Campus de São Carlos

**ANÁLISE DA RELAÇÃO DA GEOMETRIA DE
RODOVIAS E ACIDENTES ENVOLVENDO
VEÍCULOS DE CARGA**

ANTONIO AUGUSTO RUIZ NOGUEIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO ALEXANDRE WIDMER

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

**ANÁLISE DA RELAÇÃO DA GEOMETRIA DE RODOVIAS
E ACIDENTES ENVOLVENDO VEÍCULOS DE CARGA.**

ANTONIO AUGUSTO RUIZ NOGUEIRA

Orientador: Prof. Dr. JOÃO ALEXANDRE WIDMER

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para a obtenção do
título de mestre em Transportes.

DEDALUS - Acervo - EESC

31100013600

SÃO CARLOS-SP
FEVEREIRO/95

Class.	Toro 888
Cutt.	3904
Tombo	046/95

Transportes

st 0741316

DEDICATÓRIA

À minha mãe Maria Consuelo Ruiz Nogueira
e aos meus afilhados, Iago, Iara e Inari.

PENSAMENTOS

A imaginação é a pipa que se pode empinar mais alto.

Lauren Bacall

1924-

Atriz americana

[ao ser perguntada se a vida não era amarga]:

Que amarga? Vocês é que botam amargura em tudo.

Pois botem açúcar!

Dercy Gonçalves

1906-

Atriz brasileira

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. João Alexandre Widmer, nosso mestre e orientador.

A todos os professores do Departamento de Transportes da EESC/USP, em especial a Manoel Henrique Alba Sória e Carlos Reynaldo Toledo Pimenta, pelos conselhos dados durante a execução do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Transportes da EESC/USP.

Ao DER-SP e à Polícia Militar Rodoviária do Estado de São Paulo pela colaboração e fornecimento de materiais imprescindíveis para o desenvolvimento deste trabalho.

Um agradecimento especial à minha amiga Cynthia Perpétua Lotti, pela grande colaboração e ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

A Annele S. Faessarella e aos amigos Glauco Pontes Filho, Vânia Maria Pampolha, Valéria Maria Sestini, minhas irmãs Ana Cecília e Ana Lúcia e demais amigos pós-graduandos do Departamento de Transportes da EESC/USP e à toda diretoria da Katy, pela grande amizade.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

	PÁGINA
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	x
Resumo	xi
Abstract	xi
1. Introdução	1
2. O Trecho Experimental	4
3. A Segurança das Rodovias	6
3.1 A Segurança Viária	6
3.1.1 Acidentes Envolvendo Veículos de Carga	8
3.1.2 A Geometria das Rodovias	11
3.1.3 Veículos de Carga Unitário e Veículos de Carga Longos	15
3.1.4 Estrutura de Banco de Dados para Coleta de Dados de Acidentes Envolvendo Veículos de Carga	19
4. Método de Trabalho	24
4.1 Indicadores do Relacionamento das Características dos Veículos e das Rodovias	26
4.1.1 Características dos Veículos	26
4.1.2 Características das Rodovias	27
4.1.3 Taxa de Acidentes Envolvendo Veículos de Carga	28
4.2 Método de Levantamento de Dados e Informações	28
4.2.1 Método de Levantamento de Dados de Acidentes nas Rodovias Envolvendo Veículos de carga	29
4.2.2 Levantamento de Dados Geométricos das Rodovias	31
4.2.3 Cálculo da Taxa de Acidentes Envolvendo Veículos de Carga	37
4.3 Limitações dos Dados das RAT's	39
4.4 Considerações Feitas Devido às Limitações dos Dados das RAT's	40

5.	Estudo de Caso	42
5.1	1º Passo - Acidentes Envolvendo Veículos de Carga no Trecho e Sub-Trechos.	43
5.2	2º Passo - Acidentes Envolvendo Veículos de Carga por Rodovia em Sub-Trechos de 5 Km e Sub-Trechos de 1 Km.	45
5.3	3º Passo - Acidentes Envolvendo Veículos de Carga em "locais críticos" ou "regiões críticas".	50
5.3.1	Acidentes Ocorridos na Rampa da SP-304, que vai do Km 299+200 ao Km 302+000	50
5.3.2	Acidentes Ocorridos na Curva Vertical Convexa da SP-255, que vai do Km 125+000 ao Km 127+550	52
5.3.3	Acidentes Ocorridos no Cruzamento de Pederneira na SP-225, que vai do Km 205+000 ao Km 207+300	53
5.3.4	Acidentes Ocorridos na Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária, que vai do Km 297+200 na SP-304 ao Km 181+600 na SP-225	55
5.4	Volume Diário Médio por Tipo de Veículo.	56
6.	Análise dos Resultados	58
6.1	Análise do Trecho Experimental - 1º Passo	58
6.2	Análise Referente Aos Sub-Trechos de 5 Km e 1 Km - 2º Passo	59
6.3	Análise Referente Aos "Locais ou Regiões Críticas" - 3º Passo	61
7.	Conclusões e Recomendações.	66
7.1	Conclusões.	66
7.2	Recomendações.	68

Anexo A-	Levantamentos de "Locais Críticos" ou "Regiões Críticas" do Trecho Experimental.	70
Anexo B-	Modelo da RAT Usada pela Polícia Militar Rodoviária do Estado de São Paulo.	80
Anexo C-	Exemplo de Um Relatório do Programa GEO.	85
Anexo D	Taxas de Acidentes.	94
	Referências Bibliográficas	97
	Bibliografia Consultada	99

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº	PÁGINA
2.1- Localização do Trecho Experimental no Estado de São Paulo	5
4.1- Método Proposto para Apresentação dos Tipos de Acidentes	30
4.2- Detalhe do Clinômetro Usado no Trabalho	32
4.3- Caracterização Geométrica de uma Rampa	33
4.4- Caracterização Geométrica de uma Curva Vertical Convexa	35
4.5- Caracterização Geométrica de uma Rotatória e Cruzamento	36
5.1- Tipos de Veículos de Carga Envolvidos em Acidentes no Trecho Experimental nos Anos de 1988 a 1991.	43
5.2- Tipos de Veículos de Carga Envolvidos em Acidentes na SP-255 nos Anos de 1988 a 1991.	43
5.3- Tipos de Veículos de Carga Envolvidos em Acidentes na SP-304 nos Anos de 1988 a 1991.	44
5.4- Tipos de Veículos de Carga Envolvidos em Acidentes na SP-225 nos Anos de 1988 a 1991.	44
5.5- Acidentes Ocorridos na SP-255 (Sub-Trechos de 5 Km) nos Anos de 1988 a 1991.	45
5.6- Acidentes Ocorridos na SP-225 (Sub-Trechos de 5 Km) nos Anos de 1988 a 1991.	46
5.7- Acidentes Ocorridos na SP-304 (Sub-Trechos de 1 Km) nos Anos de 1988 a 1991.	46
5.8- Acidentes Ocorridos na SP-255 do Km 125 ao Km 135 (Sub-Trechos de 1 Km) nos Anos de 1988 a 1991.	47
5.9- Acidentes Ocorridos na SP-255 do Km 136 ao Km 146 (Sub-Trechos de 1 Km) nos Anos de 1988 a 1991.	47
5.10- Acidentes Ocorridos na SP-225 do Km 183 ao Km 190 (Sub-Trechos de 1 Km) nos Anos de 1988 a 1991.	48
5.11- Acidentes Ocorridos na SP-225 do Km 191 ao Km 199 (Sub-Trechos de 1 Km) nos Anos de 1988 a 1991.	48
5.12- Acidentes Ocorridos na SP-225 do Km 199 ao Km 205 (Sub-Trechos de 1 Km) nos Anos de 1988 a 1991.	49

5.13-	Acidentes Ocorridos na SP-225 do Km 205 ao Km 211 (Sub-Trechos de 1 Km) nos Anos de 1988 a 1991.	49
5.14-	Acidentes Ocorridos na Rampa da SP-304 nos Anos de 1988 a 1991.	50
5.15-	Caracterização da Rampa da SP-304.	51
5.16-	Acidentes Ocorridos na Curva Vertical Convexa da SP-255 nos Anos de 1988 a 1991.	52
5.17-	Caracterização da Curva Vertical Convexa da SP-255.	53
5.18-	Acidentes Ocorridos no Cruzamento de Pederneiras nos Anos de 1988 a 1991.	53
5.19-	Caracterização do Cruzamento de Pederneiras.	54
5.20-	Acidentes Ocorridos na Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária nos Anos de 1988 a 1991.	55
5.21-	Caracterização da Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária.	56

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº	PÁGINA
4.1- Tipos de Acidentes descritos nas RATs.	29
4.2- Método Proposto para Catalogação dos Dados de uma Rampa.	32
4.3- Dados da Geometria de uma Curva Vertical Convexa.	34
4.4- Método Proposto para a Caracterização de uma Rotatória ou Cruzamento.	36
4.5- Relação Entre Número de Eixos dos Veículos de Carga e Seus Pesos, Vazios e Carregados.	41
4.6- Relação entre Número de Eixos dos Veículos de Carga e Potência.	41
5.1- Caracterização da Rampa da SP-304.	51
5.2- Caracterização da Curva Vertical Convexa da SP-255.	52
5.3- Caracterização do Cruzamento de Pederneiras na SP-225.	54
5.4- Caracterização da Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária.	55
5.5- VDM dos Sub-Trechos.	57
D.1- Taxas de Acidentes do Trecho Experimental.	95
D.2- Taxas de Acidentes da SP-255 (Km 123+000 ao Km 148+000).	95
D.3- Taxas de Acidentes da SP-304 (Km 296+000 ao Km 302+000).	95
D.4- Taxas de Acidentes da SP-225 (Km 180+000 ao Km 211+000).	95
D.5- Taxa de Acidentes nos Sub-Trechos de 5 Km da SP-255.	96
D.6- Taxa de Acidentes nos Sub-Trechos de 5 Km da SP-225.	96
D.7- Taxa de Acidentes nos Sub-Trechos de 1 Km da SP-304.	96

RESUMO

O trabalho apresenta um método para avaliar a relação dos acidentes envolvendo veículos de carga com as características geométricas das rodovias.

A partir de uma análise macroscópica para um trecho de estudos considerado, o método vai detalhando os acidentes por sub-trechos até concentrar-se em regiões ou locais críticos do ponto de vista da compatibilidade do tráfego de veículos com a geometria da via.

Apresenta-se um estudo de caso de um trecho com condições geométricas potencialmente perigosas e elevado tráfego de veículos de carga, situado dentro da área de atuação da DR3 do DER-SP (Obelisco - Jaú - Pederneiras).

A partir dos resultados da aplicação do método ao trecho selecionado, conclui-se que a hipótese de que existe uma relação de acidentes com a geometria da via tem fundamento e merece uma investigação aprofundada.

Apresentam-se também uma série de recomendações quanto a melhorias na geometria de trechos críticos e quanto à estrutura dos dados e forma de preenchimento dos Relatórios de Acidentes de Trânsito - RATs.

ABSTRACT

The study presents a method to evaluate the relationship of accidents involving cargo vehicles with the geometric characteristics of roads.

Starting with a macroscopic analysis of a road section, the method details the accidents by sub-sections and then concentrates on critical regions or points from the the point of view of compatibility of the traffic of cargo vehicles with road geometry.

A case study for a road section situated in the operation area of the DR3 of DER-SP, that is considered potentially hazardous and has a high traffic volume of cargo vehicles, is presented.

Based on the results of the case study, it is concluded that the hypothesis that there exists a relationship between accidents and road geometry is a sound one and deserves further investigation.

A series of recommendations of improvements in road geometry of critical segments is presented, as well as recommendations of forms of improving the data and filling out of the Traffic Accidents Reports - RATs.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, com 150 milhões de habitantes e 17 milhões de veículos transitando nos 1,4 milhões de quilômetros de rodovias em 1992 (Datafolha, 1992), não contando os quilômetros de ruas e avenidas de mais de 6 mil municípios, faz 50 mil mortes em acidentes de trânsito por ano em 1 milhão de acidentes que geram 350 mil feridos, surgindo daí um alto número de deficientes físicos, incapacitados total ou parcialmente, para o serviço produtivo. Estima-se que os custos dos acidentes chegam a 4 bilhões de dólares por ano, incluindo os danos materiais, despesas médicas e horas improdutivas geradas pelos acidentes.

Para se ter uma idéia da proporção de nossos índices, vamos compará-los com os dos Estados Unidos.

Nos Estados Unidos, observa-se o registro de 1,2 acidentes fatais para cada 100 milhões de veículos quilômetro. No Brasil, este número é de 30 acidentes fatais a cada 100 m/v/Km, o que torna nosso trânsito, em termos relativos a acidentes fatais, 25 vezes mais perigoso do que o norte-americano (IPC, 1994).

O aumento de veículos e o desenvolvimento tecnológico que tivemos por parte da indústria automobilística, principalmente por parte das montadoras de veículos de carga, foi mais intenso que o desenvolvimento das rodovias, isso devido à grande extensão de nosso território.

O inchaço da frota rodoviária é percebido principalmente em regiões canavieiras, como as regiões de Ribeirão Preto e Jaú. Longos e pesados, os veículos canavieiros trafegam por rodovias que muitas vezes não possuem infraestrutura para que estes e os demais veículos trafeguem com segurança.

Por causa disso, um fator que marca muito nossas rodovias é a segurança, por termos altos números de mortes em acidentes no trânsito.

Durante muitos anos, aumentar a segurança no trânsito significou treinar e disciplinar motoristas, afinal dizem as estatísticas, 70% dos acidentes acontecem devido à falha humana, 20% pelas deficiências das estradas e apenas 10% por defeitos mecânicos nos veículos (TRANSPORTE MODERNO, 1991).

A forma com que os acidentes são documentados no Brasil, podem camuflar o papel dos veículos e das vias como grandes culpados dos acidentes de trânsito.

Treinar motoristas é uma providência que, embora indispensável, tem como limite as deficiências humanas. Lento na percepção e nas reações, o homem tem um campo de visão muito estreito, não enxerga para trás, ofusca-se facilmente, etc. Por isso, muitas vezes, os veículos - especialmente veículos de carga e ônibus - se transformam em armas mortais nas mãos de motoristas imprudentes e inexperientes.

Portanto, atribuir simplesmente ao condutor do veículo a maior parcela como culpado dos acidentes, constitui, em nossa opinião, um grande equívoco, pois, quase sempre, o acidente de trânsito resulta de uma combinação de fatores desfavoráveis.

Devido à falta de qualidade das estatísticas, não é possível quantificar, no Brasil, o peso das rodovias entre tais fatores.

De acordo com dados ingleses, a via e o meio ambiente participam com 32% das ocorrências de trânsito. Apesar de não ser considerado importante, o esquema viário cria situações propícias a acidentes de trânsito (TRANSPORTE MODERNO, 1991).

Em geral, a insegurança nas rodovias nasce de projetos geométricos não satisfatórios, baseado, quase sempre em normas e modelos importados. Por exemplo, no Brasil foi comum, por muito tempo, o abuso de aclives acentuados e longos, onde caminhões velhos e com baixa relação potência/peso induziram, e continuam induzindo, ultrapassagens perigosas, provocando acidentes, muitas vezes mortais.

Mas este é apenas um dentre inúmeros tipos de locais potencialmente perigosos que existem em nossas rodovias.

Não faltam tentativas de remediar tais erros, recorrendo-se, para isso, a uma sinalização indiscriminada.

No entanto, mesmo quando são corretamente utilizados, os sinais de trânsito brasileiros, especialmente os horizontais, baseiam-se em critérios de distância de visibilidade, velocidade e distância de frenagem já ultrapassados.

A situação do tráfego rodoviário brasileiro é bastante crítica. Qualquer motorista nota a interferência dos veículos de carga nas rodovias brasileiras, arriscando suas vidas nas tentativas de ultrapassagens, que além de dificultar a visibilidade, são muito lentos, devido a baixa relação potência/peso operacional.

Trechos críticos, como as intersecções em nível, principalmente as localizadas em locais de baixa distância de visibilidade, podem ser alguns dos locais potencialmente perigosos e serem agentes causadores de acidentes.

Os treminhões e rodotrens levam muito tempo para atravessar uma intersecção e, se caso a visibilidade não seja suficiente para o veículo que trafega pela via principal diminuir a velocidade, fatalmente ocorrerá um acidente.

Este e outros locais potencialmente perigosos, ou seja, com problemas geométricos, podem ser considerados agentes causadores de acidentes. O que pretende-se mostrar neste trabalho, é que nem sempre a culpa de um acidente é do motorista, havendo influência da geometria da via.

Buscando este objetivo, levantou-se dados sobre os acidentes nos Relatórios de Acidentes de Trânsito (RAT's), que são fornecidos pela Polícia Militar Rodoviária responsável pela rodovia em estudo, e dados das características geométricas da rodovia através de um levantamento geométrico "In Loco".

Os Relatórios de Acidentes de Trânsito foram fornecidos pelo 2º Batalhão da Polícia Militar Rodoviária do Estado de São Paulo, localizado em Bauru.

Desses relatórios obtém-se informações do estado da rodovia, das características geométricas de locais que considera-se potencialmente perigoso, das condições climáticas, condições dos motoristas e dos veículos envolvidos em acidentes.

No levantamento geométrico "In Loco" utilizou-se o hodômetro de um veículo para medir-se comprimentos longos, como comprimento de rampas.

Utilizou-se trena para o levantamento de distâncias pequenas, como distância de visibilidade em curvas verticais convexas e raios interno e externo de cruzamentos e rotatórias.

Pelo conhecimento prévio da situação do tráfego e das condições das rodovias, escolheu-se como região de análise, a que se localiza em torno da cidade de Jaú. Foram selecionadas as rodovias SP-255 do Km 123+000 ao Km 148+000, SP-304 do Km 296+000 ao Km 302+000 e a SP-225 do Km 180+000 ao Km 211+000.

Para armazenar todos estes dados foram elaborados dois programas em Clipper - Summer 87. O programa SAT, fornecido pela Polícia Militar Rodoviária do Estado de São Paulo que armazena os dados de acidentes, foi totalmente reformulado, e criou-se o programa GEO, que armazena os dados referentes às características geométricas e correlaciona-os com os acidentes.

Com a posse destes dois programas é possível determinar as regiões críticas das rodovias e descobrir como são, estas regiões, geometricamente, possibilitando assim, analisar se há ou não influência da rodovia na ocorrência de acidentes.

2. O TRECHO EXPERIMENTAL

O trecho experimental escolhido para estudo pertence a uma rodovia simples de mão dupla, com velocidade de projeto de 80 km/h, onde tem-se algumas rampas com faixa adicional, e alguns cruzamentos com faixas de aceleração e de desaceleração e acostamento em alguns trechos.

Esta região é de intenso movimento de veículos de carga, por localizar-se no centro do Estado de São Paulo e com muitas usinas de cana-de-açúcar.

Por esses motivos, escolheu-se esta região para relacionar os acidentes envolvendo veículos de carga com a geometria de rodovias.

O trecho experimental divide-se em três sub-trechos:

- O 1º sub-trecho é a SP-255, entre o km 123+000 m e o km 148+000 m, e localiza-se em uma região de topografia ondulada, ocasionando muitos aclives e declives curtos, e conseqüentemente tem-se poucas oportunidades de ultrapassagens, devido à inexistência de faixas adicionais.
- O 2º sub-trecho é a SP-304, entre o km 302+000 m e o km 296+000 m, e tem como características principais, a superposição de 3 rodovias, o que gera um volume diário médio da ordem de 11000, além de de uma rampa longa e íngreme, cruzamentos em nível e duas rotatórias.
- O 3º sub-trecho é a SP-225, do km 180+000 m até o km 211+000 m, e localiza-se em uma região plana, onde tem-se rampas suaves e boa distância de visibilidade em curvas verticais convexas e cruzamentos.

A figura 2.1 mostra a localização do trecho experimental no Estado de São Paulo.

3. A SEGURANÇA DAS RODOVIAS

As normas correntes usadas para projeto de rodovias, análise de capacidade de intersecções são feitas com base em propriedades mecânicas dos automóveis, com alguns acréscimos, para as propriedades mecânicas dos veículos de cargas. Essas normas foram elaboradas quando as propriedades dos veículos de carga não se diferenciavam muito dos veículos de passageiros (HUTCHINSON, 1990).

Inferese portanto que existem muitas rodovias que necessitam de uma revisão em seus projetos geométricos, devido à evolução dos veículos de carga que circulam por nosso sistema de transporte rodoviário.

