

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PEDRO PELACANI BERGER

**Estudo dos Acidentes com Motocicletas e da Gravidade
das Lesões Decorrentes**

VITÓRIA – ES

2014

PEDRO PELACANI BERGER

**ANÁLISE DE INDICADORES E FATORES DE AGRAVAMENTO DE
ACIDENTES COM MOTOCICLISTAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil – Área de Concentração em Transportes.

Orientador:

Prof. Dr. Gregório Coelho de Moraes Neto

Co-Orientador:

Prof. Dr. Adelmo Inácio Bertolde

VITÓRIA – ES

2014

PEDRO PELACANI BERGER

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

XXXx Berger, Pedro Pelacani, 1989 -
Análise de Indicadores e Fatores de Agravamento de Acidentes com
Motociclistas / Pedro Pelacani Berger - 2014.
89 f. : il.

Orientador: Gregório Coelho de Moraes Neto.

Co-Orientador: Adelmo Inácio Bertolde.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Motociclistas. 2. Acidentes de Trânsito. 3. Segurança Viária. 4. Planejamento de Transportes. I. Moraes Neto, Gregório Coelho de. II. Bertolde, Adelmo Inácio III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV. Análise de Indicadores e Fatores de Agravamento de Acidentes com Motociclistas.

CDU: XXX

“Porque onde estiver o vosso tesouro, aí estará também vosso coração”

Mateus 6.11

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus, que sempre me deu sabedoria, ouviu minhas orações, e esteve comigo, mesmo não sendo eu merecedor de sua graça, Ele me guiou e me ajudou na escolha desse caminho tão singular. E a Ele que pertence todo meu mérito.

Agradeço aos meus pais, que acreditaram em mim e me deram todo o suporte que eu precisei, por terem me ensinado o valor do esforço e da dedicação, pela ajuda financeira para iniciar uma graduação independente das dificuldades pelas quais estivessem passando. E que mesmo sem entender bem o que eu faço, fiz ou fazia na universidade, nunca deixaram de se interessar, me ouvir e me dar sábios conselhos.

Deixo também um agradecimento especial a todos os meus professores, que me presentearam com o conhecimento e me ensinaram a estudar, e foram minha inspiração para seguir o caminho acadêmico, o qual não pretendo largar por mais que demore.

Aos meus Orientador e Coorientador, professor Gregório e professor Adelmo, que me auxiliaram durante o período do mestrado, nas dicas, correções e preciosos conselhos. Bem como também na escolha do tema que é a alma deste trabalho aqui apresentado.

Agradeço as professoras Marta e Maria Alice, pela ajuda com a correção e aos preciosos conselhos em relação à pesquisa e ao meio acadêmico, e por terem participado da banca examinadora. Ficam também os sinceros agradecimentos ao PPGEC e seus servidores por toda ajuda concedida e à Capes, pelo auxílio financeiro que possibilitou de fato, a realização do meu mestrado, e o caminhar da ciência, através de todos programas e subsídios que dá à pesquisa no Brasil.

E por fim, mas não menos importante, aos meus amigos antigos e as pessoas incríveis que conheci nesse período. O tempo que pude compartilhar com vocês foi precioso, o crescimento pessoal que me possibilitaram se equipara aprendizado das disciplinas. Todos os cafés, horas de prosa, viagens, contas, troca de ideia sobre artigos, discussões polêmicas e risadas fizeram a diferença, me deram alegria e sentido para eu pudesse chegar até o final.

RESUMO

Esse trabalho busca definir indicadores e identificar fatores agravantes de acidentes de trânsito envolvendo motociclistas. Fez-se uso do banco de dados do Sistema de Vigilância de Violência e Acidentes (VIVA), que provém de um estudo descritivo de corte transversal, realizado no município de Vitória – ES, nos anos de 2006, 2007, 2009 e 2011, com informações da vítima, da via e da ocorrência. Realizaram-se análises estatísticas de caráter exploratório, a fim de traçar o perfil da vítima e do acidente e também foram utilizados modelos lineares generalizados na investigação de fatores de risco e proteção associados à gravidade da ocorrência. Os resultados demonstram a existência de relação do horário, dia da semana, parte do corpo atingida, ocorrência em zona rural ou urbana e município de ocorrência pertencer à zona metropolitana com a chance de internação hospitalar e ocorrência de acidentes. Observou-se que variáveis conhecidas por impactarem na quantidade de acidentes não têm necessariamente o mesmo efeito sobre a gravidade destes, e também se salienta a importância do desenvolvimento de um sistema de informação unificado, conciso e abrangente para um ainda melhor entendimento dos acidentes de trânsito, fomentando políticas públicas de segurança viária no Estado.

Palavras-chave: Acidentes de Trânsito; Segurança Viária; Regressão Logística; Motociclistas.

ABSTRACT

This study seeks to define indicators and identify aggravating factors of traffic accidents involving motorcyclists. Using the database Violence Surveillance System and Accidents (VIVA), from a descriptive cross-sectional study performed on Vitória - ES, in the years 2006, 2007, 2009 and 2011, with victim, route and occurrence information. Analyses were performed in order to define the victim and the accident's profile and use generalized linear models in the investigation of risk and protection factors associated with the severity of the occurrence. The results demonstrate the existence of time interface, day of week, injured body part, occurring in rural or urban area and occurrence municipality belonging to the metropolitan area with the chance of hospitalization and accidents. It was observed that variables with known impact on the quantity of accidents do not necessarily have the same effect on the severity of these, and also highlights the importance of developing a unified, concise and comprehensive information system to build a better understanding of traffic accidents, promoting public policies for road safety in the state.

Keywords: Accidents; Road Safety; Logistic Regression; Motorcyclists.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVO GERAL	16
1.2	OBJETIVOS COMPLEMENTARES	16
1.3	JUSTIFICATIVA	17
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	TRANSPORTE NAS CIDADES	19
2.1.1	CRESCIMENTO DA FROTA DE VEÍCULOS	20
2.1.2	CONSEQUÊNCIAS DO CRESCIMENTO DA FROTA	22
2.2	SEGURANÇA VIÁRIA	23
2.2.1	CUSTOS DOS ACIDENTES	24
2.2.2	DANOS À SAÚDE	24
2.3	ESTUDOS DE ACIDENTES	25
2.3.1	LEVANTAMENTO E SELEÇÃO DOS DADOS	25
2.3.2	MODELAGEM DE ACIDENTES	26
2.3.3	ACIDENTES ENVOLVENDO MOTOCICLISTAS	28
3	MODELOS ESTATÍSTICOS	30
3.1	ANÁLISE DE REGRESSÃO	30
3.2	MODELOS LINEARES GENERALIZADOS	34
3.3	MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA	35
3.3.1	ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS NO MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICO	37
3.3.2	O MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA COM RESPOSTA MULTINOMIAL	38
3.4	SELEÇÃO DO MODELO	39
4	AMBIENTE DE ESTUDO	41
4.1	MÉTODO DE ANÁLISE	41

4.2	DADOS UTILIZADOS	41
4.2.1	O PROJETO VIVA	41
4.2.2	ABRANGÊNCIA DO ESTUDO	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1	ANÁLISE EXPLORATÓRIA	45
5.1.1	PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO DAS VÍTIMAS	46
5.1.2	ENFOQUE MUNICIPAL	51
5.1.3	CARACTERIZAÇÃO DOS ACIDENTES	52
5.1.4	CARACTERIZAÇÃO DOS INDICADORES DE GRAVIDADE	59
5.2	FATORES DE RISCO E AGRAVAMENTO DAS LESÕES	62
5.3	MODELOS PROPOSTOS	73
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO	78
7	REFERÊNCIAS	82

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Gráfico do crescimento percentual anual da frota de veículos registrados no Brasil (todos os meios)</i>	21
<i>Figura 2: Crescimento anual da frota por região (automóveis); DENATRAN (2013)</i>	22
<i>Figura 3: Mapa da Localização do Hospital São Lucas no Município de Vitória</i>	42
<i>Figura 4: Mapa do Espírito Santo</i>	43
<i>Figura 5: Histograma da Distribuição da Idade</i>	47
<i>Figura 6: Gráfico da Distribuição por Escolaridade Agrupada</i>	50
<i>Figura 7: Hora de Ocorrência</i>	55
<i>Figura 8: Quantidade de Acidentes por Dia da Semana</i>	56
<i>Figura 9: Relação da Quantidade de Acidentes e da Gravidade das Lesões</i>	63
<i>Figura 10: Curva ROC (Modelo 1)</i>	75
<i>Figura 11: Curva ROC (Modelo 2)</i>	77
<i>Figura 12: Curva ROC (Modelo 3)</i>	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Distribuição de Probabilidade da Bernoulli.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 2: Estatísticas Descritivas da Idade.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 3: Distribuição por Sexo da Vítima.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabela 4: Evolução da Distribuição do Sexo das Vítimas ao Longo do Tempo</i>	<i>48</i>
<i>Tabela 5: Distribuição por Raça.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabela 6: Distribuição por Escolaridade</i>	<i>49</i>
<i>Tabela 7: Distribuição das Vítimas por Município</i>	<i>51</i>
<i>Tabela 8: Distribuição por Tipo de Via.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabela 9: Distribuição por Zona de Ocorrência</i>	<i>53</i>
<i>Tabela 10: Percentual de Ocorrências em Rodovias em Relação à Zona de Ocorrência</i>	<i>53</i>
<i>Tabela 11: Distribuição por Tipo de Vítima e por Outra Parte Envolvida</i>	<i>54</i>
<i>Tabela 12: Meio de Locomoção das Vítimas para o Hospital.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabela 13: Uso de Acessórios de Segurança.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabela 14: Uso de Bebidas Alcoólicas.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabela 15: Caracterização da Lesão.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabela 16: Parte do Corpo Atingida</i>	<i>61</i>
<i>Tabela 17: Evolução da Emergência.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabela 18: Gravidade do Acidente ao Longo do Tempo.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabela 19: Taxas de Internação e Alta por Dia da Semana</i>	<i>64</i>
<i>Tabela 20: Taxa de Internações e Alta por Dia da Semana e Período</i>	<i>65</i>
<i>Tabela 21: Taxas de Internação por Período - Dia e Noite</i>	<i>65</i>
<i>Tabela 22: Taxas de Internação por Período - Dia, Noite e Madrugada</i>	<i>66</i>
<i>Tabela 23: Taxas de Internação e Alta por Sexo da Vítima</i>	<i>66</i>
<i>Tabela 24: Taxas de Internação e Alta por Nível de Ensino</i>	<i>66</i>
<i>Tabela 25: Taxas de Internação e Alta por Faixa Etária</i>	<i>67</i>
<i>Tabela 26: Taxa de Internação e Alta por Forma de Locomoção ao Hospital</i>	<i>67</i>
<i>Tabela 27: Taxas de Internação e Alta por Região</i>	<i>68</i>
<i>Tabela 28: Taxas de Internação e Alta por Zona de Ocorrência</i>	<i>69</i>
<i>Tabela 29: Taxas de Internação e Alta por Tipo de Vítima</i>	<i>69</i>
<i>Tabela 30: Taxa de Internação por Ocorrência durante/trajeto do Trabalho</i>	<i>70</i>
<i>Tabela 31: Taxa de Internação por Ocorrência Considerada Acidental</i>	<i>70</i>
<i>Tabela 32: Taxa de Internação por Parte do Corpo Atingida (1).....</i>	<i>71</i>
<i>Tabela 33: Taxa de Internação por Parte do Corpo Atingida (2).....</i>	<i>71</i>
<i>Tabela 34: Taxas de Internação por Gravidade de Lesão.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabela 35: Parâmetros do Modelo Ajustado (1).....</i>	<i>74</i>

<i>Tabela 36: Estatísticas de Qualidade do Ajuste do Modelo 1.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabela 37: Estatísticas da Curva ROC (Modelo 1).....</i>	<i>75</i>
<i>Tabela 38: Parâmetros do Modelo Ajustado (2).....</i>	<i>76</i>
<i>Tabela 39: Estatísticas de Qualidade do Ajuste do Modelo 2.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 40: Estatísticas da Curva ROC (Modelo 2).....</i>	<i>77</i>
<i>Tabela 41: Parâmetros Ajustados do Modelo (3)</i>	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
<i>Tabela 42: Estatísticas de Qualidade do Ajuste (Modelo 3)</i>	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
<i>Tabela 43: Estatísticas da Curva ROC (Modelo 3).....</i>	<i>Erro! Indicador não definido.</i>

1 INTRODUÇÃO

A cada ano 1,3 milhões de pessoas morrem vítimas de acidentes de trânsito e de vinte a cinquenta milhões carregam traumas ou lesões não fatais devido a esses acidentes, sendo esta uma das principais causas de invalidez no mundo e uma das três principais causas de morte para pessoas entre 5 e 44 anos de idade (WHO, 2010).

Se não forem tomadas as medidas apropriadas, a previsão é que acidentes de trânsito se tornem a quinta causa mundial de óbitos, chegando a 2,4 milhões por ano. Visando alterar o rumo dessa tendência, o período de 2011-2020 foi proclamado pela ONU – Organização das Nações Unidas – como a “Década de Ações para Segurança Viária” em um plano dirigido a um público amplo, incluindo os governos nacionais e locais, a sociedade civil e as empresas privadas dispostas a harmonizar as suas atividades no sentido de atingir o objetivo comum, com atividades que também apresentam um impacto melhorando os sistemas de desenvolvimento sustentável (WHO, 2010).

Um fator de destaque para o aumento das taxas de acidentes e mortalidade no trânsito é a motocicleta que representa uma parcela considerável no tráfego, principalmente em países emergentes e cujo percentual de crescimento de acidentes nos quais está envolvida tem se observado maior que o do crescimento de sua frota (COSTA *et al*, 2011).

Entre 2000 e 2005, enquanto o aumento da frota de motocicletas foi de 67%, o número de fatalidades com motociclistas subiu 95%. Já de 2006 a 2010, o crescimento da frota de motocicletas e motonetas foi de 104,9% e o número de acidentes aumentou em 80%. Dados como esses deixam claro a urgência de pesquisas e investigações sobre as causas dessas fatalidades e de fatores que vêm ampliando este problema. (HOLZ *et al*, 2010; DENATRAN, 2010).

A fim de gerar maior entendimento do problema e encontrar soluções, bem como reduzir o impacto causado na sociedade devido a acidentes de trânsito (redução de custos, feridos, vítimas, e danos em geral), técnicas de modelagem matemática, estatística e computacional, passaram a ser aplicadas nos estudos desses acidentes.

Modelos para análise e previsão de acidentes já vêm sendo utilizados a mais de duas décadas em países como Canadá, Estados Unidos, Inglaterra e Suécia, enquanto no Brasil os primeiros esforços relevantes nessa área de modelagem começam a aparecer apenas em 2006.

A escassez desse tipo de estudo no País possivelmente é atribuída à difícil obtenção de dados precisos para a calibração de modelos dessa finalidade (CUNTO *et al*, 2012). A maioria desses modelos são desenvolvidos através de técnicas estatísticas como a modelagem linear generalizada e lidam, com relativo sucesso, com a maioria dos problemas oriundos da natureza dos acidentes de trânsito (HAUER, 2002; CUNTO, 2009).

A dinâmica dos acidentes de trânsito, originários de diferentes causas, atinge suas vítimas em diferentes graus de severidade, cuja distribuição se distingue muitas vezes pelo tipo de acidente e atributos demográficos. Técnicas de análise e compreensão desses atributos se mostram de grande utilidade para a reorientação de ações que buscam a redução da gravidade das fatalidades (ALMEIDA *et al*, 2013).

Muitos estudos são realizados no Brasil abordando o problema da morbidade dos acidentes de trânsito, mas poucos fazem referências às vítimas sobreviventes (DESLANDES *et al*, 2000). Além disso, dados confiáveis para esse tipo de estudo provêm, em sua maioria, de fontes diversificadas e de difícil obtenção (SOARES *et al*, 2006).

A escassez desse tipo de estudo no estado do Espírito Santo, principalmente de análises mais aprofundadas dos acidentes envolvendo motocicletas, evidencia a necessidade de um maior conhecimento do problema na região, que permitiriam o desenvolvimento de melhores medidas de segurança relacionadas ao transporte de pessoas, bem como uma descrição da atual situação.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral dessa pesquisa é o estudo das ocorrências de acidentes de motocicletas no trânsito, bem como dos fatores associados à gravidade desses acidentes, a partir dos dados coletados pelo Projeto VIVA realizado no município de Vitória.

1.2 Objetivos Complementares

O trabalho também pretende apresentar as estatísticas relacionadas aos acidentes envolvendo motociclistas, sintetizando as informações extraídas do banco de dados, a fim de propor melhorias e auxiliar no planejamento futuro pelas entidades governamentais.

Também procurar-se-á avaliar a configuração do questionário aplicado pelo projeto VIVA como ferramenta de captação de informações para a área de segurança viária.

1.3 Justificativa

Antes da tomada de decisão para a solução de um problema, é necessária a investigação das principais causas e possíveis elementos que levam a ocorrência ou agravamento do mesmo. Para isso, técnicas e ferramentas estatísticas são fundamentais.

Técnicas de modelagem estatística são constantemente utilizadas para estimar desempenho operacional, de segurança e de medidas de engenharia, aumentando assim o grau de confiabilidade nos resultados analíticos, possibilitando que sejam superadas grande parte das dificuldades relatadas intrínsecas aos estudos observacionais (COSTA; BARBOSA, 2011). Os valores da variabilidade explicada pelos modelos de previsão e dos erros calculados na aplicação desses modelos são bastante satisfatórios (CARDOSO; GOLDNER, 2007).

No âmbito estadual e municipal, o presente trabalho se enquadra na seção 5.5 do manual de Pesquisa em Saúde no Município de Vitória – 5.5, mais precisamente através da seção 5.5.1.4, sétimo item, o qual compreende estudos sobre “Determinantes da morbimortalidade relativa aos principais tipos de violência (no trabalho, no trânsito, doméstica, sexual, comunitária, institucional, auto-infligida, nos diferentes grupos populacionais, étnicos e segmentos sociais)”. O estudo trará informações que permitirão o debate sobre a atual situação da segurança viária no município de Vitória e arredores ligada ao transporte por motocicleta, útil tanto para a gestão de saúde como de transportes, em nível municipal e estadual.

No âmbito da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior o presente trabalho se enquadra na Área de Engenharias I, pertencente à Grande Área das Engenharias, que é composta por Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil, onde se enquadra o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo. Neste, a pesquisa se localiza na Área Concentração de Transportes, seguindo a linha de pesquisa de Planejamento e Operação de Transportes.

1.4 Estrutura do Trabalho

Após o Capítulo 1, que faz uma breve introdução e apresenta os objetivos e a justificativa da dissertação, o Capítulo 2 trás uma revisão da literatura sobre o tema, abordando estudos recentes sobre modelagem de acidentes de trânsito, bem como descrevendo em geral o funcionamento e toda estrutura do serviço viário.

O Capítulo 3 descreve as propriedades das ferramentas utilizadas para análise dos dados, destacando o uso de modelos lineares generalizados, bem como os testes estatísticos realizados. O Capítulo 4 descreve a metodologia utilizada para elaboração da pesquisa, a definição da população, seleção da amostra e a obtenção dos dados para o procedimento de análise. No Capítulo 5, são apresentados os resultados do estudo, bem como uma discussão minuciosa sobre as informações encontradas. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões da pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Transporte nas Cidades

A importância dos meios de locomoção vem crescendo em proporção direta com a evolução da sociedade. O desenvolvimento de novos meios de transporte sempre levou à melhora do comércio, a troca mais rápida de informações e ao intercâmbio cultural.

Com a revolução industrial e o desenvolvimento de motores a combustão e do automóvel uma nova fase no transporte se iniciou. O transporte rodoviário se tornou mais viável e a introdução do transporte mecânico particular criou não apenas um novo modo, mas uma indústria.

São três modalidades de transporte sobre rodas com abrangência considerável de seu uso nas cidades. Carros, ônibus e motocicletas. O carro ou automóvel na maioria dos países é o meio de transporte urbano mais utilizado, sendo produzido e vendido em larga escala, e pode utilizar diferentes tipos de combustíveis e motorização. É projetado também para dar suporte ao transporte de diferentes cargas e de passageiros. Sua versatilidade o torna comum, além de poder representar status e permitir personalização por parte dos seus proprietários. Não é o meio de transporte mais eficiente economicamente, nem o mais rápido (devido aos inevitáveis congestionamentos e limitação de velocidade no meio urbano), e apesar de possuir capacidade média para quatro passageiros, na maioria das cidades a quantidade média de ocupantes no trânsito fica entre uma a duas pessoas por veículo, (IPEA, 2011).

