

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MODELO DE PREVISÃO DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS ENVOLVENDO
MOTOCICLETAS

ANDRÉ GERALDI MÂNICA

Porto Alegre, 2007

ANDRÉ GERALDI MÂNICA

MODELO DE PREVISÃO DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS ENVOLVENDO
MOTOCICLETAS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título: Mestre em Engenharia de Produção: Área de Concentração: Sistemas de Transportes e Logística, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Profa. Christine T. Nodari, Dra.

Porto Alegre
2007

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Profa. Christine Tessele Nodari, Dra.
Orientadora da Dissertação

Prof. Flávio Sanson Fogliatto, PhD.
Coordenador PPGE/UFGRS

Banca Examinadora:

Luis Antonio Lindau, Ph D.
Prof. DEPROT/ UFRGS

João Fortini Albano, Dr.
Prof. DEPROT / UFRGS

Celso Nunes Rosa, Dr.
Prof. Área de Tecnologia e Computação / ULBRA

Este trabalho é dedicado à memória póstuma de

CLÓVIS JOSÉ MÂNICA

Professor e médico comunitário pertencente à
cidade de Antônio Prado/RS

AGRADECIMENTOS

A oportunidade de receber aperfeiçoamento acadêmico na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) se reveste de motivo de muito orgulho e gratidão. A excelência da qualidade do ensino recebido desta prestigiada instituição pública são legados que por certo acompanharão a vida profissional, sempre objetivando retribuí-los em prol da sociedade. Este trabalho não seria levado a efeito sem a preciosa contribuição das pessoas e entidades, sendo a elas destinadas os agradecimentos:

- À orientadora da dissertação Profa. Christine Tessele Nodari, pelos ensinamentos, paciência, dedicação e estímulos repassados.
- Ao Prof. José Luis Duarte Ribeiro (PPGEP-LOPP), em vista do incansável e valioso suporte técnico oferecido para a elaboração do modelo previsional.
- Aos Professores do PPGEP-LASTRAN: Luis Antonio Lindau, Helena Beatriz Bettella Cybis, João Fortini Albano e Luiz Afonso dos Santos Senna, em decorrência da transmissão dos inestimáveis conhecimentos acadêmicos bem como pela transferência das vivências profissionais no decorrer do curso.
- Ao colega Ângelo Márcio Oliveira Sant’ana, pelo apoio técnico oferecido na análise estatística do banco de dados pertinente ao modelo.
- Aos colegas Rita Zignani e Rafael Rocco, pela fraternidade, amizade e companheirismo emanados no transcurso do mestrado acadêmico.
- Ao Comando Rodoviário da Brigada Militar do Estado do Rio Grande do Sul (CRBM), pela cessão da base de dados sobre acidentes rodoviários, cabendo especiais agradecimentos ao Comandante Paulo Renato Biacchi Rodrigues, ao Capitão Pinheiro e ao Sargento Fladimir da Silva Reis.
- Aos Técnicos do Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Sul (DETRAN) pela presteza e clareza das informações recebidas.
- Aos Engenheiros do DAER: Cláudio D’Almeida, Luis Antônio dos Santos e Luís Fernando Flores, em virtude do profissionalismo, ao se constituírem em entrevistados técnicos como também aos demais Engenheiros e profissionais do DAER, pela valorosa colaboração durante o desenvolvimento do modelo.

Por fim, os agradecimentos aos demais colegas que de algum modo, colaboraram para a conclusão desta dissertação.

RESUMO

Este trabalho apresenta um modelo de previsão de acidentes com a participação de motocicletas que foi desenvolvido a partir do método da análise de regressão estatística adaptado às particularidades técnicas das rodovias do Estado do Rio Grande do Sul. O objetivo do trabalho é gerar uma ferramenta que possibilite prever o número de acidentes a partir da combinação do nível de exposição veicular associada com os prováveis fatores de risco deste peculiar ambiente. Com esta finalidade, é confrontado o número de acidentes observados com relação às características técnicas das rodovias investigadas com o intuito de avaliar os fatores de risco. Nove variáveis de controle representando atributos físicos, funcionais, econômicos e legais das rodovias foram analisadas sob diversos parâmetros tais como: largura da plataforma, sinuosidade; inclinação, intersecções, condição do pavimento, tráfego de veículos, tráfego de caminhões, urbanização e dispositivos de controle de tráfego. A aplicação do método estatístico permite classificar as rodovias mais importantes quanto ao nível de acidentes; identificar, mensurar e avaliar os fatores de risco; estimar a probabilidade média para a realização do evento sinistro e simular, em nível de projeto, a ocorrência futura de acidentes. Uma vez processado, o modelo obteve um fator de explicação (R^2) para os dados em torno de 96%. As variáveis de controle que apresentaram maior efeito na variável de resposta foram obtidas através do tráfego de veículos seguido da largura da plataforma da rodovia. Após a análise do modelo, as rodovias com maior fator de propensão para acidentes foram a ERS734 sendo seguida pela ERS118 e ERS130. Os resultados que foram obtidos indicaram que a frota de motocicletas do Estado do Rio Grande do Sul - Brasil apresenta um risco de envolvimento em acidentes duas vezes maior que aquela incorrida pela frota dos Estados Unidos e três vezes maior que aquela apresentada pela frota do Reino Unido.

Palavras-Chave: segurança viária - modelos-previsionais de acidentes - motocicleta - moto-acidente motociclístico.

ABSTRACT

This article presents an accident prediction model with the participation of motorcycles, developed by statistical regression analysis adapted to the technical peculiarities of the roads of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The aim of the model is to generate a tool to allow predicting the number of accidents based on the combination of vehicle exposure level with possible risk factors. The number of accidents observed is compared with road technical characteristics, aiming at evaluating risk factors. Nine control variables, representing physical, functional, economical and legal road attributes, were analyzed as to different parameters, such as platform width; sinuosity; inclination; junctions; pavement condition; vehicle traffic; truck traffic; urbanization; and traffic control devices. The application of the statistical method allows the classification of the most important roads in terms of accident level; to identify, measure, and evaluate risk factors; to estimate mean accident probability; and to simulate, at project level, the future occurrence of accidents. Once processed, the model obtained an explanation factor (R^2) for the data around 96%. Vehicle traffic, followed by highway platform width had the highest effect on the response variable. After being analyzed by the model, ERS734, followed by ERS118, and ERS130 presented the highest accident probability factor. The results obtained indicated that the risk of motorcycles being involved in accidents in the state of Rio Grande do Sul is twice as high as in the USA, and three times higher than in the United Kingdom.

Keywords: road safety-accident prediction model-motorcycle-motorcycle accidents

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials

ANFAVEA – Associação Nacional Fabricantes de Veículos Automotores

ABRACICLO – Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares.

ABRAM – Associação Brasileira de Motociclistas

AMA – American Motorcyclist Association

AMO/RS – Associação dos Motociclistas do Rio Grande do Sul

BM – Brigada Militar do Estado do Rio Grande do Sul

CRBM – Comando Rodoviário da Brigada Militar do Rio Grande do Sul

DAER – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Rio Grande do Sul

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

DETRAN – Departamento de Trânsito do Estado do Rio Grande do Sul

DfT – Department for Transport of United Kingdom

DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes

FHWA – Federal Highway Administration

GAO – United States General Accounting Office

IRI – International Roughness Index

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IHS – Insurance Institute for Highway Safety

IHT – The Institution of Highways and Transportation

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MS – Ministério da Saúde

MT – Ministério dos Transportes

MSF – Motorcycle Safety Foundation

NHTSA – National Highway Traffic Safety Administration

TRB – Transportation Research Board

TRRL – Transport and Road Research Laboratory

USDOT – United States Department of Transportation

WHO – World Health Organization

WORLD BANK – Banco Mundial

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 – Custos médios mundiais de acidentes por modal de transporte	21
Ilustração 2 – Taxa de fatalidades mundiais por modal de transporte	31
Ilustração 3 – Fatores contribuintes de acidentes motociclísticos	36
Ilustração 4 – Taxa de fatalidades dos motociclistas nos Estados Unidos	38
Ilustração 5 – Custos hospitalares por local de tratamento em lesões na cabeça	39
Ilustração 6 – Tipos de acidentes motociclísticos por tipo de veículo no Reino Unido	40
Ilustração 7 – Taxa de fatalidade por modal de transporte nos Estados Unidos	44
Ilustração 8 – Acidentes motociclísticos versus idade do condutor	48
Ilustração 9 – Acidentes motociclísticos versus tipo de motocicleta	51
Ilustração 10 – Fatores de predição de acidentes em cruzamentos ferroviários	63
Ilustração 11 – Licenciamento veicular rodoviário no Estado do Rio Grande do Sul.....	68
Ilustração 12 – Classificação das Rodovias Estaduais do RGS Segundo a Direção	73
Ilustração 13 – Coord.geodésicas dos pontos extremos do Estado	73
Ilustração 14 – Classe de projetos para rodovias estaduais.....	80
Ilustração 15 – Classe de projetos para rodovias vicinais.....	80
Ilustração 16 – Tabelas correlacionais do sistema estatístico de acidentes de trânsito	85
Ilustração 17 – Estimativa da distância diária percorrida pela motociclista.....	88
Ilustração 18 – Fator de risco associado à largura da plataforma da via	117
Ilustração 19 – Fator de risco associado ao tráfego de caminhões.....	117
Ilustração 20 – Fator de risco associado à condição do pavimento.....	117
Ilustração 21 – Fator de risco associado ao tráfego de veículos	118
Ilustração 22 – Fator de risco associado à sinuosidade da rodovia.....	118
Ilustração 23 – Fator de risco associado à rampa da rodovia	118
Ilustração 24 – Fator de risco associado às intersecções da rodovia.....	119
Ilustração 25 – Fator de risco associado à urbanização da rodovia.....	119
Ilustração 26 – Fator de risco associado aos contr.eletr. de velocidade na rodovia	119
Ilustração 27 – Diagrama de dispersão da exposição relativa ao risco.....	123
Ilustração 28 – Sumarização dos fatores de risco para a malha rodoviária	124
Ilustração 29 – Diagrama de dispersão dos fatores de risco.....	125
Ilustração 30 – Resultados numéricos do exemplo hipotético do modelo preditivo	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos níveis das variáveis X_1 , X_2 e X_3	90
Tabela 2 – Descrição dos níveis das variáveis X_4 , X_5 e X_6	90
Tabela 3 – Descrição dos níveis das variáveis X_7 , X_8 e X_9	90
Tabela 4 – Descrição dos indicadores técnicos das variáveis X_1 , X_2 e X_3	92
Tabela 5 – Descrição dos indicadores técnicos das variáveis X_4 , X_5 e X_6	92
Tabela 6 – Descrição dos indicadores técnicos das variáveis X_7 , X_8 e X_9	93
Tabela 7 – Valores dos indicadores técnicos por rodovia	93
Tabela 8 – Descrição dos indicadores técnicos por rodovia.....	94
Tabela 9 – Fatores de risco absolutos inicialmente atribuídos pelos especialistas	94
Tabela 10 – Fatores de risco normalizados inicialmente atribuídos pelos especialistas ..	95
Tabela 11 – Fonte de dados para obtenção dos indicadores técnicos e fatores de risco...98	
Tabela 12 – Calibração inicial do fator de risco da variável X_4 cond.do pavimento.....	105
Tabela 13 – Exposição ao risco de acidentes por rodovia	111
Tabela 14 – Mensuração do efeito dos fatores de risco no modelo	112
Tabela 15 – Fatores de risco de acidentes por rodovia.....	113
Tabela 16 – Modelo geral previsional de acidentes	114
Tabela 17 – Síntese das estatísticas do modelo prev. de acid. motociclísticos	120
Tabela 18 – Critérios para as faixas de risco	121
Tabela 19 – Exposição relativa ao risco por rodovia	121
Tabela 20 – Distribuição da exposição relativa ao risco	122
Tabela 21 – Distribuição dos fatores de risco.....	124
Tabela 22 – Fatores de risco X_1 , X_2 , X_3 X_4 e X_5 associados aos indicadores técnicos.....	126
Tabela 23 – Fatores de risco X_6 , X_7 , X_8 e X_9 associados aos indicadores técnicos.....	127
Tabela 24 – Comparação dos indicadores de acidentalidade motociclística	128
Tabela 25 – As dez rodovias estaduais com maior fator risco.....	129
Tabela 26 – Dez rodovias com maior fator risco	132
Tabela 27 – Fatores de risco das rodovias com maior acidentalidade absoluta	134
Tabela 28 – Ind. estatísticos. das rod. com maior acid.absoluta e maior fator risco.....	134

SUMÁRIO

1 COMENTÁRIOS INICIAIS.....	12
1.1 INTRODUÇÃO	12
1.2 TEMA E OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	15
1.4 MÉTODO	16
1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	17
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 SEGURANÇA VIÁRIA.....	19
2.1.1 Custos Sociais dos Acidentes de Trânsito	21
2.1.2 Políticas de Segurança no Trânsito	22
2.2 CENÁRIO DO SETOR DE TRANSPORTES NO BRASIL	24
2.2.1 Licenciamento de Condutores e Veículos	25
2.2.2 Produção de Veículos Automotores	26
2.3 ESTUDO DO ACIDENTE DE TRÂNSITO	27
2.3.1 Riscos Envolvidos	27
2.3.2 Níveis de Investigação	34
2.3.3 Boletins de Ocorrência	35
2.4 ACIDENTE MOTOCICLÍSTICO.....	37
2.4.1 Custos Sociais dos Acidentes Motociclísticos.....	38
2.4.2 Tipos Predominantes de Acidentes Motociclísticos	39
2.4.3 Fatores Contribuintes para Acidentes Motociclísticos	43
2.5 MODELOS DE PREVISÃO DE ACIDENTES	51
2.5.1 Ajust. dos Dados de Acidentes por Meio de Distribuições Teóricas	52
2.5.2 Construção do Modelo.....	54
2.5.3 Exemplos de Modelos Previsionais de Acidentes	59
3 DESENVOLVIMENTO DO MODELO PROPOSTO.....	66
3.1 COLETA DOS DADOS	67
3.1.1 Licenciamento Veicular e Habilitação de Condutores	67
3.1.2 Cadastro Rodoviário	69
3.1.3 Registros de Acidentes	83
1.2. ADEQUAÇÃO DOS DADOS À MODELAGEM	87
3.1.4 Definição das Variáveis do Modelo	87
3.1.5 Consolidação das Variáveis do Modelo	95
3.2 MODELO PREVISIONAL	98
3.2.1 Introdução	98
3.2.2 Processo de modelagem.....	103
3.2.3 Fluxograma das Etapas de Processamento no Modelo	108
3.2.4 Avaliação da Exposição ao Risco	110
3.2.5 Análise de Sensibilidade dos Fatores de Risco.....	111
3.2.6 Síntese dos Fatores de Risco.....	112
3.2.7 Modelo Geral Previsional de Acidentes	113

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MODELO.....	115
4.1 ESTATÍSTICAS DO MODELO DE REGRESSÃO	115
4.1.1 Estimação do Erro do Modelo	115
4.1.2 Poder Explicativo do Modelo	120
4.2 USO DO MODELO NA MENSURAÇÃO DO RISCO	120
4.2.1 Exposição Relativa ao Risco por Rodovia	120
4.2.2 Distribuição da Exposição Relativa ao Risco	122
4.2.3 Distribuição dos Fatores de Risco	123
4.3 USO DO MODELO EM NÍVEL DE PROJETO	125
4.3.1 Previsão do Número de Acidentes.....	125
4.3.2 Exemplo Numérico do Caso Hipotético Ilustrativo	127
4.4 REFERÊNCIAS DE INDICADORES DE ACIDENTALIDADE	128
4.5 ESTUDOS DE CASO	129
4.5.1 Rodovias com Maior Fator de Risco	129
4.5.2 Rodovias com Maior Fator de Risco e Maior Acidentalidade	133
5 CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES DE AÇÕES	135
5.1 CONCLUSÕES	135
5.2 PROPOSIÇÃO DE AÇÕES	141
REFERÊNCIAS.....	143
APÊNDICE	150
APÊNDICE A – Acidentes observados por rodovia no período entre 2001-2005.....	151
APÊNDICE B – Tabela dos indicadores técnicos por rodovia	153
APÊNDICE C – Descrição dos indicadores técnicos por rodovia	155
APÊNDICE D – Exposição ao risco de acidentes por rodovia	157
APÊNDICE E – Fatores de risco de acidentes por rodovia.....	159
APÊNDICE F – Modelo geral previsional de acidentes	161
APÊNDICE G – Exposição relativa ao risco por rodovia	163
ANEXO.....	165
ANEXO A– Mapa Rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul.....	166
ANEXO B – Primeiro Quadrante do Mapa Rodoviário do RGS	167
ANEXO C – Segundo Quadrante do Mapa Rodoviário do RGS	168
ANEXO D – Terceiro Quadrante do Mapa Rodoviário do RGS	169
ANEXO E – Quarto Quadrante do Mapa Rodoviário do RGS	170
ANEXO F – Detalhe Um do Mapa Rodoviário do RGS	171
ANEXO G – Detalhe Dois do Mapa Rodoviário do RGS	172
ANEXO H – Dimensões dos veículos da frota (detalhe em perfil).....	174
ANEXO I – Dimensões dos veículos da frota (detalhe em vista frontal).....	175

1 COMENTÁRIOS INICIAIS

Esta dissertação versa sobre um estudo técnico investigatório acerca da acidentalidade envolvendo motocicletas no trânsito rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul - Brasil. Constituem-se em objetos desse trabalho a identificação das rodovias mais propensas a acidentes bem como a análise e mensuração dos principais fatores de risco afeitos à operação do veículo de duas rodas neste ambiente específico.

1.1 INTRODUÇÃO

A partir de meados do século passado, no pós-guerra, o Brasil começava a experimentar o processo de inserção no mundo dos países em industrialização. Em acordo às novas diretrizes que balizavam as relações internacionais, muitas nações detentoras de matérias primas abundantes e populações em expansão foram agraciadas com investimentos externos, dentre os quais o Brasil. Em muitos povos, em vista da maior exposição ao contato com os bens industrializados, a propagação da cultura veicular, associada às questões comportamentais humanas, passou a se intensificar.

Na medida em que a indústria automobilística se firmava nas décadas sessenta e setenta, o Brasil apresentava altas taxas de crescimento, tanto populacional quanto econômico. Dessa forma, quanto mais veículos eram produzidos maior era a demanda de novos caminhos. As malhas rodoviárias estaduais, acopladas ao modelo federal, foram sendo construídas e expandidas com o intuito de servir de meio de ligação entre as cidades, facilitar o escoamento da produção agrícola das zonas rurais para os grandes centros urbanos e portos uma vez que o Brasil começava a se tornar um país exportador.

No contexto desenvolvimentista que moveu o país, o Rio Grande do Sul se firmou como um Estado exportador voltado ao setor agrícola ao passo que desenvolvia um robusto parque industrial metal mecânico localizado na capital e interior. Em virtude de questões estratégicas e vizinhança com países platinos, nesta época, o território gaúcho recebeu vultosos investimentos federais no setor de transportes. Muitas estradas federais foram construídas, em torno de três mil quilômetros, ligando os quatro quadrantes do território. Coube ao Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER) a tarefa de completar a

malha rodoviária, nas décadas posteriores, passando de mil quilômetros pavimentados para mais de seis mil quilômetros atualmente.

Ao início do milênio, os aportes financeiros; entretanto, já não são suficientes para dar provimento às reais necessidades de conservação e ampliação da malha rodoviária existente. As verbas públicas, em virtude de muitas carências, são destinadas prioritariamente a outras demandas sociais. Esta questão muito aflige o Brasil, pois em nível de infra-estrutura de serviços públicos, a falta de planejamento estrutural do setor de transportes aumenta os custos econômicos envolvidos, promovendo também a insegurança dos deslocamentos.

Mesmo enfrentando dificuldades, a indústria veicular brasileira se consolidou. Aproveitando-se da abertura dos mercados, as montadoras automotivas, estabelecidas no Brasil, nos últimos vinte anos, avançaram do patamar histórico anual estagnado em milhão de unidades para um nível crescente de mais de dois milhões de veículos fabricados atualmente. Muito mais surpreendente foi o papel da indústria de veículos de duas rodas instalada no país que, de algumas dezenas de milhares de unidades neste período, saltou abruptamente para centenas de milhares de motocicletas, caminhando celeremente, em 2006, para quase um milhão de peças produzidas.

Muitas motocicletas atualmente fazem parte do cenário urbano, já se tornando perceptível também a participação delas no tráfego das rodovias. O padrão geométrico e as condições ambientais das estradas; contudo, nem sempre estão compatíveis ao uso do veículo de duas rodas, havendo muitos riscos inerentes à operação. Adiciona-se ao fato a falta de conhecimento técnico existente acerca do perfil do condutor motociclístico. Por sua vez, a estimativa do risco de acidentes no trânsito é uma tarefa complexa que envolve medir o nível de exposição veicular como também averiguar o grau de interação entre as muitas variáveis envolvidas que estão associadas a diversos fatores humanos, veiculares, ambientais e sócio-econômicos.

Ao contrário de outros países, nos quais há muitas pesquisas sobre segurança viária envolvendo motocicletas, no Brasil há necessidade de aprofundar os estudos com o intuito de estimar os fatores de risco incorridos pelos usuários deste veículo como também definir o nível de exposição a acidentes. O padrão de deslocamentos é pouco conhecido. Há dificuldades em se obter dados sobre a real distância percorrida pela frota de motocicletas durante certo período de abrangência. Torna-se importante então identificar, mensurar e avaliar estes parâmetros técnicos, sob o ponto de vista do ambiente rodoviário que guarda características físicas e operacionais muito distintas do ambiente urbano.

Os modelos previsionais de acidentes são ferramentas que usam a procedimentos matemáticos para encontrar relações entre os fatores contribuintes de acidentes e o número de eventos sinistros. No trabalho, a despeito da revisão da literatura técnica existente sobre modelos preditivos, foi desenvolvido um método próprio de regressão estatística não linear para acidentes motociclísticos que foi adaptado às particularidades técnicas das rodovias do Estado do Rio Grande do Sul.

1.2 TEMA E OBJETIVOS

O fenômeno da popularização do uso das motocicletas é recente no Brasil. Distintamente dos países desenvolvidos que as usam para lazer e recreação, elas são aplicadas em atividades laborais principalmente em cidades. O impacto deste diminuto, eficiente e rápido meio de transporte já é motivo de debates técnicos no ambiente de trânsito urbano, seja pela repercussão no tráfego, seja pelo alto número de acidentes em que está envolvido.

Por outro lado, há pouco conhecimento acerca do padrão operacional e *performance* da motocicleta no ambiente rodoviário que muito se difere das ruas e avenidas urbanas. Tampouco é conhecido o padrão de sinistralidade do veículo de duas rodas em estradas. Dessa forma, muitas peculiaridades estão afeitas no estudo da acidentalidade envolvendo as motocicletas. Trata-se de um meio de transporte com apenas duas rodas sobre o qual são impostas, com toda a intensidade, as leis dinâmicas da física. Além da forte presença deste veículo no ambiente urbano brasileiro, hoje também começa a ser percebida em meio rodoviário o tráfego crescente de motocicletas modificando o cenário da operação das vias e o quadro de sinistralidade veicular.

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho visa estabelecer um estudo da acidentalidade motociclística em rodovias fiscalizadas e administradas pelo Poder Público Estadual do Rio Grande do Sul.

1.2.2 Objetivos Específicos

Constituem-se em objetivos específicos deste trabalho:

- A proposição de um modelo estatístico de previsão de acidentes rodoviários envolvendo motocicletas;
- A identificação das rodovias estaduais do Rio Grande do Sul com maior propensão à ocorrência de acidentes envolvendo motocicletas;
- A mensuração e avaliação dos prováveis fatores de risco do ambiente rodoviário;
- A apresentação de um modelo genérico para rodovias estaduais que permita prever o número médio de acidentes motociclísticos em nível de projeto;
- O referenciamento dos indicadores de acidentalidade motociclística das rodovias estaduais do Rio Grande do Sul frente a outros países.

1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

O tráfego veicular em rodovias é crescente nas rodovias brasileiras. A presença da motocicleta neste ambiente acompanha este fenômeno. Por conseguinte há uma forte tendência do agravamento da questão da acidentalidade envolvendo este tipo de veículo em virtude da maior exposição ao tráfego. Os sinistros com a participação do veículo de duas rodas tendem a causar danos severos, inclusive à vida posto que se trata de um meio de locomoção muito frágil em relação aos demais. É importante distingui-lo dos outros veículos motorizados e analisá-lo tendo em vista suas características peculiares.

O trabalho se justifica também na medida em que atualmente há pouco conhecimento sobre a forma de utilização das motocicletas em estradas que, por sua vez, se diferem sobremaneira daquelas vias encontradas no meio urbano. Diante disso, é fundamental procurar relações entre o modo de operação destes veículos com os acidentes de trânsito, sob estas circunstâncias ambientais, com vistas a encontrar possíveis nexos causais entre os fatos geradores e os eventos que culminam no sinistro.

Adicionalmente, não há muitos referenciais brasileiros acerca do tema, principalmente se considerados os modelos previsionais. Estes últimos propiciam a avaliação e mensuração dos fatores contribuintes que possam ter relação para a consumação dos acidentes

motociclísticos. Dessa forma podem servir de alerta aos usuários quanto aos riscos incorridos ao mesmo tempo em que preconizam uma adequada condução veicular para atendimento dos quesitos de segurança e conforto. De posse do modelo, é possível ao Poder Público estimar os acidentes dos projetos que ainda não estão implementados, possibilitando-se a escolha daqueles que resultem em menos acidentes. Estas ações estariam contribuindo, em caráter preventivo, para a redução do nível de acidentalidade.

1.4 MÉTODO

Seguindo a classificação proposta por Gil (1991), do ponto de vista de sua natureza, esse trabalho é classificado como pesquisa aplicada uma vez que busca a geração de conhecimentos dirigidos à solução de problemas específicos. Do ponto de vista da abordagem, é classificado como pesquisa quantitativa visto que trata estatisticamente um amplo banco de dados numéricos. Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa é classificada com explicativa uma vez que visa identificar os fatores que contribuem para a ocorrência de um fenômeno, aprofundando o conhecimento da realidade. Quanto aos procedimentos técnicos é classificada como *ex-post facto* visto que a análise é feita depois dos fatos (acidentes) terem ocorrido. O método de trabalho adotado segue as etapas abaixo descritas:

- Revisão teórica sobre segurança viária, características do segmento de motociclistas e modelos de previsão de acidentes;
- Obtenção e adequação dos bancos de dados necessários à modelagem da ocorrência de acidentes;
- Desenvolvimento do modelo de previsão;
- Análise estatística do modelo;
- Identificação das variáveis com maior contribuição na ocorrência de acidentes;
- Análise dos trechos identificados pelo modelo como de maior risco.

1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

O trabalho se restringe à análise dos dados de rodovias pavimentadas sob jurisdição do Estado do Rio Grande do Sul. Não foram abrangidas pela pesquisa aquelas que estão sob responsabilidade da União e Municípios. O período de análise dos dados refere-se aos anos de 2001 a 2005. No que concerne ao período escolhido, as possíveis alterações dos parâmetros técnicos e geométricos das vias, etc. ocorridos posteriormente a esta data foram desconsiderados.

A base de dados sobre os acidentes esteve restrita aquela sob administração da Polícia Rodoviária Estadual. Por este motivo, sinistros ocorridos em vias urbanas apropriados de forma legal pelo Poder Público Municipal como também aqueles que foram registrados pela Polícia Rodoviária Federal não foram contemplados pela pesquisa.

Na base de informações pertencentes ao Sistema Rodoviário Estadual (SRE), onde estão registradas as características físicas e técnicas das estradas, não constavam dados completamente atualizados, principalmente nos quesitos tráfego, situação física dos trechos e condições funcionais do pavimento.

Para contornar esta situação, houve a necessidade de propor estimativas de valores. Outro fator limitante esteve vinculado à forma de estruturação lógica do sistema utilizado pela Polícia Rodoviária Estadual, no qual são apropriados os boletins de acidentes. Este fato não possibilitou um nível de informação mais desagregado, permitindo que fosse possível estabelecer alguns cruzamentos de dados adicionais entres os veículos envolvidos em sinistros.

Em vista da indisponibilidade de pesquisas acerca do perfil do condutor de motocicletas não foi possível agregar parâmetros técnicos que refletissem os fatores de risco associados tipicamente ao comportamento humano. Tampouco há pesquisas dirigidas a mensurar as efetivas distâncias percorridas pelos condutores em estradas. Da mesma forma, é desconhecido o padrão utilizado para operação e manutenção do veículo no que concernem às normas de pilotagem e os cuidados técnicos destinados à conservação do bem. Em decorrência deste fato, no modelo, as distâncias médias de percurso foram estimadas.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação está estruturada em seis seções primárias. A primeira delas traz uma visão geral do problema abordado, os objetivos, as limitações e etapas da pesquisa. A segunda seção se constitui em uma fundamentação teórica acerca da pesquisa realizada. Aborda questões sobre segurança viária; reproduz índices da produção e licenciamento veicular; estatísticas gerais sobre acidentes motociclísticos, prospectando indicadores econômicos e sociais advindo destes. A seguir, estabelece uma pesquisa bibliográfica acerca dos procedimentos utilizados nos boletins de ocorrência para registrar e posteriormente investigar os sinistros.

Aspectos conceituais sobre a definição do risco como, por exemplo, a exposição e os fatores contribuintes a acidentes de trânsito também são discorridos nesta seção. São apresentados também os importantes modelos previsionais com ênfase no ambiente rodoviário. Por intermédio destes estudos são obtidas as principais características técnicas (indicadores) das estradas que possuem repercussão nos fatores de risco. Por fim, é investigada, na literatura mundial, informes didáticos sobre a condução segura de motocicletas e os principais fatores associados à accidentalidade envolvendo este veículo.

A terceira seção do trabalho descreve a forma como os dados foram obtidos, os procedimentos empregados para tratá-los bem como explana as premissas do modelo estatístico previsional de acidentes. A quarta seção se reveste da análise crítica dos resultados produzidos pelo modelo trazendo à tona os estudos de casos. A quinta seção retoma os conceitos do trabalho; contextualiza os principais resultados obtidos acerca da accidentalidade, comparando-os com outros referenciais, estabelecendo então as conclusões. Por fim, na última seção são colocadas as proposições de ações com vistas a melhorar a abordagem e o tratamento do problema constituído pela sinistralidade motociclística no ambiente de trânsito do Rio Grande do Sul.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SEGURANÇA VIÁRIA

O conceito de segurança no trânsito e suas implicações na manutenção da mobilidade das pessoas são temas emergentes. Num modelo de transporte onde a mobilidade está associada à imagem dos veículos motorizados, o estudo da acidentalidade se reveste de crucial importância, tendo em vista as repercussões que acarreta à sociedade e ao meio ambiente.

A importância dos veículos motorizados vai muito além da simples necessidade das pessoas em serem atendidas quanto aos anseios de locomoção (WORLD BANK, 1998). A posse e o uso de veículos abrangem muitas questões emocionais intrínsecas ao ser humano. O veículo motorizado, na escala de valores da sociedade moderna, representa um poderoso elemento de posicionamento na hierarquia social.

O Brasil é um país em que crescem as distâncias de transportes para a locomoção das pessoas, em decorrência da urbanização do país. Os sistemas de transporte público disponibilizado pelo poder governamental são, muitas vezes, ineficientes e dispendiosos aos cidadãos que, por sua vez, tentam compensar esta situação trocando de modal. Por conseguinte, a utilização do veículo de duas rodas, como meio de transporte, vem se intensificando no Brasil (DENATRAN, 2006a).

O veículo motorizado de duas rodas é caracterizado pelo diminuto tamanho, se comparado aos demais veículos. A preocupação com sua segurança veicular; entretanto, deve ser inversamente proporcional ao atributo dimensional, dado que as consequências dos acidentes, nos quais estão envolvidas motocicletas, são geralmente graves, principalmente no diz respeito aos danos a integridade de seus ocupantes. No ANEXO H e ANEXO I são representadas as dimensões dos veículos da frota.

Em tempos passados, as motocicletas eram utilizadas basicamente para lazer, sendo a elas associadas à idéia de liberdade e independência em função da grande versatilidade, alta mobilidade e custo relativamente baixo de aquisição e manutenção. Havia, na época, uma forte conotação emocional para o seu uso e posse, apesar do inerente risco de utilização, uma vez que é um veículo frágil; porém, veloz com relação aos demais (MANNERING; GRODSKY, 1995).

Hoje preponderam muito mais os argumentos econômicos e sociais do que emocionais na utilização da motocicleta como meio de transporte. O veículo serve para que um grande contingente de pessoas o utilize para trabalhar e garantir a subsistência própria, desde que assumam o risco de dirigir um veículo pouco robusto num ambiente nem sempre amigável de trânsito. Grandes avanços tecnológicos nos anos oitenta proporcionaram muitas inovações com relação à segurança, economia e desempenho dos veículos motorizados de duas rodas (IIHS, 2006). Esta época marcou uma dicotomia entre o veículo originário da evolução da própria bicicleta para um meio de locomoção que começou a agregar quesitos de qualidade e *performance* muito próximos do produto automóvel (MSF, 2005). Concomitantemente, neste período, a indústria começou a dar ênfase à confecção de bens mais sofisticados, com maior potência e valor agregado, manufacturando-os com finalidade recreacionais, surgindo, desta forma, as motocicletas superesportivas. Muitos condutores, acima dos quarenta anos, com disponibilidade econômica, voltaram à atividade em virtude deste fato, preocupando sobremaneira as autoridades de trânsito que sempre creditaram aos jovens o acréscimo do número de acidentes, focando nesse segmento as campanhas de trânsito (DfT, 2005b).

As repercussões dos acidentes de trânsito ao sistema de saúde e previdenciário oficiais tornam o problema um caso de saúde pública porque muitos jovens são subtraídos do mercado de trabalho em decorrência de lesões e mortes provocadas pelo uso de motocicletas (DENATRAN, 2006b). Se, por um lado, a motocicleta se constitui em alternativa de trabalho para muitas pessoas que são deixadas à margem do mercado formal de trabalho, por outro, ajudam a tornar robusta a imagem de veículo perigoso e de alto risco aos usuários do sistema de trânsito.

Adicionalmente, os baixos níveis de investimento e serviços destinados à conservação rodoviária, o crescimento do fluxo veicular de forma desordenada, sem o devido incremento da capacidade das vias e a falta de habilidade, ou preparo dos condutores, são alguns dos fatores potenciais que podem contribuir individualmente ou combinados para a ocorrência de acidentes (DAER, 2007). Há situações em que os acidentes ocorrem sistematicamente. Os chamados Pontos Críticos Viários são os prováveis locais onde estes fatores, como também outros mais, podem deixar elementos concretos, através de dados, que permitam uma análise estatística acerca da mera casualidade dos acidentes ou alguma relação causal efetiva entre os fatores mencionados e o próprio local em estudo (DENATRAN, 1987).

A pesquisa na área da segurança viária, dentre muitas outras, assume atribuições como coletar, organizar e analisar dados de acidentes com vistas a buscar explicações, através das relações entre causa e efeito dos fatores contribuintes para os acidentes de trânsito (OGDEN,

1996), estabelecendo subsídios necessários à proposição de pontos de melhoria ao tema. O estudo específico dos acidentes motociclísticos reveste-se de grande importância em virtude da abrangência social e econômica em que está inserido. Ao estabelecer padrões de acidentes envolvendo este tipo de veículo, assim como ao identificar os Pontos Críticos Viários a ele associados, há possibilidade de maior eficácia no tratamento do problema no âmbito da Engenharia de Segurança Viária dos locais considerados perigosos. A proposição de um diagnóstico do problema e dos fatores contribuintes dos acidentes motociclísticos, torna-se possível atingir uma maior eficácia no direcionamento do público alvo envolvido nas campanhas de conscientização.

2.1.1 Custos Sociais dos Acidentes de Trânsito

Os acidentes de trânsito provocam à sociedade vultosas perdas econômicas e sociais. Em nível mundial, conforme a Ilustração 1, os custos dos sinistros envolvendo os modais rodoviários são vultosos. No Brasil, mais de 35.000 pessoas perderam a vida, inseridas num universo que estão contemplados mais de 350.000 eventos que trazem danos à vida humana (DENATRAN, 2006a). De acordo com dados estatísticos do IPEA (2005) em torno de 2% do Produto Interno Bruto (PIB) são desperdiçados todos os anos do montante do valor produzido pela economia brasileira em função das consequências deste fato

As perdas decorrentes de eventos sinistros associados ao trânsito se constituem em grave problema de saúde pública. Dados fornecidos por entidades médicas (MS, 2005) indicam que essas ocorrências foram responsáveis pelo maior número de internações hospitalares decorrentes de lesões humanas de causas externas. As mortes no trânsito ocupam a terceira posição no quadro geral de óbitos, perdendo apenas para as doenças cardíacas e doenças degenerativas.

Modal de Transporte	US\$/passageiro - km
Aviação Comercial	0,01
Trem	0,06
Ônibus	0,23
Automóvel	0,28
Aviação Geral	0,39
Motocicleta	1,52

Fonte: WHO (2001)

Ilustração 1 – Custos médios mundiais de acidentes por modal de transporte

A interrupção prematura de vidas, bem como a incapacidade física e emocional imposta aos sobreviventes de acidentes de trânsito, denota uma carga adicional a ser suportada pela sociedade uma vez que estas pessoas estavam em pleno exercício laboral (ADURA, 2002). Este fato sobrecarrega a previdência social e o sistema de saúde do país que arca com as despesas securitárias e médicas dos acidentados. Avaliar os custos absorvidos pela sociedade em decorrência dos acidentes, se torna uma carga demasiada e extensa. Esta avaliação nem sempre possível de ser feita em função da falta de dados. As informações médicas, os boletins de trânsito e os dados pertencentes aos órgãos de trânsito necessariamente deveriam estar conciliados entre si com vistas a ser obtida uma base de dados consistente e satisfatória. Diferentes metodologias empregadas nos vários setores da área de segurança dos transportes utilizados na apuração de dados, tempestividade dos boletins, critérios descompassados para registrar os fatos se constituem em obstáculos de difícil transposição (NHTSA, 2002). Já quantificar os custos materiais diretos envolvidos nos acidentes de trânsito apresenta-se como tarefa mais simples que a quantificação dos custos indiretos. Havendo dados suficientes, mensurar os danos aos veículos, às vias, a propriedade imóvel e ao ambiente é passível de ser estabelecida através de métodos adequados e correntemente difundidos pela técnica empregada no meio securitário.

Não obstante as problemáticas expostas existem dificuldades impostas na quantificação de custos associados, pois há questões mais amplas a serem mensuradas como, por exemplo: o valor da vida humana atribuída às vítimas destes sinistros; os encargos previdenciários, trabalhistas, médicos e outros que são atinentes ao cidadão durante a sua existência e pagos pela sociedade. Embora esforços já estejam sendo feitos nesse sentido, onde se observa estudos nacionais para a quantificação do valor da vida, o país ainda carece de aprimorar um conjunto de indicadores sócio-econômicos que auxiliem a produção dos cálculos atuariais. Esses cálculos vêm a se revestir de extrema importância na mensuração das conseqüências dos acidentes de trânsito (ROSA, 2006).

2.1.2 Políticas de Segurança no Trânsito

Muitos fatores combinados produzem circunstâncias que podem conduzir a um acidente de trânsito. Raramente estes eventos são provocados devido a um único fator. Quatro principais categorias de fatores contribuem para a ocorrência de sinistros veiculares (WHO,

2001). Fatores de risco humanos ambientais e veiculares intrinsecamente associados (diretos) ao sistema de transporte e fatores de risco sócio-econômicos (indiretos) que provêm indiretamente de questões estruturais mais amplas oriundas da forma organizacional da sociedade. Cabe destacar que elementos destas quatro categorias podem ser identificados em um único acidente uma vez que não são mutuamente exclusivas.

Os fatores humanos envolvem ações que estejam associadas ao condutor veicular, incluindo a velocidade excessiva ou inapropriada a uma dada situação; violação de leis, tanto quanto aspectos relacionados ao consumo de álcool ou drogas; falta de atenção; erros de tomada de decisão; características pessoais inerentes ao condutor como a idade que possam influir no modo de dirigir do condutor, etc. Os fatores ambientais incluem o projeto e condições da via; obstáculos dispostos ao largo da faixa de circulação do tráfego; clima, etc. (COELHO, 1999). Os fatores veiculares representam quaisquer falhas que possam existir no próprio veículo como também erros de *design* e concepção, manutenção deficiente etc. (DENATRAN, 2006b). Há também um quarto elemento presente nos acidentes de trânsito que se caracteriza pelo envolvimento de fatores sócio-econômicos evidenciado sob várias formas, por exemplo, urbanização desordenada, sobrecarregando o sistema de trânsito; rápida motorização da sociedade sem que haja contrapartida em investimentos públicos de infraestrutura, etc. (ORTUZAR *et al.*, 1996).

À medida que a sociedade moderna se organiza, cada vez mais, em grandes centros urbanos, muitas transformações ocorrem na vida dos cidadãos. As distâncias aumentam entre a moradia e o trabalho, as relações sociais são afetadas pelos deslocamentos, novos relacionamentos e grupos humanos são levados a efeito, muitas viagens para outros locais, são realizadas em busca do emprego, saúde, convívio social e atendimento das necessidades básicas humanas. O modelo de organização social se transfigurou neste último século. Evidentemente esta nova situação modifica o risco de exposição ao trânsito a todos os cidadãos de uma maneira global. De certa forma, a alteração dos fatores sócio-econômicos de uma comunidade impõe um risco adicional (estrutural) ao sistema de transportes.

A despeito de contramedidas aos acidentes de trânsito, muitas políticas de segurança, quando adequadamente implementadas, atingem as metas propostas. Estas ações públicas visam principalmente minorar os fatores contribuintes ao risco como também mitigar as conseqüências dos efeitos dos sinistros, caso aconteçam. A diminuição do número de acidentes envolvendo motocicletas nos Estados Unidos entre as décadas de oitenta e noventa é um caso típico (NHTSA, 2005a). Depois de atingir um ápice negativo em fatalidades envolvendo veículos de duas rodas, ao final dos anos setenta, onde foram ceifadas

aproximadamente cinco mil vidas anuais, a taxa envolvendo motociclista decaiu drasticamente nos períodos posteriores (NHTSA, 2005b). Este fato decorre da obrigatoriedade aos condutores de obter frequência e aproveitamento em cursos de pilotagem, do uso de capacetes homologados por selo de garantia nacional, em alguns Estados, da adoção de equipamentos de proteção individuais mais seguros, do avanço tecnológico das motocicletas, da sinalização viária voltada para veículos de duas rodas, dentre outras medidas eficazes atinentes ao tema (MSF, 2005).

Entretanto, em vista da não obrigatoriedade do uso de capacetes em muitos estados americanos esta taxa de acidentes voltou a subir no início do milênio (NHTSA, 2005c). A independência legislativa entre os Estados Membros da União é um direito firmado pela Constituição Federal dos Estados Unidos. Muitos entes federados deste país proclamam leis particulares e específicas, inclusive na área de segurança viária. Hoje em torno de vinte e cinco estados dispensam o uso de capacetes, embasando a jurisprudência no direito inalienável da própria pessoa em dotar sua própria segurança ao usar, ou facultar o uso de equipamentos de proteção como luvas, capacetes, roupas, etc. (PREUSSER *et al.*, 2000). Em última análise, em alguns Estados, é garantido ao cidadão o direito de assumir o próprio risco de sofrer um dano físico, desde que não comprometa aos demais, sem interferência da ação do Estado (McKNIGHT; McKNIGHT, 1995).

Ressalta-se o fato que o Código Brasileiro de Trânsito, como também a legislação do Reino Unido, é mandatória quanto ao uso de capacetes e demais equipamentos de segurança pessoal do piloto (BRASIL, 1997). Impõe também que as motocicletas trafeguem com farol acesso durante o dia e utilizem roupas claras para garantir a conspicuidade (visibilidade) do conjunto (veículo e piloto).

2.2 CENÁRIO DO SETOR DE TRANSPORTES NO BRASIL

Há um grande número de viagens geradas em função do crescimento econômico vegetativo decorrente dos picos de desenvolvimento que demandam acréscimo na necessidade de deslocamento de pessoas e bens. A malha viária urbana e rodoviária do país fornece baixos indicadores de qualidade do pavimento e trafegabilidade, demonstrando que não está comportando tal nível de fluxo veicular em condições de conforto, segurança e conveniência (NAÇÕES UNIDAS, 1994). Os aportes financeiros anuais previstos nos orçamentos públicos,

necessários a prover o suporte da infra-estrutura existente viária, não são suficientes para atender este nível de demanda por viagens. Seja para a construção de obras novas ou de ampliação de capacidade das vias existentes, seja para manutenção dos serviços de conservação e restauração dos pavimentos ou, até mesmo, para fazer a gestão ambiental viária.

O cenário atual no ambiente de trânsito brasileiro vislumbra uma situação aonde há uma tendência expressiva de crescimento de veículos, particularmente de motocicletas, em circulação nas vias (DAER, 2006a). Esse aumento da demanda por infra-estrutura poderá levar ao esgotamento da capacidade de fluxo das mesmas visto que há insuficiência de investimento público no setor (WORLD BANK, 1998). Concomitantemente ao fato, cresce anualmente a presença de condutores habilitados entrantes no sistema viário, preponderantemente jovens, em decorrência do aumento populacional (DENATRAN, 1996).

Por resultante desta situação, tem-se um quadro em que estão ressaltados os elementos que estarão presentes como possíveis fatores contribuintes de acidentes de trânsito associados ao veículo, via e pessoa como também em decorrência da maior exposição de riscos oriundos de fatores sócio-econômicos que são modificados dentro desta perspectiva.

2.2.1 Licenciamento de Condutores e Veículos

Acompanhando a explosão demográfica que proporcionou um salto populacional de 70 milhões de pessoas residentes no país, na década de 70, para a previsão de existência de mais de 200 milhões de cidadãos brasileiros presentes em meados do milênio que ora se inicia (IBGE, 2005), houve também a crescente habilitação de condutores de veículos automotores. Em 2005, estavam cadastradas no país em torno de 37 milhões de pessoas autorizadas pelo Poder Concedente Federal a dirigir em vias públicas (DENATRAN, 2006a). Segundo esses dados, a distribuição etária dos condutores é preponderantemente jovem, entre 18 e 35 anos (47%), havendo pessoas de meia idade entre 36 e 55 anos (40%) e finalmente pessoas na terceira idade com mais de 55 anos (13%). Desses 37 milhões, doze milhões de pessoas estavam aptas a conduzir veículos de duas rodas (31%) dispersas entre várias categorias. Em nível estadual, no mesmo período, novecentos mil cidadãos, num universo de quase três milhões de condutores, possuíam carta de habilitação para conduzir motocicletas. Este fato

indica que aproximadamente 33% dos condutores habilitados a dirigir veículos em geral estão aptas a pilotar motocicletas no Estado.

Resultante do modelo de desenvolvimento aplicado ao longo dos anos, o país se defronta atualmente com grandes números de acidentes de trânsito (DENATRAN, 2006a). Nestes sinistros, se observa uma participação cada vez maior de motocicletas com relação a outros veículos automotores (DAER, 2005). Observa-se também que o licenciamento deste tipo de veículo cresceu em torno de 22% no Estado do Rio Grande do Sul entre os anos de 2002 e 2005. Neste mesmo período, a média de crescimento nacional do licenciamento de motocicletas foi de 30% do total de veículos em geral. Em 2002, a participação deste veículo na frota estadual era de 13%, passando para 16% em 2005 (DETRAN, 2005). Da mesma forma, em termos de Brasil, detinha 17% em 2002, passando a participar com 19% do total de veículos em 2005.

2.2.2 Produção de Veículos Automotores

A motorização do país está crescendo, nos últimos anos, a uma taxa de sete por cento ao ano (DENATRAN, 2006a). O modal rodoviário se constitui na principal opção de transporte preconizada pelas políticas públicas do setor, nas últimas décadas, em detrimento às ferrovias e hidrovias. Aspectos econômicos, políticos e sociais deram suporte a este modelo de desenvolvimento. A implantação da indústria automobilística inseriu-se no contexto histórico dos anos sessenta e setenta quando havia urgência em abrir caminhos para promover a integração nacional e expandir a economia que emergia no cenário internacional, reforçada pela abundância de capital estrangeiro para projetos de desenvolvimento.

A produção absoluta de veículos, em nações industrializadas está decaindo; entretanto, sendo contrabalançada pela produção automotiva dos países emergentes uma vez que ainda há demanda e incentivos para a sua comercialização (WHO, 2001). Aproveitando-se desta estratégia, as grandes indústrias aumentam a oferta dos seus produtos em novos centros consumidores. No Brasil, o setor automotivo se constitui num dos principais pilares de sustentação da economia. Por este motivo, há expressivo apoio institucional oficial aos fabricantes tendo em vista a geração de tributos ao Estado decorrente desta atividade econômica.

2.3 ESTUDO DO ACIDENTE DE TRÂNSITO

O estudo do acidente de trânsito pode ser estabelecido em vários níveis de profundidade (VELLOSO, 2006). No plano básico, podem ser feitas coletas e análises dos anuários estatísticos dos órgãos públicos responsáveis pelo setor de segurança viária. No plano intermediário, uma equipe vai a campo, imediatamente depois de decorrido o fato sinistro e investiga o acidente no próprio local do acidente (*on site*). No plano mais aprofundado, uma equipe multidisciplinar estabelece uma análise densa e detalhada de cada acidente com vistas a avançar no conhecimento sobre o tema.

2.3.1 Riscos Envolvidos

A mensuração do risco de um acidente de trânsito pode ser expressa como a razão entre o número de ocorrências efetivamente acontecidas durante um período de análise e a população exposta ao evento. Entretanto, de acordo com Santana *et al.* (2004), há que ser supostas outras considerações para que seja medido o risco realmente incorrido pelas pessoas ao conduzirem veículos.

Outras variáveis devem ser agregadas à população sob análise, tais como, a quilometragem total percorrida e o número de viagens realizadas e não apenas o número de condutores habilitados ou população residente por faixa etária. É necessário considerar ainda que nem todos os quilômetros percorridos podem apresentar o mesmo risco de acidentes. Viajar em estradas com duas faixas de tráfego por sentido, separadas por proteção central, oferece um risco menor do que viajar em estradas de mão dupla, por exemplo.

Da mesma forma, dirigir à noite representa maior risco do que dirigir durante o dia. No entanto, o DfT (2004) considera o indicador quilômetro efetivamente percorrido uma adequada referência para comparar a exposição ao risco de diferentes faixas etárias. A metodologia recomendada pelo órgão de transportes do Reino Unido, com vistas a apropriar o risco, relativiza os vários grupos de condutores em relação ao universo global, denotando características próprias associadas aos respectivos modos de dirigir (padrão). A seguir, são mensuradas as variáveis como extensão (distância da locomoção) e frequência das viagens veiculares dos diferentes grupos.

Uma abordagem consistente da avaliação do grau de risco em acidentes de trânsito deve levar em consideração os seguintes fatores: (i) a exposição – o montante de movimentos ou o número de viagens executado por diferentes usuários (ii) a probabilidade de ocorrência do acidente dado uma particular exposição (iii) a probabilidade de ocorrência de danos em decorrência do acidente (severidade) (iv) o resultado decorrente do dano produzido (consequência). O grau de risco de ocorrência de um acidente ou a probabilidade de ocorrência de um evento é avaliado, portanto, através do produto destes quatro fatores (PARKIN *et al.*, 2007).

2.3.1.1 Fatores Sociais e Econômicos na Exposição ao Risco

A despeito do risco direto presente no ambiente de trânsito, há outras questões mais amplas (estruturais), de ordem indireta que influenciam a acidentalidade viária. São aquelas pertinentes ao domínio social e econômico da sociedade que podem minorar ou majorar o nível de exposição ao risco dos usuários no Sistema de Transporte. Entre eles destacam-se:

2.3.1.1.1 Intensidade da Motorização

Períodos de prosperidade econômica tendem a estar associados com o incremento da mobilidade e demanda por serviços de transporte. Em contrapartida, o baixo crescimento da economia conduz a baixa geração de movimentos e circulação de pessoas e bens. Em tempos de fertilidade financeira cresce o tráfego de veículo nas vias. Um viés negativo do fato é a ampliação da exposição ao risco e conseqüente aumento da probabilidade de acidentes.

Há uma estreita relação entre os rendimentos populacionais de um país e a sua taxa de motorização (WHO, 2001) . Por consequência disso, o aumento da renda per capita representa uma maior quantidade de veículos em circulação. Se não forem tomadas medidas com relação à segurança viária no trânsito, dimensionamento adequado das vias, campanhas de conscientização de condutores, etc. a tendência é o crescimento das taxas de acidentes de trânsito. Países em desenvolvimento possuem esta característica. O aumento do acesso à

posse de veículos motorizados, em virtude do crescimento econômico do país, nem sempre encontra uma desejável infra-estrutura do ambiente de trânsito.

A concentração da propriedade de veículos automotores em nível mundial também deve ser destacada. Nos países desenvolvidos situados no hemisfério norte (Estados Unidos e Europa), apenas quinze por cento da população detém a posse de mais de oitenta por cento da frota automotiva mundial, preponderantemente representada por automóveis (WORLD BANK, 1998).

Para atender a essa demanda, nestas nações, os investimentos em infra-estrutura são planejados e executados em períodos de longo prazo, dando sustentabilidade ao sistema de transporte com adequados indicadores de qualidade, diminuindo a exposição ao risco e permitindo menores taxas de acidentes.

Nos países mais pobres, destacadamente aqueles situados na Ásia, há uma participação maior de veículos de duas rodas (WHO, 2001). Em alguns países, as motocicletas chegam a representar até setenta por cento do total do conjunto de veículos. Embora a motorização traga benefícios auferidos pela maior disponibilidade de meios de locomoção, seu rápido crescimento, em países não dotados de infra-estrutura adequada traz muitos problemas associados. Dentre os problemas se destacam os congestionamentos, a poluição, a degradação ambiental, os acidentes, etc., acarretando prejuízos vultosos à sociedade.

2.3.1.1.2 Ocupação Territorial e Planejamento Viário

O modo da ocupação territorial e a forma da implantação da rede viária em determinadas regiões geográficas trazem implicações no volume de tráfego que repercutem no número de viagens atraídas ou emanadas destes locais. As decisões políticas de urbanização do solo acarretam conseqüências às coletividades abrangidas (TRRL, 1991). O acréscimo de veículos automotores na área impactada resulta no incremento do montante de poluentes e ruídos emitidos, no aumento dos congestionamentos, nas descaracterizações ambientais e no aumento do risco de ocorrência de acidentes de trânsito.

O não adequado planejamento do uso do solo, de acordo com as funções que são almeçadas pela coletividade conduz a degradação da qualidade de vida dos cidadãos. Neste caso, padrões não compatíveis de tráfego se estabelecerão. Áreas residenciais, por exemplo, poderão receber fluxo pesado de veículos, problemas com velocidade excessiva, etc. bem como excessiva exposição de pedestres e ciclistas no ambiente de trânsito sem a devida cobertura das condições ideais de segurança (PARKIN *et al.*, 2007).

2.3.1.1.3 Alterações Sócio-econômicas

O crescimento urbano é um fenômeno mundial verificado nas últimas décadas que possibilitou a concentração da população em área restritas e concentradas (ORTUZAR *et al.* 1996). Mudanças sócio-econômicas trouxeram a alteração dos padrões de locomoção realizados pelos cidadãos. Em vista disto, preponderam viagens do tipo comutativas, ou seja, um deslocamento duplo ocorrido durante o dia com inversão do par origem-destino ao final da jornada.

