



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CTC - CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
DE TRANSPORTES E GESTÃO TERRITORIAL

GUSTAVO ANDREAS HOCHHEIM

**ANÁLISE DO ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR DE EMERGÊNCIA POR
SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO EM ACIDENTES DE TRÂNSITO NA BR 101**

FLORIANÓPOLIS
2020

GUSTAVO ANDREAS HOCHHEIM

**ANÁLISE DO ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR DE EMERGÊNCIA POR
SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO EM ACIDENTES DE TRÂNSITO NA BR 101**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do diploma de grau de Mestre em Engenharia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Lúcio José Botelho

FLORIANÓPOLIS

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Hochheim, Gustavo Andreas
ANÁLISE DO ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR DE EMERGÊNCIA POR
SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO EM ACIDENTES DE TRÂNSITO NA BR
101 / Gustavo Andreas Hochheim ; orientador, Francisco
Henrique de Oliveira, coorientador, Lúcio José Botelho,
2020.
272 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Transportes e Gestão Territorial,
Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Engenharia de Transportes e Gestão Territorial. 2.
Acidentes de Trânsito e Atendimento Pré-Hospitalar de
Emergência. 3. Simulação de Monte Carlo. 4. Sistema de
Informações Geográficas. 5. COVID-19. I. Oliveira,
Francisco Henrique de . II. Botelho, Lúcio José . III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão
Territorial. IV. Título.

GUSTAVO ANDREAS HOCHHEIM

**ANÁLISE DO ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR DE EMERGÊNCIA POR
SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO EM ACIDENTES DE TRÂNSITO NA BR 101**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca
examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Vivian da Silva Celestino Reginato, Dra.
Instituição UFSC

Prof. Lenise Grando Goldner, Dra.
Instituição UFSC

Prof. Flavio Boscatto, Dr.
Instituição IFSC

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi
julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Francisco Henrique de Oliveira, Dr.
Orientador e Moderador

Prof. Lúcio José Botelho, Dr.
Coorientador

AGRADECIMENTOS

Ao professor Francisco Henrique de Oliveira, pela orientação e acompanhamento na criação desta dissertação, estando sempre disponível, guiando e incentivando durante todo o processo.

Ao professor Lúcio José Botelho, pela coorientação e respaldo no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, Norberto Hochheim e Meyke Roseane Gessner Hochheim, por me estimularem e serem os alicerces que me permitiram trilhar o caminho dos estudos e a seguir meus sonhos, sendo exemplos de ética, responsabilidade e busca pelo saber.

Aos meus irmãos, Bruno Arthur Hochheim e Walter Julius Hochheim, que são referências de determinação e me auxiliaram sempre precisei.

Aos meus amigos e familiares que estiveram ao meu lado e acreditaram nas minhas ideias.

A todos que me apoiaram na minha caminhada.

*“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar,
não seremos capazes de resolver os problemas causados
pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.”*

Albert Einstein

RESUMO

Acidentes de trânsito estão entre as maiores causas de mortes no Brasil e no mundo, assim como em Santa Catarina. Nesse contexto, este trabalho estudou os acidentes e o atendimento pré-hospitalar de emergência da rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça (0,0-250,0 km), a partir de dados de acidentes da Polícia Rodoviária Federal (2007-2019). O método do trabalho consiste em análises estatísticas e espaciais. Foram analisados os anos potenciais de vida perdidos, o quadro epidemiológico, correlações entre variáveis e letalidade. Por meio de GIS e mapas temáticos de calor por Kernel, localizaram-se os trechos com maior quantidade de acidentes, graves e mortos, além da distribuição espacial de variáveis mais letais (noite, curvas, velocidade inadequada e atropelamento de pedestres). Também se examinou a disposição temporal e espacial dos postos de atendimento pré-hospitalar de emergência da rodovia em relação às vítimas de trânsito. Por fim, analisou-se os tempos de atendimento pré-hospitalar de emergência dos postos SOS 8 e SOS 9 para vítimas graves mediante simulação de viagens de ambulância pelo Google Maps, sendo realizada Simulação de Monte Carlo com distribuição Beta. Resultados mostram a contribuição de ilesos (69,4%), lesionados leves (23,9%), lesionados graves (5,7%) e mortes (1,0%). A maioria dos óbitos ocorre à noite, de sexta-feira a domingo. A falta de atenção no trânsito é a maior causa de mortes (32,84%) e a tipologia de acidentes mais mortal é a de atropelamento de pedestres (33,90% dos óbitos), seguido de colisão traseira (16,74%). Motociclistas compõem 27,50% das mortes e ciclistas 8,72%, sendo também as categorias mais letais. A maioria das vítimas possui entre 20 e 34 anos, sendo homens 93,20% dos óbitos. Dos sete postos no trecho analisado, ficou evidente a maior demanda nos postos SOS 6, SOS 8 e SOS 9, além disso, o trecho entre os postos SOS 8 e SOS 9 mostrou-se o mais crítico (10,96% da extensão total e 40,86% dos acidentes, 40,84% das vítimas graves e 24,68% dos óbitos). Nele, a análise do atendimento pré-hospitalar de emergência por Simulação de Monte Carlo contemplou quatro cenários: Tempo de Resposta e Tempo Total de Atendimento, com e sem adição de posto hipotético (Posto Intermediário). O Posto Intermediário melhorou o Tempo de Resposta aumentando de 62,79% para 90,49% os atendimentos até 20 minutos; o Tempo Total de Atendimento melhorou com a diminuição de 16,5% para 7,09% os atendimentos acima de 60 minutos (Hora de Ouro). O estudo realizado em 2020 ocorreu durante a pandemia de Coronavírus (COVID-19), sendo o trânsito de agosto e outubro diferentes, com o segundo mais próximo do real pelo relaxamento do isolamento social, permitindo avaliar mudanças no atendimento dos postos pela flutuação do trânsito. Na mudança de tráfego de agosto para outubro, sem o Posto Intermediário, o Tempo de Resposta teve diminuição de 70,41% para 62,79% de atendimentos até 20 minutos e o Tempo Total de Atendimento apresenta aumento de 7,90% para 16,85% de atendimentos acima de 60 minutos. Ademais, o cenário com Posto Intermediário apresentou menor sensibilidade ao trânsito alterado (agosto/outubro), apresentando o Tempo de Resposta diminuição de 92,49% para 90,49% de atendimentos até 20 minutos, enquanto o Tempo Total de Atendimento apresenta aumento de 2,91% para 7,09% de atendimentos acima de 60 minutos. Os resultados mostram eficiência significativa na adoção do posto de atendimento pré-hospitalar extra por meio da metodologia desenvolvida, situação com potencial de salvar muitas vidas.

Palavras chave: Acidentes de Trânsito, Atendimento Pré-Hospitalar de Emergência, Sistema de Informações Geográficas, Simulação de Monte Carlo, COVID-19.

ABSTRACT

Traffic accidents are among the biggest causes of death in Brazil and around the world, as well as in Santa Catarina. In this context, this study studied accidents and emergency pre-hospital care at the BR-101 highway in the Garuva-Palhoça stretch (0.0-250.0 km), using accident data from the Polícia Rodoviária Federal (Federal Highway Police) (2007- 2019). The method consists of statistical and spatial analyzes. Potential years of life lost, epidemiological picture, correlations between variables and lethality were analyzed. Through GIS and thematic heat maps by Kernel, the sections with the greatest number of accidents, serious injured and deaths, were located, besides also the spatial distribution of more lethal variables (night, curves, inadequate speed and pedestrian trampling). The temporal and spatial arrangement of pre-hospital emergency service posts on the highway in relation to traffic victims were also analyzed. Finally, the pre-hospital emergency care times of the stations SOS 8 and SOS 9 stations for serious victims were analyzed using simulation of ambulance trips by Google Maps, which were analyzed through Monte Carlo Simulation with Beta distribution. Results showed the contribution of the unhurt (69.4%), the slightly injured (23.9%), the severely injured (5.7%) and the deaths (1.0%). Most deaths occur at night, from Friday to Sunday. The lack of attention in traffic is the biggest cause of deaths (32.84%) and the most deadly type of accidents is pedestrian trampling (33.90% of deaths), followed by rear collision (16.74%) . Motorcyclists make up 27.50% of deaths and cyclists 8.72%, being also the most lethal categories. Most of the victims are between 20 and 34 years old, with men accounting for 93.20% of deaths. Of the seven stations in the analyzed section, the highest demand was evident in SOS 6, SOS 8 and SOS 9 stations. The section between SOS 8 and SOS 9 stations was also the most critical (10.96% of the total extension and 40.86% of accidents, 40.84% of serious victims and 24.68% of deaths). In this section the analysis of pre-hospital emergency care by Monte Carlo Simulation included four scenarios: Response Time and Total Service Time, with and without the addition of a hypothetical post (Intermediate Post). The Intermediate Station improved the Response Time, increasing from 62.79% to 90.49% the attendances up to 20 minutes; Total Service Time improved with a decrease from 16.5% to 7.09% the attendances over 60 minutes (Golden Hour). The study carried took place in 2020 during the Coronavirus pandemic (COVID-19), and because of that the traffic in August and October were different, with the second being closer to the real situation due to the relaxation of social isolation, which allows the evaluation of the changes in service stations due to the fluctuation of traffic. Considering the changes of traffic from August to October, without the Intermediate Station, the Response Time decreased from 70.41% to 62.79% the attendances up to 20 minutes and the Total Service Time increased from 7.90% to 16,85% the attendances over 60 minutes. In addition, the scenario with the Intermediate Station showed less sensitivity to the change of traffic (August/October), with the Response Time decreasing from 92.49% to 90.49% the attendances up to 20 minutes, while the Total Service Time shows an increase of 2.91% to 7.09% the attendances over 60 minutes. The results show significant efficiency in the adoption of the extra pre-hospital care station through the developed methodology, a situation with the potential to save many lives.

Keywords: Traffic Accidents, Pre-Hospital Emergency Care, Geographic Information System, Monte Carlo Simulation, COVID-19.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do método da pesquisa.....	30
Figura 2 - Localização do Trecho em Estudo.....	38
Figura 3 – Acidentes com vítimas em rodovias federais por estado da federação	39
Figura 4 – Acidentes ao Longo da Rodovia	97
Figura 5 – Função Kernel.....	98
Figura 6 – Acidentes na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	101
Figura 7 – Mortes na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	103
Figura 8 – Mortes em Reta na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	105
Figura 9 – Mortes em Curva na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	107
Figura 10 – Mortes em Cruzamento na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007- 2019.....	109
Figura 11 – Mortes Plena Noite na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007- 2019.....	111
Figura 12 – Mortes Velocidade Incompatível na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	113
Figura 13 – Mortes Colisão Frontal na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007- 2019.....	115
Figura 14 – Mortes Nevoeiro/Neblina na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	117
Figura 15 – Mortes Pista Simples na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007- 2019.....	119
Figura 16 – Mortes Pista Dupla na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007- 2019.....	120
Figura 17 – Mortes Pedestre na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	122
Figura 18 – Mortes Automóvel na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	124
Figura 19 – Mortes Caminhão na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	126
Figura 20 – Mortes Ônibus na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	128
Figura 21 – Mortes Motocicleta na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007- 2019.....	130
Figura 22 – Mortes Bicicleta na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	132
Figura 23 – Postos de Atendimento SOS Litoral Sul na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	135
Figura 24 – Tempo médio de deslocamento para o local de acidente.....	137
Figura 25 – Postos de Atendimento SOS Litoral Sul na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	140
Figura 26 – Lesões Graves e Atendimento na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019	143

Figura 27 – Mortes e Atendimento na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	144
Figura 28 – Acidentes em 2007 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	150
Figura 29 – Acidentes em 2011 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	151
Figura 30 – Acidentes em 2015 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	152
Figura 31 – Acidentes em 2019 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	153
Figura 32 – Lesões Graves em 2007 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça.....	156
Figura 33 – Lesões Graves em 2011 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça.....	157
Figura 34 – Lesões Graves em 2015 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça.....	158
Figura 35 – Lesões Graves em 2019 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça.....	159
Figura 36 – Mortes em 2007 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça.....	162
Figura 37 – Lesões Graves em 2011 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça.....	163
Figura 38 – Lesões Graves em 2015 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça.....	164
Figura 39 – Lesões Graves em 2019 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça.....	165
Figura 40 – Acidentes Grande Florianópolis na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	173
Figura 41 – Graves Grande Florianópolis na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	174
Figura 42 – Mortes Grande Florianópolis na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019.....	175
Figura 43 – Distribuição trimodal de mortes.....	178
Figura 44 – Intervenções possíveis durante a Hora de Ouro.....	179
Figura 45 – Focos de Pesquisa em atendimento pré-hospitalar de emergência.....	180
Figura 46 – Principais processos de atendimento pré-hospitalar de emergência.....	181
Figura 47 – Tempo de viagem estimado pelo Google e Tempo de viagem real de ambulâncias.....	189
Figura 48 – Variação semanal por tipo de rodovia.....	192
Figura 49 – Variação dos dias da semana ao longo do ano.....	193
Figura 50 – Função densidade de probabilidade com distribuição Beta.....	195
Figura 51 – Exemplos de curvas de distribuição Beta.....	195
Figura 52 – Fluxograma detalhado do método de avaliação dos Postos de Atendimento.....	197
Figura 53 – Localização do posto hipotético “Posto Intermediário”.....	199
Figura 54 – Tempo de Resposta dos postos SOS 8 (azul) e SOS 9 (roxo) - Quarta-feira - Sentido Crescente e Decrescente.....	210

Figura 55 – Tempo de Resposta dos postos SOS 8 (azul) e SOS 9 (roxo) - Sábado - Sentido Crescente e Decrescente	211
Figura 56 – Tempo de Resposta dos postos SOS 8 (azul) e SOS 9 (roxo) - Domingo - Sentido Crescente e Decrescente.....	212
Figura 57 – Tempo de Resposta dos postos SOS 8 (azul), SOS 9 (roxo) e Posto Intermediário (preto) - Quarta-feira - Sentido Crescente e Decrescente.....	215
Figura 58 – Tempo de Resposta dos postos SOS 8 (azul), SOS 9 (roxo) e Posto Intermediário (preto) - Sábado - Sentido Crescente e Decrescente.....	216
Figura 59 – Tempo de Resposta dos postos SOS 8 (azul), SOS 9 (roxo) e Posto Intermediário (preto) - Domingo - Sentido Crescente e Decrescente	217
Figura 60 – Tempo Total de Atendimento dos postos SOS 8 (azul) e SOS 9 (roxo) - Quarta-feira - Sentido Crescente e Decrescente.....	220
Figura 61 – Tempo Total de Atendimento dos postos SOS 8 (azul) e SOS 9 (roxo) - Sábado - Sentido Crescente e Decrescente.....	221
Figura 62 – Tempo Total de Atendimento dos postos SOS 8 (azul) e SOS 9 (roxo) - Domingo - Sentido Crescente e Decrescente.....	222
Figura 63 – Tempo Total de Atendimento dos postos SOS 8 (azul), SOS 9 (roxo) e Posto Intermediário (preto) – Quarta-Feira - Sentido Crescente e Decrescente	225
Figura 64 – Tempo Total de Atendimento dos postos SOS 8 (azul), SOS 9 (roxo) e Posto Intermediário (preto) - Sábado - Sentido Crescente e Decrescente.....	226
Figura 65 – Tempo Total de Atendimento dos postos SOS 8 (azul), SOS 9 (roxo) e Posto Intermediário (preto) - Domingo - Sentido Crescente e Decrescente	227

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Mudança na variável “Veículos”.....	32
Quadro 2 - Mudança na variável “Dia da semana”	32
Quadro 3 - Mudança na variável “Idade”.....	33
Quadro 4 - Mudança na variável “Causa”.....	33
Quadro 5 - Mudança na variável “Condição meteorológica”	34
Quadro 6 - Mudança na variável “Tipo de acidente”	34
Quadro 7 - Mudança na variável “Estado da vítima”.....	34
Quadro 8 - Mudança na variável “Sexo”	35
Quadro 9 - Mudança na variável “Traçado da via”	35
Quadro 10 - Postos na rodovia	40
Quadro 11 - Variáveis das vítimas	42
Quadro 12 - Variáveis dos acidentes.....	43
Quadro 13 – Estado físico das vítimas entre 2007-2019.....	51
Quadro 14 – Locais de mais mortes na rodovia.....	102
Quadro 15 – Locais de mais mortes em retas na rodovia.....	104
Quadro 16 – Locais de mais mortes em curvas na rodovia.....	106
Quadro 17 – Locais de mais mortes em cruzamentos na rodovia	108
Quadro 18 – Locais de mais mortes em plena noite na rodovia.....	110
Quadro 19 – Locais de mais mortes com velocidade incompatível na rodovia	112
Quadro 20 – Locais de mais mortes por colisão frontal na rodovia.....	114
Quadro 21 – Locais de mais mortes em neblina/nevoeiro na rodovia	116
Quadro 22 – Locais de mais mortes em pista simples na rodovia.....	118
Quadro 23 – Locais de mais mortes de pedestres na rodovia.....	121
Quadro 24 – Locais de mais mortes por automóvel na rodovia.....	123
Quadro 25 – Locais de mais mortes por caminhão na rodovia	125
Quadro 26 – Locais de mais mortes por ônibus na rodovia	127
Quadro 27 – Locais de mais mortes por motocicleta na rodovia	129
Quadro 28 – Locais de mais mortes por bicicleta na rodovia	131
Quadro 29 - Postos de Atendimento SOS Litoral Sul.....	134
Quadro 30 - Distância entre os postos de atendimento	138
Quadro 31 – Localização dos postos e seu alcance.....	139
Quadro 32 – Localização dos pontos referência para simulações de viagens.....	202

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Letalidade dos acidentes no trecho de estudo.....	45
Tabela 2 – APVP por ano entre 2007 e 2019	47
Tabela 3 – Média APVP da BR-101 de Palhoça a Garuva entre 2007 e 2019.....	47
Tabela 4 – APVP entre 2007 e 2014 por rodovia federal da malha viária de Santa Catarina.....	48
Tabela 5 – Média APVP da BR-101 de Palhoça a Garuva entre 2007 e 2014.....	48
Tabela 6 – Correlação idade e estado da vítima.....	55
Tabela 7 – Letalidade da idade.....	56
Tabela 8 – Tipo de envolvido X Estado da vítima	58
Tabela 9 – Letalidade do tipo de envolvido	58
Tabela 10 – Condutor por sexo X Estado da vítima.....	60
Tabela 11 – Letalidade do condutor, por sexo	61
Tabela 12 – Meses X Estado da vítima	64
Tabela 13 – Letalidade dos meses.....	64
Tabela 14 – Dia da semana X Estado da vítima.....	66
Tabela 15 – Letalidade do dia da semana.....	67
Tabela 16 – Horário X Estado da vítima (2007-2019).....	70
Tabela 17 – Letalidade por horário (2007-2019)	71
Tabela 18 – Período do dia X Estado da vítima.....	74
Tabela 19 – Letalidade do período do dia	74
Tabela 20 – Causa do Acidente X Estado da vítima	77
Tabela 21 – Letalidade da causa do acidente	77
Tabela 22 – Tipo de Acidente X Estado da vítima.....	80
Tabela 23 – Letalidade do tipo de acidente.....	81
Tabela 24 - Sentido da via X Estado da vítima	82
Tabela 25 – Condição Meteorológica X Estado da vítima.....	84
Tabela 26 – Letalidade da condição meteorológica	84
Tabela 27 – Pista de ocorrência X Estado da vítima.....	86
Tabela 28 – Letalidade do tipo de pista.....	87
Tabela 29 – Traçado da via X Estado da vítima.....	89
Tabela 30 – Letalidade do traçado da via.....	89
Tabela 31 – Tipo de veículo X Estado da vítima	92
Tabela 32 – Letalidade de cada tipo de veículo	93
Tabela 33 – Acidentes por quilômetro por alcance de posto de atendimento	145
Tabela 34 – Lesões Graves por quilômetro por alcance de posto de atendimento.....	145
Tabela 35 – Mortes por quilômetro por alcance de posto de atendimento.....	145
Tabela 36 – Porcentagem de acidentes nos raios de alcance dos postos de atendimento	148
Tabela 37 – Número de acidentes nos raios de alcance dos postos de atendimento	148
Tabela 38 – Porcentagem de vítimas graves nos raios de alcance dos postos de atendimento	154
Tabela 39 – Número de vítimas graves nos raios de alcance dos postos de atendimento	154
Tabela 40 – Porcentagem de mortos nos raios de alcance dos postos de atendimento	160
Tabela 41 – Número de mortos nos raios de alcance dos postos de atendimento	160
Tabela 42 – Tabela resumo da mudança de atendimento nos postos de atendimento na BR-101 Garuva-Palhoça em porcentagem.....	171

Tabela 43 – Tabela resumo da mudança de atendimento nos postos de atendimento na BR-101 Garuva-Palhoça em números absolutos	171
Tabela 44 – Comparativo de Trechos	172
Tabela 45 – Subtrechos do trecho da Grande Florianópolis	176
Tabela 46 – Vitimas dos subtrechos do trecho da Grande Florianópolis	176
Tabela 47 – Localização dos postos de atendimento no trecho estudado	198
Tabela 48 – Resultados do Tempo de Resposta de SOS 8 e SOS 9 sentido crescente.....	208
Tabela 49 – Resultados do Tempo de Resposta de SOS 8 e SOS 9 sentido decrescente.....	208
Tabela 50 – Resultados do Tempo de Resposta de SOS 8 e SOS 9 por dia da semana	209
Tabela 51 – Resultados do Tempo de Resposta de SOS 8 e SOS 9.....	209
Tabela 52 – Resultados do Tempo de Resposta com Posto Intermediário sentido crescente	213
Tabela 53 – Resultados do Tempo de Resposta com Posto Intermediário sentido decrescente.....	213
Tabela 54 – Resultados do Tempo de Resposta com Posto Intermediário por dia da semana.....	214
Tabela 55 – Resultados do Tempo de Resposta com Posto Intermediário.....	214
Tabela 56 – Resultados do Tempo de atendimento de SOS 8 e SOS 9 sentido crescente	218
Tabela 57 – Resultados do Tempo de atendimento de SOS 8 e SOS 9 sentido decrescente	218
Tabela 58 – Resultados do Tempo Total de Atendimento de SOS 8 e SOS 9 por dia da semana	219
Tabela 59 – Resultados do Tempo Total de Atendimento de SOS 8 e SOS 9	219
Tabela 60 – Resultados do Tempo de atendimento com Posto Intermediário sentido crescente	223
Tabela 61 – Resultados do Tempo de atendimento com Posto Intermediário sentido decrescente	223
Tabela 62 – Resultados do Tempo Total de Atendimento com Posto Intermediário por dia da semana	224
Tabela 63 – Resultados do Tempo Total de Atendimento com Posto Intermediário.....	224
Tabela 64 – Análise de sensibilidade do tempo de despacho no Tempo de Resposta	228
Tabela 65 – Análise de sensibilidade do tempo de despacho no Tempo Total de Atendimento	228
Tabela 66 – Análise de sensibilidade do tempo de preparo da equipe no Tempo de Resposta.....	229
Tabela 67 – Análise de sensibilidade do tempo de preparo da equipe no Tempo Total	229
Tabela 68 – Análise de sensibilidade do tempo em cena da equipe no Tempo Total.....	230
Tabela 69 – Análise de sensibilidade Fator Ambulância no Tempo de Resposta.....	231
Tabela 70 – Análise de sensibilidade do Fator Ambulância no Tempo Total.....	231
Tabela 71 – Análise de sensibilidade Erro Google no Tempo de Resposta.....	232
Tabela 72 – Análise de sensibilidade do Erro Google no Tempo Total.....	232
Tabela 73 – Análise de sensibilidade todas as variáveis simultaneamente no Tempo de Resposta....	233
Tabela 74 – Análise de sensibilidade todas variáveis simultaneamente no Tempo Total.....	233
Tabela 75 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta.....	237
Tabela 76 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo	238
Tabela 77 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta.....	240
Tabela 78 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo	241
Tabela 79 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta.....	244
Tabela 80 – Estatísticas das simulações do Tempo Total em faixas de tempo	244
Tabela 81 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta.....	248
Tabela 82 – Estatísticas das simulações do Tempo Total em faixas de tempo	248
Tabela 83 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta da nova simulação.....	253
Tabela 84 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo da nova simulação	253

Tabela 85 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta da nova simulação.....	254
Tabela 86 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo da nova simulação	255
Tabela 87 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta da nova simulação.....	256
Tabela 88 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo da nova simulação	257
Tabela 89 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta da nova simulação.....	258
Tabela 90 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo da nova simulação	258
Tabela 91 – Resultados Finais do Tempo de Resposta	259
Tabela 92 – Resultados Finais do Tempo Total de Atendimento	259

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Letalidade.....	44
Equação 2 – Letalidade no trânsito	44
Equação 3 – Anos Potenciais de Vida Perdidos.....	45
Equação 4 - Número de postos na rodovia.....	136
Equação 5 - Tempo médio de deslocamento para o local de acidentes na rodovia.....	137
Equação 6 – Índice de acidentes	141
Equação 7 – Função Densidade Beta	194
Equação 8 – Definição de α e β	194
Equação 9 – Divisão de classes de Sturge.....	196

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantitativo de acidentes com vítimas no Sul do Brasil em 2017.....	38
Gráfico 2 - Vítimas de 2007 a 2019	41
Gráfico 3 - Acidentes de 2007 a 2019.....	42
Gráfico 4 – Expectativa de vida ao nascer de 2010 a 2060.....	46
Gráfico 5 – APVP entre sexos de 2007 a 2019	47
Gráfico 6 – Comparativo de mortos em acidentes no transporte terrestre por 100.000 habitantes- comparativo entre Brasil e países desenvolvidos – 2001-2015.....	49
Gráfico 7 – Estados físico das vítimas entre 2007-2019 em porcentagem.....	50
Gráfico 8 – Estados físico das vítimas entre 2007-2019 ao longo dos anos	51
Gráfico 9 – Estados físico das vítimas entre 2007-2019 ao longo dos anos em porcentagem	52
Gráfico 10 – Idade das vítimas entre 2007-2019 em porcentagem.....	53
Gráfico 11 – Vítimas de acidente por idade entre 2007-2019.....	54
Gráfico 12 – Tipo de vítima entre 2007-2019 em porcentagem	56
Gráfico 13 - Tipo de vítima entre 2007-2019 ao longo dos anos.....	57
Gráfico 14 – Sexo das vítimas entre 2007-2019 em porcentagem.....	59
Gráfico 15 – Sexo das vítimas entre 2007-2019 em categorias	59
Gráfico 16 – Período do dia X Estado físico e Período do dia X vítimas por sexo	60
Gráfico 17 - Acidentes ao longo da via por quilômetro.....	62
Gráfico 18 – Acidentes ao longo dos meses e por ano.....	62
Gráfico 19 – Acidentes ao longo dos meses e anos	63
Gráfico 20 - Dia da semana x Acidentes.....	65
Gráfico 21 - Horário X Acidentes	66
Gráfico 22 - Variações horárias típicas em vias americanas.....	67
Gráfico 23 - Horário x Acidentes de segunda a quinta-feira (2007-2019).....	68
Gráfico 24- Horário x Acidentes de sexta-feira a domingo (2007-2019)	69
Gráfico 25 – Período do dia dos acidentes entre 2007-2019 em porcentagem	72
Gráfico 26 – Período do dia dos acidentes entre 2007-2019 ao longo dos anos	73
Gráfico 27 – Causas de acidentes entre 2007-2019 em porcentagem.....	75
Gráfico 28 – Causas de acidentes entre 2007-2019 ao longo do tempo.....	76
Gráfico 29 – Tipos de acidentes entre 2007-2019 em porcentagem	78
Gráfico 30 – Tipos de acidentes entre 2007-2019 ao longo do tempo.....	79
Gráfico 31 Sentido da via dos acidentes entre 2007-2019 em porcentagem.....	81
Gráfico 32 – Condição meteorológica dos acidentes entre 2007-2019 em porcentagem	82
Gráfico 33 – Condição meteorológica dos acidentes entre 2007-2019 ao longo dos anos	83
Gráfico 34 – Pista de ocorrência dos acidentes entre 2007-2019 em porcentagem	85
Gráfico 35 – Pista de ocorrência dos acidentes entre 2007-2019 ao longo dos anos.....	86
Gráfico 36 – Tipologias de traçado dos acidentes na BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre 2007- 2019 em porcentagem	87
Gráfico 37 – Traçado da via dos acidentes entre 2007-2019 ao longo dos anos.....	88
Gráfico 38 – Tipo de veículo dos acidentes entre 2007-2019.....	90
Gráfico 39 – Tipo de veículo dos acidentes entre 2007-2019.....	91
Gráfico 40 – Vítimas totais de 2007 a 2019.....	147
Gráfico 41 – Estados físico das vítimas de acidentes de trânsito entre 2007-2019.....	147

Gráfico 42 – Porcentagem de acidentes nos raios de alcance dos postos de atendimento	149
Gráfico 43 – Porcentagem de acidentes nos raios de alcance dos postos de atendimento	155
Gráfico 44 – Porcentagem de acidentes nos raios de alcance dos postos de atendimento	161
Gráfico 45 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 3	166
Gráfico 46 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 4	167
Gráfico 47 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 5	167
Gráfico 48 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 6	168
Gráfico 49 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 7	168
Gráfico 50 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 8	169
Gráfico 51 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 9	169
Gráfico 52 – Tempos de TARM do SAMU, em Porto Alegre, 2013	183
Gráfico 53 – Tempos MR do SAMU em Porto Alegre, 2013	183
Gráfico 54 – Tempos de mobilização de equipes de atendimento pré-hospitalar do SAMU	184
Gráfico 55 – Tempos de resposta totais de equipes de atendimento pré-hospitalar do SAMU	186
Gráfico 56 - Variações horárias típicas em vias americanas	191
Gráfico 57 – Erro do desvio padrão	236
Gráfico 58 – Tempos de Resposta	237
Gráfico 59 – Tempos de Resposta em faixas de tempo	238
Gráfico 60 – Erro do desvio padrão	239
Gráfico 61 – Tempos de Resposta	240
Gráfico 62 – Tempos de Resposta em faixas de tempo	241
Gráfico 63 – Erro do desvio padrão	243
Gráfico 64 – Tempos de viagem até o hospital	243
Gráfico 65 – Tempos Totais em faixas de tempo	245
Gráfico 66 – Erro do desvio padrão	247
Gráfico 67 – Tempos de viagem até o hospital	247
Gráfico 68 – Tempos Totais em faixas de tempo	249
Gráfico 69 – Comparação de tempos de viagem no quilômetro crítico de quarta-feira	252
Gráfico 70 – Comparação de tempos de viagem no quilômetro crítico de sábado	252
Gráfico 71 – Comparação de tempos de viagem no quilômetro crítico de domingo	252
Gráfico 72 – Tempos de Resposta da nova simulação	253
Gráfico 73 – Tempos de Resposta da nova simulação	254
Gráfico 74 – Tempos de viagem até o hospital da nova simulação	256
Gráfico 75 – Tempos de viagem até o hospital da nova simulação	257

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APVP Anos Potenciais de Vida Perdidos
AT Acidentes Terrestres
CNT Confederação Nacional Do Transporte
CBMDF Corpo de Bombeiros Militar do DF
DAST Década de Ação pela Segurança no Trânsito
DF Distrito Federal
DNER Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FHP Fator Horário de Pico
HCM Highway Capacity Manual
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MR Médico Regulador
OMS Organização Mundial da Saúde
PERT Program Evaluation and Review Technique
PI Posto Intermediário
PRF Polícia Rodoviária Federal
TMDLA Tempo Médio De Deslocamento Para O Local De Acidentes
TARM Telefonista Auxiliar de Regulação Médica
TTA Tempo Total de Atendimento
TR Tempo de Resposta
UTM Universal Transversa de Mercator
SAMU Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
SIG Sistema de informações Geográficas
SC Santa Catarina
VMDA Volume Médio Diário Anual
WHO World Health Organisation
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO	24
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	24
1.2	JUSTIFICATIVA.....	25
1.3	OBJETIVOS	26
1.3.1	Objetivo Geral.....	26
1.3.2	Objetivos específicos.....	27
1.4	HIPÓTESE	27
1.5	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	27
1.6	ESTRUTURA DA PESQUISA	29
1.7	MÉTODO DA PESQUISA.....	30
1.7.1	Aquisição de Dados.....	31
1.7.2	Adequações dos Dados.....	31
1.7.3	Dificuldades da Pesquisa.....	35
1.7.4	Análise Estatística	36
1.7.5	Análise Espacial	36
2	ACIDENTES DE TRÂNSITO NO TRECHO GARUVA-PALHOÇA (Km 0,0-250,0).....	37
2.1	TRECHO EM ESTUDO	37
2.2	CONCESSÃO AUTOPISTA LITORAL SUL S/A	39
2.3	DADOS DE ANÁLISE.....	41
2.4	CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVES.....	43
2.5	LETALIDADE DOS ACIDENTES.....	44
2.6	ANOS POTENCIAIS DE VIDA PERDIDOS	45
2.7	QUADRO EPIDEMIOLÓGICO DAS VÍTIMAS	49
a)	Estado Físico da Vítima	49
b)	Idade.....	53
c)	Tipo de Envolvido.....	56
d)	Sexo.....	58
2.8	ANÁLISE DOS ACIDENTES.....	61
a)	Local.....	61
b)	Meses.....	62
c)	Dias Da Semana	65
d)	Horário	67

e)	Período do Dia.....	71
f)	Causa do acidente	74
g)	Tipo de Acidente.....	78
h)	Sentido da Via.....	81
i)	Condições Meteorológicas	82
j)	Pista.....	85
k)	Traçado da Via.....	87
l)	Veículos.....	89
2.9	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS.....	94
3	ESPACIALIZAÇÃO DE MORTES E LETALIDADES	96
3.1	SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	96
3.2	DISPOSIÇÃO GEOGRÁFICA DOS ACIDENTES DA RODOVIA	97
3.3	ANÁLISES POR KERNEL	97
3.5	QUEBRA NATURAL DE JENKS	99
3.6	ACIDENTES E MORTES ENTRE 2007 E 2019.....	100
3.6.1	Acidentes.....	100
3.6.2	Mortes	102
3.7	MORTES PELO TRAÇADO DA RODOVIA	104
3.7.1	Reta	104
3.7.2	Curva.....	106
3.7.3	Cruzamento	108
3.8	MORTES EM CATEGORIAS DE MAIOR LETALIDADE.....	110
3.8.1	Período do dia – Plena Noite.....	110
3.8.2	Causa do acidente – Velocidade incompatível.....	112
3.8.3	Tipo de acidente – Colisão frontal	114
3.8.4	Condição Meteorológica – Nevoeiro/Neblina.....	116
3.8.5	Pista simples e Pista Dupla.....	118
3.8.6	Tipo de Envolvido – Pedestre	121
3.9	MORTES POR CATEGORIA DE VEÍCULO	123
3.9.1	Veículo – Automóvel	123
3.9.2	Veículo – Caminhão.....	125
3.9.3	Veículo – Ônibus.....	127
3.9.4	Veículo – Motocicleta.....	129
3.9.5	Veículo – Bicicleta.....	131

3.10	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS.....	133
4	GEOGRAFIA MÉDICA SOCORRISTA NA BR-101	134
4.1	POSTOS DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO LITORAL SUL.....	134
4.2	DIMENSIONAMENTO DOS POSTOS DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO.....	136
4.3	DISPOSIÇÃO GEOGRÁFICA TEMPORAL DAS VÍTIMAS.....	147
4.3.1	Acidentes.....	148
4.3.2	Lesões Graves	154
4.3.3	Mortos	160
4.3.4	Dados por postos	166
4.4	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS.....	170
5	AVALIAÇÃO DOS POSTOS DE ATENDIMENTO NA GRANDE FLORIANÓPOLIS	172
5.1	ACIDENTES, GRAVES E MORTOS.....	172
5.2	DISTRIBUIÇÃO TRIMODAL DE MORTES	177
5.3	HORA DE OURO (GOLDEN HOUR).....	178
5.4	ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR	180
a)	Tempo de despacho.....	182
b)	Tempo de preparação	184
c)	Tempo de resposta.....	184
d)	Tempo no local de ocorrência (tempo de cena)	186
e)	Tempo de deslocamento da ambulância e Fator de Ambulância	188
f)	Tempo de atendimento total (chegada no Hospital).....	189
5.5	ENGENHARIA DE TRÁFEGO	190
a)	Volume de tráfego.....	190
b)	Horário de Pico.....	190
c)	Variações Típicas	191
5.6	ESTATÍSTICA	193
5.6.1	Simulação de Monte Carlo	193
5.6.2	Distribuição Beta.....	194
5.6.3	Divisão de Classes.....	196
5.7	MÉTODO.....	197
5.7.1	Cenários considerados.....	198
5.7.2	Tempos de atendimento de referência.....	199
5.7.3	Simulação dos atendimentos	200
5.7.4	Viagem prevista pelo Google	201

5.7.5	Simulações de viagens da ambulância ao local da vítima	203
5.7.6	Simulações de viagens da ambulância ao hospital	204
5.7.7	Análise das vítimas.....	205
5.7.8	Simulações de cenários	206
5.8	AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR.....	207
5.8.1	Tempo de Resposta dos Postos SOS 8 e SOS 9	208
5.8.2	Tempo de Resposta com adição do Posto Intermediário.....	213
5.8.3	Tempo Total de Atendimento dos Postos SOS 8 e SOS 9	218
5.8.4	Tempo Total de Atendimento com adição do Posto Intermediário.....	223
5.9	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	228
a)	Tempo de despacho	228
b)	Tempo de preparo da equipe	229
c)	Tempo no local de ocorrência (Tempo em Cena)	230
d)	Fator Ambulância.....	230
e)	Erro do Google	232
f)	Todas as variáveis simultaneamente	233
5.10	SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO CONSIDERANDO DISTRIBUIÇÃO BETA	235
5.10.1	Tempo de Resposta dos Postos SOS 8 e SOS 9	235
5.10.2	Tempo de Resposta com adição do Posto Intermediário.....	239
5.10.3	Tempo Total de Atendimento dos Postos SOS 8 e SOS 9	242
5.10.4	Tempo Total de Atendimento com adição do Posto Intermediário.....	246
5.11	TRÁFEGO ALTERADO POR CORONA VÍRUS	251
5.11.1	Coleta de dados em agosto e em outubro	251
5.11.2	Tempo de Resposta dos Postos SOS 8 e SOS 9	252
5.11.3	Tempo de Resposta com adição do Posto Intermediário.....	254
5.11.4	Tempo total de atendimento até hospital dos Postos SOS 8 e SOS 9	256
5.11.5	Tempo total de atendimento até hospital com adição do Posto Intermediário	257
5.12	RESULTADOS FINAIS	259
5.13	CONCLUSÕES PARCIAIS	260
6	CONCLUSÕES FINAIS.....	262
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	266

1 INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No mundo todo morrem 1,35 milhões de pessoas em acidentes de trânsito todos os anos, sendo a oitava maior causa de morte ao redor do globo. Nessa estatística, a faixa etária relacionada aos jovens entre 5 e 29 anos é considerada a de maior incidência, portanto, o maior número de vítimas letais no globo atinge justamente a juventude (WHO, 2019).

O Brasil se insere no cenário global como um dos dez países que concentram quase metade de todas as mortes provocadas por acidentes de trânsito no mundo. Por estar inserido nessa estatística o país é participante da iniciativa mundial que se intitula “Década de Ação pela Segurança no Trânsito“ (DAST), de vigência de 2011 a 2020, com o Ministério da Saúde registrando, só em 2015, 38.651 mortes devido aos acidentes de transporte terrestre e mais de 158 mil internações hospitalares na rede do Sistema Único de Saúde (RIOS *et al.*, 2019). De acordo com a Confederação Nacional Do Transporte (2018), o índice de mortos no Brasil de 2018 (aproximadamente 19 por 100 mil habitantes) equivale aos índices do ano de 1982 de países desenvolvidos, o que mostra que o Brasil está em torno de 35 anos atrasado nesse quesito.

As rodovias federais têm se mostrado inseguras no Brasil em especial nos trechos urbanos, apresentando elevado número de acidentes com vítimas graves e fatais. Áreas cada vez mais congestionadas mostram-se um desafio para o planejamento e operação dos transportes seguro, situação essa não diferente no sul do Brasil, sendo um exemplo clássico o trecho da BR-101 em São José, Santa Catarina, cujo nível de ocorrência de acidentes encontra-se crítico (CARMO; RAIA JUNIOR, 2019).

Após a inclusão do Brasil no plano de mitigação da ocorrência de acidentes sugerido pela DAST houve uma tendência de declínio do número de vítimas em todas as categorias em acidentes de trânsito. Essa situação tornou-se positiva para o país, todavia, os acidentes continuam com números elevados, mostrando que as ações necessitam de muitos atores e as consequências possuem efeitos graduais (DE ANDRADE; FERREIRA ANTUNES, 2019).

De modo especial o Brasil necessita avançar no desenvolvimento, apresentação e consolidação das suas políticas públicas junto a sociedade, tomando como referência primordial a minoração da estatística das fatalidades dos acidentes de trânsito. Porém, uma maneira para buscar diminuir a incidência do número de acidentes ocorre por meio de estudos

de espacialização e caracterização dos perfis dos acidentes segundo parâmetros geográficos de comportamento social e de eficiência no atendimento – pela infraestrutura disponível.

Considerando o cenário exposto, é importante na administração territorial dos sistemas viários a relação de acidentes de trânsito com a saúde pública, portanto, notoriamente observa-se que os interesses mútuos se coadunam e acabam sendo diretamente objeto de estudo da engenharia de tráfego. Essa área do conhecimento estuda fundamentalmente a existência de deslocamentos cotidianos seguros, os quais são realizados de forma confortável em um tempo justo, pois uma mobilidade urbana sustentável ocorre apenas quando existirem baixos índices de acidentes e números reduzidos de vítimas de trânsito, especialmente graves e fatais (CARMO; RAIA JUNIOR, 2019).

No contexto de um acidente grave, em que uma vida corre risco de morte, há, além da urgência, muitas vezes a situação da emergência iminente, em que o tempo relacionado à eficiência no atendimento corre contra o sucesso. Para tanto, a ação de atendimento emergencial baseada na roteirização entre a ocorrência do acidente e o atendimento, bem como a eficiência no atendimento baseada em uma infraestrutura de socorro adequada disponível pelo poder público e privado define certamente um prognóstico das vítimas de acidente de trânsito, o que possibilita maior chance de sobrevivência do acidentado, evitando piora do quadro clínico e potencial óbito (ALMEIDA E MENEZES 2018).

Diante das características dos acidentes que se evidenciam nas rodovias brasileiras e em especial no trecho catarinense da BR-101, contabilizados entre 2007 e 2019 e geridos em sua maior parte do tempo pela concessionária ARTERIS – Litoral Sul – apresenta-se nesse trabalho a proposta do método científico, que se mostra como uma proposta auxiliar para os tomadores de decisão, objetivando aprimorar a eficiência no planejamento e na gestão correlacionada de duas grandes áreas importantes do conhecimento: atendimento socorrista pré-hospitalar e engenharia de tráfego.

1.2 JUSTIFICATIVA

O número de acidentes de trânsito no Brasil, apesar de apresentar alguma melhora ao longo do tempo, ainda permanece com números altos de vítimas fatais anuais, situação essa que só poderá ter melhora com um amplo conhecimento dos motivos que levam esses eventos a ocorrerem, de maneira que possam ser efetivamente combatidos e as fatalidades possam ser minoradas.

O Sul é a segunda região do Brasil com mais acidentes de trânsito com vítimas em rodovias federais em 2017, 17.636, ficando atrás apenas da região Sudeste, com 18.476 acidentes (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018).

Já o estado de Santa Catarina é o que mais apresenta acidentes de trânsito com vítima em rodovias federais dos estados do sul do Brasil em 2017, com 7.017 acidentes registrados, enquanto que o Paraná registra 6.782 eventos e o Rio Grande do Sul 3.837. Além disso, Santa Catarina é o segundo estado federativo do país com mais acidentes com vítimas, ficando atrás apenas de Minas Gerais, o qual possui 8.574 acidentes (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018).

No estado de Santa Catarina está presente um dos trechos mais críticos de todas as rodovias federais do sul do Brasil, com sua localização na cidade de São José, região da Grande Florianópolis (CARMO; RAIA JUNIOR, 2019). Como essa região está inserida no contexto concessionado da BR-101 pela empresa Litoral Sul, a extensão da rodovia de similares características será estudada a fim de analisar o comportamento das variáveis formadoras de acidentes na região, assim como a disposição geográfica dos mesmos em cruzamento com os postos existentes, tanto de SOS usuário da concessionária, quanto de controle da PRF.