Os ônibus são meios de transporte práticos e eficientes em rotas de curta e média distância, sendo o meio de transporte mais utilizado no transporte público, por constituir uma opção econômica e de fácil implantação, tanto em pequenas como em grandes cidades. A maior vantagem do ônibus é sua flexibilidade. Uma vez estabelecida são definidos pontos de embarque e desembarque de passageiros. Os ônibus se tornam um meio de transporte ineficiente em horários de pico e em determinadas rotas de maior demanda, com superlotação de passageiros e atrasos, o que leva ao desconforto geral dos usuários (NETO, 2004).

Motocicletas têm um baixo consumo de combustível e um preço mais acessível que dos automóveis, além do fato de ocupar pouco espaço na via, o que permite circular com facilidade dentre “corredores”, que são os espaços formados pela distância lateral entre os demais veículos motores em trânsito. Colabora assim com um menor tempo de cruzeira e

maior praticidade. Dessa forma, vem se apresentando como um meio de transporte cada vez mais atrativo para o usuário comum.

Atualmente, o automóvel se tornou não apenas um meio de transporte necessário, mas sim um bem de consumo, que representa status, sendo utilizado a trabalho e lazer, passando a idéia de liberdade, independência e alta mobilidade (BARDI *et al*, 2006).

No Brasil o meio de transporte rodoviário mais utilizado é o automóvel, representando 56% dentre o total dos veículos registrados e o veículo a motor de duas ou três rodas é o segundo mais utilizado, sendo 26% do total de veículos registrados. Esse segundo é um meio que vem a cada ano crescendo sua participação no mercado, tendência mundial dentre os países emergentes. Ônibus e outros veículos do mesmo porte para transporte coletivo representam menos de 2% da frota; (WHO, 2010; DENATRAN, 2013).

Já em 1995, Mannering e Grodsky afirmaram que com a fabricação crescente de novos veículos as vias de locomoção passam agora pelo problema da superlotação, o que faz com que também outros veículos motores ganhem espaço, como é o caso da motocicleta, que se apresenta como uma opção mais econômica, pratica, e de maior velocidade de locomoção perante os constantes engarrafamentos (MANNERING *et al*, 1995).

Considerando a dificuldade quanto ao uso do transporte público, e o custo elevado para a obtenção de um automóvel, principalmente em países emergentes tem sido crescente o uso da motocicleta como meio de transporte.

2.1.1 Crescimento da Frota de Veículos

Enquanto nos países desenvolvidos a utilização de veículos vem se reduzindo a cada ano, devido a campanhas de conscientização, busca pela sustentabilidade, falta de espaço e baixos incentivos governamentais para a aquisição de veículos motorizados, no Brasil a situação se inverte. Incentivos do governo a compra de veículos novos através da redução de impostos e facilitação do crédito, unidos a uma melhora substancial na economia da população levaram a um aumento considerável na frota nos últimos anos (OICA, 2013; Ministério da Fazenda, 2013).

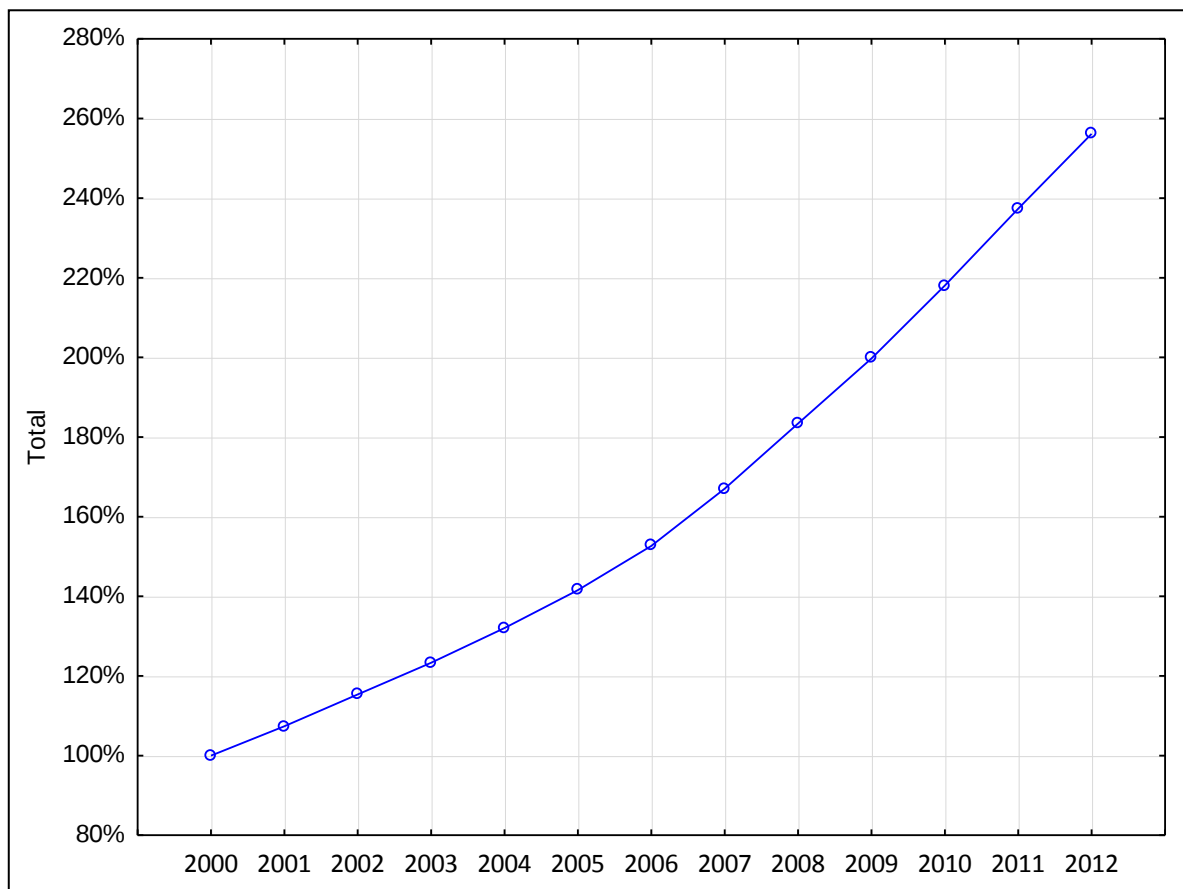


Figura 1: Gráfico do crescimento percentual anual da frota de veículos registrados no Brasil (todos os tipos de veículos)

Fonte: DENATRAN (2013)

Conforme observado na Figura 1 e Figura 2, em 12 anos a frota total de veículos mais do que dobrou no Brasil. Como conseqüências se observa um aumento no volume de tráfego e a formação de filas, que de acordo com Costa (2012) são fatores diretamente proporcionais a ocorrência de acidentes.

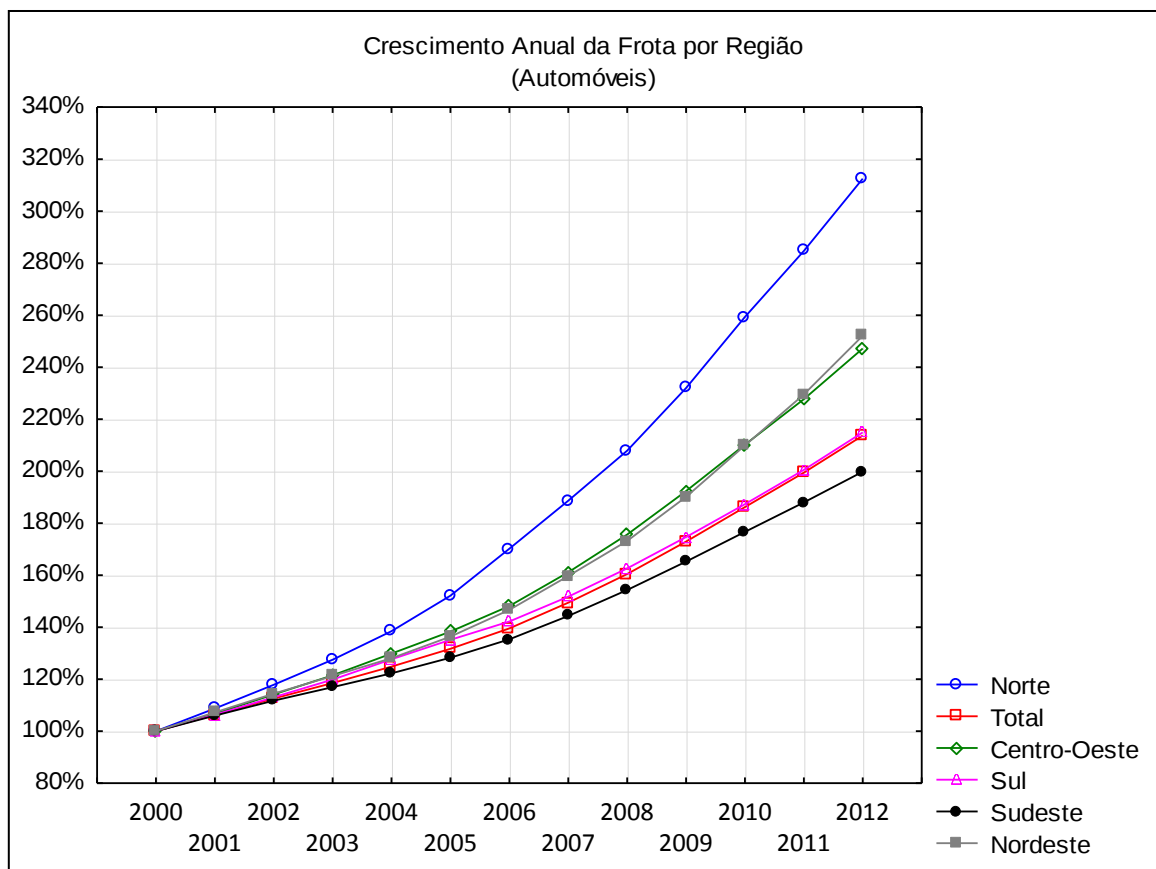


Figura 2: Crescimento anual da frota por região (automóveis); DENATRAN (2013)

Fonte: DENATRAN (2013)

2.1.2 Consequências do Crescimento da Frota

Buscando maior organização, a sociedade é levada a diversas transformações, as quais afetam mais rapidamente os centros urbanos. O aumento da distância entre a moradia e o trabalho, a necessidade de se deslocar grandes distâncias para receber atendimentos básicos, como saúde e educação, ou até mesmo convívio social tem alterado o padrão e o número de viagens. Evidentemente esta nova situação vem também modificando o risco de exposição ao trânsito a todos os cidadãos de uma maneira global. De certa forma, a alteração dos fatores socioeconômicos de uma comunidade impõe um risco adicional (estrutural) ao sistema de transportes.

Diversas consequências são decorrentes do crescimento da frota e do fluxo de veículos, tanto em rodovias como nos centros urbanos, onde todo indivíduo está sujeito a se tornar vítima de um acidente de trânsito, seja direta ou indiretamente atingido (YEO *et al*, 2013). Inúmeros fatores agravam os riscos de um acidente, enquanto muito lentamente as providências têm sido tomadas.

E como tem ocorrido e sido observado na sociedade contemporânea, os baixos níveis de serviços e investimentos destinados à conservação rodoviária, o crescimento do fluxo de tráfego de forma descontrolada, sem o devido incremento das vias e a falta de habilidade e preparo de muitos condutores são fatores potenciais que individualmente ou combinados contribuem para a ocorrência de acidentes (MÂNICA, 2007; MOSKAL *et al*, 2012). O consumo de álcool e drogas, que é maior dentre os jovens, quando associados à direção, também levam a um aumento do risco (ELVIK, 2012).

2.2 Segurança Viária

Segurança viária é um tema contemporâneo e de destaque, pois é algo que atinge tanto a sociedade quanto o meio ambiente. Implica diretamente na mobilidade, e visa reduzir perdas sociais e econômicas não mensuráveis, pois além de danos físicos pode abordar perdas de vidas em potencial (MÂNICA, 2007).

A gestão da segurança rodoviária pode ser descrita com base em três indicadores compostos: "visão e estratégia", "orçamento, avaliação e elaboração de relatórios" e "medição de atitudes e comportamentos de utilização das rodovias" (PAPADIMITRIOU & YANNIS, 2013). Esses indicadores estão diretamente ligados com as taxas de mortalidade e fatalidades nas vias de tráfego e identificar formas de melhorá-los é uma tarefa feita de forma direta e indireta em vários níveis. Calcular custos, identificar deficiências no processo, identificar comportamentos que apresentam risco, são indiretamente formas de melhorar a performance em segurança, pois geram insumo para o planejamento estratégico.

O impacto da ocorrência pode também ser observado pelo estado físico das vítimas após a ocorrência da fatalidade. O grau de intensidade definirá o prejuízo a curto e longo prazo, e está diretamente relacionado à integridade física da vítima.

2.2.1 Custos dos Acidentes

Avaliar os custos absorvidos pela sociedade em decorrência dos acidentes é uma tarefa demasiada e extensa. Além da falta de dados, imprecisão em boletins de ocorrência, falta de informações médicas, da situação da vítima até sua recuperação total, os dados pertencentes a órgãos de trânsito costumam ser imprecisos e muitas vezes inconsistentes. Diversas metodologias para obtenção desses custos podem ser empregadas, mas ainda são complexas dada a existência de custos indiretos de um acidente e à previdência social (ADURA, 2002; NHTSA, 2002). Segundo relatórios do DNIT, o custo por acidente de trânsito numa via urbana fica em torno de 43 mil reais (DNIT, 2004), sem considerar por completo os custos de reparo do veículo e da via, o custo da detenção do veículo e do condutor e custos jurídicos envolvidos no processo.

Além disso, ocorrências de eventos sinistros no trânsito também afetam diretamente a saúde pública. A partir de um levantamento realizado pelo Ministério da Saúde (2005), sabe-se que essas ocorrências são as responsáveis pelo maior número de internações hospitalares de vítimas com lesões oriundas de causas externas. Também são a terceira maior causa de óbito, ficando atrás apenas de doenças cardíacas e degenerativas.

A interrupção prematura de vidas, ainda economicamente ativas, somada às possíveis incapacidades físicas e emocionais causadas por acidentes também gera uma sobrecarga à previdência social (ADURA, 2002). Acrescentando as despesas securitárias e médicas, a perda se torna algo custoso de estimar.

Questões ainda mais amplas são afetadas e passíveis de discussão, dentre as quais o valor da vida humana, bem como o prejuízo causado a demais cidadãos pelo deslocamento de médicos, recursos, leitos e auxílios de todas as formas que acabam sendo direcionados para a remediação dessas fatalidades, que por sua vez poderiam ser aplicados em outras áreas carentes de apoio (ROSA, 2006).

2.2.2 Danos à Saúde

Lesões provocadas por acidentes de trânsito também levam à incapacidade temporária ou permanente das vítimas ao trabalho. Janneke *et al* (2013) mostram que a incapacidade de trabalho por longo prazo é um fato comum, visto que 32% dos lesionados ficam inaptos por mais de seis meses. Indivíduos que não chegaram a ser hospitalizados foram também

analisados no estudo e ficou visível que esses também apresentam uma perda potencial de dias trabalhados. Quanto maior o tempo de internação pós-acidente maior também o tempo incapacitado ao trabalho, maior a perda por não trabalhar e maiores os custos hospitalares.

Diversos fatores preditivos podem ser causadores do transtorno de estresse pós-traumático crônico, sequela comum em lesões de acidentes rodoviários, principalmente com motocicletas, que pode perdurar por mais de seis meses após a lesão. Entre os sintomas estão incluídos amnésia pós-traumática, dor persistente e sentimento de culpa, prejudicando a vítima em diversos aspectos por uma longa data (CHOSSEGOS *et al*, 2011).

Os prejuízos à integridade física se mostram ainda mais alarmantes quando são observados passageiros de veículos ciclomotores. Tanto em lesões de menor gravidade como em fraturas e traumatismos, é o meio mais afetado, quantitativamente, tendo as extremidades como o segmento do corpo mais atingido. A grande maioria se trata de condutores jovens e idade economicamente ativa (GAWRYSZEWSKI *et al*, 2009).

2.3 Estudos de Acidentes

2.3.1 Levantamento e Seleção dos Dados

Para a realização de qualquer tipo de modelagem a partir de um conjunto de dados, é necessária cautela quanto à seleção das informações que serão utilizadas. Cada tipo de modelagem apresenta diversos pressupostos que devem ser cumpridos a fim de se obter resultados coerentes.

Nos estudos de acidentes, a primeira preocupação é quanto à consistência do banco de dados. Comumente, estudos de acidentes são baseados em informações vindas de órgãos públicos, ou aproveitados a partir de estudos com objetivos distintos, sendo esses muitas vezes incompletos ou inconsistentes (MÂNICA, 2007).

Devido às dificuldades para o desenvolvimento de levantamentos específicos para as aplicações dos modelos, com uma coleta de dados e amostragem planejados especificadamente para o experimento, busca-se muitas vezes utilizar informações extraídas de boletins de ocorrência, questionários de outros estudos, estudos observacionais, levantamentos realizados por empresas privadas ou entidades governamentais e bancos de dados que possibilitem o cruzamento de informações com outras fontes.

Em geral, são procuradas informações que contenham dados da via, do condutor, do ambiente e do acidente.

Informações da via descrevem o local em termos de engenharia de trânsito, incluindo dados como a largura da pista, direção do tráfego, mão dupla ou singela, se é cruzamento, inclinação da via, o tipo de cruzamento, velocidade média da via, entre outros (EVANS, 2011). Com essas variáveis é possível tomar decisões sobre alterações físicas e de normatização no local.

Em relação ao condutor, têm-se dados como hábitos e costumes do indivíduo, a posição do mesmo dentro do veículo, uso de drogas, idade, características patológicas e psicológicas, uso de equipamentos de segurança, infrações de trânsito, velocidade, experiência, e outros dados que envolvam o motorista em si ou atitudes tomadas por ele (CLARKE *et al*, 2006). O estudo de informações como essas auxiliam na tomada de decisão relacionada às campanhas de conscientização, legislação de trânsito e atitudes de caráter social.

A fim de encontrar as influências de características e fatores que muitas vezes não podem ser controlados pelo homem, variáveis que definem o ambiente também são levadas em consideração (MILTON *et al*, 2008). Pode-se citar como exemplo condições climáticas, horário, dia da semana, condições da pista.

Por fim, também são utilizadas informações do acidente. Comumente se caracterizam dados como gravidade das lesões, tipo de lesão, óbito, tempo de internação, veículos envolvidos no acidente, custo com reparos, danos à via, custos hospitalares, número de vítimas e demais dados obtidos após a fatalidade. São dados comumente usados como variável resposta dos modelos, por serem resultado final de um conjunto de ações e fatores; (JU *et al*, 2011).

2.3.2 Modelagem de Acidentes

Com o objetivo de buscar soluções para minimizar os prejuízos causados pelos acidentes, identificar fatores que podem agravar as lesões ou a chance de óbito em uma colisão, calcular custos de acidentes e até mesmo para previsão de fatalidades, faz-se o uso de modelos estatísticos e econométricos.

No início dos anos 90, Brüde e Larson (1993) desenvolveram modelos para previsão de acidentes em interseções, com envolvimento de pedestres e ciclistas, utilizando dados de

interseções em trechos urbanos na Suécia, com foco nas principais vias municipais, as quais eram do tipo: interseções prioritárias, semaforizadas e rotatórias. Foram utilizadas técnicas de modelagem linear generalizada. Tais modelos buscavam estimar o número de acidentes envolvendo pedestres e ciclistas por milhões de passagens, dadas às circunstâncias da via. A variável que se mostrou mais explicativa em todos os modelos foi o fluxo de veículos a motor.

Modelos lineares generalizados também podem identificar fatores de influência e de severidade de um acidente, através de um modelo de regressão logística, onde como variável dependente é utilizada uma variável dicotômica de duas categorias, que são se houve ou não fatalidade no acidente, utilizando como variáveis explicativas aspectos viários e do motorista. Os resultados do modelo são interpretados pela razão de chances. Al-Ghamdi (2002) contempla essa metodologia em seu estudo, e mostra que esse tipo de modelo é uma ferramenta promissora para a elaboração de políticas de segurança.