3.1 A SEGURANÇA VIÁRIA

Todas as regulamentações relativas a dimensões e peso dos veículos de carga representam uma série de compromissos entre necessidades conflitantes. Há a necessidade da indústria de veículos de carga fabricar veículos que tenham movimentos seguros e eficientes com diferentes tipos de carga. Entretanto é necessário que as rodovias tenham seus projetos geométricos satisfatórios e eficientes para garantir o movimento seguro e eficiente dos veículos de carga, de diferentes tamanhos, pesos e características operacionais.

O que ve-se sobre transporte rodoviário, é que este modo de transporte é muito dinâmico. Em um período de 75 anos o transporte rodoviário transformou-se na modalidade dominante de transporte nos Estados Unidos (LILL, 1986).

Com isso a indústria automobilística adaptou-se às regulamentações de seus governantes.

Produtividade é a palavra chave, e é o fator predominante na determinação de como a indústria age no caso de qualquer mudança nas regulamentações das jurisdições.

A aceleração dos veículos de carga vazios pode ser baixa a ponto de chegar a $0,61 \text{ m/s}^2$. Os veículos de carga carregados serão sempre mais lentos, especialmente em aclives.

Isso cria problemas com os veículos de carga que atravessam intersecções em nível em rodovias de alta velocidade, onde as faixas de aceleração, se existirem, provavelmente foram projetadas para veículos de passageiros.

Em rotatórias e cruzamentos os veículos de carga têm que parar, e dependendo da inclinação da rampa e da carga, o veículo de carga pode estar restrito às primeiras marchas, e isso pode significar em velocidade máxima muito baixa, o que aumenta significativamente o tempo de exposição dos veículos de carga a acidentes, especialmente se dois ou três veículos de carga são envolvidos (JACKSON, 1986).

Um problema reconhecido dos veículos de carga é a inabilidade destes em manter velocidade de operação aceitável em aclives.

Hoje os projetos de rampas ainda são feitos para veículos de carga novos, em ótimas condições e pouca carga (FREITAS, 1986).

Quando um veículo de carga faz uma conversão, a estratégia usada pelo motorista depende de algumas relações entre a geometria da curva, o comprimento total do veículo e o comprimento de cada unidade rebocada, no caso de veículos combinados (BILLING e MERCER, 1986).

Quando um veículo de carga faz uma conversão à esquerda, em um cruzamento por exemplo, o motorista tem uma maior facilidade de manobrar o veículo, pois existe um espaço suficiente para o motorista convergir sem obstáculos à sua frente.

Uma situação bastante diferente desta, é quando o motorista necessita fazer uma conversão à direita, pois o motorista deve fazer a conversão sem invadir a faixa de tráfego oposta e ter cuidado com a guia ou qualquer outro obstáculo à sua direita.

Nesse caso o motorista deve solucionar um problema de otimização, minimizando a intrusão do veículo na faixa de tráfego oposta caso não tenha espaço suficiente.

Um dos problemas que os veículos de carga podem criar é nas intersecções em relação à sinalização.

Por causa de seu comprimento e peso, os veículos de carga ocupam maior espaço e a pista por maior tempo para efetuar um cruzamento.

Um número significativo de veículos de carga percorrem as rodovias durante as horas de pico, diminuindo a capacidade das intersecções. Por afetar a capacidade das intersecções, uma solução seria a mudança do greide próximo às intersecções, para aumentar a distância de visibilidade e consequentemente acomodar os veículos de carga nesses locais (ALBERTA TRANSPORTATION, 1985).

3.1.1 ACIDENTES ENVOLVENDO VEÍCULOS DE CARGA.

Os acidentes que envolvem veículos de carga, despertam um grande número de interessados, principalmente por causa da severidade e grande prejuízo econômico que os acompanham (POLUS e MAHALEL, 1985).

O Oakland County Road Commission (OCRC), em vista dos sérios acidentes de trânsito, tem adotado como prioridade número 1 a segurança nas rodovias.

Para identificar os problemas de locais perigosos o OCRC e as autoridades responsáveis pelas rodovias têm à sua disposição todos os dados de acidentes de trânsito de sua jurisdição nos computadores (BARBARESSO, 1982).

Apesar da severidade dos acidentes envolvendo veículos de carga, deve-se esperar que a taxa de acidentes com esses veículos seja menor do que a taxa de acidentes com veículos de passageiros. Vejamos algumas razões para isso:

- Os veículos de carga trafegam mais pelas rodovias do que os veículos de passageiros.
- Os motoristas dos veículos de carga são, em geral, mais habilitados e experientes que dos veículos de passageiros.
- A manutenção dos veículos de carga, principalmente das grandes empresas, é mais frequente do que nos veículos de passageiros.

Apesar da menor taxa de acidentes dos veículos de carga, existem razões para esses veículos terem maiores riscos de acidentes, como:

- Fadiga dos motoristas, pois, em geral, dirigem horas seguidas, o que causa um decréscimo nos reflexos.
- Pneus em mal estado, freios desregulados, alta distância exigida para parada total, baixa estabilidade e baixa aceleração são algumas características de alto risco.

O peso dos veículos de carga envolvidos em acidentes rodoviário é um fator significativo na severidade dos acidentes, por causa da alta massa que um veículo de passageiros encontra quando há uma colisão frontal, por exemplo.

A relação "número de acidentes/veículo x Km x ano" (Taxa de Acidentes) é maior para os veículos de passageiros, mas a percentagem de veículos envolvidos em acidentes fatais é maior para os veículos de carga. A relação "número de acidentes fatais/veículo x Km ano" é maior também para os veículos de carga (BARBARESSO, 1982).

Os dados de acidentes são basicamente os resultados dos registros policiais. Os policiais geralmente, não têm tempo e experiência para conduzir corretamente as investigações dos acidentes e coletar os dados necessários, quando há veículos de carga envolvidos, o que permitiria, caso contrário, uma análise mais precisa da relação entre os acidentes envolvendo veículos de carga e as características geométricas das rodovias (JACKSON, 1986).

Quando os acidentes envolvem mortes ou lesões graves, os policiais treinados ou equipes de investigação de acidentes em rodovias devem ter os recursos necessários para examinar as relações entre os veículos de carga e as rodovias.

Os dados macroscópicos, incluindo investigação específica dos acidentes, devem ser examinados para determinar as áreas críticas das rodovias e identificar as características dos veículos de carga.

Os estudos e as estatísticas dos acidentes são analisados para definir a extensão do potencial dos problemas relatados para os veículos de carga e as condições das rodovias.

O termo segurança rodoviária refere-se à segurança de tráfego em qualquer tipo de área.

Um trecho de uma rodovia é considerado perigoso, quando, nele tem-se ao menos um acidente por ano, independente de seu volume diário médio (Mak et al., 1988).

A análise de segurança rodoviária pode ser caracterizada por quatro fatores, que são:

1. Tipo de análise (identificação do problema, avaliação da seção transversal e avaliação da seção longitudinal da rodovia).
2. Unidade de análise (local ou acidente).
3. Plano de análise.
4. Especificação (rodovia, acidente ou ambos).

Analisando um a um, tem-se:

1. Tipo de análise.

- Identificação do problema. A determinação de onde e porque os acidentes ocorrem.
- Avaliação da seção transversal. O estudo da relação dos acidentes com vários fatores, usando dados de uma determinada época.
- Avaliação da seção longitudinal. O estudo do efeito de um tratamento dado aos acidentes em diferentes épocas.

2. Unidade de análise.

- Define-se como sendo o local do acidente ou o acidente. O local é definido como sendo um trecho da rodovia, por exemplo, uma rampa.

3. Plano de análise.

- O plano de análise é o objetivo da análise, ou seja, o que a análise pretende verificar.
- O plano varia de acordo com o tipo de análise que é conduzida.

4. Especificação da análise.

- Este fator reflete o nível de detalhe necessário na análise dos acidentes.
- Inclue-se os dados necessários, por exemplo, número de acidentes fatais, a geometria da via, e a inclusão das variáveis, como, tipo de rodovia, tipo de acidente, etc.

A especificação para a proposta da análise é definida pelas variáveis relatadas da rodovia, por exemplo, tipo de via, curva ou tangente, número de faixas, etc.

As variáveis relacionadas aos acidentes são, condições meteorológicas, condições do pavimento, tipo de acidente, tipo de veículo, danos causados, etc.

Para a análise da identificação do problema a unidade de análise pode ser a rodovia ou os acidentes.

Deve-se evidenciar que a análise básica do acidente não é aplicada a um local específico, pois um local específico refere-se a trechos e não a acidentes.

Na análise de identificação do problema, os dados procurados, sendo frequência dos acidentes, taxa dos acidentes, severidade dos acidentes, são relatados para os acidentes ocorridos para certas condições impostas.

Para a avaliação da seção transversal, a unidade de análise é também o local ou o acidente.

A proposta da análise pode ser agrupada em duas categorias:

- Avaliação Comparativa. Compara-se o desempenho da segurança ou resultados dos acidentes entre duas ou mais condições impostas.
- Relacionamento. Determina-se o efeito de certas condições ou parâmetros na frequência, taxa e severidade dos acidentes.

Para a avaliação longitudinal, o objetivo é avaliar a segurança de uma melhoria na rodovia, anteriormente e posteriormente a esta implementação.

Para esta análise, a unidade é sempre o local.

3.1.2 A GEOMETRIA DAS RODOVIAS.

As condições geométricas das rodovias devem ser analisadas, considerando-se que tamanho e peso dos veículos de carga influenciam na operação do tráfego.

As medidas geométricas das vias que devem ser selecionadas são os aclives acentuados, tipo de área, intersecções, como cruzamentos e rotatórias e curvas verticais. As medidas operacionais dos veículos incluem volume diário médio (VDM), velocidade e headway obtidos em diferentes condições de tráfego usando sensores eletrônicos, se possível (FREITAS, 1986).

Freitas (1986) selecionou seis estados com base nos tipos mais comuns de veículos de carga que circulam em cada estado. Foram selecionados em cada estado trechos de rodovias para representar vários tipos e características de rodovias.

Por um ano e meio, foram coletados dados detalhados de cada acidente em cada estado.

Esses dados incluíram, descrição detalhada dos veículos de carga envolvidos nos acidentes, descrição das rodovias, dos motoristas, condições ambientais e descrição dos acidentes.

Todos os dados foram usados para calcular a taxa de acidentes que poderiam ser comparadas para determinar a influência de cada fator nos acidentes envolvendo veículos de carga.

As intersecções, especialmente as próximas de áreas industriais, foram os maiores problemas com veículos de carga.

Nestes locais os veículos de carga têm problemas de desaceleração e também problemas com aceleração e conversões em rotatórias (JACKSON, 1986).

Um exemplo, é um acidente em uma região madeireira que envolveu um caminhão madeireiro com 24 m de comprimento que fazia uma conversão em um cruzamento. O caminhão capotou pelo lado direito e atingiu um ônibus escolar, matando três estudantes.

Um dado muito importante em projetos geométricos de rodovias é a distância de visibilidade necessária para uma parada total sem choque com qualquer obstáculo (HUTCHINSON, 1990).

Os projetos para distância de visibilidade em curvas verticais convexas têm sido feitos em base nas características de veículos de passageiros, ignorando os veículos de carga, sugerindo que sua maior distância de visibilidade, pois os motoristas dos veículos de carga localizam-se a uma altura maior do que os motoristas dos veículos de passageiros em relação à rodovia, mais do que compensa a capacidade inferior de frenagem desses veículos (FREITAS, 1986).

Rodovias de duas faixas e dois sentidos em áreas montanhosas com grande volume de veículos de carga são um problema sério para os motoristas de automóveis. Eles têm restrições em relação à visibilidade e poucas oportunidades de ultrapassagens, e muitas vezes os espaços para ultrapassagens são restritos, ocasionando um grande risco de acidentes (KHASNABIS, 1986).

Quase sempre achamos que nossa visão da rodovia é atrapalhada por um veículo de carga trafegando à nossa frente, principalmente quando estamos entre dois veículos de carga e com um terceiro ultrapassando a todos, e nesse congestionamento perdemos quase toda a nossa visão da sinalização horizontal (SCHOOR, 1986).

Existem muitas situações potencialmente perigosas com a presença de um ou mais veículos de carga nas rodovias.

Há tempos atrás, os projetos geométricos eram feitos para 85% dos veículos. Por exemplo, o limite de velocidade era calculado para 85% do fluxo previsto para a rodovia.

Assim, os veículos de carga eram somente 10% do tráfego em muitas rodovias. Existem trechos específicos de rodovias que comportam fluxos desproporcionais de veículos de carga.

Por causa do alto número de acidentes e mortes nas rodovias em acidentes envolvendo veículos de carga, e também com o constante uso dos veículos combinados longos (VCL's) pelas empresas transportadoras, principalmente canavieiras, sugere-se que os estudos relativos à segurança nas rodovias sejam analisados em relação ao desempenho dos veículos de carga nas rodovias, dividindo-os em duas classes: os veículos de carga longos (VCL's) e os veículos de carga unitários.

Um estudo de Jackson (1986), mostrou que 20% dos veículos que trafegavam por uma certa rodovia eram veículos de carga e metade desses era de veículos combinados longos (VCL's).

Os dados do FARS (Fatal Accident Reporting System) de 1983 mostrou que 3.301 dos 37.971 acidentes fatais envolveram veículos combinados longos. O principal tipo de acidente envolvendo este tipo de veículo foi colisão com outro veículo com 72,1%, em segundo lugar tivemos atropelamento de pedestres com 8%, capotamento com 5,4%, colisão em guard-rail com 2,7% e colisão com trens com 0,5% (JACKSON, 1986).

Os elementos de projeto geométrico são determinados para prover segurança, operação contínua da velocidade, representando as condições normais de uma certa rodovia.

A aceleração lateral de um veículo trafegando por uma curva circular é contrabalanceada pela combinação da componente horizontal do peso do veículo que aparece devido à superelevação da rodovia e o atrito lateral entre os pneus do veículo e o pavimento (KANELLIDIS, 1991).

Existem dois problemas relativos a projeto de superelevação que devem ser enfatizados.

O primeiro problema é em relação às diferenças, para curvas idênticas, entre velocidade de projeto e a superelevação máxima que é usada.

O segundo problema é mais sério, que é a grande diferença que existe entre a velocidade de projeto e a velocidade operacional real dos veículos de carga, que pode provocar um acidente grave.

Um princípio básico, amplamente aceito nos estudos de projetos geométricos de rodovias, é que a velocidade operacional dos veículos de carga é próxima à velocidade de projeto da via, e que o máximo de diferença entre elas seja de 16 Km/h para que continue o tráfego dos veículos de carga com conforto e segurança.

Estudos dirigidos aos motoristas e estudos em relação a projetos geométricos de rodovias, indicaram que a reavaliação no conceito de velocidade de projeto é necessária (KANELLIDIS, 1991).

Os motoristas, em geral, fazem uma curva sem observar a velocidade de projeto.

Estudos indicam que eles tendem a dirigir em velocidades que lhes são confortáveis em cima de sua percepção da geometria horizontal, vertical e transversal à via.

O efeito da superelevação somente é percebido quando os veículos entram nas curvas. Consequentemente, a superelevação deveria depender da velocidade instantânea do motorista.

Assim, o uso da velocidade de projeto para determinar os elementos geométricos deveria ser reavaliado e se possível ser trocada pela velocidade de operação.

As normas correntes usadas para projeto geométrico, análise da capacidade das intersecções em rodovias são feitas em relação às propriedades mecânicas dos automóveis, com alguns acréscimos, nas normas, para os veículos de carga.

Essas normas foram elaboradas quando as propriedades dos veículos de carga não se diferenciavam muito dos automóveis (HUTCHINSON, 1990).

Por isso, há muitas rodovias que necessitam de uma revisão em seus projetos geométricos, devido à evolução dos veículos de carga que circulam pelos sistemas de transporte rodoviário.

3.1.3 VEÍCULOS DE CARGA UNITÁRIO E VEÍCULOS DE CARGA LONGO (VCL's).

Os veículos de carga quando frenados não têm eficiência suficiente para parada total com segurança antes de algum obstáculo, se o sistema de freios não for regulado periodicamente.

Em acidentes envolvendo veículos de carga, é usual achar os freios dianteiros sem ajuste ou gasto, e por causa disso, o Commercial Vehicle Alliance (CVA) dos Estados Unidos monitora um programa de inspeção nacional que checa os freios dos veículos de carga e o número de horas de serviço dos motoristas que são envolvidos em acidentes, que são considerados as duas causas principais dos acidentes envolvendo veículos de carga (LILL, 1986).

As deficiências características dos veículos de carga, os expõem a certos tipos de acidentes.

Um dos tipos de acidentes que mais envolvem veículos de carga é a colisão traseira. É visto que as colisões traseiras representam 35% de todos os acidentes envolvendo veículos de carga (POLUS e MAHALEL, 1985).

Os veículos de carga são mais susceptíveis às colisões, na dianteira e na traseira, em rotatórias e em rampas acentuadas. Em rotatórias, os veículos de carga se destacam por sua dificuldade de frear, e em aclives, devido à sua baixa velocidade e possível falta de atenção de quem vem atrás. Outro tipo de acidente em que pode-se esperar alto envolvimento dos veículos de carga é o abalroamento lateral, isso devido às dimensões e dificuldade dos veículos de carga nas curvas.

Um dos enfoques de literaturas publicadas, tem sido a capacidade de ampliar-se um veículo de carga, acoplando-se de 1 a 3 reboques (VCL's - Veículos Combinados Longos).

Essa capacidade é particularmente insegura no caso de uma manobra de emergência, mas essa insegurança pode ocorrer também em curvas, saídas de curvas em cruzamentos e intersecções em nível e locais onde existem poucas oportunidades de ultrapassagem, onde motoristas imprudentes tentam ultrapassagens perigosas em locais proibidos.

De uma avaliação de dados do departamento de pesquisadores da University of Michigam Transportation Research Institute (UMTRI) foi possível examinar a distribuição dos veículos com exatidão.

A UMTRI conduziu por longos anos um programa reservado à distribuição de veículos combinados longos no estado de Michigan.

Os estudos concluídos pela UMTRI com os VCL's indicaram o potencial dos problemas de segurança em seu uso normal.

Os problemas concluídos pela UMTRI são que os acidentes envolvendo VCL's, mostram que esses têm mais acidentes fatais do que os acidentes envolvendo veículos de carga unitários. As comparações dos veículos de carga longo com os unitários demonstram a influência das características dos veículos nos acidentes ocorridos (CARSTEN, 1982).

A análise de acidentes que envolvem VCL's e veículos de carga unitários não devem ter favorecimento pendente que influencie em uma avaliação mais detalhada dos dados expostos, o acidente deve ser examinado sozinho, para indicar as áreas onde a segurança dos VCL's é deficiente, quando comparada com os veículos de carga unitários.

Em relação aos motoristas dos VCL's, presume-se que são hábeis para entender as diferenças operacionais dos dois veículos, mas, de fato, o que acontece é que pela diferença nas características dos acidentes envolvendo VCL's e veículos de carga unitários, conclui-se que os motoristas não entendem as diferenças operacionais entre os dois tipos de veículos.

Isso significa que os motoristas devem ser treinados, e conseqüentemente termos significantes benefícios ao contrário de acidentes.

Em 1969 os transportadores canadenses tiveram uma permissão especial para operar veículos com 3 reboques, entre Edmonton e Calgary. Alberta foi uma das primeiras jurisdições da América do Norte a conceder operações com este tipo de veículo.

Os "triples trailers trucks" foram analisados separadamente dos outros veículos de carga de rotina por nove meses, e durante este tempo, foram objetos de testes e observações.

Em 1970, a "Apresentação de Testes de Veículos Combinados com Três Reboques em Alberta" foi publicado, e aprovada a permissão de operação desses veículos na jurisdição de "Alberta".

A velocidade máxima permitida em rodovias de duas faixas por sentido com canteiro central em "Alberta" é 100 Km/h para veículos de carga e de passageiros. Nos estudos de Alberta Transportation (1985) observou-se velocidades de operação entre 80 e 105 Km/h para os veículos de carga em trechos sem inclinação.

Os veículos combinados com 3 reboques foram observados operando a velocidades variando entre 50 e 40 Km/h em rampas entre 3,2% e 5,6% com 2.000 m de extensão e com velocidade entre 55 e 65 Km/h em rampas de 5% de inclinação com 900 m de extensão, velocidades essas, consideradas aceitáveis para a operação desses veículos pelas rodovias de quatro faixas dividida por canteiro central em "Alberta Transportation".

Assim, vê-se que os fatores de alinhamento vertical, podem ajudar e atrapalhar no desempenho dos veículos de carga, pois as medidas de Alberta Transportation (1985) indicaram que os veículos de carga unitários tiveram velocidades entre 42 e 96 Km/h em rampas entre 5,6 e 3,2% com 2.000 m de extensão em rodovias simples e em rodovias de quatro faixas divididas por canteiro central (ALBERTA TRANSPORTATION, 1985).

