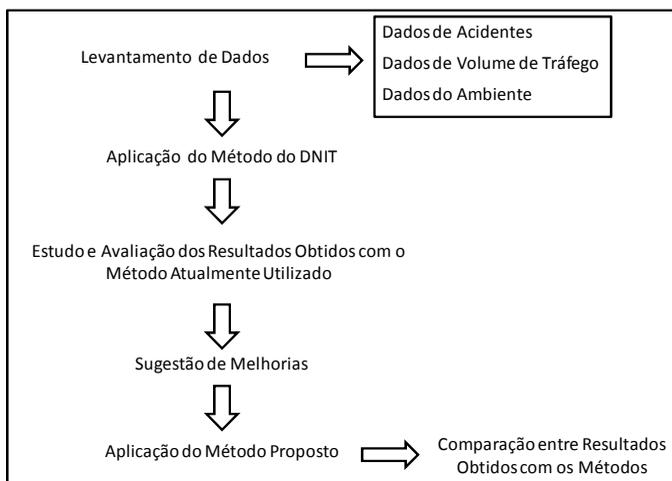


Figura 5 - Representação esquemática dos procedimentos adotados

Na Figura 5, pode-se perceber as etapas realizadas na tentativa de atender ao objetivo deste trabalho. O primeira etapa realizada refere-se a obtenção de dados para a realização de simulações com os métodos. Os

dados levantados referem-se aos dados de acidentes, volumes de tráfego e dados do ambiente, os quais servirão para a classificação da via pelo ambiente no qual ela cruza (rural e urbano).

Já a aplicação do método atualmente utilizado nas rodovias federais, o qual foi desenvolvido em 1976 pelo extinto DNER, utilizou os dados levantados na etapa anterior e permitiu a realização de uma avaliação do método, a qual possibilitou a proposição de possíveis procedimentos a serem incorporados neste.

Após o processo de incorporação dos novos procedimentos, o método proposto foi testado com a utilização dos dados obtidos. Posteriormente, os resultados obtidos com o método proposto e com o método atual foram comparados a fim de chegar-se a conclusões a respeito dos métodos testados.

5.2 Procedimentos para Obtenção dos Dados Necessários

5.2.1 Dados dos Acidentes

Os dados de acidentes foram obtidos através do DNIT, o qual obteve os mesmos do Departamento de Polícia Rodoviária Federal. Estes dados foram obtidos em decorrência de um convênio realizado entre o Laboratório de Transportes e Logística (Labtrans) da UFSC e o DNIT de Santa Catarina, o qual originou o NEA (Núcleo de Estudos de Acidentes de Tráfego).

Os dados foram disponibilizados em planilhas em formato Excel, nas quais constavam os dados de todos os acidentes individualizados. Deste modo, foi necessário um tratamento destes dados a fim de separá-los por rodovia, marco quilométrico e trecho do PNV. Além disso, tendo em vista a sugestão de priorizar os segmentos críticos identificados, foi necessário também, levantar para cada marco quilométrico o número de acidentes sem vítimas, o número de acidentes com mortos e o número de acidentes com feridos.

Os dados do primeiro semestre foram encaminhados em um formato diferente dos dados do segundo semestre, em virtude da implantação de um novo sistema de cadastro de acidentes por parte da DPRF, sendo que a principal diferença observada no fornecimento dos dados refere-se à identificação do sentido do fluxo em que o acidente ocorreu (sentido crescente ou decrescente da via).

Contudo, é importante relatar novamente, que os dados de acidentes apresentados neste trabalho não se referem ao marco

quilométrico demarcado na rodovia, uma vez que o objetivo deste trabalho é estudar o método, e não divulgar os segmentos críticos. Todavia, os dados originais, os quais indicam o marco quilométrico existente, foram guardados e serão repassados ao órgão gestor, a fim de que o mesmo possa tomar as atitudes cabíveis.

5.2.2 Dados de Volume de Tráfego

Os dados de volume médio diário anual de tráfego (VMDA), os quais foram utilizados para aplicação dos métodos apresentados nesta dissertação foram retirados de um trabalho desenvolvido com a equipe do Núcleo de Estudos de Acidentes em Rodovias (NEA) em 2007, o qual foi intitulado de Banco de Dados de Volumes de Tráfego nas Rodovias Federais Catarinenses.

Este trabalho desenvolvido pelo NEA (2007), apresenta os volumes de tráfego para as rodovias federais catarinenses, os quais foram obtidos a partir das seguintes fontes de dados:

- dados coletados nos postos de contagem do DNIT, os quais tiveram em operação de 1994 a 2001;
- dados coletados nos redutores eletrônicos de velocidade instalados nas rodovias federais catarinenses;
- contagens realizadas pelo Centro de Excelência em Engenharia de Transportes – CENTRAN, em 2005;
- dados de volumes de tráfego oriundos de contagens realizadas dentro do Programa Rodoviário do Estado de Santa Catarina, pelo DEINFRA no ano de 2006;
- dados de volumes de tráfego retirados do documento que compreende o Estudo de Tráfego do Trecho 2 e 7 da 2ª etapa do Programa de Concessão de Rodovias Federais, elaborado pela ANTT em 2004.

Já o tratamento dos dados acima descritos passou por uma série de procedimentos, os quais se basearam em fatores de expansão, método de regressão e modelos baseados em séries históricas, os quais permitiram chegar-se ao resultados utilizados nesta dissertação (NEA, 2007).

5.2.3 Dados do Ambiente

Os dados do ambiente do segmento referem-se ao tipo de pista e

ambiente (rural ou urbano) no qual o mesmo está inserido. A distinção dos trechos nessas duas classes, foi feita com a utilização do vídeo registro, o qual foi disponibilizado pelo DNIT-SC.

O vídeo registro, consiste de uma filmagem das vias e suas áreas adjacentes e no registro simultâneo de informações permitindo a formação de arquivos de fitas para consultas às imagens da malha viária e a formação de bancos de dados relativos a seus elementos.

Para a gravação do vídeo-registro, um veículo especial percorre a malha viária filmando continuamente as vias e registrando os dados de interesse ao gerenciamento. Sobre a imagem da via é superposta uma banda com dados contendo a identificação da via, a quilometragem com precisão métrica, as coordenadas geográficas e o azimute de alinhamento horizontal, a data e a hora de gravação e, na trilha sonora, comentários técnicos sobre os componentes das vias (NEA, 2007).

Deste modo, os dados do ambiente do segmento foram obtidos a partir de uma seqüência de procedimentos, os quais podem ser assim descritos:

Distinção dos trechos de pista simples e pista duplicada a partir do relatório dos trechos do PNV obtido no site do Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes (DNIT).

Obtenção através da Superintendência Regional do DNIT de Santa Catarina – Setor de Operações, dos vídeos registros do ano de 2003 (último ano, até então disponível, deste tipo de recurso), das seguintes rodovias federais: BR282, BR101, BR153, BR470, BR280 e BR163.

Definição de alguns conceitos, de acordo com o DENATRAN (2007), os quais foram utilizados no escopo deste trabalho, a saber: área rural – região caracterizada por não possuir imóveis edificados ao longo de sua extensão; área urbana – região caracterizada por possuir imóveis edificados ao longo de sua extensão, entrecortados por ruas, avenidas, vielas, caminhos e similares abertos à circulação pública.

Visualização de cada um dos vídeos, anotando informações relevantes ao estudo proposto, tais como: características da área do entorno.

Resumidamente, a desagregação do ambiente das rodovias de pista simples foi feita através da visualização do vídeo registro de todas as rodovias federais catarinenses, sendo que em algumas rodovias estas informações foram confirmadas em campo, e os resultados obtidos foram inseridos nas tabelas de avaliação dos segmentos (Anexos 1 e 2).

5.3 Aplicação do Método Atualmente Utilizado nas Rodovias Federais Brasileiras

Após levantamento de todos os dados descritos no item anterior, montou-se uma tabela com utilização do *Microsoft Excel* a fim de auxiliar a obtenção dos resultados. Nesta tabela, realizou-se simulações com a aplicação do método atualmente utilizado pelo DNIT (Anexo 1). A configuração de tabela adotada para identificação dos segmentos críticos pode ser visualizada na Tabela 1.6.

Tabela 6 - Modelo de tabela utilizada na aplicação do método do DNIT

Trecho do PNV	Trecho do PNV		Segmento		Número de Acidentes	Classificação	VMDA	Extensão do seg (km)	lj	M	ICj	Decisão Metodologia do DNIT
	Início	Fim	km inicial	km final								
A	0	11.8	0.00	1.7	12	SRP	21658	1.70	0.89	13.44	2.46	segmento não é crítico
A	0	11.8	1.70	2.7	13	SRP	21658	1.00	1.64	7.91	2.70	segmento não é crítico
A	0	11.8	2.70	3.7	2	SRP	21658	1.00	0.25	7.91	2.70	segmento não é crítico
A	0	11.8	3.70	4.7	4	SRP	21658	1.00	0.51	7.91	2.70	segmento não é crítico
A	0	11.8	4.70	5.70	12	SRP	21658	1.00	1.52	7.91	2.70	segmento não é crítico
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
□ = Média de lj =									1.53			

Na tabela acima apresentada podem-se visualizar os seguintes itens:

- Trecho do PNV: apresenta o trecho do PNV em que o segmento está inserido, no caso desta dissertação, substituiu-se a nomenclatura geralmente utilizada, por uma letra, sendo que todas as extensões quilométricas dos trechos foram respeitadas;
- Início e Fim: indica os quilômetros iniciais e finais do trecho do PNV analisado, os quais foram substituídos por valores aleatórios, mas sempre respeitando, conforme citado anteriormente, as extensões quilométricas do trecho;
- km inicial e km final: apresentam os quilômetros iniciais e finais do segmento analisado, sendo que a diferença entre esses marcos é o que indica a extensão do segmento em estudo, a qual pode variar de 1,00km a 1,9km (situação na qual o trecho do PNV não termina ou não começa em um número inteiro – linha 1);
- Número de Acidentes: apresenta o número de acidentes registrado no segmento;

- Classificação: apresenta a classificação do segmento em estudo, a qual pode variar em 16 categorias definidas pelo DNIT e apresentadas na Tabela 6.
- VMDA: apresenta Volume Médio Diário Anual do segmento em estudo. Como os trechos do PNV, são segmentos homogêneos, pode-se perceber na tabela que o volume de tráfego dentro do trecho do PNV não se altera;
- Extensão do Segmento: nesta coluna consta a extensão do segmento, a qual pode variar de 1,00km a 1,90km em função das extensões do trecho do PNV, conforme descrito anteriormente.
- I_j : indica o valor do índice de acidentes do segmento, o qual é obtido pela equação:

$$I_j = \frac{\Sigma N_j \times 10^6}{E_j \times VMDA_j \times \Delta t} \quad (14)$$

onde:

N_j = número de acidentes no segmento j ;

E_j : extensão do segmento j analisado, no caso da aplicação do método nas Rodovias Federais Brasileiras, este valor está limitado entre 1 e 1,9km.

$VMDA_j$: Volume Médio Diário Anual do segmento em estudo;

Δt : intervalo de tempo considerado (em dias), neste caso seu valor é 365 dias;

- m : é obtido pela equação:

$$m = VMDA_j \times E_j \times \Delta t \times 10^6 \quad (15)$$

onde:

E_j : extensão do segmento j analisado, no caso da aplicação do método nas Rodovias Federais Brasileiras, este valor está limitado entre 1 e 1,9km.

$VMDA_j$: Volume Médio Diário Anual do segmento em estudo;

Δt : intervalo de tempo considerado (em dias), neste caso seu valor é 365 dias;

- IC_j : nesta coluna, calcula-se o índice crítico do segmento a partir da equação:

$$(IC)_s = \lambda + k \sqrt{\frac{\lambda}{m} - \frac{0,5}{m}} \quad (16)$$

onde:

IC_j = índice crítico do segmento j;

λ : probabilidade de ocorrência de um acidente na amostra;

k: coeficiente associado ao nível de significância que se deseja para o resultado a ser obtido, este valor é obtido da tabela da curva normal e é chamado de modo mais coloquial de Z;

- m: definido pela equação 15.
- Decisão método DNIT: indica o resultado obtido a partir da comparação do índice de acidentes do segmento (I_j) e o índice crítico do segmento (IC_j). Assim se o índice de acidentes do segmento foi maior do que o índice crítico do segmento, este é considerado como crítico.
- λ = probabilidade de ocorrência de um acidente na amostra, a qual é obtida pelo cálculo do índice de acidentes médio da classe e é utilizada para o cálculo do índice crítico do segmento.

5.4 Resultados Obtidos com a Aplicação do Método Atualmente Utilizado nas Rodovias Federais Brasileiras

Com a finalização do cadastramento de todos os dados e após a formatação da tabela, partiu-se para a análise dos resultados. A fim de permitir uma comparação dos dois métodos, decidiu-se por definir o nível de significância para realização da análise. O nível de significância adotado foi de 0,5%, ou seja, o nível de certeza de que os segmentos identificados como críticos pela análise são realmente críticos é igual ou superior a 99,5%.