Greibe (2003) realizou dois estudos que utilizaram modelos de previsão de acidentes, um para cruzamentos e outro para segmentos viários, em meio urbano. Buscou com esses modelos, como objetivo principal, prever o número esperado de acidentes. Além disso, esses foram utilizados para determinar os fatores que afetam a segurança viária, identificar *black spots* e analisar as ações de segurança da rede viária realizadas pelas autoridades locais. Os modelos foram baseados em dados de 1036 cruzamentos e 142 km de vias urbanas da Dinamarca. Foi utilizado um modelo linear generalizado para identificar a influência ou não das variáveis inclusas. As variáveis explicativas que descrevem o projeto viário e a geometria revelaram-se como as mais importantes para os modelos de previsão de acidentes para segmentos viários, e como menos importantes para os cruzamentos. Como era esperado, a mais significativa para os modelos foi o fluxo de tráfego de veículos.

Também são propostos modelos de previsão de acidentes que também podem utilizar um escore para a gravidade das lesões como variável resposta. Os dados das variáveis explicativas podem ser facilmente obtidos pós-acidente para a calibração a partir de boletins de ocorrência ou registros hospitalares (em alguns casos). No estudo feito por Kononen, Flannagan e Wang (2011), os parâmetros utilizados para a previsão foram a direção do acidente (frente, direita, esquerda ou traseira), variação da velocidade, utilização do cinto, presença de pelo menos um ocupante idoso no veículo, presença de pelo menos uma mulher

no veículo e tipo do veículo. Os preditores mais significativos para lesões graves no modelo final foram a direção do acidente, uso de cinto e a variação na velocidade.

Couto e Ferreira (2011) propõem uma nova metodologia para modelagem de acidentes, utilizando um modelo de elasticidade para a comparação dos modelos de regressão. A utilização de uma função chamada “translog” se mostrou mais eficiente do que a tradicional função log-linear utilizada na maioria dos estudos.

A utilização de metodologias bem elaboradas para obtenção de dados impacta diretamente no grau de confiança dos estudos sobre acidentes. Tivesten *et al* (2012) fizeram essa proposta e comparam os resultados, demonstrando na conclusão que uma base de dados bem estruturada se mostra tão importante quanto a escolha da técnica de modelagem. O estudo ponderou a não resposta de questionários aplicados pós-acidente para a obtenção de melhores modelos.

2.3.3 Acidentes Envolvendo Motociclistas

Acidentes envolvendo motociclistas apresentam uma situação mais alarmante. A exposição elevada do condutor frente a possíveis adversidades torna o meio de transporte menos seguro. Além da elevada taxa de acidentes, estes por sua vez tem conseqüências mais graves à vida. Diversos estudos então surgem mantendo erguida a discussão sobre melhoras na segurança desse nicho, também utilizando técnicas de modelagem como base.

Almeida et al (2013) analisa a característica das vítimas, vias e veículos envolvidos em acidentes de trânsito e os fatores de risco de acidentes com ocorrência de óbito. Utilizou-se uma base de dados integrada a partir de diferentes sistemas de informação, sobre a qual se efetuou uma análise descritiva relativa às pessoas, vias e veículos, além da utilização de modelos lineares generalizados com distribuição binomial e função logística para averiguação dos fatores de risco. O veículo que apresentou maior quantidade de colisões foi a motocicleta, e também apresentou maior percentual de óbito oriundo das fatalidades. Sexo do condutor, tráfego em via de jurisdição federal, dia de domingo e madrugada foram observados como fatores de risco para o envolvimento em acidentes.

Segundo estudo de Martins, Boing e Peres (2013), a taxa de acidentes de motocicleta apresentou um aumento de 800% de 1996 a 2009 (aproximadamente 19% ao ano). O trabalho faz uma análise descritiva utilizando ferramentas de séries temporais sobre a taxa de

mortalidade de acidentes de motocicleta no Brasil. Também foi utilizado o método de Prais-Winsten de modelagem para a estimação da variação anual das taxas de mortalidade.

Serre et al (2012) faz uma análise epidemiológica, acidental e biomecânica dos acidentes envolvendo motociclistas, a partir de informações provenientes de um projeto focado na segurança de motociclistas, realizado na França. Além de reforçar a importância da segurança em equipamentos para proteção da cabeça e do pescoço, salienta um ponto pouco mencionado que vem a se destacar: a ocorrência de ferimentos na região da pélvis e membros inferiores, que ocorrem devido a características do veículo.

Morris (2006) utiliza modelos lineares generalizados para relacionar a implantação de leis para o uso de capacete com as taxas de fatalidade de motociclistas. O estudo mostrou que essa associação existe quando o dia está em condições normais de temperatura e índices pluviométricos.

A alta gravidade em acidentes envolvendo motociclistas, observada nos estudos citados e em muitos outros presentes na literatura, juntamente com a eficiência da utilização de modelos lineares generalizados para a estimação do risco e identificação de indicadores de gravidade em acidentes de trânsito colaboraram diretamente para a escolha da fonte dos dados e das técnicas de análise e modelagem utilizadas nesse estudo.

3 MODELOS ESTATÍSTICOS

Para solucionar o problema de pesquisa, e alcançar os objetivos traçados, para o estudo foi escolhida a proposta de elaboração de um modelo estatístico.

3.1 Análise de Regressão

A análise de regressão é uma técnica de modelagem estatística, que busca identificar a relação entre uma ou mais variáveis explicativas com uma variável resposta, observando a significância dessa relação e sua intensidade. A verdadeira relação entre as variáveis é raramente conhecida e também a variável resposta oscilará mesmo se o experimento é repetido “aparentemente” sob as mesmas condições. A oscilação (variação) que ocorre cada vez que o experimento é repetido é denominado de variação experimental, ou, erro experimental (*noise*, em inglês). A variação pode acontecer devido a diferentes fontes, usualmente considerada de medidas de erros de variáveis não controladas (GUJARATI, 2006).

De acordo com Drapper e Smith (1998), modelos podem ser classificados como determinísticos ou não-determinísticos (probabilísticos). Dentro da classe dos determinísticos, a relação entre a variável resposta (digamos Y) e as variáveis independentes ($X_1, X_2, \dots, X_p$) é determinada exatamente, isto é

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_p; \beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p) \quad (1)$$

Onde função $f(.,.)$ e os coeficientes $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ são conhecidos.

No modelo probabilístico (estocástico) a variável Y é escrita da forma:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_p; \beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p) + \varepsilon \quad (2)$$

Onde ε é o termo de erro estocástico.

Geralmente, a função e os coeficientes são desconhecidos e são determinados pelo conjunto de dados observados.

Os modelos que são lineares nos parâmetros podem ser sempre escritos da forma

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{j1} + \dots + \beta_p X_{jp} + \epsilon \quad (3)$$

Onde β_0 é o coeficiente linear (intercepto ou constante) e os $\beta_i (i = 1 \dots p)$ são os coeficientes de regressão, que representam a mudança esperada na variável resposta Y por unidade alterada em uma variável explicativa X_i , considerando que todas as demais variáveis $X_j (j \neq i)$ permaneçam constantes. Os coeficientes de regressão também são os parâmetros a serem estimados e testados no modelo.

Escrevendo na forma matricial tem-se:

$$y = X\beta + \epsilon \quad (4)$$

onde

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} \quad (5)$$

O problema de estimar os parâmetros $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ através dos dados é escolher as estimativas, que denotamos por $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_p$, tal que a função $f(X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jp}; \beta)$ esteja mais próxima possível dos valores observados. Utilizamos para isso o método dos mínimos quadrados através do qual determinamos os valores de β de tal forma que a soma dos erros ao quadrado seja mínima, isto é:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y \quad (6)$$

onde $\hat{\beta}$ o estimador de mínimos quadrado para os coeficientes de regressão.

É importante conhecermos os desvios e as somas de quadrados contidas para os cálculos da regressão, que são:

$(Y_i - \bar{Y})$: *desvios totais*;

$(\hat{Y}_i - \bar{Y})$: *desvios explicados*;

$(Y_i - \hat{Y})$: *resíduos*;

$$SQR = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 : \text{Soma dos quadrados devido a Regressão};$$

$$SQE = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 : \text{Soma dos quadrados devido ao erro};$$

$$SQT = \sum (Y_i - \bar{Y})^2 : \text{Soma dos quadrados totais}$$

Uma medida para verificar o ajuste do modelo é conhecida como o coeficiente de determinação R^2 , que é definido como a razão entre SQR e SQT:

$$R^2 = \left(\frac{SQR}{SQT} \right) = 1 - \frac{SQE}{SQT} \quad (7)$$

Para R^2 próximo de 1 indica que grande parte da variação está sendo explicada pelo modelo. Quando R^2 está próximo de zero indica que somente uma pequena fração da variação está sendo explicada pelo modelo.

A inclusão de inúmeras variáveis, mesmo que tenham muito pouco poder explicativo sobre a variável resposta, aumentarão o valor de R^2 . Existe então também o R^2 ajustado que diminui a medida que são acrescentadas variáveis desnecessárias ao modelo. Este pode ser definido pela expressão:

$$R^2 \text{ ajustado} = 1 - (1 - R^2) \frac{(n - 1)}{(n - \rho)} \quad (8)$$

Em que ρ é o número de parâmetros do modelo, incluindo o intercepto e n é o número de observações.

Lembrando que

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{j1} + \beta_2 X_{j2} + \dots + \beta_p X_{jp} + \varepsilon_j \quad (9)$$

Onde

$$j = 1, 2, \dots, n$$

Deve-se testar se existe a regressão, isto é, testar se existe $\beta_i \neq 0$ para $i = 1, \dots, p$. Isso é feito a partir de dois testes, o Teste F testa a significância conjunta do modelo, ou seja, se todos os coeficientes angulares são iguais a zero, e o Teste T, que testa a significância dos β 's individualmente. As hipóteses formuladas são:

Para o Teste F

$$H_0: \beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \dots, \beta_p = 0$$

$$H_1: \text{Ao menos um diferente de zero}$$

Para o teste T

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Repete-se esse teste para cada coeficiente, a fim de encontrar as variáveis significativas do modelo. Ele é usado, também, para testar a significância do coeficiente linear (β_0).

A estatística de teste para ambos é encontrada através de uma tabela de ANOVA, podendo ter seu valor crítico comparado com um tabelado ou usar o nível de significância associado ao teste, o p-valor.

O R^2 e os testes de hipóteses sobre os parâmetros nos dizem se o modelo existe, quais variáveis são significantes, a qualidade do ajuste e a capacidade do modelo de explicar a variação. Para avaliarmos se o modelo está bem ajustado, é realizada uma análise dos resíduos, que devem apresentar normalidade e não correlação serial.

Mais informações sobre modelos de regressão linear, a estimação dos parâmetros do modelo, distribuição dos β 's, intervalos de confiança para os parâmetros estimados, testes de hipóteses aplicados aos modelos e exemplos de aplicações podem ser encontrados em Montgomery et al (2006) e em Drapper e Smith (1998). Uma boa referência em português é dada por Gujarati (2006).

3.2 Modelos Lineares Generalizados

Um Modelo Linear Generalizado é uma junção de modelos de regressão lineares e não lineares, permitindo a incorporação de uma variável resposta que não apresenta distribuição Normal a um modelo linear, bastando apenas essa pertencer à família exponencial de distribuições, na qual estão incluídas a distribuição Normal, Poisson, Binomial, Exponencial e Gamma. Além disso, a presença do erro com distribuição normal do modelo linear é apenas um caso particular dos Modelos Lineares Generalizados. Tem-se então que, em diversos casos, esses modelos podem ser vistos como uma aproximação unificada para vários aspectos da modelagem empírica e análise de dados (MONTGOMERY ET AL, 2006).

Numa situação em que uma variável resposta é formada por apenas dois diferentes resultados, genericamente falando sucesso ou falha que são denotados por 0 ou 1. Nota-se que a resposta é essencialmente qualitativa, desde que a designação de sucesso ou falha seja inteiramente arbitrária. Nesse caso, o Modelo Linear Generalizado que se utiliza é chamado de Regressão Logística.

3.3 Modelo de Regressão Logística

Modelos de regressão logística foram desenvolvidos nesse trabalho a partir das variáveis categóricas resultantes do banco de dados do Projeto VIVA (VIVA, 2009), a fim de se alcançarem os objetivos propostos pela pesquisa. Essas variáveis foram transformadas em variáveis dicotômicas a fim de possibilitar sua modelagem.

De acordo com Montgomery et al (2006), considerando uma situação onde a variável resposta de um modelo de regressão assume apenas dois possíveis valores, resultantes das observações a partir de uma resposta qualitativa, supõe-se que o modelo terá a seguinte forma:

$$y_i = x_i' \beta' + \varepsilon \quad (10)$$

Onde

$$x_i' = [1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}]$$

$$\beta' = [\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k]$$

E a variável resposta y_i assume apenas os valores 0 ou 1, ou seja, é uma variável aleatória com distribuição Bernoulli, que tem a distribuição de probabilidade:

Tabela 1: Distribuição de Probabilidade da Bernoulli

y_i	Probabilidade
1	$P(y_i = 1) = \pi_i$
0	$P(y_i = 0) = 1 - \pi_i$

Como $E(\varepsilon) = 0$, o valor esperado da variável resposta será

$$E(y_i) = 1(\pi_i) + 0(1 - \pi_i) = \pi_i \quad (11)$$

Que implica que

$$E(y_i) = x_i' \beta' = \pi_i \quad (12)$$

Que mostra que a resposta esperada dada pela função de resposta $E(y_i) = x_i'\beta'$ é apenas a probabilidade da variável resposta apresentar o valor 1.

Alguns problemas básicos podem ser observados então no modelo de regressão logística. Primeiro, nota-se que se a variável resposta é binária, logo os termos de erro ε_i poderão apenas apresentar dois valores, que são:

$$\varepsilon_i = 1 - x_i'\beta' \text{ quando } y_i = 1$$

$$\varepsilon_i = -x_i'\beta' \text{ quando } y_i = 0$$

Conseqüentemente, os erros no modelo não apresentarão distribuição Normal.

Segundo, a variância do erro não é constante, visto que:

$$\sigma_{y_i}^2 = E\{y_i - E(y_i)\}^2 = (1 - \pi_i)^2\pi_i + (0 - \pi_i)^2(1 - \pi_i) = \pi_i(1 - \pi_i) \quad (13)$$

É fácil de ver que essa ultima expressão é apenas

$$\sigma_{y_i}^2 = E(y_i)[1 - E(y_i)] \quad (14)$$

Pois $E(y_i) = x_i'\beta' = \pi_i$. Isso mostra que a variância das observações é uma função da média. Chega-se assim a uma complicação quanto à função da resposta, pois:

$$0 \leq E(y_i) = \pi_i \leq 1 \quad (15)$$

Essa restrição pode causar sérios problemas na escolha da função de resposta linear do modelo logístico, sendo possível ajustar um modelo aos dados onde os valores preditos para a variável resposta erroneamente assumiriam valores fora do intervalo $[0, 1]$.

Geralmente, quando a variável resposta é binária, há evidências empíricas de que a forma da função resposta será não linear, sendo empregada uma função com curva em forma

de “S” (crescente ou decrescente). Essa função é chamada de função de resposta logística e pode ser escrita como:

$$E(y) = \pi_i = \frac{\exp(x_i' \beta')}{1 + \exp(x_i' \beta')} = \frac{1}{1 + \exp(-x_i' \beta')} \quad (16)$$

Nesse caso:

$$1 - \pi_i = \frac{1}{1 + \exp(x_i' \beta')} \quad (17)$$

A função de resposta logística pode ser facilmente linearizada. O preditor linear onde η é definido pela transformação:

$$\eta = \ln\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right) = x_i' \beta' \quad (18)$$

Essa transformação é conhecida como *transformação logit* da probabilidade π . A transformação logit também é chamada de *log-odds*.

3.3.1 Estimação de Parâmetros no Modelo de Regressão Logístico

Considerando a abordagem feita por Montgomery *et al* (2006), sendo a formulação do modelo de regressão logística é dada por:

$$y_i = E(y_i) + \varepsilon_i \quad (19)$$

Onde as observações y_i são variáveis aleatórias com distribuição de Bernoulli independentemente distribuídas, com valor esperado

$$E(y_i) = \pi_i = \frac{\exp(x'_i \beta')}{1 + \exp(x'_i \beta')} \quad (20)$$

Será utilizado o método da máxima verossimilhança para estimar os parâmetros no preditor linear $x'_i \beta'$.

O valor estimado para o preditor linear é $\hat{\eta}_i = x'_i \hat{\beta}'$, e os valores ajustados para o modelo de regressão logística são dados por

$$\hat{y}_i = \hat{\pi}_i = \frac{\exp(\hat{\eta}_i)}{1 + \exp(\hat{\eta}_i)} = \frac{\exp(x'_i \hat{\beta}_i)}{1 + \exp(x'_i \hat{\beta}_i)} = \frac{1}{1 + \exp(-x'_i \hat{\beta})} \quad (28)$$

3.3.2 O Modelo de Regressão Logística com Resposta Multinomial

A forma clássica do modelo de regressão logística pressupõe que a variável resposta será categórica e apresentando apenas duas possibilidades de resposta. Essa forma pode por sua vez ser também estendida para o caso em que o modelo apresente mais de duas possibilidades de respostas categóricas (GUJARATI; 2006).

Montgomey *et al* (2006) propõe que, para o modelo de regressão logística com resposta multinomial, inicialmente considera-se o caso em que existem $m + 1$ respostas e essas são de característica nominal. É sabido que as mesmas não apresentarão uma ordem natural para categorizar as respostas.

Considerando que as respostas sejam representadas por $0, 1, 2, \dots, m$. A probabilidade de resposta da observação i dadas as $m + 1$ possíveis respostas pode ser modelada por

$$P(y_i = 0) = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^m \exp[x'_1 \beta'^{(j)}]}$$

$$P(y_i = 1) = \frac{\exp[x'_1 \beta'^{(1)}]}{1 + \sum_{j=1}^m \exp[x'_1 \beta'^{(j)}]}$$

$$P(y_i = m) = \frac{\exp[x'_1 \beta'^{(m)}]}{1 + \sum_{j=1}^m \exp[x'_1 \beta'^{(j)}]}$$

Nota-se que existem m vetores de parâmetros. Comparando cada categoria de resposta com uma categoria escolhida como base, são obtidos os logaritmos

$$\ln \frac{P(y_i = 1)}{P(y_i = 0)} = x'_i \beta'^{(1)}$$

$$\ln \frac{P(y_i = 2)}{P(y_i = 0)} = x'_i \beta'^{(2)}$$

$$\ln \frac{P(y_i = m)}{P(y_i = 0)} = x'_i \beta'^{(m)}$$

Onde a escolha para a categoria de base é arbitrária. O algoritmo para a obtenção dos estimadores de máxima-verossimilhança desses modelos já estão implementados em diversos pacotes do R.

Para o caso em que a variável resposta for multinomial e apresentar valores ordinais, a aproximação usual de modelagem desse tipo de dado é usar os logaritmos das probabilidades acumuladas:

$$\ln \frac{P(y_i \leq k)}{1 - P(y_i \leq k)} = \alpha_k + x'_i \beta'; \quad k = 0, 1, \dots, m$$

E as probabilidades acumuladas são

$$P(y_i \leq k) = \frac{\exp(\alpha_k + x'_i \beta')}{1 + \exp(\alpha_k + x'_i \beta')}; \quad k = 0, 1, \dots, m$$

Esse modelo basicamente permite que cada nível da resposta possua um único intercepto, que são incrementados com as posições de ordinais de cada categoria.

3.4 Seleção do Modelo

A escolha do Modelo Linear Generalizado com distribuição binomial e função de ligação logística justifica-se pela utilização de uma variável resposta de forma dicotômica. Sabendo-se que maioria das informações contidas no banco de dados tem forma categórica, com varias opções de resposta e, em alguns casos, múltipla escolha, não se torna viável a

utilização de uma regressão simples ou múltipla para estimação dos parâmetros do modelo, por conta da violação dos pressupostos.

Transformando as categorias em variáveis binárias, estas passam a aderir à conjectura do Modelo de Regressão Logística. Além disso, a facilidade de interpretação dos dados ao utilizar como estimador para a razão de chances o exponencial dos regressores estimados, torna-o ainda mais atrativo, identificando com eficiência fatores de risco e proteção.

4 AMBIENTE DE ESTUDO

4.1 Método de Análise

Seguindo as diretrizes e objetivos tratados no Capítulo 1, o método de pesquisa utilizado nesse estudo consistirá em três etapas fundamentais, que são a obtenção dados, a modelagem das observações e a análise dos resultados. Utilizaram-se os pacotes para análise estatística IBM SPSS Statistics 20 (SPSS, 2011) e R (CRAN, 2014).

4.2 Dados Utilizados

Atendendo à necessidade do estudo dos acidentes de trânsito na grande Vitória, demandada por diversos órgãos de nível municipal, regional e estadual, um levantamento foi realizado com todas as bases de informações sobre ocorrências destas fatalidades. Pela ausência de uma base que cruzasse as informações de diversas entidades, optou-se então pela utilização da mais completa, e com informações mais aderentes aos objetivos da pesquisa. A base selecionada foi coletada pelo Projeto VIVA (VIVA, 2009).