Com esses estudos, vê-se que os veículos de carga unitários viajam em velocidades mais baixas em rodovias de duas faixas e dois sentidos do que os VCL's nas rodovias em que foram feitas as medidas, pois as rampas são mais acentuadas, e isso faz com que o nível de serviço seja afetado. O estudo de Alberta Transportation (1985) entre nível de serviço e ultrapassagem conclui que rodovias simples com 5.000 veículos, ou mais, por dia, deveria ser requerida faixa adicional nos aclives, para ultrapassagens.

Os distúrbios aerodinâmicos e a falta de controle dos veículos de carga são os principais riscos para os automóveis nas ultrapassagens, e especialmente para os que se aproximam na direção contrária em rodovias de duas faixas.

Observações feitas, mostraram que os impactos causados pelos veículos combinados longos, também são causados pelos unitários.

Todas as jurisdições deveriam dar permissão especial para a operação de veículos combinados longos, mas sempre com a inspeção requerida das unidades dos veículos em cada aplicação e renovação, fazendo com que as companhias transportadoras tenham equipamentos em boas condições de operação nas rodovias, principalmente no caso de rodovias de duas faixas e dois sentidos.

Sabendo-se que designar rotas para a operação de VCL's é uma tarefa muito difícil a ser cumprida pelos órgãos responsáveis pelas rodovias, a filosofia corrente aceita no Canadá é permitir a operação desses veículos somente nas rodovias de duas faixas por sentido divididas por canteiro central.

A província de Quebec é muito rigorosa quanto à operação de VCL's, requerendo inspeções nas unidades de operação a cada 3 meses, isso por causa das exigências nas contratações de motoristas, que nas províncias de Quebec e Saskatchewan permitem a operação de VCL's somente por motoristas com experiência comprovada. Em geral, as grandes empresas têm suas próprias iniciativas, como, empregar somente motoristas profissionais para conduzirem veículos combinados longos.

Observações noturnas de operação de veículos de carga unitário e veículos combinados longos, mostrou ser uma operação sem maiores incidentes, e isso não foi diferente em operações diurnas.

O que mais impressionou neste teste, foi o profissionalismo e cuidado dos motoristas observados. O fato é que eles sabiam que estavam sendo observados, obviamente motivados, agiram corretamente. Quando os motoristas não sabiam da observação, suas condutas reverteram-se para os hábitos mais naturais (ALBERTA TRANSPORTATION, 1985).

O ponto em questão é que os motoristas não podem ser monitorados o tempo todo. Os hábitos e atitudes dos motoristas podem determinar como os veículos de carga longos e unitários são percebidos e aceitos pelos usuários das rodovias.

Em 1981, um estudo do FHWA mostrou que a aceleração dos veículos combinados longos estavam entre 0,2 e 0,11 m/s^2 . A análise de outros estudos indicaram o desempenho em dois grupos: 0,17 m/s^2 para veículos com menos de 30 t e 0,13 m/s^2 para veículos com mais de 30 t. Essa análise foi feita com os dois grupos exibindo velocidades entre 60 Km/h e 80 Km/h.

As estatísticas de acidentes envolvendo veículos combinados longos não têm sido mantidas através dos anos, pois, o que ve-se, são os veículos de carga causando acidentes com as mais diversas variedades.

Comparações entre várias províncias mostraram que os veículos de carga longos estavam envolvidos em 5% dos acidentes, onde em 17%, os danos eram fatais (ALBERTA TRANSPORTATION, 1985).

As principais conclusões são que as características dos VCL's são refletidas na gravidade de seus acidentes.

3.1.4 ESTRUTURA DE BANCO DE DADOS PARA COLETA DE DADOS DE ACIDENTES ENVOLVENDO VEÍCULOS DE CARGA.

Existem seis grupos principais que considera-se em análise de acidentes envolvendo veículos de carga em rodovias (SCHOOR, 1986), que são:

1) Veículos de carga

- comprimento
- largura
- altura
- número de unidades rebocadas
- frequência de uso
- velocidade
- posição (ultrapassando ou não)
- características de desempenho

2) Outros Veículos

- tipo
- altura dos olhos do motorista
- visibilidade do veículo
- posição (ultrapassando um veículo de carga ou não)
- características de desempenho

3) Rodovias

- tipo
- geometria (curva, aclive, rotatória, etc)
- número de faixas e largura
- condições da faixa de domínio
- iluminação
- obras-de-arte

4) Condições Meteorológicas

- dia ou noite
- tempo (chuva, trovão, sol, etc)
- luminosidade do local

5) Fatores Humanos

- desempenho
- experiência
- condições físicas
- ângulo de visibilidade
- visão lateral

6) Sinalização

- localização
- tamanho
- cor
- altura
- distância de visibilidade
- iluminação
- tipo
- formato

Inúmeros debates à respeito de trocas de tamanhos e limites de peso dos veículos de cargas que trafegam pelas rodovias, têm dado ênfase à segurança, e em todos os casos o que tem ocorrido, mesmo coletando todas as informações dos acidentes, é que mais segurança como resultado não tem ocorrido.

Para um relacionamento de acidentes envolvendo veículos de carga, deve-se estudar características relacionadas a; (1) veículos de cargas; (2) condutor; (3) rodovia; (4) tráfego (McGEE, 1986).

Em relação aos veículos de cargas deve-se fazer as seguintes análises:

1) Tipo

2) Número de eixos

- trator
- reboque

3) Tipo de reboque

4) Espécie de trabalho

5) Tipo de carga

6) Largura

7) Tamanho

8) Peso

- peso total
- peso da carga

9) Tipo de viagem

10) Condições gerais dos equipamentos do veículo

Em relação ao condutor deve-se fazer as seguintes análises:

1) Idade

2) Experiência

- caminhões em geral
- caminhões particulares

3) Horas de serviço

4) Registro do motorista

5) Treinamento do motorista

Em relação à rodovia deve-se fazer as seguintes análises:

1) Tipo de rodovia

- função
- controle de acesso
- número de faixas
- com ou sem canteiro central
- velocidade de projeto

2) Elementos de projeto

- raio da curva (vertical e horizontal)
- inclinação da rampa
- zona de ultrapassagem ou não
- interseção
- zona de trabalho
- largura da faixa
- largura do acostamento

3) Localização

- zona urbana ou rural
- estado

Em relação ao tráfego deve-se fazer as seguintes análises:

1) Volume

- volume diário médio
- volume horário

2) Nível de serviço

3) Volume de veículos de cargas

4) Percentagem de veículos de cargas

5) Velocidade

Em relação ao meio-ambiente deve-se fazer as seguintes análises:

1) Tempo

- época do ano
- hora do dia

2) Condições do pavimento

3) Luminosidade

4) Condições de visibilidade

4. MÉTODO DE TRABALHO

O método proposto é considerado, por hipótese, um método genérico, válido para a análise de acidentes envolvendo veículos de carga em qualquer rodovia brasileira.

Para sua validação, necessita-se de dados que relacionam os acidentes envolvendo veículos de carga nas rodovias com as características geométricas das rodovias, e conseqüentemente um levantamento geométrico dos trechos de interesse para estudo. A definição do trecho de análise é função da configuração geométrica típica, a qual é função da topografia da região e da qualidade da estrada.

O método proposto é constituído de três passos principais:

1º Passo

Deve-se inicialmente definir o trecho a ser analisado e dividi-lo em sub-trechos que tenham comprimentos aproximados, dividindo-o através de marcos quilométricos.

Após a divisão do trecho em sub-trechos, verifica-se e quantifica-se os acidentes por categoria de veículo ocorridos no trecho e em cada um dos sub-trechos.

Esse primeiro passo do método visa caracterizar a periculosidade do trecho como um todo. Os engenheiros rodoviários, e mesmo os usuários, têm uma percepção subjetiva, a priori, de periculosidade de trechos de rodovias que possuam características geométricas adversas ao tráfego de veículos, e em particular geram uma forte incompatibilidade entre o tráfego de veículos de carga, mais lentos, e automóveis e veículos leves, mais velozes (e.g. BR-101 entre Curitiba e Florianópolis; BR-116 entre São Paulo e Curitiba). Nesse primeiro passo pode-se verificar, de forma expedita, se essa percepção subjetiva corresponde à realidade dos fatos.

Para esse primeiro passo, a determinação de um índice de acidentes em função do volume de tráfego por tipo de veículo, é uma condição básica para permitir uma comparação objetiva entre trechos distintos de uma ou mais estradas.

2º Passo

Propõe-se, como segundo passo, a quantificação dos acidentes nos sub-trechos dividindo-os inicialmente em segmentos de cinco em cinco quilômetros e, nos segmentos onde ocorre um índice expressivo de acidentes, uma sub-divisão do segmento de cinco quilômetros em segmentos de um quilômetro de comprimento.

Este processo permite identificar segmentos críticos da estrada em diversas escalas e inferir se os acidentes se concentram em "locais críticos" ou "regiões críticas", onde ocorrem acidentes como consequência direta ou indireta de características geométricas indesejáveis.

Também neste 2º Passo, a determinação de um índice de acidentes em função do volume de tráfego é uma condição básica para permitir uma comparação objetiva entre sub-trechos distintos de uma mesma estradas.

3º Passo

O terceiro passo é constituído de uma análise detalhada de "locais críticos" ou "regiões críticas", onde ocorrem acidentes como consequência direta ou indireta de características geométricas indesejáveis.

Este passo visa estabelecer indicadores do relacionamento das características geométricas de locais ou regiões críticas das rodovias com características geométricas e de locomoção dos veículos que, por hipótese, contribuem para a ocorrência de acidentes.

Neste passo trabalha-se com o número de acidentes por tipo de veículo que ocorrem em um determinado local ou região do sub-trecho, pois, conforme Setti (1985), um local é potencialmete perigoso se nele ocorre ao menos um acidente por ano, independente do volume de tráfego.

Para o desenvolvimento dos três passos do método é necessário obter uma série de indicadores sobre as características geométricas da rodovia, características geométricas e de locomoção dos veículos, e de volumes de tráfego por categoria de veículo. A forma de obtenção desses indicadores e as limitações dos dados disponíveis para a pesquisa são a seguir detalhados.

4.1 INDICADORES DO RELACIONAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DOS VEÍCULOS E DAS RODOVIAS.

Esse relacionamento depende de várias medidas que levam em consideração os veículos de carga envolvidos em acidentes e os trechos de interesse para investigação na rodovia, como ve-se a seguir:

4.1.1 CARACTERÍSTICAS DOS VEÍCULOS.

COMPRIMENTO

Necessita-se deste indicador para avaliação do impacto que as características dimensionais de um veículo de carga podem causar em termos de risco de acidentes em um cruzamento, por exemplo.

O comprimento de um veículo de carga afeta as operações em um cruzamento analisado quando o veículo de carga está fazendo uma conversão, ou quando ele está cruzando a rodovia.

No caso dos veículos especiais, estes também podem contribuir para os acidentes, pois ocupam as rodovias por um tempo longo quando cruzam uma rodovia (e.g. um treminhão carregado completa o cruzamento da SP-225 no km 211 em 18 segundos).

PESO

É um indicador importante para o relacionamento dos acidentes envolvendo veículos de carga, pois existem muitos veículos de carga que trafegam com peso maior que o permitido por lei e/ou com excesso de peso para o modelo do veículo de carga, implicando na perda da capacidade de manter velocidades satisfatórias em aclives, reduzindo a capacidade de aceleração em cruzamentos e acessos a vias principais, bem como comprometendo as características de frenagem.

RELAÇÃO POTÊNCIA/PESO

É um fator decorrente do peso total combinado do veículo e da potência da unidade motriz instalada no veículo trator. Esse fator afeta diretamente o desempenho dos veículos em termos de velocidade, sendo que, diferenciais acentuados de velocidade entre veículos em um mesmo fluxo de tráfego são fatores geradores de acidentes.

Para que se tenha um fluxo de tráfego mais homogêneo nas rodovias, reduzindo os diferenciais de velocidade entre veículos de carga e automóveis, em particular em rampas ascendentes e longas, deve-se ter relações de potência/peso elevadas nos veículos de carga.

Por essa razão, deve-se investigar a relação potência/peso dos veículos de carga envolvidos em acidentes, pois há evidências de que muitos veículos de carga trafegam pelas rodovias com relação potência/peso muito abaixo do que o valor mínimo tecnicamente recomendado em função das características geométricas das rodovias brasileiras de pista simples e mão dupla.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS DAS RODOVIAS.

X DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE EM CURVAS VERTICAIS CONVEXAS

Muitos acidentes ocorrem nas curvas verticais convexas, onde os motoristas de veículos de passageiros, e até mesmo motoristas de veículos de carga, tentam ultrapassagem sobre veículos de carga, devido à baixa velocidade desenvolvida por esses veículos nos aclives que antecedem as curvas verticais convexas.

RAIOS INTERNO E EXTERNO DE CRUZAMENTOS

Essa medida é importante quando se tem um veículo de carga parado em um entroncamento em nível, esperando para cruzar a rodovia. Se o raio interno desse cruzamento for pequeno, o veículo de carga provavelmente não terá um posicionamento adequado no cruzamento e conseqüentemente o motorista não terá uma boa visualização nos dois sentidos da rodovia que pretende cruzar.

DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE EM CRUZAMENTOS

É um outro fator a ser considerado, pois veículos de carga têm baixa aceleração, necessitando de um período muito mais longo do que um automóvel para completar um cruzamento.

Se não existir uma distância de visibilidade que permita identificar um espaço suficientemente grande para cruzar sem interferência, é necessário ter-se ao menos uma distância de visibilidade compatível com a distância requerida para a frenagem e, eventualmente, a parada total de um veículo crítico trafegando na via principal.

INCLINAÇÃO E COMPRIMENTO DE RAMPA

Deve-se analisar a inclinação e o comprimento de rampas confrontando esses valores com a relação potência/peso dos veículos de carga, para avaliar o decréscimo de velocidade desses veículos.

Dependendo da velocidade desenvolvida pelos veículos de carga em rampas longas e íngremes, esses podem ser causadores de colisões traseiras ou colisões frontais e abalroamentos longitudinais ao induzirem veículos mais velozes a ultrapassagens perigosas.

Além disso, levantamentos de campo mostram a existência de rampas em rodovias principais com inclinação maior do que as recomendadas pelas normas brasileiras.

4.1.3 TAXA DE ACIDENTES ENVOLVENDO VEÍCULOS DE CARGA.

VOLUME DE TRÁFEGO POR TIPO DE VEÍCULO

Volumes de tráfego são necessários para o cálculo da taxa de acidentes ocorridos por tipo de veículo, com o objetivo de verificar quais os tipos de veículos de carga que mais se envolvem em acidentes, proporcionalmente ao volume de tráfego desses veículos nas rodovias.

4.2 MÉTODO DE LEVANTAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES

O levantamento de dados de acidentes nas rodovias envolvendo veículos de carga e suas características, o levantamento das características geométricas relevantes das vias e os volumes de tráfego por tipo de veículo, foram determinados conforme descrito a seguir.

4.2.1 MÉTODO DE LEVANTAMENTO DE DADOS DE ACIDENTES NAS RODOVIAS ENVOLVENDO VEÍCULOS DE CARGA.

A base para as informações dos acidentes envolvendo veículos de carga em rodovias do Estado de São Paulo, e os dados relativos às características tecnológicas desses veículos, são os Relatórios de Acidentes de Trânsito - RATs, fornecidos pela Polícia Militar Rodoviária responsável pelo trecho escolhido para estudo.

Os Relatórios de Acidentes de Trânsito contêm dados e informações dos acidentes que a Polícia Militar Rodoviária preenche na hora e no local do acidente, e apresentam as categorias de acidentes descritas na tabela 4.1:

TABELA 4.1 - TIPO DE ACIDENTES DESCRITOS NOS RATs

TIPOS DE ACIDENTE	DESCRIÇÃO DO ACIDENTE	LOCAIS TÍPICOS
ABALROAMENTO LONGITUDINAL	ACIDENTE ENTRE DOIS VEÍCULOS EM MOVIMENTO, E UM DELES ABALROA O OUTRO FORMANDO UM ÂNGULO QUE NÃO SEJA RETO ENTRE OS DOIS	RAMPAS, ROTATÓRIAS E CRUZAMENTOS
ABALROAMENTO TRANSVERSAL	ACIDENTE ENTRE DOIS VEÍCULOS EM MOVIMENTO, E UM DELES ABALROA O OUTRO FORMANDO UM ÂNGULO RETO ENTRE OS DOIS	ROTATÓRIAS E CRUZAMENTOS
COLISÃO FRONTAL	ACIDENTE ENTRE DOIS VEÍCULOS EM MOVIMENTO QUE SE COLIDEM FRONTALMENTE	RAMPAS E CURVAS VERTICAIS CONVEXAS
COLISÃO TRASEIRA	QUANDO UM VEÍCULO EM MOVIMENTO COLIDE NA TRASEIRA DE UM OUTRO VEÍCULO TAMBÉM EM MOVIMENTO	ROTATÓRIAS E RAMPAS
CHOQUE COM VEÍCULO PARADO	QUANDO UM VEÍCULO EM MOVIMENTO SE CHOCA COM OUTRO PARADO, FRONTAL OU NA TRASEIRA	ROTATÓRIAS
CAPOTAMENTO	QUANDO O VEÍCULO FICA COM AS RODAS PARA CIMA	CRUZAMENTOS
TOMBAMENTO	QUANDO O VEÍCULO FICA COM AS RODAS DE LADO	CRUZAMENTOS

Os dados do levantamento dos acidentes ocorridos no trecho, nos sub-trechos e nos locais levantados geometricamente, dos anos de análise de estudo e por tipo de acidente, devem ser tabulados e apresentados na forma de histogramas como o da figura 4.1, os quais permitem uma rápida identificação sobre reincidência de acidentes de um mesmo tipo em um trecho ou em um sub-trecho.

FIGURA 4.1-MÉTODO PROPOSTO PARA APRESENTAÇÃO DOS TIPOS DE ACIDENTES

Em relação aos veículos de carga que envolvem-se em acidentes, os Relatórios de Acidentes de Trânsito contêm as seguintes informações:

- Marca; Número do Chassi; Placa; Município; Estado e Ano
- Proprietário; Residência e Local de Trabalho
- Categoria; Espécie e Tipo
- Número de Ocupantes; Número de Feridos e Número de Mortos
- Prejuízo Estimado: Pequena Monta; Média Monta e Grande Monta
- Carga: Descarregado; Carregado e Carga Perigosa

Como o intuito deste trabalho é o estudo de acidentes em rodovias envolvendo veículos de carga e a fonte dos dados de acidentes em rodovias são os Relatórios de Acidentes de Trânsito, que são preenchidos pela Polícia Rodoviária e não contêm dados suficientes para a análise dos veículos de carga envolvidos em acidentes, apresentam-se no item 4.3 algumas de suas limitações para estudos dessa natureza.

4.2.2 LEVANTAMENTO DE DADOS GEOMÉTRICOS DAS RODOVIAS

Para colher os dados da geometria da via, utilizou-se um método expedito aproximado de levantamento geométrico "in loco" do trecho a ser estudado.

A razão do levantamento geométrico "in loco" deve-se ao fato de que muitos trechos de rodovias existentes, por razões econômicas na construção, não foram construídos de acordo com as especificações e normas adotadas pelos órgãos responsáveis pela construção, devendo-se considerar também de que há evidência de que as rodovias mais antigas não foram construídas de acordo com os projetos geométricos aprovados.

O método de levantamento da geometria das rodovias relativos a rampas, curvas verticais convexas, cruzamentos e rotatórias utilizado é detalhado a seguir, devendo-se enfatizar que, devido ao fato do levantamento geométrico ser "in loco", os dados fornecidos do levantamento da geometria relativa ao trecho a ser estudado são aproximados, em função das dificuldades de medir com precisão, por exemplo, o raio de uma curva vertical convexa, e também a sua distância de visibilidade.

LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO DE RAMPAS

As medidas longas, como comprimento de rampas, foram feitas de carro, depois de verificar que a cada 2.000 m marcados a trena, o hodômetro do carro marcou 1.900 metros, o que neste caso foi considerado um erro aceitável dentro dos objetivos do estudo.

As medidas de inclinação de rampas foram feitas com um clinômetro, mostrado na figura 4.2, construído no Laboratório de Estradas da EESC-USP.

No estudo de rampas deve-se dar importância à análise de rampas longas e íngremes, onde tem-se uma maior possibilidade de ocorrência de acidentes, devido à baixa velocidade desenvolvida pelos veículos de carga.

Segundo o HCM (1985), quando tem-se uma rampa longa e ao longo desta há uma variação da inclinação, pode-se considerar a rampa toda com uma inclinação média.