As distâncias de transporte também cresceram em vista dos locais de emprego estar afastados dos locais de moradia. O mesmo raciocínio pode ser empregado para entender a mobilidade das pessoas em busca de lazer e relacionamento social. Decorre deste fato, uma frequência maior de viagens empregadas, proporcionando maior exposição ao risco de acidentes de trânsito.

2.3.1.1.4 Escolha do Modo de Transporte

Muitos fatores influenciam a escolha do modo de transporte a ser adotado numa determinada viagem. Entre eles destacam-se aspectos econômicos, renda populacional, questões sociais, distância entre o par origem-destino da jornada, etc. A escolha do modal, conforme a Ilustração 2, traz inerente o nível de segurança associado a diferentes modos de transporte (WHO, 2001).

Modal Transporte	Submodal	Nº.mortes/10 ⁸ Pass. -km ^a	nº. mortes/10 ⁸ Pass. -Horas Viaj.
Rodoviário		0,95	28
	Motocicleta	13,8	440
	Pedestre	6,4	75
	Bicicleta	5,4	25
	Automóvel	0,7	25
	Ônibus	0,07	2
Ferry Boat		0,25	16
Avião		0,035	8
Trem		0,035	2

Fonte: WHO (2001)

a Pass. - km é o total da distância coberta por todos os indivíduos viajando no modal

b Pass. -Hora Viaj. é o total do tempo gasto por todos os indivíduos viajando no modal

Ilustração 2 – Taxa de fatalidades mundiais por modal de transporte

2.3.1.2 Fatores Contribuintes ao Risco no Sistema de Transportes

Os acidentes de trânsito ocorrem por falhas combinadas de um ou mais elementos que compõem o sistema de trânsito (MOSEDELE *et al.*, 2004). Em outras palavras, os acidentes ocorrem devido à desconformidade de atributos associados ao veículo, ao ser humano e também à via e ao meio ambiente quanto à segurança viária.. Uma deficiência, mesmo que momentânea neste sistema, pode ser indutor de acidente, caso não seja controlada eficientemente.

2.3.1.2.1 Velocidade

Conduzir o veículo em uma velocidade inconsistente com condições da via resulta no aumento do risco de acidentes (ITE, 1992). Velocidade excessiva, ou inadequada, reduz a capacidade do veículo se manter compensado (equilibrado), permanecendo estável dinamicamente ao adentrar numa curva rodoviária, alterando à distância necessária para uma frenagem segura. Esta situação é potencialmente perigosa, uma vez que deixa poucos segundos para que o condutor veicular possa fazer uma manobra evasiva de um obstáculo móvel ou fixo na rodovia (IIHS, 1997).

2.3.1.2.2 Violação de Leis e Normas de Tráfego

Os condutores veiculares que falham no cumprimento das leis e normas de tráfego também contribuem para a ocorrência de acidentes. As placas de sinalização existentes nas rodovias tem por objetivo orientar e disciplinar o fluxo veicular de forma a privilegiar a segurança dos veículos e usuários, permitindo que a plena capacidade operacional da via seja atendida, sendo assim respeitados os padrões estabelecidos em projeto. Qualquer ato do condutor que infrinja as normas prescritas e leis regulamentadoras do tráfego estará colocando em risco a si próprio e os demais usuários da rodovia (HURT *et al.*, 1980) . Avançar o sinal vermelho ou não respeitar a sinalização numa intersecção é um caso típico de ofensa ao direito de passagem de outro veículo em direção conflitante a sua (PREUSSER *et al.* 1995). Neste caso, há um fator contribuinte muito forte que pode ter influência preponderante para que ocorra um acidente.

2.3.1.2.3 Álcool e Outras Drogas

Álcool e outras drogas são fatores contribuintes em muitos acidentes (PREUSSER *et al.* 1995). Em muitos países dirigir veículos automotores sob o efeito de álcool ou drogas é considerado não apenas uma infração administrativa prevista na norma de trânsito como também se constitui em ato ilegal, sendo passível o condutor de punição legal. Há, entretanto, de acordo com a legislação de cada país, certa variabilidade quanto à medida de tolerância no que diz respeito aos níveis máximos permissíveis de concentração de álcool no sangue principalmente com relação ao álcool. No Brasil a concentração máxima de álcool no sangue admitida é de 0,6 g/l (BRASIL, 1997).

Durante a condução do veículo é necessário que as faculdades humanas sensoriais estejam aptas a captar e transmitir ao cérebro todas as informações atinentes a um veículo em movimento e o ambiente viário que o cerca (ADURA, 2002) . Estas informações se alteram de forma dinâmica com o andar do veículo. Sendo assim, a tomada de decisão deve ser adequada e bem implementada através dos comandos disponíveis no veículo a fim de que a manobra seja executada de forma condizente e segura com o ambiente viário e as condições da via.

O álcool e outras drogas retardam o tempo de resposta do sistema nervoso humano, como também alteram a capacidade de julgamento e a faculdade do raciocínio. Por conseguinte, são fatores contribuintes que aumentam o risco de acidentes de trânsito.

2.3.1.2.4 Sobrecarga do Condutor Veicular

A sobrecarga do condutor veicular, segundo Zignani *et al.* (2005), está relacionada à demanda mental total a qual uma pessoa é submetida ao executar uma atividade. A sobrecarga mental resulta do processamento simultâneo de diversas fontes de exigência de atenção, geralmente divididas em quatro componentes: (i) componente visual; (ii) componente auditivo; (iii) componente cognitivo e (iv) componente psicomotor. As fontes de exigência de atenção vinculadas aos estímulos externos demandados são agrupadas nos componentes visuais e auditivos. O componente cognitivo está associado ao grau de processamento de informação requerido e o componente psicomotor se refere às ações físicas necessárias no desempenho da atividade. Dirigir o veículo e atender um telefone celular, ao mesmo tempo, é um exemplo da situação apresentada. Quando o motorista é exposto a níveis elevados de sobrecarga mental, seu comportamento normal pode ser modificado resultando em situações de risco no trânsito.

2.3.1.2.5 Erros de Decisão na Direção Veicular

Os erros de decisão veicular ocorrem por: falhas no processo de julgamento mental do condutor quando está dirigindo ou pilotando, incluindo, por exemplo, inapropriada mensuração da distância de frenagem, seja em situação de emergência, seja no atendimento na norma de trânsito (semáforo); deficiência no cálculo da distância segura com relação aos outros veículos na via, trafegar na contra via do tráfego quando a legislação estabelece o contrário etc. (HURT *et al.* 1980). Estas tomadas de decisão não ajustadas às circunstâncias do ambiente de trânsito elevam o risco de sinistros (SANTANA *et al.* 2004).

Cabe ressaltar que as falhas na tomada de decisão durante a condução veicular se diferem daqueles resultantes da falta de atenção ou distração. Nos erros de julgamento, o

condutor vislumbra o perigo, porém não escolhe a melhor alternativa (ação) para por em prática, evitando a situação-problema (WILLIAMS, 2003).

O treinamento é um aliado importante do condutor, pois induz procedimentos adequados para a condução do veículo automotor como forma de evitar o perigo na via. No entanto, caso o condutor se deparar com situações-problema na via, pode fazer uso do conhecimento adquirido no treinamento para tomar as decisões compatíveis à segurança no trânsito (MAYHEW, 1996).

2.3.2 Níveis de Investigação

As investigações dirigidas ao entendimento das prováveis causas do acidente de trânsito podem ser explicitadas em três estágios, cabendo a cada um deles um nível de detalhamento: O primeiro estágio (A) envolve o exame dos boletins de ocorrências confeccionados pelas autoridades policiais onde estão colecionados alguns dados básicos acerca dos registros dos condutores, dos veículos participantes, das condições da via e o inventário peculiar do local sinistrado. Para o segundo estágio (B), uma equipe de profissionais é conduzida ao local do acidente, imediatamente após a consumação do fato, com o intuito de averiguar e relatar o sinistro. No último nível da pesquisa, uma equipe de técnicos com caráter multidisciplinar, se dirige às coordenadas do acidente para realizar de forma independente um estudo profundo das prováveis fatores que determinaram à casualidade (GAO, 2003).

A investigação das reais causas do acidente viário é uma tarefa que merece atenção durante a fase de estudos. O sinistro não ocorre em virtude de um fator isolado, mas por uma cadeia de eventos e condições que o precederam. O acidente na verdade é o último evento de uma série de eventos associados que conduziram a um epílogo malogrado ocorrido na via (TIHT, 1990).

A primeira aproximação do estudo da acidentalidade incorpora o exame primário dos boletins de ocorrência com vistas a buscar tendências e correlações das variáveis de interesse como também estabelecer séries históricas. Uma das possíveis alternativas para melhorar esta abordagem inicial do problema é o uso de uma metodologia adequada que investigue os acidentes *on site* imediatamente depois da ocorrência dos mesmos. Uma bem sucedida introdução a este tipo de investigação deve contemplar o uso de uma equipe de preferência

multidisciplinar (*MDAI – MultiDisciplinar Accident Investigation*) que se desloca até o local do acidente logo após a ocorrência do fato com o propósito de coletar dados, avaliar erros dos condutores com vistas a examinar o cenário encontrado (DfF, 2005a).

O principal objetivo da equipe no local do acidente é verificar a contribuição dos possíveis fatores causais dos acidentes: humanos, veiculares e viário-ambientais que possam estar sendo evidenciados, na cena do desastre, como de erros de percepção; falta de habilidade e treinamento dos condutores; modo de execução das manobras, etc. Deve haver certo cuidado no que diz respeito às conclusões alcançadas. Apesar do vasto conjunto de informações que pode ser obtido em tais trabalhos, os resultados finais, devido à questão da heterogeneidade dos dados presentes nas variadas situações que envolvem um acidente de trânsito, podem ficar limitados e não permitir generalizações (OGDEN, 1996).

As limitações deste método de investigação tendem a ser minoradas caso for instituído um estudo mais profundo de caso (*in depth study*) que leve em consideração uma abordagem do problema com enfoque mais detalhado e investigativo. Os estudos em profundidade estão voltados a produzir generalizações analíticas das conclusões encontradas muito mais do que a simples tradicional generalização estatística. É uma técnica que não se preocupa apenas em dar resposta imediata como é o caso do exame do acidente no local (*on site*) que é realizado imediatamente após o fato ter ocorrido por intermédio de uma equipe especializada (DfF, 2005a). A técnica da investigação em profundidade é importante, pois através dela se pode avançar no conhecimento do tema (estado da arte) com vistas a elucidar e entender os verdadeiros fatores contribuintes de sinistros viários.

2.3.3 Boletins de Ocorrência

Os boletins de ocorrência de acidentes são documentos públicos com caráter oficial, onde estão circunstanciados os fatos e elementos presentes em um acidente de trânsito. O conteúdo e a forma de preenchimento do instrumento legal variam de acordo com as normas dos países. A seguir são descritas as principais características dos boletins de ocorrência de acidentes utilizados no Reino Unido e Brasil.

2.3.3.1 Forma de Registro no Reino Unido

No Reino Unido cabe a autoridade policial fazer o atendimento dos acidentes de trânsito. Dentre as tarefas a ela atribuídas, está o preenchimento do boletim de ocorrência que se constitui no documento padrão de anotação tanto das informações legais e policiais do acidente, como também da coleta de dados técnicos que serão utilizados pelos órgãos oficiais de engenharia de segurança para confecção de políticas públicas na área. A primeira etapa do preenchimento do boletim consiste em obter dados básicos acerca dos condutores, condições da via, ambiente e do veículo. A segunda etapa agrega informações acerca dos quesitos que possam ter influenciado a ocorrência do sinistro (Dft, 2005a).

O sistema mantém um campo específico para inclusão dos fatores contribuintes do acidente. Este campo pretende sumarizar os eventos que conduziram diretamente para a ocorrência do acidente. Espera-se que esse campo seja preenchido de forma sucinta e simples; contudo, é necessário fornecer informações que esclareçam as circunstâncias que levaram a ocorrência dos acidentes (MOSEDALE *et al*, 2003).

O propósito da coleta dos fatores contribuintes é adicionar valor às demais informações obtidas no local do acidente. O método de coletar dados de fatores contribuintes não é conclusivo. A informação é obtida através das opiniões de autoridades policiais na cena do acidente (Dft, 2004), usando suas melhores avaliações e julgamentos das evidências obtidas depois do evento acontecido. Neste caso, é inevitável que alguns fatores possam ser mais difíceis ou complexos para serem interpretados e registrados do que outros, como também pode haver a ocorrência de sub-registros. A Ilustração 3, a seguir, fornece um resumo estatístico do ano de 2001 dos principais fatores contribuintes para os acidentes motociclísticos no Reino Unido.

Fatores Contribuintes	Envolvimento em Acidentes %
Falta de Atenção	32
Inexperiência	24
Tomada de Risco	20
Ambiente	15
Outros	09
Total	100

Fonte: Dft (2001)

Ilustração 3 – Fatores contribuintes de acidentes motociclísticos

2.3.3.2 Forma de Registro no Brasil

O documento que registra a ocorrência do acidente de trânsito não é padronizado no Brasil. Nos formulários existentes, de forma geral, são coletados os dados referentes aos veículos envolvidos e aos condutores; natureza dos danos (morte e feridos), tipo de acidente e seu horário. Entretanto, observa-se que são poucas as informações do local e das condições da via. No caso específico do Boletim de Ocorrência fornecido pela Polícia Rodoviária do Rio Grande do Sul (BM, 2005) constam alguns campos onde são solicitados dados adicionais acerca do estado de embriaguez do condutor e uso dos equipamentos de segurança (cinto para automóveis e capacete para motocicletas).

Há também um campo específico que procura identificar se o acidente decorreu em virtude de fatores humanos, veiculares, presença de pedestres na plataforma da via, pela intrusão de animais na rodovia ou em decorrência de outros fatores, sendo as opções preenchidas de forma mutuamente exclusiva.

Mesmo sendo obrigatória, por decorrência do Código Brasileiro de Trânsito (BRASIL, 1997), a plena implementação do Sistema Nacional de Informação dos Acidentes de Trânsito ainda não se concretizou. Segundo Braga *et al.* (2004), as informações primárias disponíveis nos órgãos públicos estaduais, como também no órgão máximo federal de trânsito, o DENATRAN, que são responsáveis pela coleta e estatística dos dados sobre o tema, na maioria das vezes, são incompletas, não padronizadas e carentes de atualização.

No Brasil, num primeiro momento, os esforços deveriam ser concentrados para ser desenvolvida uma base de dados estatística nacional atualizada e consistente para fins de unificar e consolidar os registros dos acidentes viários (BRAGA *et al.* 2004). Concomitantemente ao acréscimo da qualidade da informação, os estudos em profundidade sobre os fatores contribuintes também poderiam ser enfatizados com vistas subsidiar a melhoria do sistema de transporte.

2.4 ACIDENTE MOTOCICLÍSTICO

Significativas peculiaridades são inerentes ao meio de transporte motocicletas. Uma importante questão refere-se à percepção do movimento do veículo de duas rodas, pelos demais usuários da via, especialmente nas intersecções (KIM *et al.*, 2007). Os acidentes

motociclísticos normalmente envolvem condutores pouco experientes, principalmente jovens (*HURT et al., 1980*). Abrangem também deficiências perceptivas e falta de atenção por parte dos demais motoristas pertencentes aos outros veículos que simplesmente não detectam a aproximação de uma motocicleta, violando os direitos de passagem desta última (*ROWV - Rights of Way Violation*).

Segundo o Departamento de Transportes da Inglaterra (DfT, 2005a), as principais situações de risco enfrentadas pelos motociclistas são: (i) a perda de controle em curva (*losing control bend*); (ii) a ultrapassagem de outros veículos sem cruzar a linha demarcatória do centro da pista (*overtaking*) e (iii) o movimento de transpor duas filas de veículos que se encontram estaticamente no trânsito denominado filtragem (*filtering*).

Os motociclistas detêm estatísticas preocupantes no que tange a segurança viária, conforme a Ilustração 4, se comparados com outros grupos de usuários de rodovias. Frequentemente são verificadas altas taxas de mortes e severidade de danos em acidentes motociclísticos (NHTSA, 2005).

Nº. fatalidades/veículo	1997	%	1998	%	1999	%	2000	%	2001	%	2002	%	2003	%
Demais veículos	42.013	95	41.501	95	41.717	94	41.945	94	42.196	93	42.815	93	43.220	92
Motocicletas	2.116	5	2.294	5	2.483	6	2.897	6	3.197	7	3.244	7	3.592	8
Total	44.129	100	43.795	100	44.200	100	44.842	100	45.393	100	46.059	100	46.812	100

Fonte: NHTSA (2005)

Ilustração 4 – Taxa de fatalidades dos motociclistas nos Estados Unidos

2.4.1 Custos Sociais dos Acidentes Motociclísticos

O acidente motociclístico, geralmente implica em danos severos principalmente a vida (WEISS, 1992). Mensurar os efeitos no âmbito da saúde pública dele advindos se reveste em tarefa complexa. Em nível mundial, há diversificação quanto aos critérios propostos para estimar e comparar os custos decorrentes dos acidentes de trânsito. No caso da questão saúde, por exemplo, segundo levantamento da NHTSA (2002), há discrepância de informações nos boletins quanto ao nível dos cuidados e serviços prestados no atendimento disponibilizado a vítima, pois os procedimentos médicos, entre as instituições estudadas, necessitam estar homogêneos e compatibilizados.

Nos hospitais, nem sempre, os relatórios de custos médicos informam, com a qualidade desejada, a extensão e gravidade do dano sofrido (cérebro, por exemplo),

diferentemente do que ocorre nos centros especializados em acidentes (NORVELL *et al.*, 2002).

Num primeiro momento, o paciente é atendido de forma emergencial no Setor de Traumatologia do hospital para depois receber atendimento especializado em outra instituição. Como o procedimento ocorre em fases distintas do processo, a interligação dos custos, às vezes, não ocorre. Por conseguinte, há dificuldades em se obter comparativos e mensurar a efetividade do tratamento e custos dele decorrentes entre centros médicos (MUELLEMAN *et al.*, 1992).

A Ilustração 5 apresenta um comparativo de custos médios hospitalares, por tipo de instituição, com origem em acidentes motociclísticos, estabelecido pela agência americana de segurança em transportes (NHTSA, 2002).

Tratamento da Lesão	Uso de Capacete	Não Uso de Capacete
Local	US\$/acidente	US\$/acidente
Centro Recuperação ¹	16.154	29.905
Hospital Especializado ²	12.698	16.460
Emergência Hospitalar ³	5.852	7.208

Fonte: NHTSA (2002)

Legenda

¹Danos severos ao cérebro, inclui tratamentos especializados

²Danos moderados ao cérebro, inclui custos de fisioterapia

³Primeiros socorros após o acidente motociclístico

Ilustração 5 – Custos hospitalares por local de tratamento em lesões na cabeça

2.4.2 Tipos Predominantes de Acidentes Motociclísticos

Nos estudos de sinistros motociclísticos rodoviários não existe ainda uma padronização tipológica do acidente aceita de forma universal. O relatório Hurt *et al.* (1980), após a análise em profundidade de mais de 3.600 eventos sinistros, propôs uma tipificação dos principais acidentes envolvendo motocicletas como forma de melhor identificar os fatores contribuintes. Neste relatório os acidentes motociclísticos foram enquadrados em três grandes tipos: acidentes por violação de direitos, acidentes em curvas e acidentes devido à ultrapassagem e/ou filtragem. Posteriormente, conforme Ilustração 6, o *Department for Transport* do Reino Unido adotou esta nomenclatura (DfT, 2003).

Tipo Motocicleta cm ³	Idade Média do Condutor anos	Violação de Direitos %	Curvas %	Filragem e Ultrapassagem %
49-100	30	22	10	16
100-250	25	21	17	16
250-350	31	5	4	5
350-500	30	7	8	7
500-600	35	7	5	7
600-900	34	24	33	27
900+	36	14	23	22
Total		100	100	100

Fonte: DfT (2003)

Ilustração 6 – Tipos de acidentes motociclísticos por tipo de veículo no Reino Unido

2.4.2.1 Acidentes Decorrentes de Violação dos Direitos

A Violação de Direitos é um particular acidente associado a alguma transgressão legal do código de circulação viária. Está intimamente ligado na forma como os condutores de outros veículos percebem os motociclistas. Ocorre principalmente nas intersecções, quando a motocicleta é detectada já muito próxima ao cruzamento. A expressão comumente utilizada nos boletins policiais é a de que o motorista, quando observou o cenário de trânsito, “enxergou; porém não avistou a motocicleta” (HURT *et al.*,1980). Neste caso, pode estar ocorrendo à violação dos direitos de passagem (preferência) da motocicleta na intersecção.

2.4.2.2 Perda de Controle na Curva

Muitas habilidades são exigidas do motociclista na sua condução, especialmente em curvas (FHWA, 1992a). Pilotar um veículo duas rodas, por vezes, é contra-intuitivo ao ser humano. Há o plano horizontal aonde o veículo se desloca fazendo o movimento de translação (à frente e ré), como também o plano vertical de rotação sobre si próprio (à esquerda e direita); portanto em três dimensões. O equilíbrio dinâmico é alcançado pelo fato da motocicleta estar em movimento devido às forças giroscópicas decorrente do efeito rotacional das rodas

O primeiro passo na manobra na via é diminuir o movimento de entrada do veículo para adequá-la a velocidade diretriz da curva que é função do raio de curvatura, atrito da superfície, etc., através da troca de marchas e/ou frenagem. Importante ressaltar que a frenagem deve ser executada antes do ponto de tangência da curva (SENÇO, 1980). Durante esta etapa, o corpo do piloto deve estar inclinado, conjuntamente com o equipamento, para o lado interno da curva para equilibrar a força centrífuga que é oposta ao movimento. O ser humano, tanto quanto possível, em virtude, inclusive por aspectos funcionais e de equilíbrio interno, reluta em se manter através de posição diferente da ereta, até porque há necessidade de contrapor o efeito da gravidade. Ao adentrar uma curva, o condutor da motocicleta *contrário senso* necessita pendular o seu corpo para dentro da mesma, sob pena de sair na tangente.

A motocicleta é dotada de dois dispositivos distintos de frenagem, ou seja, ao acionar a manopla que se situa no punho direito do guidão a roda dianteira é paralisada. Para ser obtido o mesmo efeito na roda traseira, é necessário pressionar um pedal situado na parte inferior do veículo (junto ao estribo para pés). Preconizam as normas de pilotagem com segurança que os dois dispositivos sejam acionados simultaneamente na proporção de um terço para a roda traseira e dois terços para a roda dianteira (MSF, 2005).

Cada um dos dispositivos do sistema de frenagem possui uma função. O freio dianteiro é preponderantemente o obstaculizador do movimento, cabendo ao traseiro a tarefa de manter o alinhamento direcional do veículo no momento da frenagem. Em vista do efeito giroscópico das rodas, caso somente o freio traseiro for acionado, a motocicleta tende a se tornar instável e girar sobre si própria em linha reta, fazendo um movimento característico ao do chicote (Dft, 2003). Se acaso for pressionado apenas o freio dianteiro, as forças de inércia do veículo se concentrarão sob esta roda fazendo-a deslizar. Para o movimento ter eficácia é necessário às duas rodas continuarem girando ininterruptamente, durante o processo de redução da velocidade, sob pena de haver uma queda. O ato de frear; portanto, é uma atividade muito corriqueira e essencial no desempenho da condução motociclística uma vez que o veículo possui grande capacidade de aceleração e desaceleração.

Ao negociar o contorno da curva na rodovia, o motociclista deve atentar para uma questão importante que é caracterizada pela intensidade da frenagem. Na técnica de frenagem, a despeito da paridade de acionamento entre o freio dianteiro e traseiro, há necessidade de ser dosado o grau de utilização (MSF, 2005). Caso seja implementado, aquém da solicitação dinâmica da curva, o veículo seguirá em linha reta e não vencerá o obstáculo, fenômeno este conhecido por subfrenagem (*underbraking*.) Em caso contrário, ou seja, excesso de vigor, o

veículo perderá estabilidade e poderá deslizar e tombar, efeito também relatado por superfrenagem (*overbraking*). Conclui-se, portanto, que a técnica de frenagem é disposta de pouca margem de erro (ASHTO, 1997).

Para reduzir velocidade o condutor não precisa necessariamente fazer uso dos dispositivos próprios de frenagem. Em decorrência da relação peso versus potência, os motores destes veículos são dotados de razoável taxa de compressão, permitindo que ao se fazer a simples desaceleração pela redução de marchas ou até mesmo durante o despressionamento da manopla de aceleração do veículo, a velocidade, permaneça dentro de limites seguros às condições viárias existentes (MSF, 2005). Condutores hábeis fazem uso desta técnica preponderantemente em curvas, evitando ao máximo o uso dos dispositivos de frenagem, em vista dos vários riscos a ele associados.

Depois de vencido o percurso do ponto de tangência da curva, acelera-se o veículo, ao contrário do *stricto senso*, de forma que as rodas a firmam rotação e conseqüentemente os pneus adquirem aderência. Findo o contorno da curva o veículo deve estar devidamente acelerado para prosseguir a rota. A perda de controle em curva pode estar intimamente ligada à inexperiência do condutor e falta de treinamento, como também a outros fatores de cunho comportamental representada por direção agressiva, condições da pista inadequadas e equipamento veicular com falhas, entre outros (Dft, 2004).

2.4.2.3 Manobras Motociclísticas

O conjunto de manobras passíveis de serem executadas na via pela motocicleta é extenso e variado. Em vista de se constituir num veículo diminuto, ágil e rápido, com significativa relação peso versus potência, a motocicleta possibilita grande versatilidade no trânsito. As dimensões do veículo, principalmente largura, são exíguas e comparadas aos demais, permitindo que ele compartilhe simultaneamente a mesma faixa da pista de rodagem, sem invadir a contrária, com outro veículo. Esta manobra denominada filtragem (*filtering*) ocorre principalmente quando há detenção do tráfego junto aos semáforos, havendo conseqüentemente a formação de um pequeno espaço entre as filas de veículos, fato este aproveitado pelas motocicletas para avançar em direção ao dispositivo luminoso (Dft, 2005a). A questão da conspicuidade (visibilidade) da aproximação da motocicleta é crítica. Muitos

motoristas não percebem a aproximação dela permitindo a ocorrência de abalroamentos e colisões.

Outra manobra comumente executada é a ultrapassagem (*Overtaking*) do veículo de duas rodas pelo lado de uma fila de veículos estacionários, ou em movimento com transposição dos limites da linha demarcatória que divide as pistas de fluxo bidirecional. Em muitos casos, o motorista dobra a esquerda, ou faz um contorno, sem detectar a presença da motocicleta que está ultrapassando outros veículos, por consequência ocorre o acidente.

Muitos dos acidentes motociclísticos estão encobertos em outros cenários (Dft, 2003). As colisões traseiras (*rear end shunt*) entre veículos de duas rodas e os demais não são muito incomuns. Elas acontecem preponderantemente quando o fluxo de veículos está parado, aguardando o semáforo. Nesta situação, se a motocicleta estiver trafegando com velocidade incompatível com as condições da via e/ou não houver distância suficiente de frenagem, há grande probabilidade de acidente. A frenagem é uma técnica complexa e sofisticada para o veículo de duas rodas. Parece ser o caso de falhas associadas à inexperiência do condutor e atitude ou comportamento inadequado à direção (DFT, 2005b).

2.4.3 Fatores Contribuintes para Acidentes Motociclísticos

A abordagem dos acidentes com vistas a identificar os fatores contribuintes das casualidades passa por estabelecer elos de ligação entre os vários elementos envolvidos: ao perfil humano, ao meio de locomoção, ao ambiente e também a fatores sócio-econômicos mais abrangentes representativos do próprio modo de viver nos tempos atuais que possuam interferência no sistema de transporte.

2.4.3.1 Comportamento e Atitudes

Há muitos fatores contributivos de acidentes que estão associados a um elemento de tomada de risco (DfT, 2003). Basicamente esta questão lida com o comportamental humano. Viajar a velocidades demasiadamente altas para as condições do trânsito, frear o veículo em situações limite, ultrapassar os outros veículos inadequadamente, ignorar a sinalização viária,

dirigir sob o efeito de álcool ou drogas, dirigir de forma inabilitada, não usar equipamentos de proteção (capacete e roupas apropriadas), dentre outros, são exemplos de atitudes humanas que comprometem a segurança do trânsito.

Ao optar por um veículo de duas rodas como meio de locomoção, uma pessoa assume um risco inerente ao modal escolhido (QUDDUS *et al.*, 2002). Neste caso, os fatores de risco estatísticos do sistema de transporte estão sendo a ele atribuídos como um todo. A escolha do meio de transporte por duas rodas traz inerente um grau de risco próprio à opção escolhida em vista da vulnerabilidade do veículo, se comparado aos demais, conforme Ilustração 7. Por exemplo, mesmo que os condutores de motocicleta adotem individualmente os melhores conceitos de direção defensiva, ainda assim há um risco elevado no ambiente de trânsito devido aos atos inseguros oriundos dos outros ocupantes da via, como também pelas condições ambientais que nem sempre estão propícias para receber os veículos de duas rodas. (MANNERING; GRODSKY, 1995). Pelo exposto depreende-se a existência de um risco que é coletivo ao modal de transporte.

Período	Tipo de Veículo	Mortes/10 ⁵ veíc. registrados ^a	Mortes/10 ⁵ veíc.-milha ^b
1993	Motocicletas	61,57	24,72
	Automóveis	17,81	1,49
	Caminhões	15,04	1,26
2003	Motocicletas	69,16	38,93
	Automóveis	15,05	1,23
	Caminhões	14,65	1,19

Fonte: NHTSA (2005)

^a Veículos registrados é o total de veículos licenciados em condição de rodagem

^b Veículos-milha é o total da distância coberta por todos os veículos licenciados

Ilustração 7 – Taxa de fatalidade por modal de transporte nos Estados Unidos

O risco de utilização normal da motocicleta não é pequeno. Ao assumir comportamentos contrários às normas de segurança, o motociclista está se auto-induzindo riscos e propondo aos demais um fator adicional. Muitos condutores possuem um alto grau de consciência do risco da tomadas de decisão individual, no entanto não as abdicam (HURT et al, 1980). Outros, uma vez que estão inseridos dentro de uma comunidade, inconscientemente adotam uma postura de grupo a qual seguem.

Os valores culturais de uma comunidade estão também presentes nas atitudes dos condutores de veículos através das crenças. O consumo do álcool é o caso. Mesmo sabedores que esta prática provoca diminuição dos reflexos motores, muitos motociclistas fazem uso dele, pois é uma bebida aceita pelos padrões sociais. A legislação, em muitos casos, não

obstaculiza o consumo apenas determina as faixas de tolerância. No caso das drogas, a questão é também grave. O fato de ser proibida, a despeito das penalidades legais impostas aos usuários como também da perda das faculdades racionais e sensoriais aos condutores no ambiente de trânsito, é consumida. A sociedade ainda estigma os motociclistas vinculando-os a este problema.

O fator provavelmente mais importante na tomada de risco seja a idade (Mc KNIGHT, 2001). Jovens são muito propensos a adotar um estilo agressivo de direção, refletindo a inexperiência em lidar com veículos automotores, principalmente motocicletas; ao não reconhecimento das situações de perigo e às respostas inadequadas a estas situações.

Outra questão crítica se relaciona à tomada de decisão ao volante. O ato de dirigir um veículo não é tarefa fácil e são necessários alguns anos de experiência para se adquirir as habilidades necessárias para tomar decisões adequadas durante a direção veicular (HING, 2003). O Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997) considera esta situação relevante, uma vez que estabelece a necessidade do motorista iniciante cumprir o período de um ano de estágio probatório até obter a licença definitiva para dirigir.

No Reino Unido, a licença para conduzir veículos automotores foi totalmente reformulada na década de noventa, visando principalmente à formação dos jovens pilotos de motocicletas (Dft, 2003). A obtenção da carta de habilitação passou a ser uma concessão do Estado bastante rígida, conforme o cumprimento pelo postulante de exigências do Poder Público, através de alguns estágios obrigatórios, por prazos delimitados, mediante comportamentos adequados, seguros e compatíveis ao ambiente de trânsito. O registro da licença foi dividida em duas categorias: (i) Aprendizagem (*learning*) e (ii) Plena (*full*), ao contrário da legislação anterior que dava permissão de dirigir a quem conseguisse aprovação num teste teórico-prático, em ambiente fechado (*off road*). O aprendiz de motociclista, com idade mínima de dezoito anos, necessariamente necessita cursar um treinamento de seis meses denominado CBT (*Course Basic Training*), sendo necessário aproveitamento máximo. Entre este período e no máximo três anos, ele pode trafegar no ambiente viário com o auxílio de um instrutor de moto-escola. Decorrido o prazo, há necessidade de prestar provas práticas junto aos órgãos de trânsito em vias urbanas e rodoviárias. Se for aprovado em todos os quesitos e tiver bom comportamento, ele obterá uma licença provisória que permitirá a condução de motocicletas de pequeno porte até 125cc³. Em caso negativo, será revogada a licença de aprendiz como também não poderá prestar novo teste veicular por um prazo de um ano.

Para obter a licença plena (*full*), o candidato à motociclista deverá ter completado vinte e um anos e passar num teste teórico prático denominado DAS (*Direct Access*). Tornam-

se necessário obter frequência e aproveitamento no treinamento instituído em centros especializados de pilotagem, sendo comprovadas, nesta instância, as habilidades do piloto no controle de motocicletas de grande porte. Estes centros de treinamento são permanentemente auditados por entidade governamental de transportes do Reino Unido.

A legislação americana, em virtude da independência federativa dos Estados, é muito diversa acerca das exigências para a concessão da direção veicular como também nas questões de segurança viária. Alguns Estados adotam o uso obrigatório de capacetes; entretanto, outros repelem tal iniciativa (mais de vinte unidades federativas) (MOUNCE *et al.*, 1992). Uma particularidade acerca deste assunto é que, nos anos sessenta, a integralidade dos Estados assinou um *Ato Constitucional* se comprometendo a tornar mandatória esta lei. Passados os anos; entretanto, as leis estaduais foram sendo modificadas.

As exigências para a obtenção da primeira licença de pilotagem, principalmente em relação ao jovem, mudam significativamente, em vários aspectos, em cada ente federativo (IIHS, 2000). Além dos testes padrões de acuidade visual, sanidade mental e corpórea, as autoridades de trânsito impõem restrições quanto: à idade mínima (geralmente dezesseis anos, há casos de quinze anos); potência da motocicleta (inferior a 125 cm³), circulação em certas rodovias e durante períodos pré-definidos do dia e da semana; tamanho da distância percorrida (somente viagens curtas), uso obrigatório do capacete para o aprendiz (alguns Estados desobrigam), proibição de passageiros, exigência de condutor-supervisor responsável, uso de óculos de segurança, concentração nula ou em faixa tolerável da presença de álcool no sangue, etc.

A duração do estágio probatório do condutor iniciante se constitui em período variável entre sessenta dias e dois anos, dependendo do caso. Depois de cumpri-lo, na condição de motociclista aprendiz, o jovem se candidata à obtenção da licença plena que, por sua vez, deve ser renovada entre quatro e seis anos de concessão, conforme a legislação (MAYHEW *et al.*, 1996). Cada Estado possui o seu órgão examinador de trânsito. A avaliação é composta por dois estágios: uma prova teórica acerca da legislação de trânsito e conhecimentos técnicos, sendo posteriormente colocada em prática aplicada uma prova de habilidade na condução da motocicleta.

A entidade *Motorcycle Safety Foundation* (MSF) elabora, na maioria das vezes, o manual teórico do exame de proficiência como também estabelece os padrões técnicos admissíveis para as prova práticas que podem ser aplicadas em circuito interno fechado denominado *Off Street Test* ou alternativamente em ambiente viário através do *On Street Test*. Por outro lado, para a obtenção da carta de piloto, o candidato necessariamente não está

obrigado a prestar exame nos órgãos de trânsito estaduais. Basta freqüentar com aproveitamento um curso de reciclagem no trânsito, com validade nacional, específico para motocicletas. A licença obtida desta forma pode ser revalidada em qualquer Estado onde o cidadão quiser se inscrever como condutor de veículo automotor.

Além de todas as questões já citadas, os jovens, ao conduzirem veículos, ainda sofrem o efeito da necessidade de auto-afirmação perante o grupo de amigos. Todos estes fatores contribuem para ocorrência de acidentes e denotam implicitamente um comportamento de risco inerente à juventude. De acordo com a Ilustração 8 as pessoas até trinta anos respondem por quase metade das estatísticas (Dft, 2003) de acidentalidade motociclística no Reino Unido.

Por outro, com o avançar da idade, ocorrem alterações psicossomáticas no corpo humano (SJÖGREN, 1996). O dano cognitivo (capacidade de adquirir e absorver conhecimentos) é intensificado idade e pode resultar em perda de memória, redução da atenção, dificuldade na percepção visual e na capacidade do julgamento de situações que podem interferir na habilidade do condutor. A diminuição na velocidade de resposta psicomotora também é uma seqüela freqüente do envelhecimento (WILLIAMS, 2003). A força motora é importante para quem dirige motocicleta porque é diretamente responsável pelo tempo de reação, isto é, a velocidade da resposta corporal a um simples estímulo cerebral. Em suma, o comprometimento da capacidade de captar informações e reagir aos estímulos, assim como as limitações das funções musculares e da estrutura esquelética, incluindo-se a diminuição da força e da flexibilidade, influi adversamente na qualidade da pilotagem.

Na condução veicular motociclística o efeito do decorrer da idade é muito mais pronunciado do que em relação às demais, pois muitas habilidades motoras são requeridas para a operação do veículo de duas rodas (RUTTER e QUINE, 1996). Segundo o Dft (2005b) a participação de pessoas em acidentes de trânsito com mais de quarenta anos, tem-se intensificado demasiadamente com motocicletas de alto desempenho (superesportivas), especialmente entre os denominados pilotos retornantes, ou seja, pessoas que já utilizaram estes veículos em alguma fase da vida. Atualmente, em situação mais estável economicamente, lhes é permitido adquirir máquinas potentes para realizar viagens recreativas. Neste grupo, preponderam dois fatores de risco: aquele relacionado à idade e o outro associado ao padrão comportamental visto que estes condutores se tornam muito autoconfiantes e desprezam, muitas vezes, normas de segurança.

Experiência (anos)	Envolvimento em Acidentes (%)
19 ou menos (-)	17,90
20-24	13,20
25-29	17,30
30-34	16,40
35-39	12,80
40-44	8,00
45-49	6,10
50-54	3,10
55-59	2,70
60 ou mais (+)	2,50
Total	100,00

Fonte: DfT (2003)

Ilustração 8 – Acidentes motociclísticos versus idade do condutor

2.4.3.2 Ambiente

O ambiente viário é citado tradicionalmente como um dos mais importantes fatores contribuintes para acidentes de trânsito (Dft, 2004). Ele pode ser definido como aquele conjunto de fatores físicos externos ao veículo que incrementam os riscos. Podem estar associados ao perfil geométrico da via pelo estreitamento de pista, acostamentos irregulares, curvas fechadas, intersecções mal sinalizadas, acessos clandestino da via. Elementos potencialmente perigosos ao tráfego situados fora da plataforma da via (postes, árvores, aterros, placas de sinalização), mas colocados em distância não segura elevam a probabilidade de acidentes. O mau estado de conservação da estrada, drenagem insuficiente, presença de neblina e chuva no transcorrer da viagem aumentam os fatores de risco para a consecução de sinistros dentre outros (NAÇÕES UNIDAS, 1994).

Muitas recomendações acerca deste assunto estão prescritas no manual da agência americana de normas técnicas AASHTO (1997) sobre políticas a serem observadas na construção de rodovias e ruas visando à segurança viária, incluindo raio de curvatura de curvas, a inclinação das rampas, a largura das faixas, o projeto das barreiras de divisão de tráfego. Em geral, diferentes propósitos funcionais devem ser observados com relação à categoria da rodovia (FHWA, 1992b). Se a destinação for fluxo rápido, os acessos locais devem ser limitados; entretanto, se as rodovias se destinarem a coletar fluxo local, devem ser permitidos os acessos, observando regras rígidas de limitada mobilidade. Na medida em que o fluxo veicular cresce, adicionais elementos devem ser adaptados para aumentar a segurança

viária, incluindo o alargamento de pista, a pavimentação dos acostamentos bem como deixar a faixa de domínio da rodovia livre de objetos perigosos ao tráfego.

O ambiente afeta significativamente a segurança da motocicleta. Frequentemente, o projeto, construção e manutenção da via são voltados para os automóveis e caminhões, resultando em condições diferentes e perigosas para a operação do veículo de duas rodas (BEDNAR *et al.*, 2001) . Adicional atenção deve ser dirigida ao problema com vistas a adequá-lo as necessidades do veículo mais vulnerável e frágil.

Em nível de projeto, com vistas a aumentar a segurança das motocicletas, recomenda-se à colocação de elementos de sinalização de pista (taxas óticas bidirecionais), inseridas na plataforma da via, junto à linha demarcatória, dotada de características suaves para não servir de obstáculo perigoso à progressão do veículo de duas rodas; o posicionamento de grades e ranhuras de drenagem de forma perpendicular ao eixo da pista e não paralelamente, favorecendo o deslizamento das rodas; a eliminação de barreiras e paredes limítrofes à via, a eliminação ou minoração do uso de juntas horizontais em obras de arte de concreto (pontes), uso de pinturas de sinalização no asfalto não escorregadias, etc. (DAER, 2006b).

Em nível de construção da via, recomenda-se a destinação de áreas de escape e também acostamentos; a proibição de da utilização de placas de metal, ou outro material liso na pista, a transição suave da pista (proibição de degraus); proporcionar boa drenagem para evitar o acúmulo de água na pista, a blindagem de objetos fixos contíguos à via com sistema de proteção adequado, etc. (DAER, 1991).

Em nível de manutenção, a remoção imediata de animais mortos, restos de pneu e obstáculos similares que representem perigo ao tráfego; a execução de uma política de tapaburacos, o rejuvenescimento (recape) do pavimento com vistas a permitir a suave rodagem da motocicleta e garantir apropriada aderência aos pneus; o uso de tinta de sinalização condizente com os padrões de luminescência, como também garantir que não haverá deslizamento do veículo, etc. (NAÇÕES UNIDAS, 1994).

2.4.3.3 Veículo

Significativo número de motocicletas foi produzido no pós-guerra. Eram veículos bastante simples e rústicos, dotados de baixo custo de aquisição, evoluídos basicamente dos conceitos ciclísticos da própria bicicleta, sendo assim rapidamente popularizados pelo mundo.

As indústrias japonesas, para enfrentar a depressão e redirecionar a produção industrial que estava voltada para a indústria bélica, passaram a manufaturar o produto em grande volume. Esta situação tecnológica perdurou até a década de oitenta no século passado. Grandes transformações passaram a acontecer quando a motocicleta passou a ter identidade e soluções tecnológicas exclusivas, apropriando-se dos melhores conceitos técnicos da indústria automobilística.

A partir daí muitas inovações aconteceram (IIHS, 2006). O *design* se tornou mais aerodinâmico; a suspensão foi redesenhada, principalmente a traseira que adotou o conceito de monoamortecimento, ou seja, apenas um elemento, ao invés de duas peças; o chassi ficou mais rígido e resistente com a introdução do material constituído de fibra-carbono; o sistema de frenagem incorporou mecanismos dotados de disco à fricção que são muito mais eficientes que aqueles a tambor, o sistema de antibloqueio de rodas (ABS) foi inventado; os dispositivos de freios (dianteiro e traseiro) passaram a trabalhar em conjunto (interconectados); as motocicletas ganharam refrigeração líquida dos motores, dispensando o sistema a ar; os motores receberam o sistema de injeção direta eletrônica, passando a ser construídos com ligas de alumínio para se tornarem mais leves e potentes; os tanques de combustíveis sofreram reformulação, tornado-se mais seguros; houve melhorias na ergonomia, nos pneus e rodas; avanços extraordinários na dirigibilidade e manevabilidade, etc.

Passados mais de vinte cinco anos, de fato, a motocicleta tornou-se um veículo muito mais seguro do que era há anos atrás, incorporou tecnologia, tornado-se um veículo muito rápido e econômico, superior ao automóvel em vários aspectos (MSF, 2005). Em vista da relação peso versus potência, o veículo de duas rodas é um dos artefatos motores mais eficientes criado pelo ser humano para locomoção. Evidentemente nem todas as motocicletas que rodam atualmente são dotadas de todas estas inovações, porém os princípios básicos que nortearam a revolução tecnológica dos anos oitenta prevaleceram.

No que diz respeito à importância dos fatores contribuintes de acidentes relacionados ao veículo, quando analisados isolados, eles ocupam atualmente uma posição de não preponderância, sendo superados pela precedência dos fatores humanos e ambientais (MOSEDALE *et al.*, 2003). Nem todos os tipos de motocicletas apresentam o mesmo padrão de acidentalidade, de acordo com Ilustração 9. Produtos com maior valor potência e maior valor agregado apresentam mais dispositivos de segurança embarcada ao passo que são mais velozes, favorecendo a imprudência (LANGLEY; MULLIN, 2000). De outra forma, veículos menores são mais rústicos, apresentando *performance* inferior, desenvolvem menos velocidade, entretanto são operados por pilotos pouco experientes. Mesmo com todo o avanço

da indústria motociclística, o produto não está à prova de falha (IIHE, 2007). Há casos de inconsistência de projeto e qualidade fabril deficiente, sendo a indústria responsável pelas conseqüências por acidentes deste tipo.

Tipo Motocicleta (cm ³)	Registro Veicular (%)	Envolvimento em Acidentes (%)
Até 50	17,50	14,90
50-125	19,50	27,40
125-100	0,10	1,00
150-200	1,50	1,00
200-250	4,00	4,30
250-350	0,90	1,40
350-500	7,00	8,90
500 ou acima (+)	49,50	41,10
Total	100,00	100,00

Fonte: DFT (2003)

Ilustração 9 – Acidentes motociclísticos versus tipo de motocicleta

Por outro lado, quesitos relacionados à manutenção deficiente do veículo estão relacionados ao condutor, podendo ser indutores de acidentes (DENATRAN, 2005). Há um aspecto que difere de forma crucial a motocicleta do automóvel: a periodicidade e a intensidade da manutenção. Um veículo de duas rodas deve ser revisado, em média, conforme o fabricante, a cada três mil quilômetros ou a cada seis meses, dependendo do uso. O automóvel necessita de revisões mais espaçadas temporalmente. Nesta tarefa, em virtude de problemas de desgaste ou decorrentes do uso, os componentes dos sistemas mecânicos, estruturais e elétricos da motocicleta devem ser inspecionados rotineiramente visto que são fortemente exigidos pela própria característica de operação do veículo que é mais rústico comparativamente ao automóvel.

2.5 MODELOS DE PREVISÃO DE ACIDENTES

O acidente de trânsito é um evento probabilístico com característica binomial, ou seja, há duas situações possíveis: ele ocorre (sucesso-1) ou não ocorre (insucesso-0). Diante do exposto; portanto, não há uma situação intermediária. Uma vez ocorrido o evento é necessário investigar os fatores associados a sua consecução. Além da exposição ao risco, representada por uma grandeza física geralmente expressa em função da distância efetiva percorrida pelo veículo no sistema viário, sob um cenário de circunstâncias, durante certo período, há outras

variáveis importantes. Essas variáveis devem ser investigadas para compreensão do fenômeno casuístico.

Os fatores de risco são variáveis aleatórias que potencializam a ocorrência do acidente (CARDOSO, 2006). Decorrem da interveniência de ações humanas no ambiente de trânsito, de falhas de componentes veiculares, de intempéries, de padrões geométricos da via insatisfatórios, etc. A construção de um modelo de previsão de acidentes passa por identificar, mensurar e avaliar uma variável de resposta binária denominada número de acidentes (y) que pode estar associada com variáveis preditoras $X_1, X_2, X_3... X_n$ sob a forma de fatores de risco.

2.5.1 Ajust. dos Dados de Acidentes por Meio de Distribuições Teóricas

Inicialmente, com vistas à construção do modelo, é necessário investigar a forma e a intensidade de ocorrência da variável de resposta (y) denominada número de acidentes relativamente a um período temporal. O trabalho consiste em pesquisar uma função matemática que represente, na teoria, o melhor ajuste hipotético a uma distribuição de frequência dados de acidentes observados. Compara-se, por este método, uma distribuição probabilística esperada pertencente ao conjunto populacional frente aquela outra distribuição decorrente dos dados reais obtidos do processo de amostragem.

Havendo similaridade entre o padrão de distribuição dos dados amostrais com aqueles provenientes de outra distribuição já conhecida, o encaminhamento do modelo fica simplificado. Evidentemente, há a necessidade de ser executado o teste de aderência entre os modelos para confirmar o grau de ajuste entre as duas proposições (DOWNING *et al* , 2000). Dentre os vários modelos clássicos de distribuição probabilística se destacam os modelos Binomial e de Poisson (distribuições com variáveis discretas) e Normal (distribuição com variáveis contínuas).

A distribuição Binomial trabalha com duas possibilidades de ocorrência para a variável aleatória (X). O evento se consuma (sucesso) ou falha. Por este motivo, este tipo de distribuição probabilística guarda similitude com aquele a ser proposto por um modelo previsional de acidentes. De acordo com a equação 1 a distribuição Binomial é aplicável quando um experimento aleatório é realizado n vezes, cada prova tendo uma probabilidade de sucesso p , sendo esta independente de qualquer outra prova anterior (SPIEGEL, 1975).

$$y(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad \dots(1)$$

Onde:

$$\begin{aligned} \mu &:= np \\ \sigma^2 &:= np(1-p) \end{aligned}$$

Em que:

y:	Probab.de ocorrência de p sucessos em n amostras da população;
n:	Número de amostras da população;
e:	Base neperiana;
p:	Probabilidade de um sucesso p em uma amostra X;
(1-p):	Probabilidade de um fracasso em uma amostra X.

Na distribuição Binomial, se n for grande, enquanto a probabilidade p de ocorrência de um evento for próxima de zero, de modo que q tende para a um, o evento será denominado raro. Na prática, considera-se um evento raro quando o número de tentativas é no mínimo igual a 50 (n=50) ao passo que o produto das variáveis n e p é menor do que cinco. Nestes casos, a distribuição Binomial é muito aproximada da de Poisson.

A distribuição Normal possui a forma de um sino. Muitas populações reais a seguem quanto ao seu padrão probabilístico. A média (μ) de um grande número de variáveis aleatórias contínuas (X) independentes, identicamente distribuídas possui uma distribuição normal. Esta variável aleatória contínua (X) é caracterizada por uma curva de função de probabilidade tal que a área sob a curva entre dois números representa a probabilidade da variável aleatória estar localizada entre esses números (STEVENSON, 1981). A função de probabilidade normal é representada pela equação 2.

$$y(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-0,5z^2} \quad \dots(2)$$

Onde:

$$z = \frac{(x - \mu)}{\sigma}$$

Em que:

y:	Probabilidade de ocorrência de um evento X;
μ :	Parâmetro médio;
e:	Base neperiana;
σ :	Desvio padrão;
X:	Variável contínua.

A distribuição de Poisson fornece a frequência de ocorrência de certos tipos de eventos aleatórios. Ela pode ser usada como uma aproximação da Binomial. Esta distribuição possui uma característica especial, pois a média é igual à variância do conjunto de amostras ($\lambda = \sigma^2$), descrevendo eventos associados a um grande número de tentativas. Aplica-se a situação em que o evento de interesse está homoganeamente distribuído na população de estudo (STEVENSON, 1981). Se X significar a ocorrência de algum evento aleatório, em um intervalo t (tempo, espaço, etc.), a probabilidade ocorrência do evento X, de acordo com equação 3.

$$y(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \quad \dots(3)$$

Em que:

y: Probabilidade de ocorrência em certo intervalo t;
 λ : Número médio de ocorrências em um intervalo;
 X: Evento mensurado por variável aleatória [0, 1, 2...n];

Finalmente, com vistas a validar o modelo de acidentes em construção, não é suficiente apenas comparar a semelhança do padrão estatístico encontrado com outros modelos já conhecidos. Com este intento são empregados os testes estatísticos como o qui-quadrado e a estatística de Fischer, dentre outros, que mensuram o grau de aderência e ajustamento das distribuições teóricas com aquele proposto pelo modelo em construção.

2.5.2 Construção do Modelo

No processo de elaboração do modelo, após as tentativas de ajuste dos dados de acidentes obtidos confrontados com aqueles decorrentes dos modelos teóricos de probabilidade, torna-se importante mensurar e avaliar outras variáveis de interesse. O passo a seguir, para melhor compreensão do fenômeno estudado, é identificar e estimar os fatores de risco (Xj) que contribuem para a ocorrência de acidentes, a despeito de verificar o padrão de distribuição probabilístico.

2.5.2.1 Modelos Lineares

Um problema freqüentemente enfrentado em estatística consiste em investigar o relacionamento entre duas ou mais grandezas estudadas (KHOLER, 1994). A regressão é a técnica estatística que utiliza uma equação para estimar o valor de uma variável desconhecida (variável de resposta) em função de uma ou mais variáveis conhecidas (variáveis regressoras). Quando a formulação matemática obedece ao padrão geométrico de uma reta, possuindo mais de uma variável regressora é denominada regressão linear múltipla, guarda a seguinte notação, de acordo com a equação 4.

$$y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + \dots + b_kX^k + e \quad \dots(4)$$

Em que

y:	Variável de resposta;
β_k :	Tipo de parâmetro linear;
K:	Índice dos parâmetros e das variáveis;
X:	Variáveis regressoras;
e:	Erro do modelo.

Os parâmetros b_k do modelo são obtidos através da técnica denominada minimização dos erros quadráticos. A regressão linear se constitui num procedimento iterativo nos quais os dados produzidos, em cada etapa do processo, conduzem a um melhor ajuste do modelo. A eficiência da predição é verificada pelo fator de correlação (R^2). Algumas considerações; entretanto, devem ser observadas quanto à adequabilidade deste tipo de modelo:

- Relacionamento entre a variável de resposta (y) e as demais variáveis regressoras (X_k) é linear muito bem aproximado por uma linha reta;
- Erro (ϵ) possui média em torno de zero;
- Erro (ϵ) possui variância constante com distribuição normal (s^2);
- Erro (ϵ) não é correlacionado;
- Distribuição do erro (ϵ) segue o padrão normal.

1.1.1.1. Modelos Não Lineares

A presunção de que haja um relacionamento linear entre as variáveis y e X_k é o ponto inicial para construção do modelo. No entanto, nem sempre esta premissa se faz presente. Torna-se necessário então estabelecer uma análise da ferramenta de regressão sob a ótica da não linearidade (MONTGOMERY, 1992). Para ilustrar esta situação, segue abaixo um exemplo através da função exponencial, de acordo com a equação 5.

$$y = b_0 e^{b_1 X} e \quad \dots(5)$$

Em que :

y :	Variável de resposta;
β_k :	Tipo de parâmetro linear;
e :	Base neperiana;
X :	Variável regressora;
K :	Índice referencial dos parâmetros e das variáveis regressoras;
e :	Erro do modelo.

Por outro lado, esta função não-linear pode ser convertida numa função intrinsecamente linear através da transformação logarítmica como segue, na equação 6 que guarda semelhança com a equação 4.

$$\ln y = \ln b_0 + b_1 x + \ln e \quad \dots(6)$$

Há outros tipos de funções não lineares em que a operação imediata de transformação por logaritmos não é a mais indicada, sendo necessária a aplicação de outra técnica denominada Modelos Lineares Generalizados (GLIM). Esta nova classe de modelos visa contornar a dificuldade imposta pela distribuição do erro do modelo pelo fato do mesmo não possuir uma variância constante (σ^2), ou seja, não possuir uma distribuição normal (HAIR *et al*,1998). As distribuições de Poisson, Binomial Negativa e Logística dentre outras, que são funções não-lineares, dotadas de características comuns entre si, podem ser passíveis de serem transformadas em Modelos Lineares Generalizados.