4.2.1 O Projeto VIVA

O projeto Vigilância de Violência e Acidentes – VIVA é um projeto criado pelo Ministério da Saúde do Governo Federal. Estuda fenômenos e agravos à saúde que podem ou não levar ao óbito, lesões ou causas externas, violência e acidentes intencionais e não intencionais, como acidentes de transportes, quedas, afogamentos e agressões. Sobre todos esses fenômenos é realizado um estudo descritivo de corte transversal.

Para o plano de amostragem, inicialmente foram feitos três estudos piloto, nos estados do Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Através desse estudo piloto foi definida a utilização de serviços selecionados do SUS e unidades de urgência/emergência para a aplicação dos questionários e, também, foi definida a preferência de se utilizar unidades pertencentes às capitais ao invés do interior.

O inquérito realizado pelo Projeto VIVA utilizou amostragem por conveniência, com um mínimo de 1500 entrevistas para cada capital e uma seleção aleatória dos turnos (manhã e noite) durante 30 dias. Os formulários foram padronizados e pré-testados, e cursos de capacitação foram realizados para treinamento dos coletores/entrevistadores quanto ao

preenchimento dos mesmos, dando ênfase para técnicas de abordagem, humanização e ética por parte destes; (VIVA, 2009)

Os questionários foram aplicados nos municípios definidos durante os anos de 2007, 2008, 2009 e 2011. No município de Vitória foi selecionado o Hospital São Lucas, devido à maior abrangência de ocorrências de casos relacionados a lesões corporais. Os dados são encaminhados à Secretaria Municipal de Saúde, onde ficam sobre a guarda da NUPREVI (Núcleo de Prevenção à Violência) e seu acesso é dado pelo ET—SUS (Escola Técnica do SUS), que agem como uma controladora dos estudos e bancos de dados desse aspecto; (VIVA, 2009). O estudo foi aprovado e validado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

4.2.2 Abrangência do Estudo

O Hospital São Lucas fica localizado próximo ao centro de Vitória em região de rápido acesso por uma das três principais entradas do município, como pode ser observado na Figura 3.

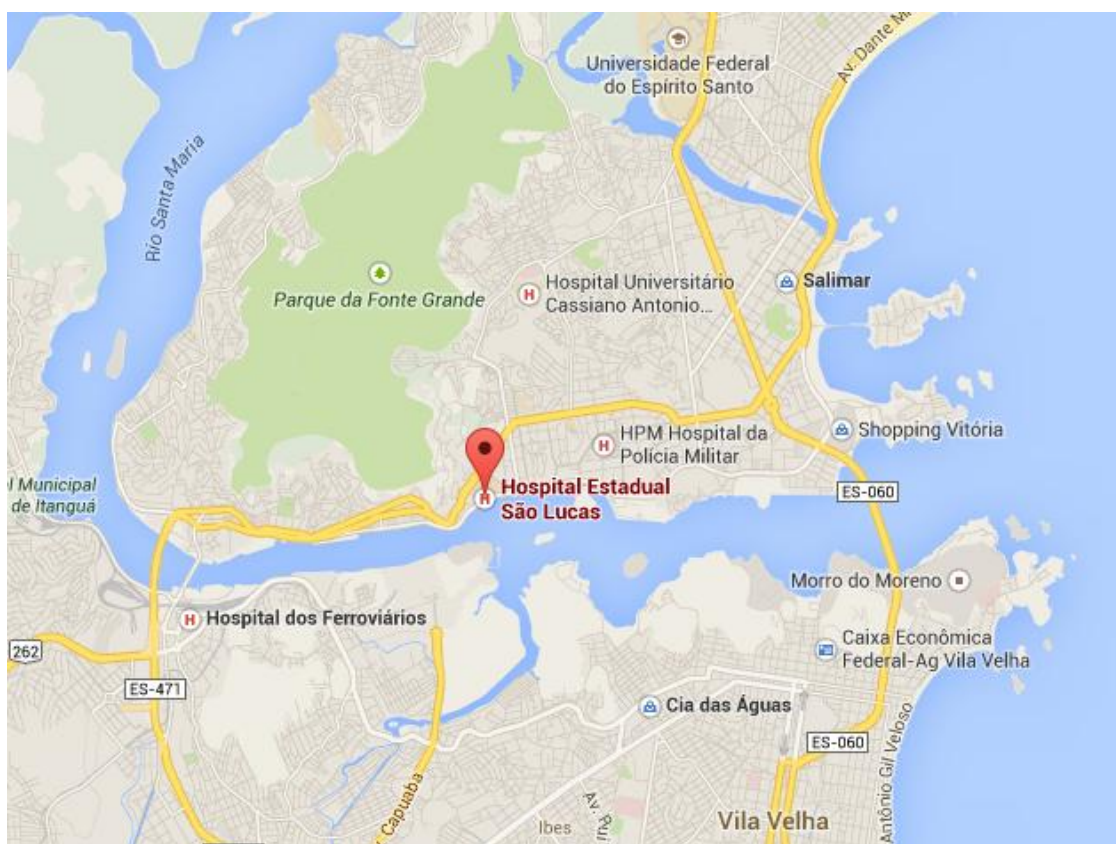


Figura 3: Mapa da Localização do Hospital São Lucas no Município de Vitória

Fonte: Google Maps (2014)

A região de abrangência do estudo pode ser observada nos municípios destacados de azul, no mapa representado na Figura 4.

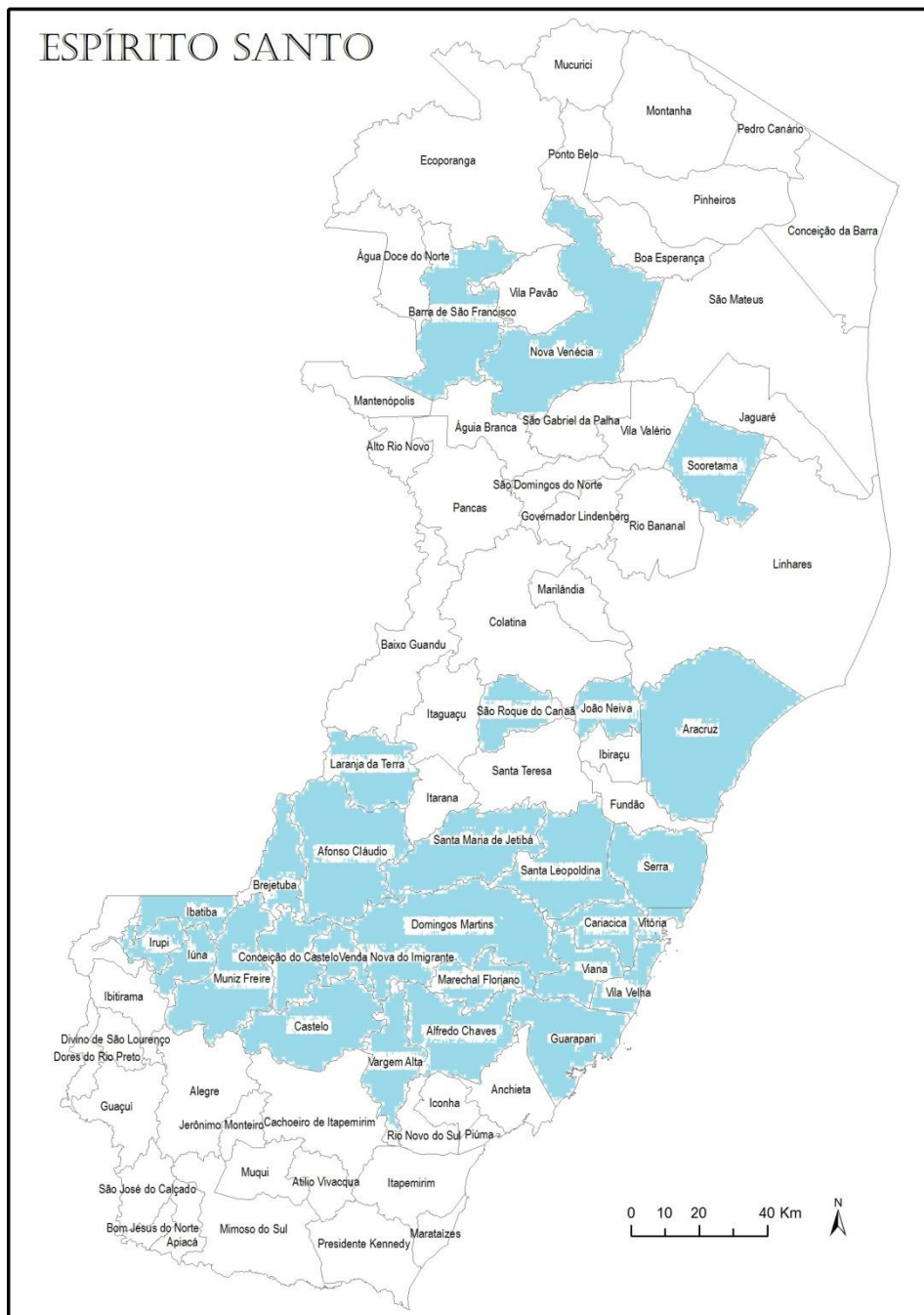


Figura 4: Mapa do Espírito Santo

Fonte: Base Cartográfica do IBGE (2013)

O estudo considerou vítimas originadas dos municípios de Vitória, Cariacica, Viana, Vila Velha, Serra, Guarapari, Santa Maria de Jetibá, Domingos Martins, Marechal Floriano, Afonso Claudio, Ibatiba, Brejetuba, Alfredo Chaves, Castelo, Santa Leopoldina, Irupi, Iuna, Venda Nova do Imigrante, Aracruz, Barra de São Francisco, Conceição do Castelo, João Neiva, Laranja da Terra, Muniz Freire, Nova Venécia, São Roque do Canaã, Sooretama e Vargem Alta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho são aqui apresentados, e estão divididos em três partes. Primeiramente foi realizada uma análise exploratória dos dados, onde é descrito o perfil sociodemográfico das vítimas das fatalidades, é também feita uma caracterização dos acidentes e dos indicadores de gravidade e uma abordagem com enfoque municipal, referente aos municípios do Espírito Santo.

Em sequência, são estudados os fatores de agravamento de lesões e internação, onde são realizados testes estatísticos comparativos e de caráter investigativo, a fim de identificar fatores de risco e proteção. Por fim, a terceira parte trás três diferentes modelos para a gravidade da lesão. Nessa sessão os resultados são apresentados e acompanhados de uma análise crítica, efetivando os objetivos propostos pela pesquisa.

5.1 Análise Exploratória

Apesar da escassez de levantamentos na literatura acadêmica onde é traçado o perfil do motociclista capixaba, pode-se, através da análise do banco de informações, identificar o perfil do condutor vítima de acidente, sinteticamente e de forma comparativa, visualizando diferenças de perfil de acordo com fatores específicos.

O perfil sócio-econômico dos acidentados foi observado através de variáveis como idade, sexo, escolaridade, raça e local de residência.

Informações do acidente foram extraídas do local de ocorrência, zona de ocorrência, horário do acontecimento das fatalidades, dia da semana, tipo de vítima, veículos ou objetos utilizados no acidente, forma de socorro a vítima, ocorrência dada durante ou a caminho do trabalho, uso de álcool e uso de equipamentos de segurança.

Dados sobre a situação pós-acidente dos elementos e para a caracterização das vítimas são extraídos de dados como natureza da lesão, partes do corpo atingidas e evolução da emergência.

5.1.1 Perfil Sociodemográfico das Vítimas

Observou-se que a maior parte dos acidentes ocorre entre jovens, com idade média de 27 anos e mediana de 25. A distribuição é unimodal e a moda é em 20 anos. As informações das estatísticas descritivas podem ser visualizadas na Tabela 2: Estatísticas Descritivas da Idade, e um histograma com os p-valores dos testes de normalidade na Figura 5.

Tabela 2: Estatísticas Descritivas da Idade

<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>1º Quartil</i>	<i>2º Quartil</i>	<i>Moda</i>
27,58	25	10,216	7	69	20	33	20

Conhecer a distribuição da idade das vítimas, mesmo se mostrando um dado simples, nos trás informações imprescindíveis. É conhecido, e quantificado em diversos estudos o viés quanto a exposição ao risco dos mais jovens, devido a menor habilidade na condução unida a reduzida percepção do perigo (WHITE *et al*; 2011). Jovens têm menos tempo de experiência no trânsito, e em busca de maior aceitação social muitas vezes apresentam receio de mostrarem atitudes seguras e maduras.

Os resultados analíticos do estudo evidenciaram esse viés. Mais da metade das vítimas de trânsito verificadas têm menos de 30 anos, evidenciando a necessidade de uma fiscalização rigorosa da habilitação dos condutores, e de ações educativas voltadas a indivíduos jovens. É interessante destacar também que a presença no estudo de condutores sem idade mínima para obtenção da carteira de habilitação.

Não foi encontrada alteração significativa entre a idade ao longo dos anos observados ($p > 0,2$).

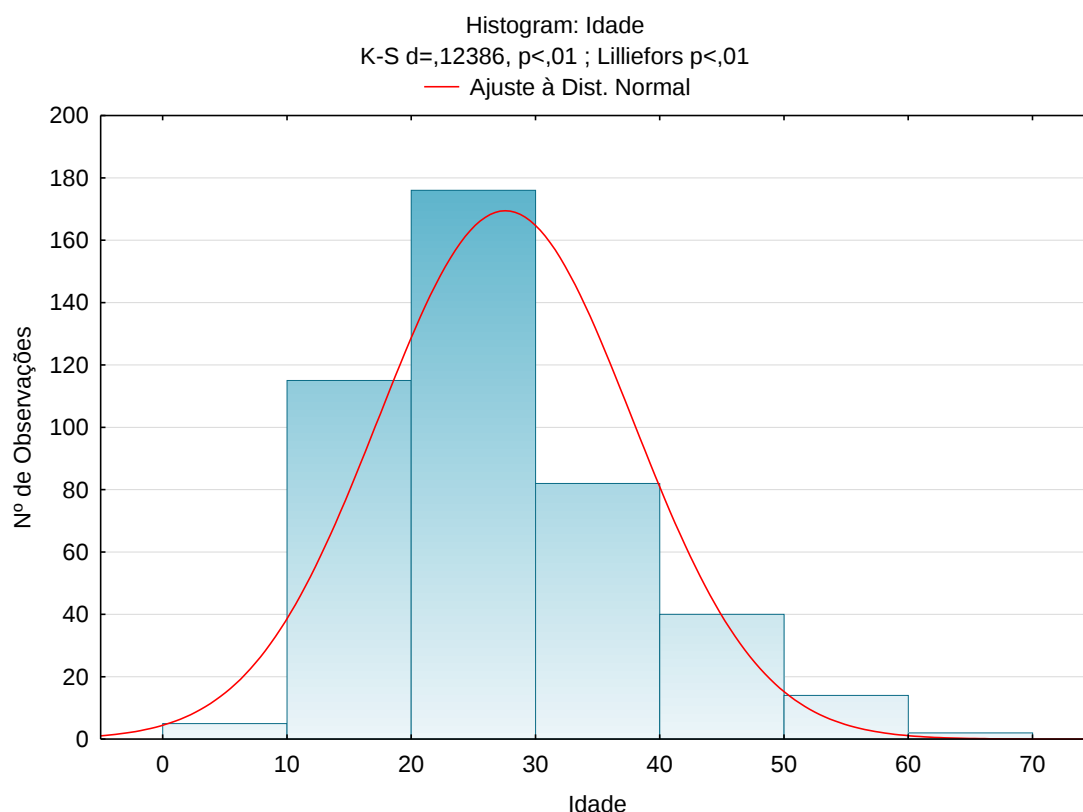


Figura 5: Histograma da Distribuição da Idade

Quanto à distribuição dos acidentados em relação ao sexo, observa-se uma grande maioria do sexo masculino, representando 82,5% do total válido da amostra, vide Tabela 3. A quantidade superior da presença masculina entre os acidentados reflete também o perfil do condutor do modal estudado. Segundo levantamento realizado pela Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares, a distribuição entre o sexo dos motociclistas se dá em 25% dos condutores sendo do sexo feminino e 75% do sexo masculino; (ABRACICLO; 2011).

Tabela 3: Distribuição por Sexo da Vítima

	<i>Masculino</i>	<i>Feminino</i>
	82,5	17,3
%	(n=358)	(n=75)
<i>Idade Média</i>	28	26

A proporção maior de mulheres observada no levantamento em relação à pesquisa deste trabalho (17,3%) pode indicar uma menor exposição ao risco por parte do público feminino. Comparado ao sexo masculino, as mulheres, em geral, apresentam comportamentos mais prudentes, maior cuidado e responsabilidade, além de cometerem menores infrações no trânsito, o que seriam indícios de sua menor participação em acidentes (DAVANTEL *et al*; 2009). Mas, considerando não existirem estudos relevantes quanto ao perfil do motociclista no solo capixaba nos anos aplicáveis a pesquisa, nenhuma conclusão pôde ser obtida.

Apesar disso, evolução ao longo do tempo no percentual de mulheres nos acidentes condiz com o levantamento da ABRACICLO (2011), que mostra a maior participação feminina no modal. Esses resultados podem ser observados na Tabela 4.

A hipótese de igualdade das idades não foi rejeitada pelo teste não paramétrico U de Mann-Whitney ($p>0,14$), demonstrando que independente do sexo a distribuição das idades é a mesma.

Tabela 4: Evolução da Distribuição do Sexo das Vítimas ao Longo do Tempo

	Questionário 1	Questionário 2	Questionário 3	Questionário 4
Ano	2006	2007	2009	2011
Sexo Masculino	80,00%	86,10%	83,60%	78,90%
Sexo Feminino	20,00%	13,90%	16,40%	21,10%
N%	2,3% (n=10)	31,6% (n=137)	31,1% (n=135)	35,0% (n=152)

De acordo com a categorização presente no questionário, dentre os acidentados, 48,3% destes se declararam ou foram categorizados como pardos, conforme pode ser observadas na Tabela 5.

Tabela 5: Distribuição por Raça

Raça	%	n
Branca	36,30%	157
Preta	13,40%	58
Amarela	0,90%	4
Parda	48,30%	210
Indígena	0,00%	0
Ignorado	1,20%	5

Completando as descrições sociodemográficas, observamos a distribuição das vítimas quanto à escolaridade. Num agrupamento de várias categorias, que pode ser observado na Tabela 6, conclui-se que a maior parte dos acidentados se enquadra na categoria ensino médio completo. Agrupando as categorias completas com as incompletas, observamos outra configuração, que pode ser observada na Figura 6.

Tabela 6: Distribuição por Escolaridade

<i>Escolaridade</i>	<i>%</i>	<i>n</i>
Sem Escolaridade	0,9%	4
1ª a 4ª	4,8%	21
4ª Série	5,3%	23
5ª a 8ª Incompleto	17,1%	74
Ensino Fundamental Completo	9,9%	43
Ensino Médio Incompleto	14,8%	65
Ensino Médio Completo	32,3%	140
Ensino Superior Incompleto	2,3%	10
Ensino Superior Completo	3,2%	14
Não se Aplica	0,0%	0
Ignorado	9,2%	40

Dentre os acidentados, apesar da maior parcela destes estar cursando ou ter Ensino Médio completo (47%), é grande a quantidade de indivíduos cursando ou apenas tendo cursado o Ensino Fundamental (38%).

A quantidade de vítimas com apenas ensino fundamental elevada pode evidenciar que a inclusão social e medidas educacionais podem vir a erradicar problemas relacionados acidentes de trânsito. Sabe-se que um nível educacional mais elevado leva a maior prudência nas atitudes, ao conhecimento da importância das medidas de segurança, principalmente a caráter preventivo, e conseqüentemente a redução da exposição ao risco. Sendo um indicador importante e significativo para o acompanhamento de fatalidades viárias (DIÓGENES *et al*; 2004).

Os níveis de escolaridade também podem estar ligados a profissão e a relação de distância Residência-Trabalho. A pequena necessidade de especialização para exercer a função de motoboy, entregador ou moto taxista vem a atrair pessoas com menor formação,

visto que os requisitos são a experiência e carteira de habilitação, e estas são profissões com maior tempo de exposição nas vias, além da necessidade de exercer sua função com agilidade e prazos curtos.