A partir da definição do nível de significância foi possível chegar-se aos resultados apresentados na Tabela 7 - , a qual demonstra somente os segmentos identificados como críticos pelo método do DNIT. Os demais segmentos utilizados para a obtenção dos resultados constam no anexo 1 desta dissertação, juntamente com os cálculos realizados com a finalidade de chegar-se aos resultados apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Segmentos críticos obtidos a partir da aplicação do método do DNIT

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Classificação	VMD	Extensão do seg (km)
A	9.00	10.0	36	SRP	21658	1.00
A	11.00	12.1	39	SRP	21658	1.10
A1	376.50	377.5	7	SRO	4051	1.00
A3	1201.80	1203.4	15	SRO	10249	1.60
A4	1704.3	1706.2	71	SUO	16656	1.90
A4	1706.2	1707.2	42	SUO	16656	1.00
A4	1707.2	1708.2	27	SUO	16656	1.00
A4	1711.2	1712.2	22	SUO	16656	1.00
A4	1712.2	1713.2	26	SUO	16656	1.00
A4	1713.2	1714.2	24	SUO	16656	1.00
B	14.60	15.6	31	SRM	16840	1.00
B	15.60	16.6	43	SRM	16840	1.00
B	16.60	17.6	24	SRM	16840	1.00
B	18.60	19.6	42	SRM	16840	1.00
B	21.60	22.6	21	SRM	16840	1.00
B	22.60	23.6	25	SRM	16840	1.00
B	27.60	28.6	24	SRM	16840	1.00
B	28.60	29.6	24	SRM	16840	1.00
B	29.60	30.6	21	SRM	16840	1.00
B	30.60	31.6	21	SRM	16840	1.00
B1	398.50	400.3	17	SRM	4215	1.80
B2	817.80	819.3	33	SUP	11621	1.50
B4	1715.80	1717.2	50	SUP	16656	1.40
B4	1717.20	1718.2	75	SUP	16656	1.00
C3	1218.50	1220.4	7	SRO	2026	1.90
C3	1220.40	1221.4	4	SRO	2026	1.00
C3	1222.40	1223.4	5	SRO	2026	1.00
C3	1224.40	1225.4	3	SRO	2026	1.00
C4	1735.20	1736.2	28	SRM	16656	1.00
C4	1737.20	1738.2	20	SRM	16656	1.00
C4	1747.20	1748.2	20	SRM	16656	1.00
D	76.60	77.7	31	SRP	13862	1.10
D1	404.00	405.5	10	SRM	2759	1.50
D1	423.50	424.5	5	SRM	2759	1.00
D1	427.50	428.5	5	SRM	2759	1.00
D1	431.50	432.5	5	SRM	2759	1.00
D1	435.50	436.5	10	SRM	2759	1.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Classificação	VMD	Extensão do seg (km)
D1	438.50	439.5	6	SRM	2759	1.00
D1	440.50	441.5	8	SRM	2759	1.00
D1	443.50	445.4	12	SRM	2759	1.90
D2	839.80	840.8	22	SRP	11797	1.00
D2	840.80	841.8	18	SRP	11797	1.00
D2	841.80	843.7	77	SRP	11797	1.90
D4	1769.20	1770.2	24	SRM	16656	1.00
E2	844.80	845.8	28	SUP	15495	1.00
E2	845.80	846.8	39	SUP	15495	1.00
E2	846.80	848.0	68	SUP	15495	1.20
E4	1777.50	1779.2	18	SRO	10006	1.70
E4	1779.20	1780.2	9	SRO	10006	1.00
E4	1783.20	1784.2	22	SRO	10006	1.00
E4	1784.20	1785.2	10	SRO	10006	1.00
E4	1785.20	1786.8	20	SRO	10006	1.60
F	83.80	85.6	19	SRO	13862	1.80
F	86.60	87.6	14	SRO	13862	1.00
F	89.60	90.6	16	SRO	13862	1.00
F	100.60	101.6	12	SRO	13862	1.00
F	104.60	106.4	31	SRO	13862	1.80
F1	479.5	480.5	9	SUO	4546	1.00
F1	480.5	481.5	8	SUO	4546	1.00
F2	848.00	849.8	67	SUP	15495	1.80
F2	849.80	850.8	39	SUP	15495	1.00
F2	850.80	852.1	40	SUP	15495	1.30
F3	1328.40	1329.4	4	SRO	2870	1.00
F4	1786.8	1788.2	54	SUO	10788	1.40
F4	1788.2	1789.2	49	SUO	10788	1.00
F4	1789.2	1790.2	22	SUO	10788	1.00
F4	1792.2	1793.2	30	SUO	10788	1.00
G	106.40	107.6	13	SRO	11605	1.20
G	107.60	108.6	10	SRO	11605	1.00
G	110.60	111.6	12	SRO	11605	1.00
G	112.60	113.6	14	SRO	11605	1.00
G	113.60	115.5	18	SRO	11605	1.90
G2	854.80	855.8	33	SUP	2340	1.00
G2	855.80	856.8	23	SUP	2340	1.00
G2	856.80	857.8	6	SUP	2340	1.00
G2	857.80	858.8	9	SUP	2340	1.00
G2	860.80	861.8	6	SUP	2340	1.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Classificação	VMD	Extensão do seg (km)
G2	866.80	867.8	6	SUP	2340	1.00
G2	870.80	871.8	11	SUP	2340	1.00
G2	871.80	873.2	8	SUP	2340	1.40
G3	1335.4	1336.6	12	SUO	4427	1.20
G4	1795.40	1797.2	26	SRO	10788	1.80
G4	1798.20	1799.2	10	SRO	10788	1.00
G4	1802.20	1803.2	13	SRO	10788	1.00
G4	1804.20	1806.0	19	SRO	10788	1.80
H2	878.80	879.8	9	SRM	3678	1.00
H2	879.80	880.8	10	SRM	3678	1.00
H2	899.80	900.8	8	SRM	3678	1.00
H3	1338.4	1339.4	11	SUO	4427	1.00
H3	1367.4	1368.4	8	SUO	4427	1.00
H4	1818.20	1819.2	12	SRM	9295	1.00
H4	1819.20	1820.2	15	SRM	9295	1.00
H4	1821.20	1822.2	12	SRM	9295	1.00
H4	1822.20	1823.2	13	SRM	9295	1.00
H4	1823.20	1824.9	29	SRM	9295	1.70
I	118.60	119.6	15	SRP	13667	1.00
I	121.60	122.6	16	SRP	13667	1.00
I	126.60	127.6	17	SRP	13667	1.00
I	127.60	129.2	66	SRP	13667	1.60
I1	564.50	565.5	8	SRM	3337	1.00
I1	567.50	568.5	7	SRM	3337	1.00
I2	905.3	906.8	11	SUO	3678	1.50
I2	907.8	908.8	8	SUO	3678	1.00
I2	908.8	910	24	SUO	3678	1.20
I2	910	911.8	43	SUO	3678	1.80
I3	1382.40	1383.4	10	SRM	4427	1.00
I3	1384.40	1385.4	10	SRM	4427	1.00
I4	1839.20	1840.2	13	SRM	9295	1.00
I4	1842.20	1843.2	22	SRM	9295	1.00
J	129.20	130.6	36	SUM	13667	1.40
J	130.60	132.2	63	SUM	13667	1.60
J1	579.40	580.4	4	SRO	3230	1.00
J2	911.8	912.8	35	SUO	6954	1.00
J2	912.8	913.8	20	SUO	6954	1.00
J2	913.8	914.8	24	SUO	6954	1.00
K	132.20	133.6	24	SUM	13516	1.40
K1	600.40	601.4	4	SRO	3230	1.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Classificação	VMD	Extensão do seg (km)
K1	610.40	611.4	8	SRO	3230	1.00
K2	923.80	924.8	8	SRO	6146	1.00
K2	927.80	928.8	23	SRO	6146	1.00
K2	931.80	932.8	8	SRO	6146	1.00
K3	1404.70	1406.4	9	SRO	2216	1.70
K3	1406.40	1407.4	4	SRO	2216	1.00
K3	1413.40	1414.4	3	SRO	2216	1.00
K3	1416.40	1417.4	13	SRO	2216	1.00
K3	1418.40	1419.4	3	SRO	2216	1.00
K3	1419.40	1420.4	3	SRO	2216	1.00
K3	1420.40	1421.4	7	SRO	2216	1.00
K3	1421.40	1422.4	3	SRO	2216	1.00
K3	1424.40	1425.4	3	SRO	2216	1.00
K3	1425.40	1426.4	3	SRO	2216	1.00
K3	1430.40	1432.3	8	SRO	2216	1.90
K4	1881.70	1883.2	12	SRO	9295	1.50
L1	633.40	634.6	18	SRM	3679	1.20
L3	1440.40	1441.4	9	SRO	2568	1.00
L3	1446.40	1447.4	6	SRO	2568	1.00
L3	1454.40	1456.1	9	SRO	2568	1.70
L4	1915.20	1916.2	10	SRO	9295	1.00
M1	640.40	641.4	6	SRM	3352	1.00
M2	1007.80	1008.8	5	SRO	2942	1.00
M3	1484.4	1485.4	11	SUO	6862	1.00
N1	671.40	673.0	13	SRM	4612	1.60
N3	1497.10	1498.4	10	SRM	5539	1.30
N3	1498.40	1499.4	11	SRM	5539	1.00
N3	1499.40	1500.4	24	SRM	5539	1.00
N3	1500.40	1501.4	10	SRM	5539	1.00
N3	1514.40	1515.4	8	SRM	5539	1.00
N3	1522.40	1523.4	10	SRM	5539	1.00
N3	1523.40	1524.4	8	SRM	5539	1.00
N3	1527.40	1528.4	9	SRM	5539	1.00
N3	1529.40	1530.4	19	SRM	5539	1.00
O2	1015.00	1016.4	38	SUP	14618	1.40
O3	1533.20	1534.4	9	SRM	3877	1.20
O3	1573.40	1574.6	7	SRM	3877	1.20
O4	1966.20	1967.2	3	SRO	2054	1.00
P	204.60	205.9	28	SUP	11825	1.30
P2	1025.00	1026.4	23	SRO	5995	1.40

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Classificação	VMD	Extensão do seg (km)
P2	1026.40	1028.0	10	SRO	5995	1.60
P3	1574.60	1576.4	7	SRO	3877	1.80
P3	1577.40	1578.6	7	SRO	3877	1.20
P4	1976.20	1977.2	3	SRO	2233	1.00
Q	205.90	207.6	34	SUP	11825	1.70
Q	208.60	209.6	24	SUP	11825	1.00
Q1	689.40	690.4	7	SRM	2551	1.00
Q2	1030.40	1031.4	6	SRO	5896	1.00
Q2	1031.40	1032.4	6	SRO	5896	1.00
Q3	1597.40	1598.8	13	SRM	5233	1.40
R2	1041.40	1042.4	13	SRM	5597	1.00
R2	1043.40	1044.4	8	SRM	5597	1.00
R2	1046.40	1047.4	11	SRM	5597	1.00
S1	711.50	712.5	4	SRO	2550	1.00
S2	1065.40	1066.4	7	SRM	3417	1.00
S2	1067.40	1068.4	14	SRM	3417	1.00
S2	1075.40	1076.4	10	SRM	3417	1.00
S2	1078.40	1079.4	10	SRM	3417	1.00
S2	1079.40	1080.4	6	SRM	3417	1.00
S2	1080.40	1081.4	8	SRM	3417	1.00
S2	1082.40	1083.4	9	SRM	3417	1.00
S2	1084.40	1085.4	21	SRM	3417	1.00
S2	1085.40	1086.4	10	SRM	3417	1.00
S3	1613.40	1614.4	7	SRO	3039	1.00
S3	1614.40	1615.4	6	SRO	3039	1.00
T3	1621.50	1623.4	10	SRM	3039	1.90
T3	1628.40	1629.4	8	SRM	3039	1.00
T3	1641.40	1643.2	8	SRM	3039	1.80
U	260.5	261.5	11	SUO	6853	1.00
U2	1114.40	1115.4	5	SRM	2875	1.00
V	266.5	267.5	12	SUO	4989	1.00
V1	748.20	749.2	5	SRO	3204	1.00
V1	750.20	751.6	9	SRO	3204	1.40
W	366.50	367.5	7	SRM	4051	1.00
W1	788.80	790.7	11	SUP	2785	1.90
W2	1175.70	1177.4	6	SRO	2888	1.70
W2	1178.40	1179.4	4	SRO	2888	1.00
W3	1699.2	1700.2	34	SUO	15396	1.00
W3	1700.2	1701.2	108	SUO	15396	1.00
W3	1701.2	1702.2	22	SUO	15396	1.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Classificação	VMD	Extensão do seg (km)
W3	1703.2	1704.3	91	SUO	15396	1.10
X	271.80	273.5	11	SRO	4357	1.70
X1	751.60	753.2	9	SRO	3699	1.60
Y2	1161.40	1162.4	5	SRO	2888	1.00
Z2	1171.40	1172.4	10	SRO	2888	1.00
Z2	1172.40	1173.4	9	SRO	2888	1.00
Z2	1173.40	1174.4	4	SRO	2888	1.00
Z2	1174.40	1175.7	6	SRO	2888	1.30
Z3	1684.20	1685.2	24	SRO	12662	1.00
Z3	1692.20	1693.2	15	SRO	12662	1.00
Z3	1694.20	1695.2	12	SRO	12662	1.00
Z3	1696.20	1697.9	20	SRO	12662	1.70
T4	30.00	31.00	18	DRO	20042	1.00
T4	38.00	39.1	33	DRO	20042	1.10
U4	41.00	42.00	45	DRO	20042	1.00
U4	42.00	43.00	21	DRO	20042	1.00
U4	49.00	50.00	19	DRO	20042	1.00
U4	56.00	57.799	32	DRO	20042	1.80
W4	111.00	112.4	35	DRP	21658	1.40
A5	112.40	114.0	30	DRP	21658	1.60
A5	117.00	118.00	68	DRP	21658	1.00
C5	123.00	124.2	74	DRP	21658	1.20
D5	129.00	130.00	45	DRM	21658	1.00
D5	131.00	132.0	29	DRM	21658	1.00
E5	136.00	137.00	38	DUM	21658	1.00
E5	138.00	139.00	43	DUM	21658	1.00
E5	139.00	140.00	33	DUM	21658	1.00
E5	140.00	141.00	36	DUM	21658	1.00
F5	158.00	159.00	21	DRP	21658	1.00
G5	175.00	176.00	53	DUP	21658	1.00
I5	196.10	198.0	77	DUP	21658	1.90
I5	201.00	202.00	63	DUP	32895	1.00
I5	202.00	203.0	64	DUP	32895	1.00
I5	203.00	204.8	212	DUP	32895	1.80
J5	204.80	206.0	121	DUP	32895	1.20
J5	206.00	207.00	113	DUP	32895	1.00
J5	207.00	208.00	149	DUP	32895	1.00
K5	208.00	209.0	85	DUP	32895	1.00
K5	209.00	210.5	96	DUP	32895	1.50
L5	210.50	212.0	96	DUP	32895	1.50

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Classificação	VMD	Extensão do seg (km)
L5	213.00	214.00	63	DUP	32895	1.00
L5	216.00	217.0	78	DUP	32895	1.00
M5	74.00	75.0	5	DUO	3204	1.00
S5	72.00	73.0	114	DUP	82000	1.00
S5	76.00	77.5	215	DUP	82000	1.50

5.5 Estudo e Avaliação dos Resultados Obtidos com o Método Atualmente Utilizado nas Rodovias Federais Brasileiras

Esta etapa da dissertação tem por objetivo, apresentar uma avaliação dos resultados obtidos a partir do método atualmente utilizado pelo Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – DNIT nas rodovias federais brasileiras.