Para este intento, conforme equação 7 é constituída uma função de ligação entre o modelo não linear y e o modelo linear p ; portanto, $y = f(p)$. A variável p do modelo linear é

aleatória, representando uma grandeza média (esperança) do modelo não linear, desta forma, $E(y) = \mu$.

Na equação 7, os componentes $X_1, X_2, X_3 \dots X_j$ estão associados aos parâmetros b_k que, por sua vez, produzem efeitos aditivos na variável preditora p do modelo linear. Na prática, cada variável X_j representa uma característica técnica ou física da qual se deseja estudar o efeito no modelo.

$$p = \sum_{j=1}^k b_j x_j \quad \dots(7)$$

Em que :

p : Variável preditora de resposta do modelo linear;
 β_k : Tipo de parâmetro linear;
 X : Variáveis regressoras;
 K : Índice dos parâmetros lineares e das variáveis regressoras.

Visto que a variável p representa o parâmetro da média μ , o Modelo Linear Generalizado de Poisson pode então ser representado pela equação 8 (MENDENHALL, 1998). O modelo Binomial Negativo, por sua vez, é uma adaptação do modelo de Poisson quando ocorre instabilidade da variância (s^2).

$$y = e^{\sum_{j=1}^k b_j x_j} \quad \dots(8)$$

Em que:

y : Variável preditora de resposta do modelo de Poisson;
 β_k : Tipo de parâmetro linear;
 K : Índice dos parâmetros lineares e das variáveis regressoras;
 X : Variáveis regressoras.

Da mesma forma, o Modelo Linear Generalizado Logístico pode ser representada pela equação 9. Os possíveis valores da variável preditora y estão compreendidos entre o valor zero e um (HAIR *et al.*, 1998).

$$y = \frac{1}{1 + e^{-\left(\sum_{j=1}^k \beta_{jx}\right)}} \quad \dots(9)$$

Em que ;

y:	Variável preditora do modelo logístico;
β_k :	Tipo de parâmetro linear;
e	Base neperiana;
K:	Índice dos parâmetros lineares e das variáveis regressoras;
X:	Variáveis regressoras.

O Modelo Linear Generalizado Logístico através de adaptações se transforma no Modelo Linear Generalizado Probit. Ambos os modelo podem também ser hierarquizados em níveis, melhorando o a qualidade de predição das variáveis explanatórias X_j .

O conjunto de possibilidades de funções estatísticas possíveis de serem utilizados pela ferramenta de regressão não linear é extenso e variado. Quando as variáveis regressoras X_j passam a interagir entre si, o modelo de regressão linear adquire outra forma se transformando num modelo não linear (MENDENHALL, 1998). Visto que os fatores contribuintes de eventos sinistros são interdependentes e associativos, a equação 10 representa um modelo de variáveis iterativas que podem representar, com adaptações, um modelo preditivo de acidentes.

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2 + e \quad \dots(10)$$

Em que:

y:	Variável de resposta;
β_k :	Tipo de parâmetro linear;
K:	Índice referencial dos parâmetros e das variáveis;
X:	Variáveis regressoras;
e:	Erro do modelo.

Onde os termos da equação 10 representam os seguintes efeitos no modelo:

(1) y:	Variável de resposta;
(2) $\beta_1 X_1$:	Efeito linear da variável X_1 no modelo;
(3) $\beta_2 X_2$:	Efeito linear da variável X_2 no modelo;
(4) $\beta_3 X_1 X_2$:	Efeito da interação da variável X_2 na variável X_1 no modelo;
e:	Erro do modelo.

Os efeitos (1) e (2) representam as contribuições marginais das variáveis X_1 e X_2 para a produção do resultado y . O Efeito (4) mede a contribuição para o modelo da associação entre as variáveis X_1 e X_2 , ou seja, o efeito iterativo entre elas.

Os parâmetros β_k das equações 8 e 9 são obtidos através da técnica denominada minimização dos erros quadráticos para modelos não lineares, tanto para os modelos de Poisson quanto para os modelos Logístico e os demais (PELOSI *et al.*, 1998). Esta técnica geralmente envolve processos iterativos através do uso de computadores onde são utilizados algoritmos de cálculo numérico. Finalmente são verificadas a significâncias dos erros previsionais dos modelos (?) por intermédio de testes estatísticos como também são calculados os fatores de explicação ou ajustamento (R^2) do modelo.

2.5.3 Exemplos de Modelos Previsionais de Acidentes

O modelo previsional propõe agrupar variáveis preditoras dotadas de certo grau de incerteza (X_j), sob a forma de um encadeamento lógico, com vistas a estabelecer uma formulação matemática que permita estimar a ocorrência futura dos eventos acidentais através de uma variável de resposta (y). Na literatura técnica mundial, pode ser destacado o trabalho de Miaou e Lum (1993) pela apresentação de modelos estatísticos aplicáveis a rodovias onde são estimadas as relações entre as taxas de acidentes e parâmetros físicos e funcionais das rodovias. Segundo os pesquisadores, em acordo a um conjunto de indicadores técnicos da estrada pode estar associado um padrão de accidentalidade. Em observância a este pressuposto, caberia então uma indagação acerca da quantidade média de acidentes que podem ser esperados desta situação.

A modelagem da accidentalidade permite identificar quais componentes geométricos da rodovia promovem o aumento dos riscos de acidentes (COELHO, 1999). Consequentemente, ações em nível de segurança viária podem ser monitoradas como também é possível avaliar a eficácia da implementação das medidas preventivas. Na etapa de projeto, por exemplo, é importante avaliar a repercussão da mudança do parâmetro que mede o raio de curvatura da estrada com vistas a mensurar os benefícios representados pela redução do número de acidentes destes locais.

Os modelos propostos diferem entre si em diversos aspectos. Entre as principais diferenças estão a distribuição probabilística adotada para representar a ocorrência de

acidentes, a escolha das variáveis do modelo, à escolha da forma funcional do modelo, a escolha do comprimento e dos critérios de delimitação dos segmentos de rodovia.

A distribuição da frequência dos acidentes viários não guarda muita similitude com aqueles modelos clássicos estatísticos. O evento acidente pode ser simbolizado por uma variável matemática discreta e positiva que ocorre durante certo espaço temporal. Se considerado o período de retorno pode ser considerado um acontecimento raro e esporádico. Na distribuição estatística proposta por Poisson a média é igual à variância. Na prática, os dados de acidentes não obedecem, na íntegra, esta premissa, pois há muita variabilidade no universo amostral. Outra tentativa para promover uma melhor aderência dos dados reais a um modelo de distribuição clássica seria a utilização da distribuição binominal na qual a média e variância podem ser tratadas separadamente. O modelo desenvolvido por Miaou e Lum (1993) adota a distribuição binomial negativa.

Os acidentes ocorrem em trechos rodoviários com características físicas distintas. Torna-se necessário, então, estabelecer um critério de segmentação que possibilite a comparação de sinistros ocorridos em ambientes diversos com o mesmo termo de comparação. Para tal fim é necessário haver a homogeneização dos segmentos. Por este princípio, os acidentes são catalogados segundo propriedades técnicas intrínsecas ao pedaço da via onde eles ocorrem. Neste caso, eles são agrupados através de trechos rodoviários que detêm mesmo tráfego, mesma condição de pavimento, mesma largura da plataforma da via, por exemplo. Uma questão importante a ser ressaltada é aquela que cerca a extensão escolhida para o trecho segmentado. O erro previsional do modelo, em cada amostra, possui uma componente aleatória (MIAOU e LUM, 1993). Por conta deste fato, se houver segmentos muitos curtos, haverá a potencialização deste efeito em virtude da maior quantidade de amostras. Por outro lado, em havendo segmentos mais longos, será diminuído o poder de explicação geral do modelo em vista da diminuição da amostragem. Há o risco, neste caso, de incluir trechos descaracterizados em nível de acidentes (sem homogeneidade) por conta da grande extensão. O modelo proposto por Miao e Lum (1993) adota segmentos longos e variáveis.

De acordo com Nodari (2003), a segmentação dos trechos das rodovias para a elaboração de modelos de previsão de acidentes e para as atividades de monitoração do desempenho de rodovias é também uma questão de grande importância. Os modelos de previsão de acidentes buscam encontrar as relações existentes entre as características físicas presentes nos segmentos de rodovia e os registros de acidentes. Nessa situação, a definição dos segmentos merece especial atenção, pois pode influenciar significativamente os resultados

dos modelos. Nas atividades de monitoração de rodovias a segmentação permite a localização relativamente precisa das deficiências encontradas na via e permite o acompanhamento da sua evolução ao longo do tempo.

No que diz respeito à influência das características físicas da rodovia na ocorrência de acidentes em rodovias, Nodari (2003) elencou vários indicadores técnicos dos trechos rodoviários que tem repercussão na formação dos fatores de risco do modelo previsionial. Dentre eles há aqueles associados à condição funcional e estrutural da plataforma da via, como, por exemplo: existência de buracos na pista pavimentada e acostamentos, aderência insuficiente do asfalto ou baixa resistência à derrapagem; defeitos construtivos da camada asfáltica ocasionado à formação de espelho d'água; presença de desnível acentuado entre acostamento e plataforma da via, etc.

Neste trabalho Nodari (2003), foram descritos também indicadores técnicos associados ao projeto da rodovia que tem implicações no nível de segurança, por exemplo: mensuração do grau de sinuosidade e inclinação média do traçado; avaliação da largura e número de faixas de rolamento, adoção de superlargura e superelevação em trechos críticos; colocação de faixas adicionais e baias de ultrapassagem em locais de grande tráfego, etc.

Por fim, elencaram-se variáveis explicativas que estão vinculados ao ambiente que cerca a rodovia potencializando a ocorrência de acidentes como, por exemplo: sinalização horizontal e vertical compatível com o *standard* da rodovia; iluminação artificial em intersecções; placas de regulamentação indicativas e de advertência; intrusão de animais na pista; ocupação comercial da faixa de domínio; presença de pedestres e ciclistas na estrada; tipo de inclinação dos taludes de encosta; placas de publicidade e propaganda; dispositivos de segurança das estradas (tachas reflexivas; ondulações que fazem o volante vibrar ao sair do curso permitido) dentre outros.

Jutaek *et al* (2005) estabeleceram uma análise da acidentalidade em estradas de ferro na Coréia do Sul durante o período de 1998 a 2002. Neste estudo foram levados a termo de comparação alguns modelos preditivos de acidentes. O objetivo principal do trabalho foi investigar o relacionamento entre o número de acidentes ocorridos em cruzamentos ferroviários e as características destes locais.

Com vistas a referenciar as variáveis preditoras utilizadas no estudo, Jutaek *et al* (2005) prospectaram na literatura técnica internacional algumas fórmulas previsionais de acidentes ferroviários dentre elas as fórmulas Peabody-Dimmick e aquela adotada pelo Departamento de Transportes dos Estados Unidos (USDOT).

A formula Peabody-Dimmick, de acordo com a equação 11, foi amplamente utilizada nas décadas quarenta e cinquenta pela agência ferroviária dos Estados Unidos.

$$y = \frac{1,28(V^{0,17} + T^{0,151})}{P^{0,0171}} + K \quad \dots(11)$$

Em que:

y:	Variável de resposta [nº acidentes];
V:	Tráfego anual de veículos na passagem de nível [nº veíc. /ano];
T:	Tráfego anual de trens [nº trens/ano];
P:	Coefficiente indicativo da presença de aviso de alerta;
K:	Parâmetro adicional.

Como pode ser percebido pela fórmula estocástica, o produto das variáveis V e T é o termo representativo do efeito matemático da interação entre o tráfego veicular e o tráfego de trens, cabendo ao parâmetro K a função de representar um ajuste de dados da modelagem a este peculiar ambiente (cruzamento).

O Departamento de Transportes dos Estados Unidos (USDOT), nas décadas setenta e oitenta, adotou uma equação 12 que estabelecia um modelo preditivo de acidentes em cruzamentos ferroviários. É importante ressaltar o efeito interativo entre as variáveis explanatórias (indicadores) presentes na fórmula.

$$a = K * EI * MT * DT * HP * HL * MS * HT \quad \dots(12)$$

Em que:

a:	Indicador geral de acidentalidade [nº acid./ano];
K:	Constante matemática;
EI:	Ind. do nível de exposição dos veículos no cruz. [nº veículos/dia];
MT:	Ind. do tráfego principal de trens;
DT:	Ind. do tráfego total de trens (principal e secundário);
HP:	Ind. do tipo de pavimentação do cruzamento;
HL:	Ind. do número de faixas da rodovia ;
MS:	Ind. de velocidade dos trens ;
HT:	Ind. do tipo de rodovia.

A equação 12 foi desdobrada, de acordo com a Ilustração 10 , em três cenários que contemplaram os dispositivos de segurança existentes no cruzamento ferroviário. A partir

desta tabulação é possível encontrar os parâmetros necessários para estimar o número de acidentes.

Fatores de Perdição de Acidentes	Dispositivos de Segurança no Cruzamento		
	Passivo	Luzes	Portais
K	0,006938	0,0003551	0,0005745
EI	$((ct+0,2)/0,2)^{0,37}$	$((ct+0,2)/0,2)^{0,4106}$	$((ct+0,2)/0,2)^{0,2942}$
MT	1,00	$e^{0,1917*mt}$	$e^{0,1512*mt}$
DT	$((d+0,2)/0,2)^{0,178}$	$((d+0,2)/0,2)^{0,1131}$	$((d+0,2)/0,2)^{0,1781}$
HP	$e^{-0,5766*(Z-1)}$	1	1
HL	1	$e^{-0,1826*(f-1)}$	$e^{-0,1420*(f-1)}$
MS	$e^{0,0077*v}$	1	1
HT	1	$e^{-0,32*(y-1)}$	$e^{-0,22*(y-1)}$

Fonte USDOT (1987)

Ilustração 10 – Fatores de predição de acidentes em cruzamentos ferroviários

Em que:

- a: Indicador geral de acidentalidade [nº acid/ano];
- c: Tráfego veicular [nº veíc./dia];
- t: Tráfego total de trens [nº. trens/dia];
- d: Tráfego de trens durante o dia, exclusive noite [nº. trens/dia];
- mt: Tráfego principal de trens [nº. trens/dia];
- K: Constante matemática;
- HP: Tipo de pavimento [Z=1- sim, Z=2- não];
- HL: Número de faixas [f=1, 2,3,4];
- MS: Velocidade máxima trens [v- (mph)];
- HT: Tipo de rodovia [y=1, 2].

Finalmente, Jutek *et al* (2005), com base nos estudos do Departamento de Transporte dos Estados Unidos, modelaram os acidentes ocorridos em 162 cruzamentos envolvendo rodovias e ferrovias que representavam em torno de 10% do total de travessias ferroviárias existentes na Coreia do Sul. Inicialmente, foram elencadas 56 variáveis explanatórias, por exemplo: tráfego veicular diário, tráfego de trens, número de faixas da rodovia, largura da rodovia, largura do cruzamento, presença de dispositivos de controle, presença de luzes de alerta, sinalização viária, avisos sonoros, lombadas de transposição da ferrovia, geometria do cruzamento, velocidade da rodovia, dispositivos de segurança nos trens, etc.

A fórmula preditiva, de acordo com equação 13, seguiu a regressão de Poisson, proposta na equação 8 sendo obtido um fator de explicação em torno de 30%. Após a análise do modelo, restaram, das 56 variáveis explanatórias, apenas 6 variáveis em que houve significância estatística.

$$y = e^{-5,406+0,46x_1+0,975x_2+0,0016x_3-0,917x_4-0,613x_5-1,063x_6} \quad \dots(13)$$

Em que :

y:	Previsão do número de acidentes;
X ₁ :	Tráfego veicular;
X ₂ :	Área comercial no entorno do cruzamento;
X ₃ :	Detector de distância no trem;
X ₄ :	Presença de circuito (dispositivos) de controle de segurança;
X ₅ :	Presença de guias de segurança;
X ₆ :	Presença de lombadas (desnível) de segurança entre a rodovia e a ferrovia.

Parkin *et al* (2007) estabeleceram um modelo de aceitabilidade do risco para ciclistas. A ferramenta estatística utilizada no estudo foi a regressão não linear através do método dos mínimos quadrados. A função matemática utilizada para descrever o modelo foi a logística, de acordo com a equação 14. A entrevista com usuários de bicicletas se constituiu na fonte de obtenção dos dados. A conceituação do modelo obedeceu às preferências dos usuários dos no que diz respeito às características da viagem (rota). Para este fim, foram analisados: os padrões geométricos operacionais das vias, incluindo intersecções; tráfego veicular, sinalização viária, dispositivos de segurança, presença de pedestres, etc. O modelo atingiu um fator de explicação em torno de 20%.

$$y = \frac{1}{1 + e^{-1,057+1,669x_1+1,150x_2-0,0001x_3-0,004x_4-0,137x_5-0,050x_6-0,174x_7}} \quad \dots(14)$$

Em que :

y:	Indicador de aceitação do risco;
X ₁ :	Proporção de vias secundárias;
X ₂ :	Proporção de vias adjacentes às vias arteriais;
X ₃ :	Tráfego veicular médio das vias;
X ₄ :	Presença de veículos estacionados na via;
X ₅ :	Número de conversões à direita do tráfego;
X ₆ :	Presença de sinalização viária;
X ₇ :	Quantidade de intersecções na via.

Quddus *et al* (2002) propuseram um modelo que estimava a probabilidade de ocorrência de danos (severidade) em acidentes com motociclistas, de acordo com a distribuição estatística *probit*. A pesquisa foi realizada em Cingapura (Ásia). Os resultados

indicaram que as características físicas e as condições da via não se constituíram em variáveis significativas para o modelo. Por outro lado, os ferimentos graves estavam relacionados com a nacionalidade do condutor, à potência do motor, ao uso de equipamentos luminosos (faróis), ao período do dia (manhã, tarde e noite) e outras circunstâncias.

Kim *et al* (2007) estabeleceram um modelo que procurava correlacionar os acidentes ocorridos em intersecções de rodovias rurais do Estado da Geórgia (EUA) com características físicas destes locais como, por exemplo, tipo de pavimento, tipo de sinalização, largura da plataforma da via, quantidade de movimentos conflitantes, tipo e ângulo de colisão, condições atmosféricas, nível de tráfego, etc. O método, por sua vez, utilizou a distribuição estatística *logística* com vários níveis hierárquicos (*multinomial logit analysis*). Os resultados indicaram que houve uma relação de causa e efeito entre as características geométricas e ambientais das intersecções e os acidentes ocorridos nestes locais.

3 DESENVOLVIMENTO DO MODELO PROPOSTO

O desenvolvimento do método proposto se iniciou a partir da obtenção e organização de uma base de dados sobre acidentes rodoviários. A seguir, foram verificadas as matrículas de condutores e veículos inscritos no Departamento de Trânsito de Estado. Finalmente, se estabeleceu uma consulta ao Sistema Rodoviário Estadual (SRE) no qual estão guardadas as informações normativas e técnicas sobre as rodovias.

De posse destes dados, procurou-se estabelecer um método que classificasse os trechos rodoviários segundo sua propensão à ocorrência de acidentes com motocicletas. As rodovias detentoras do maior número de acidentes com envolvimento de motocicletas seriam então analisadas em detalhe para a identificação de possíveis motivos que justificassem a falta de segurança viária. Inicialmente, foi planejado um procedimento universal, aplicável a todas as amostras do banco de dados. No método concebido, os acidentes de motocicletas, em cada trecho rodoviário, que apresentam extensões variadas, seriam classificados segundo o indicador de acidentalidade. Assim a taxa de acidentes permitiria relativizar o número absoluto de eventos em função da extensão do trecho e do volume veicular correspondente. Acreditava-se que, dessa forma, seria possível compará-los entre si com a finalidade de classificar os locais mais propensos à ocorrência de acidentes.

Porém, este método não se mostrou apropriado visto que, mesmo relativizados em termos de extensão e volume de tráfego veicular, foram observadas distorções nos valores das taxas de acidentes. De fato, trechos rodoviários curtos ou com volumes de tráfego pequenos tendem a gerar taxas de acidentes irrealisticamente altas. Em vista disso, por este método, não foi possível estabelecer uma comparação relativa de indicadores entre rodovias de forma efetiva.

Finalmente, optou-se por um formular um modelo estatístico genérico que permitisse prever a quantidade de acidentes esperados em uma rodovia a partir de um conjunto de variáveis consideradas relevantes na ocorrência de acidentes. Neste modelo, a variável dependente (resposta) selecionada foi o número de acidentes motociclísticos e as variáveis independentes (controle) se constituíram em atributos físicos, operacionais, sócio-econômicos e regulatórios. São elas: largura da plataforma da via (X_1 -rodovia simples ou dupla), tráfego de veículos pesados (X_2 -% frota de caminhões), condição do pavimento (X_3), tráfego total de veículos (X_4), sinuosidade média do traçado (X_5), rampa média (aclives e declives da rodovia)

(X₆), quantidade de intersecções na rodovia (X₇), urbanização do entorno (X₈) e controladores eletrônicos de velocidade (X₉).

3.1 COLETA DOS DADOS

3.1.1 Licenciamento Veicular e Habilitação de Condutores

O novo Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 1997) criou o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), que se constitui no órgão público federal vinculado ao Ministério da Justiça, incumbido dos registros das informações acerca dos veículos automotores terrestres circulantes em vias públicas no país. Ao referido órgão cabe, dentre muitas outras atribuições: formular políticas e normas regulatórias para o setor, controlar a concessão do direito de dirigir aos cidadãos, promover estatísticas sobre acidentalidade bem como consolidar nacionalmente todas as informações emanadas dos cartórios veiculares estaduais.

O Estado do Rio Grande do Sul, atendendo ao preceito constitucional federal, guarda no DETRAN o registro oficial de todos os veículos automotores matriculados nesta entidade federativa, classificando-os quanto aos atributos físicos como tipo de veículo (número de rodas, número do chassi, potência, cor, ano de fabricação, etc.); atributos econômicos relacionados à forma de utilização (carga ou passeio), atributos legais (privado ou público), entre outros, como também dados acerca do proprietário e município onde o veículo está inscrito.

O DETRAN, além de questões ligadas ao trânsito, subsidia informações associadas à posse de veículos automotores que serão utilizadas na formação da matriz tributária a qual a administração executiva estadual debita aos cidadãos anualmente o imposto veicular de propriedade do bem (IPVA). A Ilustração 11 apresenta o cadastro veicular no Estado. Cabe ao órgão estadual também a incumbência de disciplinar a concessão de cartas de habilitação a condutores, estabelecer estatísticas de sinistralidade veicular, fazer campanhas de segurança, propor normas legais para regular o ambiente de trânsito estadual, dentre outras competências.

Ano	Demais	%	Motocicleta	%	Total
2001	2.790.918	86,90	420.833	13,10	3.211.751
2002	2.905.650	86,36	459.070	13,64	3.364.720
2003	2.615.328	85,64	438.657*	14,36	3.053.985
2004	2.744.866	84,62	499.027	15,38	3.243.893
2005	2.865.113	83,53	564.797	16,47	3.429.910

Fonte: DETRAN (2005)

* Recadastramento

Ilustração 11 – Licenciamento veicular rodoviário no Estado do Rio Grande do Sul

Para proceder à avaliação do envolvimento de motocicletas na ocorrência de acidentes de trânsito em rodovias estaduais do Rio Grande do Sul, inicialmente se procedeu a uma busca primária às informações atinentes ao cartório de registros veiculares do Estado (DETRAN), inscritos e licenciados neste órgão público durante o período de 2001 a 2005. Por questões práticas do trabalho, optou-se por agregar os dados obtidos em apenas dois grandes grupos veiculares automotores envolvidos em acidentes. Aqueles com a participação de motocicletas e os demais.

Novamente por questões de simplicidade, foi adotada a nomenclatura motocicletas para todos os veículos que contemplassem o uso de duas rodas (motocicletas, motonetas, ciclomotores, etc.) estando abrangidos também neste grupo as motocicletas de três rodas (tríciclos) e quatro rodas (quadriciclos). Ao grande grupo denominado demais estão incluídos todos os outros tipos de veículos como, por exemplo: automóveis, caminhões, ônibus, etc.

No que tange a obtenção dos dados relativos aos acidentes propriamente ditos, optou-se por utilizar a base de dados primária do banco de dados do Comando Rodoviário da Brigada Militar em vista do alto grau de agregação da informação disponibilizada pelo DETRAN. Tendo em vista a complexidade da nomenclatura utilizada para a descrição da rodovia onde ocorre o acidente, tornou-se necessário um exame mais aprofundado da metodologia empregada no SRE.

Além deste aspecto, uma pesquisa a esta base de dados se fez necessária em vista da necessidade da obtenção de outras variáveis de interesse que estão presentes em cada rodovia objeto de estudo, como volume e composição do tráfego, tipo de plataforma da via, condições funcionais dos pavimentos, extensão das rodovias, etc.

3.1.2 Cadastro Rodoviário

As estradas do Estado do Rio Grande do Sul são cadastradas no banco de dados denominado Sistema Rodoviário Estadual (SRE) sob responsabilidade da Autarquia Estadual de Transportes (DAER, 2006b). Neste banco de dados, constam diversas informações acerca das vias públicas jurisdicionadas pelo órgão como, por exemplo: matrícula onde são apropriados o nome e a respectiva codificação da rodovia no sistema, descrição das características físicas e extensão dos trechos, dados sobre o histórico de pavimentos, localidades abrangidas, dados da plataforma da via, marcos de referenciamento geométrico e cartográfico, volume e composição do tráfego, situação legal, andamento físico das obras, etc., sendo estes parâmetros essenciais à elaboração do trabalho.

A rodovia estadual possui um marco quilométrico inicial (marco zero) e um marco quilométrico final ao término do qual é aferida a extensão. Por definição, a rodovia é uma composição de vários trechos independentes que possuem comprimentos variáveis. Muitos aspectos contribuem para que seja adotada esta forma de particionamento. Dentre eles, a própria concepção da rodovia que, por ser um elemento de ligação e comunicação, permeia por várias localidades (cidades) durante o seu percurso. Passa também por questões técnicas de projeto, licitação e construção uma vez que são levadas a termo em etapas físicas distintas como também, às vezes; em épocas diferentes. Há também questões envolvendo a jurisdição legal para a manutenção e conservação da rodovia que, por ser extensa, envolvendo muitos quilômetros, se torna necessário o seu fracionamento. Um trecho rodoviário (seção) é uma parte da rodovia que pode também ser subdividida em várias subseções (segmentos), com comprimentos não fixos no sentido de se obter maior qualidade no cadastro viário.

Ao proceder o cadastro de uma rodovia, há que serem observados alguns critérios. Inicialmente prepondera a forma ao qual a mesma está jurisdicionada. Caso a rodovia estiver elencada no SRE, havendo no setor de transportes do país interesses econômicos e estratégicos supra-regionais, a União assumirá a responsabilidade da construção, manutenção e gerenciamento da via. Por outro lado, o Estado pode avocar a si próprio os direitos da jurisdição da via, caso for de sua conveniência, arcando com os ônus decorrentes deste fato. Por fim, caberá aos municípios a legislação residual no intuito de garantir os direitos de passagem dos cidadãos em vias urbanas e rurais, segundo a Constituição Federal, de acordo com a competência residual atribuída pela norma pública.

As rodovias federais recebem a denominação do prefixo BR acrescido de uma codificação numérica que permite identificá-la quanto à sua classificação com relação à tipologia. Mesmo procedimento é adotado nas rodovias estaduais que recebem o prefixo ERS seguido da própria identificação numérica. A sigla BR é o diminutivo da expressão Rodovias Federais do Brasil ao passo que a sigla ERS significa Rodovias Estaduais do Estado do Rio Grande do Sul. As rodovias municipais obedecem à mesma regra; entretanto são raras as administrações que adotam o Sistema Rodoviário Municipal, mesmo sendo a lei mandatória. Há um tipo especial de rodovias designadas como rodovias transitórias. São aquelas atualmente sob jurisdição do DAER que no futuro serão substituídas por novas rodovias federais. Para efeitos práticos, estas estradas estão elencadas para fazerem parte da próxima revisão do Sistema Rodoviário Estadual (SRE) e Federal (SRF). Neste último caso, haverá troca de jurisdição. Para efeito de classificação e numeração são adotados os seguintes critérios: se a rodovia transitória tem sua diretriz coincidente com uma do SRF, ela é designada pelas letras RST seguidas pelo número da rodovia federal correspondente.

No Estado do Rio Grande do Sul há um tipo especial de rodovia denominado vicinal codificado pela sigla VRS seguida de numeral classificatório. Estas estradas de baixo custo possuem características próprias que visam atender o propósito ao qual foram criadas: servir de caminho para escoamento da produção e ligação de pequenas localidades às principais rodovias estaduais. No que diz respeito às especificações técnicas são dotadas de seção transversal inferior às rodovias tipo ERS; menor capacidade de carga; mínima sinalização; extensão inferior a trinta quilômetros; são dotadas de *greide* colante, ou seja, a plataforma da rodovia é assentada praticamente sobre o leito natural do terreno, através do mínimo movimento de terra, seja horizontal ou vertical; não possuem acostamento; são aparelhadas de poucos dispositivos de drenagem, etc. No APÊNDICE está apresentado o mapa rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul.

3.1.2.1 Classificação e Codificação das Rodovias Estaduais

Uma vez estabelecida a jurisdição da rodovia (federal, estadual ou municipal), o segundo critério para classificação das rodovias é a orientação espacial e a situação geográfica. Além de outras características predominantes, sempre atendendo a

compatibilização da norma Federal (BRASIL, 1973), as rodovias estaduais, de acordo com a Ilustração 12, classificam-se segundo o *sentido* e *direção* nas seguintes categorias:

- a) *Rodovias Radiais (0)*: São aquelas que partem da capital do Estado (marco inicial), em qualquer direção, ligando-a outros municípios e pontos relevantes do Estado. A numeração das rodovias varia de 010 a 080, com direção radial,
- b) *Rodovias Longitudinais (1)*: São aquelas que estão orientadas na direção norte-sul. A numeração dessas rodovias varia de 100, no extremo leste do Estado, a 199 no extremo oeste. Assim o número de uma rodovia longitudinal é obtido por interpolação entre 100 e 199 em função da posição relativa entre as duas linhas imaginárias paralelas ao meridiano de 53° e que passam pelos pontos extremos leste e oeste do Estado;
- c) *Rodovias Transversais (2)*: São aquelas que estão orientadas na direção leste-oeste. A numeração dessas rodovias varia de 200, no extremo norte do Estado a 299 no extremo sul. O número de uma rodovia transversal é obtido, em caráter aproximado, por interpolação entre 200 e 299 em razão da posição relativa da rodovia entre as duas linhas imaginárias paralelas ao paralelo de 30° e que passam pelos pontos extremos norte e sul do Estado;
- d) *Rodovias Diagonais*: A numeração dessas rodovias obedece ao seguinte critério:
 - *Diagonais* orientadas na direção geral NO-SE. A numeração varia, segundo números pares, de 300 no extremo NE do Estado a 398 no extremo SO do Estado. Obtem-se o número da rodovia, em caráter aproximado, mediante interpolação entre 300 e 398, em razão da distância da rodovia às linhas com direção geral NO-SE, passando pelos pontos extremos NE e SO do Estado respectivamente inclinadas a 45° em relação ao paralelo de 30°.
 - *Diagonais* orientadas na direção geral NE-SO. A numeração varia, segundo números ímpares, de 301 no extremo NO do Estado a 399 no extremo SE do Estado. Obtem-se o número da rodovia, em caráter aproximado mediante interpolação entre 301 e 399, em razão da distância da rodovia às linhas com direção geral NE-SO, passando pelos pontos extremos SE e NO do Estado respectivamente inclinadas a 45° em relação ao paralelo de 30°.
- e) *Ligações*: Para a numeração dessas rodovias, dividiu-se o Estado em quatro áreas que, por convenção, foram designadas de quadrantes. Estes quadrantes são formados pelo paralelo de 30° e pelo meridiano de 53° que tem um ponto comum aproximadamente no centro geográfico do Estado. O primeiro quadrante foi, por

convenção, definido como sendo a área do Estado situada ao norte do paralelo de 30° e a leste do meridiano de 53°. O segundo quadrante representa a área do Estado situada ao norte do paralelo de 30° e a oeste do meridiano de 53°. O terceiro quadrante represente a área do Estado situada ao sul do paralelo de 30° e a oeste do meridiano de 53°. O quarto quadrante representa a área do Estado situada ao sul do paralelo de 30° e a leste do meridiano de 53°. A numeração dessas rodovias, conforme Ilustração 12, obedece ao seguinte critério:

- *Primeiro Quadrante (4)*: Ligações situadas ao norte do paralelo de 30° que passam por Porto Alegre e a leste do meridiano de 53° na área do Estado que se convencionou chamar de 1° quadrante;
- *Segundo Quadrante (5)*: Ligações situadas ao norte do paralelo de 30° que passam por Porto Alegre e a leste do meridiano de 53° na área do Estado que se convencionou chamar de 2° quadrante;
- *Terceiro Quadrante (6)*: Ligações situadas ao sul do paralelo de 30° e a oeste do meridiano de 53° na área do Estado que se convencionou chamar de terceiro quadrante;
- *Quarto Quadrante (7)*: Ligações situadas ao sul do paralelo de 30° e a leste do meridiano de 53° na área do Estado que se convencionou chamar de quarto quadrante.

No ANEXO estão representadas as rodovias do Estado do Rio Grande do Sul.

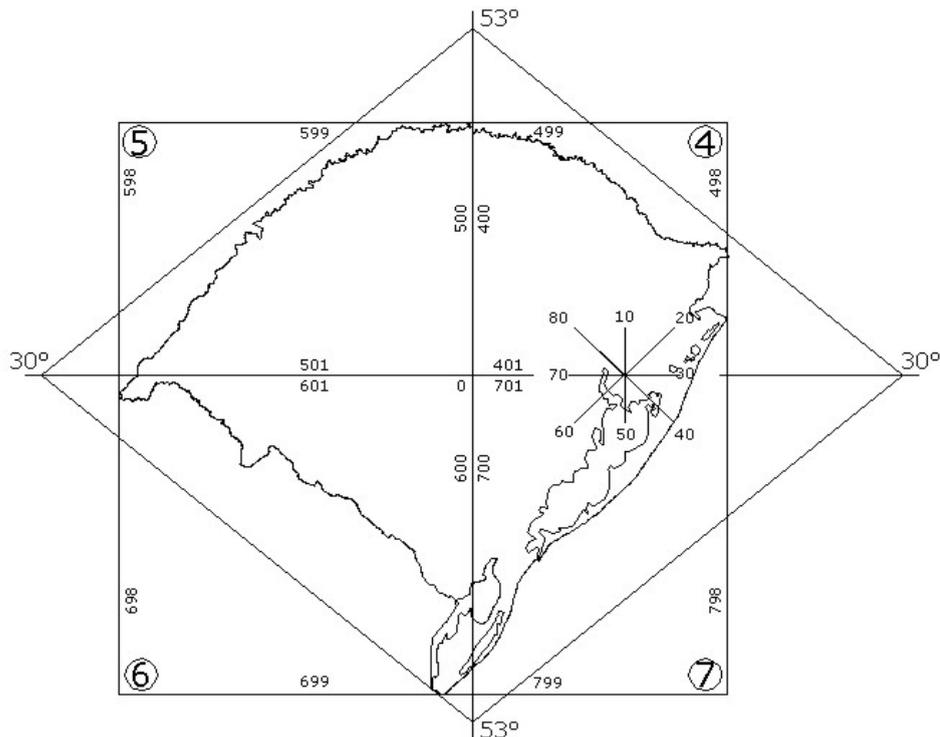


Ilustração 12 – Classificação das Rodovias Estaduais do RGS Segundo a Direção

Fonte: DAER (1974)

A nova designação das rodovias estaduais é definida pela justaposição do prefixo ERS ou VRS (algarismos alfabéticos) mais três algarismos numéricos (SRE, 2006). Ressalta-se que a nomenclatura anterior que foi substituída previa apenas dois algarismos alfabéticos para designar a categoria da rodovia, por exemplo, a rodovia RS118 se transformou em ERS118. No processo de codificação, o primeiro algarismo numérico indica a classificação geral rodovia. Os outros dois algarismos numéricos definem a classificação específica, fornecendo a orientação espacial da rodovia em relação à capital (rodovias radiais) bem como aos extremos geográficos do Estado, definidos segundo a Ilustração 13 que segue:

Pontos Extremos	Longitude	Latitude
Oeste	57° 36' 06"	30° 10' 57"
Noroeste	55° 46' 57"	28° 14' 11"
Norte	53° 21' 49"	27° 01' 47"
Nordeste	49° 50' 18"	28° 26' 45"
Leste	49° 41' 05"	28° 36' 29"
Sudeste	52° 47' 54"	33° 17' 38"
Sul	53° 23' 14"	33° 45' 24"
Sudoeste	57° 33' 17"	30° 16' 136"

Fonte: DAER (1974)

Ilustração 13 – Coord.geodésicas dos pontos extremos do Estado

A justificativa do critério adotado para o sistema adotado na codificação das rodovias no Plano Rodoviário Estadual se fundamenta nos seguintes itens (DAER, 1974) :

- f) Mantém conformidade com os critérios utilizados pelo Plano Nacional de Viação com respeito às rodovias federais;
- g) Permite a identificação pelo usuário da categoria da rodovia;
- h) Fornece uma visualização aproximada da posição da rodovia relativamente à configuração geográfica do Estado;
- i) Torna possível a inclusão ou supressão das rodovias estaduais, segundo as categorias, sem prejuízo da ordenação, sem necessidade de alterar a numeração.

3.1.2.2 Situação Física das Rodovias Estaduais

A concepção, projeto e execução de novos empreendimentos rodoviários são atividades complexas que demandam expressivos recursos, inclusive temporais. Os melhoramentos técnicos das rodovias existentes em virtude da abertura de novas faixas de tráfego e pelas obras que redundam nos acréscimos da capacidade de suporte de carga admissível para a via se constituem em tarefas, por vezes, mais dificultosas para levar ao termo do que a construção de novas estradas. A logística despendida para manutenção e conservação dos trechos rodoviários também não é simples.

Em decorrência destes fatos se torna importante, no banco de dados cadastrais do Sistema Rodoviário Estadual (SRE), a catalogação das rodovias segundo o *status* físico em que ela se encontra , estando previstos os vários estágios construtivos envolvidos, como segue (DAER, 2006a):

- j) *Planejada*: Rodovia já elencada no Sistema Rodoviário Nacional ou Estadual que está passível de ser construída ou no caso de existir ser passível de melhoramentos ou troca da jurisdição;
- k) *Leito Natural*: Rodovia existente, configurada como sendo um caminho natural, por vezes, muito antiga e não-pavimentada;
- l) *Implantada*: Rodovia existente onde já foram executadas algumas etapas previstas no projeto, sendo aguardada outras como, por exemplo, pavimentação, sinalização, etc. Por conseguinte, não está plenamente concluída;

- m) *Em Obras de Implantação*: Rodovia sendo implantada (aberta), em fase de construção. Envolve serviços de terraplenagem, drenagem, etc.;
- n) *Em obras de Pavimentação*: Rodovia existente sendo pavimentada;
- o) *Em obras de Duplicação*: Rodovia existente sendo melhorada pelo aumento de capacidade da via (acréscimo de faixas de rolamento com divisão física da pista através de canteiros centrais);
- p) *Duplicada*: Rodovia existente pavimentada com duas pistas de tráfego;
- q) *Travessia* Rodovia existente que está situada dentro do perímetro urbano das cidades.

Uma vez que a rodovia é concebida através em estágios construtivos, abrangendo, deste o planejamento da obra até a entrega ao tráfego, muitas vezes sendo executada em trechos descontínuos, podem ocorrer situações físicas distintas no decorrer da materialização do projeto. Há rodovias em que alguns trechos estão pavimentados e duplicados que convivem com outros em construção ou, até mesmo, em planejamento.

3.1.2.3 Extensão das Rodovias Estaduais

No cadastro, a rodovia é inscrita levando-se em consideração o total da extensão planejada e real. Por conta disso, no cadastro, ela possui uma extensão total planejada que, às vezes, não está compatível com a extensão física disponível ao tráfego de veículos, ou seja, há trechos não operacionais da rodovia. Com vistas a ser aferida a real extensão da rodovia que está operacional ao tráfego, no presente trabalho foi desconsiderada da extensão física total informada no SRE os trechos que estão planejados, em estágio de projeto de engenharia ou sendo construídos.

Por este motivo, somente foram considerados os trechos rodoviários pavimentados plenamente abertos ao tráfego afeitos à jurisdição institucional da Polícia Rodoviária Estadual, estando inclusos no plano de conservação viária do DAER.

3.1.2.4 Tráfego Veicular

A composição e volume do tráfego exercem grande influência no desempenho do pavimento estendendo ou encurtando a sua vida útil (PIGNATARO, 1973). Em não havendo a adequada escolha do tipo de pavimento (rígido ou flexível) bem como não o dimensionando corretamente em função do tráfego e nível de serviço, inevitavelmente a camada de rolamento dos veículos apresentará baixa *performance*, estando sujeito inclusive à ruína.

Muitos erros de projeto decorrentes de estimativas não coerentes da projeção do tráfego, conjugadas com o comportamento sazonal do tráfego associado à má conservação rodoviária, conduzem a exaustão e ruína precoce das rodovias. As conseqüências disso são prejuízos à sociedade, seja pela necessidade de despender recursos públicos cada vez maiores para recuperá-las, seja pela penalização dos cidadãos através do aumento do custo operacional dos veículos que nelas trafegam. Uma vez que estas rodovias operam em patamares inferiores de desempenho ao qual foram concebidas, há desconforto, deseconomia e perda de segurança aos usuários que delas fazem uso.

Em vista de carências econômicas, desestruturação do quadro funcional e dificuldades técnicas e administrativas, o anuário estatístico de tráfego anual das rodovias do Estado do Rio Grande do Sul vem sofrendo problemas de solução de continuidade. Os últimos documentos disponíveis possuem lacunas de dados tanto em nível de temporalidade como em nível espacial ou geográfico. De acordo com o SRE, as rodovias se constituem na composição de trechos rodoviários justapostos. As contagens de tráfego, muitas vezes, são executadas em trechos alternados, descontínuos ou pontuais, impossibilitando uma visão estratégica do conjunto da rodovia. Esta dificuldade se estende também com relação ao período temporal examinado. Os mesmos dados de tráfego, nos trechos, em cada rodovia, não estão emparelhados e contínuos na linha do tempo. No mesmo local (trecho), às vezes, há dados atuais, entretanto sem contrapartida nos períodos passados.

Outro aspecto a considerar, além do volume, é a composição do tráfego. Há boletins onde está claramente definido o local (trecho) onde a coleta de dados foi empreendida como também o volume de tráfego associado ao respectivo veículo. Em outros boletins, consta, no trecho rodoviário, apenas o volume total de veículos abrangidos pela contagem, sem discriminação técnica por tipologia. Importante ressaltar que a composição da frota no SRE não estabelece o veículo motocicleta. Apenas são contabilizados os veículos caminhões, ônibus e carros de passeio.

Provavelmente, duas questões práticas podem estar associadas a este fato: (i) a pequena proporção deste tipo de veículo no fluxo veicular, se comparado aos demais da frota, caracterizando, desta forma, a não importância da motocicleta nos aspectos operacionais das

vias. Desde a última década, entretanto esta situação já está se modificando pelo grande volume de unidades fabricadas e vendidas pela indústria motociclística. (ii) a irrelevância da carga inferida ao pavimento pelo veículo de duas rodas, se levado em consideração aspectos estruturais, sendo desprezível o dano físico infringido à rodovia.

No campo da amostragem, o processo de coleta de dados, obtido através da contagem de tráfego do trecho rodoviário, é realizado de forma a contemplar todas as horas do dia. Constitui-se em atividade manual, executada por equipes volantes visto que ainda não está implementado o serviço automático de contagem do tráfego por intermédio do uso de loops indutivos. Ao final do dia, a planilha do trabalho é consolidada. A operação é repetida em dias seguintes a fim de ser estabelecida as médias finais do volume e composição do tráfego passante no local em estudo, levando-se em conta a periodicidade semanal. Esta unidade de medida de tráfego é denominada Volume Diário Médio (VDM), sendo expressa em número de veículos circulantes no trecho rodoviário por dia (nº. veículos/dia).

É possível estimar o VDM representativo do período anual de forma a obter o VDMA (Volume Diário Médio Anual). Para tal intento, torna-se necessário adotar um processo estatístico que leve em consideração à distribuição de frequências do VDM, durante o intervalo de um ano de abrangência, como também é fundamental estipular um fator corretivo com vistas a corrigir a sazonalidade do tráfego dentro deste período. O valor médio característico obtido desta distribuição de dados é denominado VDMA. O tráfego anual passante por uma rodovia (nº. de veículos/ano) é então obtido pelo produto do VDMA pelo número de dias existentes no ano.

Tendo em vista a impossibilidade de estabelecer uma metodologia mais elaborada que contemple a oferta e demanda por transportes entre as regiões geográficas do Estado, de modo a estimar o tráfego e aferir as principais rotas de deslocamento, outras alternativas são colocadas em prática. A previsão do crescimento de tráfego, em cada rodovia, é então estabelecida pela agência rodoviária através da projeção de séries históricas através de fatores multiplicativos. Esta metodologia é bastante imprecisa porque a composição veicular do tráfego não é fixa, variando anualmente, tampouco o índice de crescimento da frota veicular comporta-se da mesma forma equitativa entre os veículos. Os caminhões ou veículos de carga possuem, por exemplo, taxas de crescimento da frota inferiores aos carros de passeio.

A fundamentação técnica para adoção da metodologia que utiliza fatores globais para projeção de tráfego não é consenso entre as agências rodoviárias, pois há variabilidade entre os critérios. Cada qual utiliza índices de projeção próprios. A composição do tipo de frota circulante nesta metodologia também não segue critérios unânimes. A subdivisão da frota de

caminhões pode ser estabelecida pelo número de eixos, por exemplo, ou através da classificação por capacidade de carga (pesados, semipesados, leves, comerciais). A tipologia dos carros de passeio, por sua vez, pode levar em consideração apenas um veículo padrão como também abordar outras características como, por exemplo, o tamanho dos veículos (pequeno, médio e grande).

Muitos fatores contribuem para a discrepância entre as metodologias empregadas. O crescimento ou decréscimo do fluxo veicular nas rodovias depende de fatores econômicos, sociais, ambientais, etc. Nem todas as regiões abrangidas pela malha rodoviária, se comparadas entre si, apresentam o mesmo comportamento quanto ao volume e composição do tráfego.

De qualquer forma, a adoção de um indicador global de previsão do crescimento vegetativo da frota reflete as expectativas da agência rodoviária quanto a sua evolução, levando-se em conta principalmente o crescimento histórico veicular e a potencialidade econômica regional. O SRE tem adotado, nos últimos anos, um fator de crescimento global anual para a frota veicular do Rio Grande do Sul em torno de três por cento, independente do tipo de veículo.

Com o passar do tempo, passou-se a não ser elaborado freqüentemente do anuário estatístico de tráfego anual da malha rodoviária do Estado. Há dados, nos trechos rodoviários, descontínuos com lacunas entre anos. Não se dispõe de informação completa sobre as contagens de veículos em todos os trechos abrangidos por uma rodovia, ou seja, há lacunas entre trechos.

Para levar adiante o trabalho, em vista da deficiência encontrada nos dados sobre tráfego, foram adotados alguns procedimentos. Inicialmente, com vistas a preencher as lacunas de contagem de tráfego dos anos faltantes, optou-se por fazer um ajuste de valores pelo mecanismo da interpolação numérica. Assim, procedeu-se à pesquisa dada contagem de tráfego mais atual em cada trecho rodoviário. Em seguida, foi calculado o valor correspondente ao tráfego futuro ou passado, tendo por base o valor do tráfego com data mais atual, o período de anos e o fator de crescimento de tráfego através da equação 15 abaixo:

$$T_{trecho}(i) = Ta * (1 + f / 100)^n \quad \dots(15)$$

Em que :

Ttrecho:	Tráfego anual fut. ou passado no trecho rod. [n°.veículos/ano];
i:	Ano de referência [1, 2, 3,... r];
Ta:	Tráfego com data mais atual no trecho rodov. [n°. veículos/ano];
f:	Fator de crescimento do tráfego [%];
n:	Período [n°. anos].

Na fórmula anterior, o valor padrão que passou a ser adotado para o fator de crescimento de tráfego, em todos os cálculos foi de três por cento, obedecendo ao mesmo critério adotado pelo SRE. Uma vez estabelecido os valores do tráfego, para cada trecho rodoviário, em cada ano do estudo, passou-se a definir ao valor a ser estipulado para a rodovia como um todo. Novamente há deficiências no banco de dados visto que nem todas as rodovias possuem o valor de tráfego apurado nos seus respectivos trechos constituintes.

Para compor o tráfego médio desta rodovia foram então considerados apenas aqueles nos quais havia a existência de dados. A média estatística, para cada ano de referência da base cadastral, foi então calculada através do somatório dos valores do tráfego anual médio, em cada trecho da rodovia, dividido pelo número de trechos, nos quais havia dados acerca do tráfego, de acordo com a equação 16 abaixo:

$$Trod_m(i) = \sum_{j=1}^n Ttrecho(i) / N \quad \dots(16)$$

Em que :

Trodm:	Tráfego veicular médio anual na rodovia [n°. veículos/ano];
i:	Ano de referência [1, 2, 3,... r];
Ttrecho:	Tráfego no trecho rodoviário [n°. veículos/ano];
N:	Número de trechos com dados de tráfego [n°.trechos].

A apuração do tráfego médio anual da rodovia; entretanto, é uma simplificação do modelo, dado que a mesma possui características operacionais, físicas e geográficas muito distintas entre os trechos abrangidos por ela. Há trechos rodoviários que, ao circundar cidades, são influenciados pelo alto volume de tráfego, às vezes congestionado, dotado de características urbanas, para logo a seguir, ao percorrer zonas mais afastadas, receberem um fluxo veicular bem mais moderado com características rurais.

O parâmetro tráfego médio anual da rodovia é uma grandeza que representa o comportamento intermediário do fluxo de veículos que por ela circula em toda a sua extensão, durante certo período. Evidentemente este parâmetro mediano não consegue reproduzir com

fidelidade a situação na qual uma rodovia alterna características muito diferentes de tráfego (urbano e rural) entre os trechos em decorrência de peculiaridades ambientais.

3.1.2.5 Classe das Rodovias

Outra propriedade relacionada às rodovias que foi pesquisada no SRE foi a largura da plataforma da via (pista simples ou dupla) bem como a dimensão dos acostamentos. A quantidade de faixas a ser atribuída a uma rodovia, tanto em nível de concepção como em nível de melhoramento da rodovia existente, segundo as diretrizes de projeto geométrico, obedece a critérios relacionados diretamente ao fluxo veicular diário médio anual (VDMA).

A classe da rodovia é definida em função destes dois parâmetros técnicos, segundo a Ilustração 14 e a Ilustração 15 (DAER, 1991):

CLASSE DE PROJETO		Características Técnicas		VDMA ¹ (nº veículos/dia)
Especial	0	Via expressa de controle total de acesso		A classificação técnica depende de decisão administrativa
Primária	A	Pista dupla	Controle parcial de acesso	> 9000
	B	Pista simples		3000 – 9000
Secundária	II	Pista simples	Acesso Irrestrito	1500 – 3000
Terciária	III	Pista simples		300 – 1500
Quaternária	IV	Pista simples		< 300

Fonte DAER (1994)

¹ Representa o volume médio diário previsto para o 10º ano após a abertura do tráfego

Ilustração 14 – Classe de projetos para rodovias estaduais

Os critérios para a classificação das rodovias estaduais vicinais estão descritos na Ilustração 15 a seguir.

CLASSE DE PROJETO	Critério de Classificação	
	VDMA ¹ (nº veículos/dia)	Largura da Pista
A	> 200	7,00
B	> 200	6,00
C	100 - 200	6,00
D	50 - 100	6,00

Fonte DAER (1994)

¹ Representa o volume médio diário previsto para o 10º ano após a abertura do tráfego

Ilustração 15 – Classe de projetos para rodovias vicinais

Todavia, a norma de projeto geométrico para rodovias (DAER, 1991) sofreu reformulações técnicas através da edição do documento “normas e instruções de serviços complementares - aditivo nº1” (DAER, 1994) no qual foram adotados outros critérios complementares para categorizar a rodovia estadual. O novo enfoque normativo visou o conceito não apenas do fluxo como também a capacidade de tráfego da via, sendo utilizado, para este fim, a mensuração do nível de serviço desejável para a operação veicular. Por este critério, a liberdade do condutor para a escolha da velocidade do veículo, ao adentrar a corrente de tráfego, é afetada pela presença dos demais veículos circulantes, havendo repercussões quanto à segurança e sensação de conforto dos usuários. A escala adotada varia entre o fluxo livre até o fluxo congestionado, sendo influenciada também pela topografia do terreno onde está localizada a rodovia (terreno plano, ondulado ou montanhoso).

Outra questão inerente à capacidade operacional da rodovia é o mecanismo de controle de acesso dos veículos advindos de outros caminhos que a ela tencionam adentrá-la. Aquelas em que há controle total dos acessos pela utilização de intersecções em níveis diferentes configuram rodovias expressas ou classe especial. As rodovias com controle parcial de acesso ou com acesso limitado são aquelas em que é possível a implantação de acessos secundários ao corpo principal da estrada, via intersecção em nível, desde que sejam atendidas as regras rígidas de engenharia de segurança viária. As rodovias classificadas de dois a quatro e três são casos deste enquadramento. Quando há maior flexibilização das regras de acessibilidade ao corpo da rodovia principal, por exemplo, o entroncamento simples entre uma rodovia classe quatro (vicinal) e uma estrada de terra rural ocorre uma situação em que são permitidas entradas e saídas de veículos sem maiores restrições desde que atendidas as condições mínimas de segurança na via. O baixo controle da acessibilidade veicular se dá, neste caso, em função também do baixo fluxo veicular circulante. Este grupo de rodovias está identificado no SRE como pertencentes às classes dois e três.

Uma rodovia deve satisfazer primariamente ao usuário que nela trafega quanto ao atendimento da necessidade de locomoção de forma segura, rápida e econômica. Em nível de malha, uma rodovia atende ao objetivo de dar mobilidade (rapidez nos deslocamentos) e/ou dar acessibilidade (permitir ligação entre as comunidades abrangidas). Quanto mais alta a classe da rodovia, mais ela atende aos quesitos da função mobilidade. O inverso também é válido, pois as rodovias categorizadas na classe quatro (vicinais) como também as rodovias municipais procuram servir de elo de ligação entre os vários locais por elas circundados.

Em vista do exposto, o documento denominado “Normas e instruções de serviços complementares - aditivo nº1” (DAER, 1994) propôs a adoção de múltiplos critérios com

vistas a categorizar as rodovias e definir o número de faixas. Não somente o fluxo veicular tornou-se um importante parâmetro para análise, mas também a mensuração da real capacidade da via através do conceito dos níveis de serviço operacional. Em algumas classes de rodovias, os limites do número de faixas de tráfego se tornaram flexíveis, havendo inclusive superposição de valores.

Na questão prática do cadastro rodoviário há trechos duplicados que não estão inscritos em tal condição por toda a extensão da rodovia, sendo intercalados com trechos simples. O critério estabelecido no trabalho almejou identificar as rodovias que possuíssem pelo menos um trecho duplicado, caracterizando-as então como tipo pista dupla, independente de não possuírem este atributo em toda a sua amplitude. Em caso contrário, passaram a receber a denominação de rodovias tipo pista simples.