A partir dos resultados apurados é possível que novas políticas estratégicas possam ser repensadas para a região, de maneira que reduzam tanto o número de acidentes de trânsito, quanto o número de fatalidades provenientes deles, ou ainda, uma maior chance de sobrevivência das vítimas, quando os eventos já tiverem sido deflagrados.

1.3 OBJETIVOS

A seguir estão descritos os objetivos geral e específico deste trabalho.

1.3.1 **Objetivo Geral**

Analisar os acidentes e o atendimento pré-hospitalar de emergência em acidentes de trânsito por simulação de Monte Carlo na BR101-SC entre Palhoça e Garuva pelo período temporal definido de 2007 a 2019.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar a média de anos potenciais de vida perdidos na rodovia, bem como avaliar a disposição geográfica espacial por cartografia temática das categorias de maior letalidade;
- b) Comparar espacialmente e historicamente a localização da maior incidência dos casos de acidentes, lesionados graves e mortes no planejamento para instalação dos postos de atendimento, assim como no trecho mais crítico da rodovia.
- c) Analisar o atendimento por meio do Tempo de Resposta e do Tempo Total de Atendimento, considerando cenários com e sem posto adicional hipotético;
- d) Comparar o atendimento pré-hospitalar de emergência considerando dados de agosto de 2020 e outubro de 2020, devido à flutuação de tráfego causada pela pandemia do Coronavírus (COVID-19).

1.4 HIPÓTESE

Acidentes de trânsito são eventos que possuem diversas variáveis em sua formação, cada qual com sua subdivisão em categorias, sendo que estas possuem diferentes contribuições na letalidade do evento. É possível que as categorias existentes possuam concentrações de eventos de acidentes distribuídos no espaço geográfico de formas diferentes. Dessa forma, as distintas vítimas, cujos acidentes ocorreram em localizações espaciais específicas no trecho, possuem urgências de atendimento e estratégias de resolução de conflitos diferentes ao longo da via para que o número de vítimas seja mitigado nos anos posteriores.

Devido às singularidades nas urgências de acometidos por acidentes de trânsito na rodovia, faz-se imprescindível um atendimento pré-hospitalar de emergência com agilidade para as vítimas graves, situação essa que pode não estar otimizada na rodovia BR-101, de modo que vidas possam estar sendo perdidas e sequelas desnecessárias podem estar sendo geradas pela demora da chegada da equipe socorrista ao local do infortúnio.

1.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O trabalho possui limitação temporal, que se faz do período de 2007 a 2019, o que ocorre devido a esses serem os dados disponibilizados *online* pela Polícia Rodoviária Federal, anos esses que englobam o período todo de concessão da rodovia e o ano anterior. Há também

no estudo a limitação espacial, esta ocorre no estado de Santa Catarina, na BR-101, do quilômetro 0,0 ao 250,0, atualmente concessionado pela empresa Litoral Sul, o qual foi escolhido pela semelhança de cenários existentes ao longo da rodovia em relação aos seus arredores urbanos e não urbanos, configurado em trechos planos com proximidade ao litoral e que atravessam porções urbanas, por vezes, de conurbação entre cidades.

O trecho concessionado do Paraná, sob concessão desta mesma empresa, possui características muito distintas a essas apontadas, de modo que não foram consideradas na pesquisa, assim como a parte sul da BR-101, por não ser concessionada, também por divergir em características de estrutura viária e de atendimento.

Em específico ao atendimento pré-hospitalar de emergência, figura como limitação a quantidade de referências na literatura a respeito de tempos de atendimentos de socorro de emergência. Além disso, há falta de dados estatísticos que expliquem se a morte ocorrida na via foi imediata ou ocorrida após o chamado de emergência, ou ainda a informação se o paciente grave atendido na rodovia veio a óbito posteriormente ao atendimento da equipe socorrista.

Cabe destacar ainda que os dados registrados pela PRF, e utilizados nesse trabalho, não distinguem a ocorrência do acidentes como sendo na via principal, ou na marginal da mesma, de modo que para este estudo será feita a generalização de que todos os acidentes ocorreram na via principal. Nesta mesma lógica, há cruzamentos em nível e desnível ocorrendo na rodovia, diferenciação essa de local de acidente que não é possível de ser realizada.

1.6 ESTRUTURA DA PESQUISA

O trabalho é composto por seis capítulos.

O primeiro capítulo aborda a contextualização, justificativa, objetivos, hipótese, limitações da pesquisa, estrutura da pesquisa e então o método da mesma: é abordado o trecho em estudo (Garuva-Palhoça) e a temporalidade do estudo (2007 e 2019).

A seguir, no segundo capítulo, são analisados os dados de acidentes ocorridos no trecho em estudo, analisados por meio da realização de estatísticas sobre os acidentes, com apoio de tabelas, quadros e gráficos a fim de se compreender melhor o fenômeno. Também é realizado o cálculo de correlação das variáveis com o estado da vítima, de maneira a descobrir quais variáveis possuem relação com a situação da vítima pós-acidente. Destas variáveis, são analisados os índices de letalidade de cada categoria presente nas mesmas, com o propósito de evidenciar de que forma ocorre a maior perda de vidas, isto é, que condições existentes em um acidente possuem maior desfecho de fatalidade.

Então, no terceiro, analisam-se as mortes provenientes das categorias mais letais, o que é realizado com apoio de sistema de informações geográficas e suas ferramentas de Kernel e quebra natural de Jenks, o que permite gerar mapas temáticos de calor que representam a distribuição espacial das mortes ao longo do trecho em estudo.

No capítulo quatro é explorada a situação geográfica dos postos de atendimento existentes na rodovia, considerando além dos aspectos que tangem a sua localização, a relação existente entre a posição dos mesmos e o local dos acidentes, dos feridos graves e dos mortos na rodovia, o que é feito de modo espacial e temporal, por meio de mapas temáticos de calor em diferentes datas, o que permite acompanhar as mudanças temporais.

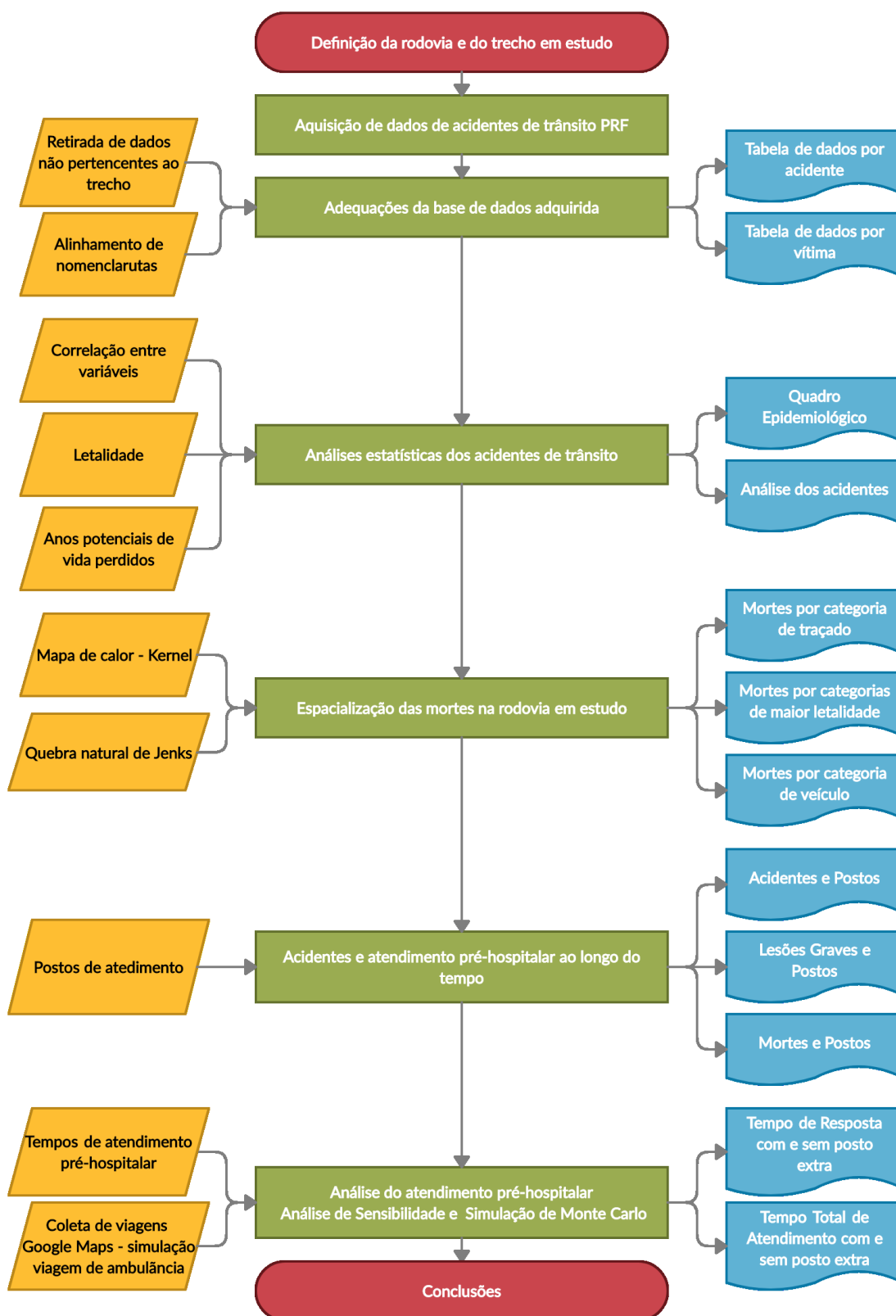
O capítulo de número cinco trata do segmento mais crítico do trecho estudado, no qual é analisado o tempo de atendimento pré-hospitalar de emergência no socorro de vítimas graves, analisando os tempos de socorro presentes e a alteração do quadro atual com a implementação de um posto adicional hipotético, entre dois postos da empresa Litoral Sul, a fim de avaliar a mudança da qualidade de serviço oferecida na rodovia para os seus usuários em caso de acidente de trânsito grave, além da mudança de atendimento com a alteração do trânsito devido ao Coronavírus (COVID-19)

No sexto capítulo e último são apresentadas as conclusões acerca do trabalho.

1.7 MÉTODO DA PESQUISA

O método, e o seu fluxograma, pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do método da pesquisa



1.7.1 Aquisição de Dados

Os dados da pesquisa referentes aos acidentes foram adquiridos no *site* da Polícia Rodoviária Federal, na seção “Acesso à informação”, na subseção de “Dados abertos”, e então em “Acidentes” (POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL, 2020). Dentro de “Acidentes” foi realizado o *download* dos acidentes ocorridos entre anos de 2007 a 2019, com registros por acidentado. Cada ano possui um *link* com uma tabela, de modo que os anos foram agrupados e uma tabela única em uma planilha eletrônica (Excel) com todos os dados e metadados. A partir dessa tabela pôde-se realizar uma nova, agrupando as ocorrências por pessoa em ocorrências por evento, o que foi possível pelo fato das pessoas envolvidas em um mesmo acidente possuírem um mesmo código identificador de evento. Assim foi possível contabilizar, para um mesmo evento, quantos e quais veículos estiveram envolvidos no acidente e sob quais condições, o que possibilita uma análise da situação também sob a ótica do evento propriamente dito.

Quanto aos dados de tempo de pré-atendimento hospitalar, estes foram admitidos tendo como referência trabalhos científicos da área, podendo-se, assim, estimar, os tempos envolvidos em uma ocorrência por meio de tempos médios registrados em ocorrências passadas. Complementando esse procedimento, os tempos de viagem da ambulância foram estimados por meio de coleta de viagens utilizando-se o Google Maps, fixando-se origem, partida e horário da viagem, além de se utilizar de um fator de conversão para que as viagens do Google sejam aproveitadas na simulação do translado de uma ambulância.

1.7.2 Adequações dos Dados

A base de dados adquirida da PRF sofreu adequações para posteriormente fosse trabalhada estatisticamente. A primeira delas foi a limitação de dados por município de ocorrência e por quilometragem, de 0,0 a 250,0 km em Santa Catarina, de tal modo que os dados fora desses limites fossem apagados por não possuírem correspondência com o local de estudo.

Executado esse procedimento, medidas de substituição foram realizadas para que fossem corrigidas incongruências e, dessa forma, para que as estatísticas fossem fidedignas ou pudessem caracterizar melhor a realidade. Esse procedimento tem como intuito manter o número máximo de dados possíveis para análise, pois, caso fossem simplesmente apagados, dezenas de milhares de dados presentes em outras células seriam perdidos, causando prejuízo

às estatísticas. Sendo assim, o procedimento adotado foi: uma variável que não apresentasse sentido seria substituída por “não informado”, “não identificado”, ou ainda “ignorado”, como melhor se adequa à variável em questão; e variáveis que possuísem registro em apenas alguns dos anos de análise seria substituída por outra sinônima, caso contrário, por “outro”. Em muitos casos mostra-se nítida a alteração de nomenclatura para a mesma variável de um ano para outro, tanto pelo nome, quanto pela disposição dos dados.

Os últimos três anos de registro da PRF, de 2017 a 2019, mostram que novas nomenclaturas foram consideradas pela PRF na catalogação dos dados, mas como muitas não possuem correspondência desses dados, os resultados estatísticos das mesmas estariam distorcidos da realidade, de modo que sofreram a adequação comentada anteriormente. Neste trabalho considera-se “variável” para os dados registrados em uma coluna, como “veículo”, e é considerado como “categoria” a especificação da variável, como “automóvel”.

Quadro 1 – Mudança na variável “Veículos”

Número	Categoria original	Categoria definida	Número	Categoria original	Categoria definida
1	Automóvel	Automóvel	17	Outros	Outros
2	Camioneta	Automóvel	18	Carroça	Outros
3	Caminhonete	Automóvel	19	Trator de rodas	Outros
4	Utilitário	Automóvel	20	Bonde / Trem	Outros
5	Caminhão	Caminhão	21	Carro-de-mao	Outros
6	Caminhão-Trator	Caminhão	22	Quadriciclo	Outros
7	Caminhão-Tanque	Caminhão	23	Triciclo	Outros
8	Semi-Reboque	Caminhão	24	Trator de esteiras	Outros
9	Reboque	Caminhão	25	Charrete	Outros
10	Semireboque	Caminhão	26	Motor-Casa	Outros
11	Microônibus	Ônibus	27	Outros	Outros
12	Micro-ônibus	Ônibus	28	Carroça-charrete	Outros
13	Motoneta	Motocicleta	29	Trator misto	Outros
14	Ciclomotor	Motocicleta	30	Não Identificado	Não Identificado
15	Motocicleta	Motocicleta	31	Vazio	Não Identificado
16	Bicicleta	Bicicleta	32	Não informado	Não Identificado

Quadro 2 - Mudança na variável “Dia da semana”

Número	Categoria original	Categoria de finida
1	Segunda	Segunda
2	segunda-feira	Segunda
3	Terça	Terça
4	terça-feira	Terça
5	Quarta	Quarta
6	quarta-feira	Quarta
7	Quinta	Quinta
8	quinta-feira	Quinta
9	Sexta	Sexta
10	sexta-feira	Sexta
11	Sábado	Sábado
12	Domingo	Domingo

Quadro 3 - Mudança na variável “Idade”

Número	Categoria original	Categoria definida
1	NA	Ignorado
2	907	Ignorado
3	1018	Ignorado
4	1917	Ignorado
5	2016	Ignorado
6	2017	Ignorado

Quadro 4 - Mudança na variável “Causa”

Número	Categoria original	Categoria definida	Número	Categoria original	Categoria definida
1	Animais na Pista	Animais na Pista	16	Falta de Atenção do Pedestre	Falta de atenção
2	Avarias e/ou desgaste excessivo no pneu	Defeito Mecânico no Veículo	17	Ingestão de álcool	Ingestão de álcool
3	Carga excessiva e/ou mal acondicionada	Defeito Mecânico no Veículo	18	Ingestão de álcool e/ou substâncias psicoativas pelo pedestre	Ingestão de álcool
4	Defeito mecânico em veículo	Defeito Mecânico no Veículo	19	Ingestão de Substâncias Psicoativas	Ingestão de álcool
5	Defeito Mecânico no Veículo	Defeito Mecânico no Veículo	20	Não guardar distância de segurança	Não guardar distância de segurança
6	Deficiência ou não Acionamento do Sistema de Iluminação/Sinalização do Veículo	Defeito Mecânico no Veículo	21	Agressão Externa	Outras
7	Defeito na via	Defeito na via	22	Fenômenos da Natureza	Outras
8	Sinalização da via insuficiente ou inadequada	Defeito na via	23	Mal Súbito	Outras
9	Desobediência à sinalização	Desobediência às normas de trânsito	24	Objeto estático sobre o leito carroçável	Outras
10	Desobediência às normas de trânsito pelo condutor	Desobediência às normas de trânsito	25	Outras	Outras
11	Desobediência às normas de trânsito pelo pedestre	Desobediência às normas de trânsito	26	Pista Escorregadia	Outras
12	Condutor Dormindo	Dormindo	27	Restrição de Visibilidade	Outras
13	Dormindo	Dormindo	28	Ultrapassagem indevida	Ultrapassagem indevida
14	Falta de atenção	Falta de atenção	29	Velocidade incompatível	Velocidade incompatível
15	Falta de Atenção à Condução	Falta de atenção			

Quadro 5 - Mudança na variável “Condição meteorológica”

Número	Categoria original	Categoria definida
1	Ceu Claro	Céu Claro
2	Céu Claro	Céu Claro
3	Chuva	Chuva
4	Garoa/Chuvisco	Chuva
5	Granizo	Granizo
6	(null)	Ignorado
7	Ignorada	Ignorado
8	Ignorado	Ignorado
9	Neve	Neve
10	Nevoeiro/neblina	Nevoeiro/neblina
11	Nublado	Nublado
12	Sol	Sol
13	Vento	Vento

Quadro 6 - Mudança na variável “Tipo de acidente”

Número	Categoria original	Categoria definida	Número	Categoria original	Categoria definida
1	Atropelamento de animal	Atropelamento de animal	12	Colisão Transversal	Colisão Transversal
2	Atropelamento de Pedestre	Atropelamento de Pedestre	13	Colisão traseira	Colisão traseira
3	Atropelamento de pessoa	Atropelamento de Pedestre	14	Engavetamento	Colisão traseira
4	Capotamento	Capotamento	15	Danos Eventuais	Danos Eventuais
5	Colisão com objeto estático	Colisão com objeto estático	16	Derramamento de Carga	Derramamento de Carga
6	Colisão com objeto fixo	Colisão com objeto estático	17	Incêndio	Incêndio
7	Colisão com bicicleta	Colisão com objeto móvel	18	Queda de motocicleta / bicicleta / veículo	Queda de ocupante de veículo
8	Colisão com objeto em movimento	Colisão com objeto móvel	19	Queda de ocupante de veículo	Queda de ocupante de veículo
9	Colisão com objeto móvel	Colisão com objeto móvel	20	Saída de leito carroçável	Saída de Pista
10	Colisão frontal	Colisão frontal	21	Saída de Pista	Saída de Pista
11	Colisão lateral	Colisão lateral	22	Tombamento	Tombamento

Quadro 7 - Mudança na variável “Estado da vítima”

Número	Categoria original	Categoria definida
1	Ignorado	Ignorado
2	vazio	Ignorado
3	Ignorado	Ignorado
4	Não Informado	Ignorado
5	Ileso	Ileso
6	Ileso	Ileso
7	Ferido Leve	Lesões Leves
8	Ferido Leve	Lesões Leves
9	Lesões Leves	Lesões Leves
10	Lesões Graves	Lesões Graves
11	Lesões Graves	Lesões Graves
12	Morto	Morto
13	Óbito	Morto
14	Morto	Morto

Quadro 8 - Mudança na variável “Sexo”

Número	Categoria original	Categoria de finida
1	Feminino	Feminino
2	F	Feminino
3	Não Informado	Ignorado
4	NA	Ignorado
5	Inválido	Ignorado
6	I	Ignorado
7	Ignorado	Ignorado
8	Masculino	Masculino
9	M	Masculino

Quadro 9 - Mudança na variável “Traçado da via”

Número	Categoria original	Categoria de finida
1	Cruzamento	Cruzamento
2	Curva	Curva
3	Curva	Curva
4	Desvio Temporário	Desvio Temporário
5	Interseção de vias	Cruzamento
6	Não Informado	Não Informado
7	Ponte	Ponte
8	Reta	Reta
9	Reta	Reta
10	Retorno Regulamentado	Cruzamento
11	Rotatória	Cruzamento
12	Túnel	Túnel
13	Viaduto	Viaduto

1.7.3 Dificuldades da Pesquisa

As tabelas de dados da PRF utilizadas são colocadas à disposição ao público em “agrupados por pessoa”, de modo que cada linha corresponda a um evento de uma vítima de trânsito. Há também outra lista de tabelas, a de “agrupados por ocorrência”, a disposição para download no site da PRF, porém, há dados entre as duas tabelas que não correspondem de uma tabela para a outra. Inicialmente foram coletados os dados de ambas as tabelas, e, ao checar a correspondência tabelar, percebeu-se o problema de incongruências entre dados, o que culminou na desistência do uso dos dados “agrupados por ocorrência” registrados pela PRF. A solução adotada para essa situação foi a de utilizar somente os dados “agrupados por pessoa” e gerar uma tabela de dados agrupados por ocorrência a partir dela, utilizando-se o código de identificação de evento para tal. Outra dificuldade encontrada foi a da existência de alguns códigos de ocorrência duplicados para diferentes acidentes registrados em anos distintos, situação essa identificada e resolvida por meio da criação de um novo código, por meio da concatenação do código original com o ano correspondente do evento.

No tocante ao atendimento pré-hospitalar, cabe destacar a falta de informações sobre o tempo de morte de cada vítima de trânsito, o que impede uma maior exploração de como o tempo de atendimento impactaria no possível salvamento de vidas. Faltam dados também sobre o desenvolvimento do quadro pós-atendimento, o que impede a realização de análises de correlação do tempo de atendimento com o desfecho da vítima. Além disso, cabe pontuar também a quantidade de informações limitada no que se refere a valores de tempo no socorro às vítimas de trânsito encontradas na literatura.

1.7.4 **Análise Estatística**

A análise estatística dos dados foi feita por meio do *software* Excel. A partir dele é possível criar variadas representações gráficas e tabelares, o que permite visualizar o comportamento da variável ao longo do tempo, distribuição de frequências das categorias de cada variável e letalidade de cada categoria. Além disso, é possível realizar testes estatísticos entre variáveis, o que permite visualizar relações entre duas variáveis distintas. Também são realizadas simulações de cenários hipotéticos por meio do *software*, como análises de sensibilidade e a Simulação de Monte Carlo, que permite uma maior aproximação de leitura do cenário real, sendo todas as simulações e análises realizadas pelo Excel.

1.7.5 **Análise Espacial**

Espacialmente os dados foram representados por meio do *software* ARCGIS, o qual possibilitou leituras dos dados por meio de mapas temáticos, o que gerou produtos complementares que proporcionam diferentes visualizações àquelas realizadas pela estatística descritiva. Uma maneira de representar os dados é por meio de manchas de calor, as quais evidenciam aglutinações de eventos registrados como pontos em um plano (X,Y). Assim, pode-se identificar onde ocorre concentração e repetição de eventos, de acordo com variáveis de interesse. A projeção utilizada para o georreferenciamento dos dados foi SIRGAS 2000 UTM Zona 26S.

2 ACIDENTES DE TRÂNSITO NO TRECHO GARUVA-PALHOÇA (Km 0,0-250,0)

No estudo de acidentes em uma rodovia toma-se relevante a análise do quadro epidemiológico, pois a epidemiologia é uma ciência fundamental para a saúde pública, a qual propicia grande contribuição à melhoria da saúde das populações. Sendo assim, epidemiologistas estão preocupados não apenas com doenças ou mortes, mas para com a saúde e o bem estar das pessoas, compreendendo o termo “doença” todas as mudanças desfavoráveis à saúde, incluindo acidentes de trânsito (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTROM, 2010).

Nas análises a seguir avalia-se espacialmente a seguridade do trecho em estudo por meio de estatísticas quantitativas, correlações entre variáveis e análises de letalidade.

2.1 TRECHO EM ESTUDO

O trecho em estudo trata da rodovia federal BR-101, compreendida integralmente no Estado de Santa Catarina, correspondendo, porém, apenas à parte restrita entre o km 0,0, na cidade de Garuva, até o quilômetro 250,0, na cidade da Palhoça. Esse trecho representa 53,88% da de toda rodovia BR-101 em Santa Catarina, a qual possui uma extensão total de 464 km. A localização do trecho Garuva-Palhoça pode ser visualizada na Figura 2.

O trecho Garuva-Palhoça apresentava-se em quase toda a sua extensão em pista dupla já em 2007, com exceção do trecho sul da cidade de Palhoça, de 33,5 km, localizado do km 221,5 ao km 250,0. Este trecho é tratado como sendo os lotes 22 e 23 das obras de duplicação da rodovia BR-101/SC trecho Sul (FIESC, 2011). O lote 22, de 28,5 km de extensão, representa o trecho da cidade de Palhoça até o Rio da Madre, no km 245, ao passo que o lote 23, de 26,7 km de extensão, representa o trecho entre o Rio da Madre e Araçatuba. Os lotes 22 e 23 tiveram as obras de duplicação concluídas no ano de 2012. (NSC, 2012).

Além disso, há alguns trechos de pista múltipla, como trechos nas praças de pedágio, no trecho da BR-101 próximo da cidade de Itajaí no km 119 (BERTOLI, 2017) e no trecho que atravessa a cidade de São José entre os km 202 e 210, este último no qual o acostamento é utilizado para melhorar o nível de serviço da rodovia desde 2019 (G1, 2019)

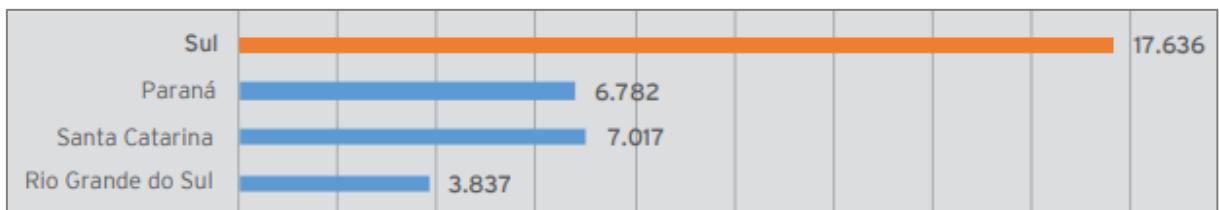
Ademais, neste trabalho, os dados utilizados da PRF não distinguem se o acidente ocorreu na pista principal ou na marginal, de modo que serão considerados todos como sendo na pista principal, assim como não há como classificar se a via é rural ou urbana, pois os dados da PRF não possuem clareza quanto a essa classificação.

Figura 2 - Localização do Trecho em Estudo



O trecho da BR-101 que se encontra localizado em Santa Catarina, estado do sul do Brasil que, em 2017, que apresentou o maior número de acidentes de trânsito com vítimas em rodovias federais, contabilizando 7.017 acidentes, o que corresponde a 12% das vítimas do país, conforme representado no Gráfico 1. O Estado só apresentou-se atrás de Minas Gerais, com 8.574 acidentes com vítimas, representando 14,6% do quadro nacional (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018).

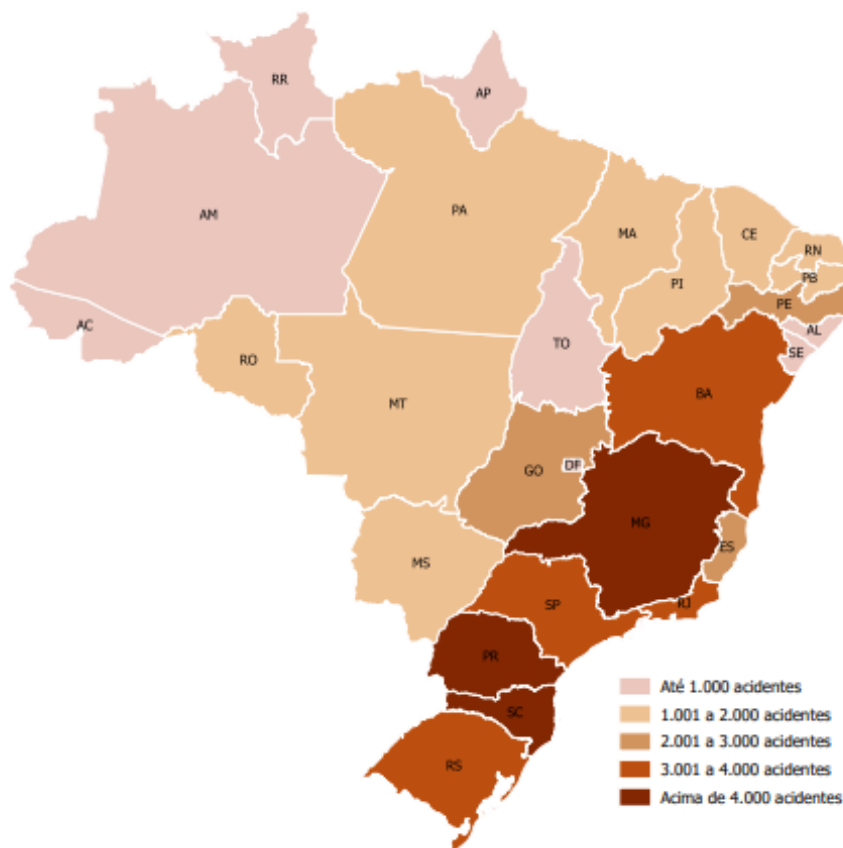
Gráfico 1 – Quantitativo de acidentes com vítimas no Sul do Brasil em 2017



Fonte: CNT (2018)

Além disso, neste mesmo ano, o Estado de Santa Catarina ocupa a segunda colocação do país em número de acidentes de trânsito com vítimas em rodovias federais em 2017, visto na Figura 3. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018).

Figura 3 – Acidentes com vítimas em rodovias federais por estado da federação



Fonte: CNT (2018)

2.2 CONCESSÃO AUTOPISTA LITORAL SUL S/A

O trecho analisado apresenta-se desde o ano de 2008 sob concessão da empresa Autopista Litoral Sul, cujo contrato data de 14 de fevereiro de 2008, correspondente ao edital nº 003/207, o qual trata da concessão e exploração da rodovia BR-116/PR e 101/SC, trecho Curitiba – Florianópolis, totalizando 382,3 quilômetros de extensão. Contratualmente a concessionária disponibiliza quatorze ambulâncias, sendo dez de suporte básico e quatro de suporte avançado, quatorze guinchos leves, seis guinchos pesados, dois caminhões para suporte no combate a incêndio, dois veículos auxiliares para apreensão de animais, onze viaturas e duas motos para inspeção de tráfego, dois veículos de suporte para produtos

perigosos, dois veículos de vigilância patrimonial e quatorze painéis de mensagem variável de auxílio à comunicação com os usuários (ANTT, 2007).

O prazo de concessão estabelecido no edital é de 25 anos, contando a partir da data de publicação do extrato do contrato de concessão no Diário Oficial da União. No caso do presente estudo serão analisados 250,0 Km dessa concessão. O trajeto passa por 17 municípios no Estado de Santa Catarina, sendo eles: Garuva, Joinville, Araquari, Barra Velha, Piçarras, Penha, Navegantes, Itajaí, Camboriú, Balneário Camboriú, Itapema, Porto Belo, Tijucas, Governador Celso Ramos, Biguaçu, São José e Palhoça (ANTT, 2007).

Nesse trecho estão localizados sete dos nove postos de atendimento ao usuário. Além disso, há também sete postos da Polícia Rodoviária Federal, quatro postos de pedágio, e um posto de pesagem, com suas localizações, de acordo com o Quadro 10.

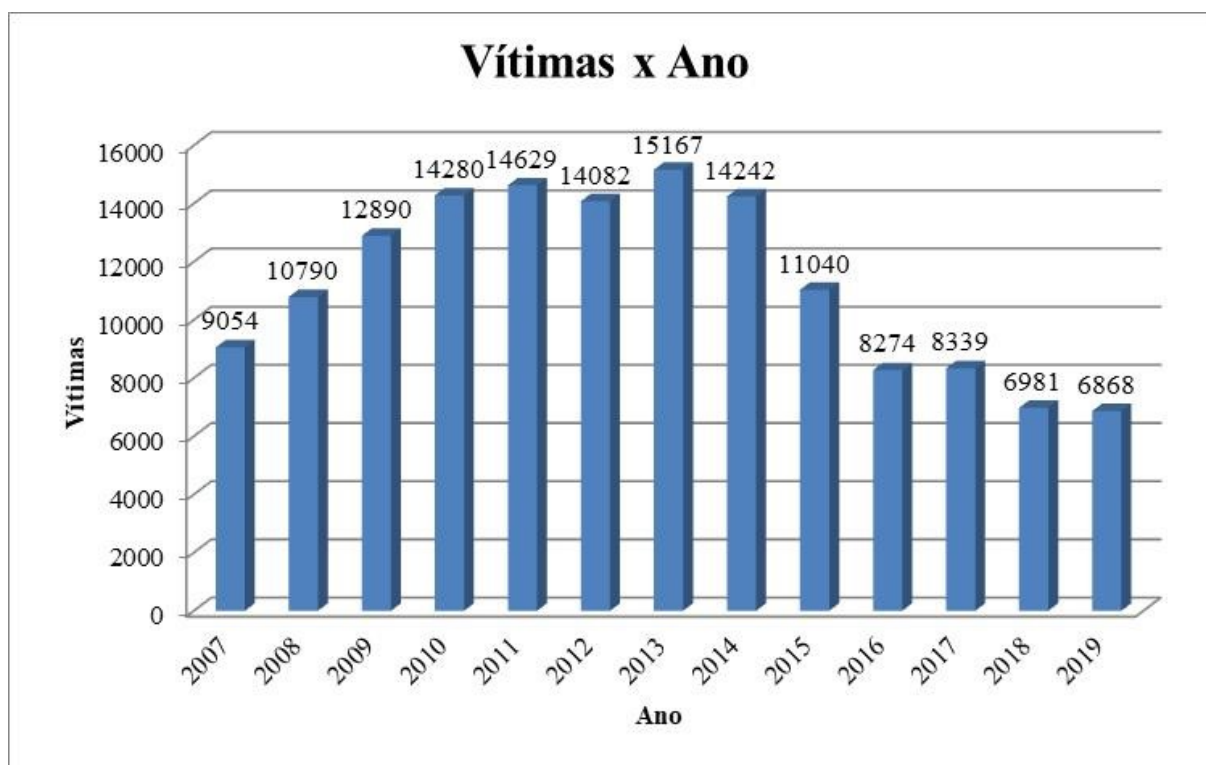
Quadro 10 - Postos na rodovia

Número	Posto	Km
1	Pedágio Garuva	1,3
2	Sos usuário base 3	1,4
3	Polícia Rodoviária Federal 1	25,8
4	Sos usuário base 4	46,8
5	Sos usuário base 5	79,3
6	Pedágio Araquari	79,4
7	Polícia Rodoviária Federal 2	81,6
8	Polícia Rodoviária Federal 3	123,1
9	Sos usuário base 6	129,8
10	Polícia Rodoviária Federal 4	143,2
11	Posto de pesagem	151,0
12	Polícia Rodoviária Federal 5	151,2
13	Sos usuário base 7	157,4
14	Pedágio Porto Belo	157,4
15	Polícia Rodoviária Federal 6	190,2
16	Sos usuário base 8	192,4
17	Sos usuário base 9	219,8
18	Polícia Rodoviária Federal 7	220,1
19	Pedágio Palhoça	243,0

2.3 DADOS DE ANÁLISE

Os registros da Polícia Rodoviária Federal somam um total de 151.186 pessoas envolvidas em acidentes entre 2007 a 2019, dos quais foi realizada limpeza de dados, portanto, retiraram-se dados sem informações de quilometragem, pois não poderiam ser localizados de modo especializado na rodovia BR-101. Dessa forma, foram desconsiderados 4.549 dados, o que representa apenas 3% do total, restando, assim, 146.637 dados de pessoas acidentadas passíveis de análise estatística e espacial, que pode ser visto no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Vítimas de 2007 a 2019



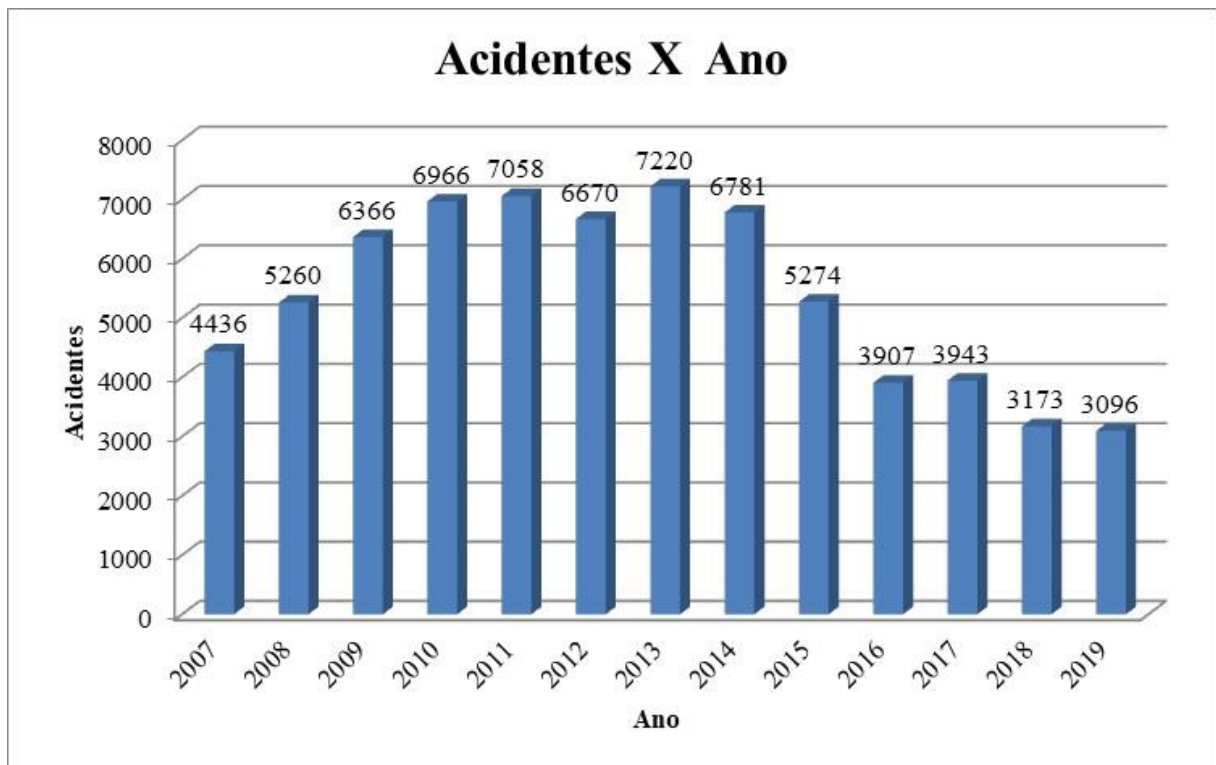
A análise epidemiológica das vítimas foi feita baseada em quatro variáveis, sendo elas “tipo de envolvido”, “estado físico da vítima”, “idade” e “sexo”, conforme Quadro 11. Ressalta-se que para cada variável há uma subvariável, ou ainda categoria, como, por exemplo, em sexo há masculino e feminino.

Quadro 11 - Variáveis das vítimas

Número	Variáveis das vítimas
1	Tipo de envolvido
2	Estado físico da vítima
3	Idade
4	Sexo

Os acidentes registrados pela PRF são representados por um número de identificação, sendo possível calcular o número de pessoas envolvidas em um mesmo acidente, por possuírem o mesmo número de identificação. A partir disso, totalizam-se 70.151 registros de acidentes ao longo de 13 anos, distribuição temporal essa que pode ser visualizado no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Acidentes de 2007 a 2019



Percebe-se que o número de acidentes registrados No Gráfico 3 resulta uma curva de mesmo desenho que a do Gráfico 2: houve um aumento do número de eventos nos primeiros anos, após um período estável, e em seguida uma queda no quantitativo. Levando em consideração os registros dos eventos, percebe-se que os mesmos são descritos por um

conjunto de variáveis, assim como ocorre na análise das vítimas, conforme apresentado no Quadro 12.

Quadro 12 - Variáveis dos acidentes

Número	Variável acidentes
1	Data do acidente
2	Dia da semana
3	Horário
4	Quilometragem
5	Causa do acidente
6	Tipo de acidente
7	Fase do dia
8	Sentido da via
9	Condição meteorológica
10	Tipo de pista
11	Traçado da via
12	Tipo de veículo

2.4 CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVES

A interação entre as variáveis em um acidente de trânsito determina sua maior ou menor possibilidade de ocorrência. Dessa forma, é importante saber como as variáveis se relacionam com a gravidade de vítima, dado que correlações de vítimas com variáveis trazem uma maior necessidade de atenção. Além disso, a maior preocupação que se tem relativa às medidas que possam diminuir o número de acidentes de trânsito é a de salvar vidas, porém, há também um grande interesse de qualquer gestão em minoração de custos para qualquer serviço, sejam os custos diretos, ou indiretos.

Essas duas facetas possuem conexão entre si, dado que investimentos possíveis de serem realizado em medidas que mitiguem acidentes de trânsito são limitados pela quantia monetária existente. Dentre os custos demandados em uma rodovia, um deles é o de atendimento aos usuários na mesma e, atrelado a ela encontra-se a gravidade do estado físico da vítima. Dessa forma, torna-se importante o conhecimento de quais variáveis contribuem para desfechos com maior gravidade em uma ocorrência na via, de modo que possam ser melhor analisados, o que representa para uma rodovia mais vidas sendo salvas e economia de recursos reinvestidos para salvar ainda mais vidas.

Seguindo por essa lógica, o método científico apresentado nesse capítulo consiste em utilizar o teste qui-quadrado para avaliar a correlação entre variáveis e a gravidade do

acidente, o qual, segundo (TAVARES, 2019) é utilizado para avaliar de modo quantitativo a relação entre os resultados e a distribuição esperada para um fenômeno.

Além disso, (AVELAR *et al.*, 2020) coloca que o teste qui-quadrado é usado para um teste de independência entre variáveis, o qual visa avaliar se duas variáveis de uma dada população possuem relação ou não entre si. Neste teste é considerado que para um p-valor maior que 5% a hipótese nula deve ser aceita, a qual trata da não existência de correlação entre as variáveis analisadas. Por outro lado, se o p-valor apresentar-se menor que 5% indica que há evidências de correlação entre as variáveis.

Assim, serão apresentados resultados gerados por meio do teste qui-quadrado nas variáveis apresentadas anteriormente, comparando-as com a variável “estado físico da vítima”, a fim de se descobrir quais categorias necessitam de maior atenção no trânsito. Nesse capítulo não foi considerada a categoria “Ignorado” em “Estado físico da vítima” porque trariam distorções de leitura nos testes de correlação, já que elas podem representar qualquer situação, desde ileso até morte.

2.5 LETALIDADE DOS ACIDENTES

A letalidade mede a severidade de uma doença, definida como uma proporção entre mortes dentre os doentes, por uma causa específica, em um determinado período de tempo (BONITA; BEAGLEHOLE; KJELLSTROM, 2010), conforme visto na equação 1.

$$\text{Letalidade} = \frac{\text{Número de mortes de uma determinada doença em certo período}}{\text{Número de doentes por determinada doença no mesmo período}} \times 100 \quad (1)$$

Para este trabalho foi realizada uma adequação do cálculo da letalidade, na qual o número de doentes é considerado como o número de vítimas de acidente de trânsito, independente do seu estado físico, como apresentado na equação 2:

$$\text{Letalidade no trânsito} = \frac{\text{Número de mortes em acidentes de trânsito em certo período}}{\text{Número de vítimas de acidente de trânsito no mesmo período}} \times 100 \quad (2)$$

A seguir serão analisadas as letalidades das variáveis formadoras dos acidentes no trecho em estudo, com o objetivo de saber melhor quais categorias são as mais letais.

Considerando-se todos os acidentes, quando se divide o total de mortos (1.422) pelo total de vítimas (146.636), tem-se uma letalidade de 0,97%, porém esse valor inclui os dados

ignorados (5.287) na categoria “Estado da vítima”, visto na Tabela 1. Nesse capítulo essa categoria não será considerada, pois “ignorado” pode significar qualquer uma das categorias, tanto vivo, quanto morto. Com essa exclusão passa-se a ter um total de 141.349 vítimas de trânsito, o que resulta finalmente numa letalidade de 1,01%.