Neste trabalho entretanto, não se utilizará este artifício, pelo fato de que, em muitas rodovias brasileiras de duas faixas e dois sentidos, ocorrem variações consideráveis da inclinação ao longo das rampas.

FIGURA 4.2 - DETALHE DO CLINÔMETRO USADO NO TRABALHO

A tabela 4.2 ilustra o método proposto para catalogação dos dados de uma rampa genérica e a figura 4.3 a caracterização de uma rampa em tangente genérica.

TABELA 4.2-MÉTODO PROPOSTO PARA CATALOGAÇÃO DOS DADOS DE UMA RAMPA

a)Perfil:

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4
quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial
quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final
comprimento (m)	comprimento (m)	comprimento (m)	comprimento (m)
inclinação (%)	inclinação (%)	inclinação (%)	inclinação (%)

b)Planta:

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4
quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial
quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final
comprimento (m)	comprimento (m)	comprimento (m)	comprimento (m)
raio horizontal (m)	raio horizontal (m)	raio horizontal (m)	raio horizontal (m)

Obs: Em relação aos raios de curvas horizontais adotou-se raio positivo quando for uma curva à direita e negativo quando for uma curva à esquerda. No caso de ser um trecho reto adotou-se o número 999.

A inclinação das rampas é adotada como positiva quando tem-se uma rampa ascendente no sentido crescente da quilometragem da rodovia e negativo quando tem-se uma rampa descendente no mesmo sentido.

b) PLanta

FIGURA 4.3- CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA DE UMA RAMPA.

LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO DAS CURVAS VERTICAIS CONVEXAS

Para o levantamento da geometria de curvas verticais convexas, utilizou-se também o hodômetro do mesmo veículo.

A distância de visibilidade nas curvas verticais convexas, em princípio, pode ser medida com base na demarcação da faixa contínua, a qual é definida em função da distância de visão de um observador, viajando com altura dos olhos a 1,20 m do chão, até enxergar um obstáculo à sua frente com 0,20 m de altura do chão.

Neste trabalho, por dificuldades de equipamentos e pessoal, considerou-se a demarcação de faixa contínua feita pelo DER-SP como correta para a medida de interesse.

Nas curvas verticais convexas tem-se alguns problemas, como inclinação das rampas que as antecedem e as sucedem, as quais interferem na distância de visibilidade de quem viaja pela rodovia, dependendo de suas inclinações.

Nos trechos em estudo, deve ser dada importância às curvas verticais convexas com baixa distância de visibilidade e/ou com rampas longas e íngremes adjacentes a essas curvas.

A importância da análise das características geométricas das rampas adjacentes às curvas verticais convexas, é procurar visualizar como o intervalo compreendido por duas rampas com inclinações contrárias e uma curva vertical convexa com baixa distância de visibilidade entre elas, contribuem para os acidentes envolvendo veículos de carga.

Para uma melhor visualização dos intervalos que compreendem duas rampas e uma curva vertical convexa deve-se analisar além do desenvolvimento da curva, um trecho de no mínimo dois quilômetros, ou seja, no mínimo um quilômetro antes e um quilômetro após a curva vertical convexa.

Os trechos devem ser divididos em segmentos de inclinação constante, além do segmento referente ao desenvolvimento da curva vertical convexa.

O primeiro segmento foi adotado como sendo o primeiro antes da curva vertical convexa no sentido crescente da quilometragem da rodovia.

A tabela 4.3 apresenta um exemplo de forma de catalogação dos dados de uma curva vertical convexa e a figura 4.4 ilustra a forma geométrica correspondente.

TABELA 4.3-DADOS DA GEOMETRIA DE UMA CURVA VERTICAL CONVEXA

a)Perfil

segmento 1	segmento 2	curva vertical convexa	segmento 3	segmento 4
quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial
quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final
comprimento(m)	comprimento (m)	desenvolvimento (m)	comprimento (m)	comprimento (m)
raio horizontal (m)	raio horizontal (m)	distância de visibilidade (m)	raio horizontal (m)	raio horizontal (m)

b)Planta

segmento 1	segmento 2	curva vertical convexa	segmento 4	segmento 5
quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial
quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final
comprimento (m)	comprimento (m)	comprimento(m)	comprimento (m)	comprimento (m)
raio horizontal (m)	raio horizontal (m)	raio horizontal (m)	raio horizontal (m)	raio horizontal (m)

FIGURA 4.4-CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA DE UMA CURVA VERTICAL CONVEXA.

LEVANTAMENTO GEOMÉTRICO DAS ROTATÓRIAS E CRUZAMENTOS

Medidas menores, como raios interno e externo de rotatórias, foram feitas com trena.

A distância de visibilidade em rotatórias e interseções em nível, foram medidas com trena a partir da posição em que foram avistadas.

No levantamento geométrico de rotatórias e cruzamentos usa-se o mesmo procedimento para a análise de trechos que compreendem curvas verticais convexas, ou seja, deve ser analisado um trecho de no mínimo dois quilômetros, sendo um quilômetro antes e um quilômetro após a rotatória ou cruzamento.

A tabela 4.4 apresenta a forma de catalogação dos dados da rotatória ou cruzamento e a figura 4.5 ilustra a forma geométrica.

TABELA 4.4-MÉTODO PROPOSTO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE UMA ROTATÓRIA OU CRUZAMENTO

a) Planta

		rotatória	ou		
segmento 1	segmento 2	quilômetro		segmento 4	segmento 5
quilômetro inicial	quilômetro inicial	raio interno (m)		quilômetro inicial	quilômetro inicial
quilômetro final	quilômetro final	raio externo (m)		quilômetro final	quilômetro final
inclinação (%)	inclinação (%)	inclinação (%)		inclinação (%)	inclinação (%)

b) Perfil

segmento 1	segmento 2	rotatória	ou	segmento 3	segmento 4
		cruzamento			
quilômetro inicial	quilômetro inicial	quilômetro inicial		quilômetro inicial	quilômetro inicial
quilômetro final	quilômetro final	quilômetro final		quilômetro final	quilômetro final
inclinação (%)	inclinação (%)	inclinação (%)		inclinação (%)	inclinação (%)

FIGURA 4.5-CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA DE UMA ROTATÓRIA OU CRUZAMENTO.

4.2.3 CÁLCULO DA TAXA DE ACIDENTES ENVOLVENDO VEÍCULOS DE CARGA

Para o cálculo da taxa de acidentes envolvendo veículos de carga propõe-se o método desenvolvido por Khasnabis e Al-Assar (1989), que apresenta um modo simples de separar dados dos acidentes em mais de uma categoria de veículos de carga.

De acordo com Khasnabis e Al-Assar, uma análise de ocorrência de acidentes de três anos é suficiente para obter-se dados satisfatórios, porém neste trabalho utiliza-se um período de quatro anos.

A medida da taxa de acidente de uma categoria j de veículos é dada por:

$$TAC_j = \frac{NAC_j}{NVEC_j \times LT \times \text{ano}} \dots \dots \dots (4.1)$$

onde: TAC_j taxa de acidentes envolvendo veículos da categoria j .
 NAC_j número de acidentes envolvendo veículos categoria j .
 $NVEC_j$ fluxo de veículo da categoria j .
 Lt fator de distância considerado igual ao comprimento de um trecho ou sub-trecho.

É necessário ponderar entretanto que, os acidentes envolvendo um tipo de veículo em particular não é função somente das viagens geradas por este tipo de veículo, mas também das viagens geradas por todos os outros tipos de veículos presentes no fluxo de tráfego.

Para incorporar ou não o tráfego global, Khasnabis e Al-Assar apresentaram três aproximações possíveis para comparar dados de acidentes.

Aproximação 1:

Essa aproximação requer a categorização dos dados de acidentes que envolvem ao menos um veículo de carga e ao menos um veículo de passageiro.

Assim, a percentagem de veículos de passageiros é computada no cálculo dos acidentes com veículos de carga.

Deste modo a taxa de acidentes com veículos de carga fica:

$$(TAC_1)_k = \frac{(NAC)_k}{(NVC \times LT + NVP \times LT)} \dots\dots\dots (4.3)$$

onde: $(TAC_1)_k$ taxa de acidentes envolvendo veículos de carga.
 $(NAC)_k$ número de acidentes envolvendo veículos de carga.
 NVC número de veículos de carga em um ano.
 NVP número de veículos de passageiros em um ano.
 k tipos de veículos de carga.

Aproximação 2:

Essa aproximação considera somente os acidentes envolvendo veículos de carga e o número de veículos de carga que trafegam no fluxo em estudo.

Assim, essa aproximação fica:

$$(TAC_2)_k = \frac{(NAC)_k}{NVC \times LT} \dots\dots\dots (4.4)$$

onde: $(TAC_2)_k$ taxa de acidentes envolvendo veículos de carga.

Aproximação 3:

Essa aproximação é um desenvolvimento da aproximação 1, onde, um acidente é considerado uma vez. O procedimento requer o cômputo de três fases de taxa de acidentes, como segue, com o objetivo de comparar acidentes envolvendo dois tipos de veículos:

$$(TAC_3)_k = \frac{(NAC)_k}{(F_t \times NVC \times LT)} \dots\dots\dots (4.5)$$

onde: $(TAC_3)_k$ taxa de acidentes envolvendo veículos de carga.
 F_t $(n^o \text{ veículos de carga envolvidos nos acidentes com veículos de carga}) / (n^o \text{ de veículos envolvidos em todos acidentes com veículos de carga})$.

Para os veículos combinados longos, Khasnabis e Al-Assar fizeram a seguinte modelagem, considerando que os veículos combinados com 2 reboques são chamados de DB e veículos combinados com 1 reboque são chamados de SB, assim:

$$(TAC_4)_k = \frac{NASDB}{(Fd+Fs) \times (NDB+NSB) \times LT} \dots\dots\dots(4.6)$$

onde: $(TAC_4)_k$ taxa de acidentes envolvendo veículos de carga com 1 ou 2 reboques.

NASDB número de acidentes envolvendo veículos de carga com 1 ou 2 reboques.

NDB número de veículos de carga com 2 reboques em um ano.

NSB número de veículos de carga com 1 reboque em um ano.

Fd $(n^o \text{ de veículos de carga com 2 reboques envolvidos nos acidentes com veículos de carga com 2 reboques}) / (n^o \text{ de veículos envolvidos nos acidentes com veículos de carga com 2 reboques})$.

Fs $(n^o \text{ de veículos de carga com 1 reboque envolvidos nos acidentes com veículos de carga com 1 reboque}) / (n^o \text{ de veículos envolvidos nos acidentes com veículos de carga com 1 reboque})$.

4.3 LIMITAÇÕES DOS DADOS DOS RELATÓRIOS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

Na análise dos Relatórios de Acidentes de Trânsito, identificaram-se as seguintes limitações:

- Dificuldade em identificar se o acidente ocorreu durante uma tentativa de ultrapassagem de algum dos veículos envolvidos no acidente;
- Em relação à "descrição da pista", intersecções, deficiências da pista e obras-de-arte, não são preenchidos quando não ocorrem acidentes nestes locais, o que nos deixa também, em dúvida se o acidente ocorreu ou não nestes locais, ou os relatórios não foram corretamente preenchidas.

- Em relação às "circunstâncias eventuais", é preenchido somente quando ocorrem, animais na pista, fumaça e/ou poeira como causadores do acidente.
- Em relação à "descrição do pavimento", foram detectadas alguns relatórios sem o devido preenchimento do tipo de pavimento, do estado do pavimento.
- Os relatórios não contêm informações sobre características dimensionais, de peso e potência dos veículos de carga envolvidos em acidentes.
- Em relação às "deficiências dos veículos", nos 182 acidentes analisados, encontrou-se 1 veículo com pneu liso e 1 veículo com defeito nos freios. Isso nos leva a crer que os veículos quando se envolvem em acidentes, não passam por qualquer vistoria de suas condições técnicas.
- Falta de observação de testemunhas para identificar veículos que concorreram para o acidente mas cujos motoristas se evadiram do local.

Como as limitações nos dados dos Relatórios de Acidentes de Trânsito prejudicam o desenvolvimento da pesquisa proposta, foram feitas algumas considerações simplificadoras que permitam a continuidade desse estudo precursor.

4.4 CONSIDERAÇÕES FEITAS DEVIDO ÀS LIMITAÇÕES DOS DADOS DOS RELATÓRIOS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

A primeira hipótese simplificadora é de que os veículos de carga trafegam de acordo com a "Lei da Balança", estando vazios ou completamente carregados no momento do acidente.

Como não existem informações de peso nos Relatórios de Acidentes de Trânsito, os pesos do caminhão vazio e carregado foram derivados a partir do número de eixos do veículo de carga, conforme mostrado na tabela 4.5.

TABELA 4.5-RELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE EIXOS DOS VEÍCULOS DE CARGA E SEUS PESOS, VAZIO E CARREGADO.

NÚMERO DE EIXOS	CAMINHÃO VAZIO [t]	CAMINHÃO CARREGADO [t]
2 (veículo leve)	7	15
3 (veículo semi-pesado)	9	23
4 (veículo pesado)	15	33
5 (veículo pesado)	17	45
6 (veículo pesado)	17	45
7 (veículo extra-pesado)	26	63
8 (veículo extra-pesado)	27	67
9 (veículo extra-pesado)	28	74

Essa mesma técnica foi usada para estimar a faixa de potência da unidade motriz, conforme mostrado na tabela 4.6.

TABELA 4.6-RELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE EIXOS DOS VEÍCULOS DE CARGA E POTÊNCIA.

NÚMERO DE EIXOS	POTÊNCIA [HP]
2 (veículo leve)	130
3 (veículo semi-pesado)	180
4 (veículo pesado)	250
5 (veículo pesado)	300
6 (veículo pesado)	300
7 (veículo extra-pesado)	360
8 (veículo extra-pesado)	360
9 (veículo extra-pesado)	360

Obs: os veículos de carga com PBTC (peso bruto total combinado) maior que 45 toneladas, ou seja, os veículos extra-pesados, só podem trafegar pelas rodovias estaduais com autorização dos DER's e trafegar pelas rodovias federais com autorização do DNER, segundo a resolução 631/84 do CONTRAN.

Após obter-se os dados dos acidentes e da geometria da via, necessita-se calcular a taxa de acidentes envolvendo veículos de carga, para permitir a ponderação do número de acidentes em função do VDM dos diversos tipos de veículos de carga.

Definido o método de levantamento de dados e informações dos acidentes, da geometria de rampas, de curvas verticais convexas, rotatórias, cruzamentos e do cálculo da taxa de acidentes envolvendo veículos de carga, da-se continuidade ao estudo com a aplicação do método proposto em um trecho experimental escolhido para a análise.

5. ESTUDO DE CASO

O trecho experimental escolhido detalhado na figura 2.1, começa no km 123+000 m da rodovia SP 255, indo nesta rodovia até o km 148+000 m, coincidente com o km 302+000 m da SP 304, estendendo-se até o km 296+000 m desta rodovia, que coincide com o km 180+000 m da SP 225, indo até o km 211+000 m.

Para um relacionamento entre geometria da via e os acidentes envolvendo veículos de carga foram levantados os dados dos Relatórios de Acidentes de Trânsito de um período de quatro anos de 1988 a 1991. Os dados de Volume Diário Médio (VDM) de tráfego por tipo de veículos nos anos de 1988, 1989, 1990 e 1991 foram obtido dos Anuários Estatísticos do DER-SP, sendo que para o ano de 1990 considera-se a média aritmética dos anos de 1991 e 1989, pois neste ano não foi realizado o censo.

5.1 1º Passo - Acidentes Envolvendo Veículos de Carga no Trecho e nos Sub-Trechos

TRECHO EXPERIMENTAL

FIGURA 5.1-TIPOS DE VEÍCULOS DE CARGA ENVOLVIDOS EM ACIDENTES NO TRECHO EXPERIMENTAL.

SP-255

FIGURA 5.2-TIPOS DE VEÍCULOS DE CARGA ENVOLVIDOS EM ACIDENTES NA SP-255.

SP-304

FIGURA 5.3-TIPOS DE VEÍCULOS DE CARGA ENVOLVIDOS EM ACIDENTES NA SP-304.

SP-225

FIGURA 5.4-TIPOS DE VEÍCULOS DE CARGA ENVOLVIDOS EM ACIDENTES NA SP-225.

5.2 2º Passo - Acidentes Envolvendo Veículos de Carga por Rodovia em Sub-Trechos de 5 Km e Sub-Trechos de 1 Km.

Inicia-se a apresentação dos dados com os histogramas dos acidentes da SP-255, em sub-trechos de cinco quilômetros.

FIGURA 5.5-ACIDENTES OCORRIDOS NA SP-255 COM VEÍCULOS DE CARGA (SUB-TRECHOS DE 5 Km).

Na sequência tem-se os acidentes da SP-225, em sub-trechos de cinco quilômetros.

FIGURA 5.6-ACIDENTES OCORRIDOS NA SP-225 COM VEÍCULOS DE CARGA (SUB-TRECHOS DE 5 Km).

Como o sub-trecho da SP-304 tem apenas 6 Km apresenta-se os resultados desta rodovia apenas para a condição de sub-trechos de 1 Km.

FIGURA 5.7-ACIDENTES OCORRIDOS NA SP-304 COM VEÍCULOS DE CARGA, SUB-TRECHOS DE 1 Km (Km 296 ao Km 302).

Os acidentes da SP-255 e da SP-225 em sub-trechos de um quilômetro são apresentados na sequência para todos os sub-trechos onde ocorreu ao menos um acidente com um veículo de carga.

FIGURA 5.8-ACIDENTES OCORRIDOS NA SP-255 COM VEÍCULOS DE CARGA, SUB-TRECHOS DE 1 Km (Km 125 ao Km 135).

FIGURA 5.9-ACIDENTES OCORRIDOS NA SP-255 COM VEÍCULOS DE CARGA, SUB-TRECHOS DE 1 Km (Km 136 ao Km 146).

FIGURA 5.10-ACIDENTES OCORRIDOS NA SP-225 COM VEÍCULOS DE CARGA, SUB-TRECHOS DE 1 Km (Km 183 ao Km 190).

FIGURA 5.11-ACIDENTES OCORRIDOS NA SP-225 COM VEÍCULOS DE CARGA, SUB-TRECHOS DE 1 Km (Km 191 ao Km 199).

FIGURA 5.12-ACIDENTES OCORRIDOS NA SP-225 COM VEÍCULOS DE CARGA, SUB-TRECHOS DE 1 Km (Km 199 ao Km 205).

FIGURA 5.13-ACIDENTES OCORRIDOS NA SP-225 COM VEÍCULOS DE CARGA, SUB-TRECHOS DE 1 Km (Km 205 ao Km 211).

Na sequência tem-se o 3º Passo, onde apresenta-se os acidentes ocorridos em "loais críticos"

5.3 3º Passo - Acidentes Envolvendo Veículos de Carga em "locais críticos" ou "regiões críticas".

Neste passo apresenta-se os acidentes ocorridos em quatro locais ou regiões críticas do trecho estudado a título de exemplificação da aplicação do método. São os seguintes:

1. Rampa da SP-304
2. Curva Vertical Convexa da SP-255
3. Cruzamento de Pederneiras na SP-225
4. Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária.

5.3.1 Acidentes Ocorridos na Rampa da SP-304, que vai do Km 299+200 ao Km 302+000.

TIPOS DE ACIDENTES OCORRIDOS

FIGURA 5.14-ACIDENTES OCORRIDOS NA RAMPA DA SP-304 COM VEÍCULOS DE CARGA.

GEOMETRIA DA REGIÃO CRÍTICA

TABELA 5.1-CARACTERIZAÇÃO DA RAMPA PERTENCENTE À SP-304.

a)Perfil

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4	segmento 5
302+000	301+300	301+000	300+100	299+900
301+300	301+000	300+100	299+900	299+200
i (%) -2,3	i (%) -5,5	i (%) -6,6	i (%) 0	i (%) -6,6

b)Planta

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4	segmento 5
302+000	301+300	301+000	300+100	299+900
301+300	301+000	300+100	299+900	299+200
r (m) 999	r (m) 999	r (m) 999	r (m) 999	r (m) 999

a)Perfil

b)Planta

ARARAQUARA

BAURU

FIGURA 5.15-CARACTERIZAÇÃO DA RAMPA DA SP-304.

5.3.2 Acidentes Ocorridos na Curva Vertical Convexa da SP-255, que vai do Km 125+000 ao Km 127+550.

TIPOS DE ACIDENTES OCORRIDOS

FIGURA 5.16-ACIDENTES OCORRIDOS COM VEÍCULOS DE CARGA NA CURVA VERTICAL CONVEXA DA SP-225.