Outra dificuldade encontrada no cadastro é a obtenção dos dados quanto à situação atual do enquadramento da rodovia no que se refere à classe. Quando é concebido o projeto, há todo um processo de justificativas técnicas e econômicas que subsidiam a construção da estrada. Neste momento também é definida a categoria técnica em que tal empreendimento será levado a efeito. Obviamente o gabarito geométrico do projeto bem como a velocidade operacional e os custos construtivos estarão afeitos a esta tomada de decisão.

Por outro lado, nem sempre a construção da rodovia segue o padrão técnico definido pelas especificações do projeto, como também, nem sempre a rodovia é executada conforme o planejado. Contribuem para esta situação as alterações de projeto promovidas no transcorrer do andamento da obra em função de causas econômicas e/ou funcionais. Como resultante deste fato podem ocorrer discrepâncias entre os parâmetros técnicos que foram definidos inicialmente como aqueles que realmente foram adotados na construção. Por exemplo, quando da concepção, alguns trechos ou segmentos rodoviários adotam parâmetros construtivos da categoria dois, sendo estes modificados, no transcurso da execução do projeto, para a categoria três em virtude de restrições orçamentárias.

Uma vez que o parâmetro tráfego desempenha importante papel na definição da classe da rodovia, algumas vezes, erros na previsão do volume de tráfego colocam o status funcional da rodovia aquém das expectativas de projeto. Na verdade ela, neste caso, pode ter sido concebida numa classe e pode estar operando noutra.

O cadastro rodoviário em virtude de deficiências administrativas, entretanto não dispõe de todas as informações conciliadas e atualizadas acerca dos parâmetros técnicos afeitos a cada rodovia. Por este motivo, não foi possível no trabalho utilizar o atributo classe da rodovia em toda a sua magnitude. Optou-se então por se utilizar os parâmetros técnicos

individuais a ela associados como extensão, tráfego e número de faixas (largura) da plataforma da via, ao invés de adotar integralmente o conceito de classe de rodovia.

3.1.3 Registros de Acidentes

No Estado do Rio Grande do Sul, cabe à corporação Brigada Militar, por intermédio do Comando Rodoviário (CRBM, 2006), assumir, em conformidade com a legislação vigente, a competência de executar, com exclusividade, o policiamento rodoviário, através do uso da autoridade delegada executiva de trânsito, tendo jurisdição sobre as rodovias estaduais. O Comando Rodoviário é vinculado estruturalmente e administrativamente à Brigada Militar, possuindo convênio estadual com o DAER. Por este mecanismo legal, a Autarquia Estadual de Transportes fornece suporte técnico como também, em alguns aspectos, contribui na tarefa de fiscalização das estradas dependendo recursos materiais e logísticos.

A organização é responsável por cumprir e fazer cumprir a legislação de trânsito, impor e arrecadar multas decorrentes de infrações de trânsito e preencher os boletins de trânsito. Para pleno desenvolvimento das atividades, possui três Batalhões Rodoviários (BRBM), localizados nas cidades de Passo Fundo, Cachoeira do Sul e Bento Gonçalves. As três unidades administrativas são subdivididas em Frações Rodoviárias (Grupos Rodoviários) distribuídos por quarenta e uma unidades operacionais ao longo das estradas estaduais. A sede do comando se localiza em Porto Alegre, dispondo também de um grupamento que faz uso de motocicletas e um pelotão especializado em operações especiais.

O atendimento ao acidente de trânsito em rodovia estadual é realizado pelo Grupamento Rodoviário que tem abrangência geográfica sobre o local do sinistro. Além das atividades policiais e fiscalizatórias, compete a Brigada Militar as ações de emergência e socorro aos acidentados além do preenchimento do boletim de ocorrência do acidente de trânsito. Os registros devem ser encaminhados, dentro dos prazos estipulados, à sede do Comando, para que possam ser consolidados e contabilizados em nível de Estado.

O boletim de ocorrência é o documento oficial que contém dados sobre a localização da rodovia onde ocorreu o acidente; data e horário do evento; jurisdição do fato; informações sobre o número, categoria e espécie dos veículos envolvidos. Há lacunas para preenchimento sobre a natureza do acidente; contabilização sobre o número de vítimas e as conseqüências do

sinistro, se este provocou mortes, lesões ou danos materiais assim como o tipo de acidente (colisão, choque, abalroamento, capotagem, atropelamento, etc.).

O boletim de ocorrência também contém informações acerca dos condutores dos veículos (faixa etária, sexo, número e categoria da carta de habilitação, etc.). Há solicitação de dados onde pode ser atestado, se o condutor estava usando cinto de segurança, apresentava embriaguez, se já tivera sido multado ou se já sofrera algum acidente anteriormente, caracterizando informações adicionais sobre o perfil do motorista. O boletim permite o registro de informações genéricas relacionadas ao acidente como, por exemplo: guardar a distância percorrida pelo veículo, desde o início da viagem até o momento da consumação do fato como também o tempo despendido para percorrer o trajeto. Estas informações, no entanto, nem sempre são preenchidas.

Há um campo denominado causas do acidente onde deve ser incluída a opinião do oficial rodoviário, sobre o principal fator contribuinte para a ocorrência do acidente. Neste campo um único (exclusivo) fator contribuinte deve ser indicado. Entre as opções de preenchimento deste campo estão: (i) em decorrência ao comportamento inadequado do condutor (ii) em decorrência de problemas do veículo; (iii) em decorrência de deficiências da via; (iv) motivada por falha do pedestre ou (v) relacionado à presença de animais na pista, entre outros.

Para os acidentes registrados até 2004, este foi o modelo de boletim de ocorrência utilizado. Após ser preenchido sob a forma de papel, o boletim era remetido à capital para ser processado. Os dados então eram digitados e compilados no banco de dados de acidentes da corporação. Devido a limitações deste boletim, a partir de 2004 passou a ser adotado *software* denominado SEAT - Sistema Estatístico para Acidentes de Trânsito (BM, 2006). Diferentemente da versão anterior, este sistema permitiu a inserção de inúmeros dados de veículos sinistrados.

Além deste aspecto prático, o *software* passou a trabalhar com tabelas correlacionadas, ao invés de uma tabela única, o que representou um grande avanço nas possibilidades de consulta dos dados registrados. Dentre as limitações do banco de dados anterior ao SEAT destacam-se a impossibilidade de registrar mais de três veículos envolvidos no mesmo prontuário de acidentes como também a estruturação lógica do sistema não permitia a obtenção de informações mais desagregadas.

Como os dados usados nessa dissertação referem-se ao período de 2001 a 2005 foi necessário estabelecer a transposição da nomenclatura utilizada na base de dados da Polícia

Rodoviária Estadual, durante o período de 2001 até o primeiro semestre de 2004, para adequá-la aquela prevista pelo SRE.

O sistema SEAT possui cinco tabelas, vinculadas entre si, conforme ilustração da Ilustração 16, que incorporam dados (propriedades) de cinco objetos (entidades) associados ao número do registro do acidente. Cabe a tabela Acidentes (tabela-mãe) a função de indexar, através de chave primária (código do acidente), as demais tabelas auxiliares (tabelas-filha). As tabelas auxiliares, por sua vez, possuem chaves de vinculação secundárias (códigos dos feridos, mortos, condutores e veículos). Por exemplo, a cada registro de acidente está associado um conjunto de dados (propriedades) inerentes a uma pessoa ferida ou morta neste evento como também cada registro de acidente pode levar a um condutor específico ou a um veículo particular arrolado no sinistro. A relação matemática de vinculação entre a tabela-mãe e as tabelas filha é de um para infinito (1: ∞)

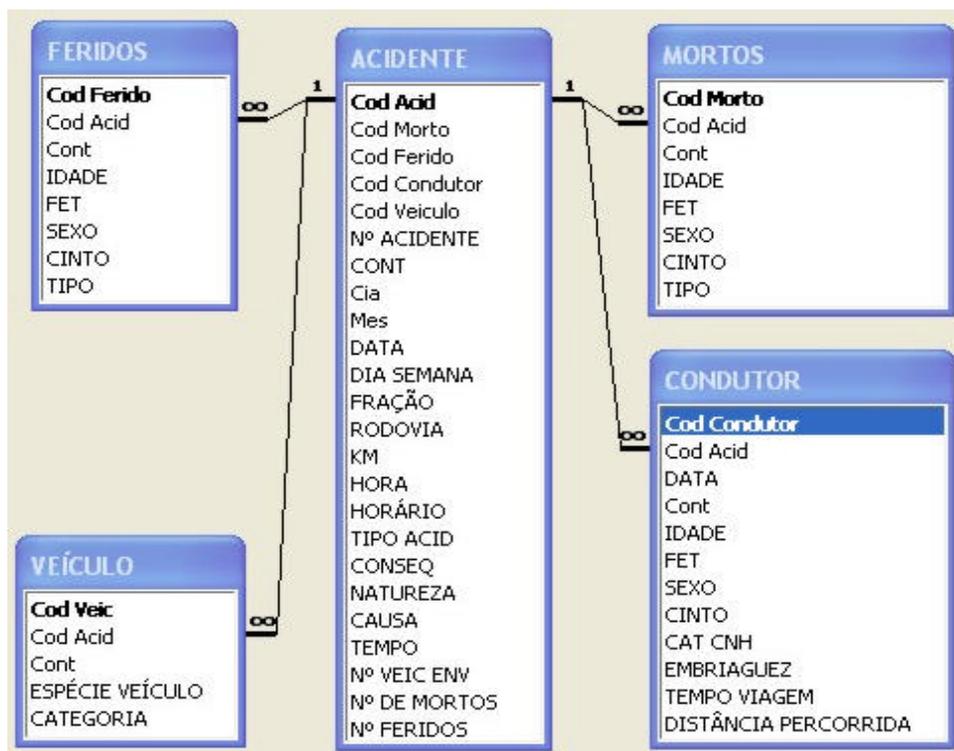


Ilustração 16 – Tabelas correlacionais do sistema estatístico de acidentes de trânsito

Fonte: CRBM (2006)

Embora o novo sistema permita uma melhor guarda e rapidez na acessibilidade dos dados, não possibilita, neste modelo de arranjo computacional, a obtenção de algumas informações cruzadas entre as tabelas. Por exemplo, não é possível identificar, de forma unívoca, a qual veículo pertence à pessoa morta e/ou ferida no acidente. Neste caso, somente

é possível obter a informação acerca da totalidade dos veículos envolvidos e a relação total das pessoas feridas e/ou mortas associadas a este sinistro.

Atualmente a implantação do novo sistema, através de rede de computadores interligados, está sendo colocada em prática em várias unidades do Comando Rodoviário lotados no interior do Estado. A nova tecnologia visa à eliminação dos formulários de papel, conseqüentemente implica na redução dos erros de digitação como também permite consultas e acessos *on-line* ao banco de dados.

A despeito do sistema de informática utilizado pela Polícia Rodoviária Estadual para registrar os acidentes já estar em conformidade com as normas do SRE, há na prática algumas incertezas quanto ao registro da exata localização do acidente com relação a este cadastro. Registrar um acidente diz respeito a referenciá-lo geograficamente na rodovia. Implica em descobrir, visualmente ou através de croqui, o marco prismático de concreto (quilômetro zero) ou algum outro marco de referência de trecho associado à estrada, transferir estas coordenadas externas à rodovia para o eixo da pista, zerar o odômetro do veículo e finalmente, a partir deste ponto, começar a acumular a distância percorrida. Porém esse procedimento pode se tornar muito difícil em decorrência das condições de localização e conservação destes prismas. No APÊNDICE A está apresentada a estatística de acidentes motociclísticos nas rodovias do Estado do Rio Grande do Sul relativo ao período entre 2001-2005.

As rodovias estaduais nem sempre possuem referências (marcos) de indicação quilométrica extrapista, razão pela qual se torna necessário sempre localizar os marcos de referência de início de trecho, a partir daí, começa o processo de mensuração da distância percorrida pela forma odométrica. Os marcos de referência, quando da implantação física, foram preparados para receber às coordenadas de posicionamento cartográfico geodésico via satélite (GPS); entretanto esta tecnologia não estava disponível, até o final de 2006, no SRE, como também não estava operante na confecção do prontuário de acidentes utilizado pela Polícia Rodoviária Estadual. Caso não for obedecida, na integralidade, os critérios técnicos preconizados no procedimento de restituição das coordenadas geográficas dos marcos de referência rodoviários para transpô-los para o eixo da pista, pode haver distorções na aferição do marco inicial da estrada.

Em decorrência das dificuldades de identificação dos marcos de referência pode haver certa imprecisão na forma de identificar o local exato da ocorrência do acidente com relação ao SRE. Para que isto aconteça, basta não ser observado a metodologia de localização do quilômetro inicial.

1.2. ADEQUAÇÃO DOS DADOS À MODELAGEM

Uma questão importante na elaboração do modelo diz respeito ao estabelecimento da quantidade de quilômetros que um motociclista padrão percorre numa rodovia estadual diariamente. Houve muita dificuldade para estimar este parâmetro em vista da insuficiência de estudos e pesquisas, tanto em nível nacional como regional que visasse atender esta demanda. Da mesma forma, houve dificuldade na estimativa da quantidade de exposição diária a ocorrência de acidentes, representada pela distância percorrida, a que os motoristas dos demais veículos da frota se submeteriam diariamente.

No Rio Grande do Sul, há poucas pesquisas sobre o tamanho e periodicidade das viagens rodoviárias, as preferências dos usuários acerca das rotas utilizadas, os principais destinos e as origens destes deslocamentos. No quesito motocicleta, esta dificuldade cresce ainda mais. O perfil do usuário da motocicleta também é diverso. Há motociclistas pertencentes a clubes e Ong's que percorrem grandes distâncias, de forma sazonal, como também há pessoas que utilizam pequenos trechos rodoviários diariamente para se locomoverem em direção ao trabalho. O Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER) atualmente não dispõe de estudos que possam dar elementos que ajudem a elucidar a questão. Apesar de existirem dados de extensões de rodovia e volume de tráfego circulante, muito pouca informação se obteve acerca da distância real percorrida pelos veículos.

3.1.4 Definição das Variáveis do Modelo

Na falta de dados mais reais e consistentes, optou-se no trabalho por definir um modelo previsional, conforme equação 17, para estimar a distância diária percorrida pelo motociclista. Para este intento, tomou-se o comprimento de cada rodovia do modelo, sendo proposto um fator que a deflacionasse ou mantivesse a extensão declarada no SRE. O critério adotado está alicerçado no fato que, para pequenas distâncias, a probabilidade é que o percurso seja percorrido na integralidade.

Por outro lado, à medida que a rodovia cresce no comprimento, esta possibilidade vai decaindo. Por definição do trabalho, estimou-se um percurso médio limite. Neste caso,

arbitrou-se em torno de cinquenta quilômetros a magnitude desta grandeza como valor presumível máximo que a motociclista estaria percorrendo no seu deslocamento diário. Na Ilustração 17 está representada a estimativa de percurso

$$percurso = bo * (extensão_rod)^a \quad \dots(17)$$

Em que :

percurso: Dist. média anual percorrida por cada veículo na rodovia [km];
 bo: Parâmetro inicial;
 extensão_rod: Extensão da rodovia [km];
 a: Coeficiente de ajuste.

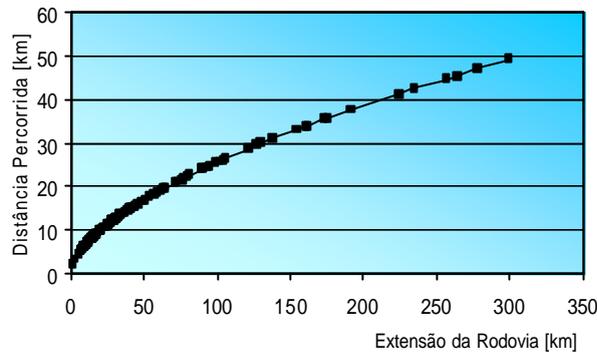


Ilustração 17 – Estimativa da distância diária percorrida pela motociclista

A partir da obtenção dos dados concernentes às variáveis tráfego e percurso veicular é possível estimar a grandeza denominada exposição ao risco de acidentes (exp_risco_rod) através equação 18 representada a seguir:

$$exp_risc_rod = Trodm * pfrota * percurso \quad \dots(18)$$

Em que :

exp_risco_rod : Medida da exp. anual ao risco de acidentes por rod. [veíc. km];
 Trodm: Tráfego veicular médio total anual na rodovia [nº. veículos/ano];
 pfrota: Fator de pond.do tráf. motocicleta com relação ao tráf. total [%];
 percurso: Dist. média anual percorrida por cada veículo na rodovia [km].

A previsão estatística do número de acidentes, além da mensuração da exposição, depende dos fatores de risco (X_j) que representam a influência de aspectos ambientais,

humanos, sócio-econômicos, veiculares, etc. na ocorrência dos acidentes. A metodologia utilizada no trabalho empregou a técnica estatística de regressão múltipla para estimar os coeficientes desses fatores de risco

A seleção dos fatores de risco (X_j) que potencializam a ocorrência de acidentes motociclísticos, foi feita com base na revisão da literatura técnica acerca do tema como também através de entrevistas individuais junto a profissionais afeitos ao setor de transportes do Estado. Uma vez definidas as variáveis independentes (X_j) que influenciam a acidentalidade motociclística (variável de resposta), foi necessário então estipular os limites (níveis de risco) aceitáveis de cada variável explicativa. A cada variável explicativa (X_{ij}) ou tipo de fator de risco (j) correspondia vários níveis de risco (i). A cada nível de risco da variável explicativa estava associado univocamente um indicador técnico.

De posse dos níveis dos indicadores, os especialistas individualmente atribuíram então os valores iniciais absolutos máximo, mínimo e demais níveis intermediários para cada fator de risco que julgava coerente. Ao final do processo, obteve-se um consenso dos especialistas quanto aos intervalos dos níveis de risco.

Como exemplo da situação apresentada, pode-se citar a variável X_5 que representa o fator de risco associado à sinuosidade da rodovia. Para essa variável explicativa foi escolhido o indicador “número de curvas por quilômetro”. Estradas com traçado retilíneo (nível inferior) possuem este parâmetro médio em torno de uma curva por quilômetro de extensão.

Por outro lado, estradas situadas em terrenos extremamente montanhosos (nível superior) configuram um indicador médio de nove curvas por quilômetro de extensão. Adicionalmente, a cada nível técnico, determinou-se o coeficiente de risco que tem a finalidade de estabelecer o grau de probabilidade de ocorrer o acidente. Os limites utilizados de cada parâmetro na modelagem foram estabelecidos respeitando a opinião dos especialistas técnicos do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER).

Para cada nível do indicador foi atribuído, pelos especialistas, um fator de risco. Uma vez definidos os critérios e os níveis dos indicadores envolvidos no modelo, passou-se ao processo de entrevistas técnicas propriamente ditas. Segue a descrição das variáveis explicativas utilizadas no modelo com os respectivos níveis, de acordo com a Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3. Os coeficientes adotados para os fatores de risco foram aqueles valores inicialmente atribuídos pelos especialistas. O nível do indicador médio de cada variável explicativa está ressaltado em forma de quadrícula.

Tabela 1 – Descrição dos níveis das variáveis X_1 , X_2 e X_3

Variável	X_1		X_2		X_3	
	Ind./ FR	FR	Cam.	FR	Pavim.	FR
Nível / un	Larg. M	coef.	% cam.	coef.	IRI	coef.
1	19	0,45	0,06	0,92	2,5	0,77
2	11	1	0,15	0,97	4	1
3	10	1,18	0,2	1	5	1,15
4	9	1,43	0,28	1,04		
5	8	1,83	0,33	1,07		
6	7	2,54				
7						
8						
9						

Legenda

Xi Variável explicativa do modelo
 Ind./ FR Tipo de indicador técnico/ fator de risco
 Nível Nível do indicador técnico
 un Unidade física do indicador técnico/fator de risco

Tabela 2 – Descrição dos níveis das variáveis X_4 , X_5 e X_6

Variável	X_4		X_5		X_6	
	Ind./ FR	FR	Sinuos.	FR	Rampa	FR
Nível / un	Traf.Tot. nº veíc./dia	coef.	nº cv./km	coef.	Incl. %	coef.
1	350	0,39	1	0,87	0,5	1
2	750	0,5	2	0,93	1,5	1
3	2.500	1	3	1	2,5	1
4	7.500	2,43	4	1,07	3,5	1
5	12.000	3,71	5	1,13		
6			6	1,2		
7			7	1,27		
8			8	1,33		
9			9	1,4		

Legenda

Xi Variável explicativa do modelo
 Ind./ FR Tipo de indicador técnico/ fator de risco
 Nível Nível do indicador técnico
 un Unidade física do indicador técnico/fator de risco

Tabela 3 – Descrição dos níveis das variáveis X_7 , X_8 e X_9

Variável	X_6		X_2		X_3	
	Ind./ FR	FR	Urbaniz.	FR	C.Eletr.Veloc.	FR
Nível / un	Inters. Int./km	coef.	nº cs./km	coef.	nº contr./rod.	coef.
1	0,2	0,84	4	0,89	5	0,73
2	1	1	7	1	1	1
3	2	1,2	15	1,29	0	1,1
4						
5						
6						
7						
8						
9						

Legenda

Xi Variável explicativa do modelo
 Ind./ FR Tipo de indicador técnico/ fator de risco
 Nível Nível do indicador técnico
 un Unidade física do indicador técnico/fator de Risco

O processo de entrevistas técnicas individuais consistiu em apresentar a cada um dos especialistas consultados uma relação das rodovias pertencentes à malha rodoviária em estudo conjuntamente com os critérios atinentes a cada variável explicativa. Rodovia a rodovia, a cada variável explicativa, os especialistas foram emitindo a suas opiniões, indicando o nível do indicador que melhor caracterizava tecnicamente aquele trecho rodoviário. Assim foi feito, sucessivamente, a cada rodovia da base de dados do modelo. Sendo assim, os especialistas individualmente atribuíram um nível, ou seja, um fator de risco que, no seu parecer, representaria a condição funcional da rodovia no que diz respeito ao parâmetro estudado.

No caso da variável X_5 , por exemplo, ao observar o mapa rodoviário ao mesmo tempo em que consultava o SRE, o entrevistado analisava o traçado da rodovia em julgamento. Após, de acordo com suas convicções, emitia seu parecer individual, sem tomar conhecimento da opinião dos demais, acerca do indicador de sinuosidade representado pelo número de curvas médio por quilômetro de estrada que melhor representaria a situação do trecho rodoviário em questão. Para cada nível do indicador técnico atribuído, já estava correlacionado um fator de risco previamente definido. Ressalta-se que, antes de proceder ao julgamento dos quesitos técnicos em cada rodovia, já estavam esclarecidos e acordados, por consenso entre os entrevistados, os limites de variação dos indicadores técnicos como também já haviam sido informados os respectivos níveis de arbitramento. Todos os três entrevistados, portanto utilizaram o mesmo critério e a mesma base de julgamento. Finalmente, as notas técnicas de cada quesito foram levadas a termo, em cada rodovia, com vistas a serem tabuladas conjuntamente na forma de uma média simples. A equação 19 estabelece o modelo genérico previsional de acidentes utilizado:

$$n.^{\circ} \text{ acid } _{prev} = \left(\frac{\text{ExpRisco}_{Rod}}{\text{Pr}_{mediaRod}} \right) X_G + e \quad \dots(19)$$

Em que :

$$X_G = X_1 * X_2 * X_3 \dots X_j$$

X_G :	Fator de Risco Geral;
X :	Fator de Risco;
j :	Modalidade do Fator de Risco [1,2,3...j];
$n^{\circ} \text{ acid}_{prev}$:	Número de acidentes anuais por rodovia [$n^{\circ} \text{ acid}$];
ExpRisco_{Rod} :	Exp.ao risco de acidentes na rodovia individualmente [veíc.km];
$\text{Pr}_{mediaRod}$:	Prob. média de acidentes no conjunto das rod.[veíc.km/ $n^{\circ} \text{ acid}$];
e :	Erro probabilístico da previsão.

Tendo por referência a equação 19, passou-se então ao processo de modelagem. A variável de resposta (n° acid_prev) foi o número de acidentes motociclísticos previstos em cada rodovia. As variáveis independentes utilizadas para tentar explicar o modelo com os respectivos indicadores técnicos no primeiro momento foram: (X_1) largura da plataforma da via [m], (X_2) tráfego de veículos pesados [% frota de caminhões], (X_3) condição do pavimento [IRI], (X_4) tráfego total de veículos [n° veículos/dia], (X_5) sinuosidade média do traçado [n° curvas/km] e (X_6) rampa média [% inclinação da via]. Nesta primeira aproximação do modelo, conforme Tabela 4 e Tabela 5 estão elencados os primeiros fatores de risco (X_j) utilizados bem como a descrição dos níveis arbitrados para os indicadores técnicos.

Tabela 4 – Descrição dos indicadores técnicos das variáveis X_1 , X_2 e X_3

Largura da Plataforma da via (X_1)		Tráfego de Caminhões (X_2)		Pavimento (X_3)	
(m)	Tipo	Volume (%)	Particip. Caminhões	IRI	Condição
19,00	Dupla / Simples	6	Muito Baixa	2,50	Boa
11,00	Simples Larga	15	Baixa	4,00	Regular
10,00	Simples Média	20	Média	5,00	Ruim
9,00	Simples Curta	28	Alta		
8,00	Reduzida	33	Muito Alta		
7,00	Reduz. s/acostamento				

Tabela 5 – Descrição dos indicadores técnicos das variáveis X_4 , X_5 e X_6

Tráfego de Veículos (X_4)		Sinuosidade Média da Rodovia (X_5)		Rampa Média da Rodovia (X_6)	
n° . veic. /dia	Volume	n° . curvas/km	Sinuosidade	Inclinação %	Rampa
350	Muito Fraco	1,00	Retilínea	0,50	Plano
750	Fraco	2,00	Suave	1,50	Ondulado
2.500	Intermediário	3,00	Mediana	2,50	Elevada
7.500	Intenso	4,00	Sinuosa	3,50	Montanhosa
12.000	Muito Intenso	5,00	Muito Sinuosa		
		6,00	Fortemente Sinuosa		
		7,00	Tortuosa		
		8,00	Muito Tortuosa		

Em seguida, através do processo de refinamento do modelo, objetivado demonstrar a influência do ambiente externo na rodovia, de acordo com a Tabela 6, foram incluídas as variáveis com caráter sócio-econômico associadas aos respectivos indicadores técnicos: (X_7) quantidade de intersecções na rodovia [n° intersecções/km]; esta variável, mesmo sendo dotada de características eminentemente técnicas, guarda certos atributos que refletem a intensidade na qual a rodovia está sendo acessada ou demandada pela população marginal que dela faz uso; (X_8) urbanização do entorno [n° casas/km], representando o grau de concentração de edificações à margem da estrada. Finalmente foi incluído no estudo a variável denominada (X_9) controlador eletrônico de velocidade [n° controladores na via] que,

por sua vez, pode ser desmembrado em controlador discreto (pardal) e controlador ostensivo (lombada eletrônica).

Esta nova variável independente ao ser agregada ao modelo procurava identificar a correlação entre o uso de equipamentos fixos de fiscalização de velocidade veicular e a quantidade de acidentes rodoviários motociclísticos. Os novos indicadores técnicos referentes à inserção de mais três variáveis de controle utilizados no refinamento do modelo foram os seguintes:

Tabela 6 – Descrição dos indicadores técnicos das variáveis X_7 , X_8 e X_9

Intersecções na Rodovia (X_7)		Urbanização do Entorno da Rodovia (X_8)		Contr. Eletrôn. Velocidade (X_9)	
Inters./km	Quant. Intersecções	nº casas/km	Tipo Urbaniz.	nº contr.	Tipo Contr.
0,20	Boa	<4	Baixa	5	Intenso
1	Tolerável	7	Regular	1	Moderado
2,00	Saturado	>15	Intensa	0	Baixo

A adição desta última variável introduzida (X_9) não pode ser entendida e generalizada como se representasse a ação policial fiscalizatória que é exercida cotidianamente pelo agente público. O fato de possuir, ou não, os dispositivos fixos de controle da velocidade não significa que a rodovia não esteja suficientemente atendida nos quesitos legais pela autoridade policial. Até porque estas ações dependem de estratégias normativas e das diretrizes de atuação do Comando Central da Polícia Rodoviária Estadual, entretanto aspectos desta ordem não foram objetos do estudo.

A Tabela 7 * reproduz os níveis dos indicadores técnicos obtidos nas entrevistas com os especialistas e nas consultas ao SRE para a malha rodoviária em estudo. As três pessoas que emitiram opinião e atribuíram os coeficientes de risco das variáveis explicativas propostas na metodologia do trabalho são profissionais experientes na engenharia rodoviária, desempenhando suas funções como engenheiros no Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER).

Tabela 7 – Valores dos indicadores técnicos por rodovia

Ord. nº	Código SRE	Larg. m	Caminhão %	Pavim. IRI	Traf.Total nº veíc./dia	Sinuos. nº curv./km	Rampa Inclín.%	Inters. nº int./km	Urbanização nº casas/km	Contr. Vel. nº contr
1	ERS020 ^P	9,00	25	2,50	5.642	4,00	1,50	1,00	7,00	2,00
2	ERS030 ^P	10,00	25	4,00	7.845	4,00	0,50	1,00	7,00	10,00
3	ERS040 ^P	15,00	25	2,50	13.643	1,00	0,50	1,00	7,00	4,00
4	ERS115 ^P	10,00	14	4,00	5.845	3,00	2,50	1,00	7,00	8,00
5	ERS118	11,00	20	5,00	12.372	1,00	0,50	2,00	15,00	8,00
6	ERS122 ^P	15,00	43	2,50	10.578	2,00	1,50	1,00	7,00	5,00
7	ERS124	11,00	27	2,50	3.544	2,00	0,50	1,00	7,00	2,00
8	ERS128 ^P	9,00	20	4,00	2.322	3,00	0,50	0,20	7,00	0,00
9	ERS129 ^P	11,00	30	2,50	3.153	3,00	1,50	1,00	7,00	3,00
10	ERS130 ^P	9,00	25	4,00	5.250	2,00	1,50	1,00	7,00	0,00

*Dados completos no APÊNDICE B

Os níveis numéricos dos indicadores técnicos pertinentes à Tabela 7, foram transpostos em forma descritiva na Tabela 8*. Esses níveis descritivos estão de acordo com critérios apresentados conforme Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 8 – Descrição dos indicadores técnicos por rodovia

Ord. n°	Código SRE	Larg M	Caminh. %	Pav. IRI	Traf. Total Nº veíc./dia	Sinuos. nº cv./km	Rampa Incl.%	Inters. nºint./km	Urban. nºcs./km	C.Vel. nº cont.r
1	ERS020 ^P	S.Curta.	Alta	Boa	Intenso	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Mod
2	ERS030 ^P	S.Média	Alta	Reg.	M.Int.	Sinuosa	Plano	Tol.	Reg.	Int.
3	ERS040 ^P	S.Larga	Alta	Boa	M.Int.	Retilínea	Plano	Tol.	Reg.	Mod.
4	ERS115 ^P	S.Média	Baixa	Reg.	Intenso	Mediana	Elevada	Tol.	Reg.	Int.
5	ERS118	S.Larga	Média	Ruim	M.Int.	Retilínea	Plano	Sat.	Int.	Int.
6	ERS122 ^P	S.Larga	M. Alta	Boa	M.Int.	Suave	Ond.	Tol.	Reg.	Int.
7	ERS124	S.Larga	Alta	Boa	Intenso	Suave	Plano	Tol.	Reg.	Mod
8	ERS128 ^P	S.Curta.	Alta	Reg.	Interm.	Mediana	Plano	Boa	Reg.	Baixo
9	ERS129 ^P	S.Larga	M. Alta	Boa	Intenso	Mediana	Ond.	Tol.	Reg.	Mod
10	ERS130 ^P	S.Curta.	Alta	Reg.	Intenso	Suave	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo

*Dados completos no APÊNDICE C

De acordo com a Tabela 9, a cada nível do indicador técnico das variáveis explicativas correspondeu à valoração de um fator de risco absoluto atribuído inicialmente pelos especialistas técnicos. O nível médio de cada indicador está ressaltado através da quadrícula em negrito. As faixas de abrangência (limites superior, inferior e médio) dos indicadores técnicos e fatores de risco obedeceram a uma escala (nem sempre linear) de valores oriundos do referencial experimental e teórico dos especialistas entrevistados.

Tabela 9 – Fatores de risco absolutos inicialmente atribuídos pelos especialistas

Níveis n°	Larg. X ₁	Caminhão X ₂	Pavim. X ₃	Traf.Total X ₄	Sinuos. X ₅	Rampa X ₆	Inters. X ₇	Urbaniz. X ₈	Contr. Veloc. X ₉
1	1,00	1,00	1,60	2,00	1,50	1,00	1,00	2,50	0,75
2	1,80	1,30	4,00	3,00	3,00	1,50	1,50	5,00	1,00
3	2,20	2,00	7,00	5,00	4,00	1,90	3,00	11,50	1,25
4	2,70	3,40		8,00	5,00	2,30			
5	3,30	5,00		11,00	7,00				
6	4,30				8,00				
7					10,00				
8					12,00				
9					14,00				

Na Tabela 10, os valores absolutos atribuídos aos fatores de risco, respectivos a cada variável explicativa, são provenientes da Tabela 9, foram então relativizados com referência ao nível do indicador médio de acordo com a equação 20. Por este processo numérico, o nível do indicador médio recebe o valor um.

Os demais valores correspondentes aos outros níveis são então majorados ou minorados, tendo por base o valor do nível médio (neutro) arbitrado. Almeja-se com isto atribuir um risco relativo entre todos os níveis de cada variável estudada. A este procedimento dá-se o nome de normalização ou pivotamento

$$X_{ij_relativo} = \frac{X_{ij}}{X_{ij\text{médio}}} \quad \dots(20)$$

Em que:

$X_{ij_relativo}$: Fator de risco relativizado
 X_{ij} : Fator de risco bruto
 $X_{ij\text{ médio}}$: Fator de risco bruto médio (pivot)
 j : Tipo de fator de risco (1,2,3...k)
 i : Nível do fator de risco (1,2,3...n)

Tabela 10 – Fatores de risco normalizados inicialmente atribuídos pelos especialistas

Níveis nº	Larg. X1	Caminhão X2	Pavim. X3	Traf.Total X4	Sinuos. X5	Rampa X6	Inters. X7	Urbaniz. X8	Contr. Veloc. X9
1	0,56	0,50	0,40	0,40	0,38	0,67	0,67	0,50	0,75
2	1,00	0,65	1,00	0,60	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00
3	1,22	1,00	1,75	1,00	1,00	1,27	2,00	2,30	1,25
4	1,50	1,70		1,60	1,25	1,53			
5	1,83	2,50		2,20	1,75				
6	2,39				2,00				
7					2,50				
8					3,00				
9					3,50				

3.1.5 Consolidação das Variáveis do Modelo

No processo de coleta e organização dos dados pertinentes aos indicadores técnicos, nem todos os elementos foram obtidos e processados da mesma forma. No que diz respeito à obtenção dos dados pertencentes a variável (X_2) volume de tráfego de caminhões e (X_4) volume de tráfego total, foi possível obtê-los através de uma consulta direta ao SRE. A coleta de dados concernente à variável (X_1) largura da plataforma da via foi estabelecida através do sistema SRE, entretanto se tornaram necessárias à complementação e validação dos dados através de consulta aos especialistas do DAER visto que os registros estavam muito

incompletos. As informações relativas ao status técnico e legal da rodovia como, por exemplo: tipo de pavimento, classe da rodovia, número de faixas (simples ou duplicada), em obras ou concluída, etc., foram obtidas a contento da necessidade no sistema SRE, entretanto alguns parâmetros técnicos de projeto que são fundamentais a realização do trabalho, não estavam disponíveis nesta base de dados uma vez que ainda não está estruturada para recebê-los.

Mesmo que a classe da rodovia forneça muitos indicadores da forma como ela foi planejada e construída, na prática ocorrem muitas modificações em relação ao que foi inicialmente proposto no projeto. Há problemas na questão do *as built* em vista da assimetria de informações. Parece ser o caso da variável (X_1) largura da plataforma da via onde há muita variabilidade de dimensões tanto da faixa como do acostamento. Situação similar ocorre com as variáveis (X_5) sinuosidade e (X_6) rampa da rodovia (aclives e declives). Cabe ressaltar que os indicadores técnicos adotados para caracterizar estas três últimas variáveis são parâmetros médios obtidos por intermédio da entrevista com os especialistas.

A variável (X_3) condição ou estado do pavimento representa um conjunto de parâmetros que demonstram a funcionalidade da camada que serve de rolamento aos veículos. Muitos aspectos atinentes à segurança viária e conforto dos usuários que utilizam a rodovia para se locomoverem dependem da funcionalidade da rodovia e o desempenho da pista de rodagem. A *performance* do pavimento é função das especificações técnica de projeto, do nível de tráfego atuante (carga), da geologia do terreno, da drenagem, do nível da construção, da política de conservação e manutenção da rodovia, etc. Todos estes fatores trabalhando em conjunto produzem efeitos na estrutura e funcionalidade do pavimento.

Muitas metodologias são empregadas no meio rodoviário com vistas a definir o nível de serventia do pavimento; entretanto não há um consenso no meio rodoviário para a escolha da melhor alternativa avaliatória. Geralmente, os métodos propõem alguns indicadores de qualidade do pavimento associado a um parâmetro funcional ou estrutural do mesmo, por exemplo: IRI (*Index Roughness Indicator*) ou índice de rugosidade da camada de rolamento que mede a deformação longitudinal do pavimento. Há também outros indicadores de qualidade passíveis de serem utilizados como: número de panelas (buracos) por quilômetro, deflexão transversal da rodovia, profundidade da trilha de roda, aderência do pavimento (coeficiente de atrito), trincamento da plataforma da via, etc. O indicador utilizado pelo trabalho para representar os níveis de qualidade do pavimento foi o IRI. Mesmo a despeito da volatilidade dos dados referentes à condição funcional do pavimento que se caracteriza por ser

revestida de mudanças significativas a cada ano passante, foi possível adquirir indicadores técnicos compatíveis com a periodicidade requerida pelo trabalho.

Outra questão importante foi quanto à mensuração do impacto do volume de motocicletas, em cada rodovia, na composição da variável (X_4) tráfego total. Após análise dos anuários de tráfego dos Pólos Rodoviários, optou-se em adotar inicialmente o valor de dois por cento, em todas as rodovias, como o parâmetro inicial mínimo a ser adotado para representar a proporção de veículos de duas rodas no universo do fluxo total veicular. Com o propósito de refinar este valor para adequá-lo a realidade, estabeleceu-se consultas a especialistas do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER) da área de tráfego, bem como, aos engenheiros responsáveis pelo gerenciamento dos distritos operacionais, tendo o encargo de proceder ao serviço de manutenção, restauração e operação de rodovias. Assim, de acordo com a avaliação técnica, rodovia a rodovia, este parâmetro foi mantido ou alterado. Na Tabela 13 está descrito, por rodovia, o fator de proporcionalidade do tráfego motociclístico com relação ao tráfego total.

Outro fator de impedância ao fluxo veicular é a (X_7) quantidade de intersecções presentes no trecho rodoviário. Este indicador de qualidade da função acessibilidade da via reproduz o grau da evolução econômica e populacional decorrente da urbanização da via através de empreendimentos imobiliários. Quando da concepção da estrada, os estudos de traçado normatizam o tipo e a quantidade de intersecções que farão parte do projeto em atendimento à classe da rodovia.

Ocorre, entretanto que ao passar dos anos, devido a alterações do uso do solo, mais intersecções vão sendo criadas, com vistas a permitir o acesso das populações limítrofes à estrada. Por este fato, vai sendo reduzido o intervalo entre elas, tendo por decorrência a diminuição da velocidade do fluxo veicular e a capacidade a via. Um maior número de intersecções provoca maior número de transposição de veículos em direções perpendiculares à via, conseqüentemente há maior exposição à ocorrência de acidentes.

Para o estabelecimento de indicadores sócio-econômicos e urbanísticos (X_8) que tivessem impacto na rede viária estadual, procurou-se referenciá-los em critérios intrínsecos aqueles utilizados no projeto de rodovias. O espaçamento físico entre as habitações que margeiam a rodovia denota a ela características urbanas, rurais ou mistas. A aglomeração populacional possui implicações no deslocamento das pessoas, aumenta a demanda de transporte; entretanto, se não houver adequação da infra-estrutura disponível, restringe a função mobilidade da via, alterando o fluxo veicular como também traz decorrência na capacidade operacional da estrada. Alguns aspectos contribuem para as concentrações de

habitações no entorno da via, um deles, o próprio crescimento econômico, induzido da existência via uma vez que se constitui num importante meio de ligação e comunicação, servindo para transporte de pessoas e mercadorias.

Os elementos técnicos necessários à definição da variável (X_9) controladores eletrônicos de velocidade foram obtidos da consulta dos informes disponíveis no setor de operações e tráfego do DAER. Neste documento, está presente a descrição completa do tipo, localização, quantidade e descrição dos equipamentos presentes nas rodovias estaduais. Para fins do trabalho, agregou-se o somatório dos dispositivos existentes em cada estrada não importando a tipologia (pardal ou lombada eletrônica).

Em resumo, o processo de coleta e organização de dados relativos aos indicadores técnicos foi estabelecido como segue. As variáveis que foram coletadas por intermédio da entrevista técnica aos especialistas foram: (X_1) largura da plataforma da via, (X_5) sinuosidade, (X_6) rampa, (X_7) urbanização e (X_8) e número de intersecções na rodovia. As demais variáveis (X_2) proporção de caminhões no tráfego total, (X_3) condição do pavimento, (X_4) tráfego total e (X_9) controladores eletrônicos de velocidade foram obtidas através de consulta ao SRE e outros setores técnicos do DAER, conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Fonte de dados para obtenção dos indicadores técnicos e fatores de risco

Fator Risco	Larg.	Caminhão	Pav.	Traf.Total	Sinuos.	Rampa	Inters.	Urbaniz.	C. Veloc.
Variável	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
Indicador	m	% do Traf.	IRI	nº veíc.dia	nº cv/km	Inc.%	Nº int./km	nº cs./km	Nº contr/rod.
Fonte Dados	Esp.	SRE	SRE	SRE	Esp.	Esp.	Esp.	Esp.	SRE

Legenda

ser Sistema Rodoviário Estadual
Esp. Entrevista técnica com os especialistas

3.2 MODELO PREVISIONAL

3.2.1 Introdução

Muitos estudos acerca de modelos previsionais que foram revisados na literatura técnica tratam a questão a partir do ajustamento dos dados de acidentes observados com relação às distribuições teóricas de probabilidade. No entanto, o ato de ajustamento dos dados não se reveste de tarefa muito simples. Há muitas possibilidades de adoção dentre os modelos

de distribuição de probabilidade pré-definidos. Os parâmetros técnicos do fenômeno estudado, por outro lado, nem sempre possuem aderência matemática satisfatória ao modelo escolhido.

Torna-se necessário para o sucesso da tarefa, na verdade, certo conhecimento prévio do comportamento das variáveis estudadas frente ao modelo que serve de termo de comparação, o que, às vezes não é conhecido. Em vista destas dificuldades, optou-se, no trabalho, por não adotar esta metodologia, estabelecendo-se então um modelo em que os parâmetros fossem livremente arbitrados. A seguir, conforme procedimentos matemáticos iterativos, estes parâmetros seriam modificados, mediante a verificação um indicador de ajustamento estatístico (R^2), com o objetivo de explicar às variáveis envolvidas na modelagem. O método de trabalho está dissertado a seguir.

De acordo com os princípios estocásticos, a previsão do número de acidentes é uma variável com certo grau de incerteza que depende do nível de exposição (β_1) ao qual um veículo se submete ao percorrer determinada extensão da rodovia, está associado á probabilidade média da ocorrência de acidentes neste ambiente (β_0) como também depende dos fatores de risco (X_j) inerentes ao meio viário. A concepção do modelo de acidentes deve levar em consideração então o tipo de relacionamento entre as variáveis incógnitas (X_j) e os demais parâmetros (β_1) e (β_0) que compõem a equação preditiva.

A variável de resposta (y), representando a quantidade de acidentes, é diretamente proporcional ao parâmetro nível de exposição (β_1) e inversamente proporcional ao parâmetro probabilidade de acidentes. .A revisão teórica, por sua vez, evidencia que os fatores de risco de acidentes são eventos probabilísticos independentes entre si que se superpõem, ou seja, são fatores que devem ter propriedades multiplicativas. Por conseguinte, a função genérica estatística que melhor se adequa a proposição descrita anteriormente está apresentada através da equação 21 Na proposição do modelo, o parâmetro (β_1) representa uma grandeza não linear que depende do nível de exposição veicular associada a uma determinada rodovia. O parâmetro (β_0), por sua vez, revela uma grandeza não linear que depende da estimativa da probabilidade de acidentes entre todas as rodovias representativas da população amostrada. Há nitidamente um efeito interativo (multiplicativo) entre as variáveis (X_j) que se constituem as incógnitas da equação previsional.

$$y = \left(\beta_1 * \frac{1}{\beta_0} * x_1 * x_2 * x_3 \dots x_k \right) + e \quad \dots(21)$$

Em que

y:	Variável de resposta;
β :	Tipo de parâmetro não linear;
K:	Índice referencial dos parâmetros e das variáveis;
X:	Variáveis regressoras;
e:	Erro do modelo.

As propriedades estatísticas do modelo genérico não linear representado pela equação 21 estão descritas a seguir:

- Relacionamento entre a variável de resposta (y) e as demais variáveis regressoras (X_k) é não linear;
- Erro (ϵ) possui média em torno de zero;
- Erro (ϵ) possui variância não constante;
- Erro (ϵ) não é correlacionado;
- Distribuição do erro (ϵ) segue o padrão normal.

A equação que representa o modelo previsional de acidentes motociclísticos proposto neste trabalho é dada pela equação 22 que é originária do modelo genérico proposto pela equação 21. A partir dela é estabelecida uma ferramenta que se utiliza de procedimentos estatísticos intrínsecos à regressão não linear para estimar os parâmetros e demais variáveis do modelo. Os fatores de risco X_j são as incógnitas do modelo. O fator de risco geral (X_G) é, na verdade, uma composição de todos os fatores de risco. Representa; portanto, o efeito interativo de todos os fatores atuando reciprocamente entre si no modelo. O parâmetro β_0 espelha a probabilidade média de ocorrência de acidentes dentre todas as rodovias da malha rodoviária. . O parâmetro β_1 é uma grandeza que mede o nível de exposição a acidentes numa rodovia específica do universo amostral. O erro (ϵ) é decorrente da incerteza da equação preditiva, estando associado a efeitos aleatórios como também ao desconhecimento de outros fatores que possam ter influência sobre o modelo.

$$y = \left(\frac{b_1}{b_0} \right) X_G + \mathbf{e} \quad \dots(22)$$

Em que :

$$X_G = X_1 * X_2 * X_3 \dots X_j$$

X_G :	Fator de Risco Geral;
X :	Fator de Risco;
j :	Modalidade do fator de risco [1,2,3...j];
y :	Previsão do número de acidentes [nº acid];
β_0 :	Parâmetro que representa a probabilidade média de acidentes no conjunto das rodovias [veíc.km/nºacid];
β_1 :	Parâmetro físico que mensura a exposição anual a acid. quando um veículo padrão percorre certa extensão de rodovia [veíc. km];
e :	Erro probabilístico da previsão.

O plano de trabalho se utiliza de procedimento estatístico iterativo simples, atinente a ao método da regressão não linear, no qual são obtidos e ajustados os vários parâmetros e variáveis envolvidas. O modelo parte de um conjunto de inicial de dados que vai sendo modificado, através de procedimentos matemáticos, sempre verificando o fator de correlação do modelo (R^2) com vistas a mensurar o efetivo alcance da predição. A seguir estão descritas sucintamente as etapas da modelagem para uma iteração do processo.

Etapa A: O primeiro parâmetro a ser definido, de acordo com a equação 24 é a probabilidade média de ocorrência de acidentes ($Pr_mediaRod$) para o universo estudado, ou seja, o conjunto total de veículos e rodovias. No entanto, este parâmetro é desconhecido, sendo, portanto necessário estimá-lo *a priori*. Na primeira rodada do processo iterativo, o valor inicial da probabilidade média do conjunto de dados ($Pr_mediaRod$) serve de referência para que todos os acidentes previstos ($n^\circ acid_prev$), em cada rodovia, sejam calculados, conforme a equação 24. Para que o intento seja alcançado é imprescindível também definir os fatores de risco (X_j) afeitos a cada rodovia do universo estudado que na verdade são as incógnitas do problema visto que a o nível de exposição ($ExpRisco_Rod$) é conhecido.

Etapa B: Estimam-se então os coeficientes de risco de cada rodovia (X_j) pertencentes à equação 25. A diferença ($Erro_rel$) encontrada entre o número de acidentes previstos frente aqueles observados mede a qualidade da estimação dos fatores de risco (X_j), conforme equação 26. Este procedimento é aplicado para todas as rodovias do universo estudado.

Etapa C: Calculam-se os níveis de exposição individual a acidentes (*ExpRisco_Rod*) associado a cada rodovia, de acordo com a equação 18. É necessário; entretanto, estabelecer anteriormente a esta etapa o parâmetro distância média diária percorrida pela motocicleta (*percurso*), em cada rodovia, como também obter os parâmetros de tráfego (*Trodm*) e a proporção dos veículos de duas rodas com relação ao tráfego total passante na estrada (*pfrota*), conforme a equação 17.

Etapa D: De posse da avaliação dos coeficientes de risco (X_j), da estimativa da probabilidade média de acidentes entre todas as rodovias (*Pr_mediaRod*) e da obtenção dos dados da exposição ao risco (*ExpRisco_Rod*) é possível fazer a predição dos acidentes (n^o *acid_prev*) em cada rodovia., conforme equação 24

Etapa E: Após, calcula-se os erros relativos individuais (*Erro_rel*) do modelo, em cada rodovia, de acordo com a equação 26 para, em seguida, transformá-los, através de operação algébrica em erros absolutos (*Erro_abs*) individuais para o modelo, seguindo a equação 27.

Etapa F: Em cada rodovia é verificada a probabilidade relativa de acidentes, conforme a equação 23, levando-se em conta a quantidade individual de acidentes observados e o total de sinistros ocorridos na malha rodoviária. Repete-se este mesmo procedimento para o cálculo da probabilidade relativa para os acidentes previstos pelo modelo.

Etapa G: Afere-se o parâmetro médio geral do erro relativo (*ME*) do modelo, de acordo com a equação 29. Para a consecução do intento, são somados os erros relativos previsionais entre todas as rodovias. O numeral obtido é então dividido pelo número de rodovias da malha rodoviária. Caso o valor obtido estiver próximo de zero, apresentando formato estatístico de distribuição aleatória, significa que os fatores de risco não estão enviesando ou provocando tendência no modelo.

Etapa H: O passo seguinte é somar todos os erros absolutos previsionais em cada rodovia do modelo. O numeral obtido é então dividido pelo número de rodovias da malha rodoviária. O parâmetro médio geral do erro absoluto (*MAE*), conforme equação 30, estima a margem de erro da predição de acidentes numa rodovia específica se considerada a média geral dos acidentes do conjunto das rodovias. Por outro, mesmo ajustados, os parâmetros acima descritos podem não estar explicando o modelo (R^2). É necessário um teste adicional, explicitado na etapa a seguir.

Etapa I: É verificado o grau de acurácia do modelo, ou poder de explicação através do fator de correlação do modelo (R^2), conforme a equação 31. Caso não estiver aceitável,

incrementa-se o valor da probabilidade média de acidentes ($Pr_mediaRod$) pertencente o conjunto de dados, iniciando-se nova rodada do modelo (iteração).

O desenvolvimento destas etapas é detalhado na seção a seguir.

3.2.2 Processo de modelagem

Etapa A: De posse dos elementos necessários para a confecção do modelo, ou seja, da base de dados de acidentes motociclísticos e dos valores iniciais dos fatores de risco associados as variáveis explicativas (X_j) consideradas no estudo procedeu-se a elaboração do modelo de previsão de acidentes motociclísticos.

Partiu-se da notação estatística, representada pela equação 23, que descreve a probabilidade da ocorrência de um acidente numa rodovia com relação a um conjunto de rodovias:

$$Pr_rel = Pr_Rod / Pr_mediaRod \quad \dots(23)$$

Em que:

Pr_rel: Probabilidade relativa de acidentes anual por rodovia [%];
 Pr_Rod: Probabilidade individual de acidentes anual por rodovia [%];
 Pr_mediaRod: Probabilidade média de acidentes anual entre todas as rod.[%].

A equação 23 pode ser reescrita sob outra forma, como segue na equação 24.. Neste caso, a previsão relativa de acidentes em uma rodovia, se levada em consideração um conjunto de rodovias, é a seguinte:

$$n.^{\circ} acid_prev = \left(\frac{ExpRisco_Rod}{Pr_mediaRod} \right) X_G + e \quad \dots(24)$$

Em que:

$$X_G = X_1 * X_2 * X_3 \dots X_j$$

X_G : Fator de Risco Geral para a Rodovia;
 X : Fator de risco a acidentes;
 j : Modalidade do fator risco [1,2 3...n];

n° acid_prev:	Número de acidentes anuais por rodovia [n°. acid];
ExpRisco_Rod:	Exp.ao risco de acidentes na rodovia individ.[veíc.km];
Pr_mediaRod:	Prob. média de acid.no conjunto das rod.[veíc.km/acid];
e:	Erro da previsão [n° acid].

Inicialmente foi necessário estimar a probabilidade média de acidentes (*Pr_mediaRod*) no conjunto das rodovias do estudo. O primeiro valor estimado pressupôs que um veículo o padrão da frota representativo do universo das rodovias estudadas percorreria em média quarenta mil quilômetros até sofrer o primeiro acidente.

Etapa B: Nesta primeira iteração, foram introduzidos no modelo, como *default* dos dados, os valores inicialmente atribuídos aos *fatores de risco* das variáveis explicativas atribuídos pelos especialistas, conforme a Tabela 9. Os fatores de risco associados aos níveis dos indicadores, entretanto necessitaram ser normalizados e ajustados. Para este intento, cada fator de risco representativo dos níveis dos indicadores, apresentados na Tabela 10, foram relativizados em função do fator de risco médio do indicador. Essa operação é denominada normalização representada pela equação 25. Essa calibração visou melhorar a qualidade da predição de acordo com a equação 24.

$$Xp(k) = \frac{a + \left(\frac{Ind(k)}{Ind_m} \right)^b}{1 + a} \quad \dots(25)$$

Em que :

Xp:	Fator de risco relativo associado a um indic. da variável explic.;
K:	Nível do indicador/ fator de risco;
a:	Coefficiente de ajuste inicial;
b:	Coefficiente de ajuste exponencial;
Ind:	Indicador técnico da variável explicativa;
Ind_m:	Indicador técnico médio da variável explicativa.

Precisou-se efetuar, então, a calibragem inicial para todos os fatores de risco (X_j) atribuídos pelos especialistas através da equação 25. Por exemplo, no caso da variável explicativa (X_4) condição do pavimento, obteve-se o valor de $a=0,35$ para o coeficiente de ajuste inicial e $b=3,15$ para o coeficiente de ajuste exponencial, conforme apresentado na Tabela 12. Os outros fatores de risco associados às demais variáveis explicativas (X_j) foram normalizados e ajustados de forma semelhante.