Tabela 1 – Letalidade dos acidentes no trecho de estudo

Estado físico	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Com Ignorados	1422	146636	100,00%	0,97%
Sem Ignorados	1422	141349	100,00%	1,01%

2.6 ANOS POTENCIAIS DE VIDA PERDIDOS

De acordo com Botelho (2016), os anos potenciais de vida perdidos servem de indicador para avaliar as mortes por acidentes terrestres (AT), o qual estima o tempo médio que uma pessoa teria pra viver se não tivesse morrido prematuramente. Como os Anos Potenciais de Vida Perdidos (APVP) incorporam a idade do óbito e não apenas a sua ocorrência, eles servem para quantificar o peso das mortes para a sociedade, demonstrando a vulnerabilidade das pessoas ao fenômeno, dado que as mortes ocorridas em idades mais tenras, teoricamente, são mais fáceis de serem evitadas.

Para o cálculo do APVP foram utilizados de 2007 a 2019, sendo excluídas as mortes que não apresentavam a idade, e os ignorados, para que pudesse se saber o APVP de cada sexo, sendo utilizados, dessa forma, 1397 óbitos para o cálculo, sendo 1163 homens e 234 mulheres. O procedimento de cálculo ocorre com a subtração da idade da morte da vítima da expectativa de vida da mesma em sua categoria de sexo, no ano do incidente, como mostra a equação 3

$$APVP = EVn - IM \quad (3)$$

onde

APVP = Anos Potenciais de Vida Perdidos

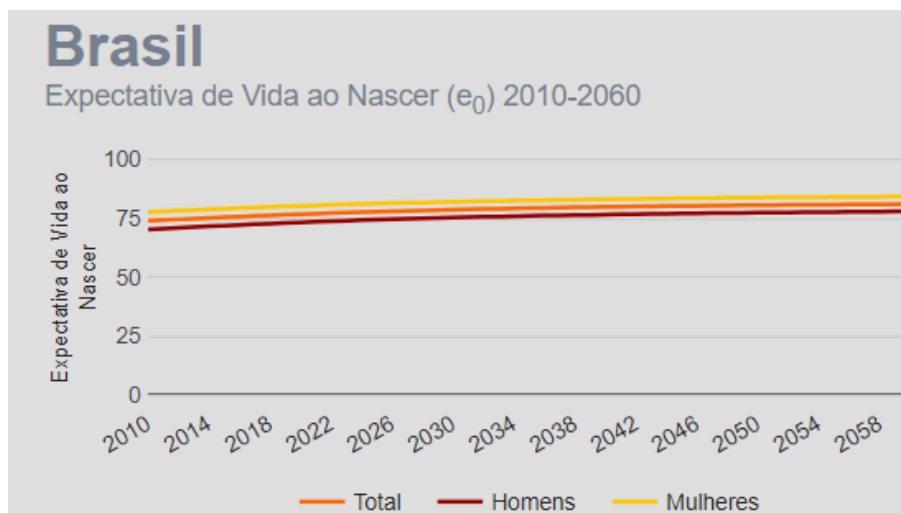
EVn = Expectativa de Vida ao nascimento, no ano da morte, de acordo com o IBGE

IM = Idade de Falecimento

A expectativa de vida de cada ano de análise, para cada sexo, foi coletada para que pudesse ser realizado o cálculo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020). A título de ilustração, o crescimento da expectativa de vida dos

brasileiros pode ser acompanhada no Gráfico 4, que possui um recorte de 2010 a 2060 para esse comportamento, o que inclui a previsão futura da mesma:

Gráfico 4 – Expectativa de vida ao nascer de 2010 a 2060



Fonte: IBGE (2020)

Seguindo essa metodologia de cálculo, chega-se ao resultado de 43.682,65 anos de vida perdidos em fatalidades no trecho estudado, divididos da seguinte forma:

- 34.522,84 anos são os anos perdidos de vida masculina, representando 79% do total;
- Média de 29,7 anos potenciais de vida perdidos para homens;
- 9.159,81 anos são anos perdidos de vida feminina, correspondendo a 21% do total.;
- Média de 39,1 anos potenciais de vida perdidos para mulheres.

A maioria das vítimas de acidentes de trânsito são homens jovens, porém, quando se consideram os dados de cada sexo, mais mulheres jovens morrem em relação ao total feminino do que os homens em relação ao total masculino, ou seja, as mortes de mulheres ocorrem em idades mais jovens. A consequência disso é uma média mais alta de APVP para as mulheres, situação essa que é aumentada pela maior expectativa de vida desse sexo, conforme observado pelos dados apresentados na Tabela 2, 3 e Gráfico 5.

Gráfico 5 – APVP entre sexos de 2007 a 2019

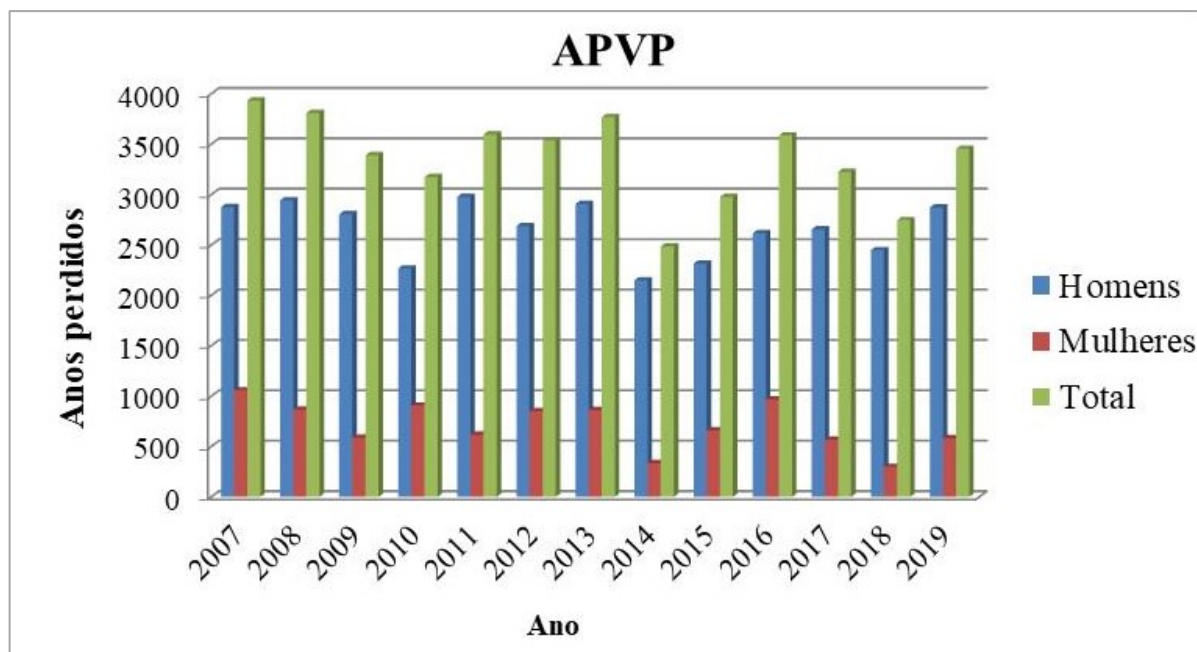


Tabela 2 – APVP por ano entre 2007 e 2019

APVP/Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Homens	2876	2944	2805	2266	2977	2687	2907	2150	2315	2618	2657	2448	2873
Mulheres	1058	866	586	907	619	850	862	336	661	969	567	298	582
Total	3933	3810	3391	3173	3596	3537	3769	2486	2976	3587	3224	2747	3455

Tabela 3 – Média APVP da BR-101 de Palhoça a Garuva entre 2007 e 2019

2007-2019	APVP	%	Quantidade	Média APVP
Homens	34523	79%	1163	29,68
Mulheres	9160	21%	234	39,14
Total	43683	100%	1397	31,27

O ano de maior APVP é o de 2007, seguido de 2008 e então 2013. O gráfico deixa claro que houve uma queda do APVP ao longo dos 13 anos, contudo, há também uma tendência de novo aumento nos últimos anos, o que possui correspondência com o fato dos acidentes terem se apresentado mais violentos, de modo que mais vidas são perdidas por acidente.

Para esse cálculo foram considerados apenas os óbitos nos locais das ocorrências, registrados pela PRF. Mortes posteriores decorrentes de vítimas não terem resistido aos ferimentos não foram contabilizados pela falta de dados, o que nos leva a crer que as vidas

perdidas e, por consequência, os anos de vida perdidos, na rodovia podem ser muito maiores do que os apurados.

De acordo com o estudo de Botelho (2016), o qual analisou as rodovias federais de Santa Catarina entre 2007 e 2014, as médias de APVP ficaram entre 34,74 e 38,42 anos (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4 – APVP entre 2007 e 2014 por rodovia federal da malha viária de Santa Catarina

BR	Soma APVP	Percentual	IC 95%		Média APVP
			Inferior	Superior	
101	52595,4	33,63%	33,40%	33,87%	36,0242
116	13727,1	8,78%	8,64%	8,92%	36,9008
153	3192,7	2,04%	1,97%	2,11%	34,3301
158	1246,4	0,80%	0,75%	0,84%	35,6114
163	2674,8	1,71%	1,65%	1,78%	34,7377
280	10791	6,90%	6,78%	7,03%	37,7308
282	36613,9	23,41%	23,20%	23,62%	36,7241
470	35542,7	22,73%	22,52%	22,94%	38,4245

Fonte: Botelho (2016)

Para que possam ser feitas comparações, foi realizado o cálculo de APVP do trecho estudado de 2007 a 2014.

Tabela 5 – Média APVP da BR-101 de Palhoça a Garuva entre 2007 e 2014

2007-2014	APVP	%	Quantidade	Média APVP
Homens	21612	78%	763	28,32
Mulheres	6083	22%	161	37,78
Total	27695	100%	924	29,97

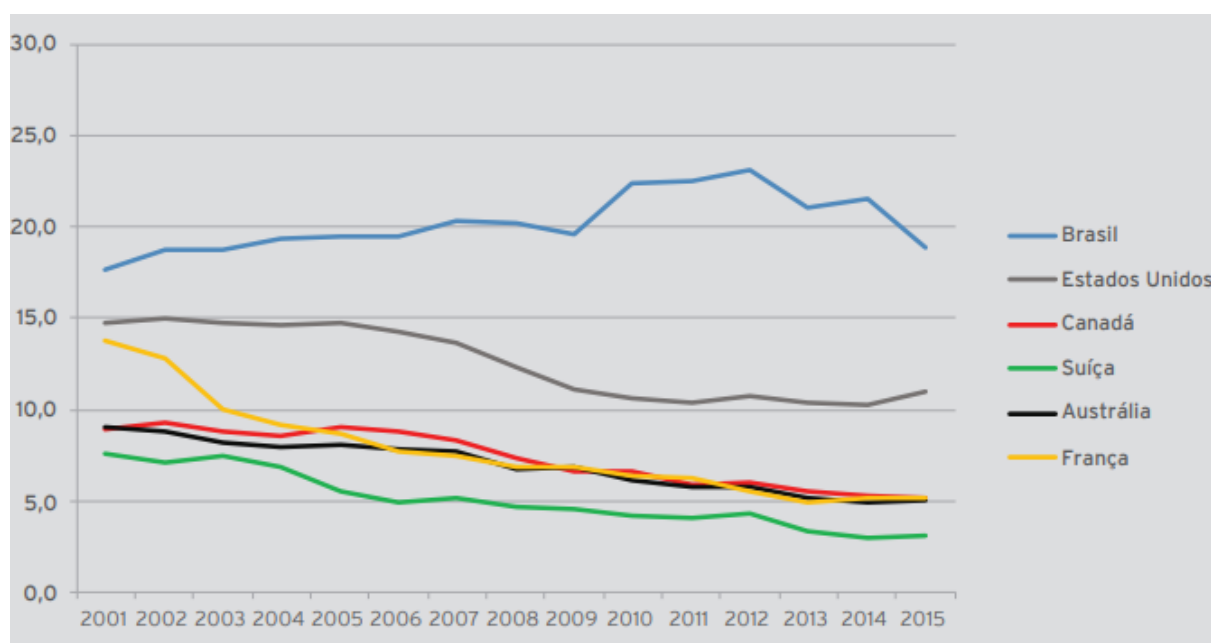
Dessa forma podem ser traçadas duas comparações. A primeira delas é considerando o APVP médio do período entre 2007 e 2014. Para a rodovia BR-101 como um todo tem-se o valor médio de 36,02 anos de vida perdidos, enquanto que para o trecho em estudo dessa mesma rodovia o valor médio é de 29,97 anos de vida perdidos, o que evidencia que menos anos de vida são perdidos do km 0,0 ao km 250,0, quando se compara com a rodovia como um todo.

Por outro lado, quando se considera o trecho em estudo entre 2007 e 2019, o valor é de 31,27 anos de vida perdidos, em média, o que mostra uma significativa piora quando considerados os últimos cinco anos junto na análise.

2.7 QUADRO EPIDEMIOLÓGICO DAS VÍTIMAS

Nesse capítulo serão analisadas as características das vítimas dos acidentes na rodovia, cujos dados envolvem 146.636 ocorrências de trânsito. Para tanto, serão analisadas as variáveis presentes no acidente que concernem às vítimas: estado físico, idade, tipo de envolvido e sexo. Serão exploradas estatísticas descritivas de cada uma, além de calculada a correlação das mesmas com o estado físico da vítima e a letalidade de cada categoria presente em uma variável. Em relação a outros países é claro o atraso temporal que o Brasil apresenta em termos de segurança nas rodovias, o que pode ser observado no índice de acidentes de transporte terrestre por cem mil habitantes entre países, visto no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Comparativo de mortos em acidentes no transporte terrestre por 100.000 habitantes-comparativo entre Brasil e países desenvolvidos – 2001-2015



Fonte: CNT (2018)

a) Estado Físico da Vítima

O estado físico das vítimas se divide em cinco categorias: “ignorado”, “ileso”, “lesões leves”, “lesões graves” e “mortos”. Quando computadas as quantidades de cada uma, desconsiderando a categoria “Ignorados” para que não haja distorções, tem-se 141.349 acidentes, dispostos da seguinte forma:

- 69,4% pertencente ao estado "ileso", ou seja, não sofreram ferimentos na ocorrência, o que pode ter como causa uma grande parcela de colisões de baixo potencial destrutivo;
- 23,9% apresenta-se a categoria "lesões leves";
- 5,7% estão na categoria "lesões graves";
- 1,0% dos acidentados vêm a óbito.

Nas rodovias federais brasileiras ocorreram 1,65 milhão de acidentes, de 2007 a 2017, com 83.481 mortos registrados (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018). Valores esses que resultam em 5,0% de mortos em acidentes ocorridos, uma porcentagem cinco vezes maior do que a registrada no trecho em estudo.

Em 2017, apesar do estado de Santa Catarina ser o segundo do país com mais acidentes apresentando vítimas, ele se encontra na quinta posição em se tratando de mortes, o que indica que a maioria dos acidentados se encontra nas categorias lesionados leves e graves, ao invés de mortes, comparativamente com outros estados federativos (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018).

No Quadro 13 a seguir o número de ignorados é computada a fim de se saber quantas vítimas se encaixam nessa situação, porém, o Gráfico 7 desconsidera essa categoria, pois estes podem estar em qualquer categoria, de modo que desvirtuariam as porcentagens.

Gráfico 7 – Estados físico das vítimas entre 2007-2019 em porcentagem

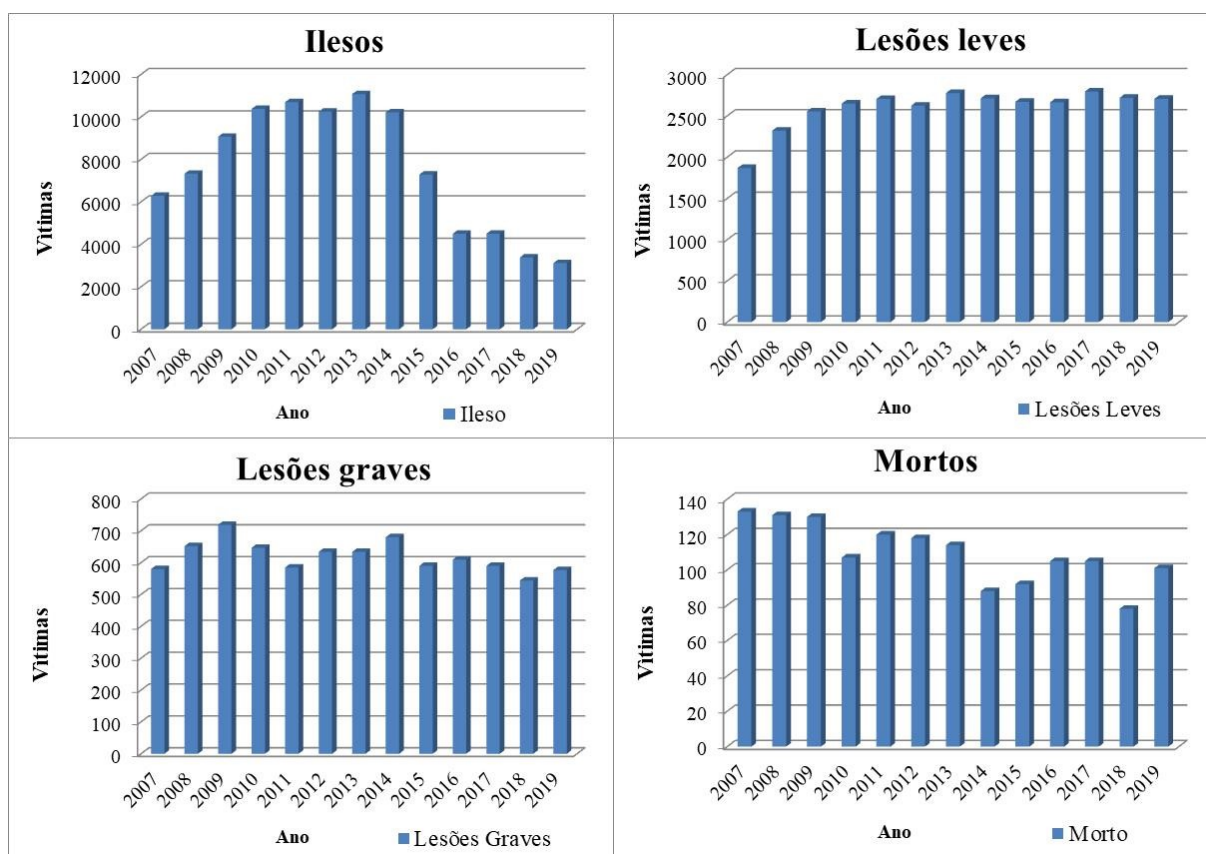


Quadro 13 – Estado físico das vítimas entre 2007-2019

Estado Físico	
Ignorado	5287
Ileso	98101
Lesões Leves	33784
Lesões Graves	8042
Morto	1422
Total Geral	146636

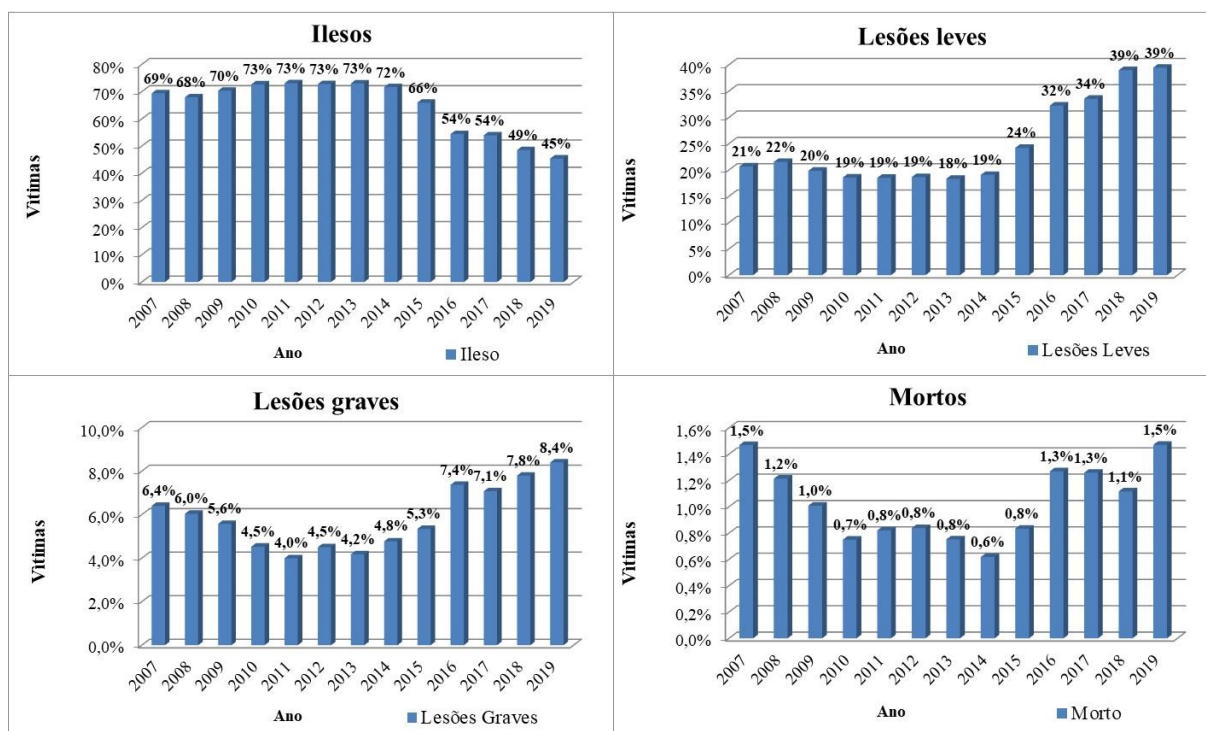
Quando plotadas as categorias em gráficos independentes ao longo do tempo consegue-se uma leitura mais apurada do comportamento das vítimas, verificando-se que apenas a categoria “ilesos” tem uma curva de comportamento como a do Gráfico 2 - Vítimas de 2007 a 2019. Quando analisadas as lesões leves, não só as mesmas não seguem a curva de comportamento, como também apresentam aumento ao longo dos anos. Já para lesões graves os números mantêm constância ao longo do tempo, não apresentando queda, apesar do número total de acidentes apresentar diminuição. Em relação aos mortos há uma tendência de leve diminuição desde 2007, porém pouco pronunciada, conforme pode ser verificado no Gráfico 8.

Gráfico 8 – Estados físico das vítimas entre 2007-2019 ao longo dos anos



Devido ao comportamento de cada categoria ser diferente em termos de números absolutos, os gráficos foram refeitos considerando a quantidade de cada categoria em relação ao total do ano de análise, a fim de se obter uma relação percentual dos eventos (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Estados físico das vítimas entre 2007-2019 ao longo dos anos em porcentagem



A perspectiva percentual evidencia comportamentos bastante distintos em relação aos números absolutos. Sob essa perspectiva apenas os acidentados ileso apresentam tendência de queda, sendo esse comportamento verificado apenas nos últimos cinco anos.

Em comparação as outras três categorias apresentam tendência de alta bastante acentuada nos últimos cinco anos, o que vai totalmente de encontro com o gráfico de vítimas totais. Ou seja, fica evidente que, apesar de estar ocorrendo menos acidentes na rodovia nos últimos anos, a gravidade dos mesmos está cada vez maior.

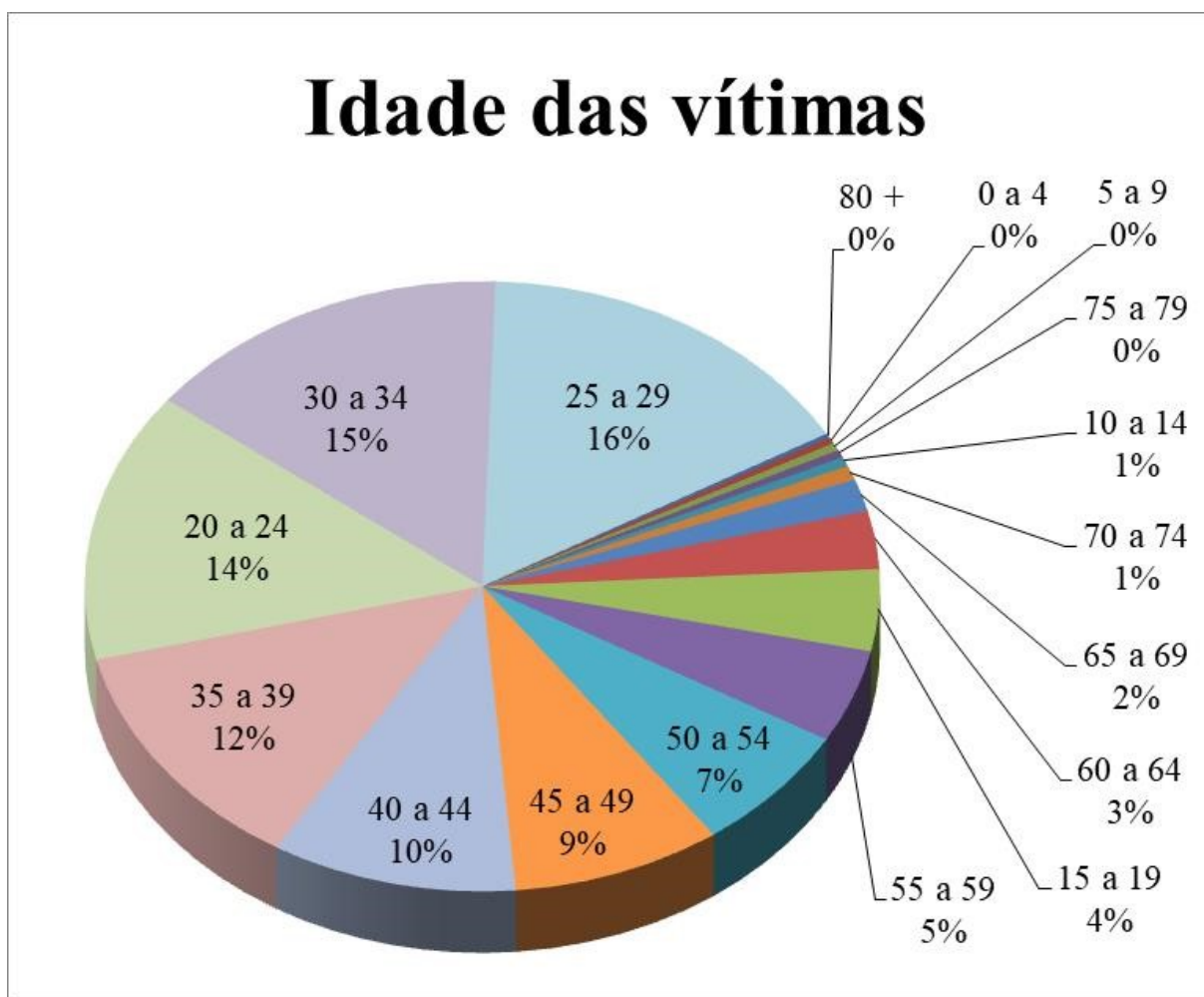
Apointa-se também para a porcentagem de mortos em relação ao total de acidentes, a qual voltou em 2019 a ser tão alta quanto o ano de valor mais alto anterior, datado em 2007: de 1,5% mortos por acidente.

Ressalta-se ainda como os percentuais de lesionados leves e de lesionados graves apresentam recorde histórico no ano de 2019 em relação a todo o período considerado, com tendência de aumento.

b) Idade

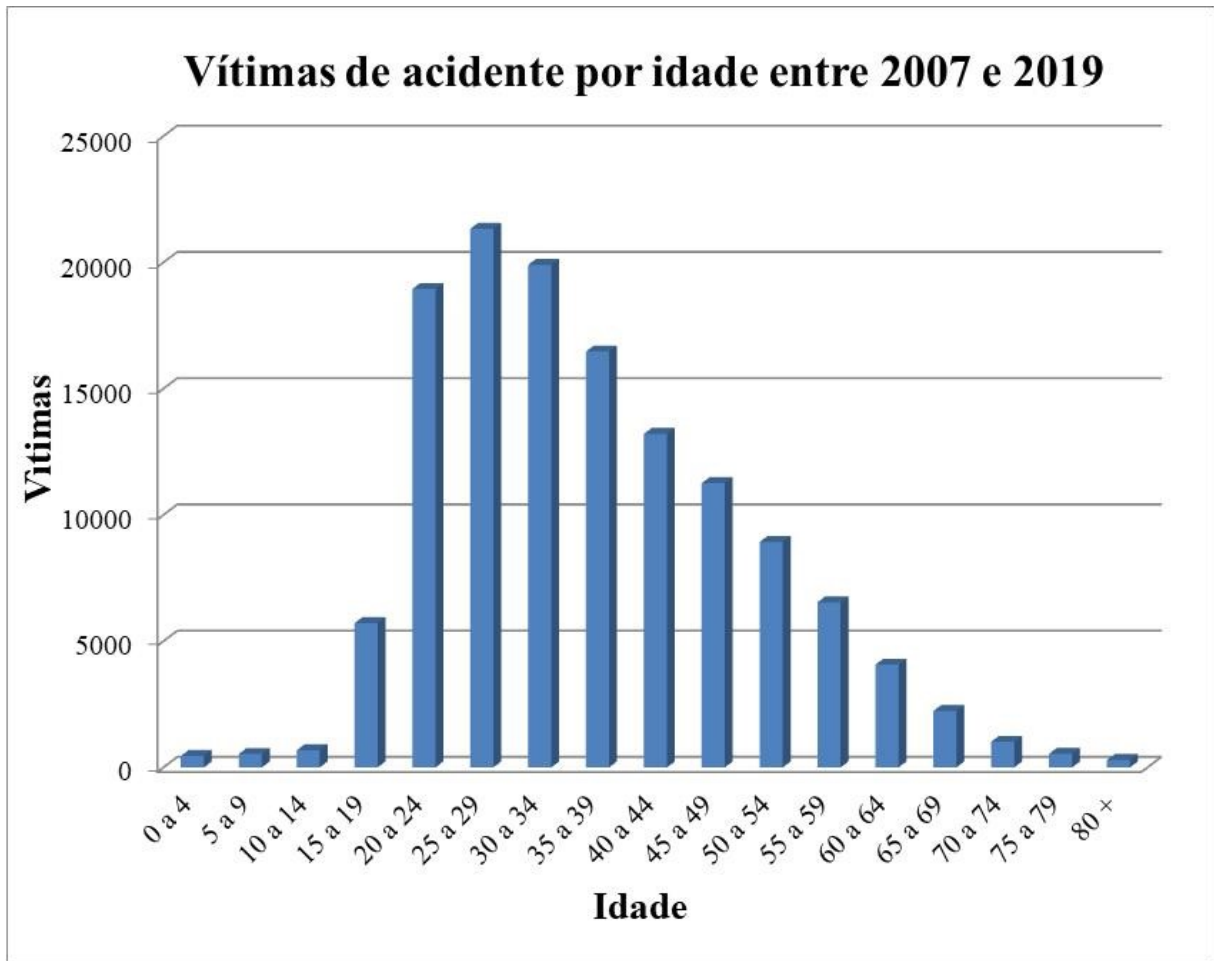
A idade das vítimas varia de 0 a 125 anos, devido a isso elas foram agrupadas para melhor visualização do comportamento da variável. O critério escolhido para análise foi dividir em intervalos etários correspondentes as mesmas utilizadas pelo IBGE, as quais são usadas para análises a respeito da população. O resultado da contribuição das faixas etárias pode ser observado no Gráfico 10.

Gráfico 10 – Idade das vítimas entre 2007-2019 em porcentagem



O maior somatório de vítimas se faz na faixa etária de 25 a 29 anos, seguido de perto pelas faixas adjacentes, de 20 a 24 e 30 a 34 anos, visto no Gráfico 11.

Gráfico 11 – Vítimas de acidente por idade entre 2007-2019



Para analisar a correlação da idade com o estado da vítima realiza-se o teste qui-quadrado entre os valores reais e esperados. O resultado numérico do teste retorna um p-valor de 0,000, denotando que há correlação entre variáveis, uma vez que é um resultado menor que 5%, que pode ser visualizado na Tabela 6.

Tabela 6 – Correlação idade e estado da vítima

Intervalo real					
Faixa Etária	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
0 a 4	116	285	43	10	454
5 a 9	79	402	48	5	534
10 a 14	87	488	89	12	676
15 a 19	2083	2865	675	80	5703
20 a 24	10887	6407	1440	181	18915
25 a 29	14666	5256	1217	140	21279
30 a 34	14503	4198	1009	154	19864
35 a 39	12404	3104	797	143	16448
40 a 44	10022	2388	653	134	13197
45 a 49	8695	1891	526	128	11240
50 a 54	6946	1455	406	97	8904
55 a 59	5201	1024	229	81	6535
60 a 64	3228	642	144	47	4061
65 a 69	1737	368	92	27	2224
70 a 74	774	163	54	18	1009
75 a 79	371	121	30	11	533
≥80	163	96	30	6	295
Total Geral	91962	31153	7482	1274	131871
Intervalo esperado					
Faixa Etária	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
0 a 4	317	107	26	4	454
5 a 9	372	126	30	5	534
10 a 14	471	160	38	7	676
15 a 19	3977	1347	324	55	5703
20 a 24	13191	4468	1073	183	18915
25 a 29	14839	5027	1207	206	21279
30 a 34	13852	4693	1127	192	19864
35 a 39	11470	3886	933	159	16448
40 a 44	9203	3118	749	127	13197
45 a 49	7838	2655	638	109	11240
50 a 54	6209	2103	505	86	8904
55 a 59	4557	1544	371	63	6535
60 a 64	2832	959	230	39	4061
65 a 69	1551	525	126	21	2224
70 a 74	704	238	57	10	1009
75 a 79	372	126	30	5	533
≥80	206	70	17	3	295
Total Geral	91962	31153	7482	1274	131871
p-valor = 0,000					

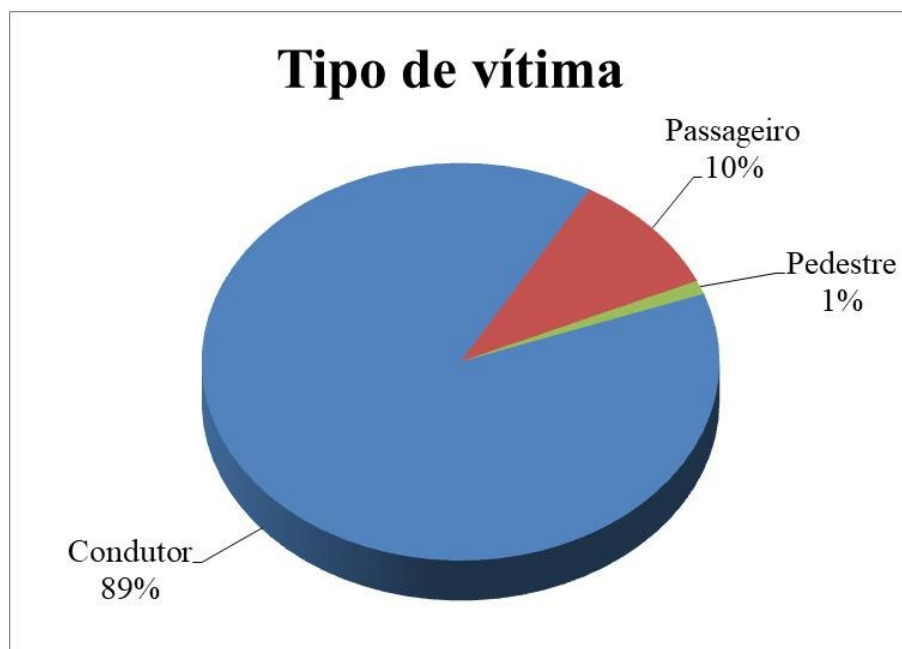
Em relação à letalidade na idade das vítimas, observa-se que os grupos de adultos jovens apresentam mais vítimas fatais em números absolutos ao passo que possuem também menor letalidade, o que poderia ser explicado pela maior resistência física desse intervalo de idades (Tabela 7).

Tabela 7 – Letalidade da idade

Faixa Etária	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
0 a 4	10	454	0,01%	2,20%
5 a 9	5	534	0,00%	0,94%
10 a 14	12	676	0,01%	1,78%
15 a 19	80	5703	0,06%	1,40%
20 a 24	181	18915	0,14%	0,96%
25 a 29	140	21279	0,11%	0,66%
30 a 34	154	19864	0,12%	0,78%
35 a 39	143	16448	0,11%	0,87%
40 a 44	134	13197	0,10%	1,02%
45 a 49	128	11240	0,10%	1,14%
50 a 54	97	8904	0,07%	1,09%
55 a 59	81	6535	0,06%	1,24%
60 a 64	47	4061	0,04%	1,16%
65 a 69	27	2224	0,02%	1,21%
70 a 74	18	1009	0,01%	1,78%
75 a 79	11	533	0,01%	2,06%
≥80	6	295	0,00%	2,03%
Total Geral	1274	131871	0,97%	0,97%

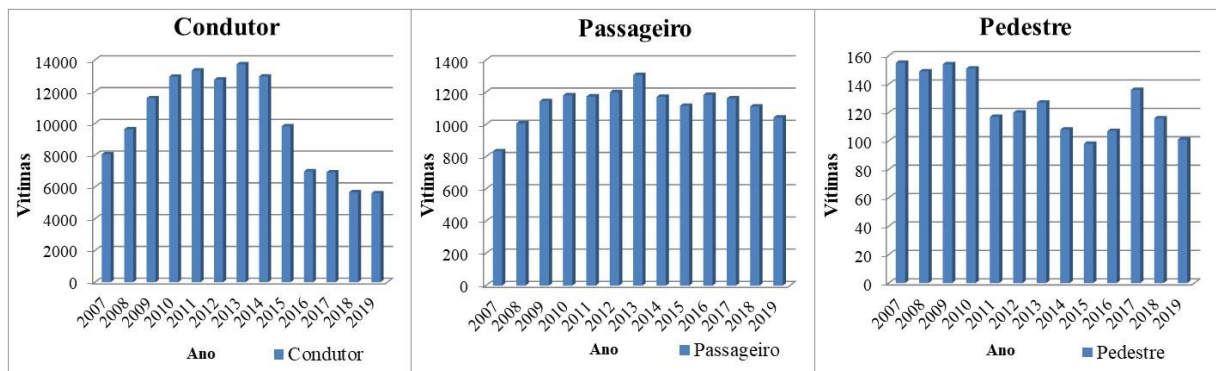
c) Tipo de Envolvido

Gráfico 12 – Tipo de vítima entre 2007-2019 em porcentagem



Nesta variável têm-se condutores, passageiros e pedestres. Pelo Gráfico 13, a maioria dos envolvidos é de condutores (89%), com menor participação de passageiros e pedestres.

Gráfico 13 - Tipo de vítima entre 2007-2019 ao longo dos anos



Ao colocar os dados em gráficos ao longo do tempo, verifica-se que a curva de condutor possui o mesmo comportamento que à do Gráfico 2 - Vítimas de 2007 a 2019. Todavia, nos outros dois gráficos esse fenômeno não se repete.

A respeito dos passageiros tem-se que a número de acidentados apresenta-se bastante estável ao longo do tempo, enquanto o gráfico de pedestres mostra uma pequena diminuição de ocorrências, com uma curva de comportamento também diferente da do Gráfico 2 - Vítimas de 2007 a 2019.

Quanto ao teste qui-quadrado entre o estado físico e o tipo de envolvido, o p-valor encontrado é de 0,000, evidenciando a correlação entre essas duas variáveis, a qual é claramente evidente quando se observa a categoria de pedestres. Nelas, as vítimas acometidas de algum incidente morrem trinta vezes mais do que o esperado (482 mortes ao invés de 16), sofrendo lesões graves em torno de seis vezes mais do que o esperado, além de pouquíssimas vítimas saindo ilesas do evento, o que mostra como políticas estratégicas para diminuir esse tipo de envolvimento são importantes (Tabela 8).

De fato, estudos de mortalidade de pedestres mostram que esses valores são bem elevados, representando 26,5% das mortes do Brasil em acidentes de trânsito (FERNANDES.; BOING, 2019)

Outro ponto interessante é o número de lesionados e mortos da categoria passageiro, que é superior ao esperado, enquanto ocorre o inverso na categoria condutor.

Salienta-se que as categorias “Vítima” e “Cavaleiro” não foram consideradas, pois distorceriam o teste qui-quadrado, dado que apresentam quantidade de dados escassa.

Tabela 8 – Tipo de envolvido X Estado da vítima

Intervalo real					
Envolvido	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Condutor	96306	22722	5429	735	125192
Passageiro	1750	10555	2012	205	14522
Pedestre	42	503	599	482	1626
Total Geral	98098	33780	8040	1422	141340
Intervalo esperado					
Envolvido	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Condutor	86890	29921	7121	1260	125192
Passageiro	10079	3471	826	146	14522
Pedestre	1129	389	92	16	1626
Total Geral	98098	33780	8040	1422	141340
p-valor = 0,000					

Analisando-se as letalidades (Tabela 9), a de pedestres mostra-se 29 vezes mais elevada do que a média, além de 50 vezes mais elevada do que para condutores. Além disso, a letalidade de passageiros apresenta-se 2,5 vezes maior do que a de condutores, o que poderia ser explicado pela presença de pessoas mais frágeis que não dirigem o carro na situação de passageiro, como pessoas em idades tenras, ou ainda idosas, porém essa hipótese carece de mais estudos.

Tabela 9 – Letalidade do tipo de envolvido

Envolvido	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Condutor	735	125192	51,69%	0,59%
Passageiro	205	14522	14,42%	1,41%
Pedestre	482	1626	33,90%	29,64%
Total Geral	1422	141340	100,00%	1,01%

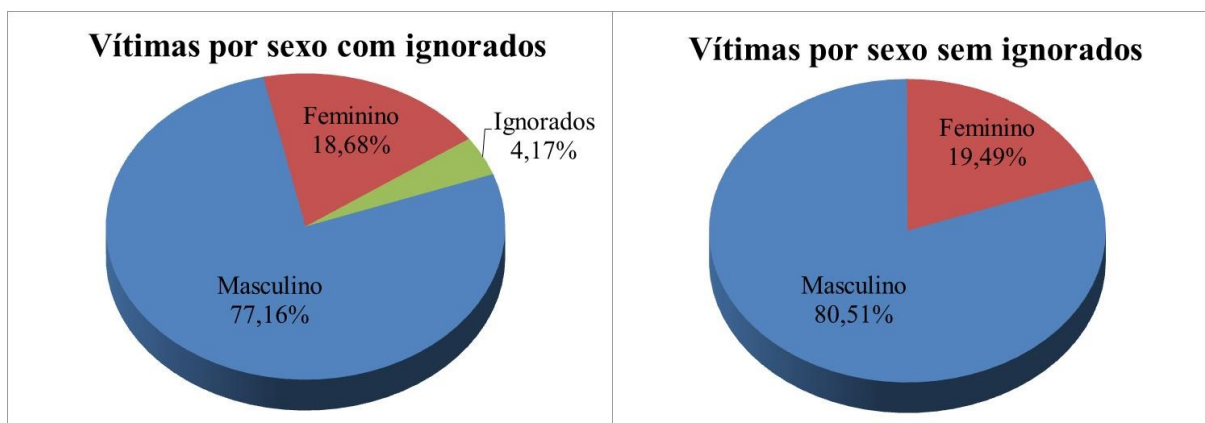
Chagas (2011) mostra que pedestres possuem como fator preponderante para a ocorrência de acidentes a pressa, posicionamento indevido e deslocamento de forma descuidada. Dessa forma, medidas que evitem ao máximo o trânsito de pessoas na via são sugestivamente benéficas para a minoração do número de mortes.

d) Sexo

Quando dividido por sexo, o resultado mostra o percentual masculino de vítimas superou o feminino, situação passível de várias origens, desde imprudência a maior quantidade de motoristas deste sexo na rodovia, ou ainda contribuição concomitante delas. Além disso, 4,17% dos registros da PRF não possuem a informação do sexo da vítima, por

isso esses dados foram excluídos para uma melhor leitura do quadro. Resulta-se, assim, em 19,49% das vítimas do sexo feminino e 81,51% do sexo masculino. (Gráfico 14).