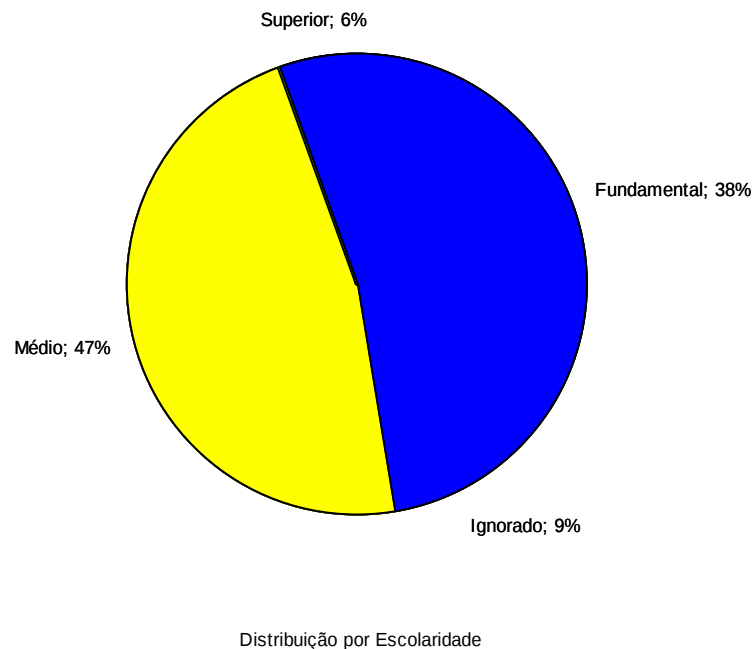


Figura 6: Gráfico da Distribuição por Escolaridade Agrupada

Já à distância residência-trabalho mostra sua influência através da escolaridade devido ao fato de indivíduos com menor escolaridade em sua maioria apresentam menor renda, e sendo levados assim a morar em periferias ou em regiões peri urbanas, necessitando assim de percorrer uma maior distância para chegarem ao local de trabalho, se expondo mais tempo a riscos.

Também pode se relacionar pelo fato da motocicleta se apresentar como um veículo de mais fácil acesso as classes de renda mais baixas, que desejam substituir o transporte público, o carro, e encurtando assim o tempo no trânsito. Segundo dados da ABACICLO (2011), 40% dos usuários de motocicleta o fazem para substituir o transporte publico, alvo de constantes reclamações e desconforto, 16% adquirem para utilização como instrumento de trabalho e 15% para substituir outro veículo, ganhando em tempo de locomoção e em alguns casos, redução nos gastos.

5.1.2 Enfoque Municipal

As amostras foram colhidas no Hospital São Lucas, em Vitória, que é a cidade da zona metropolitana que apresentou maior índice de vítimas de acidentes de trânsito envolvendo motocicletas.

Tabela 7: Distribuição das Vítimas por Município

<i>Município</i>	<i>%</i>	<i>% Acumulado</i>	<i>n</i>
VITORIA - ES	36,9	36,9	160
CARIACICA - ES	24	60,9	104
VIANA - ES	9	69,9	39
VILA VELHA - ES	6,9	76,8	30
SERRA - ES	3,9	80,7	17
GUARAPARI - ES	3	83,7	13
SANTA MARIA DE JETIBA - ES	2,3	86	10
DOMINGOS MARTINS - ES	2,1	88,1	9
MARECHAL FLORIANO - ES	1,4	89,5	6
AFONSO CLAUDIO - ES	1,2	90,7	5
IBATIBA - ES	1,2	91,9	5
BREJETUBA - ES	0,9	92,8	4
ALFREDO CHAVES - ES	0,7	93,5	3
CASTELO - ES	0,7	94,2	3
SANTA LEOPOLDINA - ES	0,7	94,9	3
IRUPI - ES	0,5	95,4	2
IUNA - ES	0,5	95,9	2
VENDA NOVA DO IMIGRANTE - ES	0,5	96,4	2
ARACRUZ - ES	0,2	96,6	1
BARRA DE SAO FRANCISCO - ES	0,2	96,8	1
CONCEICAO DO CASTELO - ES	0,2	97	1
JOAO NEIVA - ES	0,2	97,2	1
LARANJA DA TERRA - ES	0,2	97,4	1
MUNIZ FREIRE - ES	0,2	97,6	1
NOVA VENECIA - ES	0,2	97,8	1
PEDRA AZUL - MG	0,2	98	1
SAO ROQUE DO CANAA - ES	0,2	98,2	1
SOORETAMA - ES	0,2	98,4	1
VARGEM ALTA - ES	0,2	98,6	1
Outros Estados	0,2	98,8	1
Ignorado	1,2	100	5

O município de Vila Velha e Serra, apesar de apresentarem populações maiores, não tiveram tão grande participação. Isso possivelmente se deve ao fato de ambos municípios apresentarem hospitais próprios que fazem a captação de casos de lesões corporais graves.

O Hospital São Lucas recebe pacientes de outras regiões próximas do estado, em casos mais graves onde os hospitais locais não possuem condições para o tratamento das vítimas. Esses pacientes são oriundos principalmente das regiões Central e Centro-Serrana, e representam 15% das vítimas observadas na pesquisa.

Dentre os municípios do interior do estado, os que apresentaram maiores índices de vítimas foram, em ordem de tamanho, os municípios de Santa Maria de Jetibá, Domingos Martins e Marechal Floriano. A relação de participação por município no todo pode ser observado na Tabela 7.

5.1.3 Caracterização dos Acidentes

A maior parte das ocorrências se deram em ruas ou avenidas, vide Tabela 8, não sendo possível diferenciar através dos questionários se as mesmas foram em interseções, trânsito ou detalhes menores. A quantidade de faixas e sinalização pode ser observada em um nível micro, estando presente de forma qualitativa em alguns casos, mas a quantidade não foi significativa dentre as informações do levantamento do Projeto VIVA.

Tabela 8: Distribuição por Tipo de Via

<i>Tipo de Via</i>	<i>%</i>	<i>n</i>
Rua	39%	169
Avenida	40%	174
Rodovia	21%	91

A quantidade de acidentes em zonas urbanas (84,6%; Tabela 9) entra em embate com a distribuição dos acidentes por tipo de via (Tabela 8). Ao cruzarmos os dados, observa-se que a maioria das ocorrências de acidentes em rodovias ocorre em zonas urbanas (ver Tabela 10). Isso mostra o risco da inclusão do tráfego rodoviário dentro de cidades.

Tabela 9: Distribuição por Zona de Ocorrência

<i>Zona de Ocorrência</i>	<i>%</i>	<i>n</i>
Urbana	84,60%	367
Rural	11,10%	48
Periurbana	3,50%	15
Ignorado	0,90%	4

A velocidade, fluxo constante de veículos e maior quantidade de veículos pesados tornam maior a necessidade de atenção nesses trechos. Ao passo que, indústrias e empresas localizadas as beiras destas vem a atrair não apenas um trânsito maior de veículos de passeis, bem como a criação de bairros residenciais próximos, tornando uma via mais propícia a acidentes, com características de trânsito urbano.

Tabela 10: Percentual de Ocorrências em Rodovias em Relação à Zona de Ocorrência

<i>Zona</i>	<i>% Ocorrências em Rodovias</i>
Urbana	70,4%
Rural	7,4%
Periurbana	22,2%

Dentre as vítimas, conforme Tabela 11, verificou-se que, além de condutores, um percentual significativo dos acidentados (19,6%) eram passageiros, sendo esses, vítimas passivas das fatalidades, mas igualmente expostos a lesões graves, como será observado mais adiante.

Outras partes envolvidas, em sua maior parte se dão por colisões ou outro tipo de contato com automóveis (35,38%). O fato de apresentar menor tamanho, maior velocidade e menor estabilidade em relação á outros veículos se mostram assim decisivos ao aumento do risco por parte dos motociclistas. Pontos cegos na visão dos motoristas são facilmente ocupados por motociclistas, tornando-os mais vulneráveis a “fechadas” ou ultrapassagens perigosas. Ao passo que, pequenas colisões laterais ou frontais que causariam pequenos danos em dois carros podem levar a queda e a acidentes fatais quando uma das partes de encontra sobre duas rodas. Demais resultados podem ser observados na Tabela 11.

Tabela 11: Distribuição por Tipo de Vítima e por Outra Parte Envolvida

<i>Tipo de Vítima</i>	<i>%</i>	<i>n</i>	<i>Outra Parte Envolvida</i>	<i>%</i>	<i>n</i>
Conductor	78,6%	341	Automóvel	35,38%	134
Passageiro	19,6%	85	Motocicleta	8,02%	35
Outro	0,2%	1	Coletivo	2,12%	9
Não se aplica	0,0%	0	Bicicleta	0,47%	2
Ignorado	1,7%	7	Objeto Fixo	12,26%	53
			Animal	2,83%	12
			Outro	9,91%	43
			Não se aplica	18,40%	80
			Ignorado	10,61%	46

Objetos fixos estão envolvidos em 12,26% dos acidentes, logo após automóveis. Tipo de ocorrência comum, tanto em zonas urbanas como no interior. Em momentos de distração ou em manobras em alta velocidade a capacidade de reação a tempo de evitar o impacto é reduzida. Além disso, buracos, obras, ou até mesmo sinalização de emergência podem representar perigos aos motociclistas, visto que qualquer impacto pode levar a uma queda fatal.

Acidentes ocorrem em sua maioria em horários de maior fluxo de trânsito. Os horários de pico nas grandes cidades, geralmente na hora do retorno no trabalho ao fim da tarde e começo da noite, correspondem ao maior índice de acidentes (ALMEIDA *et al*; 2013), como pode ser observado na Figura 7.

A grande quantidade de veículos, uso constante de corredores e também a maior quantidade de motociclistas circulando levam a um maior índice de acidentes nesses horários. Em contrapartida, observa-se um número significativo de acidentes durante a madrugada, apesar o fluxo mínimo de veículos nesse horário. Isso se dá possivelmente devido alta velocidade de circulação nas vias e não fiscalização do respeito a semáforos em cruzamentos. Juntamente a isso, o uso de álcool e indivíduos mais jovens em circulação, conhecidos fatores de risco, complementam a elevação dos índices.

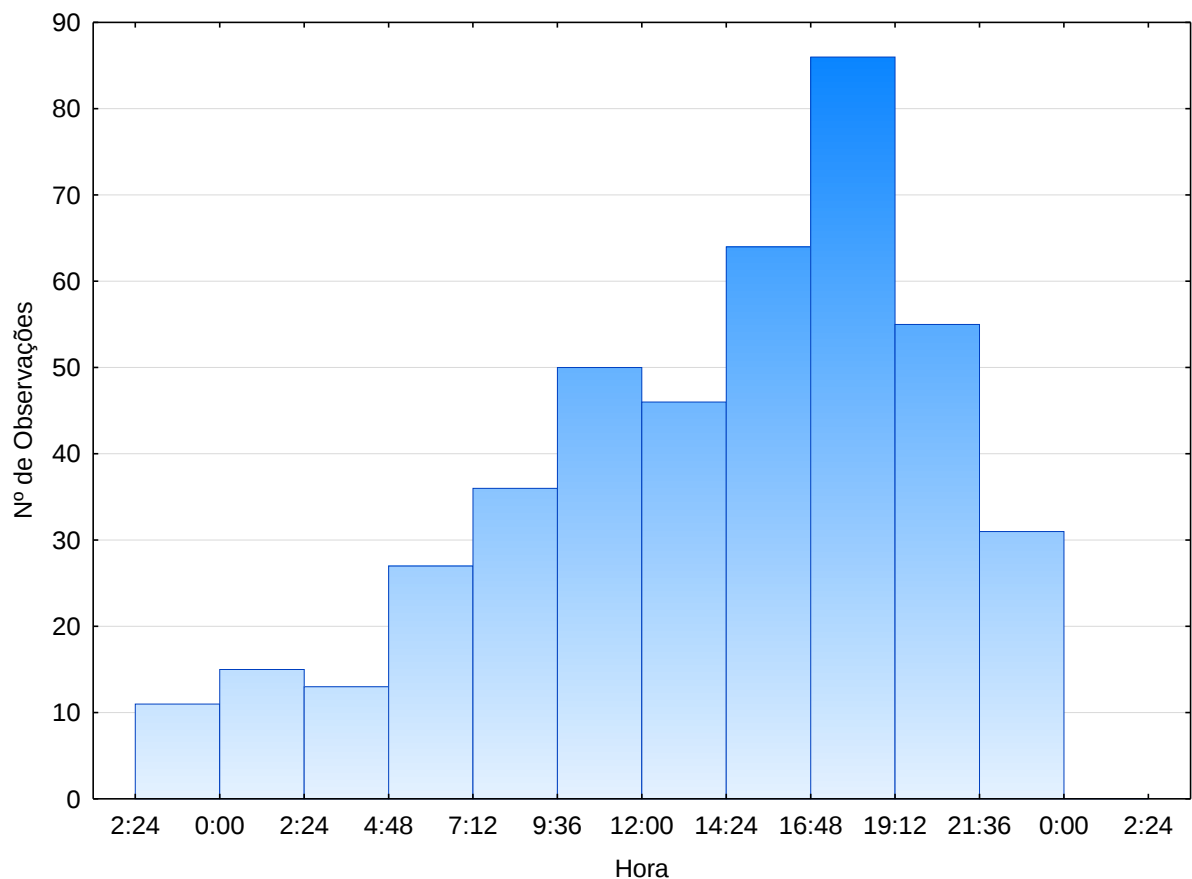


Figura 7: Hora de Ocorrência

Da mesma forma que o momento do dia, o comportamento sazonal do tráfego de veículos ao longo da semana também se apresenta como fator de risco para a incidência de acidentes.

Os dados do Projeto VIVA mostram que nos finais de semana, apesar do menor tráfego de veículos e trânsito, ocorre um número maior de acidentes. Isso se dá principalmente devido ao aumento do consumo de álcool nesses dias, ao maior tráfego de veículos conduzidos por jovens, e a combinação de ambos, unidos à alta velocidade e policiamento escasso.

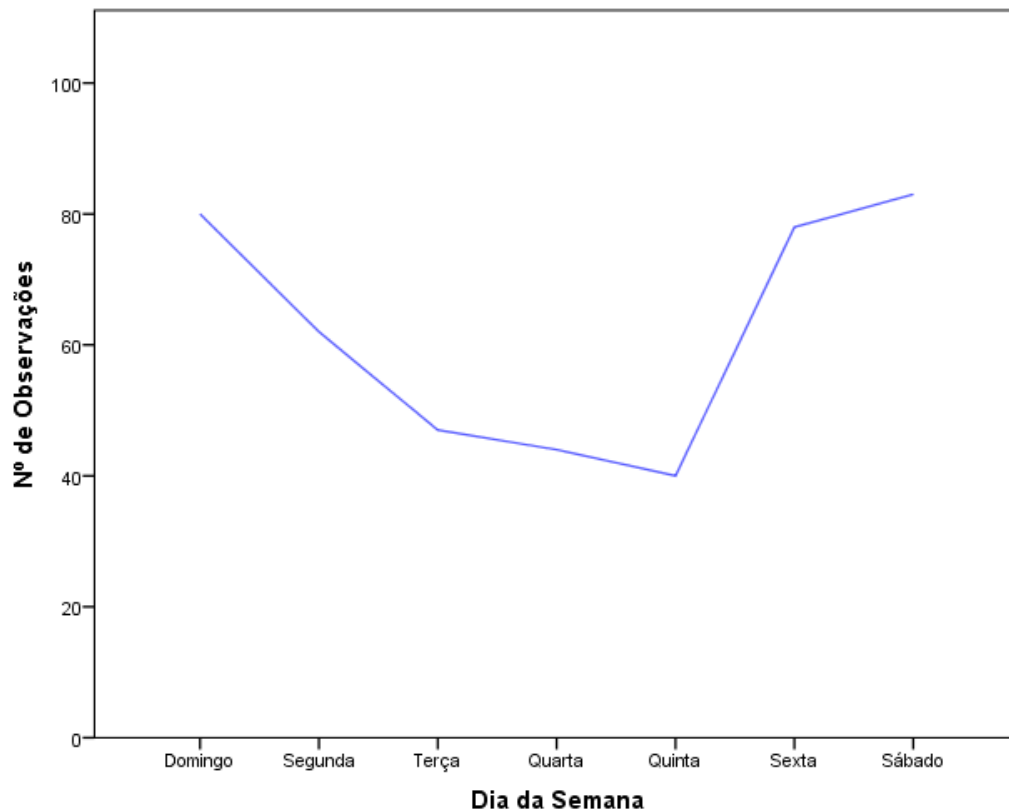


Figura 8: Quantidade de Acidentes por Dia da Semana

Durante a semana, o comportamento das fatalidades se dá de forma similar a sazonalidade do trânsito: maior nas Segundas e Sextas Feiras, com índices menores entre Terças e Quintas Feiras.

A forma de locomoção da vítima ao hospital pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 12: Meio de Locomoção das Vítimas para o Hospital

<i>Meio de Locomoção</i>	<i>%</i>	<i>n</i>
A pé	0,9%	4
Veículo Particular	32,9%	143
Viatura Policial	1,8%	8
SAMU	31,3%	136
Ambulância	22,1%	96
Resgate	3,2%	14
Transporte Coletivo	4,1%	18
Outro	1,4%	6
Ignorado	2,1%	9

A maior parte dos socorros se deu através de veículo particular, o que indica que o socorro às vítimas por parte dos cidadãos comuns ocorre com frequência considerável. Apesar disso, como será tratado adiante, em socorros dados a vítimas por veículos particulares, em sua maioria, o estado das vítimas não é de alta gravidade, indicando que na maior parte dos casos, quando se observa a necessidade de maiores cuidados no socorro, este é feito através do SAMU, que é a segunda maior fonte de transporte das vítimas de acidentes envolvendo ciclomotores. Ambulâncias, em terceiro lugar, complementam essa hipótese, mas nesse caso, trazem consigo também vítimas hospitalizadas em outros centros de atendimento ou casos intermunicipais, visto que o transporte de pacientes nessas situações não é realizado pelo SAMU. Em casos mais raros o transporte é realizado por viaturas ou por resgate do corpo de bombeiros e outros órgãos, provavelmente devido a ausência de ambulâncias ou dando suporte as mesmas. Transporte coletivo tem sua participação de 4,1% dos casos, em totalidade por ferimentos menos graves em busca de tratamento e diagnóstico.

Quanto aos equipamentos de segurança, a questão única sobre o uso de capacete deixou de ser única e passou a ser de múltipla escolha a partir do segundo questionário, com opção da marcação de mais de um acessório, como colete ou outros itens, o que representa uma evolução. Mas apenas em dois dos quatro inqueritos o uso de mais acessórios foi armazenado no banco de forma correta, nós demais sendo apresentado apenas pela primeira marcação do entrevistador dentre as várias escolhas.

A configuração quanto ao uso de equipamentos de segurança pode ser observado na Tabela 13. Alguns ajustes se fizeram necessários, mesmo assim os dados não se mostraram em suma confiáveis. Destacando-se apenas o pequeno uso de colete por parte das vítimas 3%, mesmo esse sendo um acessório obrigatório para profissionais que utilizam a motocicleta como instrumento de trabalho.

O questionário do inquerito VIVA trouxe consigo diferentes questões sobre o uso do álcool ou equipamentos de segurança, mas a configuração dos mesmos se alterou ao longo do tempo. Enquanto nos dois primeiros questionários havia apenas uma questão informando ou não o consumo de álcool por parte da vítima, nos demais observamos duas questões, uma onde o entrevistador julga se a vítima tem indícios do uso de bebidas alcoólicas, e a outra se a mesma declara o uso. Em casos em que a vítima chega desacordada e/ou não é possível haveriguar a situação da mesma, o entrevistador pode optar por ignorar. Como resultado

disso, existe grande imprecisão e ausência de informação sobre um fator de grande importância.

Tabela 13: Uso de Equipamentos de Segurança

<i>Equipamento</i>	<i>Situação</i>	<i>%</i>
Capacete	<i>Sim</i>	64,50%
	<i>Não</i>	31,70%
	<i>Não se aplica</i>	2,10%
	<i>Ignorado</i>	1,70%
Colete	<i>Sim</i>	3,00%
	<i>Não</i>	68,10%
	<i>Não se aplica</i>	27,40%
	<i>Ignorado</i>	1,50%
Outro Item de Segurança	<i>Sim</i>	15,40%
	<i>Não</i>	66,10%
	<i>Não se aplica</i>	10,80%
	<i>Ignorado</i>	7,70%
Uso de Algum Acessório de Segurança	<i>Sim</i>	79,40%
	<i>Não</i>	20,60%

O consumo de bebidas alcoólicas, dados apresentados na Tabela 14, mesmo registrado de forma diferente entre os questionários, se mostrou elevado, tendo 14% das vítimas declarando seu uso. Onde apenas foi registrado o uso, seja de forma declarada ou por intuição do entrevistador, em 21,8% dos casos a vítima se mostrava embriagada.