Tabela 12 – Calibração inicial do fator de risco da variável X_4 cond.do pavimento

Indicador (IRI)	Condição	Fator Risco Bruto	Fator Risco Normal	Fator Risco Ajustado (X_3)
2,5	Boa	2	0,40	0,43
4,0	Regular	4	1,00	1,00
5,0	Ruim	7	1,75	1,76

Etapa C: Em cada rodovia do modelo foi calculado o nível de exposição à acidentes de acordo com a equações 17 e 18.

Etapa D: Uma vez obtidos os fatores de risco (X_j), o parâmetro probabilidade média de acidentes entre todas as rodovias ($Pr_mediaRod$) e a exposição ao risco é possível estimar a quantidade de acidentes prevista pelo modelo ($n^\circ acid_prev$), em cada rodovia, através da equação 24.

Etapa E: Na seqüência do trabalho, foi aferido, em cada rodovia, o erro relativo entre o número de acidentes previstos e o número de acidentes observados, conforme equação 26

$$Erro_rel = n^\circ acid_prev - n^\circ acid_obs \quad \dots(26)$$

Em que

Erro_rel: Erro relativo do modelo por rodovias [n°. acid];
 n° acid_prev: Número de acid. previstos no modelo por rodovia [n°. acid];
 n° acid_obs: Número de acid observados no modelo por rodovia [n°. acid].

Paralelamente, em cada rodovia, conforme equação 27, foi estabelecido o cálculo do desvio absoluto.

$$Erro_abs = | n^\circ acid_prv - n^\circ acid_obs | \quad \dots(27)$$

Em que:

Erro_abs: Erro absoluto do modelo por rodovias [n°. acid];
 n°. acid_prev: Número de acid. previstos no modelo por rodovia [n°. acid];
 n°. acid_obs: Número de acid. observados no modelo por rodovia [n°. acid];

Etapa F Similarmente, em cada rodovia, em concordância a equação 28, foi calculada as freqüências relativas (previstas e observadas) dos acidentes com vistas a classificar aquelas com maior propensão à accidentalidade.

$$Fr_rel = \frac{acid_ind}{acid_total} \quad \dots(28)$$

Em que :

Fr_rel: Frequência relativa de acidentes anual por rodovia [%];
 acid_ind: Número individual de acidentes anual por rodovia [nº acid];
 acid_total: Número total de acidentes anual entre todas as rod.[nº acid];

Etapa G: O novo passo, nesta iteração do modelo, consistiu em verificar a média do erro relativo de todo o modelo. Este erro é calculado pela equação 29.

$$ME = \sum_i^n Erro_rel / n \quad \dots(29)$$

Em que :

ME: Média do erro relativo no modelo para todas as rod.[nº. acid];
 Erro_rel: Erro relativo do modelo por rodovias [nº. acid];
 n: Número de rodovias pertencente ao modelo [nº rod].

Etapa H: O passo seguinte na modelagem dos dados foi o cálculo da *média do erro absoluto* entre todas as rodovias (MAE), conforme a equação 30. Este parâmetro estima a margem de erro da predição individual de acidentes de uma rodovia específica se considerada a média geral dos acidentes do conjunto das rodovias.

$$MAE = \sum_i^n Erro_abs / n \quad \dots(30)$$

Em que :

MAE: Média do erro absoluto no modelo para todas as rod.[nº. acid];
 Erro_abs: Erro absoluto do modelo por rodovias [nº. acid];
 n: Número de rodovia s pertencente ao modelo [nº rod];

Etapa H: Torna-se necessário verificar o poder de explicação do modelo. Atendendo a equação 31, procurou-se estabelecer a correlação da variável de resposta (nº de acidentes previstos) frente a variável que representa a realidade (nº de acidentes observados). Quanto mais próximo do fator unitário estiver o valor encontrado para o fator R^2 da equação 31 mais próximo da realidade estará o modelo

$$R^2 = \text{Correlação} \left(\frac{n^\circ \text{ acid}_{-prev}}{n^\circ \text{ acid}_{-obs}} \right)^2 \quad \dots(31)$$

Em que

R^2 : Fator de correlação de acidentes ajustado para o modelo [%];
 $n^\circ \text{ acid}_{-prev}$: Número de acid. anuais previstos em todas as rodovias [$n^\circ \text{ acid}$];
 $n^\circ \text{ acid}_{-obs}$: Número de acid. observados em todas as rodovias [$n^\circ \text{ acid}$].

Etapa J: Terminada a primeira iteração do modelo, objetivando iniciar a próxima, foi necessário calibrar o novo valor do parâmetro ($Pr_mediaRod$) com vistas a zerar a equação que representava a média do erro relativo do modelo (ME) de acordo com a equação 29. A finalidade deste procedimento era buscar um melhor ajuste para o parâmetro ($Pr_mediaRod$) posto que o fator de correlação encontrado para o modelo não estava satisfatório. O nível de explicação do modelo (fator de correlação) obtido, nesta primeira iteração, foi de 35%.

Findados os primeiros passo da modelagem, para a próxima iteração, o valor da probabilidade média [veíc.km/acid] do conjunto de rodovias ($Pr_mediaRod$) foi majorado então de quarenta mil para cinquenta mil quilômetros.

Analisando a iteração inicial, na qual foi obtido o primeiro fator de correlação ajustado, verificou-se que o mesmo não estava razoável, ou seja, estava abaixo de 50% de explicação do modelo, como também a média do erro absoluto no modelo (MAE), de acordo com a equação 30 era considerável. Outros indícios técnicos apontavam para esta direção. De acordo com a equação 26, o erro previsionar ($Erro_rel$) de acidentes em algumas rodovias era apreciável. Havia notadamente uma superestimação dos fatores de risco em certos casos ao mesmo tempo em que em outros prevalecia o subdimensionamento destes parâmetros, de acordo com a equação 25. Em alguns casos, os números de acidentes previstos, conforme equação 24, que foram estimados respeitando os fatores de risco atribuídos pelos especialistas, não condiziam com a quantidade observada.

A partir desta constatação, passou-se a revisar individualmente os valores atribuídos aos fatores de risco (X_1), (X_2)... (X_n), analisando a respectiva repercussão no fator de correlação, se favorável ou desfavorável na explicação do modelo, através de vários procedimentos iterativos. Objetivamente para cada fator de risco, foram testados os melhores valores de ajuste para os coeficientes a e b, na equação 25 de maneira a obter o melhor coeficiente de correlação para o modelo, conforme a equação 31. Ao mesmo tempo, foram sendo estimados os melhores valores que ajustavam o parâmetro probabilidade média de acidentes no conjunto das rodovias ($Pr_mediaRod$) com vistas a tornar nulo a média do erro

relativo do modelo (ME), de acordo com a equação 29. Cabe ressaltar que o processo de otimização dos fatores de risco deve ser executado de forma criteriosa uma vez que ao alterar sem justificativas os parâmetros de uma variável explicativa, há decorrências em todo o modelo e o mesmo pode perder significância.

Não obstante a isso, se tornou importante verificar, em cada rodovia, a repercussão de cada fator de risco na previsão do número de acidentes ($n^{\circ} \text{acid}_{prev}$), conforme a equação 24. Em caso de desconformidades muito acentuadas, procedeu-se nova consulta aos especialistas com vistas a examiná-las, caso a caso. Para contornar a situação, ou seja, diminuir os erros relativos de previsão foram aferidas possíveis falhas ou inconsistências no banco de dados como, por exemplo, os valores de tráfego atribuídos, a presença maior ou menor de veículos de duas rodas nestas rodovias, a extensão do trecho, etc.

Por fim, a cada alteração estabelecida no banco de dados, seja através da correção dos fatores de risco das variáveis explicativas, seja através da modificação dos demais parâmetros técnicos da base de dados, observava-se o incremento no fator de correlação. Concomitantemente, em cada rodovia de análise, verificava-se o respectivo aumento ou diminuição do erro relativo ($Erro_{rel}$), conforme a equação 26, assim sucessivamente até o modelo atingir o valor máximo do fator de correlação, de acordo com a equação 31.

Apesar do fato do modelo estar sendo otimizado no seu poder explicativo, era necessário também aferir se o erro relativo ($Erro_{rel}$), para cada rodovia, de acordo com a equação 26, estava compatível e adequado. Por definição, neste quesito, foi estipulado como meta de *performance* o valor abaixo de 15 unidades de acidentes, por cada rodovia estudada, a margem a ser aceito na modelagem.

Após várias iterações e ajustes encontrou-se um fator de correlação para o modelo maior que 95% para os acidentes rodoviários com veículos de duas rodas, se confrontados com a base de dados oficial de acidentes compreendidos no período de 2001 até 2005.

3.2.3 Fluxograma das Etapas de Processamento no Modelo

As etapas do modelo, para uma iteração, estão descritas sucintamente a seguir:

- A. Arbitra-se, no modelo, a probabilidade média de acidentes entre todas as rodovias pertencentes ao modelo [veíc.km/ n° acid];

- B. Estimam-se os fatores de risco por rodovia [X_j];
- C. Mensura-se, por rodovia, a exposição ao risco [n° veículos. km];
- D. Calcula-se a previsão de acidentes por rodovia [n° . acid];
- E. Afere-se o erro da previsão por rod. pela equação [n° acid prev – n° acid obs];
- F. Afere-se a frequência relativa de acidentes por rodovia [%];
- G. Afere-se a média do erro relativo para o modelo [$\pm n^\circ$. acid];
- H. Afere-se a média do erro absoluto para o modelo [n° . acid];
- I. Calcula-se o fator de correlação para o modelo [%];
- J. Nova iteração para o modelo.
- K.

As etapas A, B, C, D e E do modelo são processadas pela equação:

$$n.\textcircled{a} \text{ acid_prev} = \frac{\text{ExpRisco_Rod} * X(j)}{\text{Pr_mediaRod}} + e$$

A etapa F do modelo é processada pela equação

$$Fr_rel = \frac{\text{acid_rod}}{\text{acid_total}}$$

A etapa G do modelo é processada pela equação

$$ME = \frac{\sum_1^n \text{Erro_rel}}{n}$$

A etapa H do modelo é processada pela equação

$$\begin{array}{c} \boxed{\text{H}} \\ \downarrow \\ MAE = \sum_i^n \text{Erro}_{-abs} / n \end{array}$$

A etapa I do modelo é processada pela equação

$$\begin{array}{c} \boxed{\text{I}} \\ \downarrow \\ R^2 = \text{Correlação} \left(\frac{n^{\circ} \text{acid}_{-prev}}{n^{\circ} \text{acid}_{-obs}} \right)^2 \end{array}$$

A etapa J do modelo representa uma nova iteração. Neste caso remete-se o processamento para a etapa A.

3.2.4 Avaliação da Exposição ao Risco

Prosseguindo com a análise dos dados, foi dimensionada, conforme dados da Tabela 13*, o nível de exposição aos acidentes no qual um motociclista se submete ao percorrer anualmente determinada estrada. Por exemplo, a rodovia ERS118 possui um tráfego muito intenso na ordem de 12,37 mil veículos/dia. Deste tráfego, a motocicleta corresponde a 2% do volume total perfazendo em torno de 250 veículos/dia que multiplicado por 365 dias resulta em 90,31 mil viagens de motocicletas durante um ano.

Combinando o produto da quantidade de viagens/ano pelo percurso médio percorrido pela motocicleta padrão, em torno de 19 km, obtém-se um nível de exposição a acidentes de 1,71 milhão de veículos.km no período anual.

Tabela 13 – Exposição ao risco de acidentes por rodovia

Ordem Nº	Código SRE	Pista Tipo	Extensão ^G km	VDMA ^T n ^o veíc.dia	VDMA ^O %	Perc.Veic ^V km.dia	Trafégo ^M n ^o veíc.ano	Exposição ^R n ^o veíc.ano.km
1	ERS020 ^P	SIMPLES	160,98	5.642	0,03	34	51.486	1.737.300
2	ERS030 ^P	DUP/S	98,69	7.845	0,04	25	114.537	2.881.573
3	ERS040 ^P	DUP/S	94,85	13.643	0,05	25	224.083	5.504.915
4	ERS115 ^P	SIMPLES	41,97	5.845	0,03	15	64.005	964.044
5	ERS118	SIMPLES	61,46	12.372	0,02	19	90.313	1.710.120
6	ERS122 ^P	DUP/S	154,51	10.578	0,03	33	115.824	3.813.258
7	ERS124	SIMPLES	40,28	3.544	0,02	15	25.871	380.181
8	ERS128 ^P	SIMPLES	30,27	2.322	0,04	12	29.664	367.240
9	ERS129 ^P	SIMPLES	127,62	3.153	0,04	29	40.280	1.182.377
10	ERS130 ^P	SIMPLES	35,54	5.250	0,05	14	86.236	1.175.547

*Dados completos no APÊNDICE D

Legenda

- ^P Rodovia sob concessão estadual (pólos de pedágio)
^G Extensão da rodovia pavimentada e operacional ao tráfego
^T Tráfego diário médio veicular anual nos dois sentidos da rodovia
^O Proporção do tráfego motociclístico em relação ao tráfego total
^V Distância diária estimada da rodovia percorrida pelas motocicletas
^M Tráfego total médio anual passante nos dois sentidos da rodovia
^R Exposição anual ao risco de acidentes na rodovia pela motocicleta

3.2.5 Análise de Sensibilidade dos Fatores de Risco

As variáveis explicativas que apresentaram o maior efeito no modelo previsional, conforme dados apresentados na Tabela 14 foram: tráfego total (X_4) seguido de largura da plataforma da via (X_1). As variáveis representadas pelos controladores eletrônicos de velocidade (X_9), condição do pavimento (X_3), urbanização do entorno (X_8), número de intersecções na rodovia (X_7) e sinuosidade (X_5) apresentaram efeito de moderado a baixo. O fator de risco associado a participação de caminhões no tráfego total (X_2) teve um repercussão muito baixa.

Finalmente a variável rampa (X_6), significando o fator de risco associado à inclinação média da rodovia (aclives e declives), não apresentou sensibilidade ao modelo. A mensuração do efeito, de cada fator de risco, é obtida pela razão do mínimo pelo máximo valor atribuído a este fator na base de dados do modelo. Os valores máximo e mínimo obtidos para os fatores de risco são originários da Tabela 15, sendo calculados pela equação 32.

Tabela 14 – Mensuração do efeito dos fatores de risco no modelo

Fatores Risco	Larg.Plat.	Caminhões	Pavim.	Traf.Total	Sinuos.	Rampa	Inters.	Urbaniz.	Contr. Vel.
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
máximo =>	0,45	0,92	0,77	0,39	0,87	1,00	0,84	0,89	0,73
mínimo =>	2,54	1,07	1,15	3,71	1,20	1,00	1,20	1,29	1,10
Efeito =>	4,62	0,16	0,49	8,63	0,38	0,00	0,43	0,44	0,50

$$Efeito(X_j) = \frac{\min X_j}{\max X_j} - 1 \quad \dots(32)$$

Em que:

Efeito Coeficiente de medição do efeito;
 X: Nível de fator de risco ;
 j: Tipo de fator de risco.

3.2.6 Síntese dos Fatores de Risco

Para cada rodovia foram atribuídos vários indicadores técnicos que representavam seu estado funcional. Por sua vez, a cada um destes, estavam associados fatores de risco a acidentes (X_n).

A Tabela 15* apresenta uma síntese dos fatores de risco associados a cada rodovia. A ERS040, por exemplo, apresenta um fator de risco baixo (0,62) para a variável explicativa largura da plataforma da via (X₁); médio (1,03) para a variável participação da frota de caminhões no tráfego total (X₂); de médio a baixo para a variável condição do pavimento (X₃); médio para a variável condição do pavimento, muito alto (4,18) para a variável tráfego total (X₄); médio (0,87) para a variável sinuosidade (X₅); médio (1,00) para a variável rampa (X₆); médio (1,20) para a variável interseção (X₇); de médio à alto (1,29) para a variável urbanização (X₈) e baixo (0,61) para a variável controladores eletrônicos na rodovia (X₉).

Tabela 15 – Fatores de risco de acidentes por rodovia

Ord. nº	Código SRE	Larg. X ₁	Caminhão X ₂	Pavim. X ₃	Traf.Total X ₄	Sinuos. X ₅	Rampa X ₆	Inters. X ₇	Urbaniz. X ₈	Contr. Vel. X ₉
1	ERS020 ^P	1,43	1,03	0,77	1,90	1,07	1,00	1,00	1,00	0,92
2	ERS030 ^P	1,18	1,03	1,00	2,53	1,07	1,00	1,00	1,00	0,55
3	ERS040 ^P	0,62	1,03	0,77	4,18	0,87	1,00	1,00	1,00	0,79
4	ERS115 ^P	1,18	0,97	1,00	1,96	1,00	1,00	1,00	1,00	0,61
5	ERS118	1,00	1,00	1,15	3,82	0,87	1,00	1,20	1,29	0,61
6	ERS122 ^P	0,62	1,13	0,77	3,31	0,93	1,00	1,00	1,00	0,73
7	ERS124	1,00	1,04	0,77	1,30	0,93	1,00	1,00	1,00	0,92
8	ERS128 ^P	1,43	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	0,84	1,00	1,10
9	ERS129 ^P	1,00	1,06	0,77	1,19	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85
10	ERS130 ^P	1,43	1,03	1,00	1,79	0,93	1,00	1,00	1,00	1,10

*Dados completos no APÊNDICE E

3.2.7 Modelo Geral Previsional de Acidentes

De posse dos fatores de risco (X_j), oriundos da Tabela 15*, do valor de exposição ao risco das motocicletas, provenientes da Tabela 13, e considerando o valor parâmetro de probabilidade média ($Pr_mediaRod$) em torno de 69 mil [veículos.km/acid] estimou-se o numero de acidentes previstos, por rodovia, de acordo com a equação 24 .

Os valores previstos de acidentes foram confrontados com aqueles observados com vistas a verificar os erros relativos e absolutos cometidos pelo modelo, sendo estes últimos estimados pela equação 26 e equação 27.

Também se calculou para cada uma das estradas, a frequência relativa (probabilidade) observada de acidentes e aquela prevista pela equação 28. Por este procedimento é possível comparar relativamente a probabilidade de ocorrência de acidentes proposta pelo modelo frente a probabilidade decorrente da situação real (nº de acidentes observados)

Finalmente, de acordo com Tabela 16, calculou-se o fator de risco geral (X_G) atribuído a cada rodovia pelo produto de todos os coeficientes individuais , sendo assim representado pela equação 33.

$$(X_G) = (X_1) * (X_2) * (X_3) * (X_4) * (X_5) * (X_6) * (X_7) * (X_8) * (X_9) \quad \dots(33)$$

Tabela 16 – Modelo geral previsional de acidentes

Ord. nº.	Código SRE	nºacidentes Observados ^M	nºacidentes Previstos	Erro Relativo	Erro Absoluto	Freq. Acid. Obs.	Freq. Acid. Prev.	F. Risco Geral X _G
1	ERS020 ^P	53,80	53,24	-0,56	0,56	4,79%	4,65%	2,11
2	ERS030 ^P	82,00	75,00	-7,00	7,00	7,30%	6,55%	1,80
3	ERS040 ^P	113,40	112,39	-1,01	1,01	10,09%	9,82%	1,41
4	ERS115 ^P	30,80	19,00	-11,80	11,80	2,74%	1,66%	1,36
5	ERS118	86,60	89,09	2,49	2,49	7,71%	7,78%	3,59
6	ERS122 ^P	63,60	67,76	4,16	4,16	5,66%	5,92%	1,23
7	ERS124	5,80	4,92	-0,88	0,88	0,52%	0,43%	0,89
8	ERS128 ^P	9,40	6,71	-2,69	2,69	0,84%	0,59%	1,26
9	ERS129 ^P	22,80	14,04	-8,76	8,76	2,03%	1,23%	0,82
10	ERS130 ^P	47,20	46,06	-1,14	1,14	4,20%	4,02%	2,70

^M Média de cinco anos

*Dados completos no APÊNDICE F

Para aferir o grau de tolerância aceita pela modelagem, se propôs uma margem flexível, em torno de dez acidentes como o limite do erro absoluto individual. Por este critério, das cento e dezenove rodovias incluídas na amostragem, apenas cinco rodovias não atenderam este quesito, sendo considerados dados atípicos. As rodovias ERS444 e RST392 obtiveram um erro previsional, a maior, no valor de dezenove e onze acidentes respectivamente, significando que os fatores de risco inseridos na equação previsional estavam mais pessimistas que a situação real. Por outro lado, nas rodovias ERS786, ERS324 e ERS115 o erro revisional foi determinado a menor, na ordem de quatorze, doze e onze acidentes, respectivamente, permitindo entender que os fatores de risco não estavam majorados como deveriam.

De qualquer forma, todos os coeficientes (fatores de risco) do modelo, em atendimento a metodologia empregada, foram calculados com vistas a eliminar os vieses nos gráficos de dispersão. Estavam, portanto maximizados em função dos dados disponíveis, correspondendo a um ótimo ajuste. Estas diferenças encontradas representam estatisticamente o grau de informação técnica disponível para prever os acidentes nestas rodovias. Quando o modelo não consegue estimar coerentemente o número de acidentes frente à situação real, neste caso os valores atribuídos aos coeficientes de risco podem não ter adequação suficiente para explicá-los matematicamente.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MODELO

Uma vez gerado o modelo de previsão de acidentes motociclísticos rodoviários, procedeu-se a verificação do seu ajuste geral e a sua utilização para a análise da acidentabilidade motociclística.

4.1 ESTATÍSTICAS DO MODELO DE REGRESSÃO

O objetivo principal da regressão estatística é tentar prever o valor da variável dependente (resposta) com base em duas ou mais variáveis independentes (controle). O universo pesquisado consistiu de cento e dezenove amostras (rodovias) com indicadores de acidentalidade motociclística extraídos, após várias pressuposições e simplificações, de um conjunto maior de dados pertencente à base inicial do trabalho composta por cento e cinquenta e seis amostras. No procedimento estatístico para verificação dos desvios (erros relativos e absolutos) do modelo, em cada rodovia (amostra) é confrontada a diferença entre o número de acidentes observados ou reais em contraposição ao número previsto pelo modelo. O resultado desta operação mede a qualidade da predição. Além da verificação do R^2 que se constitui no coeficiente que mede o poder explicativo do modelo, é importante verificar a adequação dos ajustes e das suposições da metodologia que são verificadas através de uma análise da dispersão dos resíduos.

4.1.1 Estimação do Erro do Modelo

O diagrama de dispersão dos resíduos, para um determinado fator de risco (X_n), é um gráfico no qual cada ponto plotado representa um par de valores amostrais. No eixo das abscissas (variável independente) está representado o coeficiente de risco atribuído a cada rodovia individualmente e no eixo das ordenadas (variável dependente) está associado o erro previsional relativo do modelo. A adequação do ajuste é testada plotando-se os resíduos de cada amostra (rodovia) em função de cada uma das variáveis explicativas individualmente

$(X_1), (X_2), \dots, (X_n)$ que, por sua vez, representam os respectivos fatores de risco. Se o ajuste do modelo for adequado, os resíduos amostrais encontrados para cada um dos fatores de risco seguirão um padrão aleatório, ou seja, será constatado que não haverá comportamento tendencioso dos resíduos. Esta constatação reforça a independência das amostras.

As hipóteses estatísticas gerais subjacentes ao modelo de regressão são de que a variável dependente (*nº. acid_prev*) é uma variável randômica. Supõe-se também que a *média geral* dos erros relativos para o conjunto amostral tende a ser nula, ou seja, o desvio médio entre o número de acidentes previsto pelo modelo frente ao número de acidentes reais tende a ser próximo de zero no caso da distribuição dos resíduos seguir um padrão aleatório, conforme expressão 34.

$$Erro_rel \longrightarrow (m, s^2) \quad \dots(34)$$

Em que:

Erro_rel:	Distribuição dos erros relativos amostrais (resíduos);
m	Média geral dos erros relativos amostrais (m tende à zero);
s^2	Variância amostral dos erros relativos segue padrão aleatório.

A primeira iniciativa foi empreendida no sentido de se verificar a coerência dos resultados obtidos para os erros previsionais do modelo, em cada rodovia. Para esta finalidade, os desvios (erros relativos amostrais) foram correlacionados individualmente com os fatores de risco das variáveis explicativas $(X_1), (X_2), \dots, (X_n)$ com vistas a verificar o padrão da distribuição estatística. Em todos os casos, observou-se uma adequada distribuição aleatória do erro previsional com relação à média, confirmado a não existência da tendência correlacional entre os desvios amostrais da predição relativamente a cada um dos fatores de risco. Depreende-se do fato que o modelo previsional está caracterizado de amostras independentes e aleatórias. A seguir, estão apresentados os diagramas de dispersão dos erros relativos do modelo confrontadas com as respectivas variáveis explicativas.

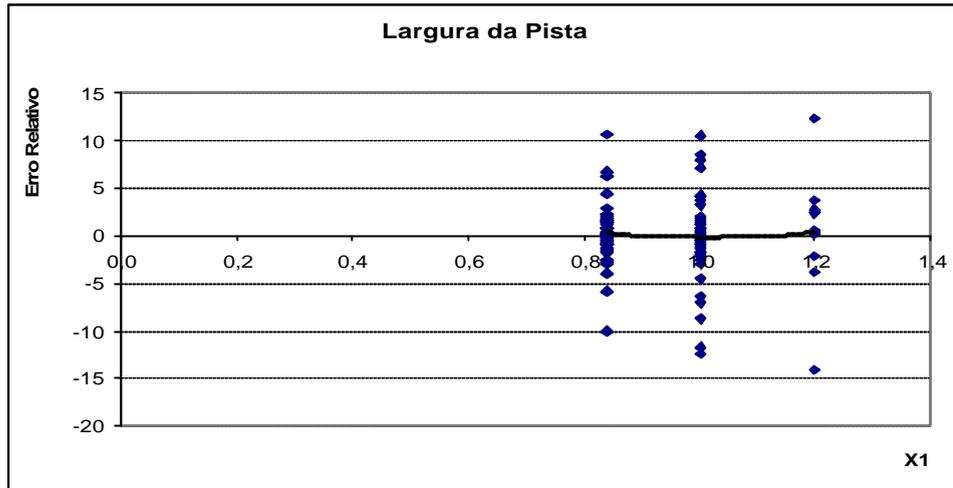


Ilustração 18 – Fator de risco associado à largura da plataforma da via

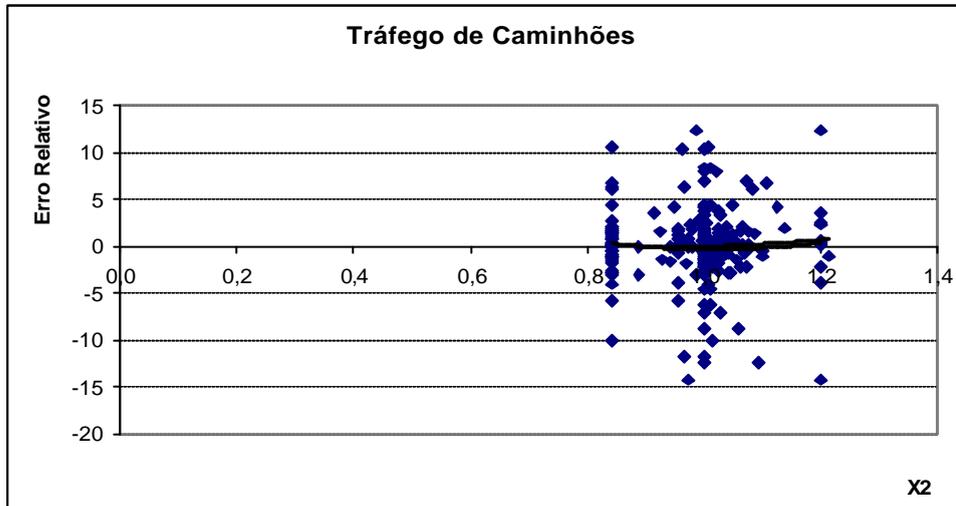


Ilustração 19 – Fator de risco associado ao tráfego de caminhões

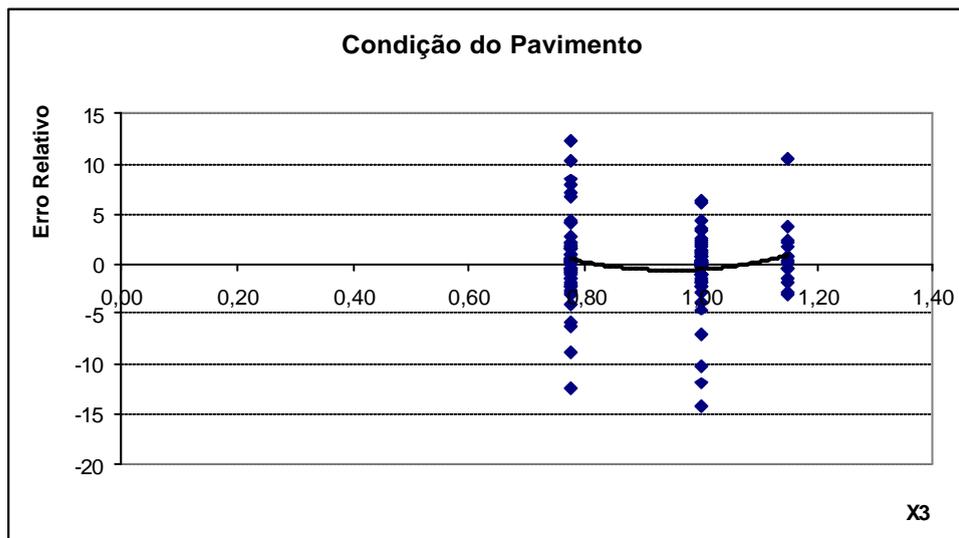


Ilustração 20 – Fator de risco associado à condição do pavimento

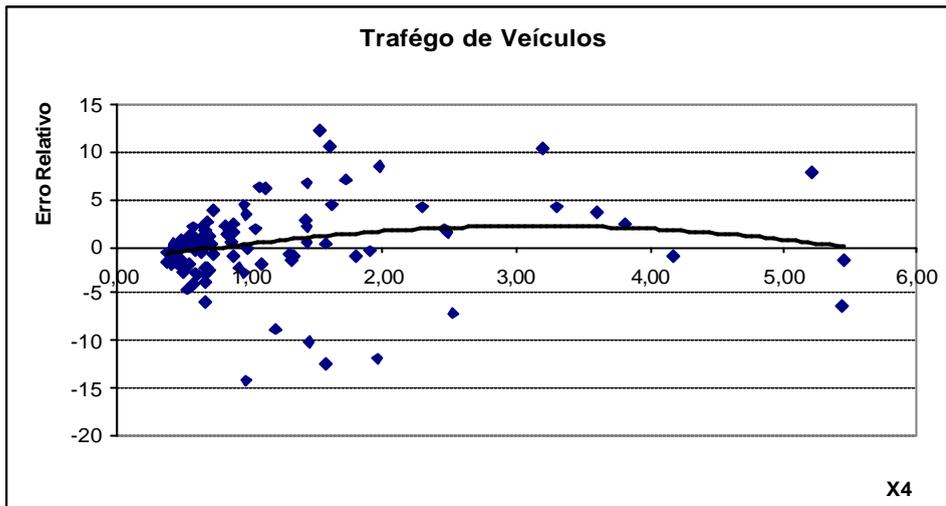


Ilustração 21 – Fator de risco associado ao tráfego de veículos

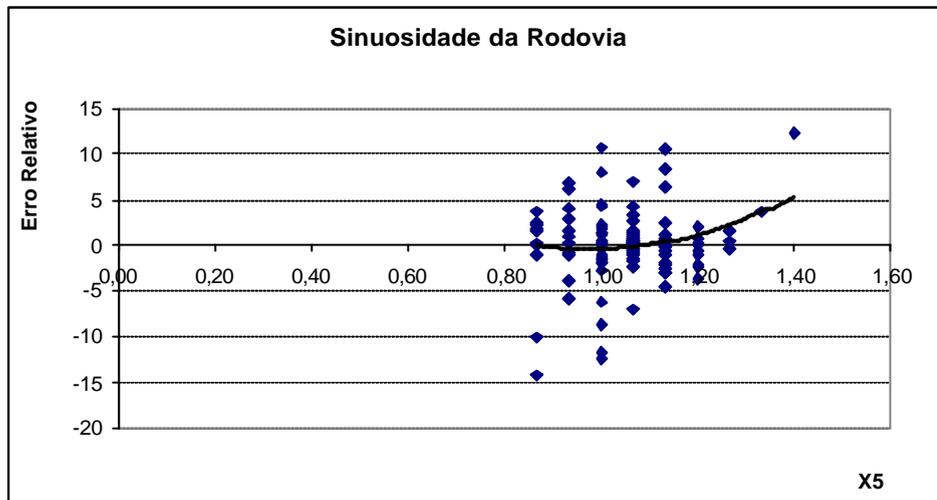


Ilustração 22 – Fator de risco associado à sinuosidade da rodovia

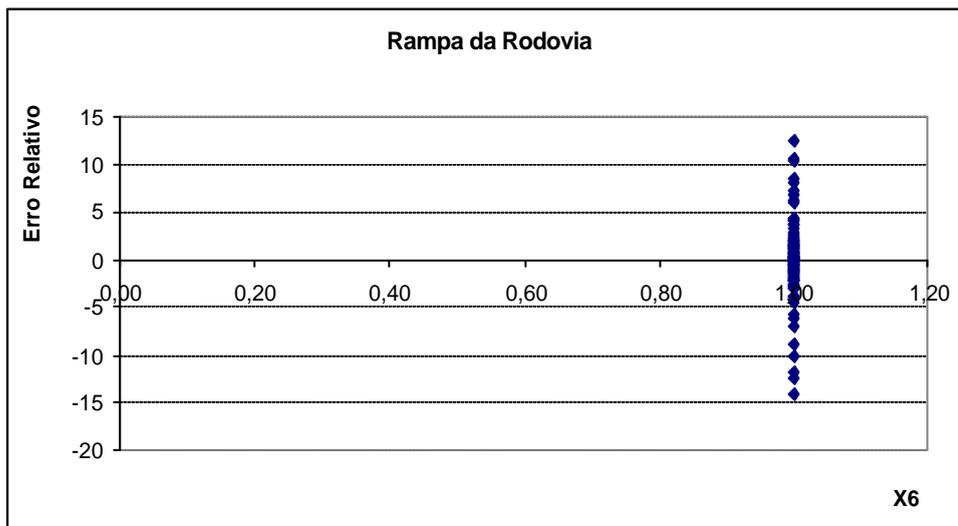


Ilustração 23 – Fator de risco associado à rampa da rodovia

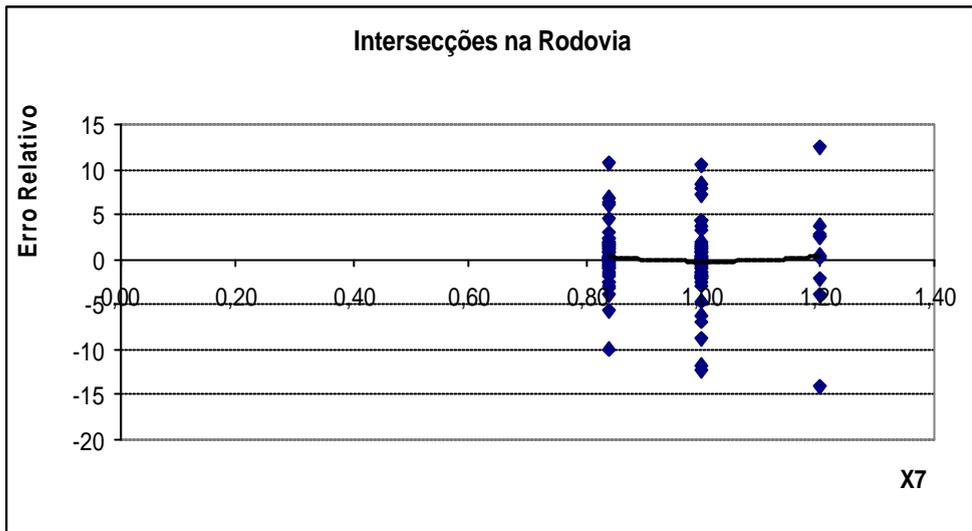


Ilustração 24 – Fator de risco associado às intersecções da rodovia

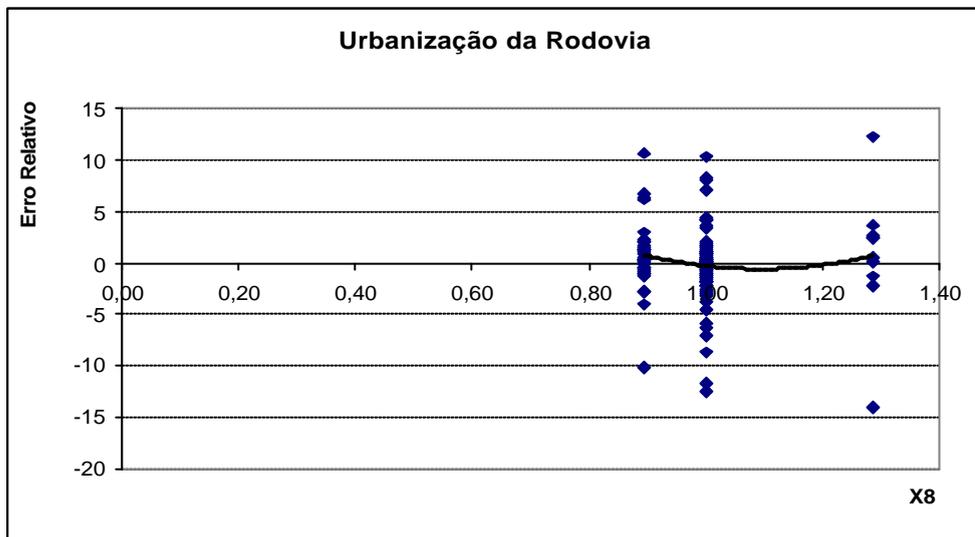


Ilustração 25 – Fator de risco associado à urbanização da rodovia

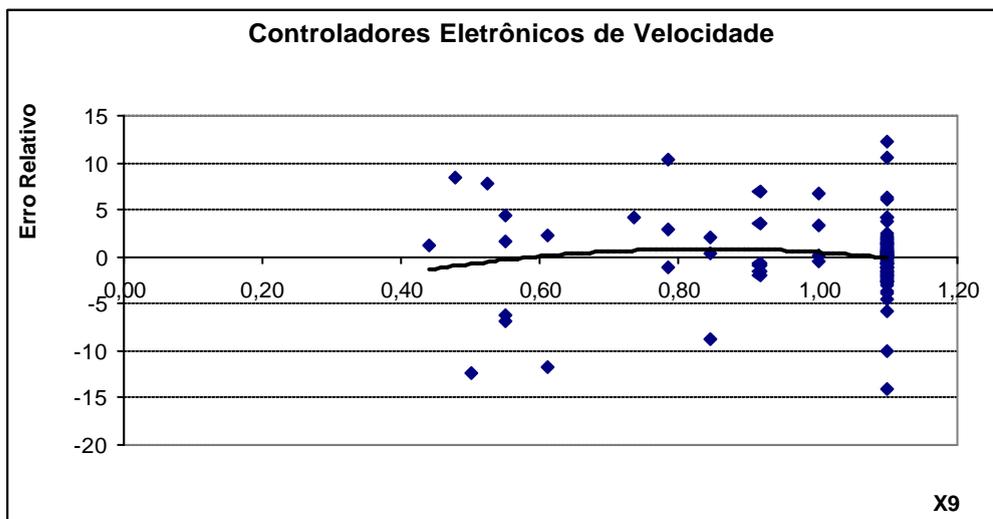


Ilustração 26 – Fator de risco associado aos contr.eletr. de velocidade na rodovia

4.1.2 Poder Explicativo do Modelo

Quanto ao poder explicativo, o modelo se comportou de maneira satisfatória visto que o coeficiente obtido para o fator correlação (R^2) estabelecido entre o número de acidentes previstos frente ao número de acidentes observados, de acordo com a equação 31, alcançou um fator de 96% de explicação. A média do erro absoluto da previsão alcançado foi na ordem de 2,59 acidentes em relação à média geral. Segue, através da Tabela 17, a descrição sucinta das estatísticas do modelo.

Tabela 17 – Síntese das estatísticas do modelo prev. de acid. motociclísticos

Estatística do Modelo	Descrição	Coef.	Unidade
Pr_mediaRod	Probabilidade Média acidentes	69.000	veíc.km/acid
ME	Média do Erro Relativo	$\pm 0,18$	acid
MAE	Média do Erro Absoluto	2,59	acid ²
R^2	Fator Explicação do Modelo	96	%

4.2 USO DO MODELO NA MENSURAÇÃO DO RISCO

Prosseguindo com a análise do modelo de previsão de acidentes motociclísticos rodoviários, passou-se a estabelecer os comparativos dos parâmetros obtidos na ferramenta estatística para as várias rodovias que foram objeto de estudo.

4.2.1 Exposição Relativa ao Risco por Rodovia

O modelo trouxe a oportunidade de mensurar a taxa de exposição relativa à ocorrência de acidentes motociclísticos em cada uma das rodovias. Este parâmetro representado pela razão entre a variável exposição ao acidentes pelo número de acidentes previstos, em cada rodovia, traz um indicativo da quantidade de quilômetros que um veículo padrão em média percorreria até sofrer um acidente.

O coeficiente médio que faz a referência padrão para o modelo, considerando o universo total das rodovias (119), está na ordem de sessenta e nove mil quilômetros médios viajados por uma motocicleta até a provável ocorrência do acidente. O fator de risco nada mais representa do que o desvio relativo entre a taxa de exposição, para cada rodovia, com relação à rodovia média padrão. Conseqüentemente o fator de risco frente à exposição relativa ao risco são grandezas intrinsecamente associadas. Com vistas a definir faixas representativas para este coeficiente foram estabelecidos os seguintes critérios classificatórios, conforme demonstrado na Tabela 18 a seguir:

Tabela 18 – Critérios para as faixas de risco

Tipo Risco	Limite Inferior	Fator Risco	Limite Superior
BAIXO	0	$< X_G =$	0,75
MÉDIO	0,75	$< X_G =$	1,25
ALTO	1,25	$< X_G =$	2,00
MUITO ALTO	2,00	$< X_G =$	4,50

A partir da definição dos critérios das faixas de risco, iniciou-se o processo classificatório das rodovias quanto ao grau de risco. Também foram estabelecidas as respectivas taxas de exposição relativas ao risco. Esta grandeza [n° veíc.ano.km/acid] é obtida pela razão entre a taxa de exposição da rodovia [n° veíc.ano.km] pelo n° de acidentes previstos [n° de acid.], conforme apresentado na Tabela 19. Por exemplo, na rodovia ERS118, uma motocicleta padrão incorre em um evento sinistro ao percorrer, em média, 19,16 mil quilômetros. contra a média geral de 69 mil.kilômetros. O fator de risco geral, por este motivo é muito alto (3,59) comparativamente aquele considerado médio (1,00) da malha rodoviária.

Tabela 19 – Exposição relativa ao risco por rodovia

Ordem nº	Código SRE	Exp. nºveíc.ano.km	Nºacidentes Previsto	Exp. Relativa nºveíc.ano.km/acid	Fator Risco Geral X_G	Fator Risco Geral Tipo
83	ERS734	751.046	48,35	15.535	4,44	MUITO ALTO
61	ERS444	445.804	25,57	17.432	3,96	MUITO ALTO
5	ERS118	1.710.120	89,09	19.196	3,59	MUITO ALTO
105	VRS314	72.093	3,26	22.087	3,12	MUITO ALTO
104	VRS313	125.631	5,37	23.382	2,95	MUITO ALTO
117	VRS338	107.350	4,50	23.854	2,89	MUITO ALTO
73	ERS509	681.683	28,44	23.972	2,88	MUITO ALTO
10	ERS130	1.175.547	46,06	25.521	2,70	MUITO ALTO
25	ERS230	159.978	5,05	31.676	2,18	MUITO ALTO
66	ERS464	123.337	3,83	32.186	2,14	MUITO ALTO

*Dados completos no APÊNDICE G

4.2.2 Distribuição da Exposição Relativa ao Risco

Os dados da Tabela 19 foram então agrupados na Tabela 20, em intervalos específicos, com vistas a determinar a frequência do conjunto de dados e ser analisado o formato da curva de distribuição estatística com que a variável exposição relativa a acidentes se comporta no modelo. Pelo exposto, verifica-se que uma motocicleta padrão, no ambiente de trânsito rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul, ao percorrer, por exemplo, uma distância média anual de sessenta e nove mil quilômetros, simbolizando uma extensão característica da rede, apresenta probabilidade em torno de 55% de estar envolvido em pelo menos um acidente neste período.

Tabela 20 – Distribuição da exposição relativa ao risco

Intervalo km (x10 ³)	Ponto médio km (x10 ³)	Frequência nº pontos	Freq. Acum. nº pontos	Freq. Rel. f (x)	Freq. Acum. %
0 - 10	5	0	0	0,00	0,00%
10 - 20	15	3	3	0,03	2,52%
20 - 30	25	5	8	0,04	6,72%
30 - 40	35	12	20	0,10	16,81%
40 - 50	45	9	29	0,08	24,37%
50 - 60	55	16	45	0,13	37,82%
60 - 70	65	10	55	0,08	46,22%
70 - 80	75	13	68	0,11	57,14%
80 - 90	85	11	79	0,09	66,39%
90 - 100	95	8	87	0,07	73,11%
100 - 110	105	11	98	0,09	82,35%
110 - 120	115	7	105	0,06	88,24%
120 - 130	125	5	110	0,04	92,44%
130 - 140	135	3	113	0,03	94,96%
140 - 150	145	3	116	0,03	97,48%
150 - 160	155	0	116	0,00	97,48%
160 - 170	165	1	117	0,01	98,32%
170 - 180	175	0	117	0,00	98,32%
180 - 190	185	1	118	0,01	99,16%
190 - 200	195	0	118	0,00	99,16%
200 - 210	205	0	118	0,00	99,16%
210 - 220	215	1	119	0,01	100,00%
Total		119	119	1,00	

A Ilustração 27 apresenta o diagrama de dispersão dos dados concernentes à Tabela 20.

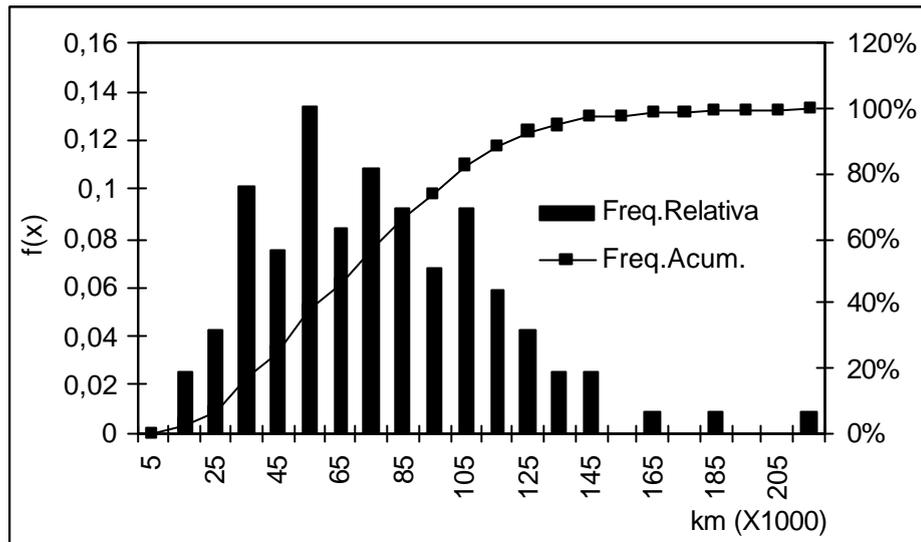


Ilustração 27 – Diagrama de dispersão da exposição relativa ao risco

O diagrama acima ilustrado representa a probabilidade de envolvimento em pelo menos um acidente anual de acordo com a distância percorrida na malha rodoviária. Ao trafegar 105 mil km (intervalo entre 100 e 110 mil km), há uma probabilidade (frequência relativa) inerente à faixa, de 9% [$f(x)$ -ordenada esquerda do gráfico]. Porém, a probabilidade assumida, de fato, pelo motociclista (frequência acumulada) se situa em torno de 82% (ordenada direita do gráfico).

4.2.3 Distribuição dos Fatores de Risco

A despeito da obtenção das taxas de exposição relativa aos acidentes associadas individualmente a cada uma das rodovias, foi também atribuída a elas um fator de risco geral (X_G). Os dados da Tabela 19 pertinentes a este coeficiente foram então agrupados, conforme dados da Tabela 21 em intervalos específicos. Foram também atribuídas às frequências relativas e acumuladas. Ao analisar o padrão da distribuição estatística, pode ser inferido que em torno de 70% das rodovias, abrangidas pelo estudo, estão distribuídas entre o intervalo dos valores correspondentes ao risco baixo e médio (neutro), representado pelo coeficiente unitário.

Por fim, os fatores de risco de todas as rodovias estudadas apresentados na Tabela 19 foram agrupados segundo os tipos de risco geral, conforme apresentado na Ilustração 28, de forma a representar o conteúdo completo do estudo.

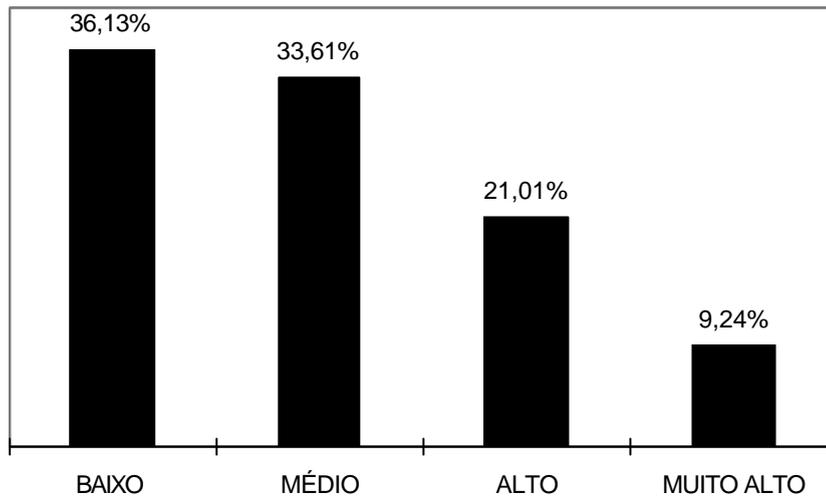


Ilustração 28 – Sumarização dos fatores de risco para a malha rodoviária

Tabela 21 – Distribuição dos fatores de risco

Intervalo	Ponto médio	Freqüência	Freq.acum	Freq.Rel.	Freq.Acum
Fator Risco	Fator Risco	nº pontos	nº pontos	f(x)	%
0,00 - 0,25	0,125	0	0	0,00	0,00%
0,25 - 0,50	0,375	6	6	0,05	5,04%
0,50 - 0,75	0,625	34	40	0,29	33,61%
0,75 - 1,00	0,875	24	64	0,20	53,78%
1,00 - 1,25	1,125	19	83	0,16	69,75%
1,25 - 1,50	1,375	12	95	0,10	79,83%
1,50 - 1,75	1,625	5	100	0,04	84,03%
1,75 - 2,00	1,875	8	108	0,07	90,76%
2,00 - 2,25	2,125	3	111	0,03	93,28%
2,25 - 2,50	2,375	0	111	0,00	93,28%
2,50 - 2,75	2,625	1	112	0,01	94,12%
2,75 - 3,00	2,875	3	115	0,03	96,64%
3,00 - 3,25	3,125	1	116	0,01	97,48%
3,25 - 3,50	3,375	0	116	0,00	97,48%
3,50 - 3,75	3,625	1	117	0,01	98,32%
3,75 - 4,00	3,875	1	118	0,01	99,16%
4,00 - 4,25	4,125	0	118	0,00	99,16%
4,25 - 4,50	4,375	1	119	0,01	100,00%
Total		119		1,00	

A seguir os dados da Tabela 19 são reproduzida na forma de diagrama de dispersão, conforme Ilustração 29:

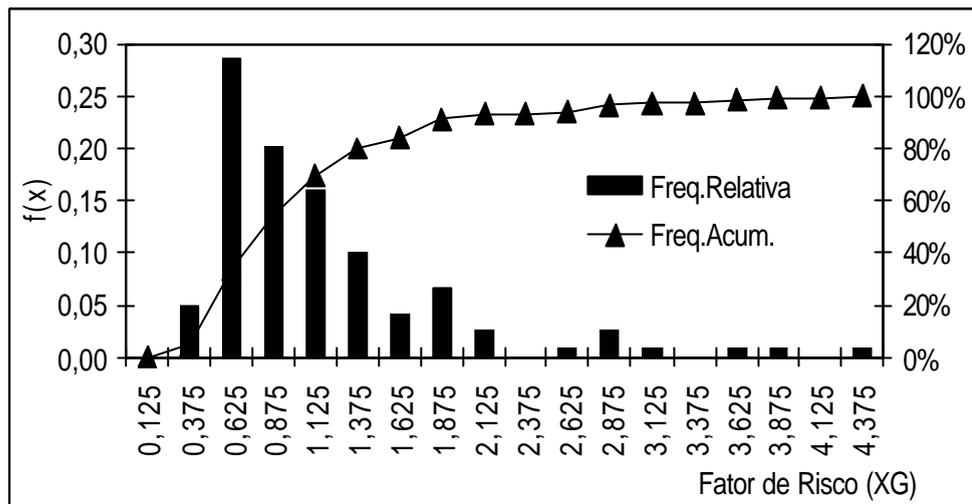


Ilustração 29 – Diagrama de dispersão dos fatores de risco

O diagrama acima ilustrado representa a probabilidade de envolvimento em acidentes de uma motocicleta padrão em função do fator de risco incorrido ao percorrer a malha estadual do Rio Grande do Sul.

4.3 USO DO MODELO EM NÍVEL DE PROJETO

4.3.1 Previsão do Número de Acidentes

Os modelos de previsão de acidentes são úteis na fase de concepção de projetos rodoviários. Nessa fase o uso desses modelos permite uma abordagem preventiva da segurança viária. Ao analisar o projeto de uma rodovia, com auxílio do modelo de previsão de acidentes, é possível estimar o número esperado de ocorrências para aquele projeto. Essa informação pode servir de subsídio na escolha de estudos técnicos alternativos e na definição de modificações no projeto avaliado a fim de torná-lo mais seguro. A estimativa do número esperado de acidentes em projetos alternativos pode influenciar na relação benefício/custos desses projetos. Isso é possível na medida em que os custos dos acidentes previstos nas diferentes alternativas de projetos podem sofrer influência da avaliação econômica realizada.

Para estimar o número de acidentes previstos na implantação de uma determinada rodovia basta definir o nível de exposição aos acidentes ao qual a motocicleta estará submetida, que é representado pela quantidade de quilômetros que serão percorridos por motocicletas em um ano nesta rodovia. Adicionalmente, é necessário especificar os indicadores representativos das características físicas desta rodovia estudada que são os níveis previstos em projeto para elementos como: quantidade de interseções, largura das faixas, etc. De posse desses dados é calculada a previsão do número de acidentes envolvendo motocicletas nas condições especificadas.

Para exemplificar o uso do modelo de previsão de acidentes para estimar o número de acidentes esperados em um determinado projeto rodoviário é considerada uma rodovia hipotética dotada das seguintes características físicas: largura da plataforma da via tipo simples curta (9,00m); baixa participação de caminhões no tráfego total (15%), IRI ruim (5); volume intermediário de tráfego (7.500 veículos/dia); sinuosidade mediana (3 curvas/km); localizada em terreno ondulado (1,50%); dispendo de tolerável quantidade de interseções (1 interseção/km), havendo baixa urbanização no entorno da rodovia (4 casas/km) e moderado uso de controladores eletrônicos de velocidade (1 controlador/rodovia) terá um coeficiente de risco geral (mensurado pelo produto de todos os fatores de risco individuais) em torno de 3,49 (X_G).