A partir de uma avaliação da tabela 7, pode-se perceber, que há uma distinção dos trechos identificados como críticos, principalmente ao que se refere ao número de acidentes. Uma das explicações possíveis para esta distinção refere-se à distinção dos trechos nas classes apresentadas na Tabela 5.

Como os segmentos são separados por classes, dentro das quais são calculados índices médios de acidentes, é de se esperar que os índices críticos de determinadas classes sejam maiores ou menores do que outras, o que por sua vez faz com que segmentos com número de acidentes e volumes de tráfego iguais, mas situados em classes distintas, sejam identificados de modo diferente pelo método.

O exemplo do que foi descrito no parágrafo anterior, pode ser visualizado na Tabela 8, uma vez que o segmento 1 que apresenta 16 acidentes e classifica-se como SRP (segmento em pista simples rural em região plana) é considerado crítico ao contrário do segmento 11, no qual ocorreram 22 acidentes e que possui um volume de tráfego semelhante ao segmento 1, mas que encontra-se no subgrupo SRM (segmento em pista simples rural em região montanhosa).

Assim, levando-se em consideração que os segmentos identificados como críticos, são em sua maioria aqueles em que medidas corretivas são aplicadas, vale a pena questionar até que ponto a distinção tão minuciosa dos trechos é justificável.

Tabela 8 - Relatório Resumido dos Segmentos Críticos Ano de 2001

P.N.V.	km	Categoria	V.M.D.	Acidentes
A	1	SRP	11991	16
B	2	SRP	22349	28
C	3	SRP	11991	14
D	4	SUM	14635	23
E	5	SUM	14635	8
F	6	SRO	8059	11
G	7	SRO	1391	2
H	8	SRO	1391	1
I	9	SRP	22349	33
J	10	SRP	22349	24
K	11	SRM	11805	22
L	12	SRM	11805	25
M	13	SRM	11805	3
N	14	SRP	14635	9
O	15	SRP	14635	33
P	16	SRP	14635	8
P	17	SRP	14635	7
Q	18	SRP	14635	32
Q	19	SRP	14635	28
R	20	SUM	14635	18
R	21	SUM	14635	19
S	22	SUM	14635	21
S	23	SUM	14635	8
Segmentos Críticos				

Fonte de dados: SEA (Sistema de Estatísticas de Trânsito) - (2006)

Esse questionamento vem ao encontro do fato que os gestores, em sua maioria, ao se depararem com o resultado apresentado na Tabela 8, não percebem que a criticidade está associada aos cenários dos acidentes, ou seja, o segmento 1 é considerado crítico, pois, ao avaliar-se os demais segmentos com as mesmas características este apresenta um índice de criticidade superior a média dos demais segmentos da classe.

Deste modo, a leitura correta a ser realizada quando da apresentação da Tabela 8 seria que o segmento 1 é um segmento crítico quando comparado com os demais segmentos da sua classe. Contudo, a leitura geralmente feita é de que os segmentos críticos do Estado de Santa Catarina são o 1, 3, 6, etc. e que o segmento 1, por ser crítico, requer uma atenção prioritária àquela fornecida ao segmento 11, por exemplo.

Outra característica do atual método, refere-se ao estudo dos

trechos duplicados, uma vez que o cálculo dos índices de acidentes e do índice crítico de acidentes, é feito a partir do número de acidentes ocorrido no segmento em estudo, sem levar em consideração a quantidade de acidentes nos diferentes sentidos de tráfego. O principal problema deste tipo de análise, a qual pode ser visualizada na Figura 4, é que os trechos em rodovias duplicadas nem sempre possuem as mesmas características físicas e geométricas.

Na Figura 6, as linhas amarelas representam a rodovia BR 101, no estado de Santa Catarina, em seus dois sentidos de tráfego. Conforme pode-se perceber, as linhas não possuem as mesmas características geométricas, uma vez que em alguns pontos elas seguem trajetórias diferentes. Deste modo, um acidente ocorrido em um sentido de tráfego em uma curva, por exemplo, é totalmente diferente de um acidente ocorrido em um outro sentido em uma reta.



Figura 6 - Imagens da BR 101 em Diferentes Sentidos de Tráfego

Fonte: Google Maps (2009)

Outro aspecto interessante que pode ser observado é que o método simplesmente identifica os segmentos críticos. Assim, o gestor ao se deparar com uma lista de segmentos críticos não possui um procedimento para priorizar estes segmentos identificados. Assim, o gestor sabe quais são os segmentos críticos, mas não tem nenhum critério para definir quais segmentos ele irá analisar prioritariamente.

Deste modo, levando-se em consideração a análise feita neste item, ir-se-á no item posterior, propor alguns procedimentos a serem incorporados no atual método utilizado nas rodovias federais brasileiras.

5.6 Proposição de Melhorias no Método Atualmente Utilizado nas Rodovias Federais Brasileiras

A proposição de melhorias no atual método do DNIT baseou-se na revisão apresentada no item 4 e na avaliação dos resultados obtidos com a aplicação do método, a qual foi descrita no item 5.5.

Essa proposição deverá levar em consideração algumas questões, tal como a desagregação do ambiente em estudo, em função do tipo de rodovia e dos ambientes pelo qual a rodovia cruza. Esta desagregação é muito importante e justifica-se pelo fato das características geométricas, operacionais e funcionais das rodovias rurais e urbanas, interferirem na quantidade de acidentes e, por conseqüência, nos valores obtidos para os índices.

Além disso, propõem-se também a adequação do número de acidentes, uma vez que o estudo de segmentos com poucos acidentes, proporciona um índice médio de acidentes da amostra muito baixo e o estudo de segmentos com muitos acidentes por outro lado, indica um índice médio de acidentes muito alto.

Outro item proposto, refere-se a incorporação dos custos dos acidentes nos segmentos identificados como críticos a fim de que se possa priorizar e/ou subsidiar economicamente investimentos em segmentos nos quais custo associado aos acidentes seja muito elevado.

Deste modo, nos próximos itens ir-se-á descrever cada uma das sugestões de incorporações descritas acima. Contudo, é interessante ressaltar que esta dissertação não possui o objetivo de divulgar os dados de acidentes disponibilizados pelo DNIT, muito menos identificar os segmentos críticos das rodovias. Assim, todas as simulações e apresentações do número de acidentes que se fizerem neste documento não estarão associadas marco quilométrico correspondente.

5.6.1 Desagregação do Ambiente em Estudo

Inicialmente a desagregação do ambiente pelo qual a rodovia cruza, era uma das principais sugestões a serem incorporadas no método, uma vez que os estudos publicados pelo DNIT em 1976, não citava claramente os procedimentos de cálculo descritos no item 4.4.2, os quais dividem os segmentos em classes. Assim, a idéia principal desta dissertação era separar os trechos em rurais e urbanos e calcular índices de acidentes separados para esses trechos.

Contudo, durante a realização das simulações com o método do

DNIT com a utilização dos dados de 2005, percebeu-se que havia um erro nos procedimentos que estavam sendo utilizados para calcular os índices de acidentes dos segmentos. Essa verificação foi possível de ser feita porque os dados de acidentes referentes ao ano de 2005, bem como a identificação dos segmentos críticos deste ano, já estavam prontas no SEA (Sistema de Estudos de Acidentes) do DNIT de Santa Catarina.

Assim, ao comparar-se os resultados obtidos com as simulações e os resultados disponíveis no programa em utilização pelo DNIT de Santa Catarina, percebeu-se que estes divergiam. Em busca de explicações a respeito do que poderia estar ocorrendo, encontrou-se outras documentações internas (dentro do DNIT) a respeito do assunto, as quais relatavam minuciosamente, e por meio de exemplos, a separação dos acidentes dentro da classificação apresentada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e respeitando os limites dos trechos do PNV.

Deste modo, após perceber-se que a desagregação dos segmentos de acordo com o ambiente pelo qual a rodovia cruzava já era um procedimento comum, e verificando-se que o índice médio das classes é uma das componentes principais do cálculo do índice crítico do segmento, decidiu-se por propor uma desagregação diferenciada para o ambiente dos segmentos, a qual considera somente quatro classes distintas.

As quatro classes propostas podem ser assim definidas: rodovia de pista dupla em ambiente rural; rodovia de pista dupla em ambiente urbano; rodovia de pista simples em ambiente rural e; rodovia de pista simples em ambiente urbano. A desagregação dos segmentos nas classes parte inicialmente da separação dos trechos de pista simples e pista dupla, e posteriormente na distinção dos trechos em urbanos e rurais.

A distinção dos trechos de pista simples dos de pista dupla pode ser feita de forma simples a partir do cadastro dos trechos do PNV (Plano Nacional de Viação), disponibilizados anualmente pelo DNIT no seu site na internet. Inicialmente, tinha-se a idéia de calcular para os dois tipos de rodovias os seus respectivos segmentos críticos, mas após uma avaliação dos dados disponíveis, optou-se por fazer o estudo dos segmentos críticos somente das rodovias de pista simples.

A opção por estudar somente os segmentos de pista simples surgiu após a constatação de que os dados de acidentes nos trechos duplicados durante o primeiro semestre do ano, não foram disponibilizados por sentido e a ausência deste dado impossibilitava qualquer sugestão de adequação do método para este tipo de rodovia.

A adequação citada no parágrafo anterior é extremamente

importante, uma vez que, conforme descrito no item 5.5, o atual método utilizado pelo DNIT considera a soma dos acidentes nas duas pistas – dois sentidos – e realiza o estudo como se esta soma ocorresse em um único segmento independentemente se em um sentido têm-se condições físicas e geográficas totalmente diferentes do outro.

Assim, levando-se em consideração as questões relatadas acima, optou-se pelo estudo somente das rodovias de pista simples, a qual será dividida em uma classe de rodovia em ambiente rural e outra classe de rodovia em ambiente urbano. Contudo, a distinção dos trechos em rurais e urbanos, a qual é utilizada na definição das classes da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, é muito antiga e requer uma atualização.

Esta atualização foi feita com a utilização do vídeo registro referente ao ano de 2003 das rodovias federais catarinenses. A não utilização de um vídeo registro mais atual, deve-se ao fato de que o DNIT não tinha disponível, até o momento desta etapa do levantamento, um vídeo registro mais atualizado para ser utilizado.

5.6.2 Adequação do Número de Acidentes

A adequação do número de acidentes se justifica pela necessidade de evitar estudos de segmentos com muitos ou poucos acidentes. Assim, seções com poucos acidentes devem ser combinadas com seções adjacentes e seções com muitos acidentes devem ser divididas em duas ou mais seções para aplicação do método.

A necessidade da incorporação deste procedimento foi observada a partir da avaliação do método proposto por Baerwald (1976), a qual sugeria que seções com menos de 7 acidentes fossem combinadas com seções adjacentes que possuíssem o menor número de acidentes, e seções com mais de 30 acidentes se dividissem para formar duas seções menores.

Contudo, esta sugestão, a qual foi apresentada na qualificação desta dissertação, foi desconsiderada depois de alguns testes, uma vez que os resultados obtidos a partir desta, não foram muito significativos. Entre os principais inconvenientes encontrados pode-se citar a impossibilidade de:

- combinar segmentos com poucos acidentes com segmentos adjacentes os quais pertenciam a outro trecho do PNV (esta situação pode ser visualizada na Tabela 9 na transição do trecho A para o B);
- agregar segmentos com poucos acidentes com os segmentos posteriores e/ou anteriores, quando estes pertenciam a diferentes

ambientes (esta observação pode ser observada na transição do km 224 ao 227).

Tabela 9 - Tabela dos Segmentos Críticos com Adequação do Número de Acidentes

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Marco Quilométrico	Adequação Acidentes	Pista	Ambiente	VMD	Extensão do seg (km)	Ij
A	218.50	220.00	6		6	Simple	rural	16840	1.50	1.41
B	220.00	221.00	16		16	Simple	rural	16840	1.00	2.60
B	221.00	222.00	15	0 - 300	15	Simple	rural	16840	0.30	8.13
			16	300 - 1000	16			16840	0.70	3.72
B	222.00	223.00	27	000 - 300	27	Simple	rural	16840	0.30	14.64
			16	300 - 1000	16			16840	0.70	3.72
C	223.00	224.00	2		2	Simple	rural	16840	1.00	0.33
km ambiente urbano										
C	227.00	228.00	13		13	Simple	rural	16840	1.00	2.12
C	228.00	229.00	25	000 - 400	25	Simple	rural	16840	0.40	10.17
			17	400 - 1000	17			16840	0.60	4.61

Deste modo, a partir das premissas descritas acima, pode-se perceber que a inclusão deste item se tornou inviável para o estudo em questão, e acabou sendo descartada.

Por outro lado, caso houvesse a inserção desta sugestão, haveriam dificuldades na análise posterior dos segmentos, uma vez que alguns trechos ficaram muito extensos (alguns chegariam a medir 7km). Essa extensão dos trechos justifica-se pela incidência de segmentos com número de acidentes nulo, os quais ocorrem em marcos quilométricos sequenciais que seriam somados até a obtenção do valor mínimo de 7 acidentes.