Tabela 14: Uso de Bebidas Alcoólicas

<i>Situação</i>	<i>%</i>
Indivíduo Alcoolizado	<i>Sim</i> 21,8%
	<i>Não</i> 70,7%
	<i>Ignorado</i> 7,5%
Uso de bebida alcoólica declarado	<i>Sim</i> 14,0%
	<i>Não</i> 83,6%
	<i>Ignorado</i> 2,4%
Indícios de uso de bebida alcoólica (entrevistador)	<i>Sim</i> 10,5%
	<i>Não</i> 87,1%
	<i>Ignorado</i> 2,4%

O consumo de bebidas alcoólicas e seus impactos na segurança viária tem sido alvo de estudos constantes, sempre comprovando a hipótese do mesmo como um fator de risco. As elevadas taxas de vítimas aparentando ou declarando seu consumo mostra como, apesar das insistentes campanhas de conscientização, esses problemas se mantêm em alta.

5.1.4 Caracterização dos Indicadores de Gravidade

A fim de atingir o objetivo geral dessa pesquisa, surge também a necessidade da caracterização da vítima pós-acidente, podendo assim, identificar fatores agravantes de lesões e definir melhor a variável resposta do estudo. Após o laudo médico e o acompanhamento das vítimas por 24 horas, os registros mostraram os principais danos físicos causados às vítimas de acidentes envolvendo motocicletas.

A caracterização das lesões é dada de duas formas. Em dois dos questionários apenas uma das partes do corpo atingidas pode ser marcada, e nos demais houve a possibilidade de múltipla escolha, montando o banco de dados dessa forma. Quanto à natureza da lesão, em ambos os casos foi apenas uma escolha possível. Os resultados podem ser observados na Tabela 15.

Observa-se quanto à natureza da lesão que o tipo de ferimento mais comum em motociclista são cortes ou lacerações. Estes, quando em partes não vitais do corpo, trazem pouco risco ao indivíduo.

Em segundo lugar, são observadas as fraturas, representando 18,7% dos casos. Apesar de quando não ocorridas múltiplas ou próximas a órgãos vitais, não levarem o indivíduo a maiores riscos, podem deixar sequelas para toda a vida, bem como inutilizar articulações, impossibilitando o trabalho. E, apesar de em muitos casos o indivíduo obter alta em pouco tempo, o mesmo tem grandes chances de ter de se manter afastado do serviço por um período. Esse tipo de caso gera perdas não apenas pelos custos hospitalares, mas para a vida social e profissional da vítima.

Tabela 15: Caracterização da Lesão

<i>Item</i>	<i>Tipo</i>	<i>%</i>
Natureza da Lesão	<i>Sem Lesão Física</i>	4,8%
	<i>Contusão</i>	9,9%
	<i>Corte/Laceração</i>	31,3%
	<i>Entorse/Luxação</i>	11,1%
	<i>Fratura</i>	18,7%
	<i>Amputação</i>	0,5%
	<i>Traumatismo</i>	0,2%
	<i>Traumatismo Cranioencefálico</i>	3,5%
	<i>Politraumatismo</i>	8,3%
	<i>Intoxicação</i>	0,0%
	<i>Queimadura</i>	0,7%
	<i>Outra</i>	8,8%
	<i>Ignorado</i>	2,3%
Parte do Corpo Atingida	<i>Outra</i>	2,5%
	<i>Boca/Dentes</i>	6,0%
	<i>Múltiplos Órgãos/Regiões</i>	23,7%
	<i>Cabeça/Face</i>	6,7%
	<i>Pescoço</i>	0,9%
	<i>Coluna/Medula</i>	0,5%
	<i>Tórax/Dorso</i>	5,8%
	<i>Abdome/Quadril</i>	1,4%
	<i>Membros Superiores</i>	18,0%
	<i>Membros Inferiores</i>	31,1%
	<i>Não se aplica</i>	1,6%
	<i>Genitais/ânus</i>	0,0%
	<i>Ignorado</i>	1,8%

Em relação as partes atingidas os resultados são encontrados na Tabela 15. Em sua maioria ocorrem em membros inferiores (31,1%), mostrando a maior vulnerabilidade dos motociclistas: as pernas. Múltiplos órgãos ou regiões estão em segundo lugar (23,7%), comprovando a gravidade de acidentes envolvendo motocicletas, que de um em cada cinco fatalidades o indivíduo pode ter várias partes do corpo afetadas.

Tabela 16: Parte do Corpo Atingida

<i>Parte do Corpo Atingida</i>		<i>%</i>
<i>Cabeça</i>	Sim	13,6%
	Não	86,4%
<i>Múltiplos órgãos</i>	Sim	24,7%
	Não	75,3%
<i>Membros Superiores</i>	Sim	19,1%
	Não	80,9%
<i>Membros Inferiores</i>	Sim	32,3%
	Não	67,7%
<i>Abdômen</i>	Sim	1,4%
	Não	98,6%
<i>Tórax</i>	Sim	6,0%
	Não	94,0%
<i>Pescoço</i>	Sim	0,9%
	Não	99,1%
<i>Coluna</i>	Sim	0,5%
	Não	99,5%

Na segunda forma de registro de ocorrências, mostrada na Tabela 16, comprova-se a veracidade da primeira, sendo observados resultados semelhantes. Com destaque, observa-se que em 13,6% dos casos onde são encontrados ferimentos na cabeça. Parte do corpo de grande risco de complicações em casos de lesões mais graves. Isso evidencia a importância do capacete como acessório de proteção, visto a exposição desse órgão ao risco.

Por fim, observou-se a evolução da emergência nas primeiras 24 horas após o socorro. A maioria dos acidentados recebeu alta (63,7%), que se encontra dentro do esperado. 20,3% foram internados, devido a complicações ou necessidade de mais tempo de observação. Em casos menos graves são encaminhados para ambulatorios, e em casos específicos ou de maior gravidade estes são encaminhados para outro serviço (2,8%). Evasão, fuga ou onde não foi possível a realização do acompanhamento durante as primeiras 24 horas representam 6,2% dos casos. Em apenas uma pequena minoria observa-se a ocorrência de óbito (0,5%). Essa pequena quantidade de justifica pois apenas são acompanhados pelo questionário indivíduos que chegam vivos aos pontos de atendimento, não sendo considerados no estudo casos de óbito antes e durante a fase de socorro.

Tabela 17: Evolução da Emergência

<i>Evolução</i>	<i>%</i>	<i>n</i>
Alta	63,7%	276
Encaminhamento Ambulatorial	6,5%	29
Internação Hospitalar	20,3%	88
Encaminhamento para outro serviço	2,8%	12
Evasão/fuga	0,9%	4
Óbito	0,5%	2
Ignorado	5,3%	23

A caracterização de lesões graves e lesões leves, que a variável resposta dos modelos ajustados e parâmetros de comparações para diversas variáveis, se dão pela evolução da emergência nas primeiras 24 horas, como observado na Tabela 17.

Casos em que a alta vem a ocorrer nas primeiras 24 horas foram consideradas ocorrências de baixa gravidade, visto que não afastam o indivíduo do trabalho ou geram custos de internação ou outros gastos maiores ao serviço público. Lesões onde o mesmo é internado, encaminhado para outro setor ou levado a óbito são consideradas de moderada a alta gravidade. Casos de evasão, fuga ou ignorados foram descartados do estudo.

Optou-se por esses critérios devido à difícil caracterização da lesão por meio da parte do corpo atingida e natureza da lesão. Apesar de alguns trabalhos do gênero sugerirem agrupamentos dessa forma, para a mesma ser possibilitada o tamanho da amostra seria comprometido, e os resultados possivelmente menos precisos.

5.2 Fatores de Risco de Lesões Graves

A proporção média de vítimas de acidentes com motociclistas que receberam altas manteve-se constante longo dos anos, com exceção do ano de 2009 em que a proporção superou as demais ($p < 0,05$), como pode ser observado na Tabela 18.

Tabela 18: Gravidade do Acidente ao Longo do Tempo

<i>Alta</i>	<i>2006</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2011</i>
Não	40,00%	40,10%	25,20%	42,80%
Sim	60,00%	59,90%	74,80%	57,20%

O que isso demonstra é que o risco de uma lesão de intensidade moderada ou grave se manteve constante ao longo dos anos. Apesar de novas medidas políticas ou educacionais, apenas em 2009 foi notável uma redução na gravidade das fatalidades, o que demonstra que ao longo de cinco anos, medidas para a redução da gravidades dos acidentes não tem surtido muito efeito, ou não chegaram a ser realizadas.

Foi verificado que a intensidade do fluxo de veículos varia de forma sazonal durante a semana, apesar de descrever bem e acompanhar a quantidade de acidentes, não se mostrou correlacionado com a quantidade de internações hospitalares devido a acidentes de ciclomotores, vide Figura 9, apresentando $p > 0,2$ pela correlação de Pearson e $p > 0,35$ pela correlação de Spearman (não paramétrica). Mas, isso não invalida o fato de que o dia da semana pode ser um fator de risco ou proteção em relação à gravidade do acidente, visto que existem diversos possíveis fatores agravantes inerentes a essa variável.

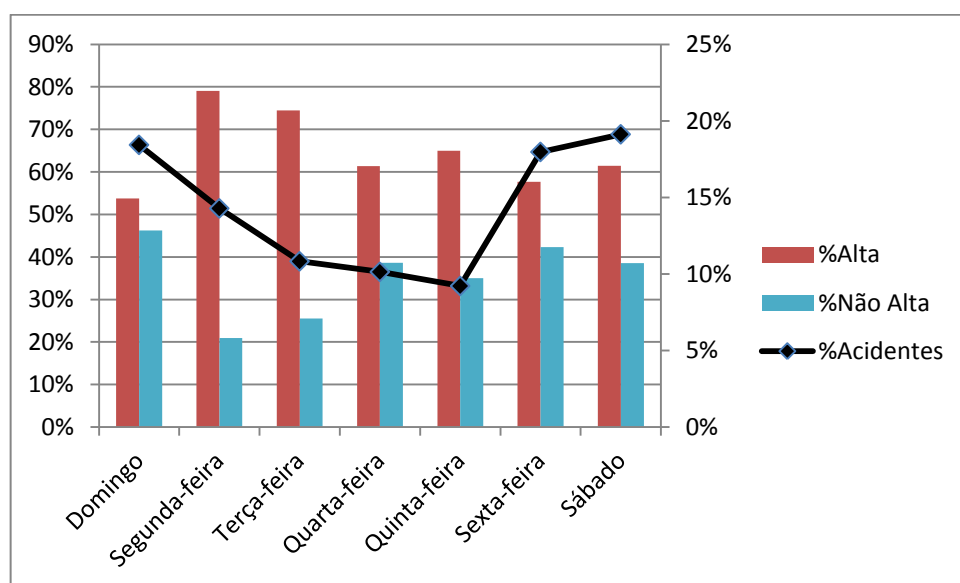


Figura 9: Relação da Quantidade de Acidentes e da Gravidade das Lesões

Analisando os dias separadamente, comparados com os demais dias da semana, apenas Domingo se apresentou como um fator de risco para o agravamento da gravidade dos acidentes (OR = 1,657; IC95% 1,014;2,708). Acidentes ocorridos nas Segundas-Feiras apresentaram gravidade menor comparados com os demais dias (OR = 0,415; IC95%

0,218;0,792). O percentual de internação e alta, por dia da semana, pode ser observado na Tabela 19.

Tabela 19: Taxas de Internação e Alta por Dia da Semana em que Ocorreu o Acidente

<i>Dia da Semana</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>	<i>Ignorado</i>
Domingo	53,8%	35,0%	11,2%
Segunda	79,0%	16,1%	4,8%
Terça	74,5%	14,9%	10,6%
Quarta	61,4%	36,4%	2,3%
Quinta	65,0%	32,5%	2,5%
Sexta	57,7%	32,1%	10,3%
Sábado	61,4%	34,9%	3,6%

A maior gravidade dos acidentes nos finais de semana indica que o maior fluxo de veículos nas vias, apesar de aumentar a quantidade de acidentes por efeito de causalidade, não impacta sobre a gravidade dos mesmos. As segundas-feiras são um dos dias da semana com maior tráfego de veículos, e ao mesmo tempo, menor percentual de internações ocasionadas devido a acidentes. Ao passo que os domingos, dias conhecidos pelas vias vazias, a situação se inverte.

É importante destacar que não se mostraram evidências de que as elevadas taxas de acidentes nos finais de semana se dão devido às madrugadas vazias, no retorno geral de momentos de lazer. De forma semelhante ao estudo de Holz *et al* (2010), em que o período não mostrou significância na ocorrência de acidentes, não se pode observar perigo eminente nas madrugadas para acidentes envolvendo motociclistas. Sugere-se que esse tipo de comportamento possa indicar a alteração na conduta dos condutores, que tomam medidas de cautela frente à ciência de condições desfavoráveis à segurança. O comportamento da gravidade dos acidentes mediante o período e o dia da semana pode ser observado na Tabela 20.

Tabela 20: Taxa de Internações e Alta por Dia da Semana e Período

<i>Dia da Semana</i>	<i>Período</i>	<i>Alta</i>	<i>Hospital</i>	<i>Ignorado</i>
Domingo	Dia	52,6%	42,1%	5,3%
	Noite	48,4%	32,3%	19,4%
	Madrugada	72,7%	18,2%	9,1%
Segunda	Dia	80,9%	14,9%	4,3%
	Noite	72,7%	18,2%	9,1%
	Madrugada	75,0%	25,0%	0,0%
Terça	Dia	66,7%	20,0%	13,3%
	Noite	87,5%	6,2%	6,2%
	Madrugada	100,0%	0,0%	0,0%
Quarta	Dia	60,0%	35,0%	5,0%
	Noite	59,1%	40,9%	0,0%
	Madrugada	100,0%	0,0%	0,0%
Quinta	Dia	53,8%	42,3%	3,8%
	Noite	81,8%	18,2%	0,0%
	Madrugada	100,0%	0,0%	0,0%
Sexta	Dia	68,9%	24,4%	6,7%
	Noite	41,4%	41,4%	17,2%
	Madrugada	50,0%	50,0%	0,0%
Sábado	Dia	65,9%	29,3%	4,9%
	Noite	57,6%	42,4%	0,0%
	Madrugada	55,6%	33,3%	11,1%

Verificando o efeito do período em que o acidente ocorreu (Diurno/Noturno) também não se mostrou significativo ($p > 0,2$). Foram considerados como período diurno acidentes ocorridos de 6 as 18 horas, e Noturno a partir das 18 as 6. Também não se mostrou significativo quando separado em três períodos: dia, noite e madrugada, como observado na Tabela 21 e Tabela 22.

Tabela 21: Taxas de Internação por Período - Dia e Noite

<i>Período</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>	<i>Ignorado</i>
Dia	66,1%	27,6%	6,3%
Noite	60,0%	32,2%	7,8%

Tabela 22: Taxas de Internação por Período - Dia, Noite e Madrugada

<i>Período</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>	<i>Ignorado</i>
Dia	65,6%	28,3%	6,1%
Noite	58,8%	32,7%	8,5%
Madrugada	70,6%	23,5%	5,9%

Vítimas do sexo feminino não apresentaram maior exposição ao risco frente ao sexo masculino ($p>0,5$), apresentando proporções semelhantes nas taxas de internação, como pode ser observado na Tabela 23.

Tabela 23: Taxas de Internação e Alta por Sexo da Vítima

<i>Sexo</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>	<i>Ignorado</i>
Masculino	62,8%	30,2%	7,0%
Feminino	66,7%	26,7%	6,7%

Escolaridade também não apresentou dependência estatística com a gravidade dos acidentes, independente das formas de agrupamento. Indicadores socioeconômicos se mostram significativas no aumento das taxas de incidência de acidentes (ALMEIDA *et al*; 2013), mas não se concretizam como fatores agravantes da consequência do acidente, a Tabela 24 mostra a distribuição de internações e altas por nível de escolaridade. As taxas de internação por nível de escolaridade podem ser observadas na Tabela 24. Foram agrupados os níveis “Cursando Ensino Fundamental”, “Cursando Ensino Médio” e “Cursando Ensino Superior” aos grupos “Fundamental”, “Médio” e “Superior”, respectivamente. O grupo “Sem escolaridade” foi unido ao grupo “Fundamental”.

Tabela 24: Taxas de Internação e Alta por Nível de Ensino

<i>Nível de Ensino</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>	<i>Ignorado</i>
Fundamental	64,2%	30,3%	5,5%
Médio	68,6%	24,5%	6,9%
Superior	50,0%	37,5%	12,5%
Ignorado	43,9%	46,3%	9,8%

A idade dos indivíduos foi categorizada em quatro diferentes grupos de forma crescente, não mostrando influência sobre a gravidade do acidente ($p > 0,9$). Isso evidencia que apesar dos acidentes ocorrerem com mais frequência entre jovens, esses não estão mais expostos a lesões de maior intensidade. A redução e maior cautela em indivíduos de idades mais avançadas podem justificar o equilíbrio nas taxas de internação com os mais jovens, apesar da maior fragilidade física. A distribuição das taxas de internação e alta pode ser observada na Tabela 25.

Tabela 25: Taxas de Internação e Alta por Faixa Etária

<i>Faixa Etária (Anos Completos)</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>	<i>Ignorado</i>
≤ 25	64,7%	28,1%	7,1%
26 - 35	63,4%	27,6%	8,9%
36 - 45	60,3%	36,2%	3,4%
46+	62,1%	34,5%	3,4%

Na Tabela 26 estão os dados de forma de locomoção conforme a internação ou alta. Vítimas encaminhadas aos prontos atendimentos por meio de ambulância e SAMU em geral apresentam maiores índices de lesões graves, internação ou óbito, 46,9,6% e 36,0% respectivamente, e exposição igual ao risco. Já vítimas socorridas por outros meios têm maior chance de alta nas primeiras 24 horas ($p < 0,01$).

Tabela 26: Taxa de Internação e Alta por Forma de Locomoção ao Hospital

<i>Forma de Locomoção</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>	<i>Ignorado</i>
Outro	72,0%	20,0%	8,0%
Veículo Particular	77,6%	14,0%	8,4%
SAMU	57,4%	36,0%	6,6%
Ambulância	47,9%	46,9%	5,2%

Reforçando as informações sobre o resgate dadas na sessão anterior, vemos que o SAMU e ambulâncias realizam o transporte de pacientes com lesões mais graves. Ambulâncias que fazem o transporte inter-hospitalar e intermunicipal supostamente carregam consigo pacientes mais graves, que outros prontos atendimentos ou hospitais não têm

condições de tratar, e são encaminhados ao hospital referência em traumatologia da região. O SAMU, na maior parte das vezes, é acionado apenas em ocorrências de maior gravidade, onde os cidadãos ao redor não têm capacidade de prestar socorro e ajuda, ou realizar o transporte da vítima. Numa menor parte dos casos, seja por estar fora do alcance do SAMU, urgência no socorro ou capacidade dos socorristas, o transporte é feito através de veículos particulares, viaturas policiais e resgate, apresentando menores índices de lesões graves.

Conforme a Tabela 27, as vítimas cujos acidentes ocorreram no interior apresentaram maior gravidade em relação aos ocorridos em cidades da zona metropolitana (próximas a capital) do Espírito Santo (OR = 2,387; IC95% 1,556;3,663). A representatividade dessas vítimas é grande, 28,3% dos casos.

Tabela 27: Taxas de Internação e Alta por Região

<i>Região</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>
Interior	52,6%	47,4%
Capital	74,5%	25,5%

A diferença de fácil visualização entre a gravidade das lesões de indivíduos oriundos do interior e da região metropolitana é um aspecto de grande preocupação e discussão. Ao passo que essa diferença possa se dar por causalidade, visto que vítimas mais graves são transportadas para o Hospital São Lucas buscando mais recursos e um melhor tratamento, muitas vezes não disponíveis em hospitais do interior, outros fatores podem ter influência sobre essa questão.

Em cidades pequenas e zonas rurais, o difícil alcance de campanhas de conscientização unido à escassa fiscalização por parte das autoridades, é comum por parte dos condutores, em horários de menor movimento, o abuso de velocidade, desleixo com equipamentos de segurança além de outras infrações graves. A participação em 28,3% das vítimas, quando se compara as populações da zona metropolitana com a dos municípios do interior, mostra a veemência do problema.