GEOMETRIA DA REGIÃO CRÍTICA

TABELA 5.2-CARACTERIZAÇÃO DA CURVA VERTICAL CONVEXA DA SP-255.

a) Perfil

segmento1	segmento2	curva	segmento3	segmento4	segmento 5	segmento6
125+000	125+750	126+250	126+450	126+600	127+000	127+250
125+750	126+250	126+450	126+600	127+000	127+250	127+550
i (%) +2,5	i (%) +6,5	D(m) 200	i (%) -4,2	i (%) +3,5	i (%) +7,2	i (%) +6,3

b) Planta

segmento1	segmento2	curva	segmento3	segmento4	segmento5	segmento6
125+000	125+750	126+250	126+450	126+600	127+000	127+250
125+750	126+250	126+450	126+600	127+000	127+250	127+550
r(m) 999	r(m) 999	Dv(m) 240	r(m) 999	r(m) 999	r(m) -120	r(m) 999

a) Perfil

b) Planta

FIGURA 5.17-CARACTERIZAÇÃO DA CURVA VERTICAL CONVEXA DA SP-255.

5.3.3 Acidentes Ocorridos no Cruzamento de Pederneiras, que vai do Km 205+000 ao Km 207+300.

TIPOS DE ACIDENTES OCORRIDOS

FIGURA 5.18-ACIDENTES OCORRIDOS COM VEÍCULOS DE CARGA NO CRUZAMENTO DE PEDERNEIRA NA SP-225.

GEOMETRIA DA REGIÃO CRÍTICA

TABELA 5.3-CARACTERIZAÇÃO DO CRUZAMENTO DE PEDERNEIRAS NA SP-225.

a) Perfil

		Cruzamento da SP-255 Pederneiras			
segmento 1	segmento 2	Km 206+183	segmento 4	segmento 5	segmento 6
205+000	205+700	Ri(m) 23,30	206+250	206+700	207+050
205+700	206+050	Re(m) 28,80	206+700	207+050	207+300
l_1 (m) 700	l_2 (m) 350	Dv(m) 550	l_4 (m) 450	l_5 (m) 350	l_6 (m) 250
i_1 (%) -5,5	i_2 (%) +5,2	i_3 (%) +5,2	i_4 (%) +4,8	i_5 (%) +1,6	i_6 (%) +7,0

b) Planta

segmento 1	segmento 2	Cruzamento	segmento 4	segmento 5	segmento 6
205+000	205+700	Ri(m) 23,30	206+250	206+700	207+050
205+700	206+050	Re(m) 28,80	206+700	207+050	207+300
r_1 (m) 999	r_2 (m) 999	D(m) 200	r_4 (m) 999	r_5 (m) 999	r_6 (m) 999

a) Perfil

b) Planta

FIGURA 5.19-CARACTERIZAÇÃO DO CRUZAMENTO DE PEDERNEIRAS NA SP-225.

5.3.4 Acidentes Ocorridos na Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária, que vai do Km 297+200 na SP-304 ao Km 185+000 na SP-225.

TIPOS DE ACIDENTES OCORRIDOS

FIGURA 5.20-ACIDENTES OCORRIDOS COM VEÍCULOS DE CARGA NA ROTATÓRIA DE JAU-POLÍCIA RODOVIÁRIA.

GEOMETRIA DA REGIÃO CRÍTICA

TABELA 5.4-CARACTERIZAÇÃO DA ROTATÓRIA DE JAU-POLÍCIA RODOVIÁRIA.

a) Perfil

		Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária		
segmento 1	segmento 2	Km 206+183	segmento 4	segmento 5
297+200	296+500	Ri(m) 80	183+400	184+700
296+500	296+000	Re(m) 88	184+700	185+000
i ₁ (%) +3,3	i ₂ (%) +2,5	i(%) 0	i ₄ (%) 0	i ₅ (%) +1,5

b) Planta

segmento 1	segmento 2	Rotatória	segmento 4	segmento 5
205+000	205+700	Ri(m) 80	206+250	206+700
205+700	206+050	Re(m) 88	206+700	207+050
r ₁ (m) 999	r ₂ (m) 999	Dv(m) 500	r ₄ (m) 999	r ₅ (m) 999

a) Perfil

b) Planta

FIGURA 5.21-CARACTERIZAÇÃO DA ROTATÓRIA DE JAU-POLÍCIA RODOVIÁRIA.

5.4 VOLUME DIÁRIO MÉDIO POR TIPO DE VEÍCULO.

Os volumes diários médios (VDMs) por tipo de veículos foram obtidos dos anuários estatísticos feitos pelo DER-SP, e foram utilizados para os cálculos de taxas de acidentes apresentados no 1º e 2º passo.

Os volumes coletados pertencem aos anos de 1988, 1989 e 1991, e o de 1990 foi estimado, pois não foi realizado o censo. Por esta razão, consideraremos o censo de 1990 como a média aritmética entre os censos dos anos de 1989 e 1991.

A determinação do VDM foi efetuada por amostragem, com a coleta estatística realizada nos meses de abril, julho e outubro, obedecendo ainda à fixação dos dias da semana, a saber:

Abril : quarta-feira e quinta-feira.

Julho : sexta-feira e sábado.

Outubro : domingo, segunda-feira e terça-feira.

O VDM de cada trecho apresentado, resulta da soma das contagens de trânsito efetuadas nas duas direções, como vemos nas tabelas a seguir.

TABELA 5.5-VDM DOS SUB-TRECHOS

a)SP-255

VEICULO	1988	1989	1990	1991
LEVE	3367	3475	3462	3448
MÉDIO	618	636	634	632
SEMI-PESADO	576	594	590	586
PESADO E EXTRA-PESADO	256	264	262	260
ÔNIBUS	103	106	100	93
NÚMERO DE VEÍCULO DE CARGA	1450	1494	1486	1478
TOTAL	4920	5075	5048	5019

b)SP-304

VEICULO	1988	1989	1990	1991
LEVE	6890	7086	7055	7023
MÉDIO	1306	1328	1330	1332
SEMI-PESADO	1721	1795	1811	1826
PESADO E EXTRA-PESADO	843	859	863	866
ÔNIBUS	270	284	280	275
NÚMERO DE VEÍCULO DE CARGA	3870	3982	4004	4024
TOTAL	11030	11352	11339	11322

c)SP-225

VEICULO	1988	1989	1990	1991
LEVE	5329	5518	5540	5562
MÉDIO	885	915	917	919
SEMI-PESADO	1164	1297	1298	1299
PESADO E EXTRA-PESADO	573	589	578	567
ÔNIBUS	213	230	237	244
NÚMERO DE VEÍCULO DE CARGA	2622	2801	2793	2785
TOTAL	8164	8549	8570	8591

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na análise dos resultados procurar-se-á mostrar como interpretar os resultados do método proposto e como a geometria da via contribui para a ocorrência de acidentes no trecho experimental.

6.1 ANÁLISE DO TRECHO EXPERIMENTAL - 1º PASSO.

Da figura 5.1 observa-se que no trecho experimental ocorrem muitos acidentes envolvendo veículos de carga leves e semi-pesados (78-leves e 85-semi-pesados), enquanto tem-se apenas 6 acidentes envolvendo veículos pesados e extra-pesados.

Uma hipótese que parece razoável para explicar o alto número de acidentes envolvendo veículos de carga leves e semi-pesados é que, por ser uma região canavieira, existe a contratação de veículos terceirizados, que na maioria são veículos antigos, em mal estado de conservação, que levam cargas bem acima do limite de peso.

Quanto à análise por sub-trecho, as figuras 5.2, 5.3, 5.4 e as tabelas D.2, D.3 e D.4 permitem observar que a SP-304, apesar de ter VDM maior que os outros sub-trechos, tem taxa de acidentes maior que a taxa de acidentes da SP-255 e SP-225. Isso se deve em parte ao fato de a extensão desse sub-trecho ser bem menor que o dos outros dois. Assim, mesmo tendo um número de acidentes menor que o da SP-225, constitui um trecho de maior periculosidade.

Nos três sub-trechos o VDM dos veículos de carga médios é quase 6 vezes maior que o VDM de veículo de cargas semi-pesados, mas o número de acidentes envolvendo veículos de carga semi-pesados é maior nos sub-trechos da SP-225 e da SP-304 e quase igual na SP-255.

Em relação aos veículos de carga pesados e extra-pesados nota-se que, ao contrário do que se esperava no início da pesquisa, ocorreram poucos acidentes envolvendo esses tipos de veículos no período analisado (6 acidentes), não sendo possível portanto, estabelecer comparações confiáveis com as outras categorias de tráfego. Nota-se entretanto no sub-trecho da SP-225, tabela D.4, que as taxas de acidentes dos veículos pesados e extra-pesados TAC_4 são comparáveis com as taxas de acidentes globais TAC_1 .

6.2 ANÁLISE REFERENTE AOS SUB-TRECHOS DE 5 Km E 1 Km - 2º PASSO.

SP-255

Dos resultados apresentados na tabela D.5 observa-se que na SP-255, o sub-trecho que vai do Km 143 ao Km 148 se destaca com taxa de acidentes elevada.

Nesse sub-trecho, conforme mostrado na figura 5.5, existe uma rampa longa, a qual pode ser o principal agente provocador da elevada taxa de acidentes nesse sub-trecho. No terceiro passo essa análise será ampliada.

SP-225

Na SP-225, tem-se o sub-trecho que vai do Km 185 ao Km 190 com taxa de acidentes elevada, e dois sub-trechos, do Km 200 ao Km 205 e do Km 205 ao Km 211, com taxas de acidentes também consideráveis. Apesar da taxa de acidentes ser expressiva, a topografia e a geometria do sub-trecho do Km 185 ao Km 190 é boa, com boas distâncias de visibilidades em cruzamentos e rampas curtas e com baixa inclinação, se comparado com o sub-trecho da SP-255 que vai do Km 143 ao Km 148, e o cruzamento do Posto Concha de Ouro, por ter caracterização geométrica ruim, pode contribuir com o alto número de acidentes.

SP-304

Na SP-304, tendo em vista que o sub-trecho é curto, analisou-se as taxas de acidentes em sub-trechos de 1 Km de comprimento. Nota-se que, de uma forma geral, vários sub-trechos de 1 km da SP-304 têm taxas de acidentes muito elevadas, mesmo comparando-os com os sub-trechos críticos de 5 Km da SP-255 e da SP-225..

O sub-trecho mais crítico da SP-304 é do Km 296+000 ao Km 297+000, onde tem-se 27 acidentes, TAC=138,80 e VDM=11.000. Por essa razão, esse local será analisado em detalhe no terceiro passo.

Do Km 298 ao Km 299 tem-se TAC=83,30 e um total de 15 acidentes ocorridos no período de 1988 a 1991. Levanta-se a hipótese de que a localização de dois cruzamentos em nível nesse sub-trecho constitui o principal fator gerador da elevada taxa de acidentes. Como ele é menos crítico do que o cruzamento de Pederneiras decidiu-se, neste estudo, contemplar apenas o cruzamento mais crítico do trecho como um todo. Em um trabalho de engenharia de segurança, esse segundo passo indica claramente a necessidade de estudar em detalhe também esse sub-trecho. Isso tanto é verdade que o DER-SP já tomou providências e construiu uma passagem em desnível.

A análise do segundo passo objetivou mostrar como se converge para as regiões críticas de cada um dos sub-trechos. No terceiro passo serão apresentadas análises de cada um dos topos de locais geometricamente críticos no trecho de estudos como um todo, tendo, para efeito do estudo de caso, sido escolhidos os locais onde o número de acidentes foi máximo, e não necessariamente locais inseridos em sub-trechos identificados como críticos no segundo passo.

6.3 ANÁLISE REFERENTE AOS "LOCAIS OU REGIÕES CRÍTICAS" - 3º PASSO.

Caso 1. Rampa da SP-304

Conforme pode ser observado na figura 5.15a a rampa de 2.800 m é dividida em 5 segmentos, sendo que o primeiro tem 300 m de comprimento com 6,6% de inclinação, seguido de um segmento de 200 m em nível, seguido de outra rampa, esta com 900 m de comprimento e 6,6% de inclinação, seguida de outra rampa com 300m de comprimento e 5,5% de inclinação e, finalmente, outra rampa com 700 m de comprimento e 2,3% de inclinação.

De acordo com a classificação das Rodovias do DER-SP, a SP-304 neste trecho, no contorno de Jau, pertence à classe E, pois o trecho tem um VDM maior do que 4.401 veículos/dia. A recomendação do DER-SP é que, para essa classe de rodovia, que tem VDM da ordem de 11.000 veículos/dia, em regiões planas a inclinação máxima seja de 3%, em regiões onduladas a inclinação máxima seja de 4% e em regiões montanhosas a inclinação máxima seja de 5%.

Nota-se portanto, que nesta região crítica ocorrem três segmentos de rampa com inclinação superior ao tecnicamente estabelecido pelo DER-SP, para uma região ondulada.

A rampa de 2.800 m tem uma inclinação média de 4,9%, o que indica que, de acordo com a tabela de "Perda de Velocidade em Rampas" do DER-SP, um veículo de carga semi-pesado com 23t de PBTC, chega ao final desta rampa com uma velocidade da ordem de 20 Km/h, enquanto um caminhão reboque, com 35t de PBTC pela tabela do DER-SP chega ao final desta mesma rampa com uma velocidade de 24 Km/h. Cabe ressaltar entretanto, que o valor de 35t de PBTC para esse tipo de veículo não é realista, uma vez que, pela lei da balança, esse tipo de veículo pode trafegar com PBTC variando de 43,5 a 47,3t, o que implica em relações potência/peso inferiores e portanto velocidades finais na rampa menores.

A velocidade mínima que um veículo pode trafegar por uma rodovia, exigida por lei, é a metade da velocidade de projeto (art.41 do Regulamento do Código Nacional de Trânsito, conforme o decreto 62/127 de 16/01/68), a qual, nesta rodovia, é de 80Km/h. Portanto, se os caminhões reboques, ou os caminhões semi-reboques, não conseguem desenvolver a velocidade mínima exigida por lei, deve-se analisar a necessidade de uma revisão no projeto geométrico do trecho em estudo, que será discutido mais adiante nas conclusões.

Em relação aos acidentes ocorridos nesta rampa envolvendo veículos de carga, nota-se que nos anos de 1988 a 1991, ocorreram dois abalroamentos longitudinais e cinco colisões traseiras, conforme figura 5.14.

Observa-se nessa região a ocorrência de acidentes característicos de rampas longas e íngremes quais sejam: abalroamento longitudinal, o qual ocorre na tentativa de ultrapassagem, e colisão traseira, o qual ocorre por causa da baixa velocidade dos veículos de carga em rampas em relação a veículos mais velozes que vêm atrás e, não tendo a percepção de que a velocidade do veículo da frente é tão baixa, não conseguem frear a tempo.

Caso 2. Curva Vertical Convexa da SP-255

Conforme pode ser observado na tabela 5.5a, também esse sub-trecho se insere na classe E de acordo com a classificação de rodovias do DER-SP.

Analisando-se os segmentos que compreendem a curva vertical convexa, conforme a figura 5.17a, tem-se 3 segmentos críticos, um com 500 m de comprimento e 6,5% de inclinação, depois uma rampa de 750 m com 2,5% de inclinação, outro segmento, com apenas 250 m de comprimento, mas com 7,2% de inclinação, seguido de outra rampa com 300 m de comprimento e 6,3% de inclinação.

Aqui existe o mesmo problema do local anteriormente estudado, que é a recomendação do DER-SP de, em regiões onduladas, a rampa ter no máximo 4% de inclinação em rodovias de classe E.

Em relação ao sub-trecho de 750 m com 2,5% de inclinação, se um caminhão semi-pesado com 23t de PBTC entra nesta rampa com uma velocidade de 80 Km/h, ele chega ao final dos 750 m com uma velocidade igual a 48 Km/h, tendo ainda que superar mais 500 m de rampa com 6,5% de inclinação, onde chegará com uma velocidade igual a 24 Km/h.

Analisando a curva vertical convexa em estudo, encontra-se uma diferença algébrica das inclinações das rampas adjacentes igual a 10,7%, a qual, para uma rodovia com velocidade de projeto igual a 80 Km/h, deveria ter comprimento mínimo de curva igual a 300 metros. Entretanto, tem-se um desenvolvimento de apenas 200 metros nesta curva.

Relativamente aos acidentes, observou-se no período de 1988 a 1991, 3 colisões traseiras e 1 abalroamento longitudinal, conforme mostrado na figura 5.16.

Nota-se que os tipos de acidentes ocorridos no trecho desta curva vertical convexa, ou seja, colisão traseira e abalroamento longitudinal, são típicos de curva vertical convexa. Assim, é lícito levantar a hipótese de que houve tentativas de ultrapassagens de um veículo mais veloz sobre um veículo de carga lento, o qual, tendo visto que havia outro veículo no sentido contrário, não teve tempo para completar a ultrapassagem procurando, sem sucesso, retornar para a sua faixa, vindo a abalroar longitudinalmente o veículo de carga.

Em relação às colisões traseiras, devido à rampa adjacente muito longa e de alta inclinação, os veículos de alta velocidade que sobem a rampa não conseguem uma frenagem a tempo de evitar as colisões traseiras com os veículos de carga que trafegam lentamente pela rampa.

Caso 3. Cruzamento de Pederneiras da SP-225,

Conforme pode-se observar na tabela 5.5c, como nos casos anteriores, o Cruzamento de Pederneiras também insere-se na classe E da classificação de rodovias do DER-SP. Na análise do cruzamento de Pederneiras na SP-225, cuja geometria é mostrada na figura 5.19, tem-se um segmento com declive de 700 m com inclinação de 5,5% e em seguida 1.600 m de aclave, sendo 350 m com 5,2%, 450 m com 4,8%, 350 m com 1,6% e finalmente uma rampa de 250 m com 7,0% de inclinação.

Ve-se que nos 1.600 m de aclave, ocorrem quatro segmentos, sendo que três deles têm inclinação maior do que a recomendada pelo DER-SP. A inclinação média da rampa total de 1.600 m é igual a 3,9%, que é uma inclinação média aceitável, resultante dos 350 m com inclinação igual a 1,6%.

Admitindo-se um caminhão semi-pesado com 23t entrando na rampa ascendente (segmento 2), à velocidade de 80 Km/h, ele chegará ao final deste segmento a uma velocidade de 40 Km/h, que é a velocidade mínima exigida por lei, a partir daí, sua velocidade continuará a reduzir, porque ele deverá percorrer ainda os segmentos 3,4 e 5, chegando ao final do segmento 5 com aproximadamente 10 km/h.

Analisando-se a rampa de 1.600 m como uma rampa única com uma inclinação média igual a 3,9%, um caminhão semi-pesado com 23t, chegará ao final desta rampa com uma velocidade da ordem de 20 Km/h, isto se ele estiver trafegando com uma relação potência/peso igual a 6,5 hp/t, o que na maioria dos casos é uma hipótese otimista

Do ponto de vista da geometria horizontal, o Cruzamento de Pederneiras pode ser considerado satisfatório, pois tem raios interno e externo suficientes para uma conversão e/ou um cruzamento dos veículos de carga. A boa distância de visibilidade existente neste cruzamento nos dois sentidos, favorece a aprovação da localização e da caracterização do cruzamento de Pederneiras.

Em relação aos acidentes ocorridos no cruzamento de Pederneiras, envolvendo veículos de carga, tem-se no período de 1988 a 1991, 1 abalroamento longitudinal, 2 abalroamentos transversais e 2 colisões traseiras, conforme mostrado na figura 5.18.

Em relação ao abalroamento longitudinal, que não é um tipo de acidente característico de cruzamentos, presume-se que este acidente deva ter ocorrido na rampa que passa pelo cruzamento de Pederneiras, onde um veículo na tentativa de ultrapassar um veículo de carga que trafegava na rampa a baixa velocidade, e tendo visto outro veículo no sentido contrário abalroou longitudinalmente o veículo de carga, na tentativa de voltar à sua faixa de tráfego.

Nos dois abalroamentos transversais, que são acidentes típicos de ocorrência em cruzamentos em nível, levanta-se a hipótese de que um veículo, na tentativa de cruzar a pista principal sem o devido cuidado, abalroou transversalmente o veículo que trafegava pela SP-225, ou vice-versa. Nesse local entretanto, parece razoável a recomendação de uma melhora na caracterização geométrica da rampa, pois um veículo de carga na tentativa de efetuar o cruzamento e, não tendo idéia da velocidade que um veículo de passageiro se aproxima, pode vir a ser abalroado transversalmente, devido à baixa aceleração e demora para completar o cruzamento.