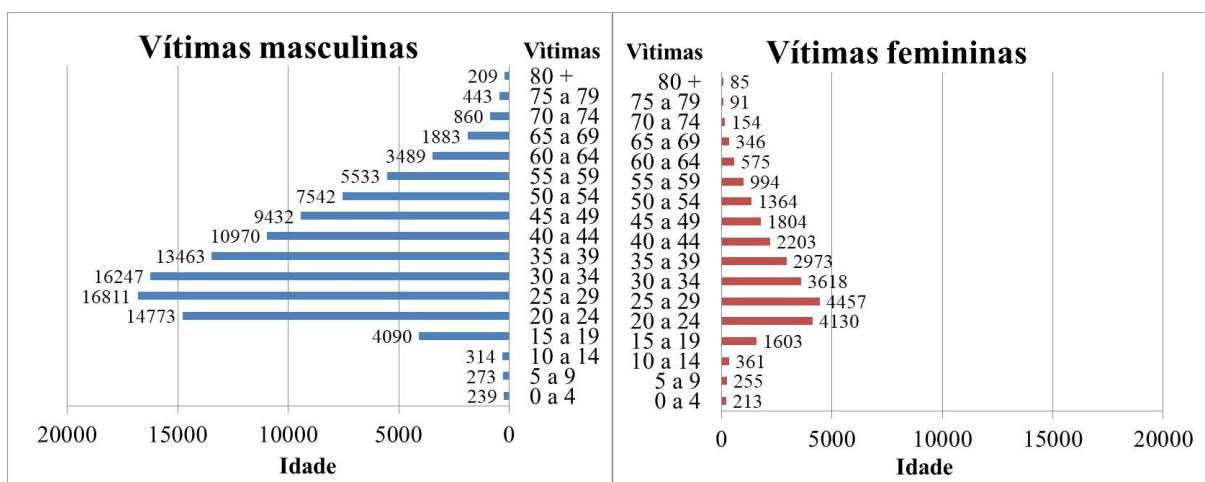
Gráfico 14 – Sexo das vítimas entre 2007-2019 em porcentagem



A maioria das vítimas serem masculinas está de acordo com os dados de outras pesquisas, como a de (DIAS *et al.*, 2017), a qual estudou o atendimento de emergência de 935 acidentes de trânsito, os quais compõem 1.075 vítimas, na zona urbana da cidade de Sobral, no Ceará. Dessas vítimas, 68% eram masculinas e 32% femininas.

Para maior acurácia, separou-se o sexo por faixa etária. Os gráficos mostram que a contribuição por sexo apresenta o mesmo comportamento da curva para ambos os sexos, ou seja, as faixas etárias em que ocorrem mais e menos ocorrências são as mesmas, não evidenciando uma mudança de comportamento entre acidentados e idade por sexo. Contudo, é notável que a quantidade de vítimas em cada sexo é bastante diferente. (Gráfico 15).

Gráfico 15 – Sexo das vítimas entre 2007-2019 em categorias

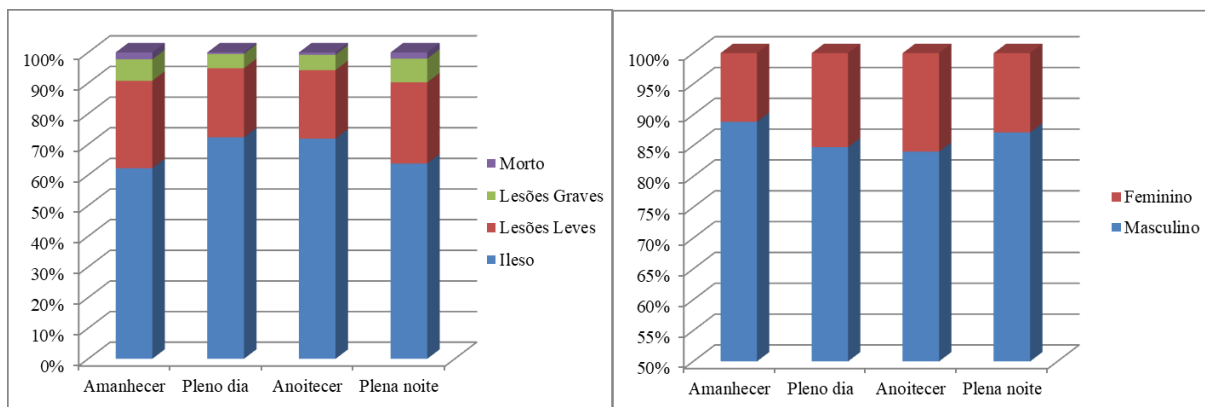


No teste qui-quadrado confirma-se que os acidentes que ocorrem com condutores do sexo feminino são principalmente de baixo potencial lesivo, enquanto que com condutores do sexo masculino são de maior potencial. O p-valor dessa análise é de 0,000, mostrando evidência entre variáveis. Isso é facilmente observável na Tabela 6, com homens tendo muito mais registros de óbitos e lesões graves do que o esperado. Percentualmente homens também se acidentam mais em períodos mais perigosos do dia, o que pode ter como causa uma maior participação masculina de condutores no período noturno. Os dados podem ser vistos no Gráfico 16.

Tabela 10 – Conductor por sexo X Estado da vítima

Intervalo real					
Sexo	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Feminino	13015	4200	712	49	17976
Masculino	81905	18450	4690	672	105717
Total Geral	94920	22650	5402	721	123693
Intervalo esperado					
Sexo	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Feminino	12213	2914	695	93	17976
Masculino	71823	17139	4088	546	105717
Total Geral	94920	22650	5402	721	123693
p-valor = 0,000					

Gráfico 16 – Período do dia X Estado físico e Período do dia X vítimas por sexo



Já na divisão por sexo entre condutores, a letalidade mostra-se 2,37 vezes mais elevada para o sexo masculino em relação ao feminino. Além disso, as 672 mortes masculinas representam 93,2% das mortes quando consideradas as duas categorias (Tabela 7), o que mostra que homens são as maiores vítimas de acidentes de trânsito, dado que está de acordo com as estatísticas apontadas por outros trabalhos, como de Melo et al. (2018), o qual aponta em seu estudo que homens são 82% dos óbitos em acidentes de trânsito.

Tabela 11 – Letalidade do condutor, por sexo

Sexo	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Feminino	49	17976	6,80%	0,27%
Masculino	672	105717	93,20%	0,64%
Total Geral	721	123693	100,00%	0,58%

2.8 ANÁLISE DOS ACIDENTES

A seguir serão analisadas as variáveis que compõem os 70.151 acidentes, número menor que o de vítimas, pois mais de uma vítima pode compor um único acidente. A análise é assim realizada para que as condições que formaram o acidente fossem representadas pelo acidente, não pelo número de vítimas do mesmo, pois isso poderia distorcer as estatísticas, já que pode haver, por exemplo, um a cinco ocupantes dentro de um carro de passeio para um mesmo acidente.

Serão analisadas as variáveis formadoras dos acidentes: local, mês de ocorrência, dia da semana do evento, horário, período do dia, causa do acidente, tipo de acidente, sentido da via, condições meteorológicas, pista, traçado da via e tipo de veículo.

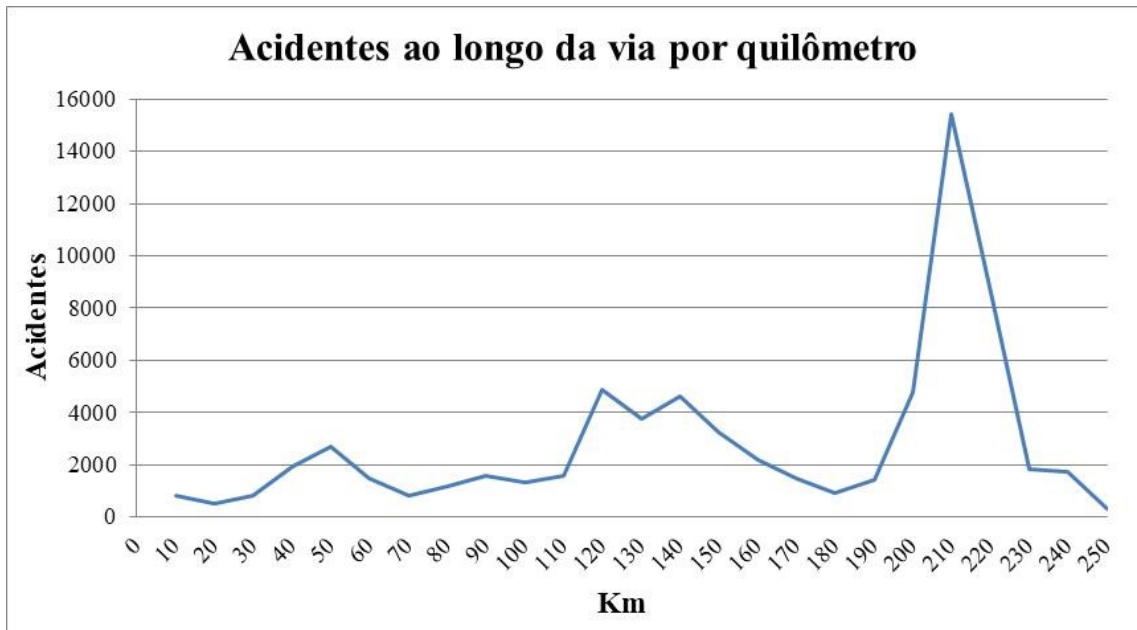
Também serão exploradas as estatísticas de cada uma, além de calculada a correlação das mesmas com o estado físico da vítima e a letalidade de cada categoria presente em uma variável, tal qual foi realizado na análise epidemiológica.

É importante destacar que existe uma interação entre três fatores que contribuem na formação dos acidentes: fator humano, fator veicular e fator veicular-ambiental. Para condições neozelandesas e australianas há preponderância de fator humano em 95% dos casos, sendo que 24% resultam da interação do homem com o viário ambiental, e 4% da interação do homem com o veículo. No Brasil se considera que 70% dos acidentes possuem causa humana, 20% causa ambiental e 10% causa veicular (SALVADOR, 2009).

a) Local

O local onde se encontra um acidente é expresso pela quilometragem da rodovia nos registros da Polícia Militar. No Gráfico 17 pode-se perceber que há três picos principais de ocorrências, por volta do quilômetro 50,0, 130,0 e 210,0, regiões de Joinville, Balneário Camboriú e Grande Florianópolis, respectivamente, situação que poderá ser melhor analisada posteriormente por meio de estudos georreferenciados.

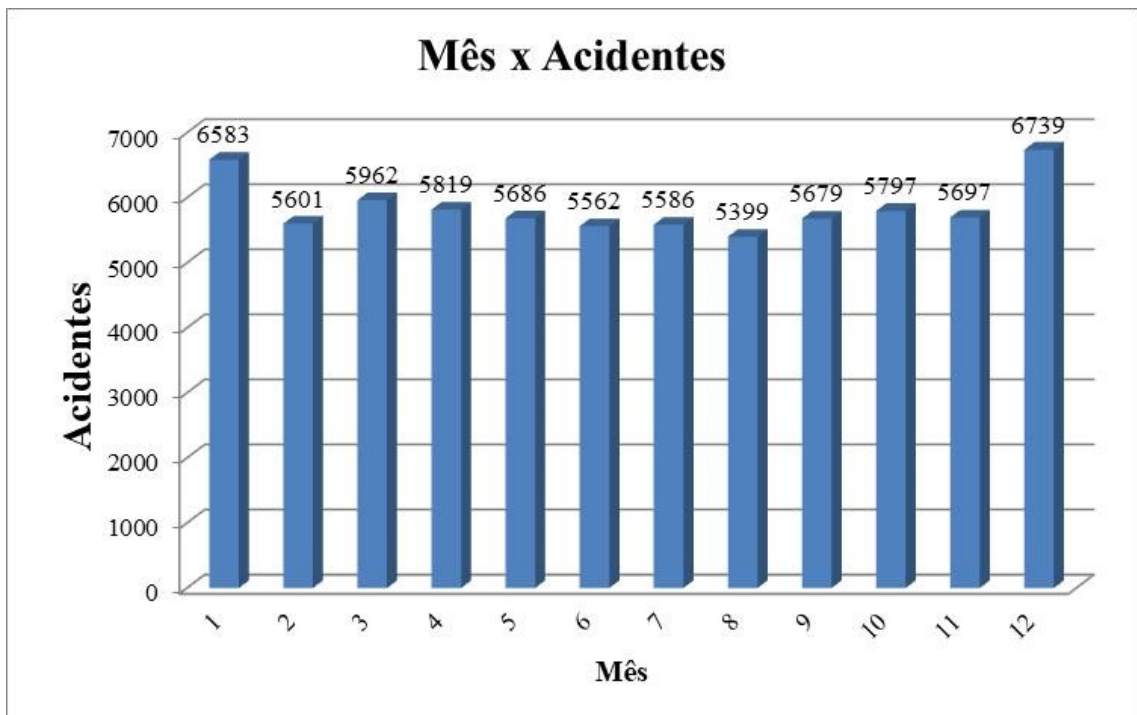
Gráfico 17 - Acidentes ao longo da via por quilômetro



b) Meses

Os dados registram treze anos de acidentes em Santa Catarina, os quais são distribuídos ao longo dos meses, de janeiro a dezembro (Gráfico 18).

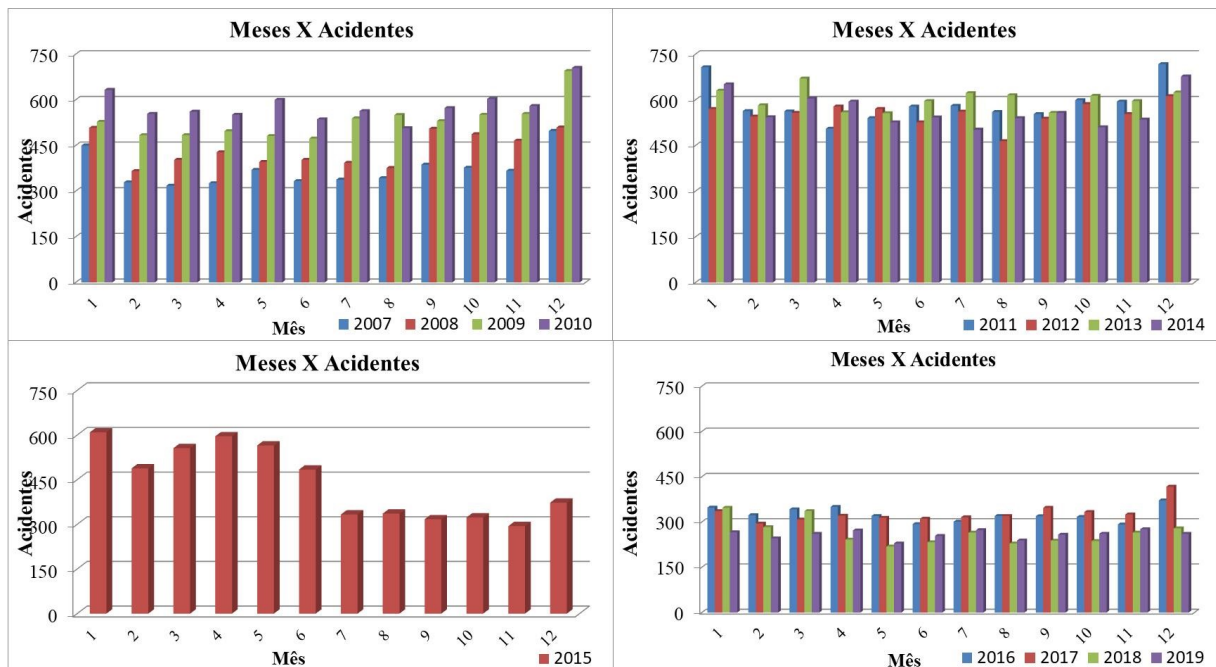
Gráfico 18 – Acidentes ao longo dos meses e por ano



Ocorrem mais acidentes nos meses de dezembro e janeiro, meses tipicamente de festas e férias, quando observa-se também um maior volume de tráfego nas rodovias e em especial na BR-101.

No entanto, além disso, como pode ser observado no Gráfico 19, há um aumento do número de ocorrências nos primeiros quatro anos, de 2007 a 2010 uma estabilização dos valores nos próximos quatro, de 2011 a 2014, e uma queda abrupta em 2015, seguido de maior queda e estabilização nos quatro anos finais, de 2016 a 2019.

Gráfico 19 – Acidentes ao longo dos meses e anos



É observável por meio do gráfico 19 que alguma mudança relacionada à rodovia ocorreu no ano de 2015, pois o gráfico se comporta até junho como o período anterior, de 2011 a 2014, a partir de julho comporta-se como o período posterior, de 2016 a 2019.

Quando se realiza o teste qui-quadrado é retornado um p-valor de 0,000, indicando correlação do estado da vítima e o mês de ocorrência. A letalidade se mostra maior nos meses de maio, junho e julho, meses em que o número de mortes reais é superior ao número de mortes esperadas (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12 – Meses X Estado da vítima

Intervalo real					
Mês	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Janeiro	9976	3146	661	112	13895
Fevereiro	8000	2705	598	110	11413
Março	8215	2925	697	120	11957
Abril	7982	2912	707	113	11714
Mai	7720	2695	651	142	11208
Junho	7576	2575	642	122	10915
Julho	7921	2475	647	144	11187
Agosto	7376	2541	663	113	10693
Setembro	7814	2752	661	101	11328
Outubro	7899	2769	697	109	11474
Novembro	7789	2856	645	99	11389
Dezembro	9833	3433	773	137	14176
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
Intervalo esperado					
Mês	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Janeiro	9644	3321	791	140	13895
Fevereiro	7921	2728	649	115	11413
Março	8299	2858	680	120	11957
Abril	8130	2800	666	118	11714
Mai	7779	2679	638	113	11208
Junho	7575	2609	621	110	10915
Julho	7764	2674	636	113	11187
Agosto	7421	2556	608	108	10693
Setembro	7862	2708	645	114	11328
Outubro	7963	2742	653	115	11474
Novembro	7904	2722	648	115	11389
Dezembro	9839	3388	807	143	14176
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
p-valor = 0,000					

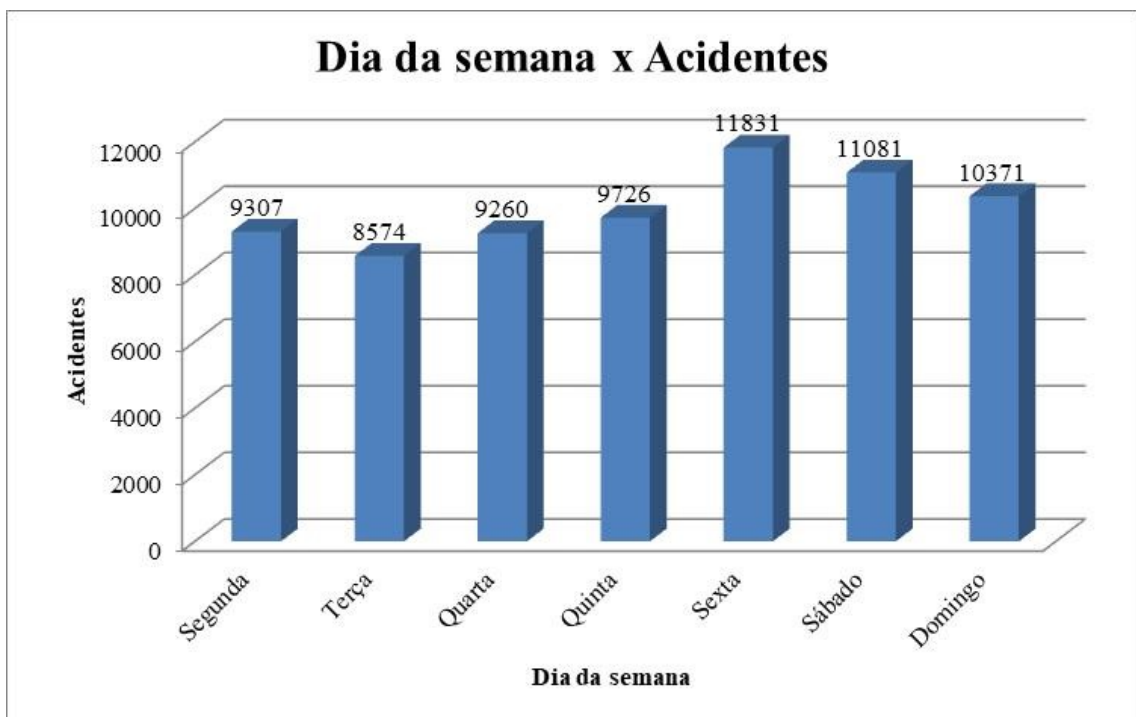
Tabela 13 – Letalidade dos meses

Mês	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Janeiro	112	13895	0,08%	0,81%
Fevereiro	110	11413	0,08%	0,96%
Março	120	11957	0,08%	1,00%
Abril	113	11714	0,08%	0,96%
Mai	142	11208	0,10%	1,27%
Junho	122	10915	0,09%	1,12%
Julho	144	11187	0,10%	1,29%
Agosto	113	10693	0,08%	1,06%
Setembro	101	11328	0,07%	0,89%
Outubro	109	11474	0,08%	0,95%
Novembro	99	11389	0,07%	0,87%
Dezembro	137	14176	0,10%	0,97%
Total Geral	1422	141349	1,01%	1,01%

c) Dias Da Semana

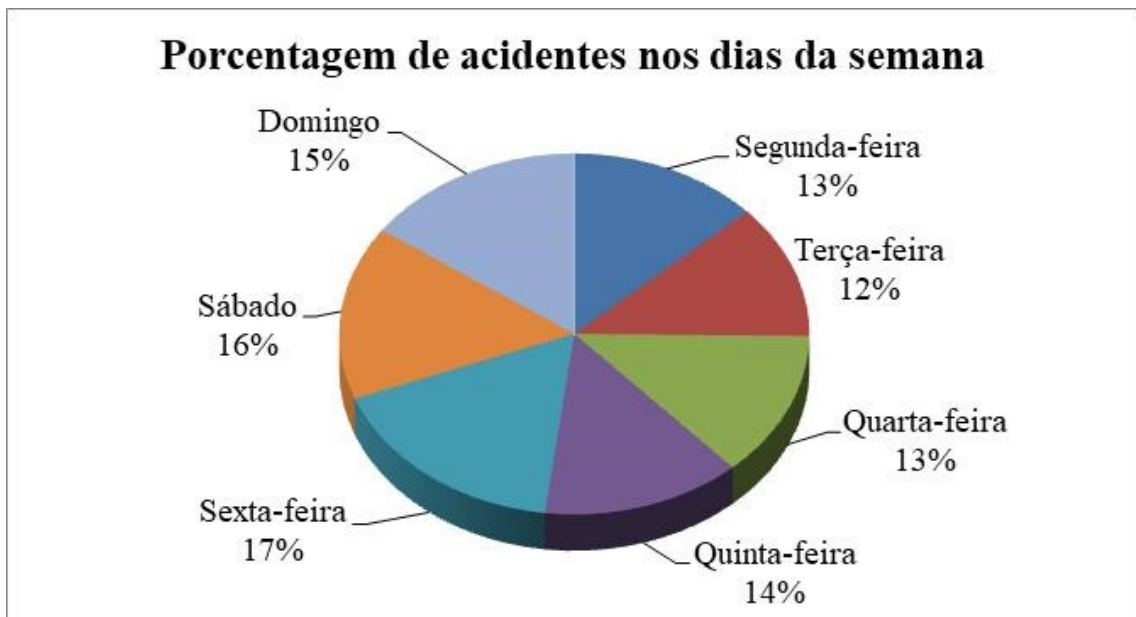
Dentro de cada mês ocorre outro fenômeno que se repete: as semanas. O número de acidentes é então computado para cada um dos dias da semana (Gráfico 20). Observa-se que o fenômeno registrado está de acordo com o esperado: um maior número de acidentes nos dias que englobam o fim de semana. Cabe ressaltar que a sexta-feira não é pertencente ao fim de semana, porém este dia apresenta impacto do fim de semana.

Gráfico 20 - Dia da semana x Acidentes



De segunda-feira à quinta-feira a distribuição se dá de forma mais equilibrada, com a terça-feira apresentando o menor número de acidentes. Por outro lado, o aumento é substancial no fim de semana.

Gráfico 21 - Horário X Acidentes



O teste do qui-quadrado para os dias da semana retorna p-valor igual a 0,000, indicando que há correlação de variáveis. De fato, a Tabela 14 a seguir mostra que o sábado, em relação ao número total, apresenta mortes e vítimas em estado grave com maior número do que o esperado. Além de o sábado ser o dia com o maior número de vítimas fatais, apresenta também maior letalidade (Tabela 15).

Tabela 14 – Dia da semana X Estado da vítima

Intervalo real					
Dia da Semana	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Segunda	13120	4410	1024	195	18749
Terça	12108	3932	866	147	17053
Quarta	13333	4075	911	150	18469
Quinta	14091	4262	966	143	19462
Sexta	17697	5134	1224	237	24292
Sábado	14140	5929	1542	288	21899
Domingo	13612	6042	1509	262	21425
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
Intervalo esperado					
Dia da Semana	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Segunda	13012	4481	1067	189	18749
Terça	11835	4076	970	172	17053
Quarta	12818	4414	1051	186	18469
Quinta	13507	4652	1107	196	19462
Sexta	16859	5806	1382	244	24292
Sábado	15199	5234	1246	220	21899
Domingo	14870	5121	1219	216	21425
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
p-valor = 0,000					

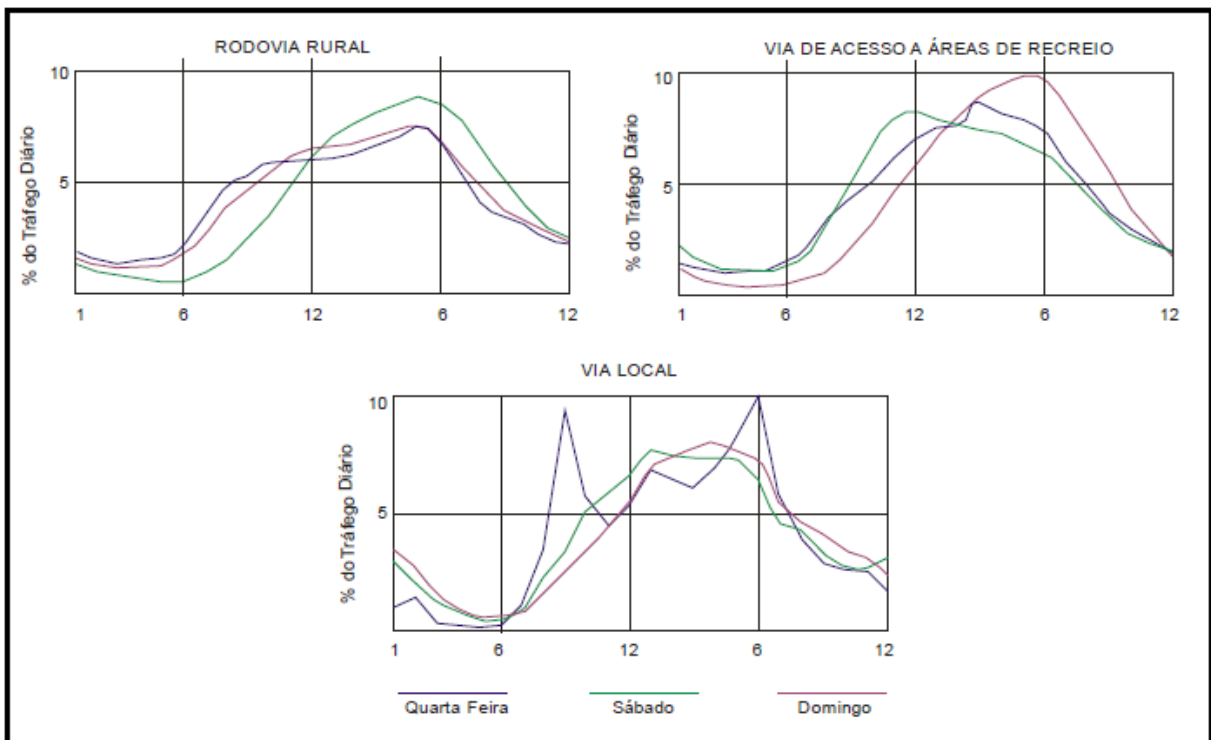
Tabela 15 – Letalidade do dia da semana

Dias da semana	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Segunda	195	19331	13,18%	1,01%
Terça	147	17613	12,01%	0,83%
Quarta	150	19141	13,05%	0,78%
Quinta	143	20169	13,75%	0,71%
Sexta	237	25162	17,16%	0,94%
Sábado	288	22862	15,59%	1,26%
Domingo	262	22358	15,25%	1,17%
Total Geral	1422	146636	100,00%	0,97%

d) Horário

Como mostrado no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), os maiores volumes de veículos numa via dependem do dia e local, mas tendem a manter estabilidade em um mesmo local e dia da semana. O Gráfico 22 apresenta resultados de levantamentos feitos nos Estados Unidos para rodovias rurais, vias de acesso a áreas de recreação e vias locais, em dia típico, sábado e domingo, situações essas tidas como semelhantes às do Brasil no próprio manual.

Gráfico 22 - Variações horárias típicas em vias americanas

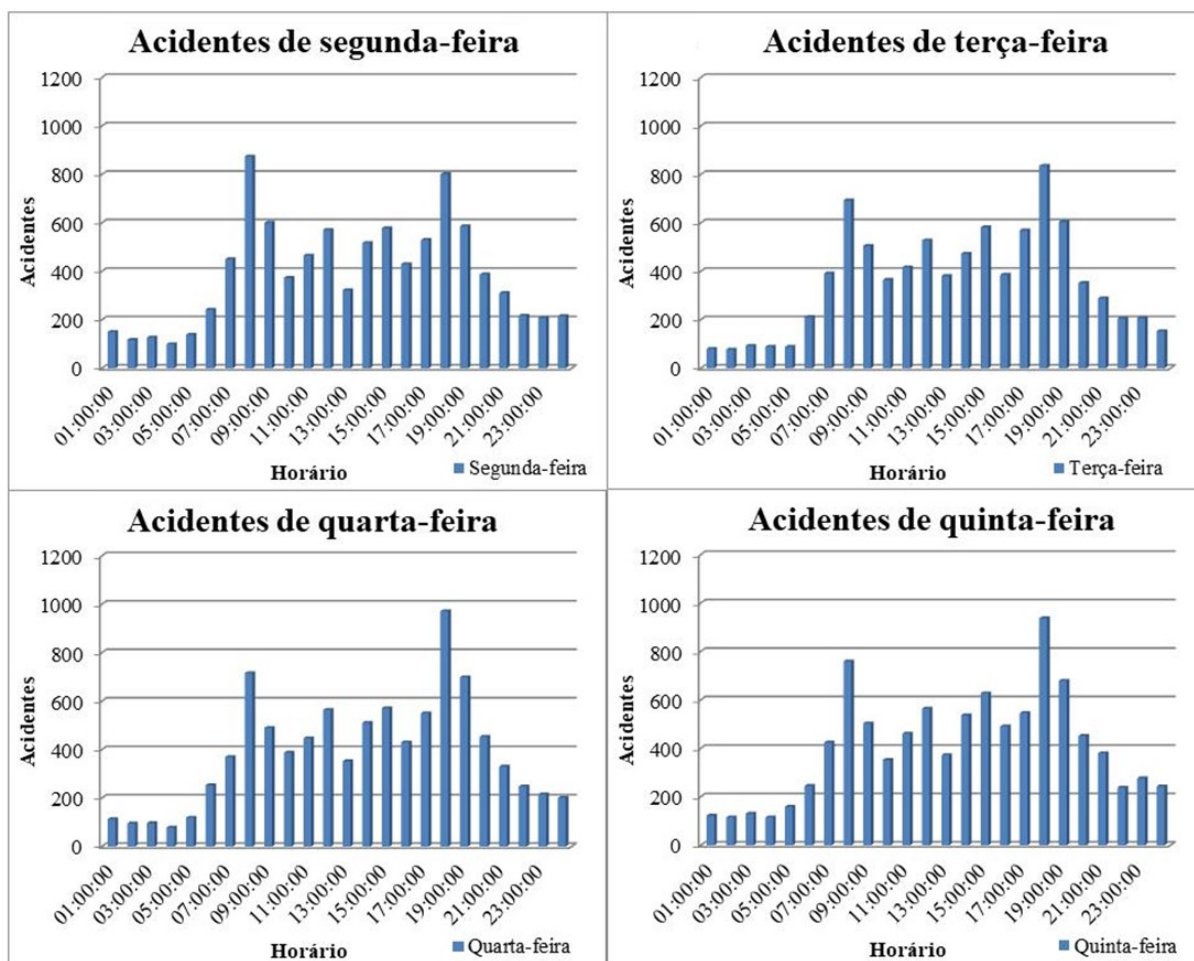


Fonte: adaptado do Manual de Estudo de Tráfego do DNIT (2006)

Dessa forma, como os dias ao longo da semana possuem dinâmicas de fluxo de trânsito diferentes, o mesmo deve ocorrer com a quantidade de acidentes, logo, uma análise mais apurada deve ser realizada considerando-se o horário das ocorrências, em cada um dos dias (Gráficos 21 e 22).

Os dias de terça-feira à quinta-feira são considerados típicos pela dinâmica de horário comercial. Nestes, é notável como o comportamento de acidentes se assemelha com o comportamento de fluxo de tráfego do manual do DNIT, sendo a quantidade de acidentes por volta das 18 horas, a exceção da segunda-feira, mais acentuada. É destaque também o período da manhã, com outro pico por volta das 8 horas. Nas segundas-feiras tem-se o maior pico no período da manhã.

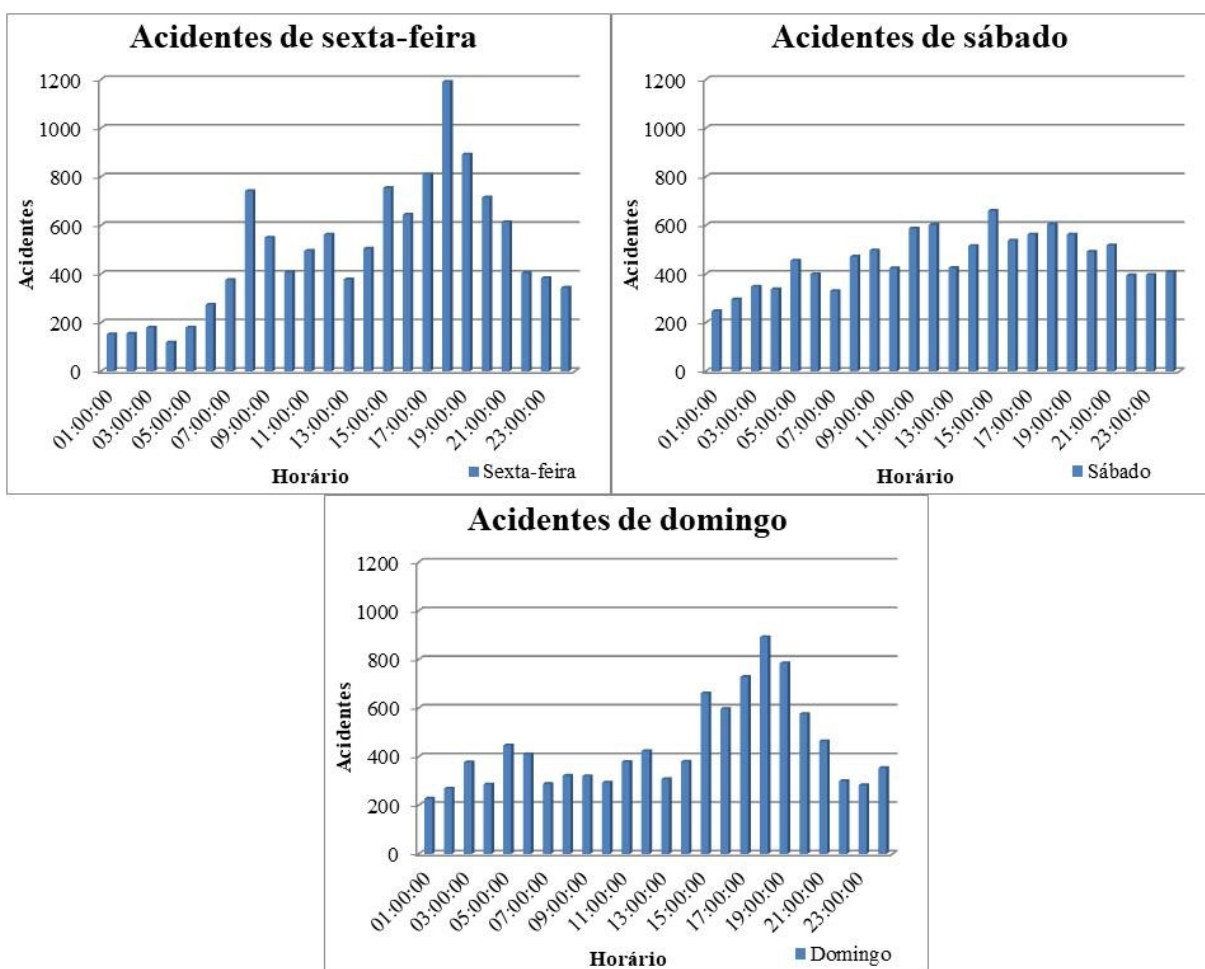
Gráfico 23 - Horário x Acidentes de segunda a quinta-feira (2007-2019)



Sexta-feira, sábado e domingo apresentam dinâmicas diferentes dos outros quatro dias devido ao fim de semana. No final do expediente da sexta-feira tem-se o maior pico de

acidentes de todos horários de todos os dias, também por volta das 18 horas. É observável também que os acidentes ocorrem de maneira bastante distribuída ao longo do sábado. Já o domingo, apesar de apresentar um pico vespertino que se assemelha a de um dia típico na semana, não apresenta um pico matinal. É importante também ressaltar que o período da madrugada de sábado e domingo apresenta maiores valores de quantidade de acidentes em comparação com os dias da semana, o que poderia ser reflexo da vida noturna mais acentuada do dia anterior.

Gráfico 24- Horário x Acidentes de sexta-feira a domingo (2007-2019)



A frequência de acidentes ao longo dos horários levanta a possibilidade de diferentes gravidades. Para tanto o teste qui-quadrado é usado para elucidar melhor essa questão. O valor retornado pelo teste é de 0,000, o que indica correlação do estado da vítima com o horário em que ocorre o acidente (Tabela 16).

Tabela 16 – Horário X Estado da vítima (2007-2019)

Intervalo real					
Horário	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
00:00:00	2040	947	300	74	3361
01:00:00	1081	562	152	59	1854
02:00:00	989	557	196	55	1797
03:00:00	1129	664	207	72	2072
04:00:00	964	629	177	61	1831
05:00:00	1343	927	280	67	2617
06:00:00	2175	1040	264	92	3571
07:00:00	3242	1445	312	40	5039
08:00:00	6655	2303	434	42	9434
09:00:00	5221	1465	301	31	7018
10:00:00	4100	1053	208	26	5387
11:00:00	5209	1416	288	30	6943
12:00:00	5683	1800	386	40	7909
13:00:00	3575	1287	285	23	5170
14:00:00	5097	1646	355	47	7145
15:00:00	6772	2146	424	39	9381
16:00:00	5554	1561	374	31	7520
17:00:00	6561	2036	413	36	9046
18:00:00	9870	2949	661	91	13571
19:00:00	7552	2181	523	102	10358
20:00:00	5002	1642	434	91	7169
21:00:00	3710	1442	415	122	5689
22:00:00	2362	1064	346	78	3850
23:00:00	2215	1022	307	73	3617
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
Intervalo esperado					
Horário	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
00:00:00	2333	803	191	34	3361
01:00:00	1287	443	105	19	1854
02:00:00	1247	430	102	18	1797
03:00:00	1438	495	118	21	2072
04:00:00	1271	438	104	18	1831
05:00:00	1816	625	149	26	2617
06:00:00	2478	854	203	36	3571
07:00:00	3497	1204	287	51	5039
08:00:00	6548	2255	537	95	9434
09:00:00	4871	1677	399	71	7018
10:00:00	3739	1288	306	54	5387
11:00:00	4819	1659	395	70	6943
12:00:00	5489	1890	450	80	7909
13:00:00	3588	1236	294	52	5170
14:00:00	4959	1708	407	72	7145
15:00:00	6511	2242	534	94	9381
16:00:00	5219	1797	428	76	7520
17:00:00	6278	2162	515	91	9046
18:00:00	9419	3244	772	137	13571
19:00:00	7189	2476	589	104	10358
20:00:00	4976	1713	408	72	7169
21:00:00	3948	1360	324	57	5689
22:00:00	2672	920	219	39	3850
23:00:00	2510	865	206	36	3617
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
p-valor = 0,000					

Ao realizar a análise da letalidade de cada horário consegue-se perceber que os horários sem luz solar apresentam maior letalidade, uma faixa aproximada entre 19h e 6h, devido à mudança de irradiação solar ao longo das estações do ano. Além disso, o período da madrugada possui de maneira substancial as maiores letalidades dentre os observadas, entre 1h e 4h (Tabela 17).

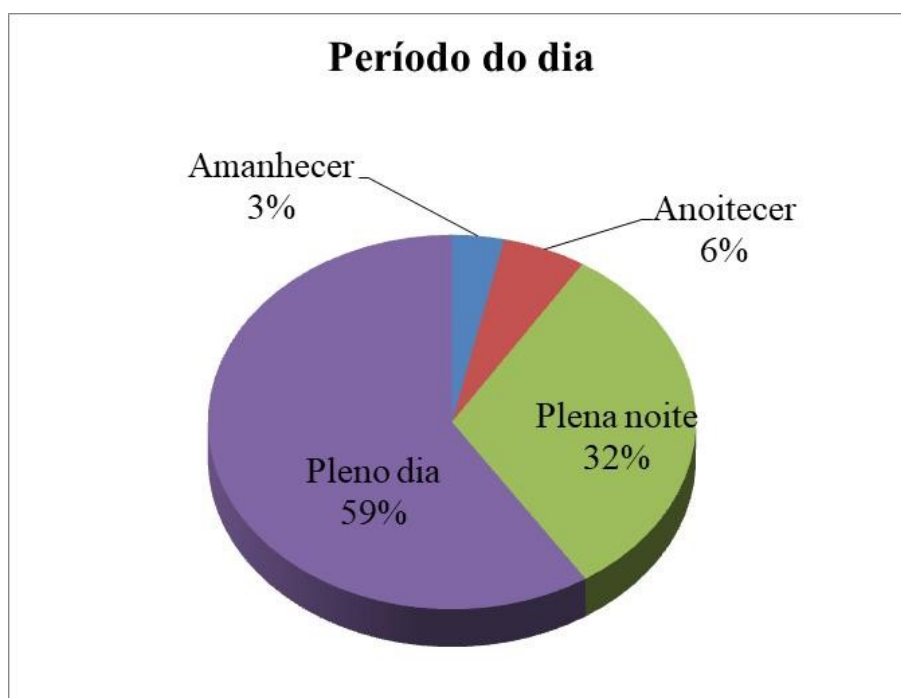
Tabela 17 – Letalidade por horário (2007-2019)

Horário	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
00:00:00	74	3361	0,05%	2,20%
01:00:00	59	1854	0,04%	3,18%
02:00:00	55	1797	0,04%	3,06%
03:00:00	72	2072	0,05%	3,47%
04:00:00	61	1831	0,04%	3,33%
05:00:00	67	2617	0,05%	2,56%
06:00:00	92	3571	0,07%	2,58%
07:00:00	40	5039	0,03%	0,79%
08:00:00	42	9434	0,03%	0,45%
09:00:00	31	7018	0,02%	0,44%
10:00:00	26	5387	0,02%	0,48%
11:00:00	30	6943	0,02%	0,43%
12:00:00	40	7909	0,03%	0,51%
13:00:00	23	5170	0,02%	0,44%
14:00:00	47	7145	0,03%	0,66%
15:00:00	39	9381	0,03%	0,42%
16:00:00	31	7520	0,02%	0,41%
17:00:00	36	9046	0,03%	0,40%
18:00:00	91	13571	0,06%	0,67%
19:00:00	102	10358	0,07%	0,98%
20:00:00	91	7169	0,06%	1,27%
21:00:00	122	5689	0,09%	2,14%
22:00:00	78	3850	0,06%	2,03%
23:00:00	73	3617	0,05%	2,02%
Total Geral	1422	141349	1,01%	1,01%

e) Período do Dia

Quando se analisa o período do dia em que acontecem os acidentes consegue-se visualizar a maior parte das ocorrências durante o dia, com 59% do todo, seguido da noite, com 32%. O Amanhecer e o Anoitecer somam 9%, podendo ser observado no Gráfico 25.