Ocorrências nas zonas rurais dos municípios também se mostraram um fator de risco em relação à gravidade dos acidentes ocorridos em zonas urbanas ($p < 0,05$), já em zonas

periurbanas o risco de acidentes graves se mostrou semelhante as zonas urbanas ($p>0,2$). As proporções podem ser observadas na Tabela 28.

Tabela 28: Taxas de Internação e Alta por Zona de Ocorrência

<i>Zona</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>	<i>Ignorado</i>
Urbana	65,7%	27,0%	7,4%
Rural	50,0%	45,8%	4,2%
Periurbana	53,3%	40,0%	6,7%

Semelhante ao efeito ocorrido em municípios do interior, nas zonas rurais, inclusive em municípios da grande vitória, a gravidade das lesões tende a ser maior. Novamente, a baixa fiscalização em horários mais remotos, vias livres permitindo altas velocidades, menor infraestrutura e sinalização possivelmente levam impactos maiores. Regiões periurbanas, por contracenarem também com bairros à beira de rodovias, além dos fatores já apresentados, apesar da pequena representatividade no todo da amostra demonstraram gravidade semelhante às zonas rurais.

Tanto o condutor como o passageiro apresentaram o mesmo exposição ao risco de uma lesão grave, quando comparados entre si ($p>0,9$). As proporções podem ser observadas na Tabela 29.

Tabela 29: Taxas de Internação e Alta por Tipo de Vítima

<i>Tipo de Vítima</i>	<i>Alta</i>	<i>Hospital</i>	<i>Ignorado</i>
Condutor	63,9%	29,0%	7,0%
Passageiro	63,5%	29,4%	7,1%

A tabela acima demonstra que as medidas de segurança devem ser observadas tanto pelo condutor quanto pelo passageiro. Diferente de automóveis ou veículos maiores, onde a região de impacto do acidente ou a localização dos passageiros interfere diretamente na segurança, nos ciclomotores o risco de sofrer uma lesão grave independe da localização do indivíduo no veículo.

Na Tabela 30 e Tabela 31 estão informações referentes a ocorrências ocorridas durante ou no trajeto do trabalho e consideradas acidentais pela vítima. Do total de ocorrências, 34,5% ocorreram durante o trabalho ou no trajeto para o mesmo, dentre os quais 30,9% dos casos válidos foram considerados graves. Ocorrências não consideradas acidentais pela vítima, quando em condições de avaliar, se mostraram um fator de risco (OR = 2,237; IC95% 1,341;3,730).

Tabela 30: Taxa de Internação por Ocorrência durante/trajeto do Trabalho

<i>Ocorrência durante/trajeto do Trabalho</i>	<i>Alta</i>	<i>Hospital</i>	<i>Ignorado</i>
Sim	69,1%	27,8%	3,1%
Não	64,1%	33,7%	2,2%

Tabela 31: Taxa de Internação por Ocorrência Considerada Acidental

<i>Ocorrência Considerada Acidental pela Vítima</i>	<i>Alta</i>	<i>Hospital</i>	<i>Ignorado</i>
Sim	75,4%	21,5%	3,1%
Não	57,8%	39,0%	3,2%

A alta taxa de acidentes ocorrida em trajeto ao trabalho ou durante ao mesmo se justifica pelo maior tráfego de motocicletas nos horários de pico, revelando um possível efeito de causalidade. Paralelamente, isso indica que mais da metade dos acidentes se dá durante a locomoção por motivos de lazer ou questões pessoais.

Ocorrências não consideradas acidentais pelo acidentado remetem não a atropelamentos e choques propositais, mas sim os quais poderiam ter sido evitados pela outra parte envolvida, ou mesmo pela própria vítima. A indicação deste como um fator de risco, caso a opinião dos entrevistados seja válida, que a gravidade dos acidentes poderia vir a ser reduzida se tomadas as precauções necessárias de segurança defensiva.

Ferimentos em membros superiores se mostraram menos nocivos às vítimas ($p < 0,01$), com menores taxas de internação em relação aos demais membros (OR=,453; IC95% 0,260;0,789). Já ferimentos na região da cabeça/face aumentam em 84,3% a probabilidade de internação ($p < 0,05$), se caracterizando como um fator de risco (OR = 1,843; IC95%

1,060;3,205). As proporções de indivíduos internados devido a esses ferimentos podem ser observados na Tabela 32, para a primeira forma de agrupamento, e na Tabela 33 para a segunda forma.

Tabela 32: Taxa de Internação por Parte do Corpo Atingida (1)

Parte do Corpo Atingida		Alta	Internação	Ignorado
Cabeça	Sim	50,8%	42,4%	6,8%
	Não	65,6%	27,5%	6,9%
Pescoço	Sim	25,0%	75,0%	0,0%
	Não	64,0%	29,1%	7,0%
Coluna	Sim	50,0%	0,0%	50,0%
	Não	63,7%	29,6%	6,7%
Tórax	Sim	76,9%	23,1%	0,0%
	Não	62,7%	29,9%	7,4%
Abdômen	Sim	66,7%	33,3%	0,0%
	Não	63,6%	29,4%	7,0%
Membros Inferiores	Sim	63,6%	30,0%	6,4%
	Não	63,6%	29,3%	7,1%
Membros Superiores	Sim	77,1%	19,3%	3,6%
	Não	60,4%	31,9%	7,7%
Múltiplos órgãos	Sim	57,0%	33,6%	9,3%
	Não	65,7%	28,1%	6,1%

Tabela 33: Taxa de Internação por Parte do Corpo Atingida (2)

<i>Parte do Corpo Atingida</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>	<i>Ignorado</i>
Boca/Dentes	42,3%	42,3%	15,4%
Múltiplos Órgãos/Regiões	57,3%	33,0%	9,7%
Cabeça/Face	58,6%	41,4%	0,0%
Pescoço	25,0%	75,0%	0,0%
Coluna/Medula	50,0%	0,0%	50,0%
Tórax/Dorso	76,0%	24,0%	0,0%
Abdome/Quadril	66,7%	33,3%	0,0%
Membros Superiores	79,5%	16,7%	3,8%
Membros Inferiores	63,7%	29,6%	6,7%
Não se aplica	85,7%	14,3%	0,0%
Genitais/ânus	0,0%	0,0%	0,0%
Ignorado	50,0%	12,5%	37,5%

A configuração das tabelas acima reforça a necessidade dos equipamentos de segurança básicos nos motociclistas, como capacete, calças e sapato fechado. Ferimentos na região da cabeça sempre apresentam maior gravidade, juntamente com o pescoço, outra parte muito beneficiada pelo uso correto do capacete. Membros superiores se caracterizam como a classe de ferimentos mais leves e de menor gravidade, com grandes taxas de alta.

Quanto a natureza da lesão, em relação a indivíduos que não apresentaram lesão física, se mostraram muito significativos como fatores de risco para o agravamento do estado das vítimas traumatismos cranioencefálicos ($p<0,005$) e politraumatismos ($p<0,003$). Lesões dessa natureza incrementam a chance de internação cerca de oito a seis vezes mais, respectivamente. A distribuição quanto à gravidade da lesão pode ser observada na Tabela 34.

Tabela 34: Taxas de Internação por Gravidade de Lesão

<i>Natureza da Lesão</i>	<i>Alta</i>	<i>Internação</i>	<i>Ignorado</i>
Sem Lesão Física	76,2%	19,0%	4,8%
Contusão	74,4%	25,6%	0,0%
Corte/Laceração	69,9%	23,5%	6,6%
Entorse/Luxação	83,3%	12,5%	4,2%
Fratura	55,6%	39,5%	4,9%
Amputação	0,0%	50,0%	50,0%
Traumatismo	0,0%	100,0%	0,0%
Traumatismo Cranioencefálico	26,7%	73,3%	0,0%
Politraumatismo	33,3%	52,8%	13,9%
Intoxicação	0,0%	0,0%	0,0%
Queimadura	66,7%	0,0%	33,3%
Outra	65,8%	23,7%	10,5%
Ignorado	50,0%	20,0%	30,0%

Traumatismos cranioencefálicos são de alta gravidade em 73,3% dos casos, o que mais uma vez justifica todas ações e medidas tomadas para o uso correto do capacete, seguidos por fraturas, onde poucos equipamentos são disponibilizados para a redução destas.

5.3 Modelos propostos

A modelagem seguiu a estratégia recomendada por Draper & Smith (1998) e a retirada de cada variável foi feita após a comparação da razão de verossimilhança ($-2\log L$) dos modelos com e sem a variável em questão, e adequação observando os resultados do teste de qualidade do ajuste de Hosmer e Lemeshow (HOSMER & LEMESHOW, 2000), o R^2 generalizado de Nagelkerke (NAGELKERKE, 1992) e análise das Curvas de Características de Operação do Receptor – ROC (FAWCETT, 2004). A permanência das variáveis no modelo deu-se em função de justificativas teóricas e da significância estatística. Todos os modelos ajustados consideraram como variável resposta a chance de ter alta contra de ficar internado após 24 horas do primeiro atendimento.

As tabelas apresentadas a seguir descrevem as estimativas dos parâmetros β do modelo de regressão logística, 10 da seção 3.3, para cada variável listada. Pode-se observar em sequência o Erro Padrão da estimativa, a estatística de Wald, o número de graus de liberdade, o nível de significância do parâmetro β estimado no modelo, o exponencial do valor de β estimado (que corresponde à razão de chances, *odds ratio*) e o intervalo de confiança inferior e superior para o exponencial de β .

Num primeiro ajuste, foram consideradas todas variáveis cujo nível de significância, pelo teste qui-quadrado, de ao menos uma das categorias desta, fosse inferior a 0,05. As variáveis eram retiradas buscando melhoras nas estatísticas de qualidade de ajuste, até obter-se os coeficientes estimados e estatísticas apresentadas na Tabela 35, e a função logística apresentada a seguir, onde cada parâmetro corresponde a resposta binária (Sim/Não) correspondente a informação em questão e $P(Y)$ corresponde a probabilidade de o indivíduo apresentar lesão de maior gravidade e não obter alta nas primeiras 24 horas.

$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{-(Y)}}$$

Onde

$$Y = -2,494 + 0,957 * \text{Cabeça} + 2,542 * \text{Pescoço} + 0,615 * \text{Membros Inferiores} \\ + 0,827 * \text{Multiplos Órgãos} + 0,971 * \text{Segunda} + 1,025 * \text{Terça} - 0,946 \\ * \text{Municípios Metropolitana}$$

Tabela 35: Parâmetros do Modelo Ajustado (1)

Variáveis	B	S.E.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
							Inferior	Superior
<i>Cabeça</i>	0,957	0,353	7,359	1	0,007	2,603	1,304	5,197
<i>Pescoço</i>	2,542	1,181	4,633	1	0,031	12,71	1,255	128,677
<i>Membros Inferiores</i>	0,615	0,295	4,356	1	0,037	1,85	1,038	3,297
<i>Multiplos Órgãos</i>	0,827	0,308	7,22	1	0,007	2,286	1,251	4,179
<i>Segunda</i>	0,971	0,379	6,571	1	0,01	2,641	1,257	5,548
<i>Terça</i>	1,025	0,447	5,268	1	0,022	2,787	1,161	6,688
<i>Ocorrência em</i>								
<i>Municípios da Zona</i>	-0,946	0,242	15,221	1	0	0,388	0,242	0,625
<i>Metropolitana</i>								
<i>Constante</i>	-2,494	0,628	15,78	1	0	0,083		

A qualidade do ajuste é assegurada pelo teste de Hosmer e Lemeshow, cujo $p > 0,05$ mostra que o modelo ajustado é adequado. Observando a curva ROC, verificou-se que a área sob a curva é de 68,7% e o teste de significância assintótica para esta se mostrou significativa ($p < 0,001$). As estatísticas de qualidade do modelo podem ser observadas na Tabela 36. A curva e os testes estatísticos correspondentes na Figura 10 e Tabela 37, respectivamente.

Tabela 36: Estatísticas de Qualidade do Ajuste do Modelo 1

Teste de Hosmer e Lemeshow			<i>-2 Log Verossimilhança</i>	<i>R² de Nagelkerke</i>
<i>Qui-quadrado</i>	<i>gl</i>	<i>p-valor</i>		
5,776	7	0,566	459,163	0,149

Nenhuma variável sociodemográfica se mostrou um fator de risco ou proteção, sendo removidas do modelo. Quanto as variáveis referentes a caracterização do acidente, o dia da semana (apenas Segunda-Feira e Terça-Feira), se mostraram estatisticamente significativos. Ferimentos nos membros superiores não se mostraram significativos quanto à possibilidade de interferência na alta ou não dos indivíduos. Devido a poucos casos de ferimentos na coluna, gerando inconsistência, optou-se por remover a variável do modelo.

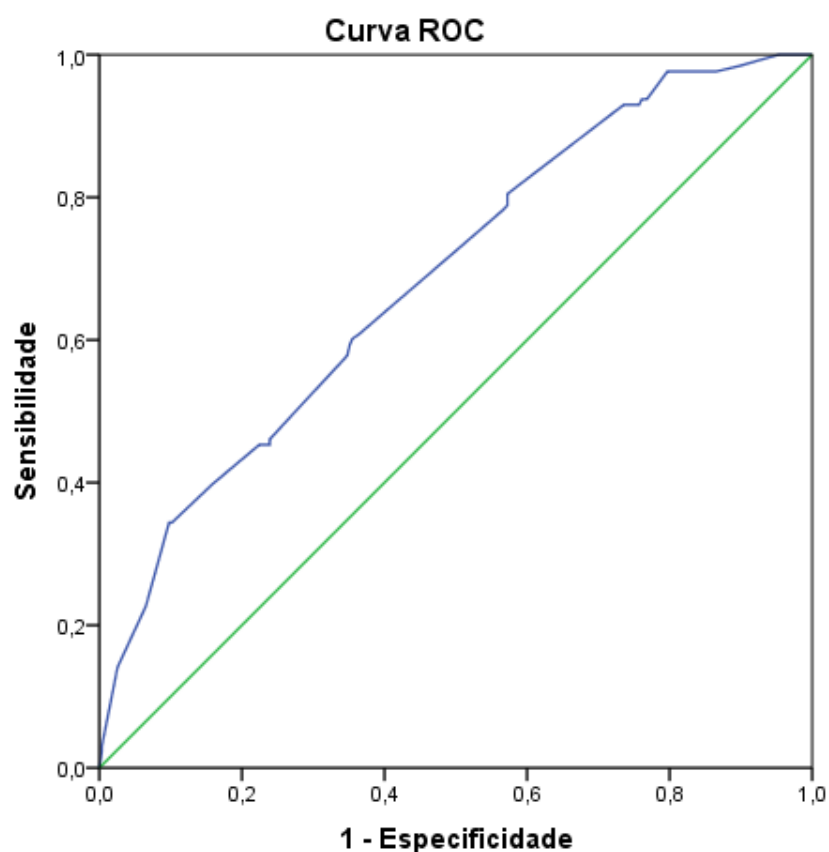


Figura 10: Curva ROC (Modelo 1)

O resultado se diferencia de estudos observacionais sobre ocorrências de acidentes, onde é apontada que fatores sociodemográficos, como sexo, idade, região de moradia e escolaridade estão relacionadas com a gravidade de acidentes. Isso pode se justificar pelo fato do presente estudo considerar apenas internações como indicador de gravidade, e desconsiderar casos de óbito antes da chegada aos pronto-atendimentos (KMET et al, 2003; SOARES & BARROS, 2006).

Tabela 37: Estatísticas da Curva ROC (Modelo 1)

Área	Erro Padrão	Sig. Assintótica	IC 95%	
			Inferior	Superior
0,687	0,028	0,00	0,632	0,742

Foi ajustado outro modelo, considerando apenas natureza da lesão, e não a parte do corpo atingida, pois, por dedução, percebe-se que ambas são estritamente correlacionadas, causando inconsistências na modelagem devido à multicolineariedade. As variáveis foram removidas sequencialmente a fim de se obter apenas variáveis significativas e um melhor ajuste, da mesma forma que no Modelo 1. O resultado da calibração pode ser observado na Tabela 38 e na equação 30, onde $P(X)$ indica a probabilidade de internação nas primeiras 24 horas após o socorro.

Tabela 38: Parâmetros do Modelo Ajustado (2)

Variável	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
							Inferior	Superior
<i>Segunda</i>	1,069	0,391	7,471	1	0,006	2,913	1,353	6,269
<i>Terça</i>	1,031	0,448	5,291	1	0,021	2,803	1,165	6,745
<i>Ocorrência em Municípios da Zona Metropolitana</i>	-0,774	0,248	9,771	1	0,002	0,461	0,284	0,749
<i>Fratura</i>	0,717	0,282	6,466	1	0,011	2,049	1,179	3,561
<i>Traumatismo Cranioencefálico</i>	2,058	0,628	10,737	1	0,001	7,834	2,287	26,836
<i>Politraumatismo</i>	1,642	0,418	15,444	1	0	5,163	2,277	11,708
<i>Constante</i>	-2,492	0,619	16,182	1	0	0,083		

$$P(X) = \frac{1}{1 + e^{-(Y)}}$$

Onde

$$Y = -2,492 + 1,069 * Segunda + 1,031 * Terça - 0,774 * Ocorrências Metropolitana + 0,717 * Fratura + 2,058 * Traumatismo Cranioencefálico + 1,642 * Politraumatismo \quad (30)$$

Todas as variáveis do Modelo (2) se mostraram como fatores contribuintes para a chance de internação, com exceção do indivíduo ser morador de um município da zona metropolitana. A ocorrência de traumatismo cranioencefálico se mostrou o maior fator de risco pra a internação, dentre as variáveis do modelo, seguido de politraumatismos.

Tabela 39: Estatísticas de Qualidade do Ajuste do Modelo 2

Teste de Hosmer e Lemeshow			<i>-2 Log Verossimilhança</i>	<i>R² de Nagelkerke</i>
<i>Qui-quadrado</i>	<i>gl</i>	<i>p-valor</i>		
3,683	6	0,719	445,342	0,191

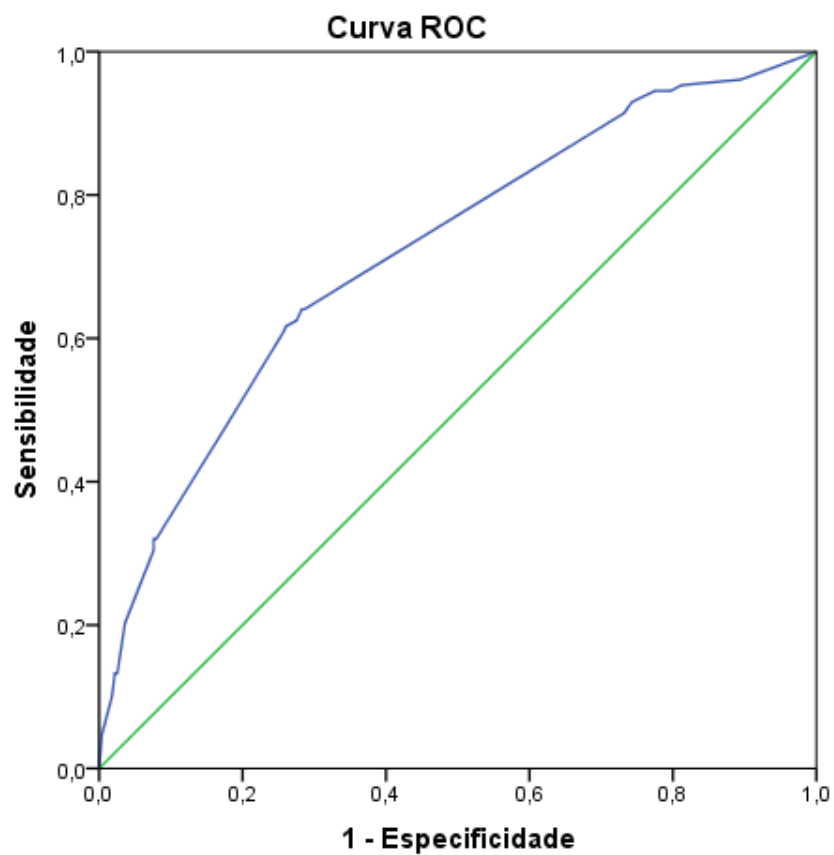


Figura 11: Curva ROC (Modelo 2)

Tabela 40: Estatísticas da Curva ROC (Modelo 2)

<i>Área</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>Sig. Assintótica</i>	<i>IC 95%</i>	
			<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
0,72	0,028	0	0,666	0,774

As estatísticas de diagnóstico do modelo, apresentadas na Tabela 39, Tabela 40 e

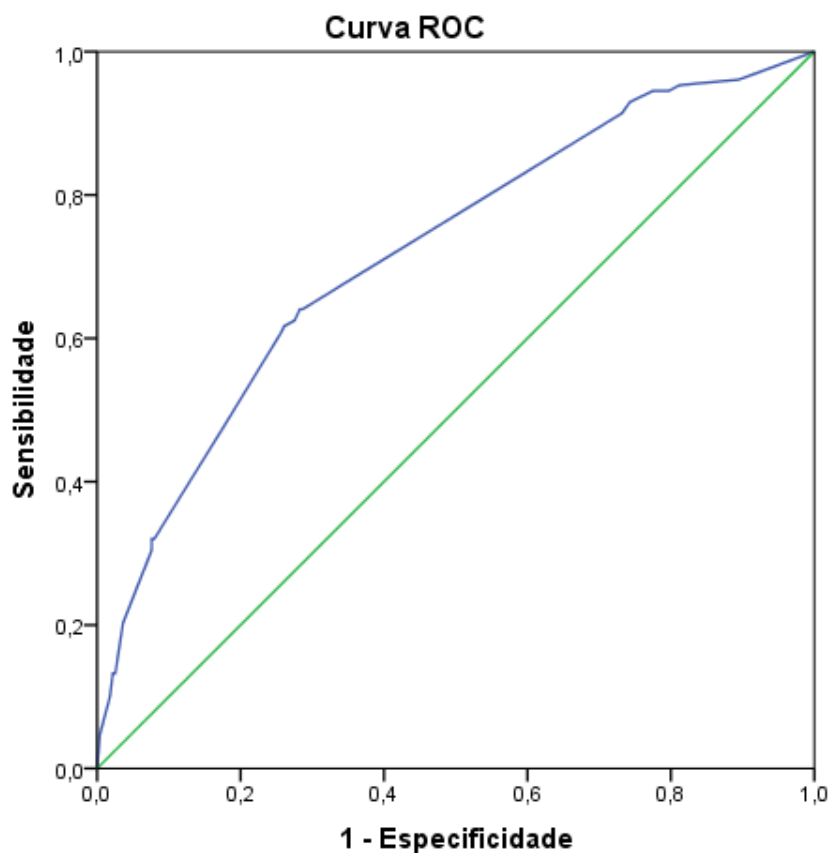


Figura 11, validam as informações do mesmo e a qualidade do ajuste.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

O presente estudo identificou as características dos motociclistas vítimas de acidentes de trânsito no município de Vitória e arredores, que receberam atendimento ou foram encaminhadas ao Hospital São Lucas, traçou e descreveu quantitativamente o perfil socioeconômico das vítimas, bem como fez a caracterização dos acidentes e das lesões sofridas. Com essas informações, inferências puderam ser realizadas e testadas hipóteses que levaram as conclusões apresentadas pela pesquisa.