5.6.3 Priorização dos Segmentos Críticos Identificados

Um dos principais problemas do gestor ao se deparar com a lista de segmentos críticos gerada é saber em qual segmento crítico é necessário agir prioritariamente. É claro, que esta é uma decisão que somente o órgão gestor poderá tomar, mas sugere-se nesta dissertação, tendo em vista os custos associados aos feridos e mortos em acidentes de trânsito, a incorporação de um fator classificador.

Este fator classificador, o qual será definido a partir de critérios

monetários, permitirá a priorização dos segmentos críticos nos quais as ações governamentais, associadas com medidas corretivas poderão ser realizadas.

A fim de definir este fator, partiu-se inicialmente para o levantamento dos custos dos acidentes para as seguintes categorias: acidente sem vítima; acidente com ferido e; acidente com vítima fatal.

Conforme descrito no item 0, a identificação deste custos já foram realizadas no Brasil por algumas pesquisas, dentre as quais pode-se citar as pesquisas: Custos de acidente rodoviários, desenvolvida pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR em 2004 e; Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras, desenvolvido pelo IPEA e DENATRAN em 2006.

Apesar dos dados da pesquisa do IPEA e do DENATRAN serem mais recentes, nesta dissertação, optou-se por utilizar os resultados apresentados no documento desenvolvido pelo IPR, uma vez que este é o Instituto de referência para os estudos no que se refere as rodovias federais brasileiras. Assim, de acordo com o IPR (2004), os custos dos acidentes podem ser definidos conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 - Custo por Gravidade de Acidente

Custo por Gravidade de Acidentes – Região Sul, ano de 2004.		
Acidente com Morto	Acidente com Ferido	Acidente sem Vítimas
R\$ 363.508,00	R\$ 66.960,00	R\$ 6.976,00

Fonte de Dados: IPR (2004)

Após o levantamento destes custos, e já havendo identificado os segmentos críticos, parte-se para a definição dos custos de cada um dos acidentes ocorridos no segmento crítico em estudo.

Posteriormente, calcula-se o custo dos acidentes do segmento e a taxa dos custos de acidentes. A fim de calcular esta taxa, utiliza-se a equação proposta por Ekstein e Meewes em 1998 e que descreve-se abaixo.

$$TCA_a = \frac{1000 \times CA_j}{E_j \times VMD_j \times \Delta t} \quad (17)$$

onde:

TCA_a : taxa dos custos de acidentes;

CA_j : custo dos acidentes no período t para o segmento j , o qual considera para seu cálculo os valores apresentados na Tabela 10 - ;

Δt : intervalo de tempo considerado (em dias), geralmente o período de análise é de um ano, ou seja, 365 dias;

VMD_j : volume médio de tráfego do segmento j correspondente ao período de análise, em geral, como o período de análise é de um ano, o volume utilizado é o $VMDA_j$, ou seja, o volume médio diário anual do segmento;

E_j : extensão do segmento j analisado, no caso da aplicação do método nas Rodovias Federais Brasileiras, este valor está limitado entre 1 e 1,9km.

Deste modo, de posse dos custos dos acidentes e da taxa dos custos de acidentes nos segmentos identificados como críticos, é possível priorizar os segmentos críticos para fins de tratamento. Além disso, os valores monetários obtidos a partir desta priorização poderão subsidiar análises de custo e benefício em obras de melhorias de rodovias.

5.7 Aplicação do Método Proposto

Após levantamento dos dados descritos no item 0 e tendo por base o método atualmente utilizado e os procedimentos descritos no item anterior, montou-se uma tabela com utilização do *Microsoft Excel* a fim de auxiliar a obtenção dos resultados. Nesta tabela, realizou-se simulações com a aplicação do método proposto (Anexo 2). A configuração de tabela adotada para identificação dos segmentos críticos pode ser visualizada na Tabela 11.

Tabela 11 - Modelo de tabela utilizado na aplicação do método proposto

Trecho do PNV	Trecho do PNV		km inicial	km final	Número de Acidentes	Pista	Classificação	VMDA	Extensão do seg (km)	I _j	M	C _j	Decisão Método Proposto
	Início	Fim											
B	12.10	38.00	12.10	13.6	13	Simple	rural	16840	1.50	1.41	9.22	2.33	segmento não é crítico
B	12.10	38.00	13.60	14.6	16	Simple	rural	16840	1.00	2.60	6.15	2.53	segmento crítico
B	12.10	38.00	14.60	15.6	31	Simple	rural	16840	1.00	5.04	6.15	2.53	segmento crítico
B	12.10	38.00	15.60	16.6	43	Simple	rural	16840	1.00	7.00	6.15	2.53	segmento crítico
B	12.10	38.00	16.60	17.6	24	Simple	rural	16840	1.00	3.90	6.15	2.53	segmento crítico
B	12.10	38.00	17.60	18.6	13	Simple	rural	16840	1.00	2.12	6.15	2.53	segmento não é crítico
B	12.10	38.00	18.60	19.6	42	Simple	rural	16840	1.00	6.83	6.15	2.53	segmento crítico
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
λ = Média I _j =										1.39			

- Na tabela acima apresentada podem-se visualizar os seguintes itens:
- Trecho do PNV: apresenta o trecho do PNV em que o segmento está inserido;
- Início e Fim: indica os quilômetros iniciais e finais do trecho do PNV analisado;
- km inicial e km final: apresentam os quilômetros iniciais e finais do segmento analisado, sendo que a diferença entre esses marcos é o que indica a extensão do segmento em estudo, a qual pode variar de 1,00km a 1,9km;
- Número de Acidentes: apresenta o número de acidentes registrado no segmento;
- Pista: apresenta o tipo de rodovia em estudo (pista simples ou duplicada);
- Classificação: apresenta a classificação do segmento em estudo, a qual pode variar em rural ou urbana;
- VMDA: apresenta Volume Médio Diário Anual do segmento em estudo;
- Extensão do Segmento: nesta coluna consta a extensão do segmento, a qual pode variar de 1,00km a 1,90km em função das extensões do trecho do PNV, conforme descrito anteriormente;
- I_j: indica o valor do índice de acidentes do segmento, o qual é obtido pela equação:

$$I_j = \frac{\sum N_j \times 10^6}{E_j \times VMDA_j \times \Delta t} \quad (18)$$

onde:

N_j = número de acidentes no segmento j;

E_j: extensão do segmento j analisado, no caso da aplicação do método nas Rodovias Federais Brasileiras, este valor está limitado entre 1 e 1,9km;

VMDA_j: Volume Médio Diário Anual do segmento em estudo;

Δt : intervalo de tempo considerado (em dias), neste caso seu valor é 365 dias;

- m : é obtido pela equação:

$$m = \text{VMDA}_j \times E_j \times \Delta t \times 10^{-6} \quad (19)$$

onde:

E_j : extensão do segmento j analisado, no caso da aplicação do método nas Rodovias Federais Brasileiras, este valor está limitado entre 1 e 1,9km;

VMDA_j : Volume Médio Diário Anual do segmento em estudo;

Δt : intervalo de tempo considerado (em dias), neste caso seu valor é 365 dias;

- IC_j : nesta coluna, calcula-se o índice crítico do segmento a partir da equação:

$$(IC)_s = \lambda + k \sqrt{\frac{\lambda}{m} - \frac{0,5}{m}} \quad (20)$$

onde:

IC_j = índice crítico do segmento j ;

λ : probabilidade de ocorrência de um acidente na amostra;

k : coeficiente associado ao nível de significância que se deseja para o resultado a ser obtido, este valor é obtido da tabela da curva normal e é chamado de modo mais coloquial de Z ;

m : definido pela equação 19.

- Decisão método DNIT: indica o resultado obtido a partir da comparação do índice de acidentes do segmento (I_j) e o índice crítico do segmento (IC_j). Assim se o índice de acidentes do segmento foi maior do que o índice crítico do segmento, este é considerado como crítico;
- λ = probabilidade de ocorrência de um acidente na amostra, a qual é obtida pelo cálculo do índice de acidentes médio da classe e é utilizada para o cálculo do índice crítico do segmento.

No que diz respeito a priorização dos trechos, a qual só foi elaborada após a definição dos segmentos críticos, a configuração adotada pode ser visualizada na Tabela 12.

Tabela 12 - Tabela de Priorização dos Segmentos Críticos

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Custo Total dos Acidentes no Segmento	VM DA	Extensão do Segmento	Taxa dos Custos de Acidentes
W3	1703.2	1704.3	75	11	5	R\$ 3.077.300,00	15396	1.10	497.83
A4	1704.3	1706.2	56	11	4	R\$ 2.581.248,00	16656	1.90	223.47
F4	1786.80	1788.2	39	12	3	R\$ 2.166.108,00	10788	1.40	392.93
D2	841.80	843.7	56	20	1	R\$ 2.093.364,00	11797	1.90	255.87
I	118.60	119.6	5	6	4	R\$ 1.890.672,00	13667	1.00	379.01
F4	1792.20	1793.2	18	9	3	R\$ 1.818.732,00	10788	1.00	461.89

Na tabela acima apresentada podem-se visualizar alguns itens que se diferem dos das Tabela 11, os quais podem ser assim definidos:

- Número de acidentes sem feridos: indica a quantidade de acidentes nos quais não houveram vítimas fatais ou com ferimentos leves e graves;
- Número de acidentes com feridos: indica a quantidade de acidentes nos quais houveram vítimas com ferimentos leves ou graves;
- Número de acidentes com mortos: indica a quantidade de acidentes nos quais houveram vítimas fatais;
- Custo total dos acidentes no segmento: refere-se ao custo total dos acidentes no segmento em estudo. Para realização do cálculo deste item foram utilizados os valores apresentados na Tabela 10;
- Taxa dos custos de acidentes: esta taxa, expressa em custos de acidentes/veículoskm, representa o grau de insegurança do trânsito no segmento em estudo.

Deste modo, após a formatação das tabelas e preenchimento de todos os dados necessários à realização dos testes, foi possível chegar aos resultados apresentados no próximo item.

5.8 Resultados Obtidos com a Aplicação do Método Proposto

Com a finalização do cadastramento de todos os dados e após a formatação da tabela, partiu-se para a análise dos resultados. O nível de significância adotado foi de 0,5%, ou seja, o nível de certeza de que os segmentos identificados como críticos pela análise são realmente críticos é igual ou superior a 99,5%.

A partir da definição do nível de significância foi possível chegar-se aos resultados apresentados na Tabela 13, a qual demonstra

somente os segmentos identificados como críticos pelo método proposto. Os demais segmentos utilizados para a obtenção dos resultados constam no anexo 2 desta dissertação, juntamente com os cálculos realizados com a finalidade de chegar-se aos resultados apresentados nas Tabelas 13, 14 e 15.