Gráfico 25 – Período do dia dos acidentes entre 2007-2019 em porcentagem

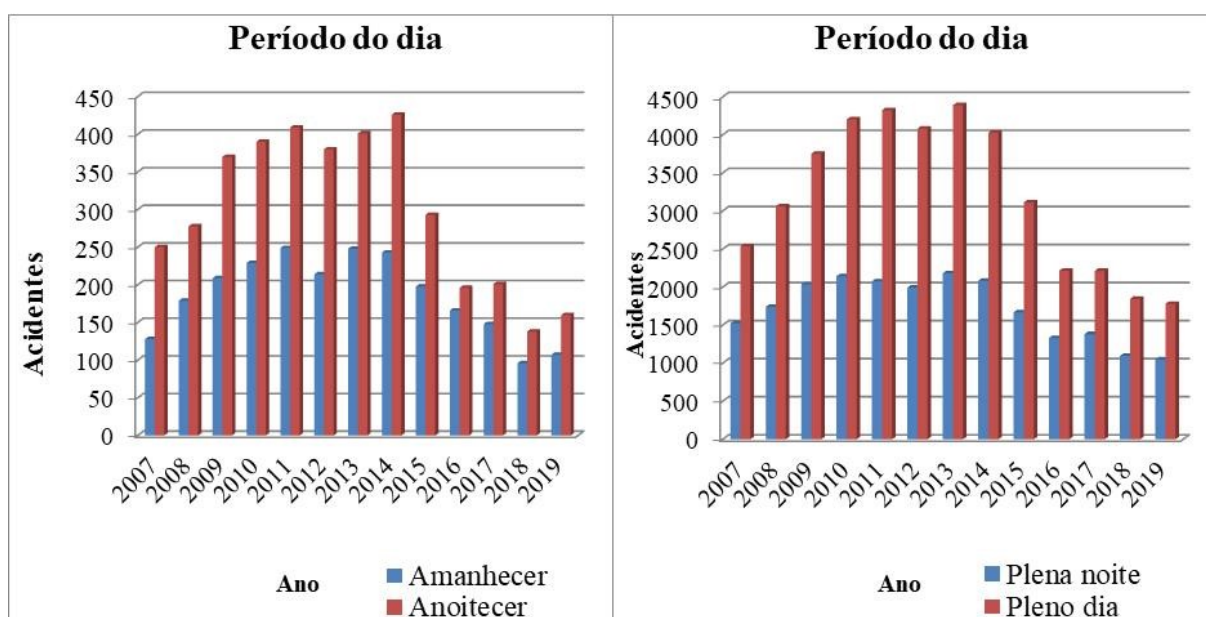


Em rodovias federais do território nacional brasileiro, de 2007 a 2017, a maioria dos acidentes ocorre em pleno dia (53,4%), enquanto que a segunda maior ocorrência ocorre no período da noite (35,0%) (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018). O que mostra que os resultados referentes aos acidentes segundo o período do dia no trecho em estudo Garuva-Palhoça se alinham com os do panorama nacional.

Nas análises de Almeida, Pignatti e Espinosa (2009) na BR-163 no Mato Grosso em 2014, a maioria dos acidentes ocorreu durante o dia (56,3%), seguido da plena noite (29,5%). O anoitecer registra 7,3% dos acidentes e o amanhecer 6,9%.

Quando considerados os períodos do dia ao longo do tempo (Gráfico 26) vê-se que as curvas não se apresentam diferentes do comportamento da curva do Gráfico 3 - Acidentes de 2007 a 2019, não havendo, assim, algum período que contenha alguma anomalia na distribuição de frequências.

Gráfico 26 – Período do dia dos acidentes entre 2007-2019 ao longo dos anos



A baixa frequência de acidentes pelo amanhecer possui relação com a recomposição mental e corporal do condutor, menos cansaço do mesmo, o que favorece um comportamento menos propício a gerar acidentes de trânsito (CABRAL, 2009).

Além disso, a maior frequência de acidentes durante o fim do dia possui relação com condições físicas como pressão, ansiedade e estresse, as quais se fazem mais presente nesse período (DE OLIVEIRA; DE SOUSA, 2004).

O teste qui-quadrado deixa evidente a já conhecida diferença entre dia e noite para com os acidentes na rodovia, com 0,000 de p-valor: é clara a correlação entre a gravidade do acidente e o período do dia em que ele ocorre. Registram-se em torno de 850 mortes no período da noite, enquanto o esperado é de um pouco mais de 400 mortes. Já durante o dia ocorre o inverso, são pouco mais de 400 óbitos, enquanto o esperado é de mais de 850 óbitos. A correlação reforça que é muito mais perigoso dirigir à noite, mesmo que haja menos veículos trafegando na estrada, conforme apresentado nas tabelas 18 e 19.

Tabela 18 – Período do dia X Estado da vítima

Intervalo real					
Período dia	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Amanhecer	2620	1201	296	95	4212
Pleno dia	62657	19559	4076	405	86697
Anoitecer	5955	1855	415	63	8288
Plena noite	26868	11169	3255	859	42151
Total Geral	98100	33784	8042	1422	141348
Intervalo esperado					
Período dia	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Amanhecer	2923	1007	240	42	4212
Pleno dia	60170	20722	4933	872	86697
Anoitecer	5752	1981	472	83	8288
Plena noite	29254	10075	2398	424	42151
Total Geral	98100	33784	8042	1422	141348
p-valor = 0,000					

Quanto à letalidade, o amanhecer e a plena noite mostram-se como os de maior porcentagem, mais de duas vezes maior do que a média, indicio de que esses períodos do dia são mais perigosos para se trafegar. Um motivo para maior letalidade à noite seria, inclusive, a associação de direção e álcool na rodovia.

Tabela 19 – Letalidade do período do dia

Período dia	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Amanhecer	95	4212	6,68%	2,26%
Pleno dia	405	86697	28,48%	0,47%
Anoitecer	63	8288	4,43%	0,76%
Plena noite	859	42151	60,41%	2,04%
Total Geral	1422	141348	100,00%	1,01%

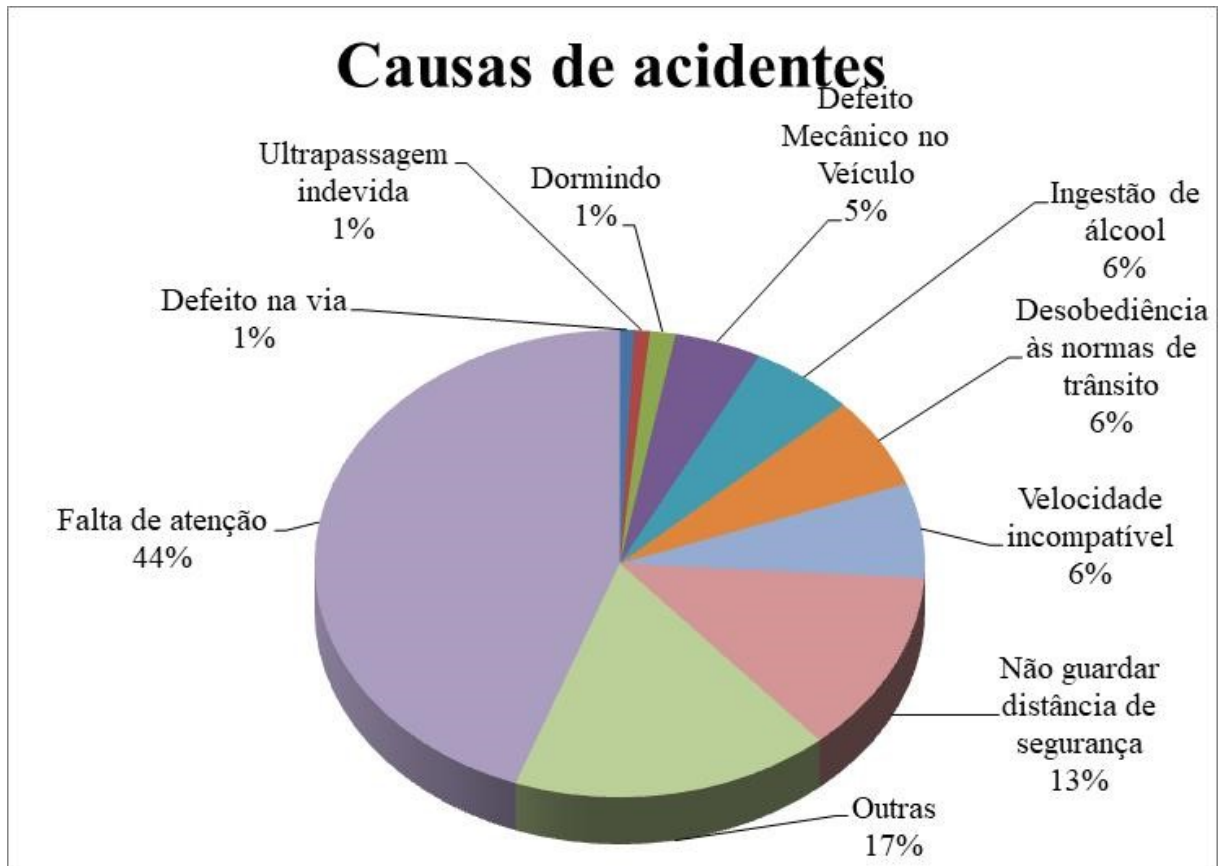
f) Causa do acidente

A causa dos acidentes é também de suma importância para realizar uma análise adequada do comportamento dos acidentes na rodovia e como planejamentos podem interferir de modo a minorar esses números.

O elemento humano é o fator principal em se tratando de acidentes de trânsito, de modo que a segurança do tráfego se dá em boa parte por conta das práticas de violações e infrações às leis de trânsito dos usuários da rodovia. (BOTTESINI, 2010).

As causas geradoras de acidentes catalogadas pela PRF são onze (Gráfico 27).

Gráfico 27 – Causas de acidentes entre 2007-2019 em porcentagem

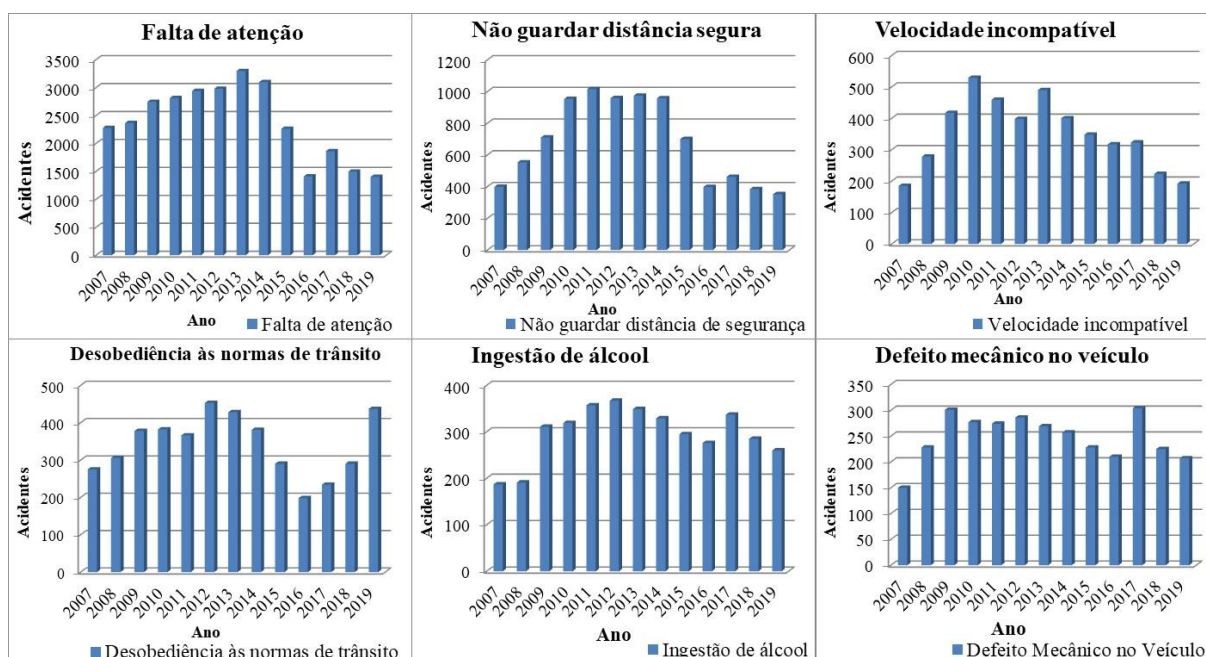


É evidente como a falta de atenção é a maior causa de acidentes de trânsito. Também figuram como importantes não guardar distância segura e velocidade incompatível, com essas três causas citadas somando 63% dos acidentes totais. “Outras causas” são a segunda causa em maior frequência apontada no gráfico, porém essa categoria engloba tanto causas registradas como “Outras” pela PRF, como categorias de pouquíssima expressão somadas.

Diversos fatores podem tirar a atenção de um condutor no trânsito, portanto o conhecimento das funções psicológicas e cognitivas (como percepção, humor, sentimentos, pensamentos) se tornam importantes para a redução de acidentes. (BALBINOT; ZARO; TIMM, 2011). Os autores adicionam ainda que conhecer essas especificidades permitem que medidas educadoras sejam realizadas de maneira mais eficiente.

No estudo de Almeida, Pignatti, Espinosa (2009), o qual analisou os principais fatores associados à ocorrência de acidentes de trânsito na BR 163, no Mato Grosso, no ano de 2004, com prevalência de pista simples, foi identificado que, dentre as principais causas, a falta de atenção foi a principal das deflagradoras de acidentes, com uma participação de 16,4%. Além disso, 41,9% do total de acidentes tinham como registro “outras causas”. As causas dos acidentes de trânsito, entre 2007 e 2019, podem ser observadas no Gráfico 28.

Gráfico 28 – Causas de acidentes entre 2007-2019 ao longo do tempo



No Gráfico 26 foram representadas em gráfico as seis categorias de causa de maior impacto na soma total de acidentes. Nas representações é visível que as curvas de ingestão de álcool e defeito mecânico no veículo não se comportam exatamente como a curva geral dos acidentes, porém, a categoria de desobediência dos condutores às normas de trânsito é a mais dispar nessa comparação, com aumento vertiginoso nos últimos anos. Cabe destacar que a ingestão de álcool, causa de muitos acidentes fatais em rodovias, computa 6% das causas de acidentes do trecho em estudo, além de apresentar tendência de queda com picos eventuais, como no ano de 2017, categoria que exige constante observação pelo poder público.

O teste qui-quadrado para essa variável retorna o p-valor de 0,000: a variável possui correlação no estado físico vítima do acidente de trânsito.

Das variáveis que mais se destacam em termos de maior gravidade dos acidentados, tem-se primeiramente a categoria “Outras”, com 534 mortes computadas e um esperado de 209 mortes, o que significa 2,55 vezes mais mortes do que o esperado. Após, tem-se a variável “Dormindo”, na qual ocorrem 2,13 vezes mais mortes do que o esperado, com a velocidade incompatível em seguida, com esse índice em 1,77.

Em números absolutos, após a categoria “Outras”, é a falta de atenção que mais causa óbitos na rodovia, apesar dela causar 0,72 do número de mortes esperado.

Vale destacar que algumas categorias podem estar colocadas de forma difusa e com sobreposição. Um condutor dormindo, por exemplo, poder morrer em um acidente e ser

considerado como “Falta de atenção ou “Velocidade incompatível”, na falta de maiores evidências para distinguir o motivo do acidente.

Tabela 20 – Causa do Acidente X Estado da vítima

Intervalo real					
Causa do Acidente	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Animais na Pista	458	257	50	10	775
Defeito Mecânico no Veículo	2875	2311	380	24	5590
Defeito na via	423	280	77	2	782
Desobediência às normas de trânsito	6457	2318	664	69	9508
Dormindo	837	508	132	32	1509
Falta de atenção	47158	13682	3048	467	64355
Ingestão de álcool	4099	2165	578	76	6918
Não guardar distância de segurança	17665	3498	631	49	21843
Outras	12710	5837	1658	534	20739
Ultrapassagem indevida	805	316	88	14	1223
Velocidade incompatível	4614	2612	736	145	8107
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
Intervalo esperado					
Causa do Acidente	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Animais na Pista	538	185	44	8	775
Defeito Mecânico no Veículo	3880	1336	318	56	5590
Defeito na via	543	187	44	8	782
Desobediência às normas de trânsito	6599	2273	541	96	9508
Dormindo	1047	361	86	15	1509
Falta de atenção	44665	15382	3661	647	64355
Ingestão de álcool	4801	1653	394	70	6918
Não guardar distância de segurança	15160	5221	1243	220	21843
Outras	14394	4957	1180	209	20739
Ultrapassagem indevida	849	292	70	12	1223
Velocidade incompatível	5627	1938	461	82	8107
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
p-valor = 0,000					

Na análise das causas do acidente pode-se perceber que a categoria “outras” resulta na maior letalidade, seguido de dormir ao volante e trafegar em velocidade incompatível com a via. A categoria menos letal é a de não guardar distância segura na direção (Tabela 21).

Tabela 21 – Letalidade da causa do acidente

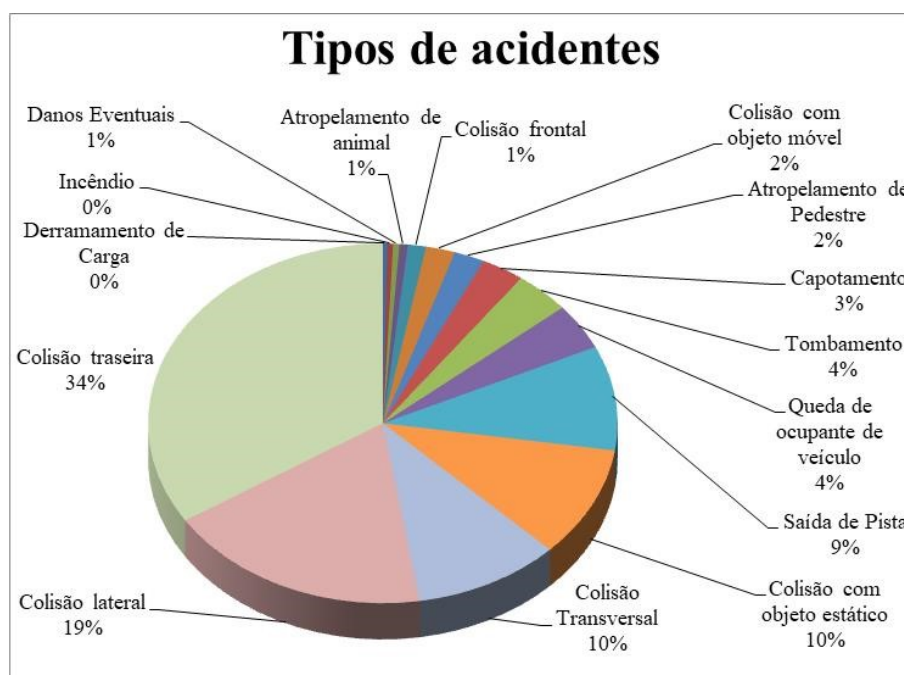
Causa do Acidente	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Animais na Pista	10	775	0,70%	1,29%
Defeito Mecânico no Veículo	24	5590	1,69%	0,43%
Defeito na via	2	782	0,14%	0,26%
Desobediência às normas de trânsito	69	9508	4,85%	0,73%
Dormindo	32	1509	2,25%	2,12%
Falta de atenção	467	64355	32,84%	0,73%
Ingestão de álcool	76	6918	5,34%	1,10%
Não guardar distância de segurança	49	21843	3,45%	0,22%
Outras	534	20739	37,55%	2,57%
Ultrapassagem indevida	14	1223	0,98%	1,14%
Velocidade incompatível	145	8107	10,20%	1,79%
Total Geral	1422	141349	100,00%	1,01%

g) Tipo de Acidente

Já em tipos de acidentes há 15 categorias, das quais as que contribuem com um maior percentual de ocorrências são: “colisão traseira”, “colisão lateral”, “colisão transversal” entre veículos, “colisão com objeto estático” e “saída de pista”. Esses cinco tipos somam um total de 82% das ocorrências ao longo dos anos (2007 - 2019)

Os nove tipos de acidentes que aparecem com maior contribuição ao total estão plotados para que possam ter seu comportamento melhor acompanhado ao longo dos anos. Dos nove gráficos, dois não apresentam o comportamento registrado no Gráfico 3 - Acidentes de 2007 a 2019, que são o de tombamento, registrando aumento nos últimos três anos, e atropelamento de pedestre, que se mostra bastante estável ao longo dos treze anos de análise, havendo pouca diminuição de ocorrências (Gráfico 29).

Gráfico 29 – Tipos de acidentes entre 2007-2019 em porcentagem



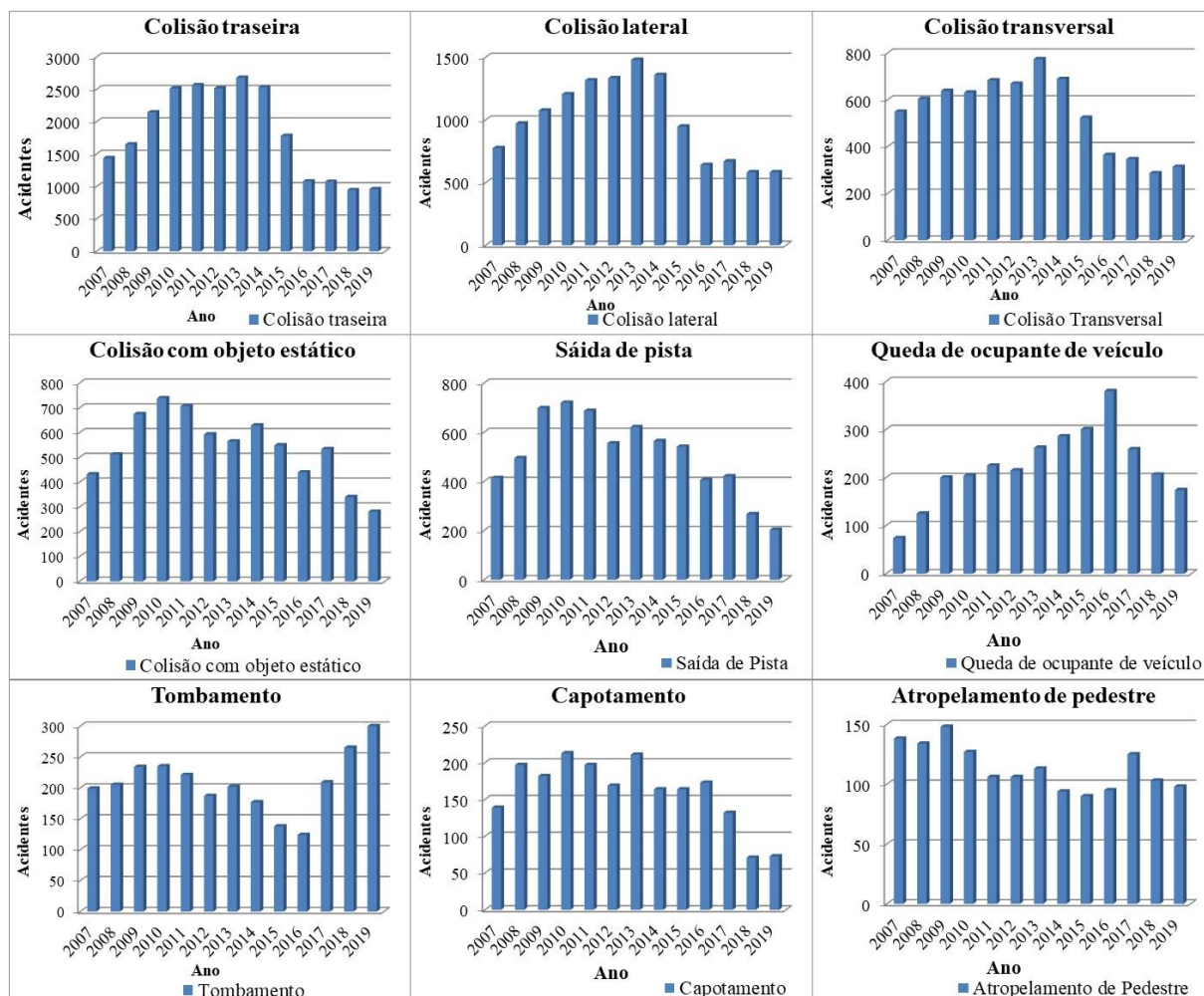
Comparativamente, na análise da Confederação Nacional de Transportes, de 2007 a 2017, em rodovias federais brasileiras, foram registrados 57,3% de acidentes por colisão, 14,5% por saída de pista, 11,38% por capotamento, 8,4% por atropelamento e 7,6% registrados por ocorrência de queda de ocupante do veículo, o qual se trata de queda de motocicleta (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018).

Apesar do trecho estudado possuir uma configuração de cenário diferente daquela registrada pela média das rodovias federais, por ser, por exemplo, em sua maior parte de pista

dupla, os valores possuem similaridade com os resultados do trecho estudado. O comportamento das variáveis a longo do tempo pode ser visualizado no Gráfico 30.

No estudo de Almeida, Pignatti e Espinosa (2009) a prevalência dos acidentes se dá com algumas similaridades: “saída de pista” (26,3%), “colisão traseira” (23,1%), “colisão lateral” (18,9%), colisão frontal (7,5%) e tombamento (7%).

Gráfico 30 – Tipos de acidentes entre 2007-2019 ao longo do tempo



A correlação com o estado físico da vítima é claro devido ao p-valor de 0,000 (Tabela 22). As mortes que se destacam são as colisões com objetos estáticos e móveis, ambos apresentando mais óbitos do que o esperado. No caso de colisão com objeto móvel essa relação chega a 2,67 vezes.

No entanto, o dado que merece destaque é o atropelamento de pedestre, o qual apresenta 494 mortes, enquanto são esperadas apenas 31, resultando num coeficiente 15,94 vezes maior, o que denota como um acidente com pedestre é extremamente fatal. De fato,

pedestres apresentam alta parcela de contribuição dentre os mortos em acidentes de trânsito em outros estudos, como o de Fernandes e Boing (2019), o qual computa 26,5% de óbitos para pedestres no Brasil.

Por conseguinte, medidas públicas que evitem ao máximo esse tipo de acidente possuem o poder de mitigar em grandes dimensões o número de óbitos e rodovias.

Tabela 22 – Tipo de Acidente X Estado da vítima

Intervalo real					
Tipo de Acidente	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Atropelamento de animal	341	171	39	11	562
Atropelamento de Pedestre	1167	745	652	494	3058
Capotamento	1153	1686	394	43	3276
Colisão com objeto estático	5766	2917	635	114	9432
Colisão com objeto móvel	1768	573	268	72	2681
Colisão frontal	1059	665	364	85	2173
Colisão lateral	21330	5331	969	88	27718
Colisão Transversal	10778	3588	983	87	15436
Colisão traseira	47646	9408	1991	238	59283
Danos Eventuais	418	42	6	1	467
Derramamento de Carga	332	21	4		357
Incêndio	262	11			273
Queda de ocupante de veículo	587	2960	598	47	4192
Saída de Pista	4660	3231	686	107	8684
Tombamento	834	2435	453	35	3757
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
Intervalo esperado					
Tipo de Acidente	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Atropelamento de animal	390	134	32	6	562
Atropelamento de Pedestre	2122	731	174	31	3058
Capotamento	2274	783	186	33	3276
Colisão com objeto estático	6546	2254	537	95	9432
Colisão com objeto móvel	1861	641	153	27	2681
Colisão frontal	1508	519	124	22	2173
Colisão lateral	19237	6625	1577	279	27718
Colisão Transversal	10713	3689	878	155	15436
Colisão traseira	41144	14169	3373	596	59283
Danos Eventuais	324	112	27	5	467
Derramamento de Carga	248	85	20	4	357
Incêndio	189	65	16	3	273
Queda de ocupante de veículo	2909	1002	239	42	4192
Saída de Pista	6027	2076	494	87	8684
Tombamento	2607	898	214	38	3757
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
p-valor = 0,000					

A letalidade dessa variável mostra mais uma vez a gravidade do encontro de veículo com pedestres: a letalidade de atropelamento de pedestres é 16 vezes maior do que a média das categorias. Em seguida tem-se a colisão frontal, em torno de quatro vezes maior do que a média e, em terceiro, a colisão com objeto móvel, em torno de duas vezes e meia mais mortes do que a respectiva média das categorias, conforme visto na Tabela 23.

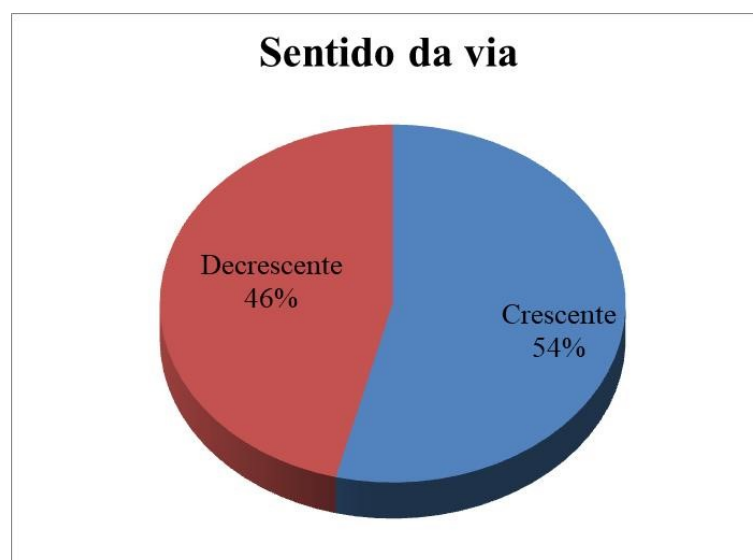
Tabela 23 – Letalidade do tipo de acidente

Tipo de Acidente	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Atropelamento de animal	11	562	0,77%	1,96%
Atropelamento de Pedestre	494	3058	34,74%	16,15%
Capotamento	43	3276	3,02%	1,31%
Colisão com objeto estático	114	9432	8,02%	1,21%
Colisão com objeto móvel	72	2681	5,06%	2,69%
Colisão frontal	85	2173	5,98%	3,91%
Colisão lateral	88	27718	6,19%	0,32%
Colisão Transversal	87	15436	6,12%	0,56%
Colisão traseira	238	59283	16,74%	0,40%
Danos Eventuais	1	467	0,07%	0,21%
Derramamento de Carga	0	357	0,00%	0,00%
Incêndio	0	273	0,00%	0,00%
Queda de ocupante de veículo	47	4192	3,31%	1,12%
Saída de Pista	107	8684	7,52%	1,23%
Tombamento	35	3757	2,46%	0,93%
Total Geral	1422	141349	100,00%	1,01%

h) Sentido da Via

No sentido da via há apenas duas categorias, crescente e decrescente. A ocorrência de acidentes se mostra levemente maior no primeiro sentido (Gráfico 31).

Gráfico 31 Sentido da via dos acidentes entre 2007-2019 em porcentagem



A variável “sentido da via” foi submetida ao teste qui-quadrado, tendo p-valor o resultado de 5,3%, o que significa que não se considera correlação entre a gravidade do acidente e o sentido da rodovia. Conclui-se que não é estatisticamente relevante traçar uma

distinção entre a ocorrência de eventos nos sentidos da via. Os dados ficam evidenciados na Tabela 20 para os anos estudados (2007 a 2019).

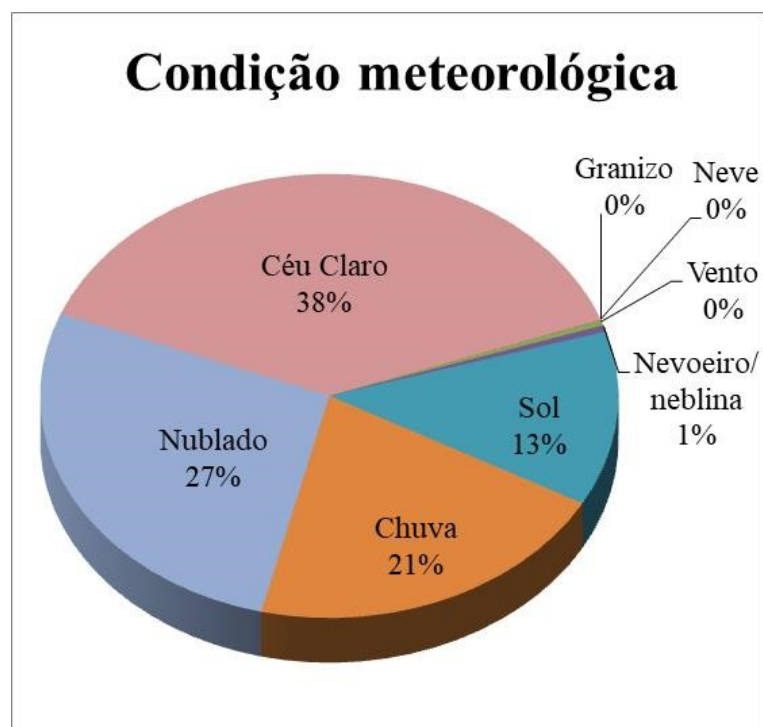
Tabela 24 - Sentido da via X Estado da vítima

Intervalo real					
Sentido da via	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Crescente	52748	4280	17917	736	75681
Decrescente	45353	3762	15867	686	65668
Total Geral	98101	8042	33784	1422	141349
Intervalo esperado					
Sentido da via	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Crescente	52525	4306	18089	761	75681
Decrescente	45576	3736	15695	661	65668
Total Geral	98101	8042	33784	1422	141349
p-valor = 0,053					

i) Condições Meteorológicas

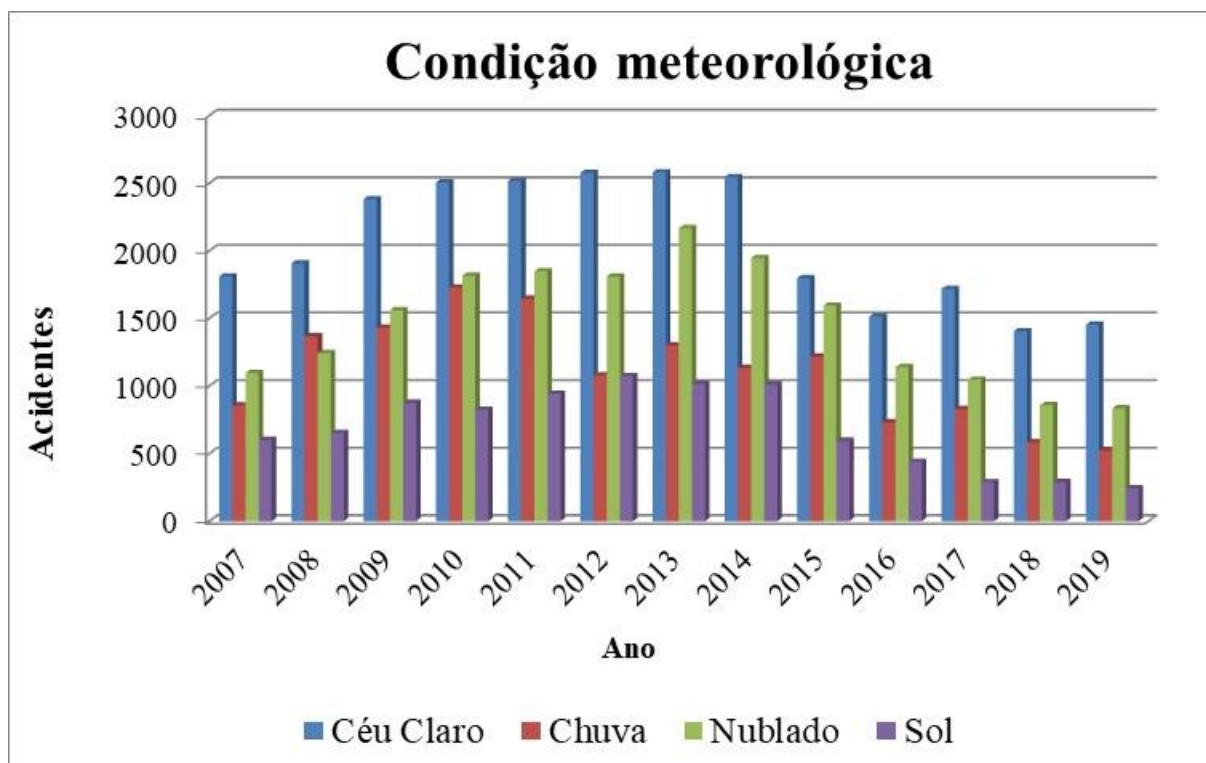
Das oito categorias de condição meteorológicas registradas pela Polícia Rodoviária Federal (PRF), as quatro primeiras apontadas no gráfico, “céu claro”, ”nublado”, “chuva” e “sol” representam 98% do total, ou seja, sobram 2% para as outras quatro categorias, das quais, excetuando-se vento, são condições meteorológicas que não ocorrem com frequência na região, como “neve” e “granizo” (Gráfico 32).

Gráfico 32 – Condição meteorológica dos acidentes entre 2007-2019 em porcentagem



Ao serem plotadas as quatro categorias de maior peso tem-se que todas apresentam a curva de comportamento similar a do Gráfico 3 - Acidentes de 2007 a 2019, com proporções entre si bastante estáveis na soma de ocorrências.

Gráfico 33 – Condição meteorológica dos acidentes entre 2007-2019 ao longo dos anos



Em condições meteorológicas a correlação também se faz presente, tanto pelo p-valor de 0,000, quanto pela observação dos valores reais e esperados da Tabela 25.

O acidente que ocorre quando há sol, caracterizando tempo limpo, apresenta o menor número de mortes na relação real e esperado, enquanto que nevoeiro/neblina apresenta 3,83 mais mortes do que o esperado, o que é passível de ocorrer devido à falta de visibilidade da rodovia.

Essa situação é um indício de que pontos onde há incidência de nevoeiro ou neblina possam precisar de maior atenção em termos de engenharia de tráfego nas rodovias para que o número de óbitos seja minorado. No trecho em estudo esse fenômeno não é muito frequente, de modo que é possível que os condutores transitem com atenção diminuída quando o tempo se encontra nessa situação.

Tabela 25 – Condição Meteorológica X Estado da vítima

Intervalo real					
Condição Meteorológica	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Céu Claro	37725	13448	3377	589	55139
Chuva	19249	6433	1298	232	27212
Granizo	5	3	1	1	10
Ignorado	733	316	81	16	1146
Neve	17	4			21
Nevoeiro/neblina	352	139	55	23	569
Nublado	25728	9266	2353	463	37810
Sol	13954	4042	836	94	18926
Vento	338	133	41	4	516
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
Intervalo esperado					
Condição Meteorológica	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Céu Claro	38268	13179	3137	555	55139
Chuva	18886	6504	1548	274	27212
Granizo	7	2	1	0	10
Ignorado	795	274	65	12	1146
Neve	15	5	1	0	21
Nevoeiro/neblina	395	136	32	6	569
Nublado	26241	9037	2151	380	37810
Sol	13135	4524	1077	190	18926
Vento	358	123	29	5	516
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
p-valor = 0,000					

Em termos de letalidade a categoria que se destaca fortemente é a do granizo, todavia, é necessário atentar ao fato de que ocorreram apenas 10 vítimas de acidentes por granizo em 13 anos, com apenas uma delas vindo a óbito, não sendo representativo na análise. Isso pode ocorrer pelo fato desse fenômeno meteorológico não ser muito frequente no local de estudo. Em seguida tem-se nevoeiro/neblina, com quatro vezes mais mortes do que a média, apresentando também a segunda maior letalidade (Tabela 26).

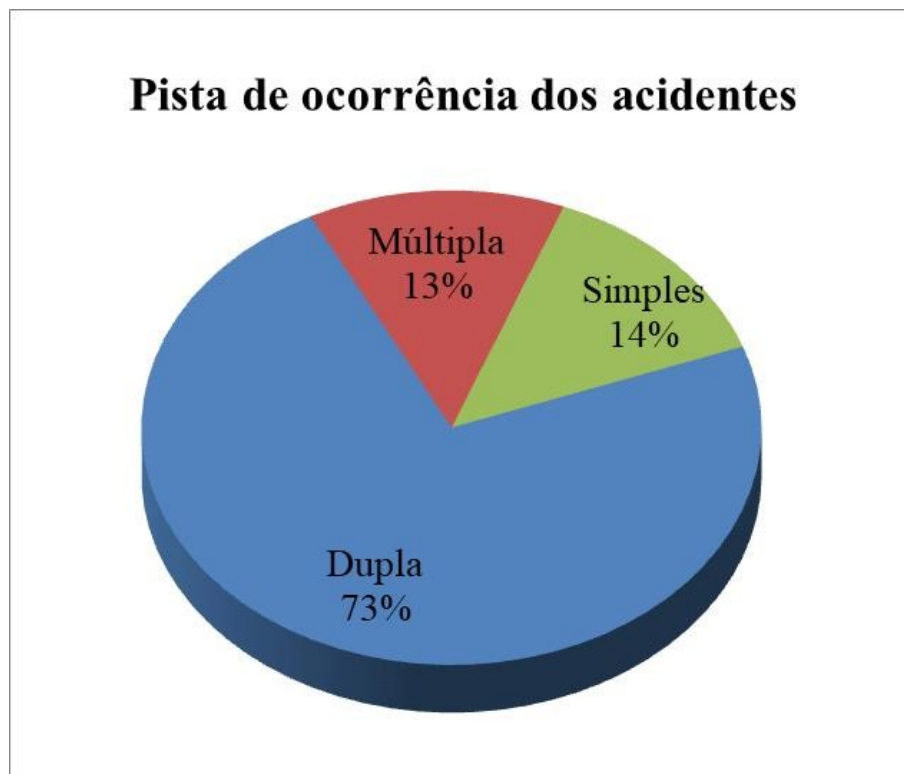
Tabela 26 – Letalidade da condição meteorológica

Condição Meteorológica	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Céu Claro	589	55139	41,42%	1,07%
Chuva	232	27212	16,32%	0,85%
Granizo	1	10	0,07%	10,00%
Ignorado	16	1146	1,13%	1,40%
Neve	0	21	0,00%	0,00%
Nevoeiro/neblina	23	569	1,62%	4,04%
Nublado	463	37810	32,56%	1,22%
Sol	94	18926	6,61%	0,50%
Vento	4	516	0,28%	0,78%
Total Geral	1422	141349	100,00%	1,01%

j) Pista

Hás três possibilidades de tipo de pista em que o acidente pode ocorrer: pista simples, dupla, ou múltipla. Destas opções, a pista dupla é a que mais apresenta registros, o que está de acordo com o esperado, dado que a maior parte do trecho estudado é composta por pista dupla, como explicado em “2.1 Trecho em Estudo” (Gráfico 34).

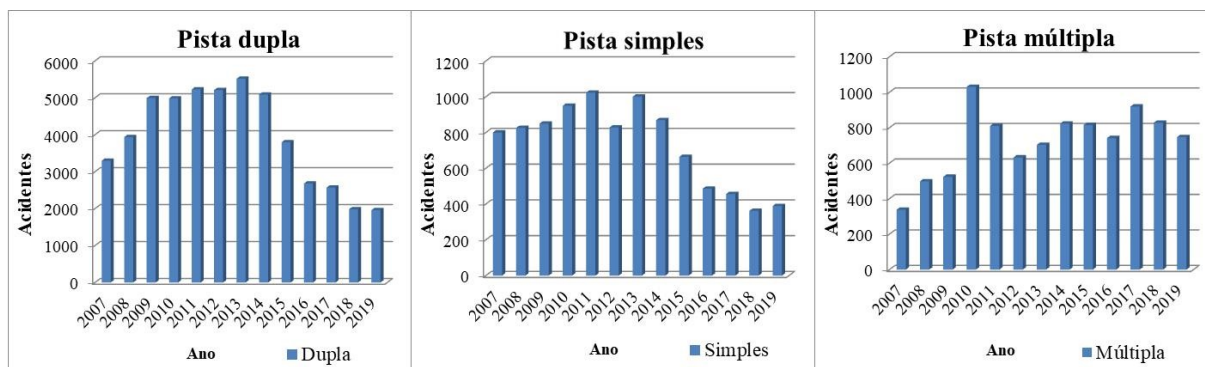
Gráfico 34 – Pista de ocorrência dos acidentes entre 2007-2019 em porcentagem



Na malha rodoviária federal brasileira, a maioria dos acidentes ocorre em pista simples, constituindo um total de 58,1% (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018), sendo uma estrutura diferente do trecho Garuva-Palhoça.

A pista dupla e a pista simples apresentam curva de mesma proporção, com o comportamento como o do Gráfico 3 - Acidentes de 2007 a 2019, porém, a pista múltipla mostra que o número de ocorrências possui um aumento ao longo dos anos (Gráfico 35).

Gráfico 35 – Pista de ocorrência dos acidentes entre 2007-2019 ao longo dos anos



A correlação entre variáveis se faz clara devido ao p-valor retornar resultado 0,000 (Tabela 27). No entanto, cabe salientar que os valores reais e esperados não possuem sempre o mesmo comportamento entre categorias.