As colisões traseiras ocorridas também são acidentes típicos de cruzamentos, onde um veículo, ao entrar no ramo do cruzamento na intenção de cruzar a rodovia principal, inicia a frenagem com atraso e não consegue uma parada total em tempo de evitar uma colisão traseira. As colisões traseiras ocorrem possivelmente quando os veículos da frente freiam para entrar na rotatória, e os motoristas dos veículos que trafegam atrás, estando distraídos, ou sem a devida atenção para um local como este, não conseguem frear seus veículos em tempo de evitar a colisão.

Levanta-se a hipótese de que uma mudança na caracterização geométrica, em termos de raios interno e externo, comprimento dos ramos de acesso e saída do cruzamento e inclinação das rampas da rodovia principal, pode contribuir para a redução deste tipo de acidente.

Caso 4. Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária.

Analisando-se o trecho que compreende a rotatória de Jau-Polícia Rodoviária, vê-se que é um trecho onde aparentemente a geometria é boa, pois, antes da rotatória, no sentido Araraquara-Bauru, trafegando pela SP-304, tem-se uma rampa de 700 m de comprimento e 3,3% de inclinação e em seguida outra rampa com 500 m de comprimento e 2,5% de inclinação.

Após a rotatória, no mesmo sentido, tem-se 1.300 m em nível e em seguida uma rampa de apenas 300 m de comprimento com inclinação igual a 1,5%.

Comparando-se entretanto a Rotatória de Jau-SBT (ver Anexo A) com a Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária, vê-se que a primeira, além da boa distância de visibilidade do fluxo de quem trafega na rotatória, possui diâmetro muito maior que a segunda, com comprimentos dos trechos de entrelaçamento suficientes para a tomada de decisão, enquanto que na Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária o motorista de um veículo tem apenas boa distância de visibilidade das rampas, mas não tem comprimento do trecho de entrelaçamento suficiente para decidir qual a direção seguir. Além disso, no primeiro caso, as faixas de tráfego têm sobrelargura suficiente para o tráfego de dois veículos de carga, enquanto no segundo caso existe apenas uma faixa de tráfego para o entrelaçamento.

Os acidentes envolvendo veículos de carga ocorridos na rotatória de Jau-Polícia Rodoviária, constituem-se em sete abalroamentos longitudinais, sete colisões traseiras e nove choques com veículos parados, conforme pode ser observado na figura 5.20.

Todos os acidentes ocorridos são característicos de ocorrência em rotatórias. Os abalroamentos longitudinais, possivelmente ocorrem quando um veículo entra na rotatória em velocidade muito alta para a geometria restrita do local, sem a devida atenção à sinalização de parada antes de entrar na rotatória.

As colisões traseiras ocorrem possivelmente quando os veículos da frente freiam para entrar na rotatória, e os motoristas dos veículos que trafegam atrás estando distraídos, ou sem a devida atenção para um local como este, não conseguem frear seus veículos em tempo de evitar a colisão.

Levanta-se a hipótese de que uma mudança na caracterização geométrica da Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária, em termos de raios interno e externo, comprimentos de entrelaçamentos e sobrelargura, pode contribuir para a redução deste tipo de acidente.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 CONCLUSÕES

- O banco de dados do Sistema de Acidentes de Trânsito - SAT do DER-SP, construído a partir dos dados dos Relatórios de Acidentes de Trânsito é deficiente e precisa ser melhorado, particularmente no que diz respeito à caracterização tecnológica do veículo de carga.
- Apesar das limitações dos dados dos Relatórios de Acidentes de Trânsito e dos levantamentos de dados de volume de tráfego por categoria de veículos (VDMs) existentes no Estado de São Paulo, o modelo permite, em princípio, estabelecer relações entre tipos de acidentes e condições geométricas de regiões ou locais críticos nas rodovias.
- A análise dos resultados de um estudo de caso mostra que existem fortes indícios de que a hipótese estabelecida para esta pesquisa não pode ser rejeitada, ou seja, há de fato uma relação entre acidentes envolvendo veículos de carga e a geometria da via.
- O levantamento expedito da geometria da via proposto e utilizado neste estudo fornece resultados suficientemente precisos para a avaliação pretendida. Sugere-se por outro lado que, dada a dificuldade de sua realização em projetos de grande escala, ele seja substituído por um método mais moderno usando um GPS móvel a partir do qual se alimente um modelo de CAD para reproduzir o traçado "as built" da via.

- O levantamento expedito do trecho experimental mostrou que, em vários locais, por razões desconhecidas, a estrada às vezes é construída fora das especificações estabelecidas pelo próprio órgão responsável pelo projeto, construção e operação.
- O estudo de caso mostra que rampas longas e íngremes sem terceira faixa são potenciais causas de acidentes envolvendo veículos de carga. Mostra-se também que as rampas do trecho experimental, as quais não possuem terceira faixa, implicam em velocidades mínimas de tráfego dos veículos de carga que são incompatíveis com os limites legalmente estabelecidos no Código Nacional de Trânsito.
- Ve-se neste trabalho que para o uso do dispositivo de entroncamento do tipo rotatória em vias de classe E requer raios de curvatura e distâncias mínimas de entrelaçamento maiores do que as utilizadas na rotatória crítica analisada no estudo de caso. Sugere-se um aprofundamento da pesquisa no sentido de determinar quais seriam as distâncias mínimas adequadas e quando o dispositivo deve ser substituído por uma interseção em desnível.
- Este estudo constitui um primeiro passo, a nível de Brasil, no sentido de avaliar as condições geométricas da via como fator causador de acidentes de trânsito, e os seus resultados promissores permitem recomendar a continuidade dessa pesquisa, estendendo-a a um universo maior de rodovias. Essa amostra maior permitiria estabelecer referências mais confiáveis e nortear a revisão dos critérios e normas para o projeto geométrico de rodovias no Brasil.
- Sugere-se ainda que seja investigada a relação de acidentes com a geometria das curvas horizontais em termos de raios mínimos e superelevação.

7.2 RECOMENDAÇÕES

As recomendações referem-se à geometria das rodovias, ao preenchimento das RAT's e relativas à caracterização tecnológica e fiscalização dos veículos de carga.

- As rampas com 4% de inclinação devem ter no máximo 500 m de comprimento, e as que tiverem mais, devem ter faixa adicional, pois em uma rampa com mais de 500 m, a velocidade de um caminhão semi-pesado com 23 toneladas e relação potência/peso de 6,5 hp/t fica abaixo de 40 Km/h, como pode-se ver no caso da rampa da SP-304.
- As rampas com mais de 4% de inclinação devem, independente do comprimento, ter faixas adicionais, pois caminhões semi-pesados com 23t e relação potência/peso de 6,5 hp/t trafegam a velocidade de 32 Km/h em uma rampa com 6% de inclinação e 375 m de comprimento, por exemplo.
- Localizar cruzamentos em locais onde se tenha boa distância de visibilidade, com raios interno e externo suficientes para conversões seguras e posicionamento adequado dos veículos de carga quando param para cruzar a via principal, para que o motorista consiga enxergar os dois sentidos da rodovia antes de cruzá-la, .
- Não passar rampas com inclinação alta por cruzamentos, para evitar que os veículos de carga que fazem a conversão obstruam a rodovia principal por um tempo longo, como no caso do cruzamento de Pederneiras.
- Construir faixas de aceleração e de desaceleração em cruzamentos, para que os veículos de carga ao entrar na rodovia principal tenham velocidade satisfatória, e ao sair tenham velocidade adequada para percorrer o ramo.
- Não localizar cruzamentos entre duas curvas verticais convexas, o que ocasiona baixa distância de visibilidade, como o Cruzamento de Bocaina-Guarapuã na SP-255.

- Em rodovias de classe E, não construir rotatórias com raios interno e externo sem que se tenha largura suficiente para duas faixas de tráfego e comprimentos dos trechos de entrelaçamento suficientes para que um veículo de carga consiga mudar de faixa ou continuar na mesma sem abalroar outro veículo que trafega pela rotatória, e ramos longos, que permitam avistar um veículo que trafega pela rotatória e também um veículo que esteja parado para entrar na rotatória, como na Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária.
- Em rotatórias, sinalizar com bastante clareza de quem é a preferencial em convergência de pistas.
- Sinalizar a entrada de uma rotatória geometricamente limitada com sonorizadores de 200 em 200 m ao menos um quilômetro antes, apenas com o objetivo de alertar os motoristas.
- Manter sempre bem conservada a sinalização horizontal, vertical e capinação ao menos dois quilômetros antes de uma rotatória e na rotatória.
- Localizar as rotatórias em locais onde tem-se boas distâncias de visibilidade e rampas de acesso com inclinação baixa.
- Melhorar a qualidade e total preenchimento dos Relatórios de Acidentes de Trânsito, para que se consiga utilizá-la na obtenção de dados, à respeito da rodovia, dos veículos envolvidos nos acidentes e das condições meteorológicas na hora e no local da ocorrência de acidentes.
- Inserir nos Relatórios de Acidentes de Trânsito novos campos de preenchimento contendo dados de potência, peso e tipo de carga que os veículos de carga transportam.
- Treinar os policiais para o correto preenchimento dos Relatórios de Acidentes de Trânsito, pois existem confusões das definições de nomenclaturas.
- Fiscalizar o peso, o comprimento e a relação potência/peso dos veículos de carga que trafegam pelas rodovias.

ANEXO A

LEVANTAMENTOS DE "LOCAIS CRÍTICOS" OU "REGIÕES CRÍTICAS" DO TRECHO EXPERIMENTAL.

RAMPAS

SP 304

a)Perfil

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4	segmento 5
Ki 302+000	Ki 301+300	Ki 301+000	Ki 300+100	Ki 299+900
Kf 301+300	Kf 301+000	Kf 300+100	Kf 299+900	Kf 299+200
i(%) -2,3	i(%) -5,5	i(%) -6,6	i(%) 0	i(%) -6,6

b)Planta

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4	segmento 5
Ki 302+000	Ki 301+300	Ki 301+000	Ki 300+100	Ki 299+900
Kf 301+300	Kf 301+000	Kf 300+100	Kf 299+900	Kf 299+200
r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999

SP 304

a)Perfil

segmento 1	segmento 2	segmento 3
Ki 299+200	Ki 298+700	Ki 298+500
Kf 298+700	Kf 298+500	Kf 298+150
i(%) +4,5	i(%) +1,8	i(%) +5,6

b)Planta

segmento 1	segmento 2	segmento 3
Ki 299+200	Ki 298+700	Ki 298+500
Kf 298+700	Kf 298+500	Kf 298+150
r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999

SP 304

a)Perfil

segmento 1	segmento 2	segmento 3
Ki 297+600	Ki 297+200	Ki 296+500
Kf 297+200	Kf 296+500	Kf 296+000
i(%) +2,0	i(%) +3,3	i(%) +2,5

b)Planta

segmento 1	segmento 2	segmento 3
Ki 297+600	Ki 297+200	Ki 296+500
Kf 297+200	Kf 296+500	Kf 296+000
r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999

SP 255

a)Perfil

segmento 1	segmento 2
Ki 125+000	Ki 125+700
Kf 125+700	Kf 126+250
i(%) +2,5	i(%) +6,5

b)Planta

segmento 1	segmento 2
Ki 125+000	Ki 125+700
Kf 125+700	Kf 126+250
r(m) 999	r(m) 999

SP 255

a)Perfil

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4	segmento 5
Ki 138+800	Ki 139+100	Ki 139+350	Ki 140+000	Ki 140+250
Kf 139+100	Kf 139+350	Kf 140+000	Kf 140+250	Kf 140+650
i(%) -4,5	i(%) -3,2	i(%) -2,8	i(%) -4,5	i(%) -6,2

b)Planta

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4	segmento 5
Ki 138+800	Ki 139+100	Ki 139+350	Ki 140+000	Ki 140+250
Kf 139+100	Kf 139+350	Kf 140+000	Kf 140+250	Kf 140+650
r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999

SP 255

a)Perfil

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4
Ki 142+400	Ki 143+200	Ki 143+500	Ki 143+700
Kf 143+200	Kf 143+500	Kf 143+700	Kf 144+250
i(%) -3,8	i(%) -5,2	i(%) -6,8	i(%) -9,6

b)Planta

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4
Ki 142+400	Ki 143+200	Ki 143+500	Ki 143+700
Kf 143+200	Kf 143+500	Kf 143+700	Kf 144+250
r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999

SP 255

a)Perfil

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4	segmento 5	segmento 6
Ki 144+700	Ki 145+250	Ki 145+750	Ki 146+000	Ki 146+450	Ki 146+900
Kf 145+250	Kf 145+750	Kf 146+000	Kf 146+450	Kf 146+900	Kf 147+750
i(%) +7,0	i(%) +5,0	i(%) +4,0	i(%) +3,5	i(%) +3,0	i(%) +2,0

b)Planta

segmento 1	segmento 2	segmento 3	segmento 4	segmento 5	segmento 6
Ki 144+700	Ki 145+250	Ki 145+750	Ki 146+000	Ki 146+450	Ki 146+900
Kf 145+250	Kf 145+750	Kf 146+000	Kf 146+450	Kf 146+900	Kf 147+750
r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999	r(m) 999

CURVA VERTICAL CONVEXA DA SP-255

a)Perfil

segmento1	segmento2	curva	segmento3	segmento4	segmento 5	segmento6
Ki125+000	Ki125+750	Ki 126+250	Ki126+450	Ki126+600	Ki127+000	Ki127+250
Kf125+750	Kf126+250	Kf 126+450	Kf126+600	Kf127+000	Kf127+250	Kf127+550
i(%) +2,5	i(%) +6,5	D(m) 200	i(%) -4,2	i(%) +3,5	i(%) +7,2	i(%) +6,3

b)Planta

segmento1	segmento2	curva	segmento3	segmento4	segmento5	segmento6
Ki 125+000	Ki 125+750	Ki 126+250	Ki 126+450	Ki 126+600	Ki 127+000	Ki 127+250
Kf 125+750	Kf 126+250	Kf 126+450	Kf 126+600	Kf 127+000	Kf 127+250	Kf 127+550
r(m) 999	r(m) 999	Dv(m) 240	r(m) 999	r(m) 999	r(m) -120	r(m) 999

CRUZAMENTO DE PEDRO ALEXANDRINO

SP 255

Km 129+286

a) Perfil

			Cruzamento de Pedro Alexandrino			
segmento 1	segmento 2	segmento 3	Km 129+286	segmento 5	segmento 6	segmento 7
Ki 128+250	Ki 128+700	Ki 129+000	Ri(m) 11,40	Ki 129+330	Ki 129+750	Ki 130+100
Kf 128+700	Kf 129+000	Kf 129+250	Re(m) 16,90	Kf 129+750	Kf 130+100	Kf 130+330
i ₁ (%) 2,8	i ₂ (%) +2,8	i ₃ (%) +2,8	i ₄ (%) +3,6	i ₅ (%) +3,5	i ₆ (%) 0	i ₇ (%) -1,0

b) Planta

segmento 1	segmento 2	segmento 3	Km 206+183	segmento 5	segmento 6	segmento 7
Ki 128+250	Ki 128+700	Ki 129+250	Ki 129+000	Ki 129+330	Ki 129+750	Ki 130+100
Kf 128+700	Kf 129+000	Kf 129+330	Kf 129+250	Kf 129+750	Kf 130+100	Kf 130+330
r ₁ (m) 999	r ₂ (m) +220	r ₃ (m) 999	Dv(m) 999	r ₅ (m) 999	r ₆ (m) 999	r ₇ (m) 999

CRUZAMENTO DE BOCÂINA-GUARAPUÃ

SP 255

a) Perfil

			Cruzamento de Bocaina- Guarapuã da SP-255			
segmento 1	segmento 2	Km 206+183	segmento 4	segmento 5	segmento 6	segmento 7
Ki 132+300	Ki 132+500	Ri(m) 29,20	Ki 133+500	Ki 133+600	Ki 133+900	Ki 134+300
Kf 132+500	Kf 133+350	Re(m) 34,80	Kf 133+600	Kf 133+900	Kf 134+300	Kf 134+500
i ₁ (%) 2,6	i ₂ (%) +7,0	i ₃ (%) 0	i ₄ (%) +4,0	i ₅ (%) +4,0	i ₆ (%) -5,5	i ₇ (%) +4,5

b) Planta

segmento 1	segmento 2	Km 206+183	segmento 4	segmento 5	segmento 6	segmento 7
Ki 132+300	Ki 132+500	Ri(m) 29,20	Ki 133+500	Ki 133+600	Ki 133+900	Ki 134+300
Kf 132+500	Kf 133+350	Re(m) 34,80	Kf 133+600	Kf 133+900	Kf 134+300	Kf 134+500
r ₁ (m) 999	r ₂ (m) 999	Dv(m) 150	r ₄ (m) 999	r ₅ (m) 999	r ₆ (m) 999	r ₇ (m) 999

CRUZAMENTO DO JOCKEY CLUB

SP-255

a) Perfil

			Cruzamento do Jockey Club			
segmento 1	segmento 2	segmento 3	Km 139+396	segmento 5	segmento 6	segmento 7
Ki 138+350	Ki 138+800	Ki 139+100	Ri(m) 12,70	Ki 139+450	Ki 140+000	Ki 140+250
Kf 138+800	Kf 139+100	Kf 139+350	Re(m) 33,90	Kf 140+000	Kf 140+250	Kf 140+650
i ₁ (%) 1,0	i ₂ (%) -4,5	i ₃ (%) -3,2	i ₄ (%) -2,8	i ₅ (%) -2,8	i ₆ (%) -4,5	i ₇ (%) -6,2

b) Planta

segmento 1	segmento 2	segmento 3	Km 139+396	segmento 5	segmento 6	segmento 7
Ki 138+350	Ki 138+800	Ki 139+100	Ki 139+350	Ki 139+450	Ki 140+000	Ki 140+250
Kf 138+800	Kf 139+100	Kf 139+350	Kf 139+450	Kf 140+000	Kf 140+250	Kf 140+650
r ₁ (m) 999	r ₂ (m) 999	r ₃ (m) 999	Dv(m) 500	r ₅ (m) 999	r ₆ (m) 999	r ₇ (m) 999

CRUZAMENTO DE BOCÂINA

SP 255

a) Perfil

			Cruzamento de Bocaina			
segmento 1	segmento 2	segmento 3	Km 137+953	segmento 5	segmento 6	segmento 7
Ki 136+850	Ki 137+000	Ki 137+250	Ri(m) 15,30	Ki 138+150	Ki 138+350	Ki 138+800
Kf 137+000	Kf 137+250	Kf 137+850	Re(m) 21,50	Kf 138+350	Kf 138+800	Kf 139+150
i ₁ (%) +4,5	i ₂ (%) +4,5	i ₃ (%) 0	i ₄ (%) +1,0	i ₅ (%) +1,0	i ₆ (%) +1,0	i ₇ (%) -4,5

b) Planta

segmento 1	segmento 2	segmento 3	Km 137+953	segmento 5	segmento 6	segmento 7
Ki 136+850	Ki 137+000	Ki 137+250	Ki 137+850	Ki 138+150	Ki 138+350	Ki 138+800
Kf 137+000	Kf 137+250	Kf 137+850	Kf 138+150	Kf 138+350	Kf 138+800	Kf 139+150
r ₁ (m) 999	r ₂ (m) 999	r ₃ (m) 999	Dv(m) 500	r ₅ (m) -300	r ₆ (m) 999	r ₇ (m) 999

CRUZAMENTO DE PEDERNEIRAS

SP-225

a) Perfil

		Cruz/o de Pederneiras			
segmento 1	segmento 2	Km 206+183	segmento 4	segmento 5	segmento 6
Ki 205+000	Ki 205+700	Ri(m) 23,30	Ki 206+250	Ki 206+700	Ki 207+050
Kf 205+700	Kf 206+050	Re(m) 28,80	Kf 206+700	Kf 207+050	Kf 207+300
l ₁ (m) 700	l ₂ (m) 350	Dv(m) 550	l ₄ (m) 450	l ₅ (m) 350	l ₆ (m) 250
i ₁ (%) -5,5	i ₂ (%) +5,2	i ₃ (%) +5,2	i ₄ (%) +4,8	i ₅ (%) +1,6	i ₆ (%) +7,0

b) Planta

segmento 1	segmento 2	Cruzamento	segmento 4	segmento 5	segmento 6
Ki 205+000	Ki 205+700	Ri(m) 23,30	Ki 206+250	Ki 206+700	Ki 207+050
Kf 205+700	Kf 206+050	Re(m) 28,80	Kf 206+700	Kf 207+050	Kf 207+300
r ₁ (m) 999	r ₂ (m) 999	D(m) 200	r ₄ (m) 999	r ₅ (m) 999	r ₆ (m) 999