Tabela 13 - Segmentos Críticos identificados pelo método proposto

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Pista	Classificação	VMDA	Extensão do seg (km)
B	13.60	14.6	16	Simples	rural	16840	1.00
B	14.60	15.6	31	Simples	rural	16840	1.00
B	15.60	16.6	43	Simples	rural	16840	1.00
B	16.60	17.6	24	Simples	rural	16840	1.00
B	18.60	19.6	42	Simples	rural	16840	1.00
B	21.60	22.6	21	Simples	rural	16840	1.00
B	22.60	23.6	25	Simples	rural	16840	1.00
B	24.60	25.6	18	Simples	rural	16840	1.00
B	25.60	26.6	16	Simples	rural	16840	1.00
B	27.60	28.6	24	Simples	rural	16840	1.00
B	28.60	29.6	24	Simples	rural	16840	1.00
B	29.60	30.6	21	Simples	rural	16840	1.00
B	30.60	31.6	21	Simples	rural	16840	1.00
B	31.60	32.6	16	Simples	rural	16840	1.00
C	52.60	53.6	26	Simples	rural	14563	1.00
D	76.60	77.7	31	Simples	rural	13862	1.10
F	86.60	87.6	14	Simples	rural	13862	1.00
F	89.60	90.6	16	Simples	rural	13862	1.00
F	104.60	106.4	31	Simples	rural	13862	1.80
G	110.60	111.6	12	Simples	rural	11605	1.00
G	112.60	113.6	14	Simples	rural	11605	1.00
I	118.60	119.6	15	Simples	rural	13667	1.00
I	120.60	121.6	14	Simples	rural	13667	1.00
I	121.60	122.6	16	Simples	rural	13667	1.00
I	126.60	127.6	17	Simples	rural	13667	1.00
I	127.60	129.2	66	Simples	rural	13667	1.60
J	129.20	130.6	36	Simples	rural	13667	1.40
J	130.60	132.2	63	Simples	rural	13667	1.60
K	132.20	133.6	24	Simples	rural	13516	1.40
O	194.60	196.3	29	Simples	rural	16495	1.70
P	197.60	198.6	12	Simples	rural	11825	1.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Pista	Classificação	VMDA	Extensão do seg (km)
Q	213.60	214.6	12	Simples	rural	11825	1.00
S	231.60	232.6	12	Simples	rural	11825	1.00
X	271.80	273.5	11	Simples	rural	4357	1.70
W	365.50	366.5	6	Simples	rural	4051	1.00
W	366.50	367.5	7	Simples	rural	4051	1.00
A1	376.50	377.5	7	Simples	rural	4051	1.00
D1	404.00	405.5	10	Simples	rural	2759	1.50
D1	425.50	426.5	4	Simples	rural	2759	1.00
D1	427.50	428.5	5	Simples	rural	2759	1.00
D1	431.50	432.5	5	Simples	rural	2759	1.00
D1	435.50	436.5	10	Simples	rural	2759	1.00
D1	440.50	441.5	8	Simples	rural	2759	1.00
D1	443.50	445.4	12	Simples	rural	2759	1.90
E1	452.50	453.5	6	Simples	rural	4546	1.00
E1	462.50	463.5	6	Simples	rural	4546	1.00
E1	469.50	470.5	7	Simples	rural	4546	1.00
G1	493.50	494.5	7	Simples	rural	5187	1.00
G1	494.50	495.5	7	Simples	rural	5187	1.00
I1	564.50	565.5	8	Simples	rural	3337	1.00
I1	567.50	568.5	7	Simples	rural	3337	1.00
K1	610.40	611.4	8	Simples	rural	3230	1.00
L1	633.40	634.6	18	Simples	rural	3679	1.20
N1	671.40	673.0	13	Simples	rural	4612	1.60
O1	675.40	676.4	6	Simples	rural	4612	1.00
Q1	689.40	690.4	7	Simples	rural	2551	1.00
R1	700.50	701.5	4	Simples	rural	2550	1.00
S1	711.50	712.5	4	Simples	rural	2550	1.00
V1	748.20	749.2	5	Simples	rural	3204	1.00
V1	750.20	751.6	9	Simples	rural	3204	1.40
X1	751.60	753.2	9	Simples	rural	3699	1.60
A2	806.80	807.8	13	Simples	rural	7362	1.00
B2	817.80	819.3	33	Simples	rural	11621	1.50
D2	835.80	836.8	12	Simples	rural	11797	1.00
G2	856.80	857.8	6	Simples	rural	2340	1.00
G2	857.80	858.8	9	Simples	rural	2340	1.00
G2	858.80	859.8	5	Simples	rural	2340	1.00
G2	860.80	861.8	6	Simples	rural	2340	1.00
G2	861.80	862.8	4	Simples	rural	2340	1.00
G2	862.80	863.8	5	Simples	rural	2340	1.00
G2	866.80	867.8	6	Simples	rural	2340	1.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Pista	Classificação	VMDA	Extensão do seg (km)
H2	878.80	879.8	9	Simples	rural	3678	1.00
H2	879.80	880.8	10	Simples	rural	3678	1.00
H2	899.80	900.8	8	Simples	rural	3678	1.00
H2	902.80	903.8	5	Simples	rural	3678	1.00
K2	923.80	924.8	8	Simples	rural	6146	1.00
K2	927.80	928.8	23	Simples	rural	6146	1.00
O2	1017.40	1018.4	15	Simples	rural	14618	1.00
P2	1025.00	1026.4	23	Simples	rural	14618	1.40
R2	1041.40	1042.4	13	Simples	rural	5995	1.00
R2	1043.40	1044.4	8	Simples	rural	5995	1.00
R2	1046.40	1047.4	11	Simples	rural	5995	1.00
S2	1061.40	1062.4	5	Simples	rural	3417	1.00
S2	1062.40	1063.4	5	Simples	rural	3417	1.00
S2	1065.40	1066.4	7	Simples	rural	3417	1.00
S2	1067.40	1068.4	14	Simples	rural	3417	1.00
S2	1075.40	1076.4	10	Simples	rural	3417	1.00
S2	1078.40	1079.4	10	Simples	rural	3417	1.00
S2	1079.40	1080.4	6	Simples	rural	3417	1.00
S2	1080.40	1081.4	8	simples	rural	3417	1.00
S2	1082.40	1083.4	9	simples	rural	3417	1.00
S2	1084.40	1085.4	21	simples	rural	3417	1.00
S2	1085.40	1086.4	10	simples	rural	3417	1.00
U2	1114.40	1115.4	5	simples	rural	2875	1.00
Y2	1161.40	1162.4	5	simples	rural	2888	1.00
Z2	1171.40	1172.4	10	simples	rural	2888	1.00
Z2	1172.40	1173.4	9	simples	rural	2888	1.00
Z2	1174.40	1175.7	6	simples	rural	2888	1.30
C3	1218.50	1220.4	7	simples	rural	2026	1.90
C3	1220.40	1221.4	4	simples	rural	2026	1.00
C3	1222.40	1223.4	5	simples	rural	2026	1.00
G3	1335.40	1336.6	12	simples	rural	4427	1.20
H3	1338.40	1339.4	11	simples	rural	4427	1.00
H3	1371.40	1372.4	7	simples	rural	4427	1.00
I3	1382.40	1383.4	10	simples	rural	4427	1.00
I3	1388.40	1389.4	6	simples	rural	4427	1.00
J3	1403.40	1404.7	7	simples	rural	4427	1.30
K3	1406.40	1407.4	4	simples	rural	2216	1.00
K3	1420.40	1421.4	7	simples	rural	2216	1.00
L3	1440.40	1441.4	9	simples	rural	2568	1.00
L3	1446.40	1447.4	6	simples	rural	2568	1.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Pista	Classificação	VMDA	Extensão do seg (km)
M3	1484.40	1485.4	11	simples	rural	6862	1.00
N3	1511.40	1512.4	7	simples	rural	5539	1.00
N3	1513.40	1514.4	7	simples	rural	5539	1.00
N3	1514.40	1515.4	8	simples	rural	5539	1.00
N3	1522.40	1523.4	10	simples	rural	5539	1.00
N3	1523.40	1524.4	8	simples	rural	5539	1.00
N3	1529.40	1530.4	19	simples	rural	5539	1.00
O3	1573.40	1574.6	7	simples	rural	3877	1.20
P3	1577.40	1578.6	7	simples	rural	3877	1.20
Q3	1597.40	1598.8	13	simples	rural	5233	1.40
R3	1598.80	1600.4	11	simples	rural	5233	1.60
S3	1614.40	1615.4	6	simples	rural	4274	1.00
T3	1628.40	1629.4	8	simples	rural	3039	1.00
Z3	1684.20	1685.2	24	simples	rural	12662	1.00
Z3	1692.20	1693.2	15	simples	rural	12662	1.00
Z3	1696.20	1697.9	20	simples	rural	12662	1.70
W3	1697.90	1699.2	19	simples	rural	15396	1.30
W3	1699.20	1700.2	34	simples	rural	15396	1.00
W3	1700.20	1701.2	108	simples	rural	15396	1.00
A4	1711.20	1712.2	22	simples	rural	16656	1.00
A4	1712.20	1713.2	26	simples	rural	16656	1.00
A4	1713.20	1714.2	24	simples	rural	16656	1.00
A4	1714.20	1715.8	27	simples	rural	16656	1.60
B4	1721.20	1722.2	19	simples	rural	16656	1.00
C4	1735.20	1736.2	28	simples	rural	16656	1.00
D4	1767.20	1768.2	17	simples	rural	16656	1.00
D4	1769.20	1770.2	24	simples	rural	16656	1.00
D4	1770.20	1771.2	18	simples	rural	16656	1.00
D4	1771.20	1772.2	18	simples	rural	16656	1.00
D4	1774.20	1775.2	16	simples	rural	16656	1.00
E4	1777.50	1779.2	18	simples	rural	10006	1.70
E4	1783.20	1784.2	22	simples	rural	10006	1.00
E4	1785.20	1786.8	20	simples	rural	10006	1.60
F4	1786.80	1788.2	54	simples	rural	10788	1.40
F4	1790.20	1791.2	15	simples	rural	10788	1.00
F4	1791.20	1792.2	13	simples	rural	10788	1.00
F4	1792.20	1793.2	30	simples	rural	10788	1.00
G4	1795.40	1797.2	26	simples	rural	10788	1.80
G4	1802.20	1803.2	13	simples	rural	10788	1.00
G4	1804.20	1806.0	19	simples	rural	10788	1.80

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes	Pista	Classificação	VMDA	Extensão do seg (km)
H4	1807.20	1808.2	11	simples	rural	9295	1.00
H4	1809.20	1810.2	10	simples	rural	9295	1.00
H4	1818.20	1819.2	12	simples	rural	9295	1.00
H4	1819.20	1820.2	15	simples	rural	9295	1.00
H4	1821.20	1822.2	12	simples	rural	9295	1.00
I4	1839.20	1840.2	13	simples	rural	9295	1.00
I4	1842.20	1843.2	22	simples	rural	9295	1.00
L4	1915.20	1916.2	10	simples	rural	9295	1.00
D2	841.80	843.7	77	Simples	urbana	11797	1.90
E2	845.80	846.8	39	Simples	urbana	15495	1.00
E2	846.80	848.0	68	Simples	urbana	15495	1.20
F2	848.00	849.8	67	Simples	urbana	15495	1.80
F2	849.80	850.8	39	Simples	urbana	15495	1.00
F2	850.80	852.1	40	Simples	urbana	15495	1.30
G2	852.10	853.8	16	Simples	urbana	2340	1.70
G2	853.80	854.8	14	Simples	urbana	2340	1.00
G2	854.80	855.8	33	Simples	urbana	2340	1.00
G2	855.80	856.8	23	Simples	urbana	2340	1.00
G2	870.80	871.8	11	Simples	urbana	2340	1.00
I2	908.80	910.0	24	Simples	urbana	3678	1.20
I2	910.00	911.8	43	Simples	urbana	3678	1.80
J2	911.80	912.8	35	Simples	urbana	6954	1.00
J2	912.80	913.8	20	Simples	urbana	6954	1.00
J2	913.80	914.8	24	Simples	urbana	6954	1.00
K3	1416.40	1417.4	13	simples	urbana	2216	1.00
N3	1499.40	1500.4	24	simples	urbana	5539	1.00
W3	1703.20	1704.3	91	simples	urbana	15396	1.10
A4	1704.30	1706.2	71	simples	urbana	16656	1.90
A4	1706.20	1707.2	42	simples	urbana	16656	1.00
B4	1715.80	1717.2	50	simples	urbana	16656	1.40
B4	1717.20	1718.2	75	simples	urbana	16656	1.00
F4	1788.20	1789.2	49	simples	urbana	10788	1.00

Tabela 14 - Priorização dos segmentos críticos identificados pelo custo dos acidentes