Tabela 27 – Pista de ocorrência X Estado da vítima

Intervalo real					
Pista	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Dupla	72344	24237	5740	1110	103431
Múltipla	12921	5040	1072	167	19200
Simple	12836	4507	1230	145	18718
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
Intervalo esperado					
Pista	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Dupla	71785	24721	5885	1041	103431
Múltipla	13325	4589	1092	193	19200
Simple	12991	4474	1065	188	18718
Total Geral	98101	33784	8042	1422	141349
p-valor = 0,000					

A pista dupla apresenta mais óbitos do que o esperado, mas em lesões leves e graves essa situação se inverte. Esse quadro é diametralmente oposto para com a pista simples, enquanto a pista múltipla se destaca em termos de lesões graves, em relação ao valor esperado. Dessa situação, duas ponderações podem ser levantadas.

Maciel (2017) coloca que, imediatamente após a duplicação da BR-101 sul de Santa Catarina, houve uma redução de 60,40% nas mortes, o que mostra que muitas vidas são salvas com obras de duplicação.

Botelho (2016) por sua vez, mostra que após o período de duplicação do trecho norte o número de mortes por colisão frontal diminuiu de 41,84% para 29,15%, enquanto que mortes por atropelamento de pedestres aumentaram de 32% para 52,5%.

Dessa forma, a mudança de pista simples para dupla altera o tipo de vítima: as colisões frontais diminuem enquanto as de pedestre aumentam, possivelmente devido a um aumento de velocidade da via. Dessa interação, para o trecho estudado, há menos vítimas leves e graves, porém mais mortes, podendo ser um indicador que estejam ocorrendo muitas vítimas de atropelamento, o que estaria aumentando a letalidade do trecho estudado. De fato, 482 das 1.422 vítimas fatais são de pedestres, compondo quase 34% de todos os óbitos (Tabela 28).

Tabela 28 – Letalidade do tipo de pista

Pista	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Dupla	1110	103431	78,06%	1,07%
Múltipla	167	19200	11,74%	0,87%
Simple	145	18718	10,20%	0,77%
Total Geral	1422	141349	100,00%	1,01%

k) Traçado da Via

Essa variável possui oito categorias, incluindo a categoria “não informado”. Porém, como as categorias “túnel”, “viaduto”, “ponte” e “desvio temporário” passaram a ser registrados apenas a partir de 2017 pela PRF, para uma análise geral ao longo dos anos, estas serão desconsideradas para não distorcer os valores, já que naturalmente irão constar com valores mais baixos que o devido. Assim, de 70.150 acidentes, são analisados, nessas três categorias, 68.983, ou ainda, 98% dos acidentes. O resultado pode ser visto no Gráfico 36.

Gráfico 36 – Tipologias de traçado dos acidentes na BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre 2007-2019 em porcentagem

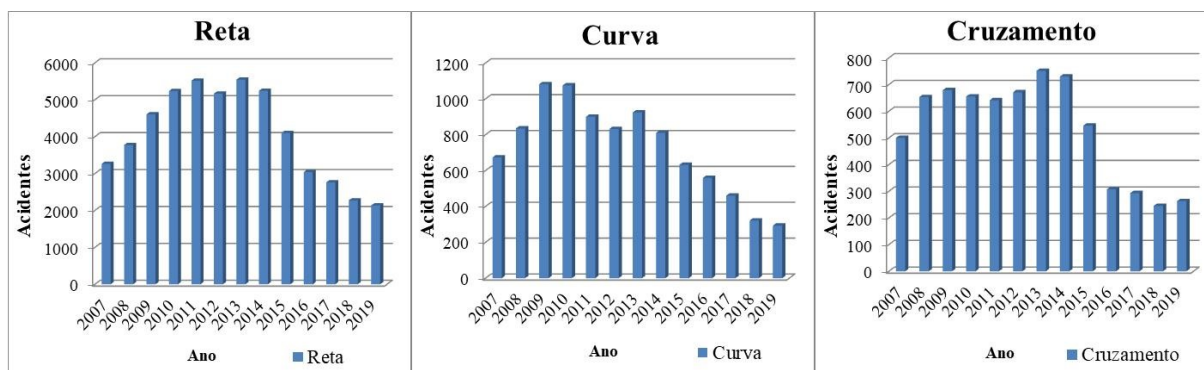


A maioria dos acidentes ocorre em retas, com menor contribuição de cruzamentos e curvas. Quando considerados os dados ao longo dos anos (Gráfico 37), vê-se que se assemelham com o Gráfico 3 - Acidentes de 2007 a 2019.

No panorama de rodovias federais do Brasil, de 2007 a 2017, 61,9% dos acidentes ocorre em retas, enquanto que 17,1% deles ocorre em curvas (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018). Os dados possuem similaridade com os resultados do trecho estudado, havendo, porém, mais ocorrências em reta, proporcionalmente, no mesmo.

Para Almeida, Pignatti e Espinosa (2009), a maioria dos acidentes registrados também foi em reta, com participação de 82,9%, seguido de curva, com 15,5% e cruzamentos com 1,6%. O que mostra similaridades, apesar de ser um estudo em um trecho com prevalência de pista simples.

Gráfico 37 – Traçado da via dos acidentes entre 2007-2019 ao longo dos anos



A correlação entre traçado da via e estado da vítima também se mostra, com um p-valor de 0,000, existente. Ou seja, a gravidade das lesões possui uma dependência em relação ao local do evento. O local mais perigoso em termos de traçado da via mostra-se como sendo em curvas, onde ocorrem muito mais óbitos (217) do que o esperado (159), além de mais lesionados leves e graves do que o esperado. Por outro lado, cruzamentos revelam-se como sendo o tipo de traçado menos perigoso dos três, ocorrendo muito menos mortes (39) do que esperado (140). Já nas retas os valores reais e esperados são bastante próximos entre si (Tabela 25).

Tabela 29 – Traçado da via X Estado da vítima

Intervalo real					
Traçado via	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Cruzamento	10590	2868	632	39	14129
Curva	9787	4880	1124	217	16008
Reta	76271	25076	6077	1123	108547
Total Geral	96648	32824	7833	1379	138684
Intervalo esperado					
Traçado via	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Cruzamento	9846	3344	798	140	14129
Curva	11156	3789	904	159	16008
Reta	75646	25691	6131	1079	108547
Total Geral	96648	32824	7833	1379	138684
p-valor = 0,000					

Nessa variável a da letalidade em cruzamentos é baixo, de apenas 0,28% (Tabela 30), em torno de três vezes menor do que a média. Também não há informações da tabela da PRF se esses cruzamentos são em nível ou em desnível.

Já as curvas apresentam o maior valor, enquanto as retas apresentam-se próximos à média. É importante salientar que outras categorias de valores não significativos não foram consideradas nessa análise para essa variável, pois não foram registradas em todos os 13 anos de análise, o que poderia distorcer os resultados.

Tabela 30 – Letalidade do traçado da via

Traçado via	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Cruzamento	39	14129	2,83%	0,28%
Curva	217	16008	15,74%	1,36%
Reta	1123	108547	81,44%	1,03%
Total Geral	1379	138684	100,00%	0,99%

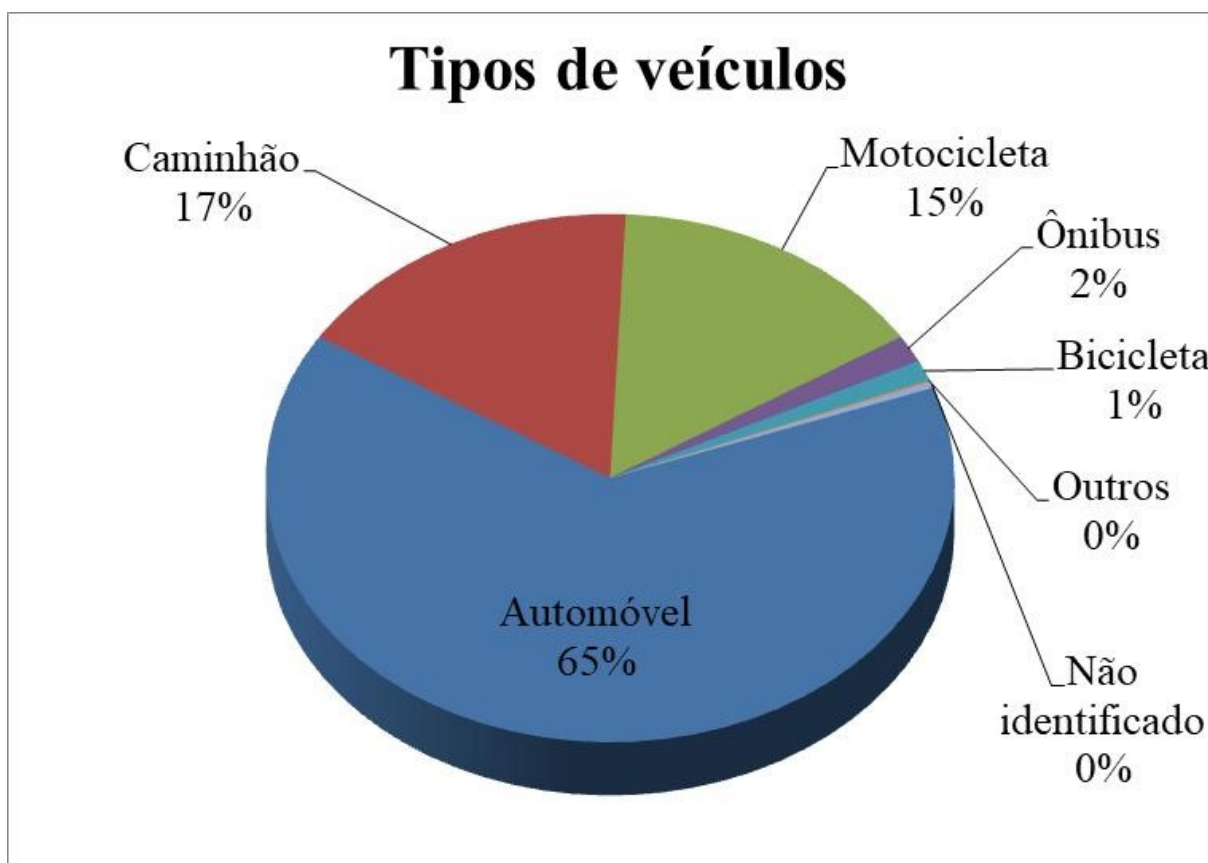
D) Veículos

A seguir estão representados os valores de acidentes por categoria de veículo. Os registros da PRF resultam em 130.029 veículos envolvidos em 70.150 acidentes, ou seja, uma média de 1,85 veículos por acidente.

Esses veículos são divididos em 32 categorias diferentes, as quais foram agrupadas para que as análises possam ser melhor realizadas.

Resultaram desse procedimento sete categorias, “automóveis”, “caminhões”, “ônibus”, “motocicletas”, “bicicletas”, “outros” e “não informado”. O número de acidentes por categoria de veículo e ano pode ser vistos no Gráfico 38.

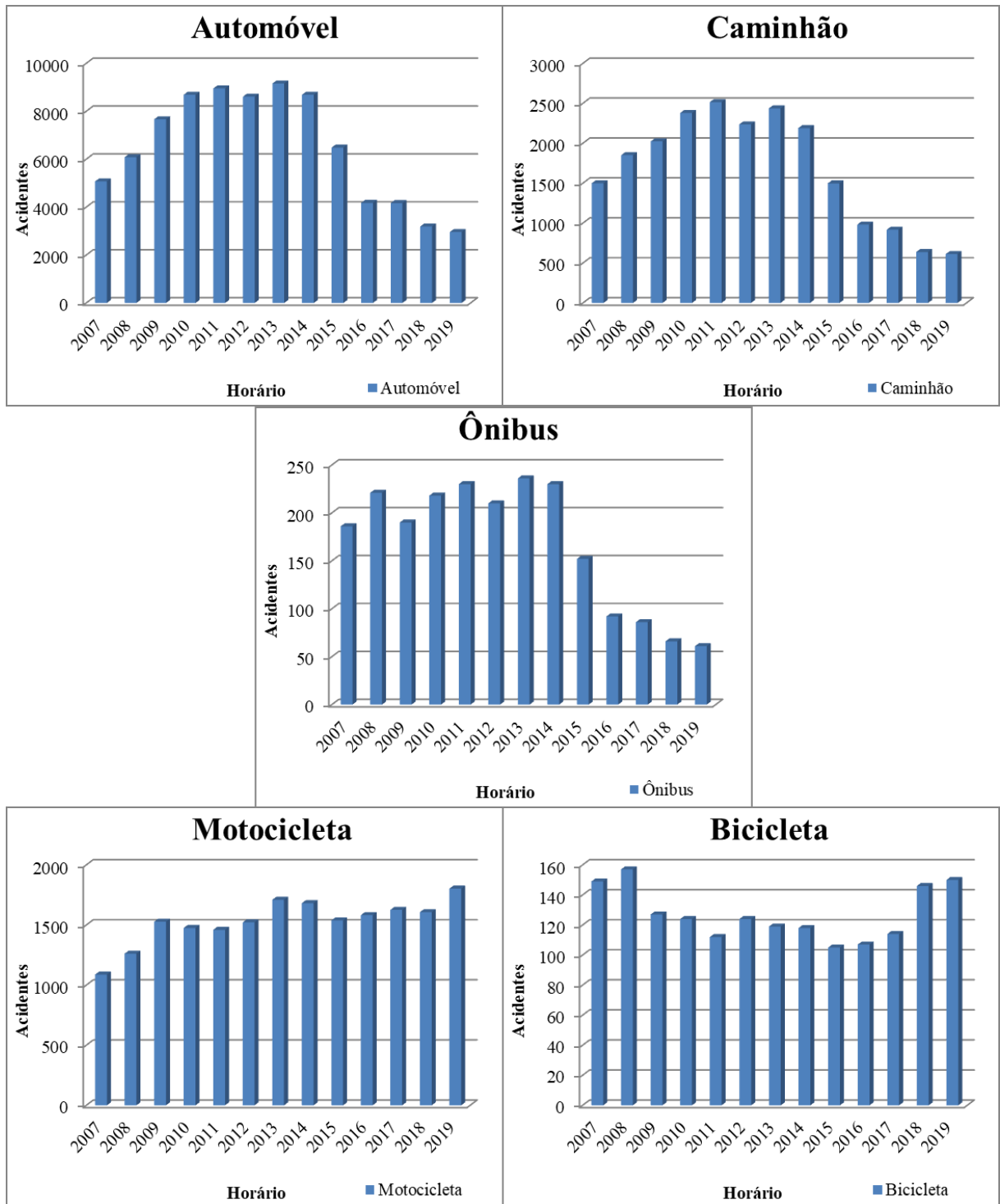
Gráfico 38 – Tipo de veículo dos acidentes entre 2007-2019



Em rodovias federais no Brasil de 2007 a 2017, as mortes são distribuídas pelas categorias da seguinte forma: 41,9% dos acidentes envolveram automóveis, 23,2% motos, 10,3% caminhões, bicicletas 4,6% e ônibus 2,9% (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018).

No gráfico 37 podem ser vistos os comportamentos das categorias veiculares ao longo dos anos (2007 a 2019).

Gráfico 39 – Tipo de veículo dos acidentes entre 2007-2019



Automóveis, caminhões e ônibus apresentam uma curva similar ao longo dos anos, a qual se assemelha muito com o comportamento dos acidentes totais do Gráfico 3. Porém, motocicletas e bicicletas, além de apresentarem uma curva diferente da geral, possuem tendência de aumento de número de ocorrências nos últimos anos. “Outros” e “Não

informado” apontam valores atípicos, além de não serem significativos, somando juntos apenas 632 veículos, por isso não foram analisados separadamente.

Com p-valor de 0,000, o estado da vítima mostra ter correlação com o tipo de veículo em que a pessoa se acidenta. O número de lesionados e mortos é menor do que o esperado para as categorias em quatro rodas ou mais: automóveis, caminhão e ônibus. Ademais, a categoria menos lesiva dentre estas é a de caminhão, ocorrendo em torno de apenas metade dos óbitos esperados e um quarto de lesões leves, sendo a categoria de menos danos lesivos dentre todas. Em duas rodas o cenário é outro, para motocicletas e bicicletas o número de óbitos é muito maior do que o esperado, mais de duas vezes para motociclistas e dez vezes maior para ciclistas, comportamento que se mantém para as vítimas que sobreviveram ao incidente e sofreram lesões, mostrando que essas categorias são mais vulneráveis nas rodovias.

Cabe salientar que as categorias “Outro” e “Não identificado” nesse teste não foram consideradas porque distorceriam o teste qui-quadrado, ou seja, poderiam apontar uma não correlação de variáveis pelo fato de se comportarem de maneira aleatória (Tabela 31).

Tabela 31 – Tipo de veículo X Estado da vítima

Intervalo real					
Veículo	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Automóvel	73443	14317	2411	414	90585
Caminhão	19714	1117	282	85	21198
Ônibus	2176	378	64	14	2632
Motocicleta	2492	16534	4317	391	23734
Bicicleta	85	1005	469	124	1683
Total Geral	97910	33351	7543	1028	139832
Intervalo esperado					
Veículo	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total Geral
Automóvel	63427	21605	4886	666	90585
Caminhão	14843	5056	1143	156	21198
Ônibus	1843	628	142	19	2632
Motocicleta	16618	5661	1280	174	23734
Bicicleta	1178	401	91	12	1683
Total Geral	97910	33351	7543	1028	139832
p-valor = 0,000					

Para veículos, a letalidade da categoria “não identificado” apresenta-se 28 vezes mais alta do que a média, o que mostra que os dados registrados nessa variável carecem de melhor especificação, pois mostram-se dados relevantes que não possuem a informação de qual veículo se trata. São 27,22% dos dados de mortes sem especificação de categoria, com 28,33% de letalidade.

Para além dessa problemática, a categoria que apresenta maior letalidade é a de bicicletas, apresentando 7,37%, seguido de motocicletas, com 1,65%. Se comparado com a média, esses valores não parecem elevados, contudo, eles devem ser comparados com as outras categorias de veículos, o que mostra, por exemplo, que a letalidade de motociclistas é em torno de quatro vezes maior do que a de condutores de automóveis e de caminhão, sendo este último, inclusive, da categoria de menor letalidade. Essa comparação entre categorias se faz importante justamente pela distorção que as categorias “Não identificado” e “Outros” geram frente ao total.

Tabela 32 – Letalidade de cada tipo de veículo

Veículo	Morto	Total Geral	Participação	Letalidade
Automóvel	414	90585	29,11%	0,46%
Caminhão	85	21198	5,98%	0,40%
Ônibus	14	2632	0,98%	0,53%
Motocicleta	391	23734	27,50%	1,65%
Bicicleta	124	1683	8,72%	7,37%
Não identificado	387	1366	27,22%	28,33%
Outros	7	151	0,49%	4,64%
Total Geral	1422	141349	100,00%	1,01%

2.9 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Entre 2007 a 2019 os acidentes de trânsito apresentam inicialmente um aumento e ocorrências, seguido de uma fase de platô, terminando com tendência de queda ano a ano. Fato que foi materializado na representação do Gráfico 3.

Os anos potenciais de vida perdidos permitem observar a vulnerabilidade das pessoas frente ao fenômeno de mortes provenientes de acidentes de trânsito. O APVP médio do trecho em estudo apresenta-se mais baixo (29,97) do que o da rodovia BR-101 toda (36,02) para o período de 2007 a 2014. Porém, o APVP de 2007 a 2019 do trecho Garuva-Palhoça apresenta aumento da média para 31,27 anos, indício de maior vulnerabilidade dos usuários da via.

A análise de correlação de variáveis com o estado da vítima se faz bastante útil para identificar quais variáveis e categorias formadoras do acidente propiciam maior quantidade de vítimas fatais. Esse procedimento permite direcionar estudos mais aprofundados, de modo a se descobrir de que maneira se constituem a maior quantidade de mortes e os piores índices de letalidade, sendo possível traçar melhores estratégias de mitigação de fatalidades.

Há presença de mais acidentes e mortes no fim de semana, com letalidade maior no período da madrugada. Aos logo do ano há mais mortes nos meses de maio, julho e dezembro.

Quando analisadas as variáveis de causa e de tipo de acidente, percebe-se que muitas categorias participam da formação de distintos cenários de acidentes. Porém, poucos deles apresentam maior representatividade, com a maioria possuindo poucos registros. Essa situação se assemelha para as condições meteorológicas, todavia, é importante salientar que essas estão fortemente atreladas ao clima do local em estudo.

Em relação à geometria da rodovia, a maior parte da malha viária estudada (BR-101 , trecho Garuva-Palhoça) é composta de pista dupla ou múltipla, situação essa já presente em 2007, situação que se intensificou com duplicações de trechos ao longo dos anos. A maioria dos acidentes ocorre em retas e em trechos duplicados, com maior letalidade observada em curvas. Quando se considera o sentido da rodovia não há diferença estatística significativa de correlação com a gravidade do acidente.

Já a análise de veículos deixa claro que a maior contribuição de acidentes na rodovia se faz por automóveis, caminhões e motocicletas. Contudo, é evidente a maior fragilidade do ocupante de motocicletas e bicicletas, categorias de letalidades respectivamente quatro vezes

e dezesseis vezes maiores do que de automóveis e caminhões, sendo as únicas que apresentam aumento de acidentes ao longo dos últimos anos.

O quadro epidemiológico da rodovia, por outro lado, mostra que a maior parte dos envolvidos em acidentes saem ilesos dos mesmos, com representação de 6% em estado grave e 1% de morte. Além disso, a maior parte das vítimas caracteriza os condutores, sendo a maioria deles homens. A idade dos acidentados se apresenta concentrada na faixa entre 25 e 29 anos, com a faixa entre 20 e 34 anos representando 45% das vítimas. Cabe ainda salientar que o comportamento de mortes por idade possui o mesmo padrão, havendo, no entanto, proporcionalmente muito mais vítimas fatais masculinas do que femininas.

A partir dessas informações torna-se possível estudar onde estão ocorrendo a maior parte dos eventos na rodovia, isto é, onde estão as maiores concentrações de fatalidades. Para tanto é demandado que haja uma representação e estudo aprofundados sobre a distribuição espacial por tipologia de ocorrência de acidentes e de fatalidades. Dessa forma, torna-se útil aos gestores deter esse conhecimento para que estratégias de intervenção sejam elaboradas e estabelecidas por políticas públicas. A representação espacial e o estudo das variáveis junto aos cenários no trecho da BR-101 em estudo são apresentados no capítulo 3.

3 ESPACIALIAÇÃO DE MORTES E LETALIDADES

Neste capítulo explorou-se como o traçado da rodovia, os veículos e as categorias mais letais encontram-se distribuídas ao longo do trecho da BR-101 Garuva-Palhoça. Foram analisadas, assim, as mortes e a letalidade segundo a distribuição espacial no trecho linear. O estudo está focado no salvamento de vidas na rodovia, de modo que primeiramente destaca-se os locais com maior frequência absoluta de mortes. Depois dessa identificação foi calculada a letalidade dos locais com apresentação crítica apontada pelo mapa de calor.

3.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

O Sistema de informações Geográficas (SIG) é utilizado em diversos estudos para localizar os acidentes de trânsito em mapas a fim de analisar os pontos críticos de ocorrências, além disso, diversos métodos e ferramentas no SIG encontram-se disponíveis e são utilizados na literatura, devido a isso pesquisadores podem realizar estudos sobre acidentes de trânsito por diversos pontos de vista para identificar padrões (SATRIA; CASTRO, 2016).

Além disso, a utilização e manipulação de dados pelo SIG possibilitou direcionar de forma racional recursos destinados para medidas corretivas e mitigadoras de acidentes de trânsito (SANTIAGO; SILVA, 2016).

A tecnologia auxilia de maneira direta o estudo de fenômenos espaciais por meio da utilização de ferramentas de geoprocessamento, as quais possibilitam o reconhecimento de espacialidades com maior facilidade e precisão. Contudo, para que os resultados sejam satisfatórios, é impreterível que o armazenamento de informações espaciais ocorra de maneira acurada (SCHWARZ, 2013).

A localização de acidentes traz a possibilidade de espacializar a violência urbana de acidentes de trânsito, procedimento que fornece subsídios para o planejamento e realização de medidas preventivas aos acidentes para localidades e grupos específicos (KOBAYASHI; CARVALHO, 2011).

De modo complementar, a geoestatística é uma ferramenta de grande poder quando se tem o conhecimento pleno do processo a ser aplicado para a compreensão dos fenômenos, como também na tradução em um modelo matemático, o que possibilita extrapolações, interpolações, ou ainda, simulações (OLIVEIRA, 2002).

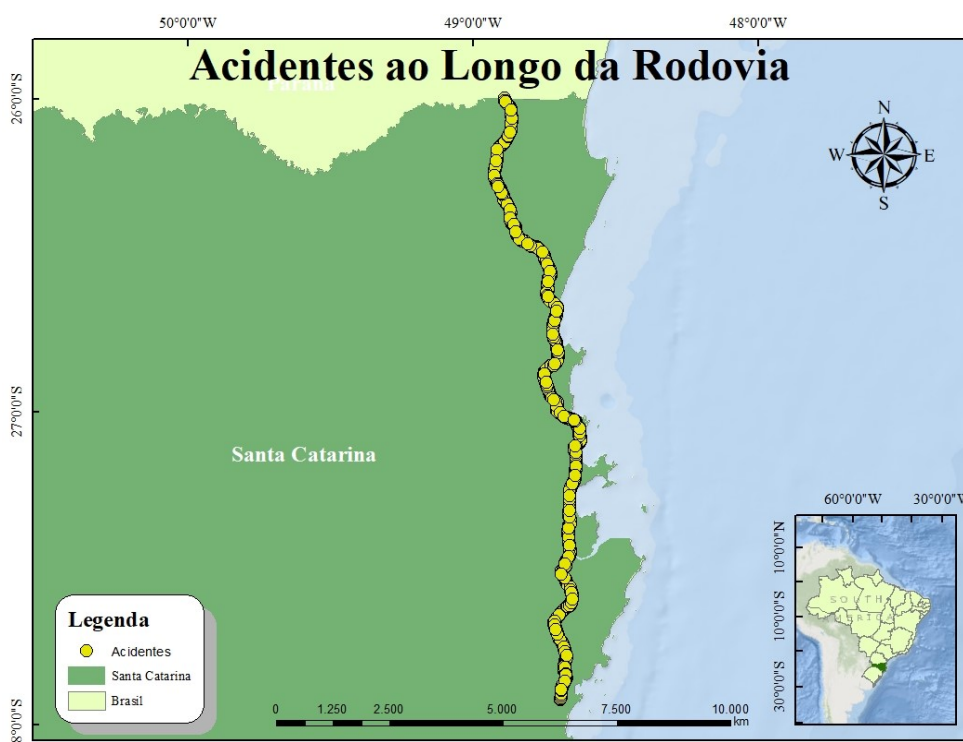
Assim, a utilização do SIG apresenta evidências de utilidade nos estudos relacionados aos acidentes de trânsito, de modo que os resultados da aplicação dessa técnica metodológica

servem de apoio para tomada de decisão que objetivam minorar os eventos e suas consequências, como as mortes provenientes dos mesmos.

3.2 DISPOSIÇÃO GEOGRÁFICA DOS ACIDENTES DA RODOVIA

Os acidentes se dispõem ao longo do trecho em estudo, sendo registrados a cada 100 metros. Esses dados foram trabalhados no *software* Excel e então importados para o *software* ArcGIS. A partir destes dados foram realizadas análises por meio de densidade de pontos conhecido por Kernel, o que permitiu visualizar onde os eventos, objetos de estudo, apresentam-se com maior concentração. Os resultados da espacialização dos eventos sobre a rodovia encontram-se representados na Figura 4.

Figura 4 – Acidentes ao Longo da Rodovia

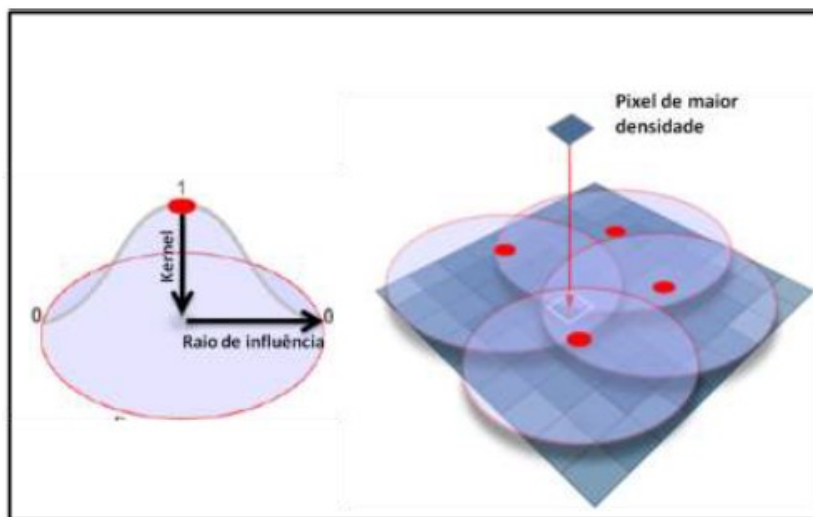


3.3 ANÁLISES POR KERNEL

Como coloca Bergamaschi (2014), a função Kernel realiza uma contagem de todos os pontos que estão inseridos dentro de um raio de influência, tendo-se nela uma ponderação pela distância de cada um dos pontos à localização de interesse, isto é, apresenta ajuste bidimensional sobre eventos considerados, o que resulta em uma superfície cujo valor é

proporcional à intensidade de pontos por unidade de área. Uma representação gráfica da função kernel pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 – Função Kernel



Fonte: Bergamaschi (2014)

Na função de Kernel um raio muito pequeno gera uma superfície que tende a ser muito descontínua, enquanto que se for grande demais, a superfície poderá ficar muito suavizada. (CÂMARA; CARVALHO, 2004)

Por meio de um mapa de calor é possível verificar os locais de maior incidência de acidentes de trânsito, procedimento que pode ser realizado por meio de mapas de Kernel para análise espacial, resultando na possibilidade de visualização de densidade de eventos em um mapa temático (SOUZA; SILVA, 2017).

Devido a essas características, utilizou-se a função supracitada para representar a densidade de eventos representados em um mapa. O raio de influência adotado foi de 1000 metros, pois se deseja saber quais locais na rodovia apresentam mais eventos, como em uma curva, ou o comportamento das mortes em uma reta. Por outro lado, se o raio for muito pequeno, a influência dos acidentes vizinhos acabam não sendo considerados, tornando as análises pontuais. Caso fosse adotado um raio muito grande, a representação de intensidade de acidentes seria demasiadamente suavizada. Cabe ainda ressaltar que a representação física de quilômetros na rodovia ocorre a cada 1 km e que a velocidade da via é de 100km/h, de modo que um veículo trafegando nessa velocidade percorre 1000 metros em apenas 36 segundos, o que tem importância para diversas categorias, como a de morte por excesso de velocidade.

As análises por Kernel nos itens que seguem consideram os treze anos de dados para as categorias de traçado da via, categoria de veículo e por maior letalidade e maior participação em uma variável, pois essas são as que mais contribuem para o total de mortes na rodovia.

3.5 QUEBRA NATURAL DE JENKS

Existem diversos métodos para definir o número de classes para representação de dados em mapas temáticos. Dentro do campo estatístico existe um número ideal de classes adotado pela distribuição e frequência de dados, todavia, quando se considera a elaboração de mapas, cabe sensatez, reflexão e critério para selecionar o melhor método que se ajusta a representação do fenômeno. Isso ocorre pelo fato de cada fenômeno se comportar de maneira distinta, competindo, dessa forma, ao pesquisador escolher qual método mais adequado para a representação gráfica. (MATSUMOTO; CATÃO; GUIMARÃES, 2017). Os autores colocam ainda que são sete os principais métodos utilizados:

- I. Método manual;
- II. Método de intervalos definidos;
- III. Método de intervalos iguais;
- IV. Método quantil;
- V. Método de quebras naturais (Jenks);
- VI. Método de intervalos geométricos;
- VII. Método do desvio padrão.

Matsumoto, Catão e Guimarães (2017) colocam que o método I permite a maior liberdade, podendo o pesquisador ajustar melhor os dados, como também os manipular de forma favorável, podendo produzir uma realidade inventada, ou ainda, uma mentira. Os autores explicam ainda que os métodos II, III e IV sofrem interferências do pesquisador, ao escolher o alcance das classes ou quando escolhe a quantidade de unidade de observações que serão incluídas e cada classe. Por outro lado, os mesmos autores afirmam ainda que os métodos V, VI e VII eliminam, pelo menos em parte, essa interferência subjetiva.

Ao serem plotados imagens com esses últimos três métodos, ficou clara a tendência de trechos em demasia apresentarem-se como críticos nos métodos VI e VII, pois muitas classes eram criadas em valores baixos de frequência, o que resulta fatalmente em um mapa com

muita coloração vermelha, ou seja, muitos pontos críticos, situação essa que não é útil para a pesquisa, a qual procura determinar justamente quais os piores pontos em termos de letalidade. Esse panorama se mostrou especialmente ruim para as variáveis com poucos dados, pois, como os dados de mortes são números discretos, não há sentido em dividir as categorias de modo que a representação de apenas uma morte aponte para um local crítico.

De acordo com Albuquerque (2008), o método da quebra natural de Jenks, de 1967, tem como objetivo encontrar os intervalos de classes de modo a minimizar a variância dentro das classes.

Assim, entre os métodos existentes para representar em categorias as manchas de calor por kernel, foi adotado o método de quebra natural de Jenks. Os dados foram divididas em cinco classes, objetivando-se uma representação mais clara da concentração de eventos. Neste caso, a cor verde escuro representa pouquíssima frequência de dados, verde claro pouca frequência, amarelo média, laranja muita, e vermelha extrema frequência de dados, estes os quais serão considerados críticos. Em prol da uniformidade de leitura, essa divisão foi adotada para todos os mapas temáticos gerados.

3.6 ACIDENTES E MORTES ENTRE 2007 E 2019

Seguindo a proposta de identificação da letalidade dos trechos com maiores mortes, são apresentadas nas próximas figuras as manchas de calor referentes aos acidentes e às mortes na rodovia. Os trechos destacados nas análises correspondem às manchas vermelhas e podem ser acompanhadas pela identificação de cidade e quilometragem.

3.6.1 Acidentes

No total ocorreram 146.634 vítimas de trânsito, de todos os estados físicos. Quando plotados em um mapa (Figura 5) e processados por meio da função Kernel, percebe-se que os pontos em vermelho, de maior frequência de eventos, encontram-se na região da Grande Florianópolis, de São José à Palhoça, como visto no Gráfico 17. Em menor frequência, nas cores laranja e amarelo, estão os acidentes na região de Balneário Camboriú e Itajaí.

Figura 6 – Acidentes na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.6.2 Mortes

Quando se consideram todas as mortes ocorridas no trecho da rodovia em estudo, englobam-se 1.421 vítimas fatais. A identificação dos locais com maior frequência desses eventos pode indicar algum fator, ou ainda mais de um, que esteja agindo a favor de fatalidades. A letalidade é calculada a partir do número de mortes e acidentes totais, para cada mancha vermelha destacada pelo software.

Os locais de maior ocorrência de mortes são as manchas indicadas em vermelho no mapa da Figura 7, sendo identificados 15 (reúnem 366 mortes, ou 25,8% do total de óbitos). Estas estão distribuídas em apenas 17,8 quilômetros, perfazendo 7,1% da extensão total.

Dos trechos com mais mortes na rodovia, o que apresenta mais letalidade está localizado entre os quilômetros 160,5 e 161,1, na cidade de Tijucas, com 7,77% de letalidade. Em segundo lugar em termos de letalidade se encontra na cidade de Barra Velha, com 6,60% e, em terceiro, Penha com 3,63%.

Quando se observam as mortes absolutas tem-se que a maior quantidade de mortes ocorre em São José e Palhoça. Essa região é a que mais possui acidentes no total e também traz um maior número de acidentes de pequeno potencial lesivo, típicos de trechos muito congestionados, onde a velocidade dos veículos é baixa com pequenas colisões muito frequentes. Assim, a letalidade nesses locais assume valores baixos, apesar de reunirem o maior número absoluto de fatalidades (Quadro 14).

Quadro 14 – Locais de mais mortes na rodovia

Total	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	95,3	96,0	0,7	14	212	6,60%	Barra Velha
2	106,9	107,5	0,6	16	441	3,63%	Penha
3	111,6	112,1	0,5	13	611	2,13%	Navegantes/Itajaí
4	119,2	120,0	0,8	14	798	1,75%	Itajaí
5	129,0	130,0	1,0	20	1158	1,73%	Balneário Camboriú
6	131,5	132,7	1,2	23	1133	2,03%	Balneário Camboriú
7	150,7	152,1	1,4	27	962	2,81%	Itapema
8	160,5	161,1	0,6	15	193	7,77%	Tijucas
9	196,1	196,7	0,6	8	380	2,11%	Biguaçu
10	200,4	201,5	1,1	18	2049	0,88%	São José
11	202,5	203,1	0,6	16	2295	0,70%	São José
12	204,0	205,7	1,7	44	6948	0,63%	São José
13	206,5	209,0	2,5	49	11223	0,44%	São José
14	209,6	212,4	2,8	50	7896	0,63%	São José/Palhoça
15	214,6	216,3	1,7	39	3417	1,14%	Palhoça
Total			17,8	366	39716	0,92%	

Figura 7 – Mortes na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.7 MORTES PELO TRAÇADO DA RODOVIA

O traçado da via será analisado a fim de se descobrir, considerando o desenho geométrico da rodovia, quais regiões apresentam a maior concentração localizada de mortes, e desses trechos, quais apresentam maior letalidade. Para isso serão analisadas as frequências das mortes em retas, curvas e cruzamentos.

3.7.1 Reta

A observação das 1.123 mortes representadas nas retas por meio da metodologia de Kernel para o trecho em estudo apresenta 14 trechos de alta intensidade de fatalidades. As 309 mortes nesses trechos representam um total de 27,5% do total de óbitos.

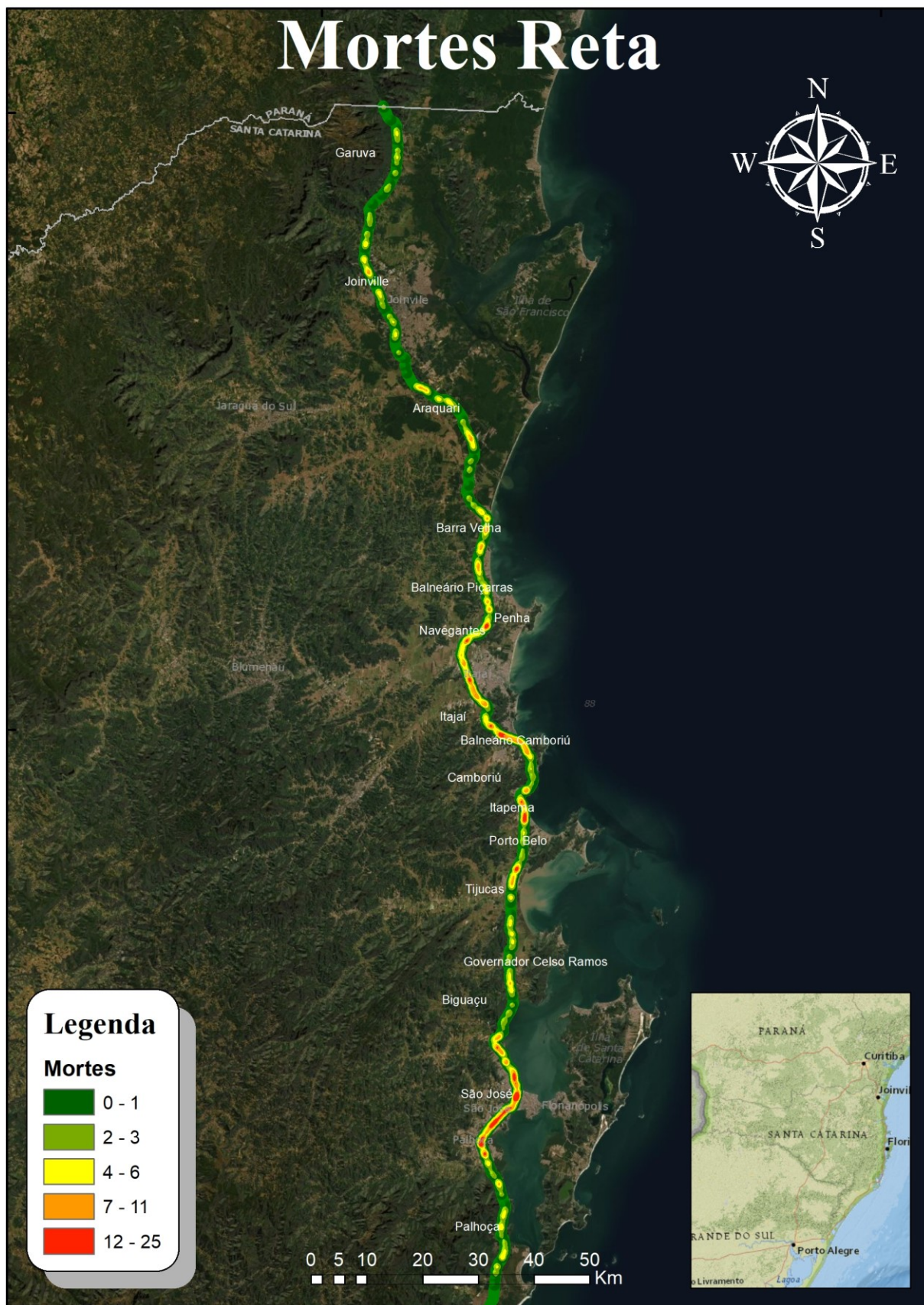
Os trechos apresentam intersecções com os trechos colocados na análise geral de mortes, o que evidencia uma grande quantidade de mortes ocorrendo em retas. Novamente o trecho que apresenta maior letalidade fica localizado no município de Tijucas. Em segundo lugar encontra-se no município de Penha, seguido de Itapema. São José e Palhoça repetem o comportamento de apresentar os menores valores de letalidade, dentre os críticos.

O aumento ou a diminuição da letalidade de mesmos trechos em relação ao cenário de mortes totais aponta se as retas nos mesmos locais compõem um elemento de maior ou menor peso na letalidade perante o todo. Este cenário é visualizado no Quadro 15 e na Figura 8.

Quadro 15 – Locais de mais mortes em retas na rodovia

Reta	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	107,0	107,5	0,5	14	282	4,96%	Penha
2	111,6	112,1	0,5	11	530	2,08%	Navegantes/Itajaí
3	119,0	120,0	1,0	15	1177	1,27%	Itajaí
4	129,0	129,5	0,5	11	478	2,30%	Balneário Camboriú
5	131,5	132,7	1,2	20	987	2,03%	Balneário Camboriú
6	148,0	149,0	1,0	12	993	1,21%	Itapema
7	150,7	152,1	1,4	26	815	3,19%	Itapema
8	160,5	161,1	0,6	15	190	7,89%	Tijucas
9	194,5	195,0	0,5	10	596	1,68%	Biguaçu
10	200,7	202,1	1,4	22	2878	0,76%	São José
11	204,3	205,7	1,4	33	4044	0,82%	São José
12	206,9	212,4	5,5	76	14607	0,52%	São José/Palhoça
13	214,6	216,3	1,7	32	2225	1,44%	Palhoça
14	217,7	218,3	0,6	12	490	2,45%	Palhoça
Total			17,8	309	30292	1,02%	

Figura 8 – Mortes em Reta na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.7.2 Curva

Ocorrem 216 vítimas fatais nos 13 anos do trecho em estudo em todas as curvas do trecho em estudo. Quando analisados os locais com valores críticos há um total de 50 mortes, as quais se dispõem ao longo de 8 curvas críticas, representando 23% do total de óbitos.