A revisão bibliográfica realizada evidenciou a necessidade do aperfeiçoamento de medidas de segurança viária, bem como os impactos causados por acidentes, que traz consequências tanto para o cidadão comum como para organizações de maior porte. Também foi verificada a gravidade da ocorrência de fatalidades, sobretudo em motocicletas.

Os modelos de regressão logística foram propostos a fim de identificar possíveis fatores relacionados ao nível de severidade dos acidentes com motocicletas (partes do corpo e natureza das lesões sofridas pelos ocupantes dos veículos), variáveis socioeconômicas das vítimas e características dos acidentes, que por sua vez impactam diretamente nos custos, formas de socorro e no risco a vida do indivíduo. Buscou-se respeitar os pressupostos conhecidos para modelos lineares generalizados do tipo, e conhecendo suas limitações, estes foram calibrados de forma a encontrar bons ajustes, incluindo variáveis determinantes cujos impactos na gravidade das lesões já eram conhecidos pela literatura. Outras técnicas utilizadas também foram determinantes para o desenvolvimento do estudo, enriquecendo as análises e possibilitando análises consistentes.

Algumas dificuldades foram encontradas em várias partes da pesquisa. Apesar de a amostra utilizada ser representativa para a população estudada, e de terem sido utilizadas metodologias coerentes para coleta das informações, o banco de dados apresentou algumas incoerências que dificultaram a análise final.

A não padronização dos questionários ao longo dos anos dificultou o estudo longitudinal, onde verificamos variáveis que puderam ser estudadas nas primeiras aplicações e ausentes nas demais, ou, que por sua vez foram alteradas em formato, tornando-se inutilizáveis para esse tipo de comparação. Neste aspecto pode-se citar o consumo de bebidas alcoólicas, que viria a ser uma informação de grande impacto no estudo.

A existência de erros na criação e montagem do banco de dados também prejudicaram o estudo, não permitindo a observação dos locais das múltiplas lesões das vítimas, ou a listagem completa dos equipamentos de segurança que este poderia estar utilizando, visto que em dois dos questionários essa foi registrada como questão de única escolha. Definir bem uma forma única de preenchimento das planilhas reduziria esse problema em estudos futuros.

A identificação de fatores contribuintes para a maior gravidade dos acidentes auxilia na tomada de decisão e criação de medidas não apenas preventivas, mas também de remediação a ocorrências já advindas. Evitar danos mais graves colabora com a redução dos prejuízos provenientes destes eventos, maior agilidade no socorro, melhor planejamento para distribuição de leitos e prioridades de atendimento em hospitais, bem como a criação e aperfeiçoamento de políticas de segurança viária.

É importante observar as diferenças em relação à estimação do risco de acidente grave ou da quantidade de acidentes. Apesar de ambos trazerem benefícios muito semelhantes, o risco da ocorrência nos trás informações relativas aos fatores causadores das fatalidades, e de como reduzi-las quantitativamente, sabe-se que são inevitáveis, já que nem todos os fatores são controláveis. Em contrapartida, o risco de se ter acidentes graves apresenta uma forma de reduzir o impacto deste evento estocástico no modo de transporte estudado.

Jovem, de sexo masculino, sem curso superior e pardo, este é o perfil da maior parcela dos condutores acidentados. O presente trabalho obteve sucesso em identificar às características das vítimas, e sua distribuição quanto as categorias apresentadas. Também foi útil em observar características do acidente, como o tipo da via, hora, zona, e os demais fatores apresentados.

O questionário do Projeto VIVA se mostrou com uma ferramenta eficaz para a análise da morbidade no trânsito, caracterização de lesões e ferimentos e descrição do perfil da vítima. Apesar disso, mudanças ao longo dos anos na configuração do questionário foram prejudiciais ao estudo, bem como algumas falhas no preenchimento e/ou coleta das informações, as quais, apesar de poucas, têm grandes conseqüências quando se pretende isolar um determinado grupo cuja amostra é relativamente pequena. A realização periódica do inquérito do Projeto VIVA sem dúvidas trará grandes benefícios à população e aos órgãos governamentais de saúde e transporte, que, com o passar dos anos, a medida que realizarem novos estudos, poderão verificar a eficiência de medidas tomadas utilizando as novas informações coletadas. O Projeto VIVA também torna possível a criação de metas, acompanhamentos, avaliações e estudos comparativos com outras unidades federativas.

O presente trabalho enfatizou a necessidade de fiscalização sempre presente e bem distribuída. Não necessariamente em horários remotos, mas sim nos horários de pico de trânsito, principalmente no período de volta do trabalho, entre as 17 e 19 horas, onde há maior concentração de acidentes devido ao intenso fluxo de veículos e prováveis cansaço e impaciência dos condutores.

O uso de equipamentos de segurança também deve ser priorizado nas fiscalizações e o capacete é um dos mais importantes, pois as lesões no pescoço e cabeça se caracterizaram como mais graves. A necessidade de uma melhor equipagem para membros inferiores e superiores também se mostrou de grande importância: membros superiores são os mais

afetados em acidentes em quantidade e lesões em membros inferiores caracterizaram-se como potenciais agravantes de internações hospitalares. Infelizmente, a atual legislação não prioriza nem impõe o uso de equipamentos visando à proteção dessas partes.

Em relação à estrutura viária, melhor sinalização e conscientização por parte dos motoristas em rodovias em zonas urbanas, onde a quantidade de registros se mostrou alta quando comparada a participação da circulação do modal nessas vias.

A gravidade da lesão de vítimas cujos acidentes ocorrem no interior também se mostra algo preocupante. A dificuldade de fiscalização pode ser um dos agravantes desse problema, devido à pequena presença de profissionais, justificada pela baixa densidade populacional nesses municípios, acaba possibilitando maiores infrações e consequentemente ocorrências mais graves. Uma melhora na quantidade de profissionais e equipamentos nas unidades de socorro nessas regiões também se mostra uma medida efetiva para evitar o agravamento das lesões, quando é necessária a transferência do acidentado para um hospital de maior porte, sabendo as complicações do transporte de enfermos graves em viagens até a zona metropolitana.

Conhecer fatores associados a ocorrência de lesões graves traz também benefícios ao SAMU ou outras entidades que prestam socorro às vítimas. Saber o horário com maior número de ocorrências e o dia da semana onde a gravidade é maior permite um planejamento da alocação da frota de ambulâncias e profissionais da saúde. Médicos e profissionais da gestão hospitalar, após um primeiro diagnóstico, podem vir a estimar a necessidade de leitos para internação de acordo com a lesão da vítima.

Apesar de mostrar resultados adequados e consistentes, a utilização de dados de uma única fonte é uma possível limitação do estudo. Um agrupamento das informações de diferentes órgãos através de técnicas de relacionamento de banco de dados, para as bases presentes no estado do Espírito Santo, alavancaria ainda mais as pesquisas na área, permitindo o acréscimo de mais informações do perfil do indivíduo, de características da via, e até mesmo análises espaciais, permitindo assim muito mais embasamento para a tomada de decisão. Entretanto, o ideal seria a implantação de um sistema de informação unificado contemplando as principais variáveis relativas à situação de trânsito, de nível municipal a federal.

7 REFERÊNCIAS

- ABRACICLO. *Dados do setor de motocicletas no ano de 2010*. Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares. <<http://www.abraciclo.com.br>>, São Paulo, 2011.
- ADURA, F. *Medicina de Tráfego*. São Paulo: ABRAMET, 2002.
- AL-GHAMDI, A. S. *Using logistic regression to estimate the influence of accident factors on accident severity*. Accident Analysis and Prevention, Vol.34(6), pp.729-741, 2002.
- ALMEIDA, R. L. F.; FILHO, J. G. B.; BRAGA, U. J.; MAGALHÃES, F. B.; MACEDO, M. C. M.; KELLYANNE, A. S. *Via, homem, e veículo: fatores de associados à gravidade dos acidentes de trânsito*. Revista de Saúde Pública, vol 47(4), p. 718-731, 2013.
- BARDI, Edward; COYLE, John; NOVACK, Robert. *Management of Transportation*, [S.l.]: Thomson South-Western, 2006.
- BRÜDE, U.; LARSSON, J. *Models for predicting accidents at junctions where pedestrians and cyclists are involved How well do they fit?* Accident Analysis and Prevention, Vol.25(5), pp.499-509, 1993.
- CARDOSO, G.; GOLDNER L. *Desenvolvimento e aplicação de modelos para previsão de acidentes de trânsito*. Transportes, v. 15, n.2, pp. 43–51, 2007.
- CHOSSEGOS, L.; HOURS, M.; CHARNAY, P.; BERNARD, M.; FORT, E.; BOISSON, D.; SANCHO, P.; YAO, S. N.; LAUMON, B. *Predictive factors of chronic post-traumatic stress disorder 6 months after a road traffic accident*. Accident; analysis and prevention, Vol.43(1), pp.471-7, 2011.
- CLARKE, D.D; WARD, P; BARTLE, C; TRUMAN, W. *Young driver accidents in the UK: The influence of age, experience, and time of day*. Accident Analysis and Prevention, Vol.38, pp.871-878, 2006.
- COSTA, J. O. *Acidentes rodoviários das estradas nacionais de Portugal: estudo da associação entre variáveis e modelos de previsão de acidentes*. Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal, Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), Universidade de Minho, 2012.

- COSTA, T.; BARBOSA, H. *Modelos de previsão de acidentes de trânsito em vias urbanas de Belo Horizonte*. Anais de Congresso, Anpet. Segurança Viária 2, 451 AC, 2011.
- COUTO, A.; FERREIRA, S. *A note on modeling road accident frequency: A flexible elasticity model*. Accident Analysis and Prevention, Vol.43(6), pp.2104-2111, 2011.
- CUNTO, F. *Modelos de previsão de acidentes de trânsito em vias Urbanas Brasileiras. Projeto de Pesquisa*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Edital MCT/CNPq N ° 18/2009, 2009
- CUNTO, F.; NETO, M.; BARREIRA, D. *Modelos de previsão de acidentes de trânsito em interseções semaforizadas de Fortaleza*. Transportes, v. 20, n. 2, p. 55-623, 2012.
- DAVANTEL, P. P.; PELLOSO, S. M.; CARVALHO, M. D. B.; OLIVEIRA, N. L. B. *A mulher e o acidente de trânsito: caracterização do evento em Maringá, Paraná*. Revista Brasileira de Epidemiologia, Vol.12(3), p.355, 2009.
- DENATRAN. *Anuário da frota veicular*. Departamento Nacional de Trânsito, 2010. Dados disponíveis em <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>. Acesso em 03.03.2013.
- DESLANDES S.F.; SILVA C. *Análise da morbidade hospitalar por acidentes de trânsito em hospitais públicos do Rio de Janeiro, RJ, Brasil*. Revista Saúde Publica vol. 34(4), p367-72, 2000.
- DIÓGENES, M. C.; LINDAU, L. A. *Avaliando ações de segurança viária através de indicadores*. Transportes, Vol.12(2), 2009.
- DNIT. *Custos de Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais - Sumário Executivo*. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes, Ministério dos Transportes, 2004.
- DRAPPER, N. R.; SMITH, H. *Applied Regression Analysis*. Wiley Series in Probability and Statistics, 3ª Edição, 1998.
- ELVIK, R. *Risk of road accident associated with the use of drugs: A systematic review and meta-analysis of evidence from epidemiological studies*. Accident Analysis and Prevention, ISSN: 0001-4575 ; DOI: 10.1016/j.aap.2012.06.017, 2012.
- EVANS, A. W. *Fatal accidents at railway level crossings in Great Britain 1946-2006*. Accident Analysis and Prevention, Vol.43, pp.1837-1845, 2011.

FAWCETT, T; *ROC Graphs: Notes and Practical Considerations for Researchers*, Pattern Recognition Letters, 27(8):882–891, 2004.

GOOGLE. Hospital São Lucas. Google Maps. Consultado em 25/02/2014, <<http://maps.google.com/>>, 2014

GAWRYSZEWSKI, V. M.; COELHO, H. M. M.; SCARPELINI, S.; ZAN, R.; JORGE, M. H. P. M.; RODRIGUES, E. M. S. *Perfil dos atendimentos a acidentes de transporte terrestre por serviço de emergência em São Paulo, 2005*. Revista Saúde Pública, vol 43(2), p. 275-282, 2009.

GREIBE, P. *Accident prediction models for urban roads*, Accident Analysis and Prevention, vol. 35, pp. 273–285, 2003.

GUJARATI, D. *Econometria Básica*. Elsevier Editora, 4ª Edição, 2006.

HAUER, E. *Observational Before-after Studies in Road Safety*. Pergamon, 1ª Edição, 2002.

HOLZ, R. da F.; LINDAU, L. A.e NODARI, C. T. *Desafios impostos por motociclistas em áreas urbanas: o caso Brasileiro*. In: XVI Pan-American Conference of Traffic and Transportation Engineering and Logistics -PANAM 2010, v. 1; p. 1-11, Lisboa, 2010.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. *Applied Logistic Regression*. New York: Wiley. ISBN 0-471-61553-6, 2000.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Íntegra da divulgação do Comunicado 113*. Governo Federal, <<http://www.ipea.gov.br>>, Brasília, 2011.

JANNEKE, B.; ALEX, C.; ROD, M. *Work disability after road traffic injury in a mixed population with and without hospitalization*. Accident Analysis and Prevention, Vol.51, pp.129-134, 2013.

JU, H. Y; SOHN, S. Y. *Quantification method analysis of the relationship between occupant injury and environmental factors in traffic accidents*. Accident Analysis and Prevention, Vol.43, pp.342-351, 2011.

KMET, L.; BRASHER, P.; MACARTHUR, C. *A small area study of motor vehicle crash fatalities in Alberta, Canada*. Accident Analysis And Prevention, Vol.35(2), pp.177-182, 2003.

- KONONEN, D. W.; FLANNAGAN, C. A. C.; WANG, S. C. *Identification and validation of a logistic regression model for predicting serious injuries associated with motor vehicle crashes*. Accident; analysis and prevention, Vol.43(1), pp.112-22, 2011.
- MÂNICA, G. E. *Modelo de previsão de acidentes rodoviários envolvendo motocicletas*. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- MANNERING, F.L; GRODSKY, L.L. *Statistical Analysis of Motorcyclists Perceived Accident Risk*. Accident Analysis and Prevention, v27, nº1, p. 21-31, 1995.
- MARTINS, E. T.; BOING, A. F.; PERES, M. A. *Mortalidade por Acidentes de Motocicleta no Brasil: Análise de Tendência Temporal, 1996-2009*. Revista Saúde Pública, vol 47(5), pp. 931-941, 2013.
- MILTON, J. C; SHANKAR, V. N; MANNERING. *Highway accident severities and the mixed logit model: An exploratory empirical analysis*. Accident Analysis and Prevention, Vol.40, pp.260-266, 2008.
- MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Governo altera alíquotas de IPI*. Receita Federal do Brasil. <<http://www.fazenda.gov.br>>, MF, 2013.
- MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. *Introduction to Linear Regression Analysis*. Wiley Series in Probability and Statistics, 4ª edição, 2006.
- MORRIS, C. C. *Generalized linear regression analysis of association of universal helmet laws with motorcyclist fatality rates*. Accident Analysis and Prevention, Vol.38(1), pp.142-147, 2006.
- MOSKAL, A.; MARTIN, J.; LAUMON, B. *Risk factors for injury accidents among moped and motorcycle riders*. Accident Analysis and Prevention, Vol.49, pp.5-11, 2012.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Estatísticas de Doenças e Mortalidade*. <<http://www.portal.saude.gov.br>>, MS. Brasília, 2005.
- NAGELKERKE, N. J. D. *Maximum Likelihood Estimation of Functional Relationships*, Pays-Bas. Lecture Notes in Statistics 69. ISBN 0-387-97721-X. 1992.

NETO, F. M. O. *Priorização do transporte coletivo por ônibus em sistemas de controle de tráfego*. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

NHTSA. NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY. National Center for Traffic Statistics and Analysis. Washington: NHTSA, 2002.

OICA, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, <<http://oica.net>>, 2013.

PAPADIMITRIOU, E.; YANNIS, G. *Is road safety management linked to road safety performance?* Accident Analysis and Prevention, Vol.59, pp.593-603, 2013.

PMV, Prefeitura Municipal de Vitória. *Pesquisa em saúde no município de Vitória – ES: uma proposta articulada ao SUS*. Secretaria Municipal de Saúde, Gerência de Formação e Desenvolvimento em Saúde. Vitória: PMV, 2009

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <http://www.R-project.org/>, 2014.

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

SERRE, T.; MASSON, C.; PERRIN, C.; MARTIN, J.; MOSKAL, A.; LLARI, M. *The motorcyclist impact against a light vehicle: Epidemiological, accidentological and biomechanic analysis*. Accident Analysis and Prevention, Vol.49, pp.223-228, 2012.

SOARES, D.F.P.P. ; BARROS, M.B.A. *Fatores associados ao risco de internação por acidentes de trânsito no Município de Maringá-PR*. Revista Brasileira de Epidemiologia, Vol.9(2), pp.193-205, 2006.

SPSS, IBM SPSS Statistics 20. versão 20.0, IBM Corp. 2011.

TIVESTEN, E.; JONSSON, S.; JAKOBSSON, L.; NORIN, H. *Nonresponse analysis and adjustment in a mail survey on car accidents*. Accident analysis and prevention, Vol.48, pp.401-15, 2012.

VIVA, Projeto de Vigilância e Acidentes. Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde, Governo Federal, Brasília, 2009.

WHITE, M. J.; CUNNINGHAM, L. C.; TITCHENER, K. *Young drivers' optimism bias for accident risk and driving skill: Accountability and insight experience manipulations*. Accident Analysis and Prevention, Vol.43(4), p.1309(7), 2011.

WHO. *Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020*. World Health Organization. New York: United Nations, 2010.

YEO, H.; JANG, K.; SKABARDONIS, A.; KANG, S. *Impact of traffic states on freeway crash involvement rates*. Accident Analysis and Prevention, Vol.50, pp.713-723, Jan, 2013.