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Custo Total dos Acidentes
W3	1703.20	1704.30	75	11	5	R\$ 3,077,300.00
A4	1704.30	1706.20	56	11	4	R\$ 2,581,248.00
F4	1786.80	1788.20	39	12	3	R\$ 2,166,108.00
D2	841.80	843.70	56	20	1	R\$ 2,093,364.00
I	118.60	119.60	5	6	4	R\$ 1,890,672.00
F4	1792.20	1793.20	18	9	3	R\$ 1,818,732.00
B	18.60	19.60	24	17	1	R\$ 1,669,252.00
J	130.60	132.20	49	13	1	R\$ 1,575,812.00
F2	848.00	849.80	49	18	0	R\$ 1,547,104.00
B4	1717.20	1718.20	58	17	0	R\$ 1,542,928.00
A4	1712.20	1713.20	19	4	3	R\$ 1,490,908.00
W3	1700.20	1701.20	96	12	0	R\$ 1,473,216.00
G2	854.80	855.80	13	20	0	R\$ 1,429,888.00
E4	1783.20	1784.20	11	9	2	R\$ 1,406,392.00
F4	1788.20	1789.20	37	11	1	R\$ 1,358,180.00
I2	910.00	911.80	26	17	0	R\$ 1,319,696.00
F2	850.80	852.10	28	11	1	R\$ 1,295,396.00
J2	913.80	914.80	11	12	1	R\$ 1,243,764.00
B4	1715.80	1717.20	36	14	0	R\$ 1,188,576.00
E2	846.80	848.00	57	11	0	R\$ 1,134,192.00
I4	1842.20	1843.20	16	4	2	R\$ 1,106,472.00
B	14.60	15.60	22	8	1	R\$ 1,052,660.00
A4	1714.20	1715.80	18	8	1	R\$ 1,024,756.00
K	132.20	133.60	15	8	1	R\$ 1,003,828.00
J2	912.80	913.80	11	8	1	R\$ 975,924.00
J	129.20	130.60	24	12	0	R\$ 970,944.00
B4	1721.20	1722.20	10	8	1	R\$ 968,948.00
A4	1706.20	1707.20	36	5	1	R\$ 949,444.00
S2	1084.40	1085.40	8	13	0	R\$ 926,288.00
K3	1416.40	1417.40	9	2	2	R\$ 923,720.00
I	120.60	121.60	6	7	1	R\$ 874,084.00
O	194.60	196.30	18	11	0	R\$ 862,128.00
B	15.60	16.60	34	9	0	R\$ 839,824.00
I	127.60	129.20	60	6	0	R\$ 820,320.00
E2	845.80	846.80	30	9	0	R\$ 811,920.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Custo Total dos Acidentes
G4	1804.20	1806.00	13	5	1	R\$ 788,996.00
G4	1795.40	1797.20	16	10	0	R\$ 781,216.00
B	22.60	23.60	20	4	1	R\$ 770,868.00
B2	817.80	819.30	24	9	0	R\$ 770,064.00
F	89.60	90.60	10	5	1	R\$ 768,068.00
Z3	1684.20	1685.20	14	10	0	R\$ 767,264.00
A4	1713.20	1714.20	14	10	0	R\$ 767,264.00
K2	927.80	928.80	13	10	0	R\$ 760,288.00
F	104.60	106.40	22	9	0	R\$ 756,112.00
G4	1802.20	1803.20	7	5	1	R\$ 747,140.00
Z3	1696.20	1697.90	15	4	1	R\$ 735,988.00
J2	911.80	912.80	27	8	0	R\$ 724,032.00
D4	1767.20	1768.20	12	4	1	R\$ 715,060.00
B	16.60	17.60	15	9	0	R\$ 707,280.00
S2	1067.40	1068.40	4	10	0	R\$ 697,504.00
F2	849.80	850.80	32	7	0	R\$ 691,952.00
M3	1484.40	1485.40	6	4	1	R\$ 673,204.00
I	126.60	127.60	8	9	0	R\$ 658,448.00
F4	1790.20	1791.20	11	3	1	R\$ 641,124.00
H2	878.80	879.80	5	3	1	R\$ 599,268.00
B	31.60	32.60	8	8	0	R\$ 591,488.00
N3	1499.40	1500.40	17	7	0	R\$ 587,312.00
E1	452.50	453.50	2	3	1	R\$ 578,340.00
A4	1711.20	1712.20	15	7	0	R\$ 573,360.00
D2	835.80	836.80	4	8	0	R\$ 563,584.00
D4	1770.20	1771.20	11	7	0	R\$ 545,456.00
E4	1777.50	1779.20	11	7	0	R\$ 545,456.00
I	121.60	122.60	14	1	1	R\$ 528,132.00
D4	1769.20	1770.20	18	6	0	R\$ 527,328.00
O2	1017.40	1018.40	8	7	0	R\$ 524,528.00
H4	1818.20	1819.20	10	1	1	R\$ 500,228.00
E4	1785.20	1786.80	14	6	0	R\$ 499,424.00
C4	1735.20	1736.20	23	5	0	R\$ 495,248.00
D1	404.00	405.50	3	7	0	R\$ 489,648.00
D1	435.50	436.50	8	1	1	R\$ 486,276.00
B	24.60	25.60	12	6	0	R\$ 485,472.00
L1	633.40	634.60	12	6	0	R\$ 485,472.00
W3	1699.20	1700.20	30	4	0	R\$ 477,120.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Custo Total dos Acidentes
I1	564.50	565.50	6	1	1	R\$ 472,324.00
B	13.60	14.60	10	6	0	R\$ 471,520.00
B	27.60	28.60	19	5	0	R\$ 467,344.00
I2	908.80	910.00	19	5	0	R\$ 467,344.00
P2	1025.00	1026.40	18	5	0	R\$ 460,368.00
G	112.60	113.60	8	6	0	R\$ 457,568.00
B	21.60	22.60	16	5	0	R\$ 446,416.00
B	30.60	31.60	16	5	0	R\$ 446,416.00
X	271.80	273.50	5	6	0	R\$ 436,640.00
S2	1075.40	1076.40	9	0	1	R\$ 426,292.00
Z2	1172.40	1173.40	3	6	0	R\$ 422,688.00
N3	1514.40	1515.40	7	0	1	R\$ 412,340.00
B	25.60	26.60	11	5	0	R\$ 411,536.00
Q3	1597.40	1598.80	1	6	0	R\$ 408,736.00
W	365.50	366.50	5	0	1	R\$ 398,388.00
F4	1791.20	1792.20	8	5	0	R\$ 390,608.00
G	110.60	111.60	7	5	0	R\$ 383,632.00
Q	213.60	214.60	7	5	0	R\$ 383,632.00
S	231.60	232.60	7	5	0	R\$ 383,632.00
D4	1771.20	1772.20	14	4	0	R\$ 365,504.00
C	52.60	53.60	23	3	0	R\$ 361,328.00
O3	1573.40	1574.60	2	5	0	R\$ 348,752.00
P3	1577.40	1578.60	2	5	0	R\$ 348,752.00
B	28.60	29.60	21	3	0	R\$ 347,376.00
Z3	1692.20	1693.20	11	4	0	R\$ 344,576.00
F	86.60	87.60	10	4	0	R\$ 337,600.00
I4	1839.20	1840.20	9	4	0	R\$ 330,624.00
B	29.60	30.60	18	3	0	R\$ 326,448.00
H2	899.80	900.80	4	4	0	R\$ 295,744.00
N3	1523.40	1524.40	4	4	0	R\$ 295,744.00
E1	469.50	470.50	3	4	0	R\$ 288,768.00
H4	1819.20	1820.20	12	3	0	R\$ 284,592.00
G2	860.80	861.80	2	4	0	R\$ 281,792.00
I3	1388.40	1389.40	2	4	0	R\$ 281,792.00
A2	806.80	807.80	10	3	0	R\$ 270,640.00
R3	1598.80	1600.40	10	3	0	R\$ 270,640.00
P	197.60	198.60	9	3	0	R\$ 263,664.00
G3	1335.40	1336.60	9	3	0	R\$ 263,664.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Custo Total dos Acidentes
G2	870.80	871.80	8	3	0	R\$ 256,688.00
H4	1807.20	1808.20	8	3	0	R\$ 256,688.00
Z2	1171.40	1172.40	7	3	0	R\$ 249,712.00
I3	1382.40	1383.40	7	3	0	R\$ 249,712.00
N3	1522.40	1523.40	7	3	0	R\$ 249,712.00
L4	1915.20	1916.20	7	3	0	R\$ 249,712.00
V1	750.20	751.60	6	3	0	R\$ 242,736.00
K1	610.40	611.40	5	3	0	R\$ 235,760.00
G1	493.50	494.50	4	3	0	R\$ 228,784.00
G1	494.50	495.50	4	3	0	R\$ 228,784.00
C3	1218.50	1220.40	4	3	0	R\$ 228,784.00
O1	675.40	676.40	3	3	0	R\$ 221,808.00
G2	866.80	867.80	3	3	0	R\$ 221,808.00
Z2	1174.40	1175.70	3	3	0	R\$ 221,808.00
D	76.60	77.70	31	0	0	R\$ 216,256.00
D1	431.50	432.50	2	3	0	R\$ 214,832.00
G2	862.80	863.80	2	3	0	R\$ 214,832.00
H2	902.80	903.80	2	3	0	R\$ 214,832.00
N1	671.40	673.00	11	2	0	R\$ 210,656.00
C3	1220.40	1221.40	1	3	0	R\$ 207,856.00
H4	1821.20	1822.20	10	2	0	R\$ 203,680.00
H3	1338.40	1339.40	9	2	0	R\$ 196,704.00
W3	1697.90	1699.20	18	1	0	R\$ 192,528.00
H2	879.80	880.80	8	2	0	R\$ 189,728.00
S2	1078.40	1079.40	8	2	0	R\$ 189,728.00
H4	1809.20	1810.20	8	2	0	R\$ 189,728.00
S2	1082.40	1083.40	7	2	0	R\$ 182,752.00
D1	440.50	441.50	6	2	0	R\$ 175,776.00
K2	923.80	924.80	6	2	0	R\$ 175,776.00
R2	1043.40	1044.40	6	2	0	R\$ 175,776.00
D4	1774.20	1775.20	15	1	0	R\$ 171,600.00
A1	376.50	377.50	5	2	0	R\$ 168,800.00
J3	1403.40	1404.70	5	2	0	R\$ 168,800.00
K3	1420.40	1421.40	5	2	0	R\$ 168,800.00
G2	856.80	857.80	4	2	0	R\$ 161,824.00
G2	855.80	856.80	23	0	0	R\$ 160,448.00
D1	427.50	428.50	3	2	0	R\$ 154,848.00
S1	711.50	712.50	2	2	0	R\$ 147,872.00

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Custo Total dos Acidentes
G2	861.80	862.80	2	2	0	R\$ 147,872.00
K3	1406.40	1407.40	2	2	0	R\$ 147,872.00
N3	1529.40	1530.40	19	0	0	R\$ 132,544.00
L3	1440.40	1441.40	8	1	0	R\$ 122,768.00
T3	1628.40	1629.40	7	1	0	R\$ 115,792.00
G2	852.10	853.80	16	0	0	R\$ 111,616.00
W	366.50	367.50	6	1	0	R\$ 108,816.00
Q1	689.40	690.40	6	1	0	R\$ 108,816.00
H3	1371.40	1372.40	6	1	0	R\$ 108,816.00
N3	1511.40	1512.40	6	1	0	R\$ 108,816.00
N3	1513.40	1514.40	6	1	0	R\$ 108,816.00
E1	462.50	463.50	5	1	0	R\$ 101,840.00
S2	1079.40	1080.40	5	1	0	R\$ 101,840.00
L3	1446.40	1447.40	5	1	0	R\$ 101,840.00
G2	853.80	854.80	14	0	0	R\$ 97,664.00
V1	748.20	749.20	4	1	0	R\$ 94,864.00
G2	858.80	859.80	4	1	0	R\$ 94,864.00
S2	1061.40	1062.40	4	1	0	R\$ 94,864.00
S2	1062.40	1063.40	4	1	0	R\$ 94,864.00
Y2	1161.40	1162.40	4	1	0	R\$ 94,864.00
C3	1222.40	1223.40	4	1	0	R\$ 94,864.00
R2	1041.40	1042.40	13	0	0	R\$ 90,688.00
D1	425.50	426.50	3	1	0	R\$ 87,888.00
R1	700.50	701.50	3	1	0	R\$ 87,888.00
D1	443.50	445.40	12	0	0	R\$ 83,712.00
R2	1046.40	1047.40	11	0	0	R\$ 76,736.00
S2	1085.40	1086.40	10	0	0	R\$ 69,760.00
X1	751.60	753.20	9	0	0	R\$ 62,784.00
G2	857.80	858.80	9	0	0	R\$ 62,784.00
S2	1080.40	1081.40	8	0	0	R\$ 55,808.00
I1	567.50	568.50	7	0	0	R\$ 48,832.00
S2	1065.40	1066.40	7	0	0	R\$ 48,832.00
S3	1614.40	1615.40	6	0	0	R\$ 41,856.00
U2	1114.40	1115.40	5	0	0	R\$ 34,880.00

Tabela 15 - Priorização dos segmentos críticos identificados pela taxa dos custos dos acidentes

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Taxa dos Custos de Acidentes
G2	854.80	855.8	13	20	0	1674.03
K3	1416.40	1417.4	9	2	2	1142.28
S2	1084.40	1085.4	8	13	0	742.59
S2	1067.40	1068.4	4	10	0	559.18
I2	910.00	911.8	26	17	0	546.14
W3	1703.2	1704.3	75	11	5	497.83
J2	913.80	914.8	11	12	1	490.01
D1	435.50	436.5	8	1	1	482.84
F4	1792.20	1793.2	18	9	3	461.89
H2	878.80	879.8	5	3	1	446.40
Z2	1172.40	1173.4	3	6	0	400.93
F4	1786.80	1788.2	39	12	3	392.93
I1	564.50	565.5	6	1	1	387.80
E4	1783.20	1784.2	11	9	2	385.08
J2	912.80	913.8	11	8	1	384.49
I	118.60	119.6	5	6	4	379.01
E1	452.50	453.5	2	3	1	348.51
F4	1788.2	1789.2	37	11	1	344.92
S2	1075.40	1076.4	9	0	1	341.75
K2	927.80	928.8	13	10	0	338.92
G2	860.80	861.8	2	4	0	329.90
I4	1842.20	1843.2	16	4	2	326.14
D1	404.00	405.5	3	7	0	324.15
L1	633.40	634.6	12	6	0	301.29
G2	870.80	871.8	8	3	0	300.51
N3	1499.40	1500.4	17	7	0	290.51
I2	908.80	910.0	19	5	0	290.10
J2	911.80	912.8	27	8	0	285.25
C3	1220.40	1221.4	1	3	0	281.02
B	18.60	19.6	24	17	1	271.58
W	365.50	366.5	5	0	1	269.44
M3	1484.40	1485.4	6	4	1	268.80
W3	1700.20	1701.2	96	12	0	262.16
G2	866.80	867.8	3	3	0	259.68
D2	841.80	843.7	56	20	1	255.87

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Taxa dos Custos de Acidentes
B4	1717.2	1718.2	58	17	0	253.79
G2	862.80	863.8	2	3	0	251.51
A4	1712.20	1713.2	19	4	3	245.24
Z2	1171.40	1172.4	7	3	0	236.86
A4	1704.3	1706.2	56	11	4	223.47
H2	899.80	900.8	4	4	0	220.30
D1	431.50	432.5	2	3	0	213.31
K3	1420.40	1421.4	5	2	0	208.74
O3	1573.40	1574.6	2	5	0	205.39
P3	1577.40	1578.6	2	5	0	205.39
N3	1514.40	1515.4	7	0	1	203.96
K1	610.40	611.4	5	3	0	199.94
J	130.60	132.2	49	13	1	197.43
G4	1802.20	1803.2	7	5	1	189.74
G2	856.80	857.8	4	2	0	189.45
G2	855.80	856.8	23	0	0	187.84
K3	1406.40	1407.4	2	2	0	182.86
F2	850.80	852.1	28	11	1	176.19
I	120.60	121.6	6	7	1	175.22
D1	440.50	441.5	6	2	0	174.53
I3	1388.40	1389.4	2	4	0	174.39
E1	469.50	470.5	3	4	0	174.02
G2	861.80	862.8	2	2	0	173.12
B	14.60	15.6	22	8	1	171.26
E2	846.80	848.0	57	11	0	167.12
Z3	1684.20	1685.2	14	10	0	166.02
F4	1790.20	1791.2	11	3	1	162.82
C3	1218.50	1220.4	4	3	0	162.80
Z2	1174.40	1175.7	3	3	0	161.84
X	271.80	273.5	5	6	0	161.51
H2	902.80	903.8	2	3	0	160.03
B4	1721.20	1722.2	10	8	1	159.38
S1	711.50	712.5	2	2	0	158.87
A4	1706.2	1707.2	36	5	1	156.17
I3	1382.40	1383.4	7	3	0	154.54
D1	427.50	428.5	3	2	0	153.75
Q3	1597.40	1598.8	1	6	0	152.87
S2	1078.40	1079.4	8	2	0	152.10

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Taxa dos Custos de Acidentes
F2	848.00	849.8	49	18	0	151.98
F	89.60	90.6	10	5	1	151.81
V1	750.20	751.6	6	3	0	148.28
H4	1818.20	1819.2	10	1	1	147.44
S2	1082.40	1083.4	7	2	0	146.51
N3	1523.40	1524.4	4	4	0	146.29
K	132.20	133.6	15	8	1	145.34
E2	845.80	846.8	30	9	0	143.56
H2	879.80	880.8	8	2	0	141.33
B4	1715.8	1717.2	36	14	0	139.65
J	129.20	130.6	24	12	0	139.03
B	15.60	16.6	34	9	0	136.63
G3	1335.40	1336.6	9	3	0	135.98
I	126.60	127.6	8	9	0	131.99
O1	675.40	676.4	3	3	0	131.76
L3	1440.40	1441.4	8	1	0	130.98
D2	835.80	836.8	4	8	0	130.89
C3	1222.40	1223.4	4	1	0	128.25
A4	1713.20	1714.2	14	10	0	126.21
B	22.60	23.6	20	4	1	125.41
N3	1522.40	1523.4	7	3	0	123.52
F2	849.80	850.8	32	7	0	122.35
H3	1338.40	1339.4	9	2	0	121.73
B2	817.80	819.3	24	9	0	121.03
G1	493.50	494.5	4	3	0	120.84
G1	494.50	495.5	4	3	0	120.84
D4	1767.20	1768.2	12	4	1	117.62
Q1	689.40	690.4	6	1	0	116.89
B	16.60	17.6	15	9	0	115.07
G2	853.80	854.8	14	0	0	114.34
A1	376.50	377.5	5	2	0	114.16
G4	1804.20	1806.0	13	5	1	111.32
G2	858.80	859.8	4	1	0	111.06
G4	1795.40	1797.2	16	10	0	110.22
L3	1446.40	1447.4	5	1	0	108.65
G	112.60	113.6	8	6	0	108.02
I	121.60	122.6	14	1	1	105.87
A4	1714.20	1715.8	18	8	1	105.35