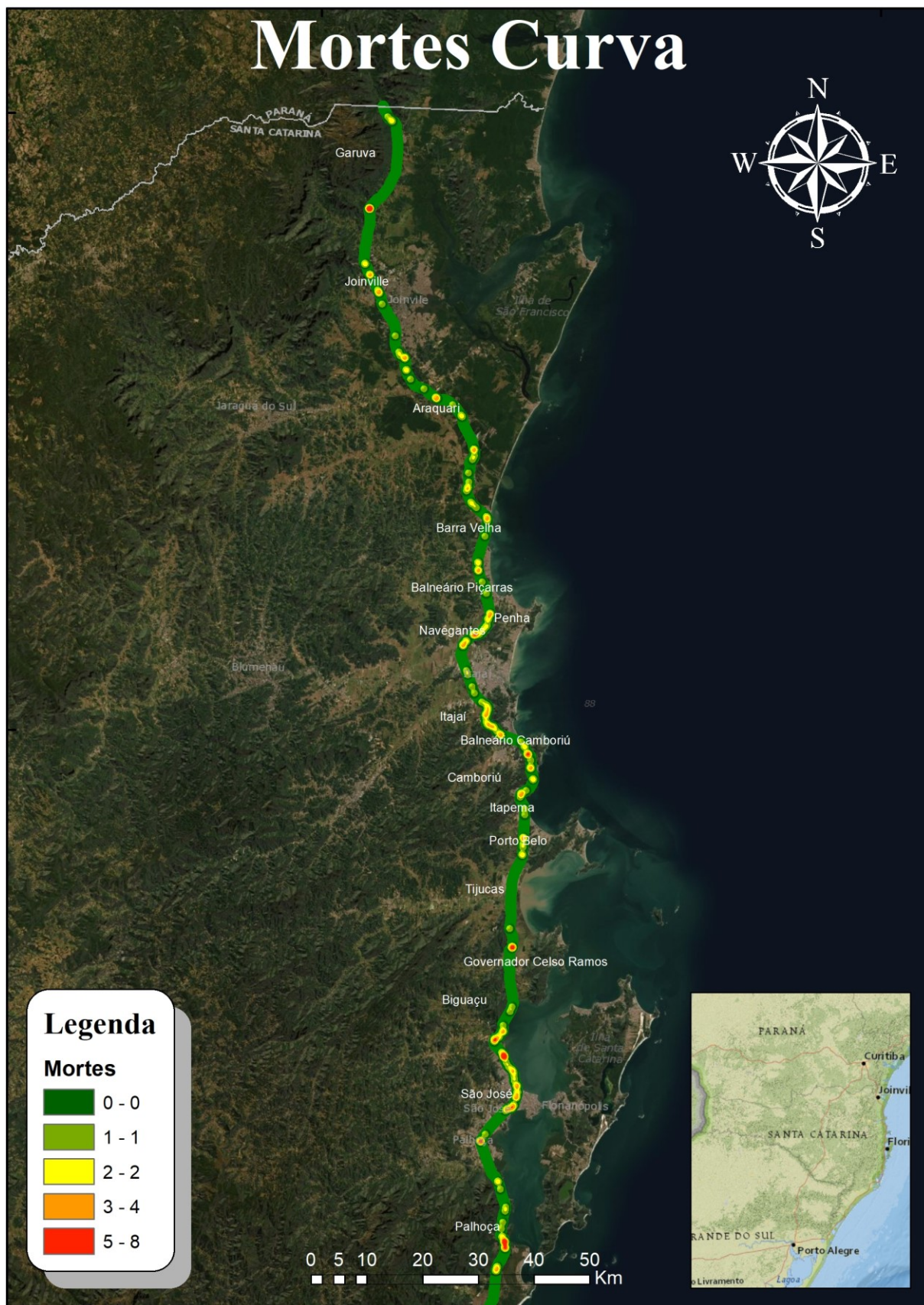
Dessas oito curvas a mais letal se encontra no município de Palhoça, na qual há sete mortes e apresenta letalidade de 8,75%. A curva que mais computa mortes em absoluto fica em Biguaçu, com 9 mortes, mas apenas 2,64% de letalidade.

As curvas em destaque correspondem aos pontos em vermelho na Figura 9, podendo cada uma ser acompanhada pela identificação da cidade e da quilometragem.

Quadro 16 – Locais de mais mortes em curvas na rodovia

Curva	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	21,0	21,0	0,0	8	160	5,00%	Joinville
2	138,4	138,7	0,3	5	166	3,01%	Balneário Camboriú
3	175,0	175,2	0,2	6	164	3,66%	Gov. Celso Ramos
4	193,0	193,2	0,2	4	200	2,00%	Biguaçu
5	196,3	197,2	0,9	9	341	2,64%	Biguaçu
6	215,3	215,6	0,3	5	180	2,78%	Palhoça
7	234,9	235,1	0,2	7	80	8,75%	Palhoça
8	236,0	236,2	0,2	6	170	3,53%	Palhoça
Total				50	1461	3,42%	

Figura 9 – Mortes em Curva na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.7.3 Cruzamento

Das 39 mortes ocorridas em cruzamentos, 10 delas se concentram em seis cruzamentos, o que representa 26% do total de mortes. Os valores de letalidade dos pontos com maior número de mortes são bastante elevados, com um cruzamento em Araquari registrando 100% de letalidade. Esses dois acidentes que desenvolveram em óbito podem ter alguma causa específica no espaço-tempo como uma obra, ou ainda aleatória, que deflagraram o fenômeno, de modo que esse valor de letalidade precisaria ser melhor analisado. Ademais, como são apenas dois eventos, o resultado pode não ser significativo. Os locais que apresentam maior número de acidentes possuem também menor letalidade.

A representação dos quantitativos de letalidade em cruzamentos pode ser verificada no Quadro 17 e sua respectiva representação na Figura 10.

Quadro 17 – Locais de mais mortes em cruzamentos na rodovia

Cruzamento	Local (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
2,0	74,3	2	2	100,00%	Araquari
3,0	86,3	2	7	28,57%	Barra Velha
4,0	117,3	2	60	3,33%	Itajaí
5,0	211,0	2	42	4,76%	Palhoça
6,0	229,4	2	5	40,00%	Palhoça
Total		10	116	8,62%	

Figura 10 – Mortes em Cruzamento na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.8 MORTES EM CATEGORIAS DE MAIOR LETALIDADE

3.8.1 Período do dia – Plena Noite

Com um total de 859 mortes, representando 60% do total, a expressão da mancha de calor das fatalidades noturnas representadas graficamente se assemelha com a das mortes na rodovia considerando todos os períodos do dia.

Quando se consideram as letalidades dos trechos, o município de Barra Velha se apresenta como o trecho mais letal, com 11,76%. Em segundo lugar se encontra a cidade de Tijucas, com 11,43%. Essas duas cidades inverteram de posição em relação ao panorama que considera todos os períodos do dia, o que é um indício que o município de Barra Velha possuir acidentes mais letais no período da noite.

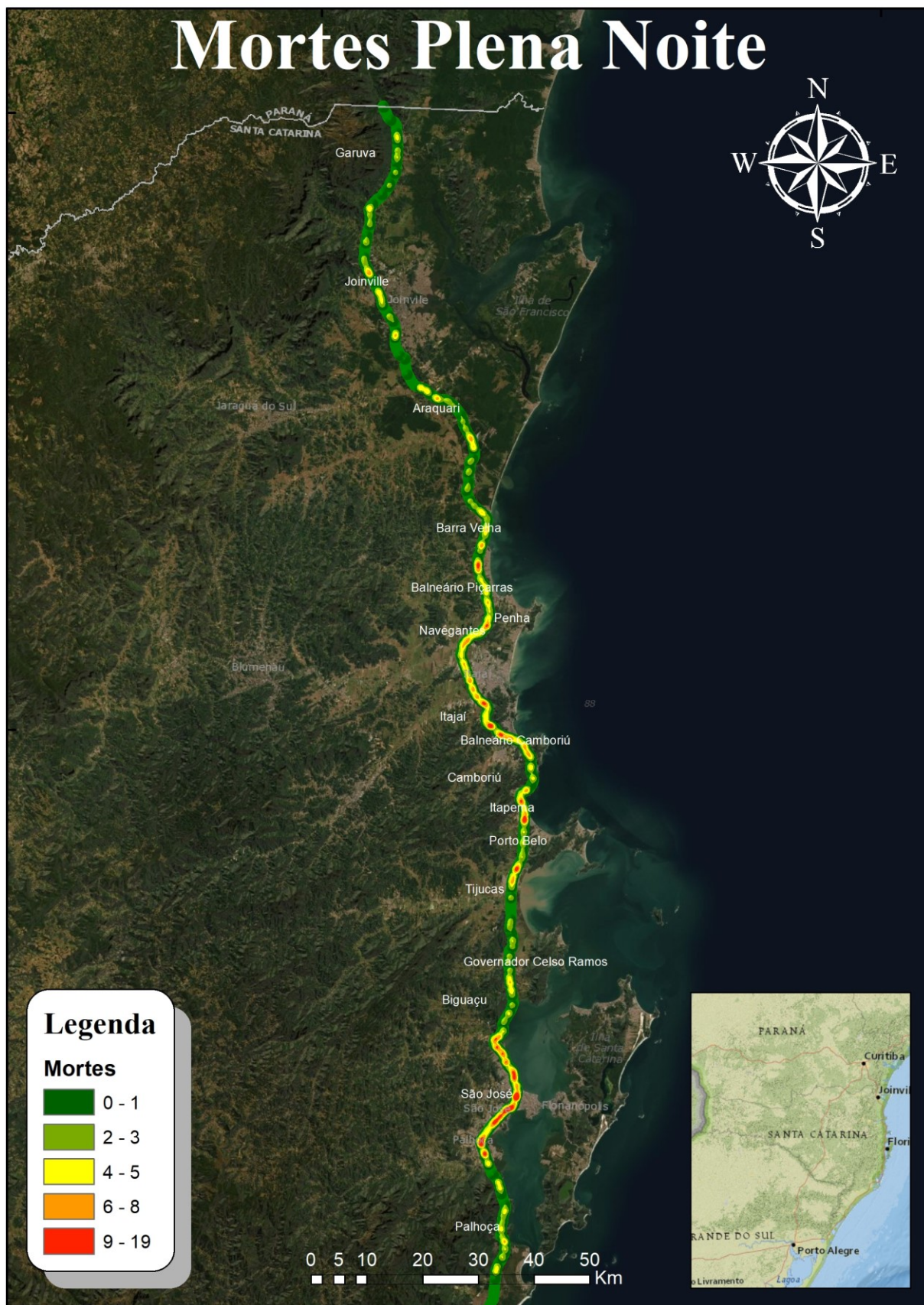
Em terceiro e quarto lugar se encontram trechos ao redor da cidade de Itapema, com letalidade de 7,69% em um local e 7,61% em outro. O aumento da letalidade quando se considera o período noturno nesses trechos é bastante significativa, o que poderia ser causado por festas noturnas na região, além do uso de bebidas alcoólicas associadas à direção. Balneário Camboriú, cidade vizinha, também apresenta significativo aumento da letalidade (Quadro 18 e Figura 11).

São José e Palhoça novamente apresentam o maior volume de vítimas fatais, mas as menores letalidades.

Quadro 18 – Locais de mais mortes em plena noite na rodovia

Noite	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	95,2	96,0	0,8	12	102	11,76%	Barra Velha
2	106,9	107,1	0,2	8	106	7,55%	Penha
3	124,5	125,0	0,5	9	178	5,06%	Itajaí
4	129,0	129,5	0,5	12	195	6,15%	Balneário Camboriú
5	131,5	132,2	0,7	10	292	3,42%	Balneário Camboriú
6	148,4	148,7	0,3	7	92	7,61%	Itapema
7	151,4	152,1	0,7	13	169	7,69%	Itapema
8	160,5	161,0	0,5	12	105	11,43%	Tijucas
9	194,6	196,3	1,7	33	579	5,70%	Biguaçu
10	200,0	201,6	1,6	20	838	2,39%	São José
11	204,1	205,2	1,1	23	1223	1,88%	São José
12	206,5	211,8	5,3	61	5188	1,18%	São José/Palhoça
13	214,7	216,3	1,6	25	960	2,60%	Palhoça
14	217,4	218,3	0,9	12	249	4,82%	Palhoça
Total			16,4	257	10276	2,50%	

Figura 11 – Mortes Plena Noite na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.8.2 Causa do acidente – Velocidade incompatível

Há 145 mortes por velocidade incompatível no total e nove trechos em vermelho que contabilizam 72 mortes, ou praticamente 50% do total, o que mostra grande concentração de eventos em poucos locais. Todos os trechos críticos apontados pelo software apresentam alta letalidade, com o menor de 8,00% e o maior de 24,00%.

O trecho com maior número de mortes e maior letalidade localiza-se nas cidades de Porto Belo e Tijucas, de extensão que atravessa a divisa entre as duas cidades e engloba o trecho já analisado anteriormente em outras categorias e também em mortes totais. Ressalta-se que entre o km 160,5 e o km 161,1 se caracteriza como sendo de alta letalidade. Isso seria um indicativo de que o excesso de velocidade é um fenômeno de grande contribuição para a perda de vidas nesse local. A existência de outro trecho relevante em Tijucas, a quatro quilômetros de distancia, endossa a suposição de que condutores trafeguem excesso de velocidade nessa região.

O detalhamento quantitativo das ocorrências pode ser acompanhado no Quadro 19 e encontra-se espacialmente representado na Figura 11.

Quadro 19 – Locais de mais mortes com velocidade incompatível na rodovia

Velocidade	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	21,0	21,0	0,0	6	75	8,00%	Garuva
2	97,0	97,0	0,0	3	20	15,00%	Balneário Piçarras
3	109,7	110,3	0,6	5	35	14,29%	Penha
4	160,0	162,2	2,2	6	25	24,00%	Porto Belo/Tijucas
5	166,0	166,0	0,0	4	34	11,76%	Tijucas
6	207,1	207,8	0,7	6	50	12,00%	São José
7	211,0	211,0	0,0	3	23	13,04%	Palhoça
8	228,9	229,2	0,3	4	22	18,18%	Palhoça
9	234,9	235,0	0,1	5	36	13,89%	Palhoça
Total			3,9	42	320	13,13%	

Figura 12 – Mortes Velocidade Incompatível na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.8.3 Tipo de acidente – Colisão frontal

Quando o infortúnio de morte ocorre por colisão frontal há dois locais com alta concentração de perda de vidas. Destacam-se nove vidas perdidas na região do município da Palhoça registradas em pista simples até o ano de 2012 (NSC, 2012), o que remonta esses acontecimentos a um período anterior ao período de duplicação da BR-101 neste local.

Maciel (2017) coloca que a principal característica de risco da pista simples é a interação entre as correntes de fluxo opostas: quase a totalidade das colisões frontais se dá em rodovias de pista simples e resultam em choques mais graves do que outras categorias de colisões.

Uma relação no estudo que endossa esse apontamento é a existência de um total de 85 fatalidades por colisão frontal, 32 delas sendo em pista simples e 50 em pista dupla. Como mais da metade das vítimas fatais em trechos críticos ocorreram em pista simples, e considerando que a extensão de pista simples no trecho estudado é muito inferior à extensão de pista dupla, fica clara a maior frequência desse tipo de incidente em pista simples, o que ocorre principalmente em ultrapassagens, manobra na qual o motorista invade temporariamente a pista de sentido contrário.

As outras quatro mortes registradas, em pista dupla e em Joinville, apresentam quatro mortes e 66,67% de letalidade, conforme percebido no Quadro 20 e na Figura 13.

Quadro 20 – Locais de mais mortes por colisão frontal na rodovia

Colisão Frontal	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	37,6	38,0	0,4	4	6	66,67%	Joinville
2	235,0	236,0	1,0	9	108	8,33%	Palhoça
Total			1,4	13	114	11,40%	

Figura 13 – Mortes Colisão Frontal na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.8.4 Condição Meteorológica – Nevoeiro/Neblina

As mortes em condição meteorológica de nevoeiro são evidenciados apenas 23 e apontam prevalência na região norte da rodovia, a qual se afasta do litoral. Há apenas um valor em vermelho quando se consideram as mortes sob essas circunstâncias, localizado em Araquari, com três óbitos e letalidade de 42,86%. No entanto, como o número de acidentes e vítimas fatais é pouco representativo, os resultados em análise geográfica tendem a não ser significativos. Cabe salientar que esse fenômeno não possui alta frequência no litoral de Santa Catarina (Quadro 21 e Figura 14).

Quadro 21 – Locais de mais mortes em neblina/nevoeiro na rodovia

Neblina/ Nevoeiro	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	58,2	58,2	0,0	3	7	42,86%	Araquari
Total			0,0	3	7	42,86%	

Figura 14 – Mortes Nevoeiro/Neblina na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.8.5 Pista simples e Pista Dupla

No capítulo 2 a letalidade da pista dupla havia sido mostrada como superior a da pista simples. Dessa forma, foram feitos mapas de calor de ambas as situações para que se possa observar o comportamento de cada uma. Os mapas temáticos mostram que os pontos críticos de pista dupla estão localizados em locais em que pontos críticos de mortes gerais estão alocados, ou seja, a maior parte das mortes ocorre em pista dupla em função de outras variáveis, o que explica a letalidade estar maior na pista dupla, mas não em função dela.

Quando se analisa o quadro de valores com muitas mortes em pista simples, pode ser percebido que nenhum dos quatro trechos está inserido em locais de muitas vítimas fatais no quadro de mortes gerais, ou seja, por mais que sejam relevantes analisando-se apenas a pista simples, a ocorrência de óbitos não apresenta destaque no quadro geral.

A situação pode ser vista no Quadro 22 e na Figura 15.

Quadro 22 – Locais de mais mortes em pista simples na rodovia

Pista Simples	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	116,1	117,7	1,6	9	747	1,20%	Itajaí
2	217,7	218,5	0,8	6	106	5,66%	Palhoça
3	232,0	232,8	0,8	8	224	3,57%	Palhoça
4	234,9	236,8	1,9	17	827	2,06%	Palhoça
Total			5,1	40	1904	2,10%	

Figura 15 – Mortes Pista Simples na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



Figura 16 – Mortes Pista Dupla na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.8.6 Tipo de Envolvido – Pedestre

Dentre todas as categorias, a de pedestres é considerada a mais letal, apresentando uma letalidade de quase 30% e participação de mortes de quase 34% do total, situação conhecida internacionalmente por apresentar muitas mortes no trânsito em rodovias.

Os trechos com maior densidade de mortes, apontados em vermelho, são cinco, sendo que todos eles possuem um mesmo cenário: uma região fortemente urbanizada, o que se verifica nos municípios de Balneário Camboriú, Itapema e São José.

O total de mortes de pedestres é de 482, com os cinco trechos de valores críticos representando 12,4% do total, o que evidencia que o fenômeno de mortes de pedestres ocorre de modo bastante distribuído ao longo do trecho de estudo, já que a concentração dessas mortes representa uma fatia menor do total.

Destaca-se aqui a letalidade dos acidentes, com o menor valor sendo de 32,26% e o maior de 75%.

Vaez (2016) coloca que a velocidade do veículo impacta diretamente na gravidade das lesões e no óbito da vítima de atropelamento. Isso ocorre, pois um pedestre atingido por um veículo a 30km/h apresenta 90% de chances de sobreviver, porém quando o impacto ocorre a 50 km/h a chance é menor que 20%, enquanto que a 80 km/h é praticamente nula. Como a rodovia no trecho estudado apresenta velocidade máxima de 100km/h, os encontros com pedestres tendem a ocorrer em valores de velocidade fatais.

Esses dados se mostram em harmonia com os resultados alcançados, nos quais trechos de maior velocidade de veículos, como Itapema e Balneário Camboriú, apresentam uma letalidade mais alta (Quadro 23 e Figura 17).

Quadro 23 – Locais de mais mortes de pedestres na rodovia

Pedestres	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	129,2	129,5	0,3	9	12	75,00%	Balneário Camboriú
2	131,9	132,4	0,5	12	30	40,00%	Balneário Camboriú
3	150,6	151,5	0,9	10	15	66,67%	Itapema
4	200,9	201,5	0,6	9	26	34,62%	São José
5	204,5	205,3	0,8	20	62	32,26%	São José
Total			3,1	60	145	41,38%	

Figura 17 – Mortes Pedestre na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.9 MORTES POR CATEGORIA DE VEÍCULO

A seguir serão analisados os trechos com maior densidade de mortes para categorias de veículos e as suas respectivas letalidades.

3.9.1 Veículo – Automóvel

As mortes dessa categoria representam 29% do total, com 414 óbitos, porém com apenas 0,46% de letalidade. As manchas de calor para essa categoria de veículo apontam uma densidade maior de eventos na região de Itajaí, São José e Palhoça.

Com a função Kernel são registrados 12 trechos em vermelho apresentados no Quadro 24, os quais computam 113 mortes e uma letalidade geral de 0,84%. Essas mortes somadas representam 27% das mortes da categoria.

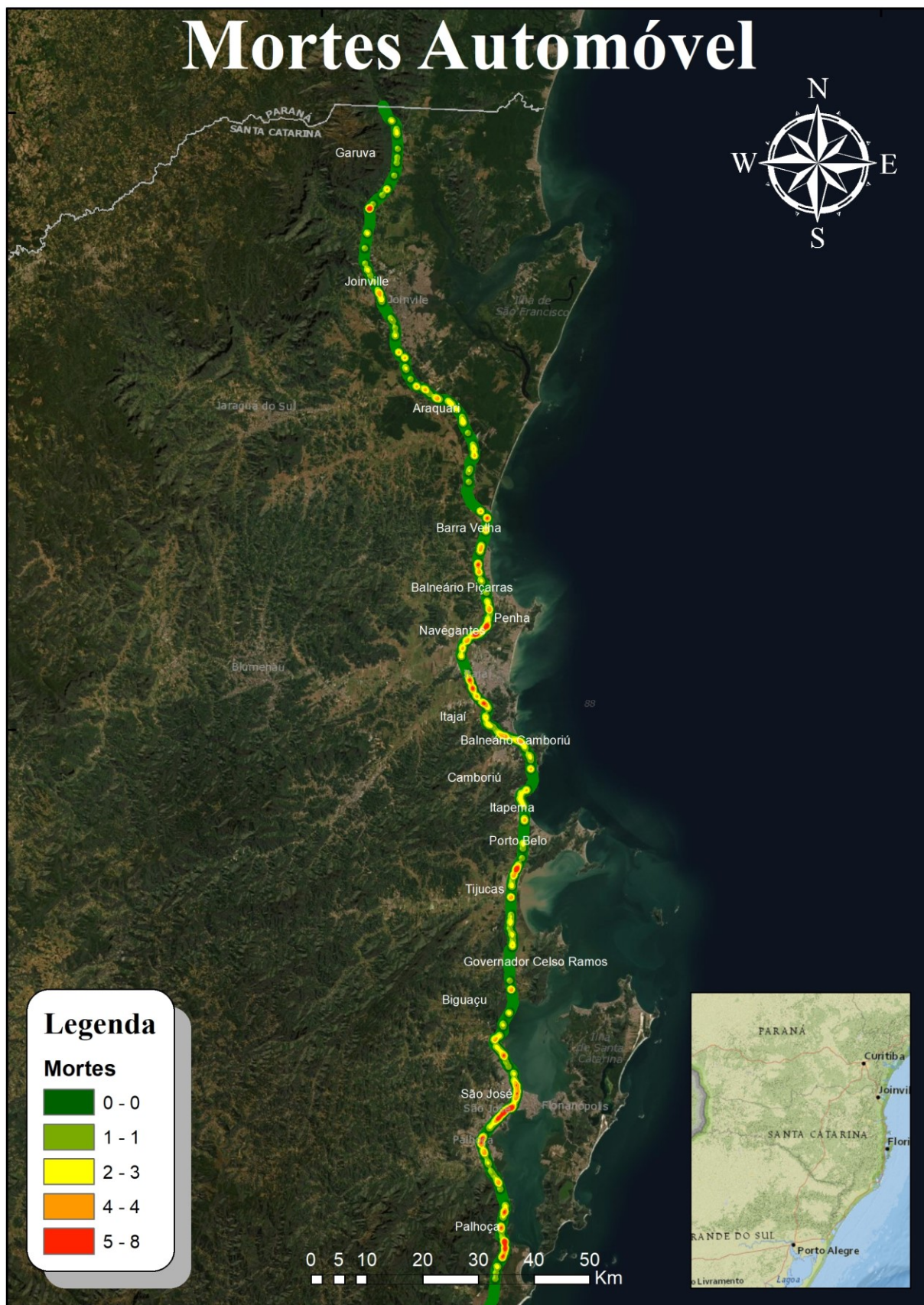
O trecho de maior letalidade se encontra em Joinville: 11,86%, com seis mortes por velocidade incompatível e uma por ingestão de álcool. Enquanto que o de maior número de mortes em São José, apresentando a menor letalidade, de 0,30%.

A segunda maior letalidade se encontra em Tijucas, indicativo de grande potencial lesivo nessa região em acidentes de automóvel.

Quadro 24 – Locais de mais mortes por automóvel na rodovia

Automóvel	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	20,0	20,1	0,1	7	59	11,86%	Joinville
2	106,9	107,8	0,9	8	359	2,23%	Penha
3	109,5	110,3	0,8	7	227	3,08%	Penha/Navegantes
4	119,2	119,8	0,6	5	279	1,79%	Itajaí
5	120,9	121,5	0,6	6	409	1,47%	Itajaí
6	124,4	124,7	0,3	4	198	2,02%	Itajaí
7	160,5	161,0	0,5	8	97	8,25%	Tijucas
8	196,6	196,9	0,3	4	148	2,70%	Biguaçu
9	207,0	210,4	3,4	26	8807	0,30%	São José
10	214,6	216,0	1,4	10	1840	0,54%	Palhoça
11	229,1	229,9	0,8	6	129	4,65%	Palhoça
12	234,9	238,0	3,1	22	972	2,26%	Palhoça
Total			12,8	113	13524	0,84%	

Figura 18 – Mortes Automóvel na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.9.2 Veículo – Caminhão

Como essa categoria veicular é a de menor letalidade, apesar de haver muitos caminhões transitando na rodovia, os óbitos resultantes são de 85 no trecho e período estudados, o que representa 6% do total de fatalidades. Todavia, nos trechos com mais mortes a letalidade é bastante elevada, com valores transitando entre 2,63% e 8,51%, o que indica que nesses locais os acidentes são graves nessa categoria.

São registrados nove locais de valores críticos apresentados no Quadro 25, os quais representam 38% das mortes da categoria nesses locais. Há uma clara prevalência de dados ao redor da cidade de Itajaí, que poderia ser explicado pela existência de dois portos na região, atratores de veículos de transporte, como na cidade de Itajaí e Navegantes, além da existência do entroncamento da BR-101 com a BR-470, a qual auxilia o escoamento de produtos. Outro indício é o trecho que mais acumula acidentes ser presente em Itajaí, porém, a letalidade é também a mais baixa.

O trecho de maior letalidade está localizado em Araquari, com 8,51%, e o segundo na Palhoça, com 7,32%, sendo também o local com o número absoluto de óbitos mais alto.

Quadro 25 – Locais de mais mortes por caminhão na rodovia

Caminhão	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	71,2	71,9	0,7	4	47	8,51%	Araquari
2	100,8	101,0	0,2	3	40	7,50%	Balneário Piçarras
3	106,5	107,0	0,5	4	58	6,90%	Penha
4	119,5	120,0	0,5	3	114	2,63%	Itajaí
5	129,4	130,0	0,6	3	80	3,75%	Balneário Camboriú
6	131,5	132,0	0,5	3	71	4,23%	Balneário Camboriú
7	175,0	175,1	0,1	3	48	6,25%	Gov. Celso Ramos
8	191,6	192,1	0,5	3	55	5,45%	Biguaçu
9	240,0	241,2	1,2	6	82	7,32%	Palhoça
Total			4,8	32	595	5,38%	

Os dados apresentados no quadro se dispõem espacialmente na Figura 19.

Figura 19 – Mortes Caminhão na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.9.3 Veículo – Ônibus

As mortes em ônibus representam a menor parcela dentre mortes de veículos, com apenas 14 mortes, 1% do total, e baixa letalidade, apenas 0,53, o que resulta em poucos dados para serem trabalhados. Mesmo considerando que são computados eventos ao longo de 13 anos não há muita informação sobre as mortes dessa categoria.

No trecho em Tijuca há um ponto indicado pela mancha de calor em vermelho, o qual também se mostrou crítico para caminhões, o que poderia indicar alguma relação do local de acidente com veículos pesados.

De fato, no km 175,0 há uma curva crítica, na qual se registram seis mortes, e delas, três são de ônibus e três de caminhões.

Os resultados estão dispostos no Quadro 26 e na Figura 20.

Quadro 26 – Locais de mais mortes por ônibus na rodovia

Ônibus	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	58,2	58,3	0,1	3	5	60,00%	Araquari
2	175,1	175,2	0,1	3	17	17,65%	Gov. Celso Ramos
Total			0,2	6	22	27,27%	

Figura 20 – Mortes Ônibus na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.9.4 Veículo – Motocicleta

Motocicletas são conhecidas por possuírem alta letalidade no trânsito no mundo inteiro, não sendo diferente no trecho estudado. Compondo 391 mortes o trecho e períodos estudados, o que representa 27,50% do total, cuja letalidade é de 1,65%, é observável na predominância de fatalidades ocorrendo na Grande Florianópolis. Uma explicação possível pode ser considerada pelos movimentos pendulares a trabalho e em viagens de longa distancia menos frequentes, quando em comparação com automóveis. Ressalta-se que no norte do trecho, nas cidades de Araquari, Joinville e Garuva apresentam poucas mortes.

Os sete trechos com maior densidade de óbitos representam 28% das mortes totais com motocicletas, mas apresentam apenas 1,69% de letalidade, o que é um valor bastante próximo da média de todas as mortes, o que leva a crer que a maioria das fatalidades ocorrem em locais de grande trânsito de veículos, onde também há muitas colisões de baixo poder lesivo, diminuindo a letalidade. De fato, é observada uma proporção maior de motocicletas dentro de cidades do que em rodovias.

No entanto, três trechos apresentam-se em vermelho e estão com letalidades elevadas, sendo o mais alto deles o trecho em Itajaí entre o km 114,0 e o km 114,1, com letalidade de 7,02%. O segundo trecho de maior letalidade, também em Itajaí, apresenta um elevado número de acidentados, o terceiro maior da lista (Quadro 27 e Figura 21).

Quadro 27 – Locais de mais mortes por motocicleta na rodovia

Motocicleta	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	114,0	114,1	0,1	4	57,0	7,02%	Itajaí
2	115,9	118,8	2,9	22	423,0	5,20%	Itajaí
3	155,0	155,1	0,1	6	76,0	7,89%	Porto Belo
4	201,6	202,6	1,0	6	505,0	1,19%	São José
5	204,8	208,2	3,4	29	2682,0	1,08%	São José
6	210,3	213,7	3,4	28	1900,0	1,47%	São José/Palhoça
7	214,8	216,3	1,5	13	754,0	1,72%	Palhoça
Total			12,4	108	6397,0	1,69%	

Figura 21 – Mortes Motocicleta na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.9.5 Veículo – Bicicleta

Apesar de bicicletas não serem tão frequentes no trânsito em rodovias, elas apresentam alta letalidade. No trecho em estudo representam apenas 8,72% das mortes, mas a letalidade média da categoria é de 7,37%, o que significa 16 vezes mais letal do que para automóveis. Nas mortes são representadas em mapa temático percebe-se uma grande preponderância de eventos registrados em regiões de áreas urbanas em ambos os lados da rodovia, destacando-se três regiões: Joinville, Barra Velha a Porto Belo e de Biguaçu a Palhoça.

A lógica gráfica assemelha-se a de motocicletas, porém ainda mais concentrado, dado que não é frequente a realização de viagens de grandes distâncias de bicicleta como em veículos automotores, situação essa que se verifica quando se observa que 43 mortes estão computadas nos trechos críticos apontados nas manchas vermelhas, o que significa 51% do total de mortes dessa categoria, apontando um adensamento de eventos fatais por bicicleta, situação essa oposta a apresentada para mortes de pedestres.

Cabe salientar que o encontro de veículos com bicicletas, assim como com pedestres, é altamente mortal. Os trechos com maior concentração de mortes apresentam alta letalidade, com valores como 100%, 83,33% e 75,00%, de modo que essas colisões devam ser evitados ao máximo para que vidas sejam salvas.

O município de São José apresentou um comportamento padrão de valores de letalidade mais baixos em comparação com as outras cidades, situação essa que não se confirma no caso de morte de ciclistas, com 42,86% de letalidade (Quadro 28 e Figura 22).

Quadro 28 – Locais de mais mortes por bicicleta na rodovia

Bicicleta	Início (km)	Fim (km)	Trecho (km)	Mortes	Acidentados	Letalidade	Cidade
1	23,0	23,0	0,0	3	4,0	75,00%	Joinville
2	91,6	92,1	0,5	4	7,0	57,14%	Barra Velha
3	95,3	95,5	0,2	5	6,0	83,33%	Barra Velha
4	112,0	112,0	0,0	3	6,0	50,00%	Navegantes
5	117,2	117,3	0,1	3	6,0	50,00%	Itajaí
6	122,5	123,0	0,5	3	6,0	50,00%	Itajaí
7	138,2	138,4	0,2	4	4,0	100,00%	Balneário Camboriú
8	149,0	149,1	0,1	3	9,0	33,33%	Itapema
9	150,7	151,0	0,3	3	9,0	33,33%	Itapema
10	196,1	196,6	0,5	3	19,0	15,79%	Biguaçu
11	202,8	202,9	0,1	3	7,0	42,86%	São José
12	211,7	212,2	0,5	3	19,0	15,79%	Palhoça
13	217,8	218,0	0,2	3	16,0	18,75%	Palhoça
Total			3,2	43	118,0	36,44%	

Figura 22 – Mortes Bicicleta na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



3.10 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

As análises por Kernel permitem descobrir quais pontos da rodovia apresentam maior frequência de eventos, isto é, possibilita a visualização de locais críticos. Dentro dessas localidades somam-se os eventos deflagrados e, a partir de então, são criadas as manchas de calor, sendo elas divididas pelo método de Jenks em cinco categorias para melhor visualização, com a cor vermelha a representativa para valores críticos de mortes, ou seja, onde fatalidades ocorreram com mais frequência.

Nesse procedimento se faz clara a distinção dessa abordagem para acidentes e mortes. Quando se trata de salvar vidas, é mais importante considerar onde os óbitos estão ocorrendo em maior volume do que os acidentes de forma geral, por englobarem muitos eventos de baixo potencial lesivo. As manchas de calor de mortes mostram que as mortes ocorrem de maneira mais distribuída ao longo da rodovia do que os acidentes.

Ao analisar as mortes pelo traçado, consegue-se visualizar pontos perigosos em reta, curva e cruzamentos. Da mesma forma, as mortes por categorias de maior letalidade possibilitam enxergar locais com mais incidência daquele comportamento, o que leva a uma investigação de como mitigar esses acontecimentos a fim de se salvar vidas. Já os óbitos por categoria de veículos trazem o comportamento entre o tipo de veículo e a morte, o que auxilia a criação de estratégias que possam diminuir essas ocorrências, principalmente nas categorias de maior letalidade, como bicicletas e motocicletas.

Com a visualização dos locais com maior quantidade de mortes é possível avaliar a letalidade de cada trecho e, com o procedimento metodológico de Kernel, torna-se possível identificar pontos específicos para medidas de intervenção que objetivem evitar a perda de vidas.

Assim, é possível traçar melhores estratégias de intervenção na rodovia, de modo que vidas possam ser poupadas por meio da engenharia ao evitar que ocorram. Quando os eventos já foram deflagrados há uma necessidade de salvar as vidas por meio de operações de emergência, nas quais o atendimento pré-hospitalar se faz de suma importância, sendo nele o tempo uma variável literalmente vital. Para tanto, é fundamental que os postos de atendimento estejam alocados de maneira estratégica na rodovia.

4 GEOGRAFIA MÉDICA SOCORRISTA NA BR-101

Neste capítulo são analisados os acidentes e os postos de atendimento por uma perspectiva espacial a fim de poder representar melhor essa relação ao longo da rodovia e associá-los a necessidade de atendimento socorrista. O procedimento foi feito por meio do *software* ArcGIS, de modo que os dados utilizados foram espacializados geograficamente. Como colocam Batistão, Flores e Silva (2017), a geocodificação dos acidentes rodoviários contribui para a visualização, caracterização e identificação de trechos críticos dos eventos.

De acordo com Souza e Amaral (2019), por meio de uma base de dados SIG é possível realizar diversas análises levando em conta vários componentes distintos, de modo a encontrar padrões e tendências por meio da quantidade de acidentes de trânsito e sua localização, o que auxilia a exploração de suas causas, além da tomada de decisão para a minoração da ocorrência destes fenômenos.

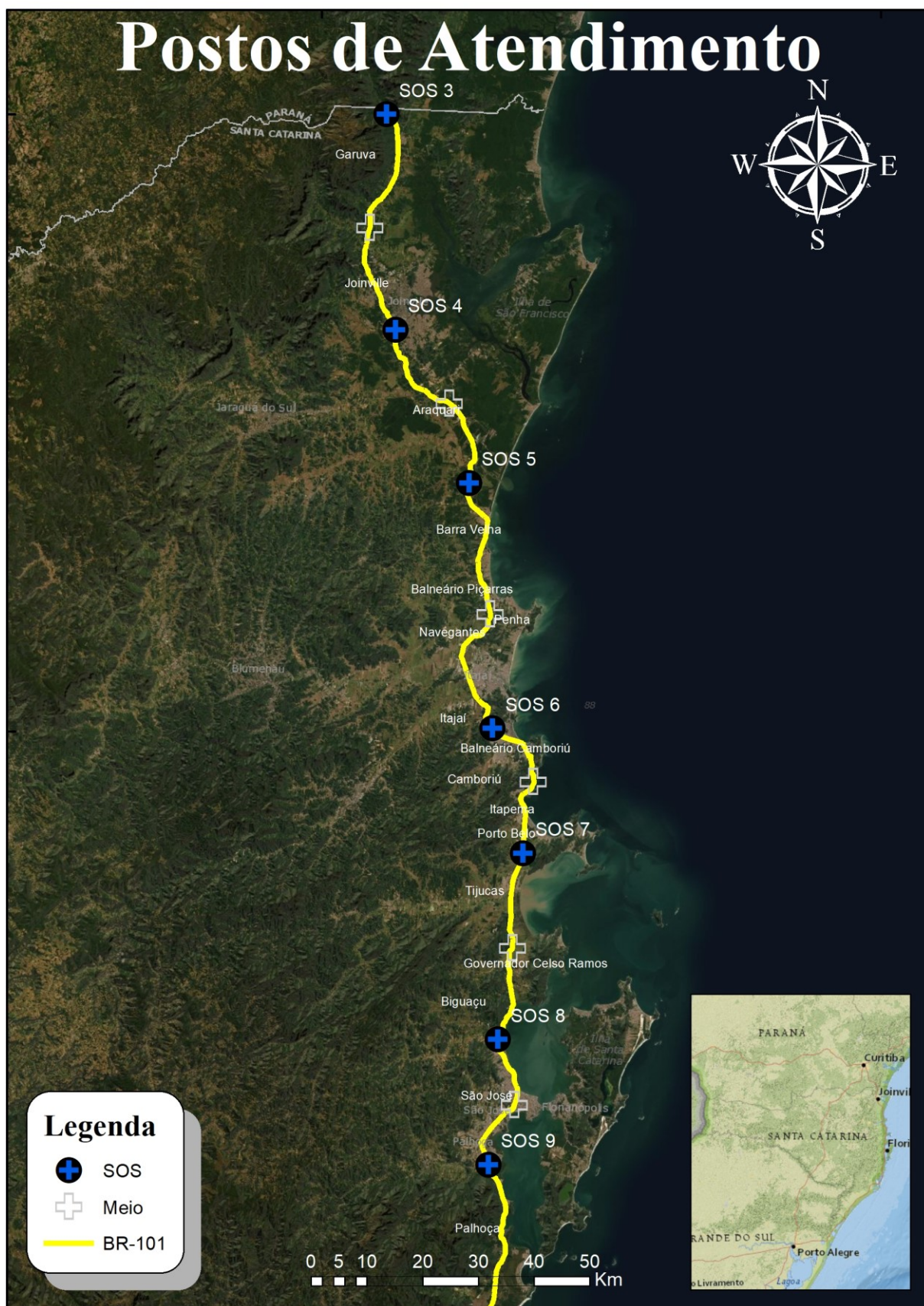
4.1 POSTOS DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO LITORAL SUL

Para os usuários da rodovia, o trecho Garuva-Palhoça possui a disposição serviços de atendimento ao usuário (Quadro 29). Este é composto por atendimento pré-hospitalar, socorro mecânico, resgate de animais na pista, viaturas para combate a incêndio e inspeção de tráfego constante, operando 24h. Esses serviços estão dispostos na rodovia em postos SOS atendimento, constituindo um total de nove postos, todavia, no trecho estudado estão presentes apenas sete desses postos, pois dois deles, os postos SOS 1 e SOS 2, estão localizados no trecho concessionado localizado no Estado do Paraná. No mapa (Figura 23), o símbolo cujo nome é “Meio” trata do ponto intermediário entre dois postos de atendimento consecutivos.

Quadro 29 - Postos de Atendimento SOS Litoral Sul

Número	Posto	Km	Cidade
1	Sos usuário base 3	1,4	Garuva
2	Sos usuário base 4	46,8	Joinville
3	Sos usuário base 5	79,3	Barra Velha
4	Sos usuário base 6	129,8	Balneário Camboriú
5	Sos usuário base 7	157,4	Porto Belo
6	Sos usuário base 8	192,4	Biguaçu
7	Sos usuário base 9	219,8	Palhoça

Figura 23 – Postos de Atendimento SOS Litoral Sul na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



4.2 DIMENSIONAMENTO DOS POSTOS DE ATENDIMENTO AO USUÁRIO

De acordo com o DNER (1997), no Manual de Resgate de Acidentados, o dimensionamento do número de postos de atendimento em uma rodovia considera o tempo de resposta do sistema, ou seja, o intervalo de tempo entre o recebimento do chamado de prestação do socorro até a chegada da equipe de resgate no local da ocorrência.

O tempo de resposta do sistema configura-se na soma de duas variáveis temporais:

- Tempo de avaliação de despacho até o centro de controle;
- Tempo de deslocamento para o local de acidente.

Como o primeiro ponto não possui alteração de velocidade de atendimento em relação ao número de postos alocados a serviço do usuário da rodovia será explorado o segundo ponto.

A respeito do tempo de deslocamento, o manual coloca que uma estimativa do número de postos de atendimento necessários à obtenção de um tempo médio de deslocamento para o local de acidentes (TMDLA) é baseada no igual distanciamento entre postos. A equação dessa lógica é representada pela Equação 4:

$$NP = \frac{EXT}{TMDLA} \cdot \frac{30}{VMED} \quad (4)$$

onde,

NP = número de postos necessários, considerando-se igual distanciamento entre eles;

TMDLA = tempo médio de deslocamento para o local do acidente, em minutos;

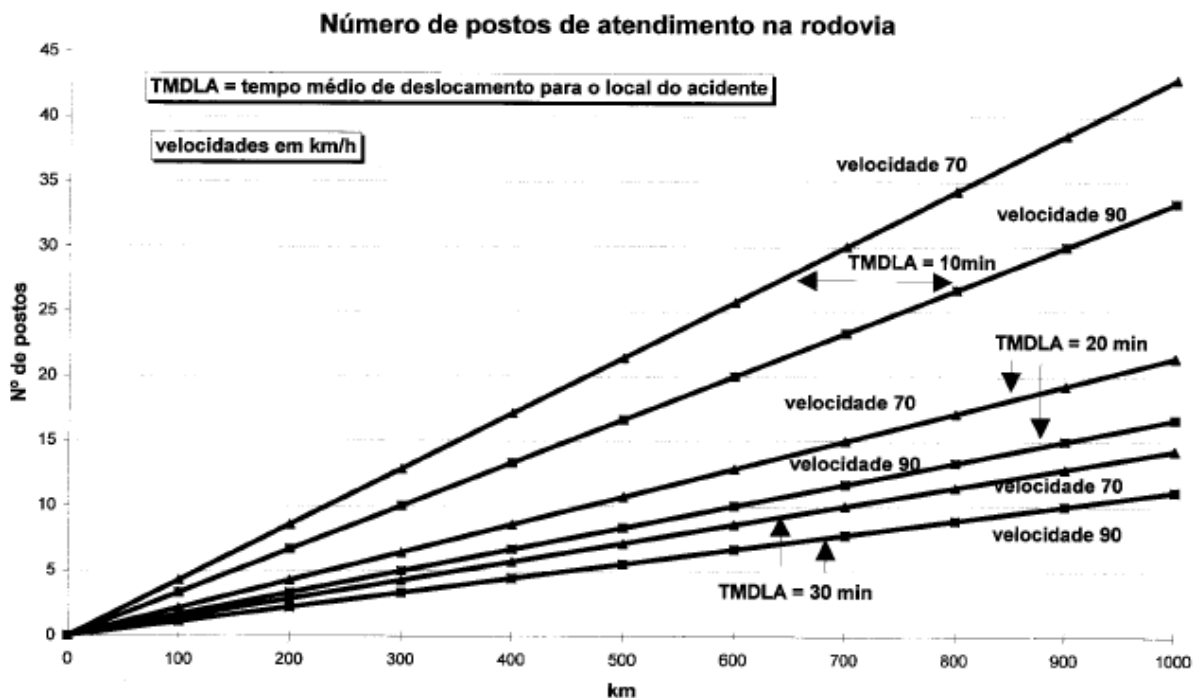
EXT = extensão rodoviária atendida pelo sistema, em km

VMED = velocidade média de deslocamento da ambulância na rodovia, em km/h.