A Tabela 22 e a Tabela 23 apresentam os fatores de risco associados aos níveis das características físicas da rodovia hipotética considerada.

Tabela 22 – Fatores de risco X_1 , X_2 , X_3 , X_4 e X_5 associados aos indicadores técnicos

Variável Ind./ FR Nível / un	X_1		X_2		X_3		X_4		X_5	
	Larg. M	FR coef.	Cam. % cam.	FR coef.	Pavim. IRI	FR coef.	Traf.Tot. nº veíc./dia	FR coef.	Sinuos. nº cv./km	FR coef.
1	19	0,45	6	0,92	2,5	0,77	350	0,39	1	0,87
2	11	1,00	15	0,97	4	1,00	750	0,50	2	0,93
3	10	1,18	20	1,00	5	1,15	2500	1,00	3	1,00
4	9	1,43	28	1,04			7500	2,43	4	1,07
5	8	1,83	33	1,07			12000	3,71	5	1,13
6	7	2,54							6	1,20
7									7	1,27
8									8	1,33
9									9	1,40

Legenda

X_i	Variável explicativa do modelo
Ind	Indicador técnico da rodovia
FR	Coeficiente do fator de risco
Nível	Nível do fator de risco
un	Unidade de medida

Tabela 23 – Fatores de risco X₆, X₇, X₈ e X₉ associados aos indicadores técnicos

Variável Ind./ FR Nível / un	X ₆		X ₇		X ₈		X ₉	
	Rampa Incl. %	FR coef.	Inters. Int./km	FR coef.	Urbaniz. nº cs./km	FR coef.	C.Eletr.Veloc. nº contr./rod.	FR coef.
1	0,5	1,00	0,2	0,84	4	0,89	5	0,73
2	1,5	1,00	1	1,00	7	1,00	1	1,00
3	2,5	1,00	2	1,20	15	1,29	0	1,10
4	3,5	1,00						
5								
6								
7								
8								
9								

Legenda

Xi	Variável explicativa do modelo
Ind	Indicador técnico da rodovia
FR	Coefficiente do fator de risco
Nível	Nível do fator de risco
un	Unidade de medida

4.3.2 Exemplo Numérico do Caso Hipotético Ilustrativo

Os resultados do caso hipotético estudado forma obtidos através da equação 24 reproduzida abaixo.

$$n.^{\circ} \text{ acid } _{prev} = \left(\frac{\text{ExpRisco } _{Rod}}{\text{Pr } _{mediaRod}} \right) X_G + e$$

Em que

$$X_G = X_1 * X_2 * X_3 \dots X_j$$

X _G	Fator de Risco Geral para a Rodovia;
X	Fator de risco a acidentes;
j:	Modalidade do fator risco [1,2 3...n];
n° acid_prev	Número de acidentes anuais por rodovia [n°. acid];
ExpRisco_Rod:	Exp.ao risco de acidentes na rodovia individ.[veíc.km];
Pr_mediaRod:	Prob. média de acid.no conjunto das rod.[veíc.km/acid];
e	Erro da previsão [n° acid].

Finalmente, a previsão do número de acidentes anuais para esta rodovia hipotética é da ordem de dois eventos e meio, sendo este resultado obtido pela razão da taxa de exposição majorada do veículo na rodovia pela taxa de exposição da malha rodoviária (entre todas as rodovias), conforme demonstrativo apresentado na Ilustração 30.

$X_1 = 1,43$	
$X_2 = 0,97$	
$X_3 = 1,15$	$XG = (X_1) * (X_2) * (X_3) * (X_4) * (X_5) * (X_6) * (X_7) * (X_8) * (X_9)$
$X_4 = 2,43$	
$X_5 = 1,00$	
$X_6 = 1,00$	$X_G = 3,45$
$X_7 = 1,00$	ExpRisco_Rod = 50.000 [veíc.km]
$X_8 = 0,89$	Pr_mediaRod = 69.000 [veíc.km/acid]
$X_9 = 1,00$	nº acid_prev = 2,50 [nº. acid]

Ilustração 30 – Resultados numéricos do exemplo hipotético do modelo preditivo

4.4 REFERÊNCIAS DE INDICADORES DE ACIDENTALIDADE

Com vistas a estabelecer parâmetros de comparação para o trabalho, foram prospectados indicadores de acidentalidade motociclística, conforme Tabela 24, de alguns países. No Brasil, há muitas carências em pesquisas principalmente no que diz respeito ao nível de exposição veicular a sinistros. Não há ainda metodologia nos órgãos oficiais para mensuração deste parâmetro. Em virtude deste aspecto, não foi possível encontrar dados que possibilitassem dar suporte às comparações.

Tabela 24 – Comparação dos indicadores de acidentalidade motociclística

País	Registro ⁴ nº veíc. (X10 ³)	Acid. Obs. ⁴ nº acid.ano (X10 ³)	Risco Rel. Frota nº acid./nºveíc. (X10 ⁻²)	Exp.Frota nº veíc.km (X10 ¹⁰)	Exp.Rel. Frota nº veíc.km/nºacid (X10 ³)	Prob.Acid. nºacid./nºveíc.km (x10 ⁻⁶)
Reino Unido ¹	1.102,00	22,48	2,0	0,5160	229,67	4,4
EUA ²	5.264,53	73,32	1,4	1,0000	137,03	7,3
Brasil/RGS ³	476,48	1,12	0,2	0,0057	69,00	14,5

Legenda: U.K. Department for Transport¹
 U.S. Bureau of Transportation Statistics²
 DETRAN-RS/DAER/Polícia Rodoviária Estadual do RGS³
 Média entre 2001 e 2005⁴

4.5 ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso apresentados a seguir se constituem em uma análise detalhada das rodovias analisadas neste estudo que apresentaram maiores riscos de ocorrência de acidentes.

4.5.1 Rodovias com Maior Fator de Risco

A rodovia ERS734 despontou no trabalho como a detentora do maior grau de risco geral (4,44) para a ocorrência de acidentes motociclísticos, seguida das ERS444 (3,96) e ERS118 (3,59), conforme apresentado na Tabela 25 onde constam as 10 rodovias com maior grau de risco geral. A margem de tolerância admitida para o erro relativo absoluto, em cada rodovia individual, foi na ordem de 10 acidentes. Por conta deste critério, dentre as dez rodovias com maior risco de ocorrência de acidentes, apenas nas rodovias ERS444 e ERS115 os valores previstos de acidentes se mostraram inadequados. Nestes últimos casos, principalmente na rodovia ERS444, o modelo se mostrou mais pessimista que aquele representado pela realidade. Nas demais, o fator de risco geral (X_G), está espelhando razoavelmente o que está ocorrendo nas rodovias, em nível de acidentalidades.

Tabela 25 – As dez rodovias estaduais com maior fator risco

Ordem nº	Código ser	Perc.Veic. km.dia	Tráfego ^M nºveic.ano	Exposição ^R nºveic.ano.km	Nºacid. Obs.	Nºacid. Prev.	Erro Rel.	Erro Abs.	F Risco Geral X_G
83	ERS734	9	84.775	751.046	40,40	48,35	7,95	7,95	4,44
61	ERS444	14	31.616	445.804	6,40	25,57	19,17	19,17	3,96
5	ERS118	19	90.313	1.710.120	86,60	89,09	2,49	2,49	3,59
105	VRS314	7	10.001	72.093	0,60	3,26	2,66	2,66	3,12
104	VRS313	9	14.637	125.631	3,00	5,37	2,37	2,37	2,95
117	VRS338	6	17.228	107.350	0,20	4,50	4,30	4,30	2,89
73	ERS509	5	132.218	681.683	29,80	28,44	-1,36	1,36	2,88
10	ERS130	14	86.236	1.175.547	47,20	46,06	-1,14	1,14	2,70
25	ERS230	3	51.312	159.978	0,80	5,05	4,25	4,25	2,18
66	ERS464	4,22	29243,80	123.337,34	3,40	3,83	0,43	0,43	2,14

Legenda

Tráfego^M Tráfego Médio Motociclístico anual nos dois sentidos da rodovia

Exposição^R Exposição anual ao risco de acidentes na rodovia pela motocicleta

De acordo com os dados apresentados na Tabela 25, é possível algumas constatações. A Rodovia ERS734 apresenta elevados valores para fatores de risco devido ao nível

apresentado para as variáveis: tráfego total (3,60), seguido de urbanização (1,29) e número de interseções (1,20). Importante ressaltar que, nesta rodovia, todos os fatores, a exceção dos controladores eletrônicos e sinuosidade, obtiveram valores medianos ou majorados acima da média (1,00), o que pode explicar o alto grau atribuído a variável explicativa geral (X_G).

A ERS734 é uma estrada situada na zona sul do Estado que cumpre várias funções viárias. Com extensão aproximada total de aproximadamente 17 km dividido entre dois trechos. O primeiro trecho serve de ligação entre a cidade de Rio Grande e o entroncamento da BR 392 (7 km) ao mesmo tempo em que se constitui numa alternativa para escoamento da produção e fluxo de veículos oriundos da RST101 (via balsa de São José do Norte) em direção extremo sul do Estado.

Por outro lado, este mesmo trecho também se constitui em alternativa de percurso para caminhões acessarem o porto de Rio Grande, mesmo que a BR 392 seja o caminho mais apropriado. A área geográfica em que se insere a rodovia pode ser considerada em franca urbanização, sendo dotada de muitos acessos secundários e edificações a beira da estrada. Porém, no trecho que liga o entroncamento da BR 392 (Vieira) até a praia do Cassino (10 km) é dotado de características mais rurais.

Este segmento rodoviário é utilizado por comunidades situadas na zona sul do Estado, conjuntamente com as cidades de Rio Grande e Pelotas, para conduzi-las ao litoral Sul. No verão, há um tráfego sazonal muito intenso de veículos em direção ao balneário. Neste caso, o modelo se mostrou bastante adequado, em nível previsional, estimando a ocorrência de quarenta e oito (48) acidentes anuais motociclísticos quando na realidade ocorreram no período analisado, uma em média quarenta (40) eventos anuais. Os fatores de risco atribuídos pelo modelo parecem concordar com a situação existente. É importante salientar que se trata de uma rodovia com alta frequência absoluta de acidentes, bastante perigosa para o veículo de duas rodas, carecendo de mais ações que mitiguem esta situação ambiental preocupante.

A rodovia ERS 444 se colocou como aquela detentora do segundo maior fator de risco geral (3,96). O tráfego total veicular preponderou como principal indicador de periculosidade (1,52), seguido da largura de plataforma da via (1,43) e sinuosidade (1,40). Não pode ser considerada menos relevante a influência da urbanização do entorno da rodovia (1,29), número de interseções (1,20) e controladores eletrônicos de velocidade (1,10). Esta estrada possui dois ambientes de tráfego distintos: o primeiro englobando o trecho rodoviário da localidade de Barracão até o entroncamento da RST 470 (11 km) com características urbanas visto que contorna a cidade de Bento Gonçalves; o segundo pedaço da rodovia abarca o trecho

entre o entroncamento da RST 470 e a comunidade de Santa Tereza (27 km), sendo imbuído de características rurais.

No segmento rodoviário urbano, a topografia do terreno é ondulada com presença efetiva de muitas habitações contíguas, concentração populacional, alto tráfego veicular, e presença do comércio, aspectos sócio-econômicos que demandam acessibilidade da rodovia representada pela presença de intersecções. O traçado da ERS444 possui uma geometria bastante peculiar, no interior do município de Bento Gonçalves, próprio do terreno montanhoso, sendo considerado, comparativamente aos demais da malha rodoviária estadual, aquele com maior grau de sinuosidade média como também aquele detentor da maior inclinação média (rampa) representado pelos aclives e declives. No decorrer deste percurso, há muitas entradas e saídas de veículos oriundos da zona rural. Nesta estrada, o modelo estimou aproximadamente vinte e cinco (25,57) acidentes motociclísticos anuais quando, na verdade, só ocorreram seis (6) eventos anuais. Esta diferença entre o estimado e o observado indica que os fatores de risco associados a essa rodovia estão um pouco inflados, proporcionando uma visão muito pessimista do problema provavelmente devido a uma tendência dos especialistas em julgarem a rodovia mais pelo seu trecho urbano do que pelo rural.

A rodovia ERS 118 situa-se no terceiro lugar no ranking de fator de risco geral para motocicletas (3,59). O valor atribuído à variável tráfego total (3,82) influenciou esse ranking de forma incisiva, sendo secundada pela urbanização (1,29) e número de intersecções (1,20). Não menos importante é o fator de risco determinado pelo pavimento (1,15). Esta estrada representa, na prática, quase um anel viário metropolitano que contorna a capital do Estado, ligando a região de Viamão até o Vale do Rio dos Sinos (região de São Leopoldo e Novo Hamburgo), passando pelos municípios de Alvorada, Gravataí, Canoas, Esteio e Sapucaia do Sul.

Quando do nascedouro do projeto, nos anos setenta, a rodovia ERS 118 representava uma alternativa de percurso para acessar a BR 290, ERS 030 e ERS 040, desde a rodovia federal BR 116, nas imediações do município de Sapucaia do Sul. Posteriormente, nas décadas seguintes, foi um importante meio indutor do crescimento das comunidades abrangidas pelo traçado estimulando a instalação de muitas indústrias no seu entorno. Hoje, entretanto a infra-estrutura instalada não suporta mais este nível de desenvolvimento. As ocupações habitacionais, muitas ilegais, já ocupam a margem da via.

O pavimento de rolamento adotado para sua construção, na época, foi precursor na tecnologia do concreto armado. A situação atual é de um revestimento exaurido, praticamente sem solução de manutenção, a não ser a própria reconstrução.

Por um lado, a ERS 118, no trecho entre o entroncamento da BR 290 e o entroncamento da BR 116 (22 km), guarda características de uma via urbana congestionada, carecendo de obras para melhorias urgentes na infra-estrutura em vista do tráfego muito alto, capacidade da via esgotada e presença de interferências externas de toda ordem no fluxo veicular. Por outro, há outro dois segmentos com características mais rurais significativamente diferenciados do trecho inicial.

O primeiro segmento rodoviário (16 km) compreendido entre o entroncamento da BR 290 e a cidade de Viamão (Entroncamento da ERS 040) apresenta perfil rural. Mesmo dotado de tráfego veicular considerável é possível percorrê-lo em velocidades compatíveis a uma rodovia. O segundo segmento rodoviário (23 km) situado entre o entroncamento da ERS 040 até a localidade de Itapuã, próxima a Lagoa dos Patos se constitui numa área rural e de preservação ambiental, entretanto dotada de razoável movimento veicular. Na previsão de acidentes para a ERS 118, o modelo parece estar bem aderido à realidade, pois acusou a ocorrência de oitenta e nove (89) acidentes anuais confrontados com uma média anual de oitenta e sete (87) acidentes observados.

O grande número de acidentes absolutos envolvendo motocicletas tornam a rodovia muito perigosa ao tráfego para este tipo de veículo. O fator de risco associado ao tráfego é bastante elevado. Apesar de muitos estudos prevendo o aumento de capacidade da infra-estrutura e melhorias estruturais da estrada, pouco se fez até agora. Ao nível de segurança viária, se constitui um caso preocupante. Segue, através Tabela 26, a descrição completa dos coeficientes das dez rodovias com maior fator de risco bem como a caracterização do tipo do Fator de risco em observância aos critérios previamente definidos na Tabela 18.

Tabela 26 – Dez rodovias com maior fator risco

Ord. nº	Código SRE	Larg.Plat. X ₁	Caminh. X ₂	Pav. X ₃	Traf.T X ₄	Sin. X ₅	Ram. X ₆	Inters. X ₇	Urban. X ₈	C. Vel. X ₉	F. Risco X _G	F. Risco Tipo
83	ERS734	1,00	1,01	1,00	3,6	0,87	1,00	1,20	1,29	0,92	4,44	M.ALTO
61	ERS444	1,43	0,99	0,77	1,52	1,4	1,00	1,20	1,29	1,10	3,96	M.ALTO
5	ERS118"	1,00	1,00	1,15	3,82	0,87	1,00	1,20	1,29	0,61	3,59	M.ALTO
105	VRS314	2,54	1,00	1,00	0,68	1,07	1,00	1,20	1,29	1,10	3,12	M.ALTO
104	VRS313	1,83	0,97	1,00	0,86	1,13	1,00	1,20	1,29	1,10	2,95	M.ALTO
117	VRS338	2,54	1,01	1,00	0,96	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10	2,89	M.ALTO
73	ERS509	0,62	0,93	0,77	5,46	1,00	1,00	1,00	1,29	0,92	2,88	M.ALTO
10	ERS130	1,43	1,03	1,00	1,79	0,93	1,00	1,00	1,00	1,10	2,70	M.ALTO
25	ERS230	1,18	0,95	0,77	2,29	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	2,18	M.ALTO
66	ERS464	1,43	0,96	0,77	1,43	1,07	1,00	1,20	1,00	1,10	2,14	M.ALTO

4.5.2 Rodovias com Maior Fator de Risco e Maior Acidentalidade

Do universo compreendido pelo trabalho abarcando cento e dezenove (119) amostras, foram selecionadas do conjunto as dez (10) rodovias que apresentaram o maior número bruto de acidentes motociclísticos. As mesmas foram classificadas em ordem decrescente com relação ao fator de risco geral (X_G), conforme Tabela 27 e Tabela 28. Em nível de políticas relacionadas à segurança viária, estas rodovias tornam-se importantes com vistas a receber um tratamento diferenciado, inclusive orçamentário, do poder público no que diz respeito a propor melhorias na infra-estrutura disponível a fim de mitigar o problema. Ao mesmo tempo, pode ser ressaltado aos usuários, através de campanhas específicas, o potencial de risco representado pela condução motociclística nestas estradas.

Observando por este novo enfoque, além das rodovias ERS734 e ERS118, já analisadas na seção 4.4.1, percebe-se o destaque da rodovia ERS130 tanto em nível de acidentalidade bruta, como pela presença de elevado fator de risco para o uso de veículos de duas rodas. A ERS 130 é uma rodovia com extensão sob domínio de concessão (30 km) além de contemplar um pequeno trecho não concedido (6 km). Este último, dotado de características rurais e topografia ondulada, própria do Vale do rio Taquari, liga a cidade de Cruzeiro do Sul até o município de Lajeado, contornando esta cidade. A partir deste ponto, o tráfego se torna intenso em virtude dos deslocamentos urbanos (3 km) como também pela sobreposição do tráfego oriundo da rodovia RST453 com procedência da cidade de Venâncio Aires e arredores e direcionados ao entroncamento da BR386. Uma vez transpassada esta via federal, a rodovia ERS130 (24 km) segue rumo à cidade de Encantado e região nordeste do Estado em condições geográficas mais íngremes e com intenso fluxo veicular.

O elevado fator de risco geral encontrado para a ERS130 originou-se do alto tráfego veicular total (mais de cinco mil veículos por dia) e motociclístico (em torno de quatro e meio por cento da frota total passante) representado através do coeficiente de risco 1,79. A pequena largura da plataforma da via trouxe um impacto ao modelo pelo fator 1,43. Por fim, as variáveis identificadas pelos controladores eletrônicos (1,10) e presença de caminhões (1,03) ajudaram a majorar o coeficiente geral para o patamar em que se encontra. Apenas a sinuosidade (0,93) teve participação redutora no cálculo do fator de risco. As demais variáveis se mantiveram neutras modelo.

Segue, através da Tabela 27, a descrição completa dos coeficientes das rodovias com maior fator de risco e maior acidentalidade bruta, os indicadores estatísticos, de acordo com a

Tabela 28, bem como a caracterização do tipo do fator de risco em observância aos critérios já previamente definidos na Tabela 18.

Tabela 27 – Fatores de risco das rodovias com maior acidentalidade absoluta

Ord. nº	Código SRE	Larg.Plat. X ₁	Caminh. X ₂	Pav. X ₃	Traf.T X ₄	Sin. X ₅	Rampa. X ₆	Inters. X ₇	Urban. X ₈	Contr.Vel. X ₉	F.Risco X _G	F.Risco Tipo
83	ERS734	1,00	1,01	1,00	3,60	0,87	1,00	1,20	1,29	0,92	4,44	M.ALTO
5	ERS118	1,00	1,00	1,15	3,82	0,87	1,00	1,20	1,29	0,61	3,59	M.ALTO
10	ERS130	1,43	1,03	1,00	1,79	0,93	1,00	1,00	1,00	1,10	2,70	M.ALTO
1	ERS020	1,43	1,03	0,77	1,90	1,07	1,00	1,00	1,00	0,92	2,11	M.ALTO
2	ERS030	1,18	1,03	1,00	2,53	1,07	1,00	1,00	1,00	0,55	1,80	ALTO
27	ERS239	0,62	1,01	0,77	5,44	1,00	1,00	1,00	1,00	0,55	1,46	ALTO
3	ERS040	0,62	1,03	0,77	4,18	0,87	1,00	1,00	1,00	0,79	1,41	ALTO
28	ERS240	0,62	1,02	0,77	5,22	1,00	1,00	1,00	1,00	0,52	1,34	ALTO
6	ERS122	0,62	1,13	0,77	3,31	0,93	1,00	1,00	1,00	0,73	1,23	MÉDIO
44	ERS389	1,18	0,93	1,00	2,46	0,87	1,00	0,84	0,89	0,55	0,96	MÉDIO

A seguir na Tabela 28 estão representados os principais indicadores estatísticos das rodovias com maior quantidade de acidentes absolutos conjuntamente com o maior fator de risco.

Tabela 28 – Ind. estatísticos. das rod. com maior acid.absoluta e maior fator risco

Ordem nº	Código Ser	Ext. ^a km	Exposição ^R nºveic.ano.km	nºacid. Obs.	nºacid. Prev.	Erro Rel.	Erro Abs.	Freq. Acid. Obs.	Freq. Acid. Prev.	F. Risco XG
83	ERS734	17,33	751.046	40,4	48,35	7,95	8	3,60%	4,22%	4,44
5	ERS118	61,46	1.710.120	86,6	89,09	2,49	2,5	7,71%	7,78%	3,59
10	ERS130	35,54	1.175.547	47,2	46,06	-1,1	1,1	4,20%	4,02%	2,7
1	ERS020	160,98	1.737.300	53,8	53,24	-0,6	0,6	4,79%	4,65%	2,11
2	ERS030	98,69	2.881.573	82,00	75,00	-7,00	7,00	7,30%	6,55%	1,8
27	ERS239	71,63	5.471.612	121,8	115,5	-6,3	6,3	10,84%	10,09%	1,46
3	ERS040	94,85	5.504.915	113,4	112,4	-1	1	10,09%	9,82%	1,41
28	ERS240	33,58	2.076.257	32,4	40,33	7,93	7,9	2,88%	3,52%	1,34
6	ERS122	154,51	3.813.258	63,6	67,76	4,16	4,2	5,66%	5,92%	1,23
44	ERS389	93,38	2.707.217	36	37,67	1,67	1,7	3,20%	3,29%	0,96
Sub	Total			677	685			60,27%	59,88%	
Demais	Rodovias			446	459			39,73%	40,12%	
Total	Geral			1.124	1.145			100,00%	100,00%	

5 CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES DE AÇÕES

5.1 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentada uma análise sobre acidentalidade de motocicletas em rodovias do Rio Grande do Sul. A revisão teórica evidencia que a condução de um veículo de duas rodas pressupõe muitas habilidades cognitivas, sensório-perceptivas e motoras de alto nível. Além destas habilidades, são necessários um treinamento teórico-prático específico no veículo, uma desejável experiência e maturidade ao lidar com situações de trânsito que se alternam rapidamente em função da agilidade da motocicleta. Ver e ser visto pelos demais veículos se constitui em regra básica a ser cumprida pelos condutores.

O modelo previsional partiu de uma função de risco, fundamentada em princípios estocásticos, que previa a estimação inicial de parâmetros como probabilidade de acidentes, exposição veicular e fatores de risco envolvidos em sinistros motociclísticos. Mediante procedimentos matemáticos iterativos, estes parâmetros foram ajustados conforme o fator de explicação estatístico (R^2) alcançava progressos. Em cada rodovia da malha estudada, foram então calibrados os fatores de risco com vistas a minimizar o erro relativo entre a quantidade de acidentes preconizada pelo modelo frente aquela observada na realidade.

Os fatores contribuintes predominantes associados à acidentalidade do veículo de duas rodas estão relacionados a comportamentos e atitudes inapropriados do condutor à condição ambiental ou ao tráfego existente. As carências da via (projeto e conservação), geralmente predispostas a atender os veículos de quatro rodas contribuem para a ocorrência de acidentes rodoviários envolvendo motocicletas. Há problemas também afeitos à *performance* da própria motocicleta em vista da deficiência na operação e manutenção veicular como também, não raramente, vícios construtivos ou de *design* do produto, por exemplo: falhas na montagem do sistema de freio da motocicleta quando da sua fabricação e folgas na suspensão do veículo por erros de dimensionamento na etapa de projeto. O descumprimento às regras de circulação viária, principalmente quando proporcionados pelos demais veículos que não respeitam o veículo mais frágil e rápido e as manobras moto ciclísticas impróprias (saída de curva, ultrapassagem, filtragem, etc.) à condição da via ou do trânsito, se constituem em tipologia comum de acidentes envolvendo veículos de duas rodas.

A despeito da crescente utilização dos veículos de duas rodas no sistema de transporte, persistem muitas carências inerentes ao conhecimento quanto à forma de utilização deste meio de locomoção no ambiente viário. O diminuto tamanho e a relação peso do veículo lhe conferem agilidade e alto desempenho no conturbado trânsito nacional. Esta característica, aliada à ampliação da oferta industrial conjuntamente com facilidades de crédito para aquisição do bem, transforma este pequeno veículo em ferramenta de trabalho, nas grandes cidades, para muitas pessoas, que a transformam em meio de sustento de vida.

Muito embora o uso das motocicletas, em meio urbano, já esteja sendo objeto de estudo de muitas entidades públicas e privadas no país, ainda assim é pouco conhecido o perfil de uso deste veículo em estradas. O ambiente rodoviário difere demasiadamente daquele encontrado pelo condutor veicular ao permear as ruas e avenidas da cidade. Neste último, os caminhos disponíveis são preferencialmente ortogonais, em forma quadricular, dotados de muitos cruzamentos; poucas curvas, alta concentração de automóveis, circulação intensa de ônibus combinados com envolvimento acentuado de pedestres e de outros elementos externos no ambiente viário, decorrendo destes fatores intervenientes um tráfego mais lento. Nas estradas; por outro lado, preponderam outros atributos geométricos e operacionais. A velocidade média do fluxo veicular é superior nas rodovias, se comparada com aquela existente no ambiente urbano porque na diretriz que norteia a concepção das estradas é pronunciada a valoração da função mobilidade em detrimento da acessibilidade.

O meio físico onde os veículos transitam nas rodovias possui um traçado no formato de uma linha reta entremeada por muitas curvas que avançam sobre terreno ora em aclave, ora em declive, ora em superfície plana. A composição do tráfego em estradas, ao contrário do ambiente urbano, traz a presença preponderante do veículo caminhão com todas as implicações operacionais na via que dele advêm. Na realidade brasileira, embora não devesse, há circulação de pedestres na margem da rodovia.

O volume do tráfego vem crescendo de forma contínua, nos últimos anos, conforme dados dos departamentos estaduais de transporte. A indústria automotiva tem agregado ao mercado muitos veículos, principalmente veículos de duas rodas. Se por um lado, a participação efetiva dos veículos de duas rodas já é muito intensa no meio urbano, trazendo muitas preocupações às autoridades de trânsito municipais. Por outro, estes diminutos veículos também começam a ser percebidos nas estradas, seja na questão operacional como também na maior participação em acidentes. Apesar da crescente presença da motocicleta no ambiente rodoviário, não foi identificada, em nível da agência de transportes estadual, uma metodologia para a apropriação deste tipo de veículo nos procedimentos para a contagem de

tráfego. Quanto ao objetivo da proposição de um modelo estatístico de previsão de acidentes motociclísticos envolvendo motocicletas, o trabalho procurou estabelecer uma aplicação prática acerca da acidentalidade motociclística em rodovias pertencentes ao Estado do Rio Grande do Sul. Com este intento, foram prospectadas informações técnicas em três níveis de dados: Os boletins de acidentes, o cadastro veicular e o Sistema Rodoviário Estadual. A partir destes elementos, através de uma metodologia específica, foi proposto um modelo estatístico previsional que levou em consideração alguns indicadores técnicos afeitos a cada rodovia como também identificou e atribuiu valores aos fatores de risco associados a estes indicadores. Após, foi confrontado o número de acidentes efetivamente observados em cada rodovia com relação aqueles estimados pelo modelo. No passo seguinte, se aferiu o erro relativo e absoluto da previsão com vistas a identificar possíveis inconsistências e validar o processo. Por resultado final do modelo, foram mensuradas as exposições relativas a acidentes em cada rodovia conjuntamente com os fatores de risco.

Quanto ao objetivo de identificar as rodovias estaduais do Rio Grande do Sul com maior propensão à ocorrência de acidentes envolvendo motocicletas, na pesquisa foram elencadas e classificadas relativamente ao fator de risco. Neste quesito, preponderou dentre todas as amostras (119) a ERS734 (4,44), seguida da ERS444 (3,96) e ERS118 (3,59). Se considerados o critério das dez principais rodovias detentoras de indicadores brutos de acidentalidade combinado com o maior fator de risco geral, destacou-se novamente a rodovia ERS734 (4,44), sendo agora seguida pela ERS118 (3,59) e ERS130 (2,70).

O método também estabeleceu nominalmente as faixas de risco. Além das três rodovias já citadas e classificadas como de muito risco, seguiram-se as demais em ordem decrescente: ERS020 (2,11) e ERS030 (1,80). Na faixa de alto risco foram constadas a ERS239 (1,46), ERS040 (1,41) e ERS240 (1,34). Da mesma forma, sendo merecedoras de um estudo futuro mais aprofundado destes casos, em vista do razoável número de acidentes reais absolutos conjugados com a atribuição do grau de risco médio, foram elencadas as rodovias ERS122 (1,23) e ERS389 (0,96). Pode ser verificada também na Tabela 28 que este conjunto de rodovias responde por quase sessenta por cento (60%) de todos os casos de acidentes motociclísticos rodoviários da malha rodoviária estudada. Em decorrência deste fato, os investimentos públicos para melhoria da infra-estrutura existente e campanhas de segurança viária devem ser dirigidos para atingir este importante grupo de estradas e seus usuários. Ações públicas com vistas a mitigar os fatores de risco são importantes, pois diminuem a probabilidade da ocorrência de acidentes motociclísticos como também reduzem o efeito

negativo decorrente das externalidades econômicas e sociais do acidente, tão prejudiciais e onerosas à sociedade.

Quanto ao objetivo de mensurar e avaliar os prováveis fatores de risco do ambiente rodoviário foram pesquisadas nove variáveis consideradas importantes para a ocorrência dos acidentes motociclísticos. Dentre aquelas que apresentaram maior efeito no modelo previsional, destacaram-se: tráfego total (X_4) seguido de largura da plataforma da via (X_1). A variável rampa ou inclinação média da rodovia (X_6) não se mostrou sensível ao modelo, apresentando um comportamento neutro. O efeito da presença dos caminhões (X_2) se mostrou de intensidade muito baixa. As demais variáveis representadas pela sinuosidade da rodovia (X_5), condição do pavimento (X_3), quantidade de controladores eletrônicos de velocidade (X_9), quantidade de interseções na rodovia (X_7) e nível de urbanização do entorno da rodovia (X_8) tiveram uma repercussão baixa no modelo.

O estudo também atendeu ao objetivo de apresentar um modelo preditivo de acidentes motociclístico em nível de projeto. Em decorrência da metodologia aplicada, foi determinada a probabilidade média de acidentes intrínseca à malha rodoviária como também foram identificados e mensurados os coeficientes de risco do conjunto de rodovias. A partir destes dados, é possível então estimar a quantidade futura de acidentes pertencente a uma rodovia em fase de projeto. Para isso, torna-se necessário informar ao modelo a extensão a ser percorrida pela motocicleta (taxa de exposição) e as características técnicas da estrada que por ela será usada como percurso.

Quanto ao objetivo de buscar o referenciamento dos indicadores de acidentalidade motociclística no meio rodoviário foi estabelecido um termo de comparação entre o Estado do Rio Grande do Sul e outros países. Apesar de primeiro caso possuir uma taxa relativa de acidentes na frota próximo de dois eventos anuais por um milhão de veículos licenciados, muito inferiores às existentes em nações, como Estados Unidos e Reino Unido, que detêm taxas de quatorze eventos e vinte acidentes anuais por milhão de veículos registrados respectivamente, há outros quesitos a serem analisados. A taxa de exposição a acidentes a que os veículos originários das diferentes geografias se submetem, ao percorrerem os percursos anuais; entretanto, são muito diversas. A frota motociclística dos Estados Unidos desenvolve em torno de dez bilhões de quilômetros anuais, na Inglaterra e países da comunidade britânica, aproximadamente cinco bilhões, frente apenas sessenta milhões de quilômetros anuais viajados na malha rodoviária pela frota do Rio Grande do Sul. Os números absolutos de acidentalidade envolvendo os veículos de duas rodas também são muito díspares. Nos Estados Unidos mais de setenta e três mil motociclistas se envolvem em acidentes por ano,

contra vinte e dois mil casos no Reino Unido, contra aproximadamente mil casos anuais, em média, ocorridos no Rio Grande do Sul.

Ao proceder uma análise mais aprofundada dos dados de acidentalidade motociclística percebe-se que os riscos assumidos pelas frotas motociclísticas nas três situações são bastante peculiares e distintas. A probabilidade de ocorrência de acidentes para a frota do Rio Grande do Sul, estimada é de uma evento para uma distância percorrida equivalente a sessenta e nove mil quilômetros. Já nos Estados Unidos e Reino Unido será necessário assumir o risco de viagem por uma distância padrão de cento e quarenta mil quilômetros e duzentos e trinta mil quilômetros anuais respectivamente

Conforme os dados levantados, considerando-se o contexto da malha rodoviária, há uma probabilidade média anual de haver quatorze e meio acidentes por milhão de quilômetros viajados no Rio Grande do Sul contra sete e quatro e meio acidentes por milhão de quilômetros percorridos nos Estados Unidos e Reino Unido respectivamente. Por conclusão, a frota motociclística do Rio Grande do Sul apresenta uma probabilidade de envolvimento em acidentes duas vezes e três vezes maior, do que aqueles incorridos pela frota dos Estados e Reino Unido, respectivamente.

A revisão teórica ainda alertou para a seguinte questão: há pessoas, pertencentes faixa etária de meia idade, dotadas de capacidade econômica, que já usufruíram da motocicleta em outras épocas e que agora estão retornando a qualidade de usuário deste veículo. Porém, detentores de um padrão econômico mais confortável passam a ser usuários de motocicletas de grande porte para fins de lazer. Este grupo é chamado de pilotos retornantes. Alguns, ao contrário do bom senso esperado, adotam comportamento de risco em função do excesso de autoconfiança. Composto outro grupo de motociclistas, há aqueles que, mesmo sem experiência, adquirem o veículo, dado as facilidades econômicas, em substituição ao meio de transporte público coletivo deficiente e dispendioso. Em virtude das grandes distâncias entre os locais de trabalho, recreação e moradia, geralmente situadas em regiões metropolitanas, visando poupança de tempo e recursos financeiros, estas pessoas se submetem ao alto risco de percorrer trechos rodoviários movimentados de características muito peculiares para atender os seus compromissos laborais e sociais.

O padrão da condução dos veículos de duas rodas é tema de estudo corrente nos organismos de segurança viária no mundo. Por outro lado, a cultura da motocicleta, ao contrário de outros países, ainda é recente no Brasil. Passa por abordar questões acerca do entendimento do comportamento humano ao fazer uso deste meio de locomoção; verificar a qualidade das vias públicas ofertadas aos usuários no que concerne aos quesitos de conforto e

segurança; acompanhar o desenvolvimento industrial dos veículos; verificar o sistema de transporte como parte integrante do serviço requisitado pelas comunidades quanto aos direitos de ir e vir; entender a repercussão dos fenômenos sócio-econômicos no ambiente de trânsito e assim por diante.

É importante que a discussão do uso da motocicleta envolva a sociedade na promoção de aspectos comportamentais humanos afeitos ao correto uso do equipamento, em estrito cumprimento às normas de segurança. Essa discussão também abarca questões éticas, normativas e legais ao pressionar o poder público a promover uma legislação equilibrada que discipline e leve em consideração a proteção dos elementos mais frágeis do sistema de transportes (motocicletas, bicicletas e pedestres). Destaca-se também a importância da oferta de uma infra-estrutura adequada ao veículo de duas rodas. Hoje os projetos viários são pensados, preponderantemente, para acomodar as necessidades e limitações dos veículos de quatro rodas. Por fim, cabe aos fabricantes a oferta produtos veiculares bem concebidos tecnologicamente, econômicos e seguros sempre voltados à promoção do bem estar do ser humano.

5.2 PROPOSIÇÃO DE AÇÕES

A fim de melhorar a compreensão da acidentalidade motociclística e dar embasamento técnico para as ações de reforço da segurança viária, ao nível estadual, poderiam ser focados esforços nos aspectos a seguir. Ao nível de agência executiva de transportes (DAER): estimular, através de novos estudos e pesquisas, o aprimoramento dos modelos previsionais de acidentes com vistas a dimensionar o tamanho e repercussão da sinistralidade rodoviária envolvendo veículos de duas rodas como também determinar aquelas estradas com maior fator de risco; refinar o projeto, construção e manutenção destas rodovias para receberem obras de melhoria, tornando-as confiáveis à operação das motocicletas; estabelecer uma metodologia de contagem de tráfego que passe a incorporar este veículo no padrão amostrado; diminuir os espaços temporais e aumentar o universo de rodovias abrangidas pela contagem; estimular as pesquisas sobre itinerários e destinos, preferências veiculares e distâncias percorridas por cada modal de transporte; manter atualizada a base cadastral do SRE onde estejam constados, além dos atributos físicos, legais e técnicos associados às estradas, os indicadores de acidentes por trecho rodoviário; estabelecer, de forma consciente e realista, o planejamento e execução do orçamento público de forma a prover as necessidades presentes e futuras do sistema de transportes; articular e coordenar, junto à Polícia Rodoviária Estadual e DETRAN, um sistema de informações que contemple os principais dados inerentes ao cadastro de veículos, rodovias e acidentes no Estado; coordenar e implementar uma equipe multidisciplinar de investigação de casualidades, envolvendo também outros órgãos da administração estadual com vistas a obter *feedback* dos acidentes no que diz respeito à melhoria da segurança das rodovias;

Em nível do órgão de registro e fiscalização veicular (DETRAN), caberia: aprofundar os métodos e critérios utilizados na concessão de licenças de direção veicular; avaliar os conteúdos programáticos dos cursos de treinamentos ministrados pelas escolas preparatórias, estimular pesquisas visando o entendimento do padrão comportamental dos usuários de motocicletas; regular as especificações técnicas dos veículos em conformidade com os *standards* dos fabricantes; manter campanhas públicas de trânsito para reduzir a sinistralidade; intercambiar informações com os outros órgãos de forma a alertar os condutores sobre tipologias de acidentes, prevenindo-os sobre os principais riscos assumidos ao trafegar nas estradas; dar suporte humano, técnico e legal aos estudos de investigação

profunda de acidentes motociclísticos; publicar estes estudos para conscientização da população, promovendo contramedidas para reverter o quadro.

Em nível do órgão de policiamento rodoviário caberia: desenvolver e ampliar o sistema em uso de registro de ocorrências de forma a torná-lo mais preciso e ágil; disponibilizar este sistema *on line*, interligando-o entre todos os grupamentos policiais; sintetizar e objetivar o boletim de acidentes seja pela descrição completa dos dados essenciais relacionados ao sinistro, adotar o posicionamento geográfico do local do acidente de acordo com o SRE, em observância também aos marcos quilométricos, unificando as coordenadas, possibilitando a integração total entre os dois sistemas SRE (DAER) e SEAT (Polícia Rodoviária Estadual); treinar recursos humanos para formar uma equipe multidisciplinar de investigação de acidentes; ajudar em campanhas públicas de conscientização de motociclistas uma vez que a instituição também é usuária deste tipo de veículo, constituindo-se em referência no tema abordado.

Em nível dos clubes e ONG's competiria: promover o uso sadio, participativo e social do veículo de duas rodas, desvinculando-o do álcool, drogas e competições nas ruas; difundir a técnica correta da pilotagem conjuntamente com a manutenção apropriada para a máquina; ajudar na disseminação das idéias do comportamento maduro e consciente do condutor do veículo de duas rodas em vias públicas; fiscalizar e pleitear do poder público um ambiente propício para a prática do motociclismo; exigir leis e cumpri-las na defesa do trânsito seguro.

REFERÊNCIAS

AASHTO. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **Highway Safety Design and Operations Guide**. Washington: AASHTO, 1997.

ADURA, F. **Medicina de Tráfego**. São Paulo: ABRAMET, 2002.

ANFAVEA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Relatório Anual da Produção Industrial de Veículos Automotores**. São Paulo: ANFAVEA, 2005. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>> Acesso em: 22 dez. 2005.

BEDNAR, F; BILLHEIMER, J; McREA, K; SABOL, S. **Motorcycle Safety**. Washington: TRB, Millennium Papers, 2001. Disponível em: < http://www4.trb.org/trb/onlinepubs.nsf/web/by_committee >. Acesso em: 8 mar. 2006.

BM. BRIGADA MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. **Estatísticas de Acidentes de Trânsito**. Disponível em: < <http://www.brigadamilitar.rs.gov.br/crbm/> Acesso em: 15 dez. 2005.

BM. BRIGADA MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. **Sistema de Estatística e Acidentes de Trânsito**. Disponível em: < <http://www.brigadamilitar.rs.gov.br/crbm/> Acesso em: 19 mai. 2006.

BRAGA, M.G.C.; TRINDADE JÚNIOR, R. **Avaliação das Informações Estatísticas de Acidentes de Trânsito Disponíveis nos Sites dos Departamentos Estaduais de Trânsito do Brasil**. Rio de Janeiro. UERJ, 2004.

BRASIL. **Plano Nacional de Viação**. Congresso Nacional. Brasília, 1973.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**. Congresso Nacional. Brasília, 1997.

CARDOSO, G. **Modelo para Previsão de Acidentes de Trânsito em Vias Arteriais Urbanas**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

COELHO, H.S. Análise da **Influência das Características Físico-Operacionais das Vias na Ocorrência de Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais**. Brasília: Unb, 1999. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia, Universidade de Brasília, 1999.

CRBM. COMANDO RODOVIÁRIO DA BRIGADA MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. **Estrutura Funcional e Administrativa do Comando Rodoviário da Brigada Militar**. Disponível em: < <http://www.brigadamilitar.rs.gov.br/crbm/> Acesso em: 06 dez. de 2006.

DAER. DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL. **Plano Rodoviário Estadual**. DAER. Porto Alegre, 1974.

DAER. DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL. **Normas de Projetos Rodoviários**. DAER. Porto Alegre, 1991.

DAER. DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL. **Normas e Instruções de Serviços Complementares - Aditivo nº1**. DAER. Porto Alegre, 1994.

DAER. DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL. **Relatórios sobre Acidentes de Trânsito em Rodovias do Rio Grande do Sul nos Anos 2002, 2003, 2004 e 2005**. DAER. Porto Alegre, 2005.

DAER. DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL. **Sistema Rodoviário Estadual**. DAER. Porto Alegre, 2006a.

DAER. DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL. **Manual de Sinalização Viária** DAER. Porto Alegre, 2006b.

DAER. DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO RIO GRANDE DO SUL. **Relatórios Técnicos 1999-2006 do Programa de Recuperação e Manutenção de Rodovias do RGS** : Loan Agreement nº4165BR–World Bank. DAER. Porto Alegre, 2007.

DENATRAN. DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de Identificação Análise e Tratamento de Pontos Negros**. DENATRAN. Brasília, 1987.

DENATRAN. DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual da Direção Defensiva: Trânsito Seguro é um Direito de Todos**. DENATRAN. Brasília, 2005. Disponível em: < <http://www.denatran.gov.br> Acesso em: 8 mar. 2006.

DENATRAN. DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Registro Nacional de Estatísticas e Acidentes de Trânsito**. DENATRAN. Brasília, 2006a. Disponível em: < <http://www.denatran.gov.br> Acesso em: 8 mar. 2006.

DENATRAN-DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Pesquisa: Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras**. DENATRAN. Brasília, 2006b. Disponível em: < <http://www.denatran.gov.br> Acesso em: 8 mar. 2007.

DETRAN. DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Anuários Estatísticos nos Anos 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005**. DETRAN. Porto Alegre, 2005. Disponível em <http://www.detran.rs.gov.br/>>> Acesso em 28 dez. 2005.

DfT. DEPARTMENT FOR TRANSPORT. **Scoping Study on Motorcycle Study**. London: Dft, Road Safety Research Report, nº. 36, 2003. Disponível em <<http://www.dft.gov.uk>>> Acesso em 28 fev. 2006.

DfT. DEPARTMENT FOR TRANSPORT. **Review of the Contributory Factors System**. London: Dft, Road Safety Research Report, nº.43, 2004. Disponível em <<http://www.dft.gov.uk>> Acesso em 28 fev. 2006.

DfT. DEPARTMENT FOR TRANSPORT. **Depth Study of Motorcycle Accidents**. London: Dft, Road Safety Research Report, n°54, 2005a. Disponível em <<http://www.dft.gov.uk>> Acesso em 28 fev. 2006.

DfT. DEPARTMENT FOR TRANSPORT. **The Older Motorcyclists**. London: Dft, Road Safety Research Report, n°55, 2005b. Disponível em <<http://www.dft.gov.uk>> Acesso em 28 fev. 2006.

DOWNING, D; CLARK, J. **Estatística Aplicada**. 3 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2000.

FHWA. FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Safety Effectiveness of Highway Design Features - volume II: Alignment**. Washington: FHWA, Report no. FHWA-RD-91-045, 1992a.

FHWA. FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Safety Effectiveness of Highway Design Features - volume III: Cross Sections**. Washington: FHWA, Report no. FHWA-RD-91-046, DC, 1992b.

GAO. GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE. **Highway Research Continues on a Variety of Factors that Contribute to Motor Vehicle Crash**. Washington: United Report to Congressional Requesters, n°GAO-03-436, 2003.

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES F. P. **Estudo de Desempenho de Misturas Asfálticas Convencionais e Modificadas com Polímeros em Pavimentos Flexíveis**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

HAIR, J; ANDERSON, R; TATHAM, R. **Multivariate Data Analysis**. 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall International, 1998.

HING J.Y.C.; STAMATIADIS, N.; AULTMAN-HALL, L. Evaluating the Impact of Passengers on the Safety of Older Drivers. **Journal of Safety Research**, Itasca, v.34, n°4, p 343-351, 2003.

HURT, H.H; OUELLET, J.V.; THOM, D.R. **Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures**. Los Angeles: Traffic Safety Center, University of Southern California, 1980.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil em Síntese**. Base de Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 30 dez 2005.

IIHS. INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY. Higher Speed Limits Mean Faster Speeds and More Highway Deaths. **Status Report Newsletter**, Arlington, v32, n° 8, 1997. Disponível em <<http://www.iihs.org>> Acesso em 26 jun. 2006.

IIHS. INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY. Special Issue: State Traffic Safety Laws: Includes Information on Helmet Use Laws. **Status Report Newsletter**, Arlington, v35, n° 10, 2000. Disponível em <<http://www.iihs.org>> Acesso em 26 dez 2006.

IIHS. INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY. **Vehicle Center Guide: Ten Years for Progress**. Disponível em <<http://www.iihs.org>> Acesso em 28 dez. 2006.

IIHS. INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY. **Vehicle Center Guide: Vehicle Rating**. Disponível em <<http://www.iihs.org>> Acesso em 03 jan. 2007.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA APLICADA. **Base de Dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão do Brasil**. Brasília: Ipeadata, 2005. Disponível em <<http://www.ipea.gov.br>> Acesso em 26 jan. 2005.

ITE. **Traffic Engineering Handbook**. Institute of Transportation Engineering. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

JUTAEEK, O; SIMON, W; DOOHEE, N. **Accident Prediction Model for Railway - Highway Interfaces**. Washington: TRB: Annual Meeting Report, 2005.

KIM, D.G.; LEE, Y.; WASHINGTON, S.; CHOI, K. Modeling Crash Outcome Probabilities at Rural Intersections: Application of Hierarchical Binomial Logistic Models. **Accident Analysis and Prevention**, Oslo, v39, p.125-134, 2007.

KOHLER, H. **Statistics for Business and Economics**. 3 ed. New York: Harper Collins College Publishers, 1994.

LANGLEY, J.; MULLIN, B. Motorcycle Engine Size and Risk of Moderate to Fatal Injury from Motorcycle crash. **Accident Analysis and Prevention**, Oslo, v32, n°6, p.659-663, 2000.

MANNERING, F.L.; GRODSKY, L.L. Statistical Analysis of Motorcyclists Perceived Accident Risk. **Accident Analysis and Prevention**, Oslo, v27, n°1, p. 21-31, 1995.

MARCON, A.; ARANOVICH, F. **Curso de HDM: Highway Development Management**. Porto Alegre: DAER, 1998.

MAYHEW, D.R.; SIMPSON, H.M. **The Effectiveness and Role of Driver Education and Training in Graduated Licensing System** Ottawa: Traffic Injury Research Foundation, 1996.

McKNIGHT, A.J. **Driver Education and Regulation**. Washington: TRB, Millennium Papers, 2001. Disponível em: <http://www4.trb.org/trb/onlinepubs.nsf/web/by_committee>. Acesso em: 8 jun. 2005.

McKNIGHT, A.J.; McKNIGHT, A.S. The Effects of Motorcycle Helmets Upon Seeing a Hearing. **Accident Analysis and Prevention**, Oslo, v27, n°4, p.493-501, 1995.

MENDENHALL, W. **Estadística para Administradores**. 2. ed. México: Grupo Editorial Iberoamérica, 1998.

MIAOU, S.; LUM, H. Modeling Vehicle Accident and Highway Geometric Design Relationship. **Accident Analysis and Prevention**, Oslo, v25, n°6, p. 689-109, 1993.

MONTGOMERY, D; PECK, E. **Introduction to Linear Regression Analysis**. New York: John Wiley&Sons, 1992.

MOSEDALE J; PURDY, A; CLARKSON, E. **Contributory factors to road accidents**. London: DfT, 2003.

MOUNCE.N.;BRACKET,Q.;HINSHAW,W.;LUND,A.K;WELLS,J.K. **The Reinstated Comprehensive Motorcycle Helmet Law in Texas**. Arlington: Insurance Institute for Highway Safety, 1992

MS-MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Estatísticas de Doenças e Mortalidade**. MS. Brasília, 2005. Disponível em <<http://www.portal.saude.gov.br>> Acesso em 9 jun. 2005.

MSF-MOTORCYCLE SAFETY FOUNDATION. **National Agenda for Motorcycle Safety**. Disponível em <<http://www.msf.org>> Acesso em 20 dez. 2005.

MT-MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Programa Pare: Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. MT. Brasília, 2002.

MUELLMAN, R., L.; MLINEK, E.J.; COLLICOT, P.E. Motorcycle Crashes Injury and Costs: Effect of a Re-enacted Comprehensive Use Law. **American Journal of Emergency**, New York, v21, p.266-272, 2002.

NAÇÕES UNIDAS. **Un Nuevo Enfoque para la Gestion y Conservación de Rede Viales**. Santiago: Nações Unidas, Comissão Econômica para América Latina y el Caribe, 1994.

NHTSA. NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY **Costs of Injuries Resulting from Motorcycle Crashes: A Literature Review**. Washington: NHTSA, 2002. Disponível em <<http://www.nhtsa.dot.gov>> Acesso em: 30 jan. 2006.

NHTSA.NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY. **National Center for Traffic Statistics and Analysis**. Washington:NHTSA,2005a. Disponível em <<http://www.nhtsa.dot.gov>> Acesso em: 30 jan. 2006.

NHTSA.NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY. **Traffic Safety Facts: Motorcycle Helmet Use Law**. Washington:NHTSA,2005b . Disponível em <<http://www.nhtsa.dot.gov>> Acesso em: 30 jan. 2006.

NHTSA. NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY. **Without Motorcycle Helmets, We All Pay the Price**. Washington:NHTSA,2005c . Disponível em <<http://www.nhtsa.dot.gov>> Acesso em: 30 jan. 2006.

NODARI, C. T. **Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários Rurais de Pista Simples**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

NORVELL, D., C.; CUMMINGS, P. Association of Helmet Use with Death in Motorcycle Crashes: a Matched-Pair Cohort Study. **American Journal of Epidemiology**, New York, n°156, p.483-487, 2002.

OGDEN; K, W. **Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering**. Cambridge: Ashgate Publishing Limited, 1996.

ORTUZAR; J, D.; WILUMSEN, L, G. **Modeling Transport** England: Jonh Wiley & Sons, 1996.

PARKIN, P.; WARDMAN, M; PAGE, M. Models of Perceived Cycling Risk and Route Acceptability. **Accident Analysis Prevention**, Oslo, v39, p. 364-371, 2007.

PELOSI, M; SANDIFER, T. **Doing Statistics for Business with Excel**. New York: Jonh Wiley & Sons, 2002.

PIGNATARO, Louis. **Traffic Engineering**. New Jersey: Prentice Hall, 1973.

PREUSSER, D.F.; HEDLUND, J.H; ULMER, R.G. **Evaluation of Motorcycle Helmet Law Repeal in Arkansas and Texas**. Washington: NHTSA,2000. Disponível em <[http:// www.nhtsa.dot.gov](http://www.nhtsa.dot.gov) Acesso em: 30 jan. 2005.

PREUSSER, D.F.; WILLIAMS, A.F; ULMER, R.G. Analysis of Fatal Motorcycle Crashes: Crash Typing. **Accident Analysis and Prevention**, Oslo, 27, p. 845-851, 1995.

QUDDUS, M.A.; NOLAND, R.B.; CHIN H.C. An analysis of Motorcycle Injury and Vehicle Damage Severity Using Ordered Probit Models. **Journal of Safety Research**, Itasca, v33, p. 445-462, 2002.

RAGSDALE, C. **Spreadsheet Modeling and Decision Analysis**. New York: South-Western College Publishing, 2001.

ROSA, C. N. **Custos da Perda de uma Vida e Médico-Hospitalares nos Acidentes de Trânsito**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. Tese (Doutorado) Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

RUTTER, D.R.; QUINE, L. Age and Experience in Motorcycling Safety. **Accident Analysis and Prevention**, Oslo, v28 n°1, p15-21, 1996.

SANTANA, R.M.; BRAGA, M.G.C.; SANTOS, M.P.S. **Segurança no Trânsito para Motoristas Idosos: Desafios e Perspectivas**. Rio de Janeiro: UFRJ, Textos sobre envelhecimento, v.7, n°1, 2004.

SENÇO, W. **Pavimentação**. 3ª edição. São Paulo: Grêmio Politécnico, 1980.

SJÖGREN, H; BJÖRNSTIG, U; ERIKSON, A; ÖSTRÖM, M Differences between Older and Younger Drivers; Characteristics of Fatal Car Crashes and Driver Injures, **Safety Science**, London, v.23, n°1, p. 63-77, 1996.

SPIEGEL, M. **Estatística**. Coleção Schaum São Paulo: Editora McGraw-Hill do Brasil, 1975.