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Taxa dos Custos de Acidentes
T3	1628.40	1629.4	7	1	0	104.39
I	127.60	129.2	60	6	0	102.78
A2	806.80	807.8	10	3	0	100.72
F4	1791.20	1792.2	8	5	0	99.20
O2	1017.40	1018.4	8	7	0	98.31
I4	1839.20	1840.2	9	4	0	97.45
B	31.60	32.6	8	8	0	96.23
R1	700.50	701.5	3	1	0	94.42
A4	1711.20	1712.2	15	7	0	94.31
Z3	1696.20	1697.9	15	4	1	93.68
G	110.60	111.6	7	5	0	90.57
Y2	1161.40	1162.4	4	1	0	89.98
D4	1770.20	1771.2	11	7	0	89.72
Q	213.60	214.6	7	5	0	88.88
S	231.60	232.6	7	5	0	88.88
R3	1598.80	1600.4	10	3	0	88.57
E4	1777.50	1779.2	11	7	0	87.85
D1	425.50	426.5	3	1	0	87.27
D4	1769.20	1770.2	18	6	0	86.74
E4	1785.20	1786.8	14	6	0	85.47
W3	1699.20	1700.2	30	4	0	84.90
O	194.60	196.3	18	11	0	84.23
H4	1819.20	1820.2	12	3	0	83.88
F	104.60	106.4	22	9	0	83.03
S2	1079.40	1080.4	5	1	0	81.64
C4	1735.20	1736.2	23	5	0	81.46
V1	748.20	749.2	4	1	0	81.13
J3	1403.40	1404.7	5	2	0	80.36
R2	1043.40	1044.4	6	2	0	80.33
B	24.60	25.6	12	6	0	78.98
K2	923.80	924.8	6	2	0	78.36
N1	671.40	673.0	11	2	0	78.21
G2	852.10	853.8	16	0	0	76.87
B	13.60	14.6	10	6	0	76.71
S2	1061.40	1062.4	4	1	0	76.05
S2	1062.40	1063.4	4	1	0	76.05
B	27.60	28.6	19	5	0	76.03
H4	1807.20	1808.2	8	3	0	75.66

Trecho do PNV	km inicial	km final	Número de Acidentes sem Feridos	Número de Acidentes com Feridos	Número de Acidentes com Mortos	Taxa dos Custos de Acidentes
Z3	1692.20	1693.2	11	4	0	74.56
L4	1915.20	1916.2	7	3	0	73.60
W	366.50	367.5	6	1	0	73.59
G2	857.80	858.8	9	0	0	73.50
B	21.60	22.6	16	5	0	72.63
B	30.60	31.6	16	5	0	72.63
C	52.60	53.6	23	3	0	67.98
H3	1371.40	1372.4	6	1	0	67.34
B	25.60	26.6	11	5	0	66.95
F	86.60	87.6	10	4	0	66.73
N3	1529.40	1530.4	19	0	0	65.56
P2	1025.00	1026.4	18	5	0	61.63
E1	462.50	463.5	5	1	0	61.37
P	197.60	198.6	9	3	0	61.09
D4	1771.20	1772.2	14	4	0	60.12
H4	1821.20	1822.2	10	2	0	60.04
B	28.60	29.6	21	3	0	56.52
S2	1085.40	1086.4	10	0	0	55.93
H4	1809.20	1810.2	8	2	0	55.92
N3	1511.40	1512.4	6	1	0	53.82
N3	1513.40	1514.4	6	1	0	53.82
B	29.60	30.6	18	3	0	53.11
S2	1080.40	1081.4	8	0	0	44.74
D1	443.50	445.4	12	0	0	43.75
R2	1041.40	1042.4	13	0	0	41.45
I1	567.50	568.5	7	0	0	40.09
S2	1065.40	1066.4	7	0	0	39.15
D	76.60	77.7	31	0	0	38.86
R2	1046.40	1047.4	11	0	0	35.07
U2	1114.40	1115.4	5	0	0	33.24
X1	751.60	753.2	9	0	0	29.06
D4	1774.20	1775.2	15	1	0	28.23
S3	1614.40	1615.4	6	0	0	26.83
W3	1697.90	1699.2	18	1	0	26.35

5.9 Comparação entre os Métodos

A partir dos resultados obtidos e apresentados nas tabelas dos itens anteriores, pode-se realizar comparações entre o método do DNIT e o método proposto. A fim de realizar-se estas comparações ira-se considerar somente os segmentos de pista simples do método do DNIT, uma vez que no método proposto, somente segmentos com esta características foram avaliados.

Tabela 16 - Tabela comparativa entre os métodos

Método	Número de Segmentos Analisados	Número de Segmentos Críticos Identificados	Número de Segmentos Críticos com Menos do que 5 Acidentes	Número de Segmentos Críticos com Menos do que 10 Acidentes	Número de Segmentos Críticos Semelhantes
Método DNIT	1889	214	17	78	142
Método Proposto		183	6	62	

De acordo com as informações apresentadas na Tabela 16 é possível perceber que dos 1889 segmentos analisados 214 foram identificados como críticos pelo atual método utilizado nas rodovias federais, ou seja, 11,32% dos segmentos analisados são críticos. Já o método proposto, possibilitou a identificação de 183 segmentos críticos, os quais correspondem a 9,68% dos segmentos analisados.

Além disso, é possível perceber também que há uma menor ocorrência de segmentos críticos com menos do que 5 e do que 10 acidentes no método proposto, se comparado com o método atual, percebendo-se uma redução de 64,70% na incidência de segmentos críticos com menos do que 5 acidentes.

As diferenças obtidas no quantitativo dos segmentos identificados como críticos deve-se ao fato de que os índices médios de acidentes das classes apresentaram-se superiores no método proposto do que no método atual. A diferença entre os índices médios pode ser explicada a partir da



Figura 7 - .



Figura 7 - Figura esquemática da variação do índice médio da classe

Na Figura 7 é possível perceber os motivos pelo qual houveram variações no valor do índice médio entre os métodos analisados. Assim, ao analisar-se uma classe do método atual, por exemplo, pode ocorrer que o número de acidentes nos segmentos pertencente a classe seja baixo, deste modo, o índice de acidentes dos segmentos, o índice médio de acidentes da classe e por consequência o índice crítico dos segmentos também será baixo. Assim, a possibilidade de haver um grande número de segmentos com poucos acidentes identificados como segmentos críticos eleva-se.

Contudo, é importante ressaltar que o desenho esquemático apresentado na Figura 5 tem por finalidade apenas elucidar a situação de modo mais prático, uma vez que o índice médio do segmento não sofre influência somente do número de acidentes. Deste modo, segmentos com muitos acidentes, também podem ter índices médios de acidentes baixos se o volume de tráfego no segmento for baixo.

No que se refere-se as variáveis envolvidas da determinação dos segmentos críticos é possível perceber como as variáveis envolvidas na determinação dos segmentos críticos influenciam nos resultados obtidos em ambos os métodos. Observando-se as Tabelas 7 e 13, é possível verificar que o volume médio diário anual de tráfego – VMDA, possui grande influência na definição do segmento crítico. Em geral, segmentos com um baixo volume de tráfego, apesar de possuírem um baixo número de acidentes, tendem a ser identificados como críticos.

Além disso, também é possível perceber que os segmentos críticos localizados em ambientes urbanos apresentam um maior número de acidentes do que os segmentos críticos no ambiente rural. A explicação para isto, justifica-se pelo fato de que em ambientes urbanos a incidência de acidentes é maior e por consequência, o índice médio de acidentes também é superior.

Deste modo, sendo o índice médio de acidentes superior, e sendo este uma das variáveis necessárias para a definição do índice crítico do segmento, o qual por sua vez também resulta em um número maior, os segmentos urbanos, para serem considerados críticos, devem ter um número de acidentes mais elevado e/ou um volume de tráfego inferior.

No que se refere a priorização dos trechos, a qual foi um

procedimentos proposto pelo método novo, pode-se perceber a partir da Tabelas 14 e 15, os custos pagos por toda a sociedade em decorrência dos acidentes. Na Tabela 14, a qual apresenta a priorização dos segmentos críticos levando em consideração o custo associado ao segmento, pode-se perceber que o segmento situado entre os marcos quilométricos 1.703,20 e 1704,30 apresenta um custo de acidentes de R\$ 3.077.300,00.

No que se refere a Tabela 15, é possível verificar que o segmento localizado entre os marcos quilométricos 854,00 e 855,80, apresenta a maior taxa de custo de acidentes dentre todos os segmentos críticos analisados. A identificação deste trecho como prioritário, apesar deste não possuir os maiores custos associados, justifica-se pelo fato de que o volume de tráfego neste segmento é inferior ao demais trechos.

Assim, no que se refere a taxa dos custos de acidentes, a qual relaciona o custo dos acidentes pela quantidade de veículos que circula no segmento no período de tempo analisado, pode-se assegurar que esta pode ser de grande utilização em estudos de viabilidade, uma vez que ela é um indicador expresso em função da extensão do segmento, e por consequência, permite uma comparação direta com os custos dos investimentos requeridos.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 Conclusões

Esta dissertação tinha por objetivo principal estudar e aperfeiçoar o método utilizado para identificação dos segmentos críticos nas rodovias federais brasileiras. A fim de atender a este objetivo foi proposto um método baseado no existente, mas com algumas mudanças nos procedimentos utilizados.

A proposição dos novos procedimentos baseou-se na análise de métodos nacionais e internacionais e na avaliação do método do DNIT, que é o método atualmente utilizado para identificação dos segmentos críticos das rodovias federais brasileiras.

Na avaliação dos métodos nacionais e internacionais, foi possível perceber que vários estudos utilizam a mesma base conceitual do método do DNIT para identificação dos segmentos críticos. Além disso, a análise destes estudos subsidiou o estabelecimento de dois dos procedimentos incorporados do método proposto.

No que se refere ao método do DNIT, esta dissertação apresentou todas as variáveis adotadas e todas as etapas de cálculo a serem realizadas para identificação dos segmentos críticos. A fim de avaliar os resultados obtidos com a utilização do método, este foi simulado com os dados de acidentes referente ao ano de 2006.

Entre as avaliações realizadas a partir dos resultados obtidos com a utilização do método, pode-se citar a forma de cálculo dos segmentos críticos nos trechos duplicados. O método do DNIT trata as rodovias duplicadas do mesmo modo que as rodovias de pista simples, ou seja, soma os acidentes em ambos os sentidos como se estes ocorressem na mesma pista de tráfego. Contudo, de acordo com constatações apresentadas no decorrer da dissertação, foi possível verificar que esta consideração não pode ser feita uma vez que as pistas divergem em suas características físicas e geométricas.

Outro aspecto interessante verificado nos resultados obtidos com o atual método, refere-se a inexistência de um procedimento para priorização dos segmentos críticos identificados, ou seja, o gestor sabe quais são os segmentos críticos, mas não tem nenhum critério para definir quais segmentos ele irá analisar prioritariamente.

Assim, após a análise dos estudos nacionais e internacionais e após a verificação das limitações do atual método, foram propostos

procedimentos a serem incorporados no atual método do DNIT.

Os procedimentos sugeridos para serem incorporados no método estavam relacionados com: a desagregação do ambiente em função do tipo de rodovia e dos ambientes pelo qual a rodovia cruza; a adequação do número de acidentes e; a priorização dos segmentos identificados como críticos.

A desagregação do ambiente em função do tipo de rodovia, simples ou duplicada, foi feita com a utilização dos trechos do PNV, publicados anualmente pelo DNIT. Contudo, não foi possível realizar o estudo para as rodovias duplicadas porque os dados de acidentes do segundo semestre de 2006 não estão disponíveis por sentido de tráfego. Já a desagregação em função do ambiente pelo qual a rodovia cruza, rural ou urbano, foi obtido por meio de uma visualização em vídeo de todas as rodovias federais catarinenses e a partir de verificações em campo.

A adequação do número de acidentes foi descartada devido a incompatibilidade da utilização deste procedimento em conjunto com as limitações do trecho do PNV e as características da via. Por outro lado a priorização dos segmentos críticos baseou-se nos custos dos acidentes, os quais foram obtidos de uma pesquisa desenvolvida pelo IPR em 2004.

Os resultados obtidos com a incorporação dos novos procedimentos foram comparados com os resultados obtidos com o atual método e pode-se verificar que em ambos os métodos, a identificação dos segmentos críticos é fortemente influenciada pelo volume médio diário de tráfego.

Outra constatação refere-se a redução do número de segmentos identificados como críticos pelo método proposto, se comparado com o método atual. Além disso, verificou-se também uma redução dos segmentos identificados como críticos, os quais possuem número de acidentes inferior a 5 e a 10 acidentes.

No que se refere a priorização dos trechos, os resultados dos custos de acidentes associados aos segmentos críticos identificados, chegaram a valores máximos de R\$ 3.077.300,00. Estes valores foram obtidos a partir dos dados dos acidentes cadastrados pelo DPRF. Todavia, tendo em vista o número de subregistro de mortos existente, uma vez que no estado de Santa Catarina só é considerado morto quem morre no local do acidente, este valor deve ser bem maior do que o estimado.