CRUZAMENTO DA USINA SÃO JOSÉ

a) Perfil

		Cruz/o da Usina S. José			
segmento 1	segmento 2	Km 206+183	segmento 4	segmento 5	
Ki 209+600	Ki 210+000	Ri(m) 32,50	Ki 210+800	Ki 211+400	
Kf 210+000	Kf 210+600	Re(m) 38,00	Kf 211+400	Kf 211+800	
i(%) +4,5	i(%) +1,5	i ₃ (%) +1,3	i(%) +2,5	i(%) 0	

b) Planta

segmento 1	segmento 2	Cruzamento	segmento 4	segmento 5
Ki 205+000	Ki 205+700	Ki 206+050	Ki 206+250	Ki 206+700
Kf 205+700	Kf 206+050	Kf 206+250	Kf 206+700	Kf 207+050
r ₁ (m) 999	r ₂ (m) 999	Dv(m) 50	r ₄ (m) 999	r ₅ (m) 999

CRUZAMENTO DE ITAPUI

SP-225

a)Perfil

		Cruzamento de Itapui		
segmento 1	segmento 2	Km 206+183	segmento 4	segmento 5
Ki 194+400	Ki 194+950	Ri(m) 16,20	Ki 195+750	Ki 196+400
Kf 194+950	Kf 195+450	Re(m) 21,70	Kf 196+400	Kf 196+750
i(%) -3,5	i(%) +3,7	i(%) +2,7	i(%) +2,0	i(%) 0

b)Planta

segmento 1	segmento 2	Cruzamento	segmento 4	segmento 5
Ki 194+400	Ki 194+950	Ki 195+450	Ki 195+750	Ki 196+400
Kf 194+950	Kf 195+450	Kf 195+750	Kf 196+400	Kf 196+750
r ₁ (m) 999	r ₂ (m) 999	Dv(m) 550	r ₄ (m) 999	r ₅ (m) 999

CRUZAMENTO DE POTUNDUVA-USINA DIAMANTE

SP-225

a)Perfil

		Cruz. de Potunduva- Usina Diamante	
segmento 1	Km 191+350	segmento 3	segmento 4
Ki 190+250	Ri(m) 29,70	Ki 191+400	Ki 191+750
Kf 191+250	Re(m) 35,70	Kf 191+750	Kf 192+400
i(%) -4,5	i(%) -2,8	i(%) -2,8	i(%) 0

b)Planta

segmento 1	Cruzamento	segmento 3	segmento 4
Ki 190+250	Ki 191+250	Ki 191+400	Ki 191+750
Kf 191+250	Kf 191+400	Kf 191+750	Kf 192+400
r ₂ (m) 999	Dv(m) 800	r ₄ (m) 999	r ₅ (m) 999

ROTATÓRIA DE JAU-SBT

a) Perfil

		Rotatória de Jau-SBT		
segmento 1	segmento 2	Km 148+000	segmento 4	segmento 5
Ki 146+450	Ki 146+900	Ri(m) 132	Ki 302+000	Ki 301+300
Kf 146+900	Kf 148+000	Re(m) 140	Kf 301+300	Kf 301+000
i(%) +3,0	i(%) +2,0	i(%) 0	i(%) -2,3	i(%) -5,5

b) Planta

segmento 1	segmento 2	Rotatória	segmento 4	segmento 5
Ki 146+450	Ki 146+900	Ri(m) 132	Ki 302+000	Ki 301+300
Kf 146+900	Kf 148+000	Re(m) 140	Kf 301+300	Kf 301+000
r ₁ (m) 999	r ₂ (m) 999	Dv(m) 600	r ₄ (m) 999	r ₅ (m) 999

ROTATÓRIA DE JAU-POLÍCIA RODOVIÁRIA

a) Perfil

		Rotatória de Jau-Polícia Rodoviária		
segmento 1	segmento 2	Km 206+183	segmento 4	segmento 5
Ki 297+200	Ki 296+500	Ri(m) 80	Ki 183+400	Ki 184+700
Kf 296+500	Kf 296+000	Re(m) 88	Kf 184+700	Kf 185+000
i ₁ (%) +3,3	i ₂ (%) +2,5	i(%) 0	i ₄ (%) 0	i ₅ (%) +1,5

b) Planta

segmento 1	segmento 2	Rotatória	segmento 4	segmento 5
Ki 205+000	Ki 205+700	Ri(m) 80	Ki 206+250	Ki 206+700
Kf 205+700	Kf 206+050	Re(m) 88	Kf 206+700	Kf 207+050
r ₁ (m) 999	r ₂ (m) 999	Dv(m) 500	r ₄ (m) 999	r ₅ (m) 999

ANEXO B

MODELO DA RAT USADA PELA POLÍCIA MILITAR RODOVIÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO.

SECRETARIA DA INFRA-ESTRUTURA VIÁRIA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM
COMANDO DE POLICIAMENTO RODOVIÁRIO
RELATÓRIO DE ACIDENTE DE TRÂNSITO

DP — APP — EPP

LOCAL E DATA			
MUNICÍPIO _____		BAIRRO _____	UF _____
VIA _____		KM OU N.º _____	
DATA ____/____/____		DIA DA SEMANA _____	HORAS _____
TIPO DE ACIDENTE			
F	ATROPELAMENTO	ABALROAMENTO	COLISÃO
A	PEDESTRE _____	LATERAL _____	FRONTAL _____
T	CAVALEIRO _____	TRANSVERSAL _____	TRASEIRA _____
O	ANIMAL _____	TOMBAMENTO _____	OUTROS _____
S	CAPOTAMENTO _____		
CONSEQUÊNCIAS			
N.º DE MORTOS = _____		N.º DE FERIDOS = _____	N.º DE VEÍCULOS ENVOLVIDOS = _____
TOTAL ESTIMADO DOS PREJUÍZOS: PEQUENA MONTA _____		MÉDIA MONTA _____	GRANDE MONTA _____
OUTRAS PROPRIEDADES ATINGIDAS			
PROPRIETÁRIO _____			
NATUREZA DAS AVARIAS _____			
DA PISTA			
C I R C U N S T Â N C I A S	ESPÉCIES	ALINHAMENTO	INTERSECÇÕES
	SIMPLES	TANGENTE EM RAMPAS	CRUZ./ENTRONC. OFICIAL
	2 FAIXAS DE ROLAMENTO	TANGENTE EM LOMBADA	CRUZ./ENTROC. PART. MUN.
	3 FAIXAS DE ROLAMENTO	TANGENTE EM BAIXADA	TREVO
	4 FAIXAS DE ROLAMENTO	TANGENTE EM NÍVEL	ENT./SAÍDA-FERRY BOAT
	5 FAIXAS DE ROLAMENTO	CURVA EM NÍVEL	ROTATÓRIA
	6 FAIXAS DE ROLAMENTO	CURVA EM RAMPAS	MÃO DE DIREÇÃO
	7 FAIXAS DE ROLAMENTO	CURVA EM LOMBADA	DUPLA
	8 FAIXAS DE ROLAMENTO	CURVA EM BAIXADA	UNICA
OBRAS DE ARTE:		PONTE _____	ITUNEL _____
DO PAVIMENTO		DA SINALIZAÇÃO	
TIPO	ESTADO	SINALIZAÇÃO	SEMÁFORO
CONCRETO _____	SECO _____	BOA _____	FUNCIONA _____
ASFALTO _____	MOLHADO _____	REGULAR _____	NÃO FUNCIONA _____
PARALELEPÍPEDO _____	ENLAMEADO _____	MÁ _____	FUNCIONA COM DEFEITO _____
CASCALHO _____	OLEOSO _____	INEXISTENTE _____	INEXISTENTE _____
SEM REVESTIMENTO _____	INUNDADO _____		
DAS CONDIÇÕES GERAIS			
TIPO DE LOCAL	TEMPO	LUZ	VISIBILIDADE
RURAL _____		MADRUGADA _____	
ESCOLAR _____		DIA _____	
INDUSTRIAL _____	BOM _____	CREPUSCULO _____	BOA _____
COMERCIAL _____	CHUVA _____	NOITE CLARA _____	REGULAR _____
RESIDENCIAL _____	NEBLINA _____	NOITE ESCURA _____	MÁ _____
RECREIO _____	GAROA _____		
DAS CIRCUNSTÂNCIAS EVENTUAIS			
FUMACA _____		POEIRA _____	ANIMAIS NA PISTA _____
DEFICIÊNCIAS			
DEFEITO NOS FREIOS	1 2 3	AIIPs LAVRADOS N.º	
DEFEITO NA DIREÇÃO	1 2 3	FALTA DE CINTO DE SEGURANÇA	
DEFEITO NA RODA	1 2 3	FALTA DE SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA	
DEFEITO MECÂNICO	1 2 3	FALTA DE LANTERNAS	
DEF. NO LIMPADOR DE PARA-BRISA	1 2 3	FALTA DE SINALEIROS	
PNEU LISO	1 2 3	ILUMINAÇÃO DEFICIENTE	
ESTOURO DE PNEU	1 2 3	MAU ESTADO GERAL	
		OUTRAS	

VEÍCULO 1		MARCA		CRLV N.º	CHASSI N.º	ANO
PLACA		MUNICÍPIO		ESTADO		N.º DE OCUPANTES
CATEGORIA		ESPÉCIE		TIPO		N.º DE FERIDOS
PROPRIETÁRIO		RUA		N.º	TEL.	N.º DE MORTOS
RESIDÊNCIA		CIDADE		ESTADO		PREJUÍZO ESTIMADO:
LOCAL DE TRABALHO		RUA		N.º	TEL.	PEQUENA MONTA
DANOS VISÍVEIS		CIDADE		ESTADO		MÉDIA MONTA
						GRANDE MONTA
						VEÍCULO DE CARGA:
						N.º DE EIXO
						CARREGADO
						DESCARREGADO
						CARGA PERIGOSA
REMOVIDO PARA		A DISPOSIÇÃO:				
APÓLICE DE SEGURO N.º						
VEÍCULO 2		MARCA		CRLV N.º	CHASSI N.º	ANO
PLACA		MUNICÍPIO		ESTADO		N.º DE OCUPANTES
CATEGORIA		ESPÉCIE		TIPO		N.º DE FERIDOS
PROPRIETÁRIO		RUA		N.º	TEL.	N.º DE MORTOS
RESIDÊNCIA		CIDADE		ESTADO		PREJUÍZO ESTIMADO:
LOCAL DE TRABALHO		RUA		N.º	TEL.	PEQUENA MONTA
DANOS VISÍVEIS		CIDADE		ESTADO		MÉDIA MONTA
						GRANDE MONTA
						VEÍCULO DE CARGA:
						N.º DE EIXO
						CARREGADO
						DESCARREGADO
						CARGA PERIGOSA
REMOVIDO PARA		A DISPOSIÇÃO:				
APÓLICE DE SEGURO N.º						
VEÍCULO 3		MARCA		CRLV N.º	CHASSI N.º	ANO
PLACA		MUNICÍPIO		ESTADO		N.º DE OCUPANTES
CATEGORIA		ESPÉCIE		TIPO		N.º DE FERIDOS
PROPRIETÁRIO		RUA		N.º	TEL.	N.º DE MORTOS
RESIDÊNCIA		CIDADE		ESTADO		PREJUÍZO ESTIMADO:
LOCAL DE TRABALHO		RUA		N.º	TEL.	PEQUENA MONTA
DANOS VISÍVEIS		CIDADE		ESTADO		MÉDIA MONTA
						GRANDE MONTA
						VEÍCULO DE CARGA:
						N.º DE EIXO
						CARREGADO
						DESCARREGADO
						CARGA PERIGOSA
REMOVIDO PARA		A DISPOSIÇÃO:				
APÓLICE DE SEGURO N.º						
DO VEÍCULO 1		NOME		RG	APARÊNCIA DO CONDUTOR:	
RESIDÊNCIA		RUA		N.º	TEL.	BOA
LOCAL DE TRABALHO		CIDADE		ESTADO		ALCOOLIZADO
		RUA		N.º	TEL.	SOB ESTAFA
		CIDADE		ESTADO		SOB TÓXICO
						DEFEITO FÍSICO
IDADE		SEXO	ESTADO CIVIL		NACIONALIDADE	
CARTEIRA DE HABILITAÇÃO N.º		CATEGORIA		CLASSE		
DATA DA 1.ª HABILITAÇÃO		N.º DO REGISTRO DO PGU.				
EXAME MÉDICO VÁLIDO ATÉ		PROFISSÃO		HORAS NA DIREÇÃO		
DO VEÍCULO 2		NOME		RG	APARÊNCIA DO CONDUTOR:	
RESIDÊNCIA		RUA		N.º	TEL.	BOA
LOCAL DE TRABALHO		CIDADE		ESTADO		ALCOOLIZADO
		RUA		N.º	TEL.	SOB ESTAFA
		CIDADE		ESTADO		SOB TÓXICO
						DEFEITO FÍSICO
IDADE		SEXO	ESTADO CIVIL		NACIONALIDADE	
CARTEIRA DE HABILITAÇÃO N.º		CATEGORIA		CLASSE		
DATA DA 1.ª HABILITAÇÃO		N.º DO REGISTRO DO PGU.				
EXAME MÉDICO VÁLIDO ATÉ		PROFISSÃO		HORAS NA DIREÇÃO		
DO VEÍCULO 3		NOME		RG	APARÊNCIA DO CONDUTOR:	
RESIDÊNCIA		RUA		N.º	TEL.	BOA
LOCAL DE TRABALHO		CIDADE		ESTADO		ALCOOLIZADO
		RUA		N.º	TEL.	SOB ESTAFA
		CIDADE		ESTADO		SOB TÓXICO
						DEFEITO FÍSICO
IDADE		SEXO	ESTADO CIVIL		NACIONALIDADE	
CARTEIRA DE HABILITAÇÃO N.º		CATEGORIA		CLASSE		
DATA DA 1.ª HABILITAÇÃO		N.º DO REGISTRO DO PGU.				
EXAME MÉDICO VÁLIDO ATÉ		PROFISSÃO		HORAS NA DIREÇÃO		

CON DU TO RES	AÇÃO			
	INFRAÇÃO	1 2 3	AIIP: LAVRADOS N.º	1 2 3
	CONVERGIU EM LUGAR PROIBIDO	1 2 3	MANOBRU INDEVIDAMENTE NA PISTA	1 2 3
	DEIXOU DE FAZER SINAL REGULAMENTAR	1 2 3	NÃO GUARDOU DISTÂNCIA DE SEGURANÇA	1 2 3
	DESOBEDECEU À SINALIZAÇÃO	1 2 3	NÃO DEU PREFERÊNCIA DE PASSAGEM	1 2 3
	EXCEDEU A VELOCIDADE	1 2 3	TRANSITANDO PELA CONTRAMÃO	1 2 3
	DESOBEDECEU SINAL DE PARADA OBRIGATORIA	1 2 3	ULTRAPASSOU EM CRUZAMENTO	1 2 3
	FORÇOU PASSAGEM	1 2 3	ULTRAPASSOU EM CURVA OU LOMBADA	1 2 3
	INVADIU FAIXA DE PEDESTRE	1 2 3	ULTRAPASSOU EM OBRAS DE ARTE	1 2 3
	PAROU SOBRE A PISTA	1 2 3	OUTRAS	1 2 3
VIT IM AS	OUTRAS CAUSAS			
	DORMIU NA DIREÇÃO	1 2 3	OFUSCADO PELO SOL	1 2 3
	MUDOU SUBITAMENTE DE DIREÇÃO	1 2 3	PAROU SUBITAMENTE	1 2 3
	NÃO USOU FREIOS	1 2 3	PERDEU CONTROLE DA DIREÇÃO	1 2 3
	OFUSCADO POR LUZ ALTA	1 2 3	OUTRAS	1 2 3
	VITIMA 1			
	RESIDÊNCIA	NOME _____	N.º _____	TEL. _____
		RUA _____	CIDADE _____	ESTADO _____
	LOCAL DE TRABALHO	RUA _____	N.º _____	TEL. _____
		CIDADE _____	ESTADO _____	
	IDADE _____	SEXO _____	ESTADO CIVIL _____	
			NACIONALIDADE _____	
	VEÍCULO EM QUE VIAJAVIA _____ 1 2 3	BANCO DIANTEIRO _____	BANCO TRASEIRO _____	
	USAVA CINTO DE SEGURANÇA _____ SIM NÃO	ATIRADA FORA DO VEÍCULO _____	SIM NÃO	
	CONDIÇÃO: CONDUTOR	PEDESTRE _____	CAVALEIRO _____	
	APARÊNCIA DOS FERIMENTOS: LEVES _____	GRAVES _____	MORTO _____	
	REMOVIDA PARA _____	POR _____		
	VITIMA 2			
	RESIDÊNCIA	NOME _____	N.º _____	TEL. _____
		RUA _____	CIDADE _____	ESTADO _____
	LOCAL DE TRABALHO	RUA _____	N.º _____	TEL. _____
		CIDADE _____	ESTADO _____	
		IDADE _____	SEXO _____	ESTADO CIVIL _____
				NACIONALIDADE _____
		VEÍCULO EM QUE VIAJAVIA _____ 1 2 3	BANCO DIANTEIRO _____	BANCO TRASEIRO _____
		USAVA CINTO DE SEGURANÇA _____ SIM NÃO	ATIRADA FORA DO VEÍCULO _____	SIM NÃO
		CONDIÇÃO: CONDUTOR	PEDESTRE _____	CAVALEIRO _____
		APARÊNCIA DOS FERIMENTOS: LEVES _____	GRAVES _____	MORTO _____
		REMOVIDA PARA _____	POR _____	
	VITIMA 3			
	RESIDÊNCIA	NOME _____	N.º _____	TEL. _____
		RUA _____	CIDADE _____	ESTADO _____
	LOCAL DE TRABALHO	RUA _____	N.º _____	TEL. _____
		CIDADE _____	ESTADO _____	
		IDADE _____	SEXO _____	ESTADO CIVIL _____
				NACIONALIDADE _____
		VEÍCULO EM QUE VIAJAVIA _____ 1 2 3	BANCO DIANTEIRO _____	BANCO TRASEIRO _____
		USAVA CINTO DE SEGURANÇA _____ SIM NÃO	ATIRADA FORA DO VEÍCULO _____	SIM NÃO
		CONDIÇÃO: CONDUTOR	PEDESTRE _____	CAVALEIRO _____
		APARÊNCIA DOS FERIMENTOS: LEVES _____	GRAVES _____	MORTO _____
		REMOVIDA PARA _____	POR _____	
	PEDESTRE OU CAVALEIRO			
	BOA	1 2 3	ATRAVESSANDO NA FAIXA DE PEDESTRE	1 2 3
	SOB ESTAFA	1 2 3	ATRAVESSANDO FORA DA FAIXA DE PEDESTRE	1 2 3
	ALCOOLIZADO	1 2 3	ATRAVESSANDO EM LOCAL INADEQUADO	1 2 3
	SOB TÓXICO	1 2 3	ATRAVESSANDO NO FLUXO DE VEÍCULO	1 2 3
	DEFEITO FÍSICO	1 2 3	ANDANDO AO LONGO DA PISTA	1 2 3
	DÉBIL MENTAL	1 2 3	CONSERVANDO/EMPURRANDO VEÍCULO	1 2 3
			DESCENDO DE OUTRO VEÍCULO	1 2 3
			OUTRAS	1 2 3
TEST EM UN HAS	TESTEMUNHA 1			
	RESIDÊNCIA	NOME _____	N.º _____	TEL. _____
		RUA _____	CIDADE _____	ESTADO _____
	LOCAL DE TRABALHO	RUA _____	N.º _____	TEL. _____
		CIDADE _____	ESTADO _____	
		IDADE _____	SEXO _____	
	TESTEMUNHA 2			
	RESIDÊNCIA	NOME _____	N.º _____	TEL. _____
		RUA _____	CIDADE _____	ESTADO _____
	LOCAL DE TRABALHO	RUA _____	N.º _____	TEL. _____
	CIDADE _____	ESTADO _____		
	IDADE _____	SEXO _____		
TESTEMUNHA 3				
RESIDÊNCIA	NOME _____	N.º _____	TEL. _____	
	RUA _____	CIDADE _____	ESTADO _____	
LOCAL DE TRABALHO	RUA _____	N.º _____	TEL. _____	
	CIDADE _____	ESTADO _____		
	IDADE _____	SEXO _____		

CONVENÇÕES

ANTES DO ACIDENTE
DEPOIS DO ACIDENTE
PEDESTRE
ESTRADA DE FERRO

C
R
O
Q
U
I

VESTÍGIOS (ÓLEOS LUBRIFICANTES, ESTILHAÇOS DE VIDRO, MARCA DE FREIAGEM ETC.): LOCALIZAR NO CROQUI DESCRREVENDO DE FORMA CLARA E OBJETIVA, BEM COMO AS CAUSAS PROVÁVEIS DO ACIDENTE NA DESCRIÇÃO SUMÁRIA.