STEVENSON,W.**Estatística Aplicada à Administração**.São Paulo: Editora Harper e Row do Brasil,1981.

TIHT.THE INSTITUTION OF HIGHWAYS AND TRANSPORTATION. **Highway Safety Guidelines: Accident Reduction Prevention**. London: TIHT, 1990.

TRRL. TRANSPORT AND ROAD RESEARCH LABORATORY. **Towards Safer Roads in Developing Countries: A guide for Planners and Engineers**. London: TRLL, 1991.

VELLOSO, M, S. **Identificação dos Fatores Contribuintes dos Atropelamentos de Pedestres em Rodovias Inseridas em Áreas urbanas: o Caso do Distrito Federal**. Brasília: Unb, 2006. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2006.

WEISS, A.A. The Effects of Helmet Use on the Severity of Head Injuries in Motorcycle Accidents. **Journal of American Statistical Association**, New York, v87, p. 48-56, 1992.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Risk Factors**. New York: United Nations, 2001.

WILLIAMS, A.F. Responsibility of Drivers by Age and Gender for Motor -Vehicle Crash Deaths. **Journal of Safety Research**, v.34, n°5, p. 527-531, 2003.

WORLD BANK. **Loan Agreement Rio Grande do Sul Highway Management**. Washington: World Bank, Project: Loan Number 4165-BR, 1998.

ZIGNANI, R. C. NODARI, C.T.; CARLA, T.C. Medição da Sobrecarga Visual dos Motoristas. In: XIX Congresso de Ensino e Pesquisa em Transporte. 19, 2005, Recife, **Anais**. Recife: ANPET, 2005(v2, p.980-985).

APÊNDICE

Dados Completos do Modelo Previsional de Acidentes
Fonte: Modelagem da Dissertação

APÊNDICE A – Acidentes observados por rodovia no período entre 2001-2005

Ordem nº	Código SRE	nºacid. 2001	nºacid. 2002	nºacid. 2003	nºacid. 2004	nºacid. 2005	nºacid. média
1	ERS020	50	50	51	60	58	53,80
2	ERS030	74	63	75	93	105	82,00
3	ERS040	61	106	111	138	151	113,40
4	ERS115	23	29	30	37	35	30,80
5	ERS118	69	76	79	99	110	86,60
6	ERS122	34	43	75	76	90	63,60
7	ERS124	1	6	5	10	7	5,80
8	ERS128	8	5	9	13	12	9,40
9	ERS129	12	25	21	33	23	22,80
10	ERS130	37	33	46	58	62	47,20
11	ERS132	0	0	0	2	1	0,60
12	ERS135	1	4	2	4	5	3,20
13	ERS137	0	0	0	0	1	0,20
14	ERS142	3	1	2	4	3	2,60
15	ERS143	0	0	0	1	1	0,40
16	ERS149	7	3	5	6	6	5,40
17	ERS150	1	2	0	0	3	1,20
18	ERS155	1	7	4	2	7	4,20
19	ERS168	5	3	2	4	6	4,00
20	ERS207	0	1	1	3	2	1,40
21	ERS208	0	1	1	0	2	0,80
22	ERS210	2	1	2	1	0	1,20
23	ERS218	0	2	2	1	6	2,20
24	ERS223	1	4	2	4	2	2,60
25	ERS230	3	1	0	0	0	0,80
26	ERS235	12	14	13	20	18	15,40
27	ERS239	78	130	134	122	145	121,80
28	ERS240	21	26	41	30	44	32,40
29	ERS242	0	0	0	0	1	0,20
30	ERS244	0	3	0	2	4	1,80
31	ERS265	2	0	0	1	3	1,20
32	ERS305	5	7	5	11	4	6,40
33	ERS307	1	4	9	7	9	6,00
34	ERS324	20	14	26	37	50	29,40
35	ERS326	0	4	3	6	8	4,20
36	ERS330	0	0	2	1	1	0,80
37	ERS331	3	2	1	1	3	2,00
38	ERS332	6	4	9	7	8	6,80
39	ERS342	4	3	4	8	9	5,60
40	ERS343	0	0	0	0	2	0,40
41	ERS344	7	14	16	31	27	19,00
42	ERS348	3	1	7	5	7	4,60
43	ERS357	0	0	1	0	0	0,20
44	ERS389	31	29	43	37	40	36,00
45	ERS400	1	5	5	10	3	4,80
46	ERS401	0	3	1	1	2	1,40
47	ERS404	0	2	4	6	2	2,80
48	ERS405	2	3	4	6	2	3,40
49	ERS406	1	3	6	3	4	3,40
50	ERS407	2	15	22	15	18	14,40
51	ERS409	3	3	3	8	6	4,60
52	ERS411	0	3	6	6	4	3,80
53	ERS413	0	0	4	7	14	5,00
54	ERS418	0	1	3	6	4	2,80
55	ERS419	1	3	0	3	1	1,60
56	ERS420	2	1	0	2	4	1,80
57	ERS421	0	0	2	6	4	2,40
58	ERS425	0	0	0	1	2	0,60
59	ERS431	1	1	2	3	6	2,60
60	ERS436	4	4	6	3	7	4,80
61	ERS444	3	7	6	3	13	6,40
62	ERS446	1	2	2	1	1	1,40
63	ERS448	0	0	0	1	1	0,40
64	ERS452	6	7	10	10	11	8,80
65	ERS463	1	1	0	5	3	2,00
66	ERS464	3	3	3	5	3	3,40
67	ERS466	1	0	0	2	1	0,80

Ordem nº	Código SRE	nºacid. 2001	nºacid. 2002	nºacid. 2003	nºacid. 2004	nºacid. 2005	nºacid. média
768	ERS467	0	2	1	0	2	1,00
69	ERS474	2	5	5	12	13	7,40
70	ERS475	2	1	0	1	1	1,00
71	ERS486	2	2	3	2	3	2,40
72	ERS504	1	2	3	1	4	2,20
73	ERS509	21	29	26	40	33	29,80
74	ERS511	1	0	0	3	3	1,40
75	ERS522	4	2	0	1	3	2,00
76	ERS540	1	0	0	5	3	1,80
77	ERS561	0	0	1	2	0	0,60
78	ERS569	2	1	2	6	1	2,40
79	ERS587	0	1	1	2	4	1,60
80	ERS591	0	0	0	1	3	0,80
81	ERS640	0	0	0	1	0	0,20
82	ERS654	0	0	0	0	1	0,20
83	ERS734	27	26	51	47	51	40,40
84	ERS762	0	0	2	3	0	1,00
85	ERS784	0	0	3	2	1	1,20
86	ERS786	8	16	28	31	44	25,40
87	RST101	0	0	0	0	7	1,40
88	RST153	0	0	0	0	7	1,40
89	RST158	0	0	0	0	1	0,20
90	RST287	0	0	0	0	104	20,80
91	RST392	0	0	0	0	1	0,20
92	RST453	0	0	0	0	108	21,60
93	RST470	0	0	0	0	80	16,00
94	RST471	0	0	0	0	8	1,60
95	RST472	0	0	0	0	7	1,40
96	RST480	0	0	0	0	3	0,60
97	RST481	0	0	0	0	3	0,60
98	VRS208	0	0	0	0	1	0,20
99	VRS302	0	0	0	0	1	0,20
100	VRS304	0	0	0	0	2	0,40
101	VRS305	0	0	0	0	3	0,60
102	VRS306	0	0	0	0	2	0,40
103	VRS311	0	0	0	0	1	0,20
104	VRS313	0	0	0	11	4	3,00
105	VRS314	0	0	0	3	0	0,60
106	VRS315	0	0	0	0	1	0,20
107	VRS316	0	0	0	0	1	0,20
108	VRS317	0	0	0	1	0	0,20
109	VRS318	0	0	0	0	1	0,20
110	VRS322	0	0	0	1	4	1,00
111	VRS324	0	0	0	1	1	0,40
112	VRS325	0	0	0	0	1	0,20
113	VRS326	0	0	0	2	2	0,80
114	VRS333	0	0	0	0	1	0,20
115	VRS335	0	0	0	0	3	0,60
116	VRS337	0	0	0	0	1	0,20
117	VRS338	0	0	0	0	1	0,20
118	VRS341	0	0	0	0	1	0,20
119	VRS351	0	0	0	3	2	1,00

Fonte: Comando Rodoviário da Brigada Militar

APÊNDICE B – Tabela dos indicadores técnicos por rodovia

Ord. nº	Código SRE	Larg. m	Caminhão %	Pavim. IRI	Traf.Total nº veic./dia	Sinuos. nº curv./km	Rampa Inclín.%	Inters. nºint./km	Urbanização nº casas/km	Contr. Vel. nº contr
1	ERS020 ^P	9,00	25	2,50	5.642	4,00	1,50	1,00	7,00	2,00
2	ERS030 ^P	10,00	25	4,00	7.845	4,00	0,50	1,00	7,00	10,00
3	ERS040 ^P	15,00	25	2,50	13.643	1,00	0,50	1,00	7,00	4,00
4	ERS115 ^P	10,00	14	4,00	5.845	3,00	2,50	1,00	7,00	8,00
5	ERS118	11,00	20	5,00	12.372	1,00	0,50	2,00	15,00	8,00
6	ERS122 ^P	15,00	43	2,50	10.578	2,00	1,50	1,00	7,00	5,00
7	ERS124	11,00	27	2,50	3.544	2,00	0,50	1,00	7,00	2,00
8	ERS128 ^P	9,00	20	4,00	2.322	3,00	0,50	0,20	7,00	0,00
9	ERS129 ^P	11,00	30	2,50	3.153	3,00	1,50	1,00	7,00	3,00
10	ERS130 ^P	9,00	25	4,00	5.250	2,00	1,50	1,00	7,00	0,00
11	ERS132	9,00	30	4,00	1.070	4,00	1,50	0,20	4,00	0,00
12	ERS135 ^P	11,00	39	2,50	3.992	2,00	1,50	0,20	4,00	1,00
13	ERS137	9,00	12	2,50	1.300	4,00	1,50	0,20	4,00	0,00
14	ERS142	9,00	26	2,50	1.526	4,00	0,50	0,20	4,00	0,00
15	ERS143	9,00	27	2,50	1.168	3,00	1,50	0,20	4,00	0,00
16	ERS149	9,00	21	2,50	983	2,00	1,50	0,20	4,00	0,00
17	ERS150	10,00	20	2,50	1.060	4,00	2,50	0,20	7,00	0,00
18	ERS155	11,00	12	2,50	3.975	3,00	1,50	0,20	4,00	3,00
19	ERS168	11,00	28	5,00	767	3,00	1,50	0,20	4,00	0,00
20	ERS207	9,00	38	4,00	533	5,00	1,50	0,20	4,00	0,00
21	ERS208	9,00	23	2,50	272	5,00	1,50	0,20	4,00	0,00
22	ERS210	9,00	35	4,00	1.881	3,00	1,50	0,20	4,00	0,00
23	ERS218	9,00	24	4,00	414	3,00	1,50	0,20	7,00	0,00
24	ERS223	9,00	34	4,00	2.889	2,00	1,50	0,20	4,00	0,00
25	ERS230	10,00	11	2,50	7.029	3,00	1,50	1,00	7,00	0,00
26	ERS235 ^P	17,00	13	2,50	10.189	5,00	1,50	1,00	7,00	4,00
27	ERS239 ^P	15,00	22	2,50	18.055	3,00	0,50	1,00	7,00	10,00
28	ERS240 ^P	15,00	23	2,50	17.270	3,00	0,50	1,00	7,00	11,00
29	ERS242	9,00	12	4,00	1.300	3,00	0,50	0,20	7,00	0,00
30	ERS244	10,00	24	2,50	1.953	3,00	0,50	0,20	4,00	0,00
31	ERS265	9,00	28	4,00	871	6,00	1,50	0,20	7,00	0,00
32	ERS305	9,00	23	4,00	1.368	5,00	1,50	1,00	7,00	0,00
33	ERS307	9,00	22	4,00	844	5,00	1,50	1,00	7,00	0,00
34	ERS324	10,00	37	2,50	4.513	3,00	1,50	1,00	7,00	12,00
35	ERS326	15,00	23	2,50	2.208	6,00	1,50	2,00	15,00	0,00
36	ERS330	11,00	29	4,00	777	4,00	1,50	0,20	7,00	1,00
37	ERS331	9,00	29	4,00	1.397	5,00	2,50	1,00	7,00	0,00
38	ERS332	9,00	31	2,50	1.324	4,00	1,50	1,00	7,00	0,00
39	ERS342	11,00	25	4,00	2.364	4,00	1,50	1,00	7,00	1,00
40	ERS343	9,00	33	2,50	1.314	4,00	1,50	0,20	7,00	0,00
41	ERS344	9,00	25	4,00	3.631	3,00	1,50	0,20	7,00	0,00
42	ERS348	9,00	17	5,00	1.110	5,00	1,50	0,20	7,00	0,00
43	ERS357	10,00	14	4,00	2.756	5,00	2,50	0,20	4,00	0,00
44	ERS389	10,00	7	4,00	7.619	1,00	0,50	0,20	4,00	10,00
45	ERS400	9,00	24	2,50	1.392	5,00	2,50	1,00	7,00	0,00
46	ERS401	10,00	18	2,50	3.916	2,00	0,50	0,20	4,00	4,00
47	ERS404	11,00	38	4,00	2.453	3,00	1,50	0,20	4,00	1,00
48	ERS405	9,00	27	2,50	1.074	3,00	1,50	0,20	4,00	0,00
49	ERS406	11,00	58	4,00	2.049	4,00	1,50	0,20	4,00	0,00
50	ERS407	10,00	22	4,00	4.019	1,00	0,50	0,20	4,00	0,00
51	ERS409	10,00	10	5,00	3.571	3,00	0,50	0,20	7,00	0,00
52	ERS411	11,00	5	2,50	1.300	5,00	1,50	1,00	7,00	0,00
53	ERS413	9,00	12	4,00	1.300	6,00	0,50	2,00	7,00	0,00
54	ERS418	10,00	33	4,00	725	6,00	1,50	1,00	7,00	0,00
55	ERS419	9,00	23	2,50	1.186	6,00	0,50	1,00	7,00	0,00
56	ERS420	10,00	30	2,50	696	4,00	1,50	0,20	4,00	0,00
57	ERS421	9,00	19	2,50	1.993	5,00	0,50	2,00	15,00	0,00
58	ERS425	9,00	34	2,50	794	6,00	2,50	1,00	7,00	0,00
59	ERS431	9,00	21	2,50	629	5,00	2,50	1,00	7,00	0,00
60	ERS436	10,00	23	4,00	2.785	3,00	0,50	1,00	7,00	0,00
61	ERS444	9,00	18	2,50	4.331	9,00	3,50	2,00	15,00	0,00
62	ERS446	9,00	33	2,50	4.984	4,00	2,50	1,00	7,00	2,00
63	ERS448	9,00	24	5,00	1.527	8,00	3,50	1,00	7,00	0,00
64	ERS452	9,00	30	2,50	4.489	4,00	1,50	1,00	7,00	3,00
65	ERS463	10,00	27	5,00	1.465	7,00	2,50	1,00	4,00	0,00
66	ERS464	9,00	13	2,50	4.006	4,00	0,50	2,00	7,00	0,00
67	ERS466 ^P	10,00	12	4,00	1.300	6,00	1,50	2,00	7,00	0,00

Ord. nº	Código SRE	Larg. m	Caminhão %	Pavim. IRI	Traf.Total nº veic.dia	Sinuos. nº curv./km	Rampa Inclín.%	Inters. nºint./km	Urbanização nº casas/km	Contr. Vel. nº contr
68	ERS467	9,00	31	2,50	1.938	7,00	2,50	0,20	7,00	0,00
69	ERS474 ^P	9,00	12	2,50	1.300	2,00	1,50	0,20	7,00	0,00
70	ERS475	9,00	16	4,00	917	4,00	1,50	0,20	4,00	0,00
71	ERS486	11,00	14	5,00	677	3,00	2,50	1,00	7,00	2,00
72	ERS504	9,00	25	2,50	890	4,00	1,50	1,00	7,00	0,00
73	ERS509	15,00	7	2,50	18.112	3,00	0,50	1,00	15,00	2,00
74	ERS511	9,00	23	4,00	459	6,00	2,50	0,20	7,00	0,00
75	ERS522	9,00	23	4,00	598	3,00	1,50	1,00	7,00	0,00
76	ERS540	9,00	22	4,00	303	3,00	1,50	1,00	7,00	0,00
77	ERS561	10,00	27	2,50	461	3,00	1,50	0,20	4,00	0,00
78	ERS569	11,00	45	4,00	2.652	3,00	1,50	0,20	7,00	0,00
79	ERS587	10,00	27	4,00	1.223	5,00	2,50	1,00	7,00	0,00
80	ERS591	9,00	15	4,00	1.127	6,00	2,50	0,20	7,00	0,00
81	ERS640	11,00	12	5,00	1.300	2,00	1,50	1,00	4,00	0,00
82	ERS654	11,00	15	4,00	1.300	5,00	0,50	1,00	7,00	0,00
83	ERS734	11,00	21	4,00	11.613	1,00	0,50	2,00	15,00	2,00
84	ERS762	11,00	17	2,50	7.551	1,00	0,50	1,00	7,00	0,00
85	ERS784 ^P	9,00	0	4,00	1.300	1,00	0,50	1,00	4,00	0,00
86	ERS786	9,00	15	4,00	2.364	1,00	0,50	2,00	15,00	0,00
87	RST101	10,00	27	5,00	1.266	1,00	0,50	0,20	4,00	0,00
88	RST153 ^P	11,00	32	2,50	1.847	3,00	1,50	0,20	4,00	0,00
89	RST158	11,00	35	2,50	2.055	3,00	1,50	0,20	4,00	0,00
90	RST287 ^P	11,00	28	2,50	4.661	3,00	0,50	0,20	7,00	10,00
91	RST392	11,00	21	5,00	4.598	3,00	1,50	0,20	4,00	0,00
92	RST453 ^P	14,00	25	2,50	7.662	4,00	2,50	1,00	7,00	15,00
93	RST470	11,00	22	2,50	5.901	5,00	2,50	1,00	7,00	13,00
94	RST471	9,00	28	2,50	903	3,00	1,50	0,20	4,00	0,00
95	RST472	9,00	27	2,50	1.276	2,00	0,50	0,20	4,00	0,00
96	RST480	11,00	27	2,50	971	5,00	2,50	1,00	7,00	0,00
97	RST481	9,00	33	2,50	716	3,00	1,50	1,00	7,00	0,00
98	VRS208	9,00	21	4,00	894	4,00	1,50	1,00	7,00	0,00
99	VRS302	8,00	32	2,50	870	2,00	2,50	0,20	7,00	0,00
100	VRS304	8,00	31	4,00	535	4,00	1,50	1,00	7,00	0,00
101	VRS305	8,00	10	4,00	497	5,00	0,50	1,00	15,00	0,00
102	VRS306	8,00	25	5,00	500	4,00	0,50	1,00	7,00	0,00
103	VRS311	8,00	29	5,00	894	3,00	0,50	1,00	7,00	0,00
104	VRS313	8,00	15	4,00	2.005	5,00	1,50	2,00	15,00	0,00
105	VRS314	7,00	21	4,00	1.370	4,00	0,50	2,00	15,00	0,00
106	VRS315	7,00	16	4,00	508	4,00	1,50	0,20	4,00	0,00
107	VRS316	8,00	28	2,50	509	4,00	1,50	1,00	7,00	0,00
108	VRS317	8,00	24	4,00	1.005	6,00	1,50	1,00	7,00	0,00
109	VRS318	8,00	24	5,00	683	6,00	1,50	0,20	7,00	0,00
110	VRS322	8,00	12	5,00	500	4,00	0,50	1,00	7,00	0,00
111	VRS324	7,00	25	4,00	500	4,00	1,50	0,20	7,00	0,00
112	VRS325	8,00	12	4,00	500	4,00	1,50	0,20	4,00	0,00
113	VRS326	7,00	19	4,00	687	3,00	2,50	1,00	7,00	0,00
114	VRS333	7,00	23	2,50	546	1,00	0,50	0,20	7,00	0,00
115	VRS335	7,00	25	4,00	770	3,00	0,50	0,20	7,00	0,00
116	VRS337	7,00	27	4,00	917	4,00	1,50	1,00	7,00	0,00
117	VRS338	7,00	22	4,00	2.360	4,00	1,50	1,00	7,00	0,00
118	VRS341	7,00	26	4,00	1.058	4,00	0,50	1,00	7,00	0,00
119	VRS351	7,00	32	5,00	406	7,00	2,50	1,00	7,00	0,00

Fonte: Modelagem da Dissertação

APÊNDICE C – Descrição dos indicadores técnicos por rodovia

Ord. nº	Código SRE	Larg m	Caminh. %	Pav. IRI	Traf. Total N° veic./dia	Sinuos. nº cv./km	Rampa Incl.%	Inters. nºint./km	Urban. nºcs./km	C.Vel. nº cont.r
1	ERS020 ^P	S.Curta.	Alta	Boa	Intenso	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Mod
2	ERS030 ^P	S.Média	Alta	Reg.	M.Int.	Sinuosa	Plano	Tol.	Reg.	Int.
3	ERS040 ^P	S.Larga	Alta	Boa	M.Int.	Retilínea	Plano	Tol.	Reg.	Mod.
4	ERS115 ^P	S.Média	Baixa	Reg.	Intenso	Mediana	Elevada	Tol.	Reg.	Int.
5	ERS118	S.Larga	Média	Ruim	M.Int.	Retilínea	Plano	Sat.	Int.	Int.
6	ERS122 ^P	S.Larga	M. Alta	Boa	M.Int.	Suave	Ond.	Tol.	Reg.	Int.
7	ERS124	S.Larga	Alta	Boa	Intenso	Suave	Plano	Tol.	Reg.	Mod
8	ERS128 ^P	S.Curta.	Alta	Reg.	Interm.	Mediana	Plano	Boa	Reg.	Baixo
9	ERS129 ^P	S.Larga	M. Alta	Boa	Intenso	Mediana	Ond.	Tol.	Reg.	Mod
10	ERS130 ^P	S.Curta.	Alta	Reg.	Intenso	Suave	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
11	ERS132	S.Curta.	M. Alta	Reg.	Interm.	Sinuosa	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
12	ERS135 ^P	S.Larga	M. Alta	Boa	Intenso	Suave	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
13	ERS137	S.Curta.	Baixa	Boa	Interm.	Sinuosa	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
14	ERS142	S.Curta.	Alta	Boa	Interm.	Sinuosa	Plano	Boa	Baixa	Baixo
15	ERS143	S.Curta.	Alta	Boa	Interm.	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
16	ERS149	S.Curta.	Alta	Boa	Interm.	Suave	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
17	ERS150	S.Média	Média	Boa	Interm.	Sinuosa	Elevada	Boa	Reg.	Baixo
18	ERS155	S.Larga	Baixa	Boa	Intenso	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Mod.
19	ERS168	S.Larga	M. Alta	Ruim	Interm.	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
20	ERS207	S.Curta.	M. Alta	Reg.	Fraco	M.Sin.	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
21	ERS208	S.Curta.	Alta	Boa	M.Fraco	M.Sin.	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
22	ERS210	S.Curta.	M. Alta	Reg.	Interm.	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
23	ERS218	S.Curta.	Alta	Reg.	Fraco	Mediana	Ond.	Boa	Reg.	Baixo
24	ERS223	S.Curta.	M. Alta	Reg.	Intenso	Suave	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
25	ERS230	S.Média	Baixa	Boa	Intenso	Mediana	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
26	ERS235 ^P	S.Larga	Baixa	Boa	M.Int.	M.Sin.	Ond.	Tol.	Reg.	Mod
27	ERS239 ^P	S.Larga	Alta	Boa	M.Int.	Mediana	Plano	Tol.	Reg.	Int.
28	ERS240 ^P	S.Larga	Alta	Boa	M.Int.	Mediana	Plano	Tol.	Reg.	Int.
29	ERS242	S.Curta.	Baixa	Reg.	Interm.	Mediana	Plano	Boa	Reg.	Baixo
30	ERS244	S.Média	Alta	Boa	Interm.	Mediana	Plano	Boa	Baixa	Baixo
31	ERS265	S.Curta.	Alta	Reg.	Interm.	Fort. Sin.	Ond.	Boa	Reg.	Baixo
32	ERS305	S.Curta.	Alta	Reg.	Interm.	M.Sin.	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
33	ERS307	S.Curta.	Alta	Reg.	Interm.	M.Sin.	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
34	ERS324	S.Média	M. Alta	Boa	Intenso	Mediana	Ond.	Tol.	Reg.	Int.
35	ERS326	S.Larga	Alta	Boa	Interm.	Fort. Sin.	Ond.	Sat.	Int.	Baixo
36	ERS330	S.Larga	M. Alta	Reg.	Interm.	Sinuosa	Ond.	Boa	Reg.	Baixo
37	ERS331	S.Curta.	M. Alta	Reg.	Interm.	M.Sin.	Elevada	Tol.	Reg.	Baixo
38	ERS332	S.Curta.	M. Alta	Boa	Interm.	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
39	ERS342	S.Larga	Alta	Reg.	Interm.	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
40	ERS343	S.Curta.	M. Alta	Boa	Interm.	Sinuosa	Ond.	Boa	Reg.	Baixo
41	ERS344	S.Curta.	Alta	Reg.	Intenso	Mediana	Ond.	Boa	Reg.	Baixo
42	ERS348	S.Curta.	Média	Ruim	Interm.	M.Sin.	Ond.	Boa	Reg.	Baixo
43	ERS357	S.Média	Baixa	Reg.	Intenso	M.Sin.	Elevada	Boa	Baixa	Baixo
44	ERS389	S.Média	Baixa	Reg.	M.Int.	Retilínea	Plano	Boa	Baixa	Int.
45	ERS400	S.Curta.	Alta	Boa	Interm.	M.Sin.	Elevada	Tol.	Reg.	Baixo
46	ERS401	S.Média	Média	Boa	Intenso	Suave	Plano	Boa	Baixa	Mod.
47	ERS404	S.Larga	M. Alta	Reg.	Interm.	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
48	ERS405	S.Curta.	Alta	Boa	Interm.	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
49	ERS406	S.Larga	M. Alta	Reg.	Interm.	Sinuosa	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
50	ERS407	S.Média	Alta	Reg.	Intenso	Retilínea	Plano	Boa	Baixa	Baixo
51	ERS409	S.Média	Baixa	Ruim	Intenso	Mediana	Plano	Boa	Reg.	Baixo
52	ERS411	S.Larga	M.Bax.	Boa	Interm.	M.Sin.	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
53	ERS413	S.Curta.	Baixa	Reg.	Interm.	Fort. Sin.	Plano	Sat.	Reg.	Baixo
54	ERS418	S.Média	M. Alta	Reg.	Fraco	Fort. Sin.	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
55	ERS419	S.Curta.	Alta	Boa	Interm.	Fort. Sin.	Plano	Tol.	Reg.	Baixo
56	ERS420	S.Média	M. Alta	Boa	Fraco	Sinuosa	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
57	ERS421	S.Curta.	Média	Boa	Interm.	M.Sin	Plano	Sat.	Int.	Baixo
58	ERS425	S.Curta.	M. Alta	Boa	Interm.	Fort. Sin.	Elevada	Tol.	Reg.	Baixo
59	ERS431	S.Curta.	Alta	Boa	Fraco	M.Sin	Elevada	Tol.	Reg.	Baixo
60	ERS436	S.Média	Alta	Reg.	Intenso	Mediana	Plano	Tol.	Reg.	Baixo
61	ERS444	S.Curta.	Média	Boa	Intenso	F. Tort.	Mont.	Sat.	Int.	Baixo
62	ERS446	S.Curta.	M. Alta	Boa	Intenso	Sinuosa	Elevada	Tol.	Reg.	Mod.
63	ERS448	S.Curta.	Alta	Ruim	Interm.	M.Tort.	Mont.	Tol.	Reg.	Baixo
64	ERS452	S.Curta.	M. Alta	Boa	Intenso	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Mod
65	ERS463	S.Média	Alta	Ruim	Interm.	Tortuosa	Elevada	Tol.	Baixa	Baixo
66	ERS464	S.Curta.	Baixa	Boa	Intenso	Sinuosa	Plano	Sat.	Reg.	Baixo
67	ERS466 ^P	S.Média	Baixa	Reg.	Interm.	Fort. Sin.	Ond.	Sat.	Reg.	Baixo

Ord. nº	Código SRE	Larg m	Caminh. %	Pav. IRI	Traf. Total Nº veíc./dia	Sinuos. nº cv./km	Rampa Incl.%	Inters. nºint./km	Urban. nºcs./km	C.Vel. nº cont.r
68	ERS467	S.Curta.	M. Alta	Boa	Interm.	Tortuosa	Elevada	Boa	Reg.	Baixo
69	ERS474 ^P	S.Curta.	Baixa	Boa	Interm.	Suave	Ond.	Boa	Reg.	Baixo
70	ERS475	S.Curta.	Média	Reg.	Interm.	Sinuosa	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
71	ERS486	S.Larga	Baixa	Ruim	Fraco	Mediana	Elevada	Tol.	Reg.	Mod.
72	ERS504	S.Curta.	Alta	Boa	Interm.	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
73	ERS509	S.Larga	Baixa	Boa	M.Int.	Mediana	Plano	Tol.	Int.	Mod
74	ERS511	S.Curta.	Alta	Reg.	Fraco	Fort. Sin.	Elevada	Boa	Reg.	Baixo
75	ERS522	S.Curta.	Alta	Reg.	Fraco	Mediana	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
76	ERS540	S.Curta.	Alta	Reg.	M.Fraco	Mediana	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
77	ERS561	S.Média	Alta	Boa	Fraco	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
78	ERS569	S.Larga	M. Alta	Reg.	Intenso	Mediana	Ond.	Boa	Reg.	Baixo
79	ERS587	S.Média	Alta	Reg.	Interm.	M.Sin.	Elevada	Tol.	Reg.	Baixo
80	ERS591	S.Curta.	Média	Reg.	Interm.	Fort. Sin.	Elevada	Boa	Reg.	Baixo
81	ERS640	S.Larga	Baixa	Ruim	Interm.	Suave	Ond.	Tol.	Baixa	Baixo
82	ERS654	S.Larga	Média	Reg.	Interm.	M.Sin.	Plano	Tol.	Reg.	Baixo
83	ERS734	S.Larga	Alta	Reg.	M.Int.	Retilínea	Plano	Sat.	Int.	Mod
84	ERS762	S.Larga	Média	Boa	M.Int.	Retilínea	Plano	Tol.	Reg.	Baixo
85	ERS784 ^P	S.Curta.	M.Bax.	Reg.	Interm.	Retilínea	Plano	Tol.	Baixa	Baixo
86	ERS786	S.Curta.	Média	Reg.	Interm.	Retilínea	Plano	Sat.	Int.	Baixo
87	RST101	S.Média	Alta	Ruim	Interm.	Retilínea	Plano	Boa	Baixa	Baixo
88	RST153 ^P	S.Larga	M. Alta	Boa	Interm.	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
89	RST158	S.Larga	M. Alta	Boa	Interm.	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
90	RST287 ^P	S.Larga	M. Alta	Boa	Intenso	Mediana	Plano	Boa	Reg.	Int.
91	RST392	S.Larga	Alta	Ruim	Intenso	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
92	RST453 ^P	S.Larga	Alta	Boa	M.Int.	Sinuosa	Elevada	Tol.	Reg.	Int.
93	RST470	S.Larga	Alta	Boa	Intenso	M.Sin.	Elevada	Tol.	Reg.	Int.
94	RST471	S.Curta.	Alta	Boa	Interm.	Mediana	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
95	RST472	S.Curta.	Alta	Boa	Interm.	Suave	Plano	Boa	Baixa	Baixo
96	RST480	S.Larga	Alta	Boa	Interm.	M.Sin.	Elevada	Tol.	Reg.	Baixo
97	RST481	S.Curta.	M. Alta	Boa	Fraco	Mediana	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
98	VRS208	S.Curta.	Alta	Reg.	Interm.	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
99	VRS302	Red.	M. Alta	Boa	Interm.	Suave	Elevada	Boa	Reg.	Baixo
100	VRS304	Red.	M. Alta	Reg.	Fraco	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
101	VRS305	Red.	Baixa	Reg.	Fraco	M.Sin	Plano	Tol.	Int.	Baixo
102	VRS306	Red.	Alta	Ruim	Fraco	Sinuosa	Plano	Tol.	Reg.	Baixo
103	VRS311	Red.	M. Alta	Ruim	Interm.	Mediana	Plano	Tol.	Reg.	Baixo
104	VRS313	Red.	Média	Reg.	Interm.	M.Sin.	Ond.	Sat.	Int.	Baixo
105	VRS314	R. s/acost.	Alta	Reg.	Interm.	Sinuosa	Plano	Sat.	Int.	Baixo
106	VRS315	R. s/acost.	Média	Reg.	Fraco	Sinuosa	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
107	VRS316	Red.	Alta	Boa	Fraco	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
108	VRS317	Red.	Alta	Reg.	Interm.	Fort. Sin.	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
109	VRS318	Red.	Alta	Ruim	Fraco	Fort. Sin.	Ond.	Boa	Reg.	Baixo
110	VRS322	Red.	Baixa	Ruim	Fraco	Sinuosa	Plano	Tol.	Reg.	Baixo
111	VRS324	R. s/acost.	Alta	Reg.	Fraco	Sinuosa	Ond.	Boa	Reg.	Baixo
112	VRS325	Red.	Baixa	Reg.	Fraco	Sinuosa	Ond.	Boa	Baixa	Baixo
113	VRS326	R. s/acost.	Média	Reg.	Fraco	Mediana	Elevada	Tol.	Reg.	Baixo
114	VRS333	R. s/acost.	Alta	Boa	Fraco	Retilínea	Plano	Boa	Reg.	Baixo
115	VRS335	R. s/acost.	Alta	Reg.	Interm.	Mediana	Plano	Boa	Reg.	Baixo
116	VRS337	R. s/acost.	Alta	Reg.	Interm.	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
117	VRS338	R. s/acost.	Alta	Reg.	Interm.	Sinuosa	Ond.	Tol.	Reg.	Baixo
118	VRS341	R. s/acost.	Alta	Reg.	Interm.	Sinuosa	Plano	Tol.	Reg.	Baixo
119	VRS351	R. s/acost.	M. Alta	Ruim	Fraco	Tortuosa	Elevada	Tol.	Reg.	Baixo

Fonte: Modelagem da Dissertação

APÊNDICE D – Exposição ao risco de acidentes por rodovia

Ordem nº	Código SRE	Pista Tipo	Extensão ^G km	VDMA ^I nºveic.dia	VDMA ^O %	Perc.Veic ^V . km.dia	Trafégo ^M nºveic.ano	Exposição ^R nºveic.ano.km
1	ERS020 ^P	SIMPLES	160,98	5.642	0,03	34	51.486	1.737.300
2	ERS030 ^P	DUP/S	98,69	7.845	0,04	25	114.537	2.881.573
3	ERS040 ^P	DUP/S	94,85	13.643	0,05	25	224.083	5.504.915
4	ERS115 ^P	SIMPLES	41,97	5.845	0,03	15	64.005	964.044
5	ERS118	SIMPLES	61,46	12.372	0,02	19	90.313	1.710.120
6	ERS122 ^P	DUP/S	154,51	10.578	0,03	33	115.824	3.813.258
7	ERS124	SIMPLES	40,28	3.544	0,02	15	25.871	380.181
8	ERS128 ^P	SIMPLES	30,27	2.322	0,04	12	29.664	367.240
9	ERS129 ^P	SIMPLES	127,62	3.153	0,04	29	40.280	1.182.377
10	ERS130 ^P	SIMPLES	35,54	5.250	0,05	14	86.236	1.175.547
11	ERS132	SIMPLES	20,13	1.070	0,02	10	7.811	75.706
12	ERS135 ^P	SIMPLES	79,89	3.992	0,03	22	36.427	807.307
13	ERS137	SIMPLES	27,83	1.300	0,02	12	9.490	111.711
14	ERS142	SIMPLES	43,24	1.526	0,02	15	11.140	170.816
15	ERS143	SIMPLES	23,02	1.168	0,02	11	8.526	89.567
16	ERS149	SIMPLES	121,87	983	0,02	29	7.176	204.896
17	ERS150	SIMPLES	28,15	1.060	0,02	12	7.738	91.714
18	ERS155	SIMPLES	80,88	3.975	0,02	22	29.018	647.865
19	ERS168	SIMPLES	138,10	767	0,02	31	5.599	172.327
20	ERS207	SIMPLES	28,47	533	0,02	12	3.891	46.430
21	ERS208	SIMPLES	17,86	272	0,02	9	1.986	17.912
22	ERS210	SIMPLES	28,71	1.881	0,02	12	13.731	164.684
23	ERS218	SIMPLES	32,90	414	0,02	13	3.022	39.333
24	ERS223	SIMPLES	76,86	2.889	0,02	22	21.090	456.679
25	ERS230	SIMPLES	3,04	7.029	0,02	3	51.312	159.978
26	ERS235 ^P	DUP/S	76,32	10.189	0,02	22	74.382	1.603.879
27	ERS239 ^P	DUP/S	71,63	18.055	0,04	21	263.596	5.471.612
28	ERS240 ^P	DUP/S	33,58	17.270	0,03	13	157.584	2.076.257
29	ERS242	SIMPLES	30,81	1.300	0,02	13	9.490	118.741
30	ERS244	SIMPLES	92,29	1.953	0,02	24	14.257	344.539
31	ERS265	SIMPLES	89,94	871	0,02	24	6.358	151.298
32	ERS305	SIMPLES	89,42	1.368	0,02	24	9.986	236.804
33	ERS307	SIMPLES	51,22	844	0,02	17	6.161	104.580
34	ERS324	SIMPLES	264,17	4.513	0,02	45	32.942	1.496.225
35	ERS326	DUP/S	18,42	2.208	0,02	9	16.118	148.121
36	ERS330	SIMPLES	101,67	777	0,02	26	5.672	145.271
37	ERS331	SIMPLES	49,05	1.397	0,02	17	10.198	168.664
38	ERS332	SIMPLES	175,96	1.324	0,02	36	9.665	344.016
39	ERS342	SIMPLES	161,51	2.364	0,02	34	17.257	583.458
40	ERS343	SIMPLES	59,17	1.314	0,02	19	9.592	177.541
41	ERS344	SIMPLES	104,37	3.631	0,02	26	26.506	689.627
42	ERS348	SIMPLES	31,93	1.110	0,02	13	8.103	103.582
43	ERS357	SIMPLES	64,69	2.756	0,02	20	20.119	392.848
44	ERS389	DUP/S	93,38	7.619	0,04	24	111.237	2.707.217
45	ERS400	SIMPLES	45,93	1.392	0,02	16	10.162	161.562
46	ERS401	SIMPLES	41,19	3.916	0,02	15	28.587	425.756
47	ERS404	SIMPLES	27,03	2.453	0,02	12	17.907	207.132
48	ERS405	SIMPLES	21,02	1.074	0,02	10	7.840	77.988
49	ERS406	SIMPLES	27,42	2.049	0,02	12	14.958	174.512
50	ERS407	SIMPLES	15,74	4.019	0,02	8	29.339	245.337
51	ERS409	SIMPLES	7,31	3.571	0,02	5	26.068	137.589
52	ERS411	SIMPLES	23,31	1.300	0,02	11	9.490	100.441
53	ERS413	SIMPLES	9,17	1.300	0,02	6	9.490	57.386
54	ERS418	SIMPLES	20,62	725	0,02	10	5.293	52.042
55	ERS419	SIMPLES	15,87	1.186	0,02	8	8.658	72.757
56	ERS420	SIMPLES	33,93	696	0,02	13	5.081	67.360
57	ERS421	SIMPLES	13,42	1.993	0,02	8	14.549	110.561
58	ERS425	SIMPLES	13,09	794	0,02	7	5.796	43.394
59	ERS431	SIMPLES	43,19	629	0,02	15	4.592	70.360
60	ERS436	SIMPLES	11,64	2.785	0,02	7	20.331	141.853
61	ERS444	SIMPLES	37,60	4.331	0,02	14	31.616	445.804
62	ERS446	SIMPLES	14,84	4.984	0,02	8	36.383	293.685
63	ERS448	SIMPLES	38,86	1.527	0,02	14	11.147	160.318
64	ERS452	SIMPLES	27,52	4.489	0,02	12	32.770	383.161
65	ERS463	SIMPLES	30,86	1.465	0,02	13	10.695	133.942
66	ERS464	SIMPLES	5,03	4.006	0,02	4	29.244	123.337
67	ERS466 ^P	SIMPLES	7,22	1.300	0,03	5	11.863	62.147

Ordem nº	Código SRE	Pista Tipo	Extensão ^G km	VDMA ^T nºveic.dia	VDMA ^O %	Perc.Veic ^V km.dia	Trafégo ^M nºveic.ano	Exposição ^R nºveic.ano.km
68	ERS467	SIMPLES	26,17	1.938	0,02	11	14.147	160.501
69	ERS474 ^P	SIMPLES	32,64	1.300	0,03	13	14.235	184.386
70	ERS475	SIMPLES	41,25	917	0,02	15	6.694	99.785
71	ERS486	SIMPLES	54,01	677	0,02	18	4.942	86.600
72	ERS504	SIMPLES	11,08	890	0,02	7	6.497	44.011
73	ERS509	DUP/S	7,03	18.112	0,02	5	132.218	681.683
74	ERS511	SIMPLES	10,07	459	0,02	6	3.351	21.433
75	ERS522	SIMPLES	35,11	598	0,02	14	4.365	59.075
76	ERS540	SIMPLES	22,92	303	0,02	10	2.212	23.175
77	ERS561	SIMPLES	28,76	461	0,02	12	3.365	40.403
78	ERS569	SIMPLES	37,42	2.652	0,02	14	19.360	272.194
79	ERS587	SIMPLES	25,66	1.223	0,02	11	8.928	100.098
80	ERS591	SIMPLES	13,39	1.127	0,02	8	8.227	62.436
81	ERS640	SIMPLES	64,23	1.300	0,02	19	9.490	184.514
82	ERS654	SIMPLES	16,35	1.300	0,02	9	9.490	81.189
83	ERS734	SIMPLES	17,33	11.613	0,02	9	84.775	751.046
84	ERS762	SIMPLES	1,43	7.551	0,02	2	55.122	109.307
85	ERS784 ^P	SIMPLES	14,75	1.300	0,03	8	14.235	114.486
86	ERS786	DUP/S	57,53	2.364	0,03	18	21.568	392.516
87	RST101	SIMPLES	224,35	1.266	0,02	41	9.242	380.568
88	RST153 ^P	SIMPLES	106,41	1.847	0,03	26	16.854	443.618
89	RST158	SIMPLES	29,84	2.055	0,02	12	15.002	184.134
90	RST287 ^P	SIMPLES	234,53	4.661	0,04	42	68.051	2.877.869
91	RST392	SIMPLES	39,41	4.598	0,02	15	33.565	486.828
92	RST453 ^P	SIMPLES	257,39	7.662	0,02	45	55.932	2.501.141
93	RST470	SIMPLES	278,17	5.901	0,02	47	43.080	2.018.269
94	RST471	SIMPLES	191,86	903	0,02	37	6.592	247.128
95	RST472	SIMPLES	130,43	1.276	0,02	30	9.315	277.026
96	RST480	SIMPLES	63,92	971	0,02	19	7.088	137.418
97	RST481	SIMPLES	54,29	716	0,02	18	5.227	91.873
98	VRS208	REDUZIDA	24,51	894	0,02	11	6.526	71.185
99	VRS302	REDUZIDA	8,20	870	0,02	6	6.351	35.913
100	VRS304	REDUZIDA	12,82	535	0,02	7	3.906	28.875
101	VRS305	REDUZIDA	21,05	497	0,02	10	3.628	36.120
102	VRS306	REDUZIDA	14,83	500	0,02	8	3.650	29.451
103	VRS311	REDUZIDA	11,25	894	0,02	7	6.526	44.614
104	VRS313	REDUZIDA	16,44	2.005	0,02	9	14.637	125.631
105	VRS314	REDUZIDA	12,29	1.370	0,02	7	10.001	72.093
106	VRS315	REDUZIDA	16,94	508	0,02	9	3.708	32.408
107	VRS316	REDUZIDA	13,36	509	0,02	8	3.716	28.161
108	VRS317	REDUZIDA	40,38	1.005	0,02	15	7.337	107.971
109	VRS318	REDUZIDA	26,30	683	0,02	11	4.986	56.733
110	VRS322	REDUZIDA	18,00	500	0,02	9	3.650	33.081
111	VRS324	REDUZIDA	31,04	500	0,02	13	3.650	45.874
112	VRS325	REDUZIDA	11,11	500	0,02	7	3.650	24.765
113	VRS326	REDUZIDA	7,29	687	0,02	5	5.015	26.426
114	VRS333	REDUZIDA	15,42	546	0,02	8	3.986	32.922
115	VRS335	REDUZIDA	11,82	770	0,02	7	5.621	39.583
116	VRS337	REDUZIDA	14,74	917	0,02	8	6.694	53.816
117	VRS338	REDUZIDA	9,64	2.360	0,02	6	17.228	107.350
118	VRS341	REDUZIDA	7,92	1.058	0,02	6	7.723	42.772
119	VRS351	REDUZIDA	9,72	406	0,02	6	2.964	18.560

Legenda

P	Rodovia sob concessão estadual (pólos de pedágio)
G	Extensão da rodovia pavimentada e operacional ao tráfego
T	Tráfego diário médio veicular anual nos dois sentidos da rodovia
O	Proporção do tráfego motociclístico em relação ao tráfego total
V	Distância diária estimada da rodovia percorrida pelas motocicletas
M	Tráfego total médio anual passante nos dois sentidos da rodovia
R	Exposição anual ao risco de acidentes na rodovia pela motocicleta

Fonte: Modelagem da Dissertação

APÊNDICE E – Fatores de risco de acidentes por rodovia

Ord. nº	Código SRE	Larg. X ₁	Caminhão X ₂	Pavim. X ₃	Traf.Total X ₄	Sinuos. X ₅	Rampa X ₆	Inters. X ₇	Urbaniz. X ₈	Contr. Vel. X ₉
1	ERS020 ^P	1,43	1,03	0,77	1,90	1,07	1,00	1,00	1,00	0,92
2	ERS030 ^P	1,18	1,03	1,00	2,53	1,07	1,00	1,00	1,00	0,55
3	ERS040 ^P	0,62	1,03	0,77	4,18	0,87	1,00	1,00	1,00	0,79
4	ERS115 ^P	1,18	0,97	1,00	1,96	1,00	1,00	1,00	1,00	0,61
5	ERS118	1,00	1,00	1,15	3,82	0,87	1,00	1,20	1,29	0,61
6	ERS122 ^P	0,62	1,13	0,77	3,31	0,93	1,00	1,00	1,00	0,73
7	ERS124	1,00	1,04	0,77	1,30	0,93	1,00	1,00	1,00	0,92
8	ERS128 ^P	1,43	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	0,84	1,00	1,10
9	ERS129 ^P	1,00	1,06	0,77	1,19	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85
10	ERS130 ^P	1,43	1,03	1,00	1,79	0,93	1,00	1,00	1,00	1,10
11	ERS132	1,43	1,06	1,00	0,59	1,07	1,00	0,84	0,89	1,10
12	ERS135 ^P	1,00	1,10	0,77	1,43	0,93	1,00	0,84	0,89	1,00
13	ERS137	1,43	0,96	0,77	0,66	1,07	1,00	0,84	0,89	1,10
14	ERS142	1,43	1,03	0,77	0,72	1,07	1,00	0,84	0,89	1,10
15	ERS143	1,43	1,04	0,77	0,62	1,00	1,00	0,84	0,89	1,10
16	ERS149	1,43	1,01	0,77	0,57	0,93	1,00	0,84	0,89	1,10
17	ERS150	1,18	1,00	0,77	0,59	1,07	1,00	0,84	1,00	1,10
18	ERS155	1,00	0,96	0,77	1,42	1,00	1,00	0,84	0,89	0,85
19	ERS168	1,00	1,05	1,15	0,50	1,00	1,00	0,84	0,89	1,10
20	ERS207	1,43	1,10	1,00	0,44	1,13	1,00	0,84	0,89	1,10
21	ERS208	1,43	1,02	0,77	0,36	1,13	1,00	0,84	0,89	1,10
22	ERS210	1,43	1,09	1,00	0,82	1,00	1,00	0,84	0,89	1,10
23	ERS218	1,43	1,02	1,00	0,40	1,00	1,00	0,84	1,00	1,10
24	ERS223	1,43	1,08	1,00	1,11	0,93	1,00	0,84	0,89	1,10
25	ERS230	1,18	0,95	0,77	2,29	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
26	ERS235 ^P	0,52	0,96	0,77	3,20	1,13	1,00	1,00	1,00	0,79
27	ERS239 ^P	0,62	1,01	0,77	5,44	1,00	1,00	1,00	1,00	0,55
28	ERS240 ^P	0,62	1,02	0,77	5,22	1,00	1,00	1,00	1,00	0,52
29	ERS242	1,43	0,96	1,00	0,66	1,00	1,00	0,84	1,00	1,10
30	ERS244	1,18	1,02	0,77	0,84	1,00	1,00	0,84	0,89	1,10
31	ERS265	1,43	1,04	1,00	0,53	1,20	1,00	0,84	1,00	1,10
32	ERS305	1,43	1,02	1,00	0,68	1,13	1,00	1,00	1,00	1,10
33	ERS307	1,43	1,01	1,00	0,53	1,13	1,00	1,00	1,00	1,10
34	ERS324	1,18	1,09	0,77	1,58	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50
35	ERS326	0,62	1,01	0,77	0,92	1,20	1,00	1,20	1,29	1,10
36	ERS330	1,00	1,05	1,00	0,51	1,07	1,00	0,84	1,00	1,00
37	ERS331	1,43	1,05	1,00	0,68	1,13	1,00	1,00	1,00	1,10
38	ERS332	1,43	1,06	0,77	0,66	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10
39	ERS342	1,00	1,03	1,00	0,96	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00
40	ERS343	1,43	1,07	0,77	0,66	1,07	1,00	0,84	1,00	1,10
41	ERS344	1,43	1,03	1,00	1,32	1,00	1,00	0,84	1,00	1,10
42	ERS348	1,43	0,99	1,15	0,60	1,13	1,00	0,84	1,00	1,10
43	ERS357	1,18	0,97	1,00	1,07	1,13	1,00	0,84	0,89	1,10
44	ERS389	1,18	0,93	1,00	2,46	0,87	1,00	0,84	0,89	0,55
45	ERS400	1,43	1,02	0,77	0,68	1,13	1,00	1,00	1,00	1,10
46	ERS401	1,18	0,99	0,77	1,40	0,93	1,00	0,84	0,89	0,79
47	ERS404	1,00	1,10	1,00	0,99	1,00	1,00	0,84	0,89	1,00
48	ERS405	1,43	1,04	0,77	0,59	1,00	1,00	0,84	0,89	1,10
49	ERS406	1,00	1,21	1,00	0,87	1,07	1,00	0,84	0,89	1,10
50	ERS407	1,18	1,01	1,00	1,43	0,87	1,00	0,84	0,89	1,10
51	ERS409	1,18	0,94	1,15	1,31	1,00	1,00	0,84	1,00	1,10
52	ERS411	1,00	0,89	0,77	0,66	1,13	1,00	1,00	1,00	1,10
53	ERS413	1,43	0,96	1,00	0,66	1,20	1,00	1,20	1,00	1,10
54	ERS418	1,18	1,07	1,00	0,49	1,20	1,00	1,00	1,00	1,10
55	ERS419	1,43	1,02	0,77	0,62	1,20	1,00	1,00	1,00	1,10
56	ERS420	1,18	1,05	0,77	0,48	1,07	1,00	0,84	0,89	1,10
57	ERS421	1,43	1,00	0,77	0,86	1,13	1,00	1,20	1,29	1,10
58	ERS425	1,43	1,08	0,77	0,51	1,20	1,00	1,00	1,00	1,10
59	ERS431	1,43	1,00	0,77	0,47	1,13	1,00	1,00	1,00	1,10
60	ERS436	1,18	1,02	1,00	1,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
61	ERS444	1,43	0,99	0,77	1,52	1,40	1,00	1,20	1,29	1,10
62	ERS446	1,43	1,07	0,77	1,71	1,07	1,00	1,00	1,00	0,92
63	ERS448	1,43	1,02	1,15	0,72	1,33	1,00	1,00	1,00	1,10
64	ERS452	1,43	1,05	0,77	1,57	1,07	1,00	1,00	1,00	0,85
65	ERS463	1,18	1,04	1,15	0,70	1,27	1,00	1,00	0,89	1,10
66	ERS464	1,43	0,96	0,77	1,43	1,07	1,00	1,20	1,00	1,10
67	ERS466 ^P	1,18	0,96	1,00	0,66	1,20	1,00	1,20	1,00	1,10

Ord. nº	Código SRE	Larg. X ₁	Caminhão X ₂	Pavim. X ₃	Traf.Total X ₄	Sinuos. X ₅	Rampa X ₆	Inters. X ₇	Urbaniz. X ₈	Contr. Vel. X ₉
68	ERS467	1,43	1,06	0,77	0,84	1,27	1,00	0,84	1,00	1,10
69	ERS474 ^P	1,43	0,96	0,77	0,66	0,93	1,00	0,84	1,00	1,10
70	ERS475	1,43	0,98	1,00	0,55	1,07	1,00	0,84	0,89	1,10
71	ERS486	1,00	0,97	1,15	0,48	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92
72	ERS504	1,43	1,03	0,77	0,54	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10
73	ERS509	0,62	0,93	0,77	5,46	1,00	1,00	1,00	1,29	0,92
74	ERS511	2,54	1,02	1,00	0,42	1,20	1,00	0,84	1,00	1,10
75	ERS522	1,43	1,02	1,00	0,46	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
76	ERS540	1,43	1,01	1,00	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
77	ERS561	1,18	1,04	0,77	0,42	1,00	1,00	0,84	0,89	1,10
78	ERS569	1,00	1,14	1,00	1,04	1,00	1,00	0,84	1,00	1,10
79	ERS587	1,18	1,04	1,00	0,64	1,13	1,00	1,00	1,00	1,10
80	ERS591	1,43	0,97	1,00	0,61	1,20	1,00	0,84	1,00	1,10
81	ERS640	1,00	0,96	1,15	0,66	0,93	1,00	1,00	0,89	1,10
82	ERS654	1,00	0,97	1,00	0,66	1,13	1,00	1,00	1,00	1,10
83	ERS734	1,00	1,01	1,00	3,60	0,87	1,00	1,20	1,29	0,92
84	ERS762	1,00	0,98	0,77	2,44	0,87	1,00	1,00	1,00	1,10
85	ERS784 ^P	1,43	0,89	1,00	0,66	0,87	1,00	1,00	0,89	1,10
86	ERS786	1,43	0,97	1,00	0,96	0,87	1,00	1,20	1,29	1,10
87	RST101	1,18	1,04	1,15	0,65	0,87	1,00	0,84	0,89	1,10
88	RST153 ^P	1,00	1,06	0,77	0,81	1,00	1,00	0,84	0,89	1,10
89	RST158	1,00	1,08	0,77	0,87	1,00	1,00	0,84	0,89	1,10
90	RST287 ^P	1,00	1,05	0,77	1,62	1,00	1,00	0,84	1,00	0,55
91	RST392	1,00	1,01	1,15	1,60	1,00	1,00	0,84	0,89	1,10
92	RST453 ^P	0,69	1,03	0,77	2,47	1,07	1,00	1,00	1,00	0,44
93	RST470	1,00	1,01	0,77	1,97	1,13	1,00	1,00	1,00	0,48
94	RST471	1,43	1,04	0,77	0,54	1,00	1,00	0,84	0,89	1,10
95	RST472	1,43	1,04	0,77	0,65	0,93	1,00	0,84	0,89	1,10
96	RST480	1,00	1,04	0,77	0,56	1,13	1,00	1,00	1,00	1,10
97	RST481	1,43	1,07	0,77	0,49	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
98	VRS208	1,43	1,01	1,00	0,54	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10
99	VRS302	1,83	1,06	0,77	0,53	0,93	1,00	0,84	1,00	1,10
100	VRS304	1,83	1,06	1,00	0,44	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10
101	VRS305	1,83	0,94	1,00	0,43	1,13	1,00	1,00	1,29	1,10
102	VRS306	1,83	1,03	1,15	0,43	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10
103	VRS311	1,83	1,05	1,15	0,54	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
104	VRS313	1,83	0,97	1,00	0,86	1,13	1,00	1,20	1,29	1,10
105	VRS314	2,54	1,00	1,00	0,68	1,07	1,00	1,20	1,29	1,10
106	VRS315	2,54	0,98	1,00	0,43	1,07	1,00	0,84	0,89	1,10
107	VRS316	1,83	1,04	0,77	0,43	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10
108	VRS317	1,83	1,02	1,00	0,57	1,20	1,00	1,00	1,00	1,10
109	VRS318	1,83	1,02	1,15	0,48	1,20	1,00	0,84	1,00	1,10
110	VRS322	1,83	0,96	1,15	0,43	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10
111	VRS324	2,54	1,03	1,00	0,43	1,07	1,00	0,84	1,00	1,10
112	VRS325	1,83	0,96	1,00	0,43	1,07	1,00	0,84	0,89	1,10
113	VRS326	2,54	0,99	1,00	0,48	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
114	VRS333	2,54	1,01	0,77	0,44	0,87	1,00	0,84	1,00	1,10
115	VRS335	2,54	1,03	1,00	0,51	1,00	1,00	0,84	1,00	1,10
116	VRS337	2,54	1,04	1,00	0,55	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10
117	VRS338	2,54	1,01	1,00	0,96	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10
118	VRS341	2,54	1,03	1,00	0,59	1,07	1,00	1,00	1,00	1,10
119	VRS351	2,54	1,07	1,15	0,40	1,27	1,00	1,00	1,00	1,10