Contudo, espera-se que a priorização dos segmentos possa auxiliar gestores e planejadores na análise de investimentos dos

segmentos considerados críticos, os quais merecem muita atenção dos órgãos públicos. Sabe-se que investimentos pontuais não resolveriam o problema, uma vez que os acidentes passariam a ocorrer em segmentos adjacentes a esse, mas se analisar-se todos os custos associados aos acidentes nas rodovias, a relação entre do custo/benefício quando da aplicação de melhorias, seria inferior ao valor unitário.

Assim, tendo em vista tudo que foi apresentado, bem como todos os resultados obtidos, acredita-se que o método proposto venha a ajudar na identificação mais confiável dos segmentos críticos das rodovias federais.

Entretanto, espera-se que após a identificação dos segmentos críticos, sejam realizados estudos para uma avaliação mais completa destes segmentos, através da avaliação do projeto geométrico, levantamento fotográfico, avaliação do histórico, entre outros procedimentos, os quais possibilitarão uma avaliação mais completa do segmento crítico identificado.

Sabe-se que na ocorrência de acidentes há muitos fatores correlacionados, mas processos que subsidiem a execução de melhorias na via são extremamente importantes, uma vez que dos agentes envolvidos: veículo, homem e via, este último é com certeza o agente que o órgão gestor consegue alterar mais facilmente.

6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Durante a realização deste trabalho algumas limitações, as quais foram descritas no decorrer do mesmo, impossibilitaram a realização de estudos na rodovias duplicadas. Assim, sugere-se que trabalhos futuros realizem a análise deste tipo de rodovia. Acredita-se que o tratamento deste tipo de rodovia deva-se dar do mesmo modo que o das rodovias de pista simples, mas com o cuidado de se separar os acidentes ocorridos nos diferentes sentidos de tráfego.

Outro aspecto que foi possível verificar na dissertação diz respeito a grande correlação existente entre a definição dos segmentos críticos e o volume de tráfego, a qual de certa forma acaba por tornar críticos, segmentos com um número de acidentes muito baixo. Assim, sugere-se que futuros trabalhos estudem mais profundamente esta correlação, ou até mesmo proporcionem alterações na método proposta, a qual poderia, por exemplo, utilizar critérios de capacidade e nível de serviço, para definir classes de segmentos, as quais teriam índices próprios. Deste modo, se teria os segmentos críticos desagregados por volumes de tráfego, ou algum parâmetro similar.

REFERÊNCIAS

ABDETRAN - Associação Brasileira dos Detrans. **Perfil estatístico de acidentes no Brasil**. Disponível em: <www.abdetran.org.br>. Acesso em: 14 de abril de 2007.

ABRAMET - Associação Brasileira de Medicina de Tráfego. **Acidentes no trânsito relacionados com o perfil do condutor jovem**. 2005

BAERWALD J.E. **Transportation and Traffic Engineering Handbook**. New Jersey Institute of Transportation Engineers: Prentice-Hall. 1976.

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

BRANDÃO, L. M. **Manual teórico prático – Medidores Eletrônico de Velocidade – Uma visão da engenharia para implantação**. Cidade: Perkons, 2006. 148p.

BRENNER, A. **Identifikation von Unfallstellen**. Beseitigung von Unfallstellen. Band 3. Bundesanstalt für Strassenwesen. Köln, 1978.

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.

COELHO, H. S. **Análise da influência das características físico-operacionais das vias na ocorrência de acidentes de trânsito nas rodovias federais**. 1999. 186p. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Brasília.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de Segurança de Trânsito – tomo 1. Acidentologia**. Brasília, DF, 1984.

DETRANS/ SINET - DENATRA-CGIE. Disponível em: <www.dpvat.org.br/2005.xls> Acesso em 25 de julho de 2006.

DETRANS/SINET – DENATRAN CGIE. **Anuário Estatístico de Acidentes de Trânsito de 2005**. Disponível em: <www.infoseg.gov.br/renaest/detalheNoticia.do?noticia.codigo=115>. Acesso em: 18 de junho de 2007.

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

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,1986.

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Pesquisas e Desenvolvimento. **Guia de redução de acidentes com base em medidas de engenharia de baixo custo**. Rio de Janeiro: Serviço de publicação do DNER, 1988. 72p.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Trânsito – Divisão de Engenharia e Segurança de Trânsito. **Manual de análise, diagnóstico, proposição de melhorias e avaliações econômicas dos segmentos críticos**. Rio de Janeiro: DCTec, 1998. 140p.

DPRF – Departamento de Polícia Rodoviária Federal. Tipos de acidentes. Disponível em: <<http://DPRF.gov.br/>> Acesso em: 10 de janeiro de 2007.

DPRF – Departamento de Polícia Rodoviária Federal. Estatística de acidentes. Disponível em: <<http://DPRF.gov.br/>> Acesso em: 20 de abril de 2007.

DPRF – Departamento de Polícia Rodoviária Federal. Dados de acidentes. Disponibilizados no SEA – Sistema de Estatística de Acidentes do DNIT.

EKSTEIN, K.; MEEWES, V. **Untersuchungen an Unfalltypensteckkarten. Sicherung des Verkehrs auf Strassen – SVS.** Mitteilung Des Institutes Für Strassenverkehr Köln (ISK) – Mitteilung Nr. 38. Gesamtverband Der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. Köln, fevereiro, 1998.

ETSC - European Transport Safety Council. **Social and Economic Consequences of Road Traffic Injury in Europe.** Brussels, 2007.p 50.

FERRANDEZ, F. **Analyse des accidents. Infrastructure et sécurité.** In: Bulletin de liaison des laboratoires des Ponts et Chaussées n° 185. Mai-Juin 93. Art 3712

GLADWELL, M. **Wrong turn: How the fight to make America's highways safer went off course.** The New Yorker. 2001. p 50 -61.

GÓES, J. R. R. **Métodos de Identificação e Seleção de Locais de Alto Risco de Acidentes de Trânsito.** 1983, 237p. Estudo e Recomendações para Aplicação em Cidades Brasileiras. Dissertação (Mestrado em Transportes)– Centro de Ciências e Tecnologia. Campina Grande : Universidade Federal da Paraíba.

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

GOOGLE Maps. Imagem de Satélite do Google Maps. Disponível em <<http://maps.google.com.br/>>. Acesso em: 21 de janeiro de 2009.

GREAT, B. **Road accidents – Great Britain – The casualty report UK (1987).**

GÜNTHER, H. **Ambiente, psicologia e trânsito: reflexões sobre uma integração necessária.** In: Comportamento humano no trânsito. São Paulo: Casa do psicólogo, 2003. p. 47-57.

HAKKERT, A. S.; BRAIMAISTER, L. **The uses of exposure and risk in road safety studies.** Leidschendam: SWOV. 2002

HENRIQUE, M. C. **Anos potenciais de vida perdidos: a herança dos acidentes de trânsito para as futuras gerações – uma abordagem**

interdisciplinar. 2002. 184p. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Curso de Pós Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HOFFMANN, M. H. **Programa preventivo para condutores acidentados e infratores.** In: Comportamento humano no trânsito. São Paulo: Casa do psicólogo, 2003. p. 229-247.

HOFFMANN, M. H.; LEGAL, E. J. **Sonolência, estresse, depressão e acidentes de trânsito.** In: Comportamento humano no trânsito. São Paulo: Casa do psicólogo, 2003. p. 341-358.

HOFFMANN, M. H.; GONZÁLEZ, L. M. **Acidentes de trânsito e fator humano.** In: Comportamento humano no trânsito. São Paulo: Casa do psicólogo, 2003. p. 375-391.

HONORATO, C. M. **Sanções do Código de Trânsito Brasileiro: análise das penalidades e das medidas administrativas cominadas na Lei nº 9.503/97.** Campinas – São Paulo: Millennium Editora, 2004. 311p.

IHT, Institution of Highways and Transportation. **Highway safety guidelines: accident reduction and prevention.** London, 1990.

IPEA e ANTP. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras : relatório executivo / Ipea, ANTP.** - Brasília : Ipea : ANTP, 2003. 43 p.

IPEA e DENATRAN. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras – relatório Final.** Brasília : IPEA/DENATRAN/ANTP, 2006. 244 p.

IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Serviços de consultoria para assessoria técnica na área de custos de acidentes.** Brasília: IPR, 2004. 179 p.

JACOBS, G.; AERON-THOMAS, A.; ASTROP, A. **Estimating global road fatalities.** Crowthorne: Transport Research Laboratory; 2000.

LEE, J.; MANNERING F. **Analysis of roadside accident frequency and severity and roadside safety management.** Washington. 1999

LEHFELF, G. **Uma abordagem sobre a evolução da segurança veicular.** In: Seminário de segurança veicular. São Paulo: Publicações Associação Brasileira de engenharia Automotiva – AEA, 1991.p 19-44.

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

LIPPHARD, D. **Informationen aus und Empfehlungen für Unfallkommissionen.** Institut für Strassenverkehr Köln (ISK)/GDV – Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. v. Mitteilung Nr. 37. MVR – Druck GmbH. Köln, Februar 1998.

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

MATHERS, C.; LONCAR, D. **Updated projections of global mortality and burden of disease, 2002-2030: data sources, methods and results.** Geneva: World Health Organization; 2005.

MAYORA, P. J. **Un nuevo enfoque de los programas de seguridad vial. Tratamiento de tramos con concentración de accidentes y actuaciones preventivas.** Madrid :Asociación Técnica de Carreteras. mar.-abr.1996.

MCSHANE, W. R.; ROESS, R. P. **Traffic Engineering.** Prentice Hall. 1990

MÉA, C. P. D.; ILHA, V. D. **Percepção de psicólogos do trânsito sobre a avaliação de condutores.** In: Comportamento humano no trânsito. São Paulo: Casa do psicólogo, 2003. p. 263-288.

MENESES, F. A. B. **Análise e tratamento de trechos rodoviários críticos em ambientes de grandes centros urbanos.** 2001. 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.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Informações e Análises. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/saude/>> Acesso em: 10 de janeiro de 2007.

MOUKARZEL, P. E. **A utilização de radares eletrônicos nas rodovias estaduais de Santa Catarina.** 1999. 166p. Monografia (Especialização em Segurança Pública) - Ciências Sociais, Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis.

NEA – Núcleo de Estudo de Acidentes de Tráfego. **Avaliação do segmento correspondente ao km 185 da BR 101.** Florianópolis, SC. 2006.

NEA - Núcleo de Estudo de Acidentes de Tráfego. **Avaliação do Vídeo Registro das Rodovias Federais Catarinenses.** Florianópolis, SC. 2007.

NEA - Núcleo de Estudo de Acidentes de Tráfego. **Banco de dados de volumes de tráfego nas Rodovias Federais Catarinenses.** Florianópolis, SC. 2007.

NODARI, C. T. **Método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais de pista simples.** 2003. 221p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, URS, Porto Alegre.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. **Ageing and transport mobility needs and safety issues.** 2001. 125pg.

PAROLIN, F. **Princípios para a atuação do poder público em mobilidade urbana.** Revista de Políticas Públicas e Gestão Governamental - Vol. 4, No 2 - Jul/Dez 2005 – pag 51 – 67

PEDEN, M.; MCGEE, K.; SHARMA, G. **The injury chart book: a graphical overview of the global burden of injury.** Geneva: World Health Organization; 2002.

PEIXOTO, H. C. S.; SOUZA, M. L. **O indicador de anos potenciais de vida perdidos e a ordenação das causas de morte em Santa Catarina.** Indicadores epidemiológicos do SUS, 8 (1): 17:25. (1999).

PERFEITO, J.; HOFFMANN, M. H. Marketing social e circulação humana. In: Comportamento humano no trânsito. São Paulo: Casa do psicólogo, 2003. p. 75-101.

PIETRANTONIO, H. **Manual de procedimento de pesquisa para análise de conflitos de tráfego em interseções**. São Paulo: Seção de Engenharia de Tráfego e Transporte de Passageiros – IPT. 1991

PLINE, J. L. (ed). **Traffic Engineering Handbook**. 4ªed. New Jersey: Institute of Transportation Engineers, Prentice Hall. 1992.

PORATH, R. **Sistemas de gerência de segurança para o trânsito rodoviário: o modelo SGS/TR**. 2002. 338p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis.

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

ROZESTRATEN, R. J. A. **Ambiente, trânsito e psicologia**. In: Comportamento humano no trânsito. São Paulo: Casa do psicólogo, 2003. p. 31-46.

SALVADOR, D. M.; GOLDNER, L. G. Análise da segurança viária em rodovias estaduais patrulhadas de Santa Catarina. In: Encontro Nacional de Conservação Rodoviária, 10., 2005, Joinville. **Anais do 10º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária**.

SANT'ANNA, R. M.; BRAGA, M. G. C.; SANTOS, M. P. S. **Segurança no trânsito para os motoristas idosos: desafios e perspectivas**. Textos Envelhecimento v.7 n.1. Rio de Janeiro 2004.

SOUZA, M. F. M.; et al. **Análise descritiva e de tendência de acidentes de transporte terrestre para políticas sociais no Brasil**. In: **Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Volume 16 - Nº 1 - jan/mar de 2007 .

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas**. São Paulo: Annablume, 2000.

VIEIRA, H. **Avaliação de medidas de contenção de acidentes: Uma abordagem multidisciplinar**. 1999. 332p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós Graduação em Engenharia de

Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC,
Florianópolis.

WHO - World Health Organization. **World report on road traffic injury prevention.** Geneva: 2004.

WHO - World Health Organization. **Averting the three outriders of the transport apocalypse: road accidents, air and noise pollution.** Geneva, 1998. Disponível em : < www.who.int/inf-pr-1998/en/pr98-57.html >. Acesso em: jul. 2009

WHO - World Health Organization. Global status report on road safety: time for action. Geneva, 2009. Disponível em : < www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009>

ANEXOS

Os anexos desta dissertação, encontram-se inseridos no CD disponibilizado juntamente com esta dissertação.