ANEXOS: FOLHAS SUPLEMENTARES

DE VEÍCULOS E CONDUTORES ☐
DE VÍTIMAS E TESTEMUNHAS ☐
OUTROS DOCUMENTOS ESPECI ☐
FICAR NA DESCRIÇÃO ☐

PONTO DE IMPACTO **DESCRIÇÃO SUMÁRIA**

MODELO

SEDE / OPM

BPRV

CIA

PEL

ASSINATURA

PM/RE

NOME

ANEXO C

EXEMPLO DE UM RELATÓRIO DO PROGRAMA GEO

DADOS GEOMÉTRICOS

ROTATÓRIA

RODOVIA

Km

SP-255

183+400

SP-304

296+000

RAIO INTERNO (m) 80.00

RAIO EXTERNO(m) 88.00

SENTIDO

DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE(m)

ROTATÓRIA-BAURU

500.00

ROTATÓRIA-ARARAQUARA

700.00

RAMPAS

PERFIL

RODOVIA

SP-304

SP-304

Km inicial

297+200

296+500

Km final

296+500

296+000

Comprimento (m)

700.00

500.00

Inclinação (%)

3.3

2.5

PLANTA

Raio (m)

999.00

999.00

PERFIL		
RODOVIA	SP-225	SP-225
Km inicial	185+000	184+700
Km final	184+700	183+400
Comprimento (m)	300.00	1300.00
Inclinação (%)	1.5	0.0
PLANTA		
Raio (m)	999.00	999.00

USP - DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES
SAT - SISTEMA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO
RELATÓRIO DE ACIDENTES POR RODOVIAS

SP-225	CMT JOÃO RIBEIRO DE BARROS	Km 183+400 A 185+000
SP-304	LUIZ DE QUEIROZ	Km 296+000 A 297+200

TIPO DE ACIDENTE

ATROPELAMENTO PESSOA	1	CHOQUE POSTE	0
ATROPELAMENTO ANIMAL	0	CHOQUE MURO	0
ABALROAMENTO LONGITUDINAL	7	CHOQUE CASA	0
ABALROAMENTO TRANSVERSAL	0	CHOQUE VEÍCULO	9
COLISÃO FRONTAL	0	CHOQUE OBSTÁCULO	0
COLISÃO TRASEIRA	7	CAPOTAMENTO	0
OUTROS	3	TOMBAMENTO	0
NÃO PREENCHIDOS	0		
ACIDENTES OCORRIDOS ENVOLVENDO ULTRAPASSAGEM			2

CONSEQUÊNCIAS DO ACIDENTE

NÚMERO DE MORTOS:	0	NÚMERO DE FERIDOS	7
-------------------	---	-------------------	---

TOTAL ESTIMADO DOS PREJUÍZOS

PEQUENA MONTA	14	MÉDIA MONTA	10
GRANDE MONTA	2		

DESCRIÇÃO DA PISTA

ESPÉCIE

SIMPLES		DUPLA	
1 FAIXA	9	4 FAIXAS	0
2 FAIXAS	18	6 FAIXAS	0
3 FAIXAS	0		
4 FAIXAS	0		
NÃO PREENCHIDOS	0		

ALINHAMENTO

TANGENTE EM RAMPA	5	CURVA EM NÍVEL	13
TANGENTE EM LOMBADA	0	CURVA EM RAMPA	0
TANGENTE EM BAIXADA	1	CURV EM LOMBADA	0
TANGENTE EM NÍVEL	8	CURVA EM BAIXADA	0
NÃO PREENCHIDOS	0		

USP - DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES
 SAT - SISTEMA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO
 RELATÓRIO DE ACIDENTES POR RODOVIAS

SP-225 CMT JOÃO RIBEIRO DE BARROS Km 183+400 A 185+000
 SP-304 LUIZ DE QUEIROZ Km 296+000 A 297+200

INTERSECÇÕES

CRUZ./ENTRONC. OFICIAL	0	CRUZ./ENTRONC.PART.MUN.	0
TREVO	1	ENT./SAÍDA FERRY BOAT	0
ROTATÓRIA	12	NÃO PREENCHIDOS	14

MÃO DE DIREÇÃO

DUPLA	17	ÚNICA	10
NÃO PREENCHIDOS	0		

DEFICIÊNCIAS

EM OBRAS	1	OBSTRUIDA	0
INTERROMPIDA	0	PISTA ESTREITA	0
CURVA FECHADA	0	SUBELEVAÇÃO	0
ESBURACADA	0	ONDULADA	0
OUTRAS	1	NÃO PREENCHIDOS	25

OBRAS DE ARTE

PONTE	0	TÚNEL	0
PASSAGEM SUPERIOR	0	PASSAGEM INFERIOR	0
NÃO PREENCHIDOS	27		

DESCRIÇÃO DO PAVIMENTO

TIPO

CONCRETO	0	ASFALTO	27
PARALELEPÍPEDO	0	CASCALHO	0
SEM REVESTIMENTO	0	NÃO PREENCHIDOS	0

ESTADO DO PAVIMENTO

SECO	24	MOLHADO	3
ENLAMEADO	0	OLEOSO	0
INUNDADO	0	NÃO PREENCHIDOS	0

USP - DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES
 SAT - SISTEMA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO
 RELATÓRIO DE ACIDENTES POR RODOVIAS

SP-225 CMT JOÃO RIBEIRO DE BARROS Km 183+400 A 185+000
 SP-304 LUIZ DE QUEIROZ Km 296+000 A 297+200

SINALIZAÇÃO

BOA	25	REGULAR	1
MÁ	0	INEXISTENTE	0
NÃO PREENCHIDOS	1		

CONDIÇÕES GERAIS

TIPO DE LOCAL

RURAL	7	ESCOLAR	0
INDUSTRIAL	13	COMERCIAL	7
RESIDENCIAL	0	RECREIO	0
NÃO PREENCHIDOS	0		

CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

BOM	25	CHUVA	0
NEBLINA	0	GAROA	2
NÃO PREENCHIDOS	0		

LUZ

MADRUGADA	0	DIA	19
CREPÚSCULO	0	NOITE CLARA	1
NOITE ESCURA	6	NÃO PREENCHIDOS	1

VISIBILIDADE

BOA	19	REGULAR	7
MÁ	0	NÃO PREENCHIDOS	1

CIRCUNSTÂNCIAS EVENTUAIS

FUMAÇA	0	POEIRA	0
ANIMAIS NA PISTA	0	NÃO PREENCHIDOS	27

USP - DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES
 SAT - SISTEMA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO
 RELATÓRIO DE ACIDENTES POR RODOVIAS

SP-225 CMT JOÃO RIBEIRO DE BARROS Km 183+400 A 185+000
 SP-304 LUIZ DE QUEIROZ Km 296+000 A 297+200

VEÍCULO(S)

TIPO DE VEÍCULO

AUTOMÓVEL	16	ÔNIBUS	3
CAMINHONETES E FURGÕES	7	MOTOCICLETA	0
CAMINHÕES LEVES	12	BICICLETA	0
CAMINHÕES SEMI-PESADOS	12	TRATORES	0
CAMINHÕES PESADOS	0	OUTROS	1
CAMINHÕES EXTRA-PESADOS	0	NÃO PREENCHIDOS	1
TOTAL DE VEÍCULOS DE CARGA	31		
TOTAL DE VEÍCULOS	52		

DEFICIÊNCIAS DO VEÍCULO DE CARGA

DEFEITO NOS FREIOS	0	DEFEITO NA DIREÇÃO	0
DEFEITO NA RODA	0	DEFEITO MECÂNICO	0
DEF.LIMP. PARA-BRISAS	0	PNEU LISO	0
ESTOURO DE PNEU	0	NÃO PREENCHIDOS	31

AIIPs LAVRADOS DOS VEÍCULOS DE CARGA

FALTA DE CINTO DE SEGURANÇA	1	SINAL. DE EMERG.	0
FALTA DE LANTERNAS	0	FALTA DE SINALEIROS	0
ILUMINAÇÃO DEFICIENTE	0	MAU ESTADO GERAL	0
OUTRAS	0	NÃO PREENCHIDOS	30

RELAÇÃO POTÊNCIA/PESO (HP/T) DOS VEÍCULOS DE CARGA

4 A 5	0	5 A 6	1
6 A 7	0	7 A 8	7
8 A 10	7	10 A 12	1
ACIMA DE 12	8	NÃO PREENCHIDOS	7

TEMPO DE USO DOS VEÍCULOS DE CARGA

0 A 5 ANOS	2	5 A 10 ANOS	11
10 A 15 ANOS	8	15 A 20 ANOS	5
ACIMA DE 20 ANOS	5	NÃO PREENCHIDOS	0

USP - DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES
 SAT - SISTEMA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO
 RELATÓRIO DE ACIDENTES POR RODOVIAS

SP-225 CMT JOÃO RIBEIRO DE BARROS Km 183+400 A 185+000
 SP-304 LUIZ DE QUEIROZ Km 296+000 A 297+200

CARGA DOS VEÍCULOS

CARREGADO	18	DESCARREGADOS	9
CARGA PERIGOSA	0	NÃO PREENCHIDOS	4

NÚMERO DE EIXOS DOS VEÍCULOS DE CARGA

2 EIXOS	19	7 EIXOS	0
3 EIXOS	12	8 EIXOS	0
4 EIXOS	0	9 EIXOS	0
5 EIXOS	0	10 EIXOS	0
6 EIXOS	0	11 EIXOS	0
NÃO PREENCHIDOS	0		
NÚMERO DE VEÍCULOS QUE EVADIRAM			0

CONDUTORES DOS VEÍCULOS DE CARGA

IDADE

MENOS DE 18 ANOS	1	DE 18 A 23 ANOS	0
DE 23 A 28 ANOS	5	DE 28 A 33 ANOS	6
DE 33 A 38 ANOS	6	DE 38 A 43 ANOS	4
DE 43 A 48 ANOS	3	ACIMA DE 48 ANOS	6
NÃO PREENCHIDOS	0		

TEMPO DE HABILITAÇÃO

DE 0 A 1 ANO	0	DE 1 A 2 ANOS	0
DE 2 A 5 ANOS	0	DE 5 A 10 ANOS	3
ACIMA DE 10 ANOS	28	NÃO PREENCHIDOS	0

CATEGORIA

A	0	B	0
C	10	D	15
BA	0	CA	3
DA	0	BC	1
BD	0	DC	0
E	0	NÃO PREENCHIDOS	2

USP - DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES
 SAT - SISTEMA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO
 RELATÓRIO DE ACIDENTES POR RODOVIAS

SP-225	CMT JOÃO RIBEIRO DE BARROS	Km 183+400 A 185+000
SP-304	LUIZ DE QUEIROZ	Km 296+000 A 297+200

APARÊNCIA DO CONDUTOR

BOA	31	ALCOOLIZADO	0
SOB ESTAFA	0	SOB TÓXICO	0
DEFEITO FÍSICO	0	NÃO PREENCHIDOS	0

HORAS NA DIREÇÃO

DE 0 A 1 HORA	18	DE 1 A 2 HORAS	4
DE 2 A 3 HORAS	4	DE 3 A 4 HORAS	3
DE 4 A 5 HORAS	1	DE 5 A 7 HORAS	0
DE 7 A 10 HORAS	0	DE 10 A 15 HORAS	0
DE 15 A 20 HORAS	0	DE 20 A 24 HORAS	0
ACIMA DE 24 HORAS	0	NÃO PREENCHIDOS	4

NÚMERO DE CONDUTORES QUE EVADIRAM	0
-----------------------------------	---

ANEXO D

TAXAS DE ACIDENTES

TABELA D.1-TAXAS DE ACIDENTES DO TRECHO EXPERIMENTAL

	1988	1989	1990	1991	TOTAL
TAC	-	-	-	-	21.73
TAC1	15.08	16.56	45.06	37.14	-
TAC2	44.68	48.72	132.41	109.00	-
TAC3	79.05	94.07	227.75	184.04	-
TAC4	0	19.29	28.26	19.05	-

TABELA D.2-TAXAS DE ACIDENTES DA SP-255 (Km 123+000 ao Km 148+000)

	1988	1989	1990	1991	TOTAL
TAC	-	-	-	-	58.87
TAC1	45.13	43.75	87.87	105.92	-
TAC2	149.93	145.51	292.59	353.00	-
TAC3	265.25	280.98	503.25	596.06	-
TAC4	0	0	0	0	-

TABELA D.3-TAXAS DE ACIDENTES DA SP-304 (Km 296+000 ao Km 302+000)

	1988	1989	1990	1991	TOTAL
TAC	-	-	-	-	139.06
TAC1	108.43	90.35	361.70	241.39	-
TAC2	301.46	251.13	999.00	662.69	-
TAC3	533.36	484.94	1718.28	1118.97	-
TAC4	0	0	386.25	0	-

TABELA D.4-TAXAS DE ACIDENTES DA SP-225 (Km 180+000 ao Km 211+000)

	1988	1989	1990	1991	TOTAL
TAC	-	-	-	-	63.04
TAC1	40.57	54.29	131.62	108.21	-
TAC2	123.03	161.23	392.69	324.32	-
TAC3	217.67	311.35	675.42	547.62	-
TAC4	0	112.59	164.30	113.79	-

TABELA D.5-TAXA DE ACIDENTES NOS SUB-TRECHOS DE 5 Km da SP-255.

Km	123 - 128	128 - 133	133 - 138	138 - 143	143 - 148
TAC1	15	20	10	7,50	30

TABELA D.6-TAXA DE ACIDENTES NOS SUB-TRECHOS DE 5 Km da SP-225.

Km	180 - 185	185 - 190	190 - 195	195 - 200	200 - 205	205 - 211
TAC1	13,30	32,50	17,70	11,80	23,60	23,60

TABELA D.7-TAXA DE ACIDENTES NOS SUB-TRECHOS DE 1 Km da SP-304.

Km	296 - 297	297 - 298	298 - 299	299 - 300	300 - 301	301 - 302
TAC1	138,80	16,70	83,30	50	22,20	22,20

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTA TRANSPORTATION - TSB. Overlength truck Combinations, Transportation Safety Branch Internal Report No ABTR/RD/RR-85/07, 40pp., Edmonton, Al, 1985.

BARBARESSO, J.C.; Bair, B.O.; Mann, C.R.; Smith, G.; Selection Process for Local Highway Safety Projects, TRB-TRR 847, pp.24-29, Washington, D.C., 1982.

BILLING, J.R.; Mercer, W.R.J.; Swept Paths of Large Trucks in Right Turns of Small Radius, TRB-TRR 1052, pp.116-119, Washington, D.C., 1986.

FREITAS, M.D.; Large-Truck Safety Research, TRB-TRR 1052, pp.151-156, Washington, D.C., 1986.

HUTCHINSON, Bruce G.; Large-Truck Properties and Highway Design Criteria, Journal Transportation Engineering, ASCE, vol.116, NO 01, pp.01-21, New York, N.Y., Jan/Feb 1990.

IPC - Jornal Instituto Panamericano de Carreteras-Brasil, ano 2, nº 1, 07-08-09/94.

JACKSON, Lawrence E.; Truck Accident Studies, TRB-TRR 1052, pp.137-145, Washington, D.C., 1986.

- KANELLAIDIS, G.; Aspects of Highway Superelevation Design, Journal of Transportation Engineering, ASCE, vol.117, Nº 06, pp.624-632, New York, N.Y., Nov/Dec 1991.
- KHASNABIS, Snehamay; Operational and Safety Problems of Trucks in No-Passing Zones on Two-Lane Rural Highways, TRB-TRR 1052, pp.36-44, Washington, D.C., 1986.
- KHASNABIS, Snehamay; Al-Assar, Ramiz; Analysis of Heavy Truck Accident Data-Exposure Based Approach, Journal of Transportation Engineering, ASCE, vol.115, Nº 03, pp.298-304, New York, N.Y., May 1989.
- LILL, Richard A.; Geometric Design for Large Trucks-An Overview of the Issues from the Perspective of the American Trucking Associations, Inc., TRB-TRR 1052, pp.6-9, Washington, D.C., 1986.
- MCGEE, Hugh W.; Accident Data Needs for Truck Safety Issues, TRB-TRR 1052, pp.146-150, Washington, D.C., 1986.
- PERDA DE VELOCIDADE EM RAMPAS, TABELA; PIMENTA, Carlos Reynaldo Toledo; Notas de Aula, Perfil Longitudinal, Elementos das Seções Transversais, Projeto de Estradas 3, EESC-USP, 1991.
- POLUS, Abishai; Mahalel, David; Truck Impact on Roadway Safety, TRB-TRR 1047, pp.65-71, Washington, D.C., 1985.
- SCHOOR, David Jay; Traffic Control Device Problems Associated with Large Trucks, TRB-TRR 1052, pp.102-106, Washington, D.C., 1986.
- TRANSPORTE MODERNO; Ed. TM Ltda, pp. 1-15, nº 329, ano 28, 07/91.

BJBLJOGRAFJAS CONSULTADAS

ANDERSON, Kyle A.; Hoppe, Weldon J.; McCoy, Patrick T.; Price, Ramon E.; Cost-Effectiveness Evaluation of Rural Intersection Levels of Illumination, TRB- TRR 996, pp. 44-47, Washington, D.C., 1984.

ANDERSON, P.T.; Pyles, M.R.; Sessions, John; The Operation of Logging Trucks on Steep, Low-Volume Roads, TRB-TRR 1106, pp.104-111, Washington, D.C., 1987.

BLUE, D.W.; Kulakovski, B.T.; Effects of Horizontal- Curve Transition Design on Truck Roll Stability, Journal of Transportation Engineering, ASCE, vol117, N° 01, pp. 91-102, Jan/Feb 1991.

CARSTEN, Oliver; Safety Implications of Truck Configuration, TRB-TRR 1111, pp.17-26, Washington, D.C., 1987.

DONALDSON, Gerald A.; Safety of Large Trucks and the Geometric Design of Two-Lane, Two-Way Roads, TRB-TRR 1052, pp.10-14, Washington, D.C., 1986.

ERVIN, R.D.; Mac Adam, C.C.; Barnes, M.; Influence of the Geometric Design of Highway Ramps on the Stability and Control of Heavy-Duty Trucks, TRB-TRR 1052, pp.77-89, Washington, D.C., 1986.

FANCHER, P.S.; Sight Distance Problems Related to Large Trucks, TRB-TRR 1052, pp.29-35, Washington, D.C., 1986.

FARBER, E.I.; Modeling Conflicts at Intersections Hidden by Vertical Curves, TRB-TRR 1122, pp.57-67, Washington, D.C., 1987.

GLENNON, John C.; Highway Sight Distance Design Issues: An Overview, TRB-TRR 1208, pp. 1-3, Washington, D.C., 1989.

GRAF, V.D.; Archuleta, K.; Truck Safety Accidents by Classification, CALTRANS Div. Traffic Engineering FHWA/CA/TE-85, Sacramento, CA, 1985.

HALL, J.W.; Turner, D.S.; Stopping Sight Distance: Can We See Where We Now Stand?, TRB-TRR 1208, pp.4-13, Washington, D.C., 1989.

HARWOOD, D.W.; Glauz, W.D.; Mason Jr., J.M.; Stopping Sight Distance Design for Large Trucks, TRB-TRR 1208, pp.36-46, Washington, D.C., 1989.

HARWOOD, D.W.; Viner, J.G.; Russell, E.R.; Procedure for Developing Truck Accident and Release Rates for Hazmat Routing, Journal of Transportation Engineering, ASCE, vol.119, N° 02, pp.189-199, New York, N.Y., Mar/Apr 1993

HERD, D.R.; Agent, K.R.; Rizenbergs, R.L.; Traffic Accidents: Day Versus Night, TRB-TRR 753, Washington, D.C., 1980.

JACKSON, R.K.; Sessions, J.; Logging Truck Speeds on Curves and Favorable Grades of Single-Lane Roads, TRB-TRR 1106, pp.112-118, Washington, D.C., 1987.

MAK, King K.; Viner, John G.; Griffin III, Lindsay I.; Assessment of Existing General Purpose Data Bases for Highway Safety Analysis, TRB-TRR 1172, pp.1-10, Washington, D.C., 1988.

SAFWAT, K.N.; Walton, C.M.; Expected Performance of Longer Combination Vehicles on Highway Grades, TRB-TRR 1052, pp.63-77, Washington, D.C., 1986.

SHEN, Lon-Li David; Development of Highway Accident Hazard Index, Journal Transportation Engineering ASCE, vol. 112, NO 5, pp. 447-464, New York, N.Y., Sep 1986.