Fonte: Modelagem da Dissertação

APÊNDICE F – Modelo geral previsional de acidentes

Ord. nº.	Código SRE	nºacidentes Observados ^M	nºacidentes Previstos	Erro Relativo	Erro Absoluto	Freq. Acid. Obs.	Freq. Acid. Prev.	F. Risco Geral X _G
1	ERS020 ^P	53,80	53,24	-0,56	0,56	4,79%	4,65%	2,11
2	ERS030 ^P	82,00	75,00	-7,00	7,00	7,30%	6,55%	1,80
3	ERS040 ^P	113,40	112,39	-1,01	1,01	10,09%	9,82%	1,41
4	ERS115 ^P	30,80	19,00	-11,80	11,80	2,74%	1,66%	1,36
5	ERS118	86,60	89,09	2,49	2,49	7,71%	7,78%	3,59
6	ERS122 ^P	63,60	67,76	4,16	4,16	5,66%	5,92%	1,23
7	ERS124	5,80	4,92	-0,88	0,88	0,52%	0,43%	0,89
8	ERS128 ^P	9,40	6,71	-2,69	2,69	0,84%	0,59%	1,26
9	ERS129 ^P	22,80	14,04	-8,76	8,76	2,03%	1,23%	0,82
10	ERS130 ^P	47,20	46,06	-1,14	1,14	4,20%	4,02%	2,70
11	ERS132	0,60	0,87	0,27	0,27	0,05%	0,08%	0,79
12	ERS135 ^P	3,20	9,97	6,77	6,77	0,28%	0,87%	0,85
13	ERS137	0,20	0,99	0,79	0,79	0,02%	0,09%	0,61
14	ERS142	2,60	1,80	-0,80	0,80	0,23%	0,16%	0,73
15	ERS143	0,40	0,76	0,36	0,36	0,04%	0,07%	0,59
16	ERS149	5,40	1,44	-3,96	3,96	0,48%	0,13%	0,49
17	ERS150	1,20	0,70	-0,50	0,50	0,11%	0,06%	0,53
18	ERS155	4,20	6,25	2,05	2,05	0,37%	0,55%	0,67
19	ERS168	4,00	1,25	-2,75	2,75	0,36%	0,11%	0,50
20	ERS207	1,40	0,43	-0,97	0,97	0,12%	0,04%	0,65
21	ERS208	0,80	0,10	-0,70	0,70	0,07%	0,01%	0,38
22	ERS210	1,20	2,53	1,33	1,33	0,11%	0,22%	1,06
23	ERS218	2,20	0,31	-1,89	1,89	0,20%	0,03%	0,55
24	ERS223	2,60	8,78	6,18	6,18	0,23%	0,77%	1,33
25	ERS230	0,80	5,05	4,25	4,25	0,07%	0,44%	2,18
26	ERS235 ^P	15,40	25,80	10,40	10,40	1,37%	2,25%	1,11
27	ERS239 ^P	121,80	115,51	-6,29	6,29	10,84%	10,09%	1,46
28	ERS240 ^P	32,40	40,33	7,93	7,93	2,88%	3,52%	1,34
29	ERS242	0,20	1,43	1,23	1,23	0,02%	0,13%	0,83
30	ERS244	1,80	3,24	1,44	1,44	0,16%	0,28%	0,65
31	ERS265	1,20	1,94	0,74	0,74	0,11%	0,17%	0,89
32	ERS305	6,40	4,22	-2,18	2,18	0,57%	0,37%	1,23
33	ERS307	6,00	1,44	-4,56	4,56	0,53%	0,13%	0,95
34	ERS324	29,40	16,99	-12,41	12,41	2,62%	1,48%	0,78
35	ERS326	4,20	1,96	-2,24	2,24	0,37%	0,17%	0,91
36	ERS330	0,80	1,00	0,20	0,20	0,07%	0,09%	0,48
37	ERS331	2,00	3,14	1,14	1,14	0,18%	0,27%	1,28
38	ERS332	6,80	4,57	-2,23	2,23	0,61%	0,40%	0,92
39	ERS342	5,60	8,90	3,30	3,30	0,50%	0,78%	1,05
40	ERS343	0,40	2,00	1,60	1,60	0,04%	0,17%	0,78
41	ERS344	19,00	17,98	-1,02	1,02	1,69%	1,57%	1,80
42	ERS348	4,60	1,54	-3,06	3,06	0,41%	0,13%	1,03
43	ERS357	0,20	6,51	6,31	6,31	0,02%	0,57%	1,14
44	ERS389	36,00	37,67	1,67	1,67	3,20%	3,29%	0,96
45	ERS400	4,80	2,26	-2,54	2,54	0,43%	0,20%	0,97
46	ERS401	1,40	4,29	2,89	2,89	0,12%	0,38%	0,70
47	ERS404	2,80	2,44	-0,36	0,36	0,25%	0,21%	0,81
48	ERS405	3,40	0,64	-2,76	2,76	0,30%	0,06%	0,56
49	ERS406	3,40	2,35	-1,05	1,05	0,30%	0,21%	0,93
50	ERS407	14,40	4,35	-10,05	10,05	1,28%	0,38%	1,22
51	ERS409	4,60	3,08	-1,52	1,52	0,41%	0,27%	1,54
52	ERS411	3,80	0,82	-2,98	2,98	0,34%	0,07%	0,56
53	ERS413	5,00	1,19	-3,81	3,81	0,44%	0,10%	1,43
54	ERS418	2,80	0,62	-2,18	2,18	0,25%	0,05%	0,82
55	ERS419	1,60	0,98	-0,62	0,62	0,14%	0,09%	0,93
56	ERS420	1,80	0,40	-1,40	1,40	0,16%	0,03%	0,41
57	ERS421	2,40	2,91	0,51	0,51	0,21%	0,25%	1,82
58	ERS425	0,60	0,51	-0,09	0,09	0,05%	0,04%	0,81
59	ERS431	2,60	0,66	-1,94	1,94	0,23%	0,06%	0,65
60	ERS436	4,80	2,93	-1,87	1,87	0,43%	0,26%	1,42
61	ERS444	6,40	25,57	19,17	19,17	0,57%	2,23%	3,96
62	ERS446	1,40	8,46	7,06	7,06	0,12%	0,74%	1,99
63	ERS448	0,40	4,16	3,76	3,76	0,04%	0,36%	1,79

Ord. n°.	Código SRE	nºacidentes Observados ^M	nºacidentes Previstos	Erro Relativo	Erro Absoluto	Freq. Acid. Obs.	Freq. Acid. Prev.	F. Risco Geral X _G
64	ERS452	8,80	9,18	0,38	0,38	0,78%	0,80%	1,65
65	ERS463	2,00	2,39	0,39	0,39	0,18%	0,21%	1,23
66	ERS464	3,40	3,83	0,43	0,43	0,30%	0,33%	2,14
67	ERS466 ^P	0,80	1,06	0,26	0,26	0,07%	0,09%	1,17
68	ERS467	1,00	2,69	1,69	1,69	0,09%	0,24%	1,16
69	ERS474 ^P	7,40	1,60	-5,80	5,80	0,66%	0,14%	0,60
70	ERS475	1,00	0,98	-0,02	0,02	0,09%	0,09%	0,68
71	ERS486	2,40	0,62	-1,78	1,78	0,21%	0,05%	0,49
72	ERS504	2,20	0,46	-1,74	1,74	0,20%	0,04%	0,72
73	ERS509	29,80	28,44	-1,36	1,36	2,65%	2,48%	2,88
74	ERS511	1,40	0,21	-1,19	1,19	0,12%	0,02%	0,67
75	ERS522	2,00	0,63	-1,37	1,37	0,18%	0,05%	0,73
76	ERS540	1,80	0,20	-1,60	1,60	0,16%	0,02%	0,59
77	ERS561	0,60	0,19	-0,41	0,41	0,05%	0,02%	0,33
78	ERS569	2,40	4,33	1,93	1,93	0,21%	0,38%	1,10
79	ERS587	1,60	1,41	-0,19	0,19	0,14%	0,12%	0,97
80	ERS591	0,80	0,85	0,05	0,05	0,07%	0,07%	0,94
81	ERS640	0,20	1,77	1,57	1,57	0,02%	0,15%	0,66
82	ERS654	0,20	0,94	0,74	0,74	0,02%	0,08%	0,80
83	ERS734	40,40	48,35	7,95	7,95	3,60%	4,22%	4,44
84	ERS762	1,00	2,80	1,80	1,80	0,09%	0,24%	1,77
85	ERS784 ^P	1,20	1,18	-0,02	0,02	0,11%	0,10%	0,71
86	ERS786	25,40	11,24	-14,16	14,16	2,26%	0,98%	1,98
87	RST101	1,40	3,60	2,20	2,20	0,12%	0,31%	0,65
88	RST153 ^P	1,40	3,55	2,15	2,15	0,12%	0,31%	0,55
89	RST158	0,20	1,61	1,41	1,41	0,02%	0,14%	0,60
90	RST287 ^P	20,80	25,21	4,41	4,41	1,85%	2,20%	0,60
91	RST392	0,20	10,80	10,60	10,60	0,02%	0,94%	1,53
92	RST453 ^P	21,60	22,99	1,39	1,39	1,92%	2,01%	0,63
93	RST470	16,00	24,43	8,43	8,43	1,42%	2,13%	0,84
94	RST471	1,60	1,86	0,26	0,26	0,14%	0,16%	0,52
95	RST472	1,40	2,31	0,91	0,91	0,12%	0,20%	0,58
96	RST480	0,60	1,12	0,52	0,52	0,05%	0,10%	0,56
97	RST481	0,60	0,86	0,26	0,26	0,05%	0,07%	0,64
98	VRS208	0,20	0,95	0,75	0,75	0,02%	0,08%	0,92
99	VRS302	0,20	0,36	0,16	0,16	0,02%	0,03%	0,70
100	VRS304	0,40	0,42	0,02	0,02	0,04%	0,04%	1,00
101	VRS305	0,60	0,62	0,02	0,02	0,05%	0,05%	1,19
102	VRS306	0,40	0,47	0,07	0,07	0,04%	0,04%	1,09
103	VRS311	0,20	0,85	0,65	0,65	0,02%	0,07%	1,32
104	VRS313	3,00	5,37	2,37	2,37	0,27%	0,47%	2,95
105	VRS314	0,60	3,26	2,66	2,66	0,05%	0,29%	3,12
106	VRS315	0,20	0,44	0,24	0,24	0,02%	0,04%	0,94
107	VRS316	0,20	0,30	0,10	0,10	0,02%	0,03%	0,75
108	VRS317	0,20	2,22	2,02	2,02	0,02%	0,19%	1,42
109	VRS318	0,20	0,95	0,75	0,75	0,02%	0,08%	1,15
110	VRS322	1,00	0,49	-0,51	0,51	0,09%	0,04%	1,01
111	VRS324	0,40	0,73	0,33	0,33	0,04%	0,06%	1,10
112	VRS325	0,20	0,24	0,04	0,04	0,02%	0,02%	0,66
113	VRS326	0,80	0,51	-0,29	0,29	0,07%	0,04%	1,34
114	VRS333	0,20	0,34	0,14	0,14	0,02%	0,03%	0,70
115	VRS335	0,60	0,70	0,10	0,10	0,05%	0,06%	1,22
116	VRS337	0,20	1,32	1,12	1,12	0,02%	0,12%	1,69
117	VRS338	0,20	4,50	4,30	4,30	0,02%	0,39%	2,89
118	VRS341	0,20	1,12	0,92	0,92	0,02%	0,10%	1,81
119	VRS351	1,00	0,47	-0,53	0,53	0,09%	0,04%	1,75
Total	Geral	1.124	1.145			100,00%	100,00%	

^M Média de cinco anos

Fonte: Modelagem da Dissertação

APÊNDICE G – Exposição relativa ao risco por rodovia

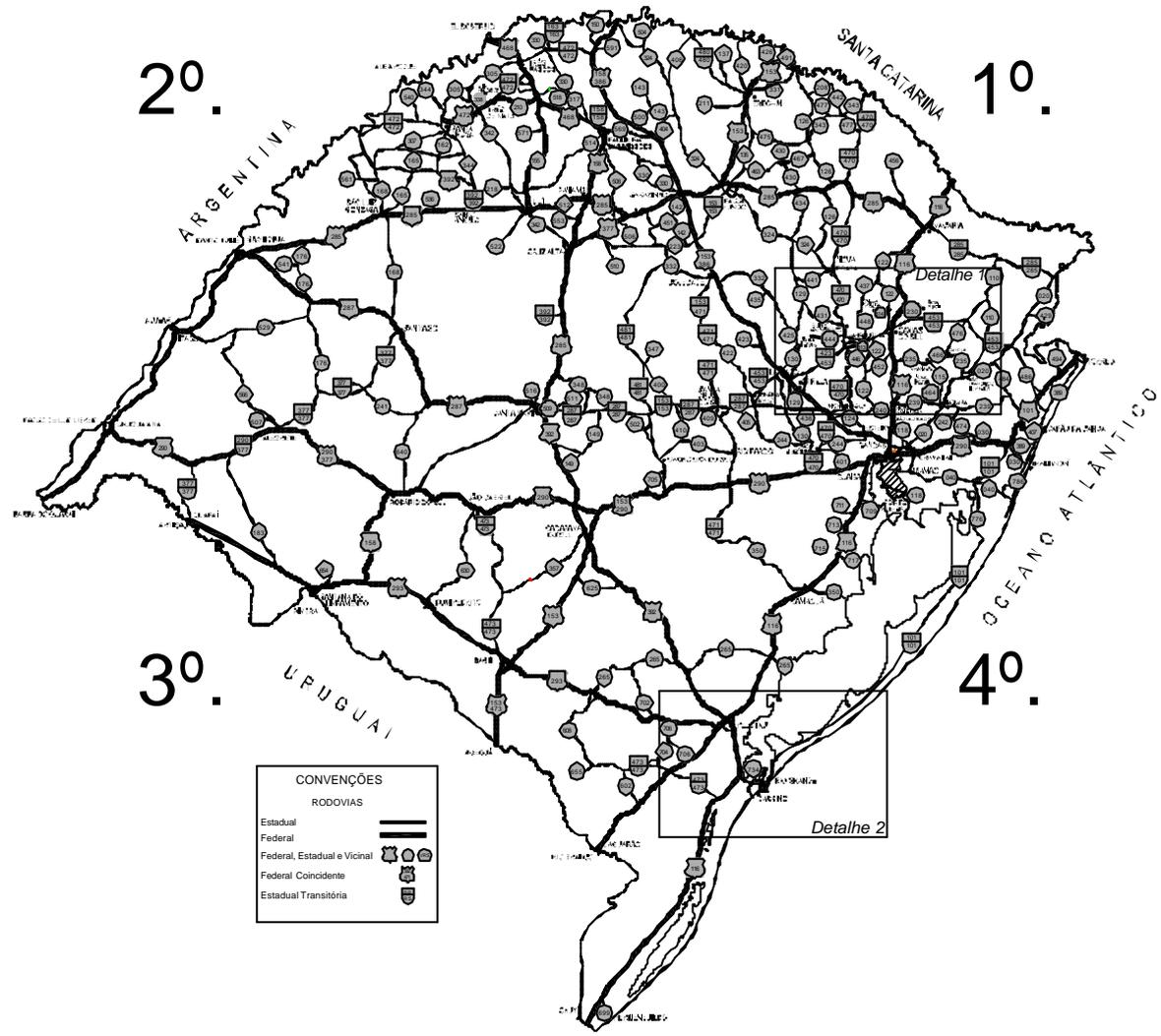
Ordem nº	Código SRE	Exp. nºveíc.ano.km	Nºacidentes		Exp. Relativa nºveíc.ano.km/acid	Fator Risco Geral X _G	Fator Risco Geral Tipo
			Previsto				
83	ERS734	751.046	48,35		15.535	4,44	MUITO ALTO
61	ERS444	445.804	25,57		17.432	3,96	MUITO ALTO
5	ERS118	1.710.120	89,09		19.196	3,59	MUITO ALTO
105	VRS314	72.093	3,26		22.087	3,12	MUITO ALTO
104	VRS313	125.631	5,37		23.382	2,95	MUITO ALTO
117	VRS338	107.350	4,50		23.854	2,89	MUITO ALTO
73	ERS509	681.683	28,44		23.972	2,88	MUITO ALTO
10	ERS130	1.175.547	46,06		25.521	2,70	MUITO ALTO
25	ERS230	159.978	5,05		31.676	2,18	MUITO ALTO
66	ERS464	123.337	3,83		32.186	2,14	MUITO ALTO
1	ERS020	1.737.300	53,24		32.632	2,11	MUITO ALTO
62	ERS446	293.685	8,46		34.705	1,99	ALTO
86	ERS786	392.516	11,24		34.923	1,98	ALTO
57	ERS421	110.561	2,91		37.977	1,82	ALTO
118	VRS341	42.772	1,12		38.194	1,81	ALTO
41	ERS344	689.627	17,98		38.348	1,80	ALTO
2	ERS030	2.881.573	75,00		38.421	1,80	ALTO
63	ERS448	160.318	4,16		38.521	1,79	ALTO
84	ERS762	109.307	2,80		39.072	1,77	ALTO
119	VRS351	18.560	0,47		39.483	1,75	ALTO
116	VRS337	53.816	1,32		40.794	1,69	ALTO
64	ERS452	383.161	9,18		41.730	1,65	ALTO
51	ERS409	137.589	3,08		44.691	1,54	ALTO
91	RST392	486.828	10,80		45.063	1,53	ALTO
27	ERS239	5.471.612	115,51		47.369	1,46	ALTO
53	ERS413	57.386	1,19		48.350	1,43	ALTO
60	ERS436	141.853	2,93		48.422	1,42	ALTO
108	VRS317	107.971	2,22		48.633	1,42	ALTO
3	ERS040	5.504.915	112,39		48.979	1,41	ALTO
4	ERS115	964.044	19,00		50.731	1,36	ALTO
28	ERS240	2.076.257	40,33		51.478	1,34	ALTO
113	VRS326	26.426	0,51		51.628	1,34	ALTO
24	ERS223	456.679	8,78		52.031	1,33	ALTO
103	VRS311	44.614	0,85		52.365	1,32	ALTO
37	ERS331	168.664	3,14		53.770	1,28	ALTO
8	ERS128	367.240	6,71		54.770	1,26	ALTO
65	ERS463	133.942	2,39		55.930	1,23	MÉDIO
32	ERS305	236.804	4,22		56.133	1,23	MÉDIO
6	ERS122	3.813.258	67,76		56.273	1,23	MÉDIO
50	ERS407	245.337	4,35		56.358	1,22	MÉDIO
115	VRS335	39.583	0,70		56.535	1,22	MÉDIO
101	VRS305	36.120	0,62		58.165	1,19	MÉDIO
67	ERS466	62.147	1,06		58.860	1,17	MÉDIO
68	ERS467	160.501	2,69		59.666	1,16	MÉDIO
109	VRS318	56.733	0,95		59.995	1,15	MÉDIO
43	ERS357	392.848	6,51		60.363	1,14	MÉDIO
26	ERS235	1.603.879	25,80		62.157	1,11	MÉDIO
111	VRS324	45.874	0,73		62.612	1,10	MÉDIO
78	ERS569	272.194	4,33		62.921	1,10	MÉDIO
102	VRS306	29.451	0,47		63.240	1,09	MÉDIO
22	ERS210	164.684	2,53		65.219	1,06	MÉDIO
39	ERS342	583.458	8,90		65.549	1,05	MÉDIO
42	ERS348	103.582	1,54		67.096	1,03	MÉDIO
110	VRS322	33.081	0,49		68.020	1,01	MÉDIO
100	VRS304	28.875	0,42		68.869	1,00	MÉDIO
79	ERS587	100.098	1,41		71.187	0,97	MÉDIO
45	ERS400	161.562	2,26		71.333	0,97	MÉDIO
44	ERS389	2.707.217	37,67		71.871	0,96	MÉDIO
33	ERS307	104.580	1,44		72.474	0,95	MÉDIO
80	ERS591	62.436	0,85		73.297	0,94	MÉDIO
106	VRS315	32.408	0,44		73.310	0,94	MÉDIO
49	ERS406	174.512	2,35		74.239	0,93	MÉDIO
55	ERS419	72.757	0,98		74.320	0,93	MÉDIO
98	VRS208	71.185	0,95		75.192	0,92	MÉDIO

Ordem nº	Código SRE	Exp. nºveic.ano.km	Nºacidentes Previsto	Exp. Relativa nºveic.ano.km/acid	Fator Risco Geral X_G	Fator Risco Geral Tipo
38	ERS332	344.016	4,57	75.229	0,92	MÉDIO
35	ERS326	148.121	1,96	75.697	0,91	MÉDIO
7	ERS124	380.181	4,92	77.340	0,89	MÉDIO
31	ERS265	151.298	1,94	77.857	0,89	MÉDIO
12	ERS135	807.307	9,97	80.988	0,85	MÉDIO
93	RST470	2.018.269	24,43	82.630	0,84	MÉDIO
29	ERS242	118.741	1,43	82.885	0,83	MÉDIO
54	ERS418	52.042	0,62	83.894	0,82	MÉDIO
9	ERS129	1.182.377	14,04	84.217	0,82	MÉDIO
47	ERS404	207.132	2,44	84.835	0,81	MÉDIO
58	ERS425	43.394	0,51	85.357	0,81	MÉDIO
82	ERS654	81.189	0,94	86.631	0,80	MÉDIO
11	ERS132	75.706	0,87	87.502	0,79	MÉDIO
34	ERS324	1.496.225	16,99	88.061	0,78	MÉDIO
40	ERS343	177.541	2,00	88.954	0,78	MÉDIO
107	VRS316	28.161	0,30	92.429	0,75	BAIXO
75	ERS522	59.075	0,63	94.124	0,73	BAIXO
14	ERS142	170.816	1,80	94.724	0,73	BAIXO
72	ERS504	44.011	0,46	95.810	0,72	BAIXO
85	ERS784	114.486	1,18	96.723	0,71	BAIXO
114	VRS333	32.922	0,34	97.998	0,70	BAIXO
46	ERS401	425.756	4,29	99.164	0,70	BAIXO
99	VRS302	35.913	0,36	99.276	0,70	BAIXO
70	ERS475	99.785	0,98	101.988	0,68	BAIXO
74	ERS511	21.433	0,21	102.286	0,67	BAIXO
18	ERS155	647.865	6,25	103.593	0,67	BAIXO
81	ERS640	184.514	1,77	104.100	0,66	BAIXO
112	VRS325	24.765	0,24	104.435	0,66	BAIXO
87	RST101	380.568	3,60	105.838	0,65	BAIXO
30	ERS244	344.539	3,24	106.377	0,65	BAIXO
20	ERS207	46.430	0,43	106.771	0,65	BAIXO
59	ERS431	70.360	0,66	106.902	0,65	BAIXO
97	RST481	91.873	0,86	107.352	0,64	BAIXO
92	RST453	2.501.141	22,99	108.798	0,63	BAIXO
13	ERS137	111.711	0,99	112.626	0,61	BAIXO
90	RST287	2.877.869	25,21	114.153	0,60	BAIXO
89	RST158	184.134	1,61	114.318	0,60	BAIXO
69	ERS474	184.386	1,60	114.924	0,60	BAIXO
76	ERS540	23.175	0,20	116.196	0,59	BAIXO
15	ERS143	89.567	0,76	117.331	0,59	BAIXO
95	RST472	277.026	2,31	119.733	0,58	BAIXO
48	ERS405	77.988	0,64	122.275	0,56	BAIXO
96	RST480	137.418	1,12	122.456	0,56	BAIXO
52	ERS411	100.441	0,82	122.621	0,56	BAIXO
88	RST153	443.618	3,55	124.963	0,55	BAIXO
23	ERS218	39.333	0,31	126.220	0,55	BAIXO
17	ERS150	91.714	0,70	130.759	0,53	BAIXO
94	RST471	247.128	1,86	132.876	0,52	BAIXO
19	ERS168	172.327	1,25	137.609	0,50	BAIXO
71	ERS486	86.600	0,62	140.792	0,49	BAIXO
16	ERS149	204.896	1,44	141.797	0,49	BAIXO
36	ERS330	145.271	1,00	144.708	0,48	BAIXO
56	ERS420	67.360	0,40	168.476	0,41	BAIXO
21	ERS208	17.912	0,10	180.189	0,38	BAIXO
77	ERS561	40.403	0,19	212.270	0,33	BAIXO

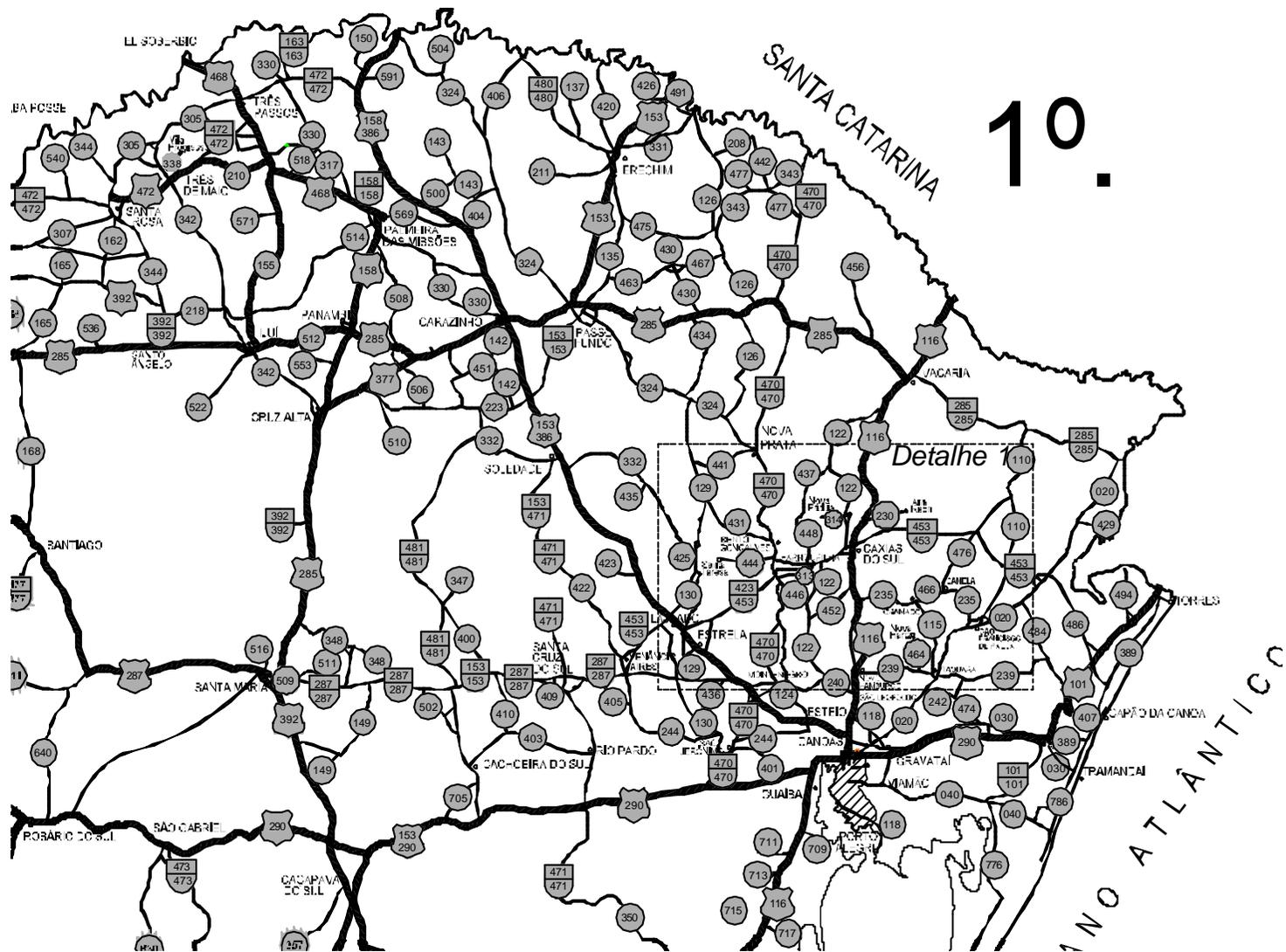
Fonte: Modelagem da Dissertação

ANEXO

Mapas Rodoviários do Estado do Rio Grande do Sul
Fonte: Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (2006)

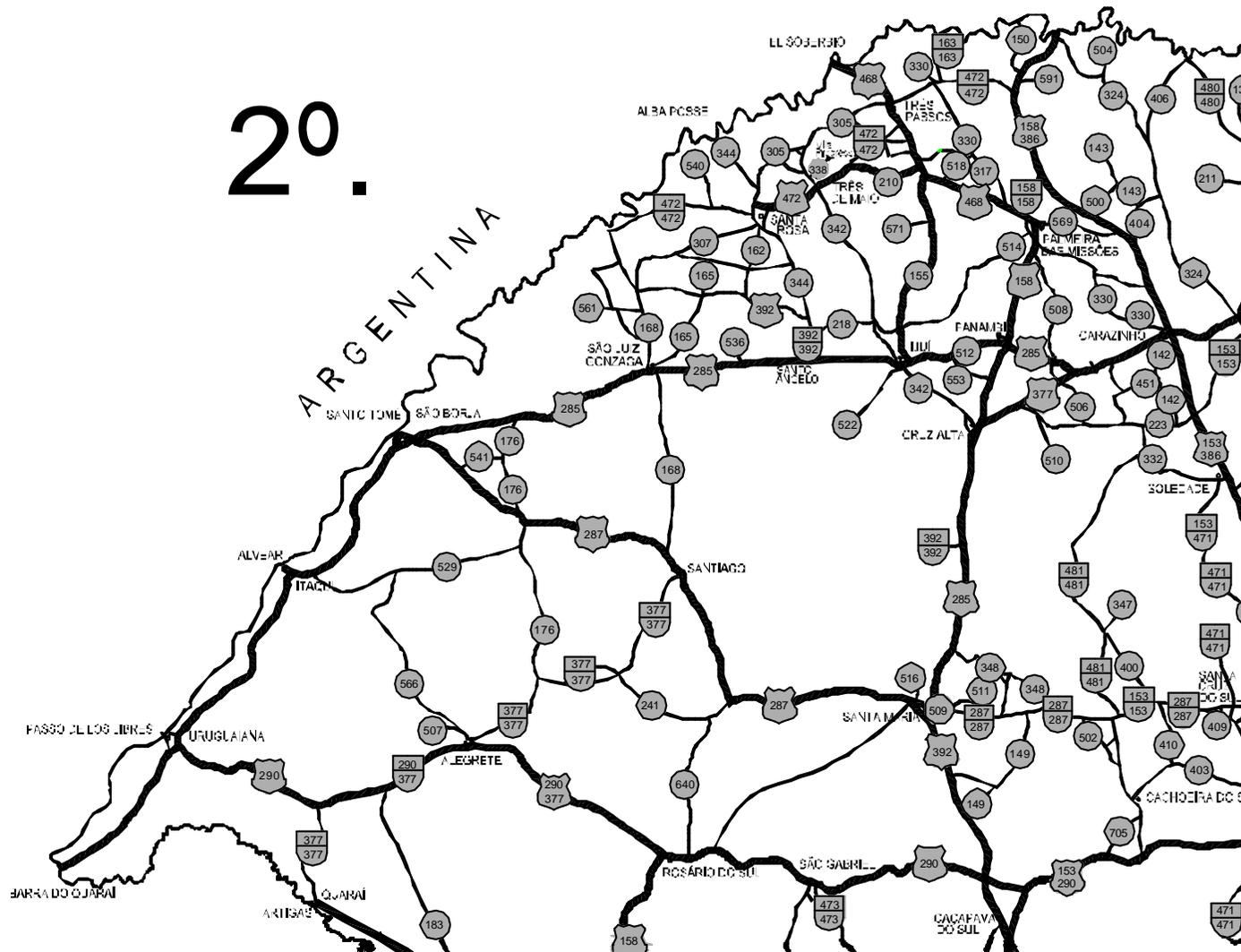


ANEXO A– Mapa Rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul

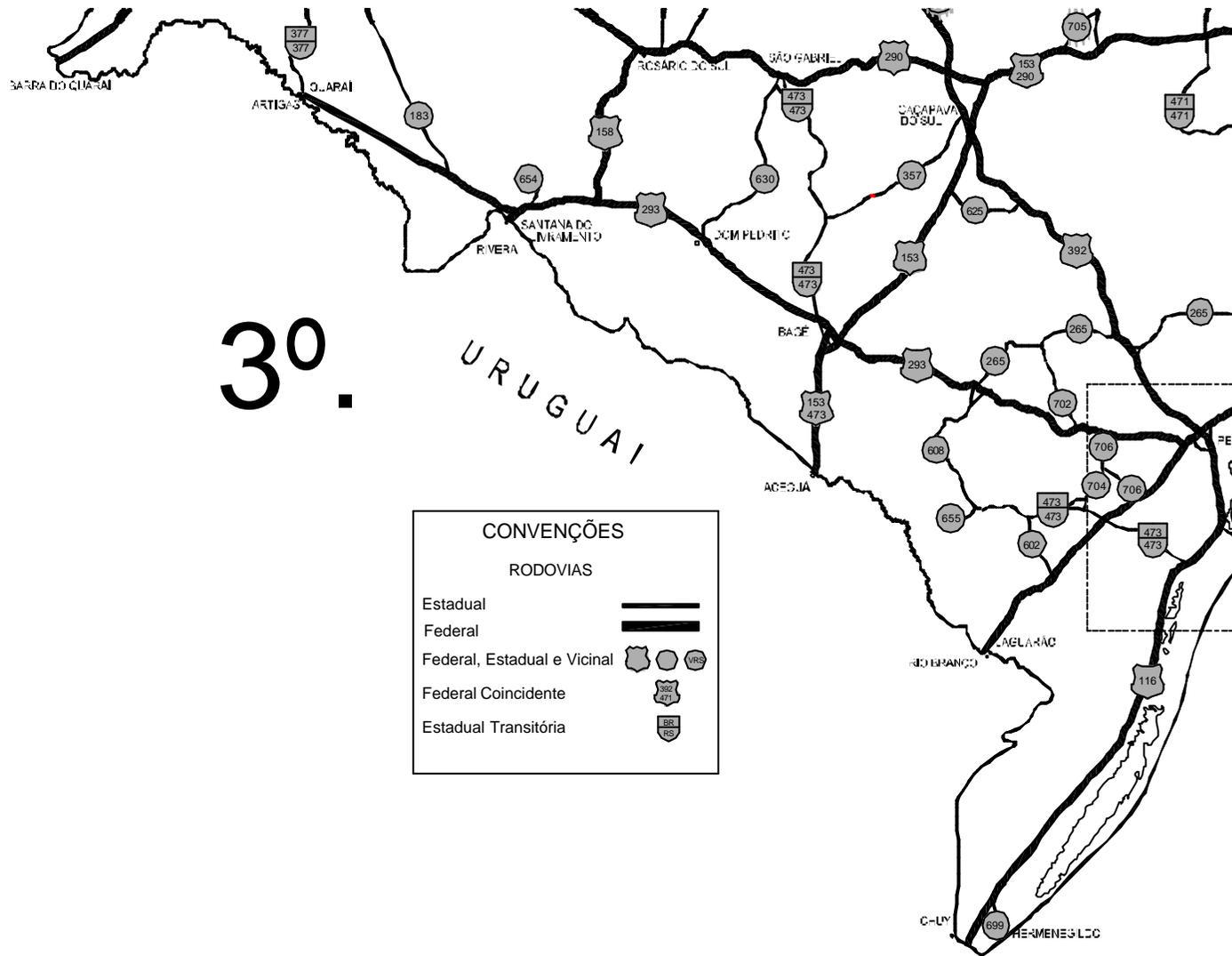


ANEXO B – Primeiro Quadrante do Mapa Rodoviário do RGS

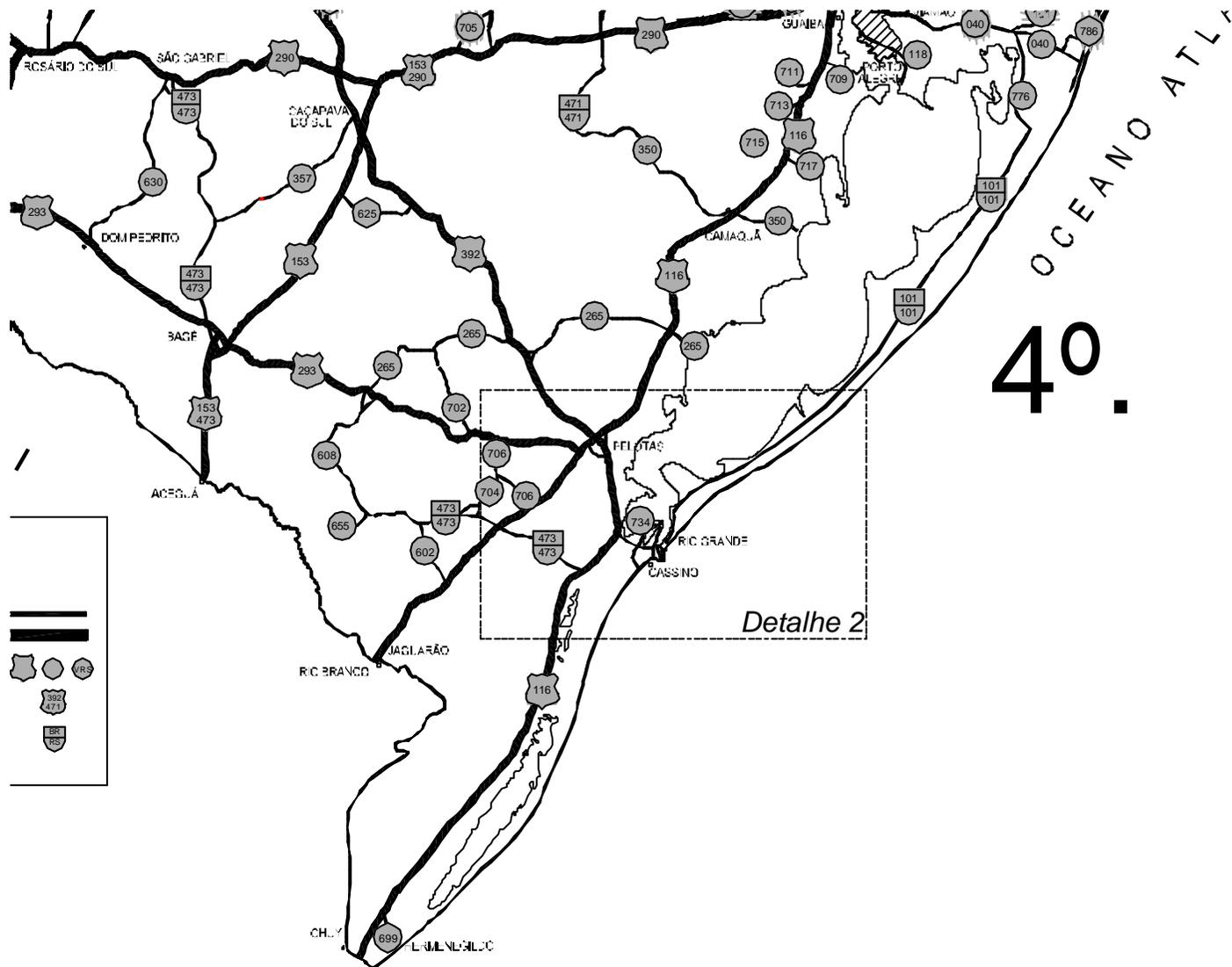
20.



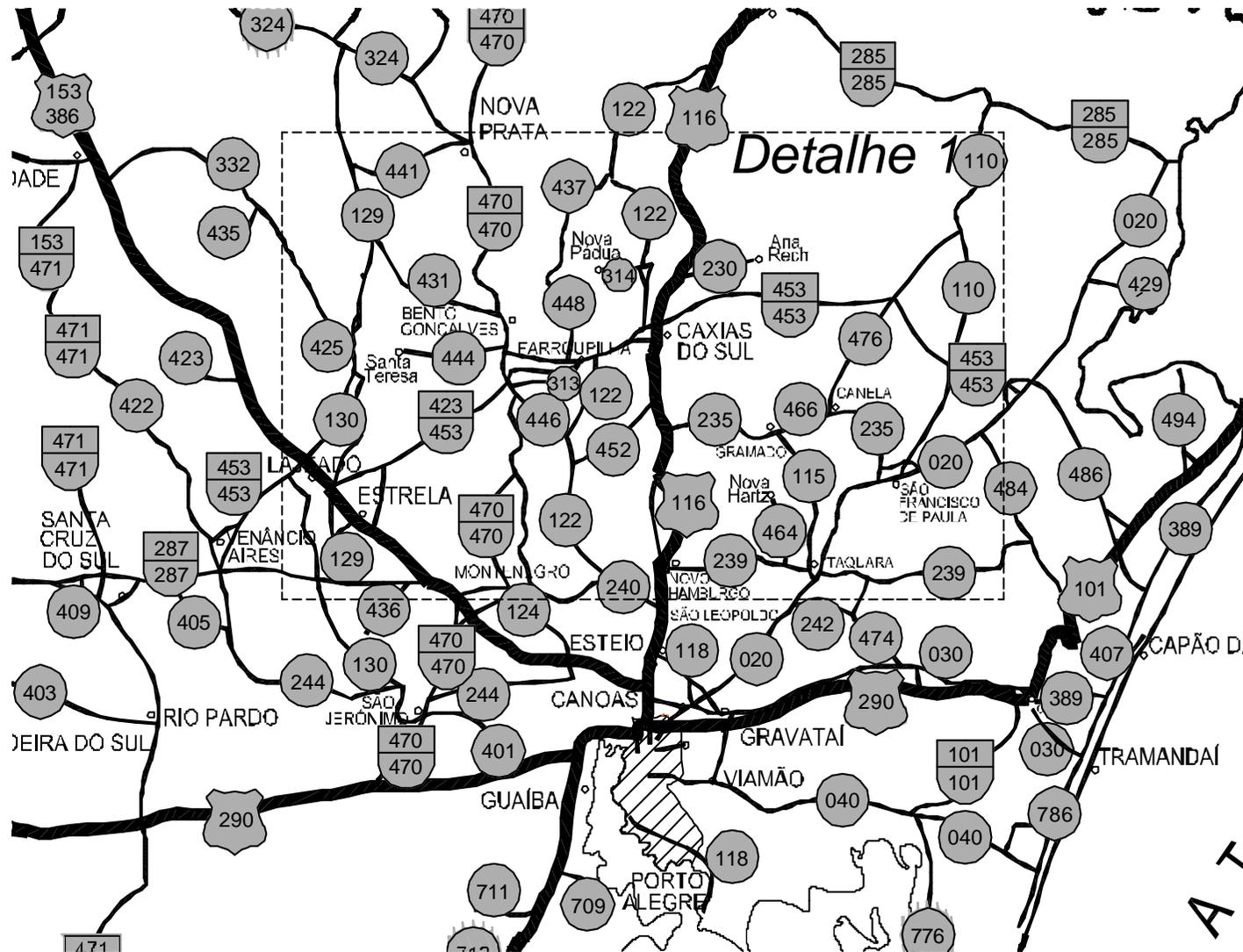
ANEXO C – Segundo Quadrante do Mapa Rodoviário do RGS



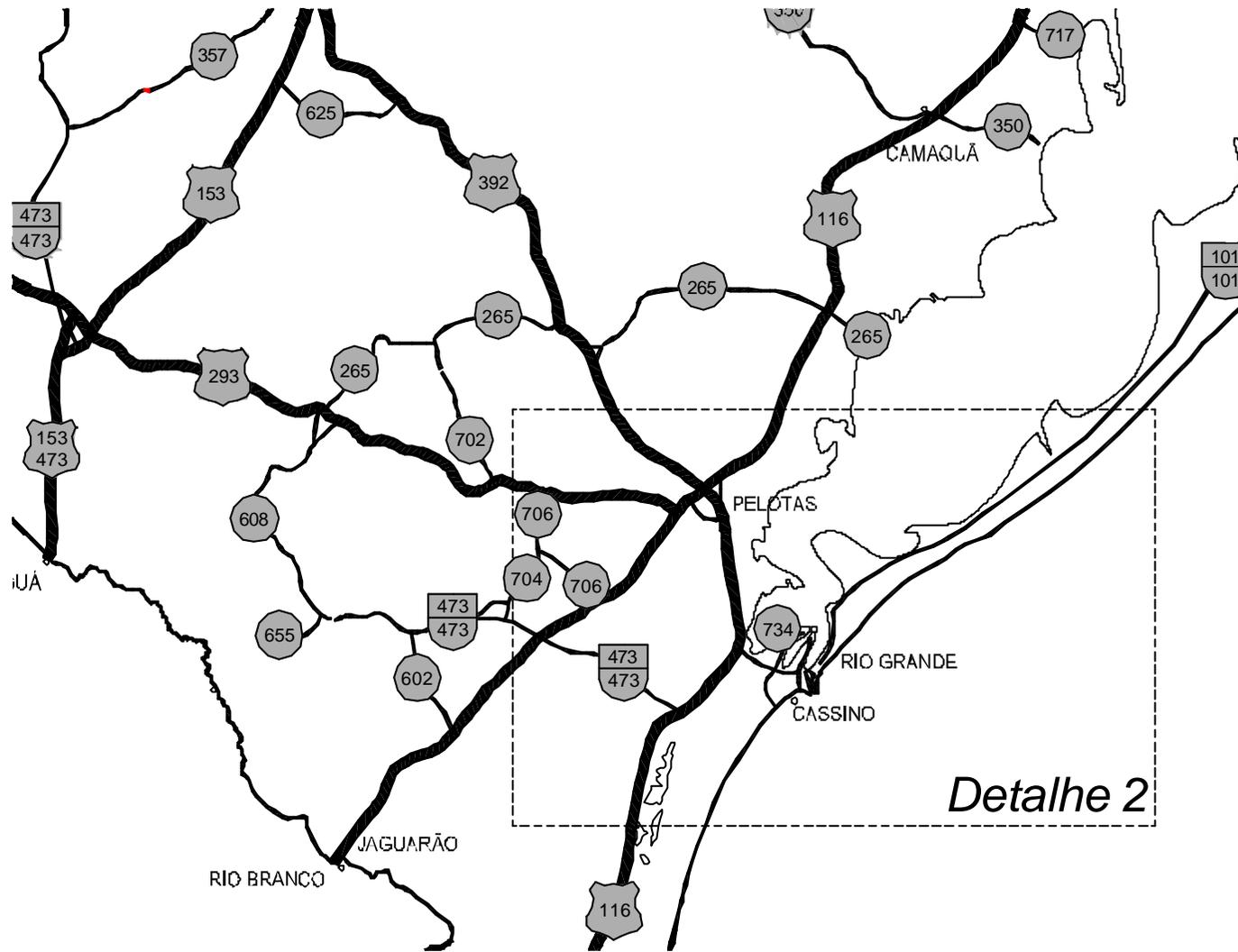
ANEXO D – Terceiro Quadrante do Mapa Rodoviário do RGS



ANEXO E – Quarto Quadrante do Mapa Rodoviário do RGS



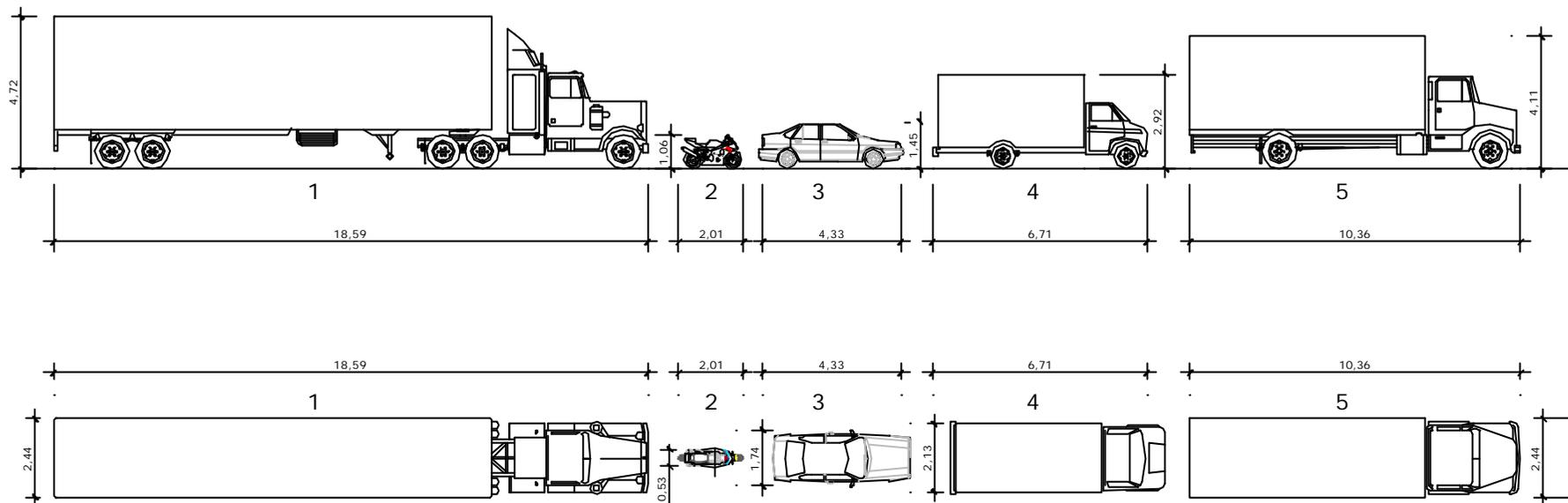
ANEXO F – Detalhe Um do Mapa Rodoviário do RGS



ANEXO G – Detalhe Dois do Mapa Rodoviário do RGS

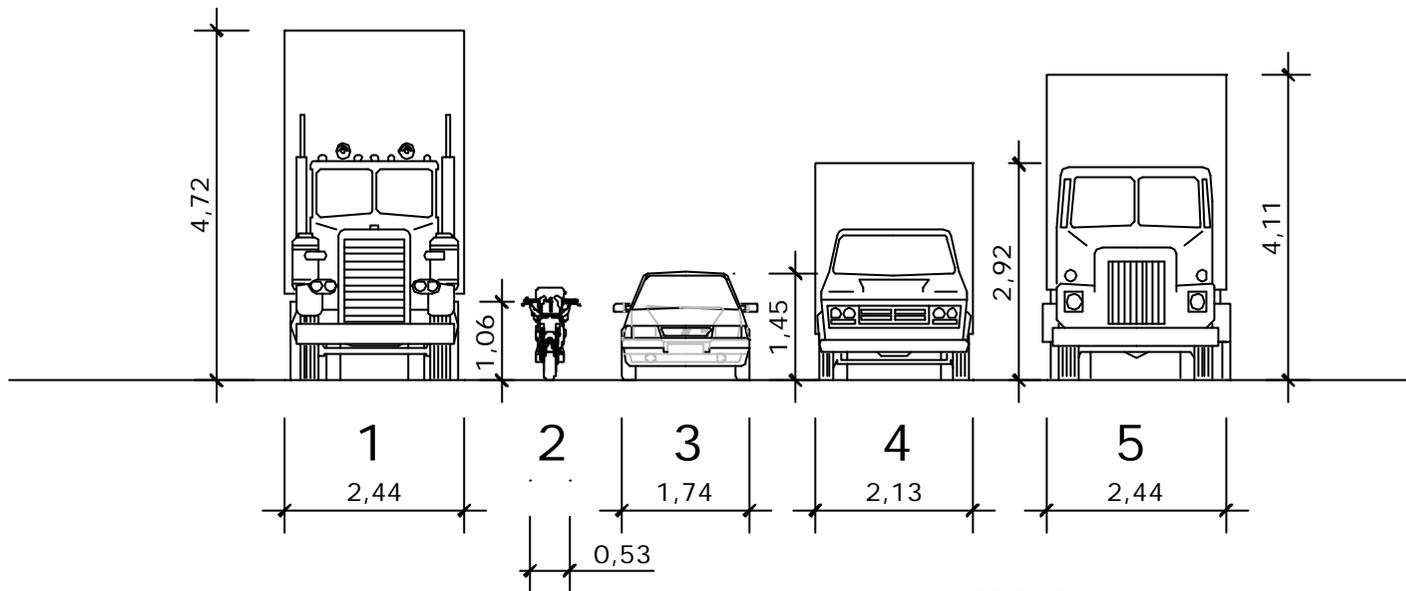
ANEXO

Dimensões dos Veículos da Frota
Fonte: ANFAVEA (2006)



LEGENDA
 1-Caminhão Pesado
 2-Motocicleta
 3-Automóvel
 4-Caminhão Leve
 5-Caminhão Médio
 Unidade: m
 Fonte: ANFAVEA (2006)

ANEXO H – Dimensões dos veículos da frota (detalhe em perfil)



LEGENDA

1-Caminhão Pesado

2-Motocicleta

3-Automóvel

4-Caminhão Leve

5-Caminhão Médio

Unidade: m

Fonte: ANFAVEA (2006)

ANEXO I – Dimensões dos veículos da frota (detalhe em vista frontal)

M278m Mânica, André Geraldi

Modelo de previsão de acidentes rodoviários envolvendo motocicletas / André Geraldi Mânica. – 2007.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre, BR-RS, 2007.

Orientação : Prof^ª. Dr.^a Christine Tessele Nodari

1. Segurança viária. 2. Acidentes de trânsito. 3. Motocicletas.
4. Modelos estatísticos. I. Nodari, Christine Tessele, orient. II.
Título.