A velocidade média de deslocamento da ambulância será considerada a de 90km/h em rodovias de pista dupla ou múltipla, enquanto que para pista simples será considerado 70 km/h, de acordo com o DNER (1997). Como o trecho da rodovia em estudo encontram-se praticamente todo duplicado desde o ano de 2007, este será assim considerado nas análises.

Ademais, o TMDLA considerado é parâmetro de definição de qualidade do serviço prestado para o DNIT, de modo que deve ser pré-definido para que seja possível estimar o número necessário de postos de atendimento. De acordo com a Figura 24 retirada do manual do DNER (1997), é possível distinguir a qualidade de atendimento em três níveis, com a TMDLA sendo de até 10 minutos, até 20 minutos e até 30 minutos:

Figura 24 – Tempo médio de deslocamento para o local de acidente



Fonte: DNER (1997)

Como o número de postos de atendimento já se encontra fixo no trecho em estudo, uma alteração na fórmula torna possível a definição da TMDLA existente (Equação 5).

$$TMDLA = \frac{EXT}{NP} \cdot \frac{30}{VMED} \quad (5)$$

Se:

NP = 7 postos;

EXT = 250,0 km;

VMED = 90 km/h.

Tem-se, dessa forma, para os 250,0 km do trecho da rodovia em análise, uma estimativa calculada para a TMDLA de 11,90 minutos, entre 10 minutos e 20 minutos, como colocado na Figura 24 – Tempo médio de deslocamento para o local de acidente.

O manual do DNER (1997) coloca também que, quando não há significativas variações nas estimativas da velocidade média de deslocamento da ambulância da rodovia, o espaçamento uniforme dos postos é considerado adequado ao longo da rodovia.

No Quadro 30 apresentam-se as distâncias existentes entre os postos de atendimento alocados no trecho em estudo:

Quadro 30 - Distância entre os postos de atendimento

Número	Entre postos	km
1	SOS 3 - SOS 4	45,5
2	SOS 4 - SOS 5	32,5
3	SOS 5 - SOS 6	50,5
4	SOS 6 - SOS 7	27,6
5	SOS 7 - SOS 8	35,0
6	SOS 8 - SOS 9	27,4

Como pode ser visto, não há equidistância entre os postos de atendimento. Todavia, o manual do DNER (1997) explicita também que alterações no espaçamento uniforme podem ocorrer quando há variações significativas nas estimativas de velocidade média de deslocamento da rodovia, considerando pontos críticos, os quais podem minimizar o tempo de atendimento da ambulância para atender diferentes critérios:

- a) Localizar os postos de atendimento de modo a tornar mínimo o tempo médio de deslocamento até os pontos críticos;
- b) Localizar os postos de atendimento de modo a manter o tempo médio de deslocamento abaixo de um valor determinado;
- c) Localizar os postos de atendimento de modo a minimizar o maior tempo de atendimento a qualquer ponto crítico.

Dessa forma, pontos críticos na rodovia podem alterar a disposição de postos de atendimento. De fato, o manual explica que uma divisão equitativa dos postos não ocorre devido à existência de pontos críticos criados pelo trânsito, e os procedimentos de análise

abordados no mesmo manual, aplicados aos dados de acidentes, permitem caracterizar locais de maior concentração de ocorrências.

Os pontos críticos são caracterizados quantitativamente pelo índice de acidentes, considerando-se que uma maior concentração de acidentes requer uma maior proximidade dos postos de atendimento. A gravidade do acidente é caracterizada pelo índice de mortalidade (DNER, 1997). Considerações que modificam a configuração teórica inicialmente adotada de espaçamento uniforme, mas que alteram a disposição geográfica com forte orientação no número de acidentes como um todo. Cabe salientar que o manual não faz nenhuma menção a vítimas graves para situar os postos de atendimento.

Considerando esses aspectos, calculou-se o raio de ação, ou ainda, alcance, de cada posto na rodovia, os quais estão dispostos no Quadro 31:

Quadro 31 – Localização dos postos e seu alcance

Número	Posto	Km	Início	Fim	Alcance
1	SOS 3	1,4	0	24,1	24,1
2	SOS 4	46,8	24	63,1	39,0
3	SOS 5	79,3	63	104,6	41,5
4	SOS 6	129,8	105	143,6	39,1
5	SOS 7	157,4	144	174,9	31,3
6	SOS 8	192,4	175	206,1	31,2
7	SOS 9	219,8	206	250,0	43,9

Como observado, as distâncias entre postos, assim como os alcances de cada um, variam ao longo da rodovia, o que pode ser atribuído a uma diferença de acidentes na rodovia, de modo a adequar melhor a localização deles para o atendimento ao usuário. Para melhor entender essa situação, é plotada em mapa na Figura 25 a densidade de acidentes pelo método de análise de Kernel, seguindo os mesmos parâmetros definidos no capítulo anterior, em conjunto com a localização dos sete postos de atendimento ao usuário e ponto intermediário entre eles.

Figura 25 – Postos de Atendimento SOS Litoral Sul na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



Os pontos críticos, usados na readequação da posição dos postos, são caracterizados quantitativamente pelo índice de acidentes, calculado pela Equação 6 (DNER 1997):

$$Ia = \frac{Na \cdot 10^6}{365 \cdot \sum(VMDa)_i \cdot Li} \quad (6)$$

Onde,

Ia = índice de acidentes no trecho, por 1 milhão de veículos.km;

Na = número de acidentes ocorridos no trecho no período considerado (ano);

i = subtrecho considerado (varia de 1 a n); o trecho analisado é dividido em subtrechos desde que haja variação de VMDa;

Li = extensão do subtrecho considerado.

No entanto, a proposta de abordagem do trabalho não trata de pontos críticos por meio do cálculo do índice de acidentes, o qual considera o fluxo de veículos totais, mas de estudar a ocorrência absoluta de vítimas graves e fatais na rodovia em relação aos postos de atendimento. O mapa da Figura 25 deixa claro que há uma disposição diferenciada da ocorrência de acidentes ao longo da rodovia. Todavia, esses acidentes consideram todos os estados da vítima, desde ilesos até mortos, situação essa que poderia ser diferente se considerados os graus do estado físico das vítimas.

De acordo com Ibiapino et al. (2017), o tempo de transporte ao serviço de saúde especializado é essencial quando se considera o prognóstico de uma vítima traumatizada em uma ocorrência, de modo que seja importante que os sistemas de atendimento pré-hospitalar estejam fortalecidos e organizados.

Como colocam Almeida e Menezes (2018), o atendimento deve ser hábil e ágil para um melhor prognóstico de vítimas acidentadas dentro da primeira hora a partir do incidente (chamada hora de ouro), pois possibilita uma maior chance de sobrevivência das vítimas. Sendo o tempo de resposta crucial no atendimento, sua demora pode levar a complicações do quadro clínico da vítima, com consequências passíveis de potencializar o insucesso da assistência.

O tempo de resposta do atendimento pré-hospitalar deve ser inversamente proporcional à prioridade do acontecimento, isto é, quanto maior for a prioridade de um evento, menor deve ser o tempo de resposta (FERNANDES; TANAKA, 2018). Situação essa que pode ser traduzida pelo estado físico da vítima em um acidente de trânsito.

Segundo Mohammadi et al. (2015), quaisquer atitudes que possam ser tomadas com o objetivo de diminuir o tempo de resposta em um atendimento são eficazes para reduzir a morbimortalidade e sequelas irreversíveis decorrentes de acidentes de trânsito, como ambulâncias devidamente equipadas e melhor gerenciamento de serviço.

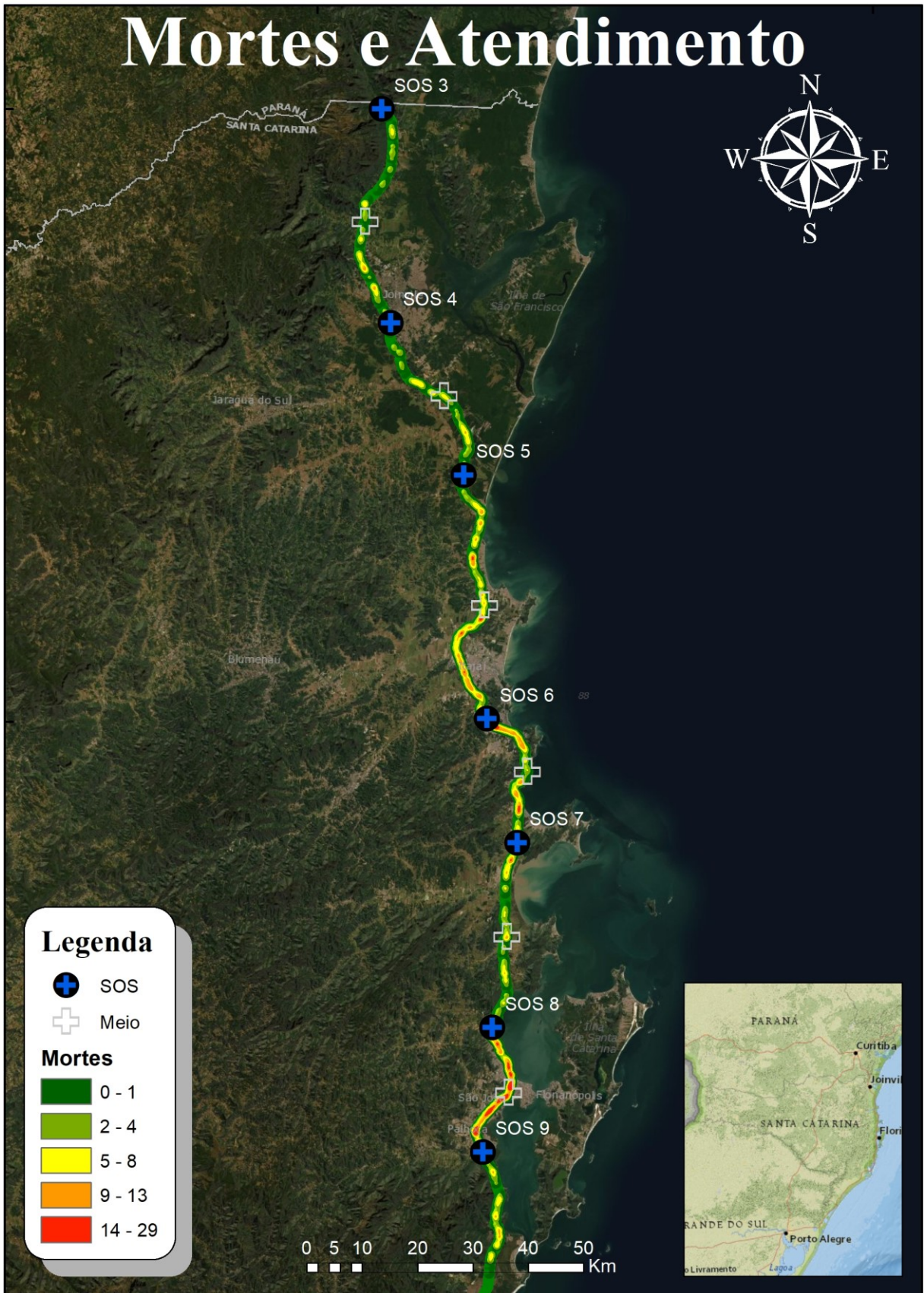
Dessa forma, considerando que o tempo de atendimento e a gravidade dos acidentes devam ser levados em conta para um melhor atendimento pré-hospitalar, foram elaborados os mapas temáticos com as ocorrências de vítimas em estado grave e as que vieram a óbito, para que, por meio da função Kernel, possam ser analisadas em comparação com o quadro anteriormente apresentado, situação a qual considerava apenas os acidentes como um todo.

A representação temática dos lesionados graves e o atendimento, assim como das mortes e atendimento, podem ser visualizados nas Figuras 26 e 27.

Figura 26 – Lesões Graves e Atendimento na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



Figura 27 – Mortes e Atendimento na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



Como pode ser visto nas Figuras 26 e 27, tanto em lesões graves, quanto em mortes, há uma menor concentração de eventos ocorrendo ao longo do trecho de estudo, de modo que aparecem mais manchas de calor espalhadas pela rodovia, o que significa que há uma concentração maior de acidentes de baixo potencial lesivo que distorcem a mancha de calor de acidentes totais.

Com o objetivo de melhor poder visualizar essa situação, as cores do mapa serão colocadas de forma quantitativa, considerando o total de ocorrências, participação dessas ocorrências perante o total e a densidade de eventos por quilômetro. Para isso, será considerado o número de vítimas de cada uma dessas categorias, dentro do alcance de cada posto de atendimento anteriormente definido, a fim de entender se os valores apresentados possuem um mesmo comportamento (Quadros 33, 34 e 35).

Tabela 33 – Acidentes por quilômetro por alcance de posto de atendimento

Nº	Posto	Km	Início	Fim	Extensão	Acidentes	Participação
1	SOS 3	1,4	0,0	24,1	24,1	3047	2%
2	SOS 4	46,8	24,1	63,1	39,0	14124	10%
3	SOS 5	79,3	63,1	104,6	41,5	10694	7%
4	SOS 6	129,8	104,6	143,6	39,1	33222	23%
5	SOS 7	157,4	143,6	174,9	31,3	12026	8%
6	SOS 8	192,4	174,9	206,1	31,2	30955	21%
7	SOS 9	219,8	206,1	250,0	43,9	42566	29%

Tabela 34 – Lesões Graves por quilômetro por alcance de posto de atendimento

Nº	Posto	Km	Início	Fim	Extensão	Lesões Grave	Participação
1	SOS 3	1,4	0,0	24,1	24,1	137	2%
2	SOS 4	46,8	24,1	63,1	39,0	598	7%
3	SOS 5	79,3	63,1	104,6	41,5	782	10%
4	SOS 6	129,8	104,6	143,6	39,1	1632	20%
5	SOS 7	157,4	143,6	174,9	31,3	662	8%
6	SOS 8	192,4	174,9	206,1	31,2	1803	22%
7	SOS 9	219,8	206,1	250,0	43,9	2427	30%

Tabela 35 – Mortes por quilômetro por alcance de posto de atendimento

Nº	Posto	Km	Início	Fim	Extensão	Mortes	Participação
1	SOS 3	1,4	0,0	24,1	24,1	53	4%
2	SOS 4	46,8	24,1	63,1	39,0	132	9%
3	SOS 5	79,3	63,1	104,6	41,5	196	14%
4	SOS 6	129,8	104,6	143,6	39,1	350	25%
5	SOS 7	157,4	143,6	174,9	31,3	170	12%
6	SOS 8	192,4	174,9	206,1	31,2	238	17%
7	SOS 9	219,8	206,1	250,0	43,9	282	20%

Como pode ser visto, a participação de vítimas de acidente de trânsito não possui o mesmo comportamento quando se consideram todas as vítimas independente do estado físico, e quando se consideram as vítimas em lesões graves, ou ainda em mortes. O que aponta para regiões em que há mais acidentes de baixo potencial lesivo, os quais inflam os números totais, enquanto outros locais apresentam menos acidentes absolutos, mas a parcela de lesionados graves e mortos é uma fatia maior do todo.

O cenário descrito fica evidente quando se observa o posto SOS 5, no qual em seu alcance ocorrem 7% do total de acidentes, porém, ao mesmo tempo, são registradas 14% das vítimas graves e 10% das vítimas fatais, isto é, os acidente que ali ocorrem são de alta gravidade, leitura essa que tem o potencial de alterar o local do estabelecimento de postos de atendimento.

Quando comparadas essas três realidades, de acidentes, graves e mortos, percebe-se que os panoramas alteram-se quando se leva em consideração a gravidade das vítimas, as quais precisam de um atendimento pré-hospitalar prioritário quando o incidente resulta acidentes mais graves, pois, caso ele demore a ocorrer, muitas vítimas lesionadas graves podem vir a óbito, o que traz relação entre os registros dessas duas categorias.

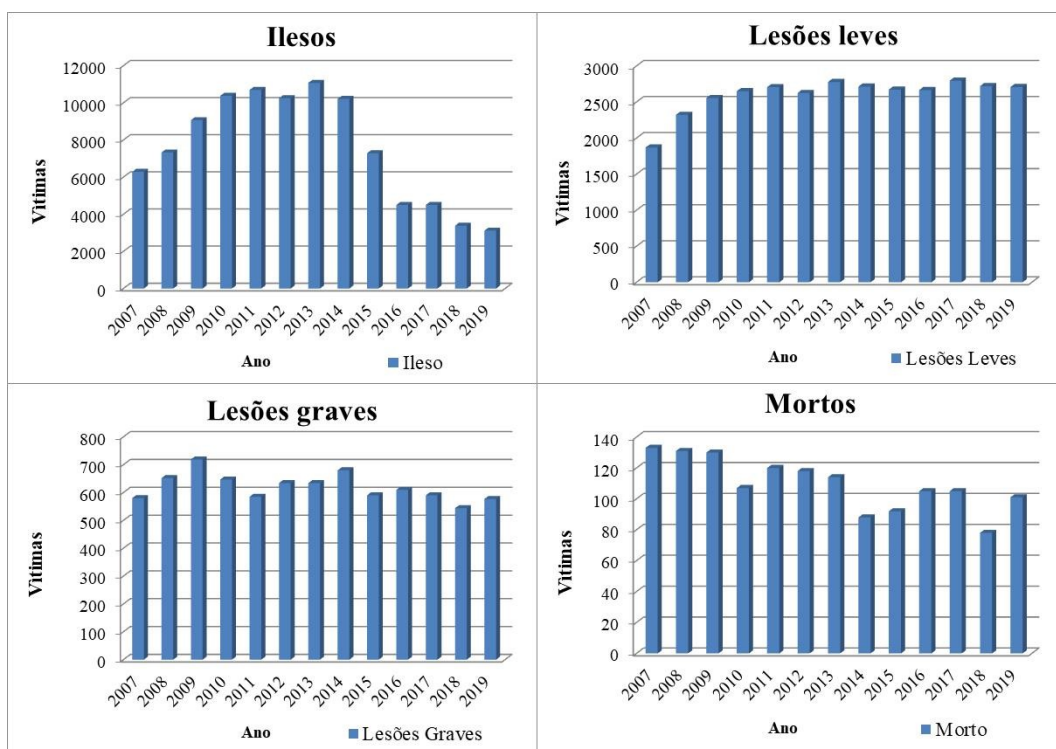
4.3 DISPOSIÇÃO GEOGRÁFICA TEMPORAL DAS VÍTIMAS

Além das mudanças geográficas existentes, os acidentes possuem variação nos locais de ocorrência ao longo dos anos, situação essa que altera o atendimento pré-hospitalar de emergência. Como visto no capítulo 1.7, as quantidade de vítimas possui variação ao longo do tempo, mas, apesar de mostrarem uma diminuição de acidentados totais, quando separadas as categorias de estado físico das vítimas, percebe-se que esse comportamento ocorre basicamente apenas nas vítimas ilesas, enquanto que vítimas de maior gravidade continuam apresentando valores altos de ocorrência (Gráfico 40 e 41).

Gráfico 40 – Vítimas totais de 2007 a 2019



Gráfico 41 – Estados físico das vítimas de acidentes de trânsito entre 2007-2019



Como visto no capítulo 3, os acidentes possuem diferentes disposições geográficas de acordo com a gravidade das lesões da vítima. A análise agora pretende observar essas mudanças no espaço e no tempo ao mesmo tempo. Para tanto foram escolhidos os anos de 2007, 2011, 2015 e 2019, pois, como estão equidistantes entre si em quatro anos de intervalo, as mudanças serão mais perceptíveis.

4.3.1 Acidentes

A contribuição percentual dos acidentes ocorridos por alcance de atuação em cada posto de atendimento, ao longo dos quatro anos determinados pode ser visto em forma de tabelas (Tabelas 36 e 37). Entre os dados apresentados vê-se que o posto SOS 9, no município de Palhoça, demonstra o maior volume de acidentes.

Tabela 36 – Porcentagem de acidentes nos raios de alcance dos postos de atendimento

Acidentes	Posto	Km	Cidade	2007	2011	2015	2019
1	SOS 3	1,4	Garuva	1%	2%	2%	2%
2	SOS 4	46,8	Joinville	8%	10%	11%	9%
3	SOS 5	79,3	Araquari	7%	7%	8%	7%
4	SOS 6	129,8	Balneário Camboriú	20%	25%	21%	24%
5	SOS 7	157,4	Porto Belo	8%	8%	9%	8%
6	SOS 8	192,4	Biguaçu	24%	22%	22%	21%
7	SOS 9	219,8	Palhoça	32%	26%	28%	27%

Tabela 37 – Número de acidentes nos raios de alcance dos postos de atendimento

Acidentes	Posto	Km	Cidade	2007	2011	2015	2019
1	SOS 3	1,4	Garuva	120	310	189	158
2	SOS 4	46,8	Joinville	729	1419	1171	627
3	SOS 5	79,3	Araquari	666	1033	855	492
4	SOS 6	129,8	Balneário Camboriú	1800	3592	2294	1674
5	SOS 7	157,4	Porto Belo	722	1182	992	570
6	SOS 8	192,4	Biguaçu	2133	3260	2410	1474
7	SOS 9	219,8	Palhoça	2884	3833	3129	1871

Os mapas temáticos caracterizados nas Figuras 28, 29, 30 e 31 espacializam os fenômenos e mostram estes com os alcances dos postos de atendimento para lesões graves em 2007, 2011, 2015 e 2019. Além disso, o Gráfico 42 reúne de forma resumida a quantidade de vítimas de acidentes de trânsito em cada posto, para cada um dos anos supracitados.

Gráfico 42 – Porcentagem de acidentes nos raios de alcance dos postos de atendimento

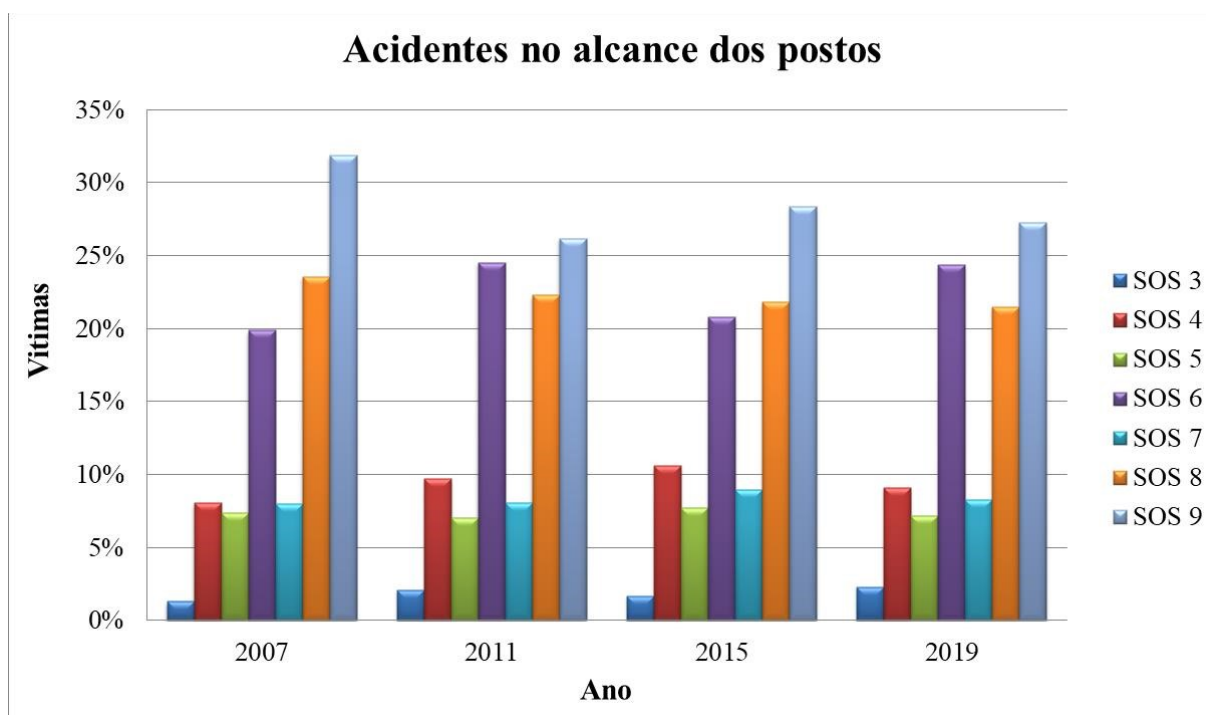


Figura 28 – Acidentes em 2007 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça



Figura 29 – Acidentes em 2011 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça



Figura 30 – Acidentes em 2015 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça

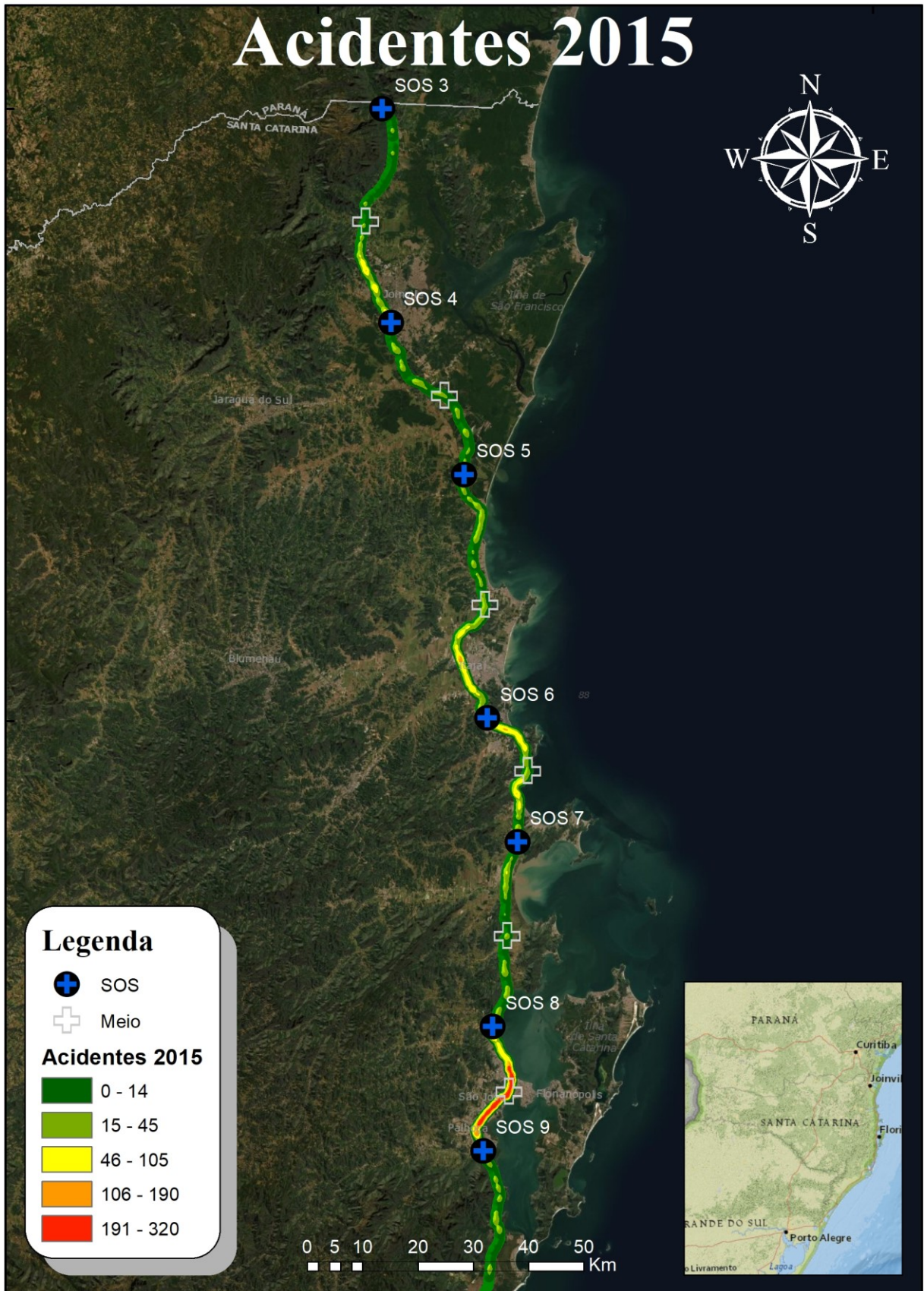


Figura 31 – Acidentes em 2019 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça



4.3.2 Lesões Graves

A contribuição percentual das lesões graves registradas por alcance de atuação em cada posto de atendimento foi estudada ao longo dos mesmos quatro anos determinados.

Observa-se que os postos apresentam uma distribuição diferente de lesionados graves do que de vítimas em todas as categorias, o comportamento não ocorre da mesma forma. Além disso, os postos SOS 6 e SOS 4 apresentam grande aumento de vítimas dessa categoria em seus alcances, enquanto que os postos SOS 5 e SOS 8 apresentam significativa queda de registros. Os acontecimentos se apresentam melhor distribuídos ao longo da rodovia do que quando considerados os acidentes de forma geral (Quadros 38 e 39).

Tabela 38 – Porcentagem de vítimas graves nos raios de alcance dos postos de atendimento

Graves	Posto	Km	Cidade	2007	2011	2015	2019
1	SOS 3	1,4	Garuva	1%	1%	2%	2%
2	SOS 4	46,8	Joinville	6%	5%	9%	10%
3	SOS 5	79,3	Araquari	11%	11%	10%	4%
4	SOS 6	129,8	Balneário Camboriú	13%	21%	24%	28%
5	SOS 7	157,4	Porto Belo	8%	7%	8%	10%
6	SOS 8	192,4	Biguaçu	29%	27%	22%	20%
7	SOS 9	219,8	Palhoça	31%	29%	26%	27%

Tabela 39 – Número de vítimas graves nos raios de alcance dos postos de atendimento

Graves	Posto	Km	Cidade	2007	2011	2015	2019
1	SOS 3	1,4	Garuva	7	7	10	12
2	SOS 4	46,8	Joinville	34	29	51	56
3	SOS 5	79,3	Araquari	66	62	58	24
4	SOS 6	129,8	Balneário Camboriú	76	120	139	160
5	SOS 7	157,4	Porto Belo	46	43	47	57
6	SOS 8	192,4	Biguaçu	170	156	131	114
7	SOS 9	219,8	Palhoça	181	168	154	153

Os mapas temáticos caracterizados nas Figuras 32, 33, 34 e 35 espacializam os fenômenos e mostram estes com os alcances dos postos de atendimento para lesões graves em

2007, 2011, 2015 e 2019. Além disso, o Gráfico 43 reúne de forma resumida a quantidade de vítimas graves em cada posto, para cada um dos anos supracitados.

Gráfico 43 – Porcentagem de acidentes nos raios de alcance dos postos de atendimento

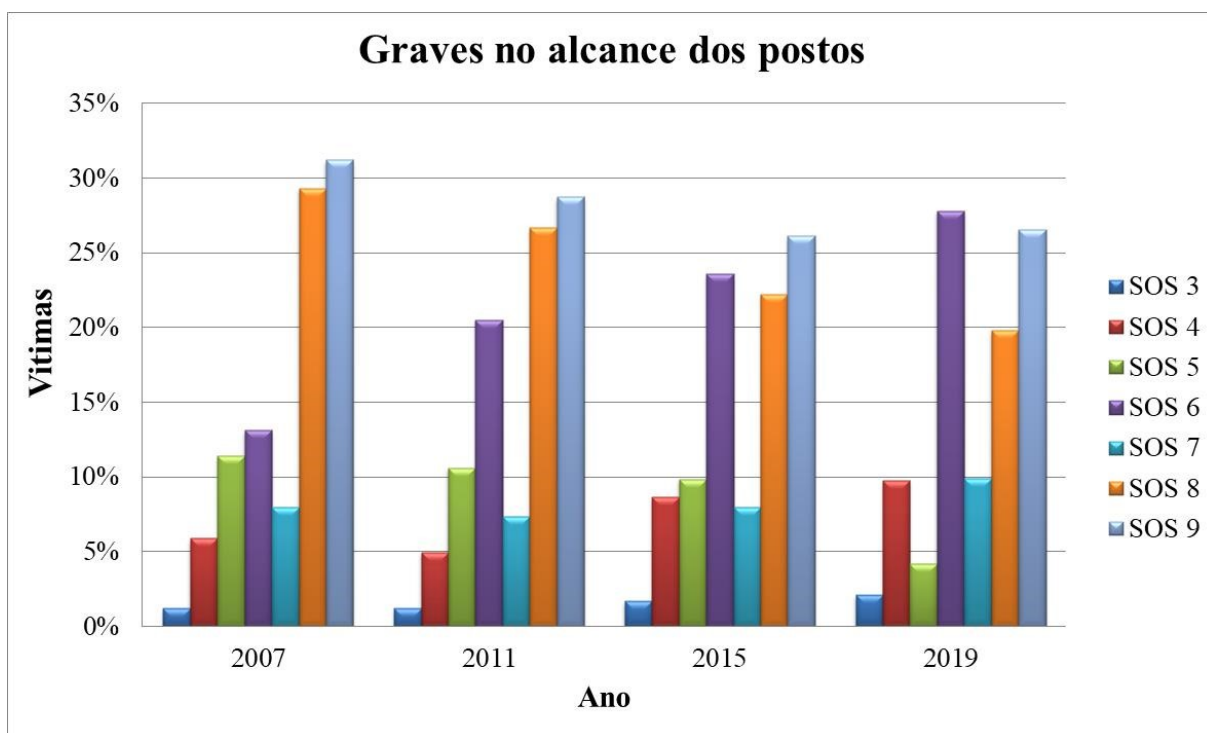


Figura 32 – Lesões Graves em 2007 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça

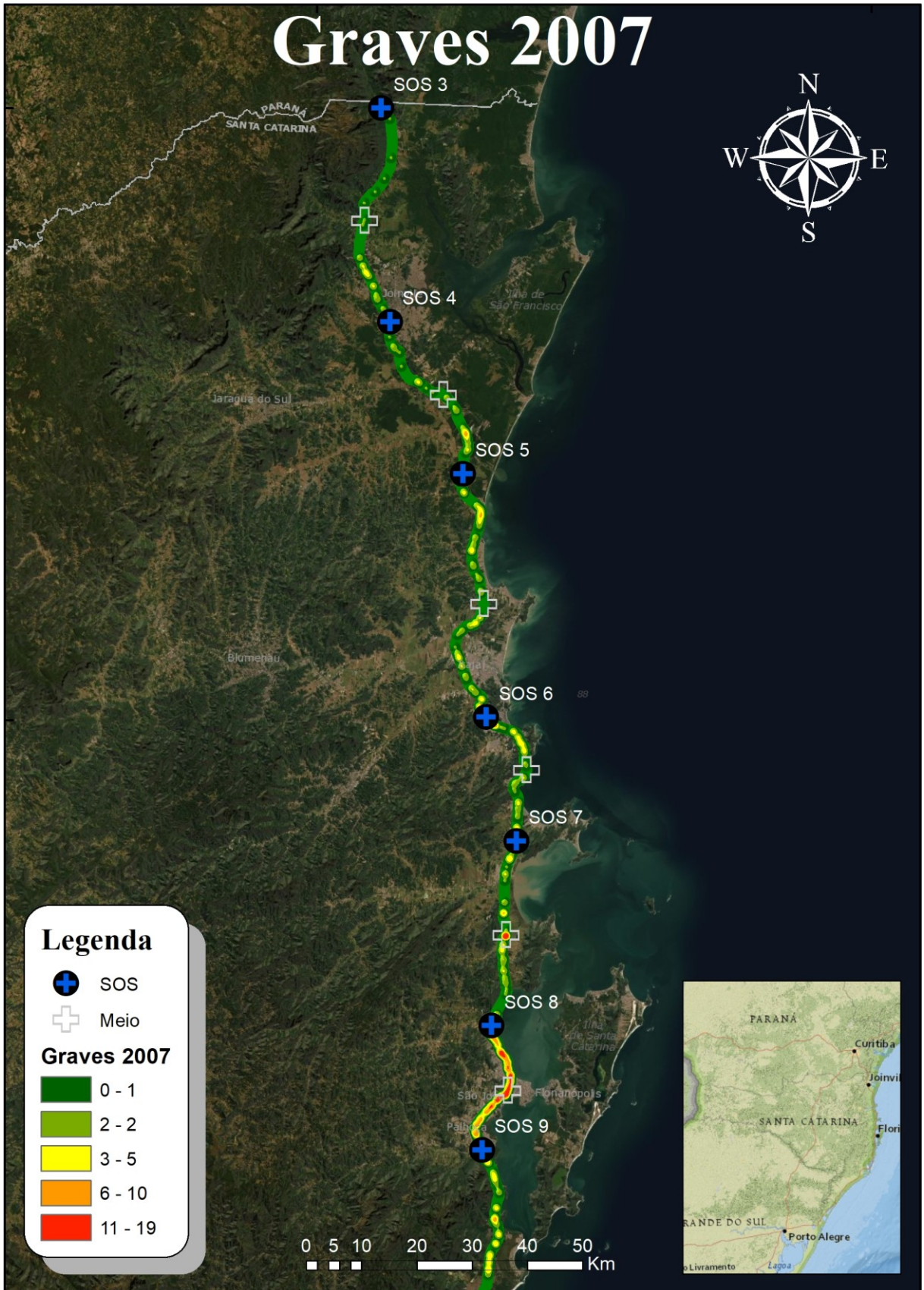


Figura 33 – Lesões Graves em 2011 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça

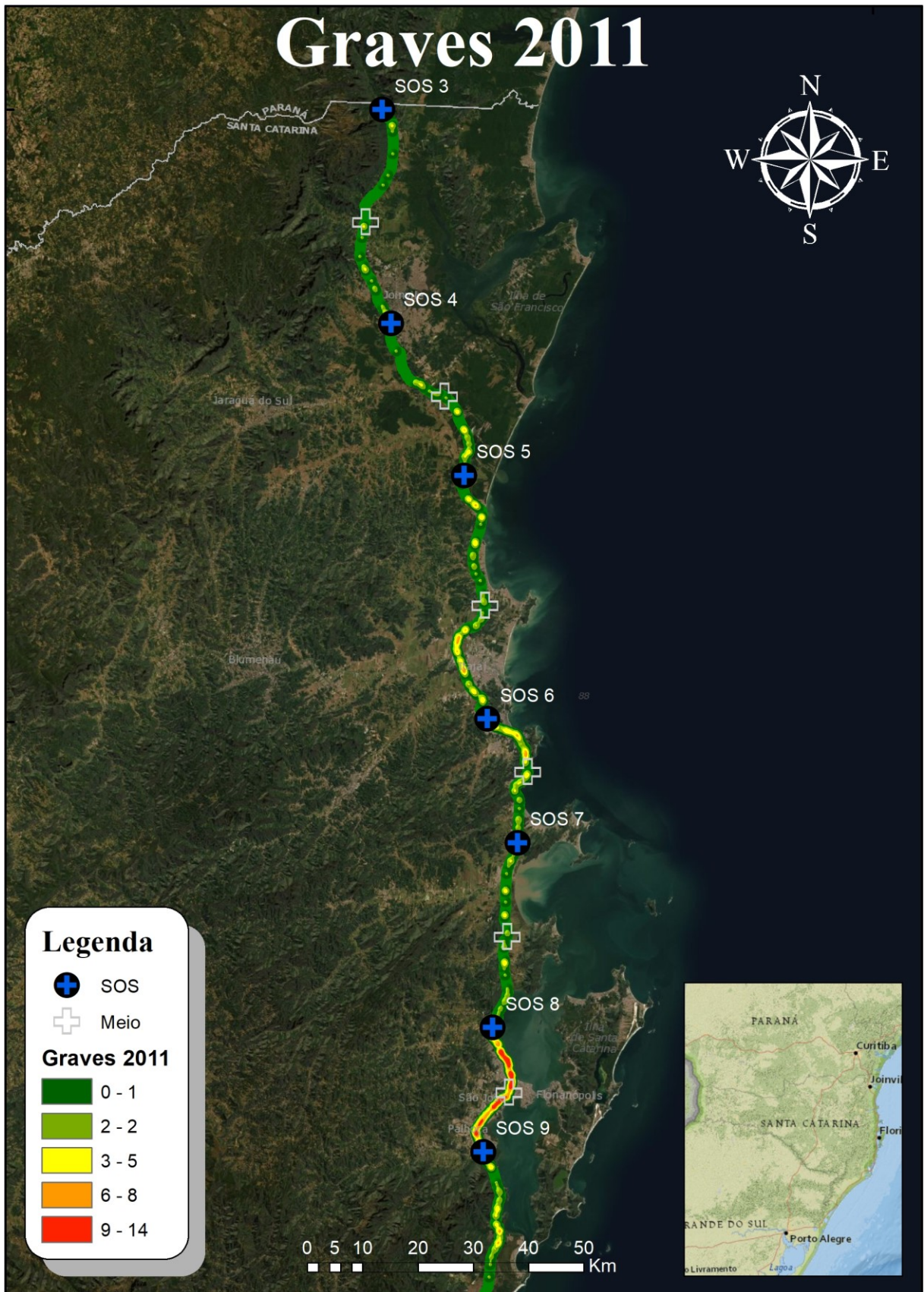


Figura 34 – Lesões Graves em 2015 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça

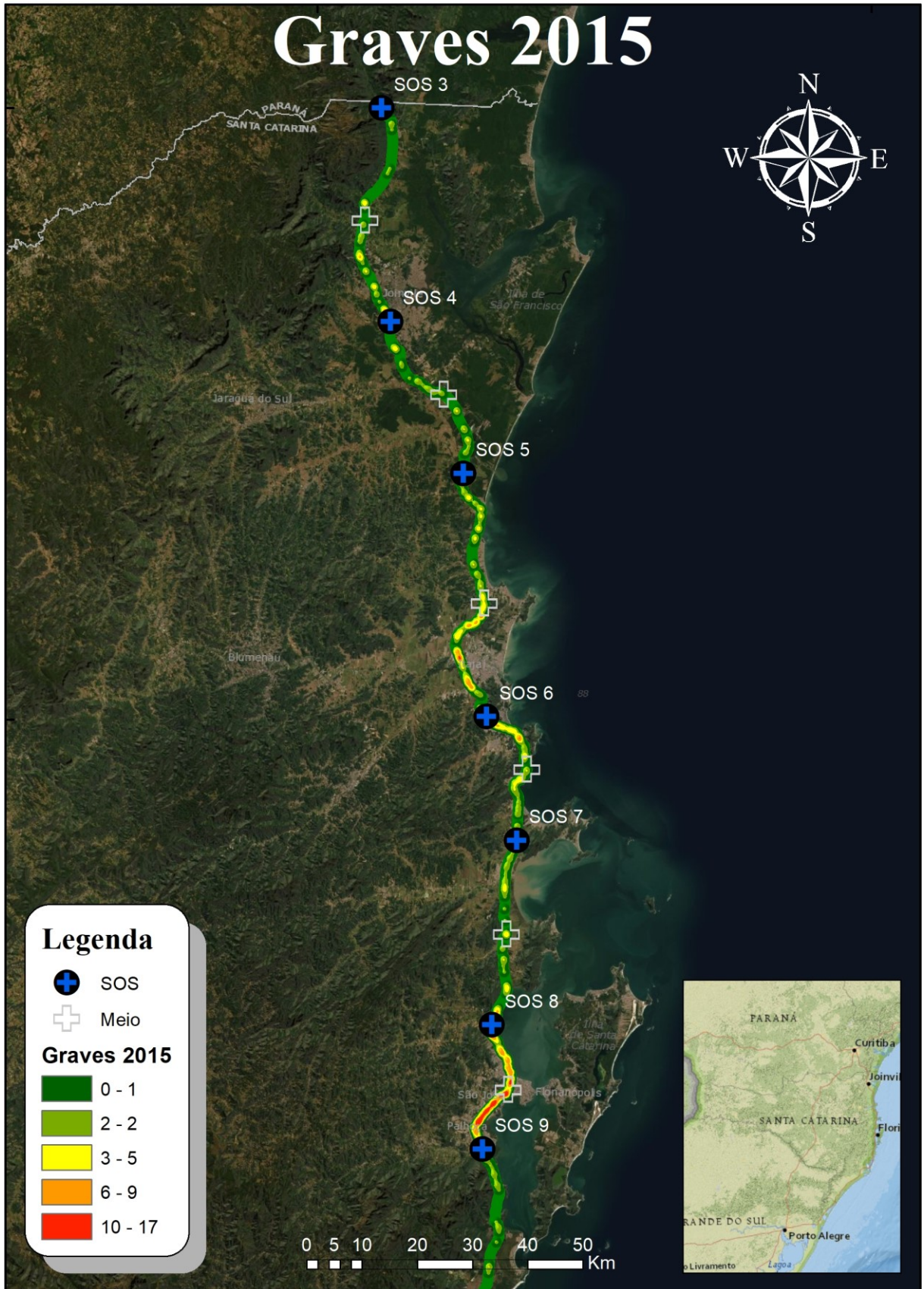
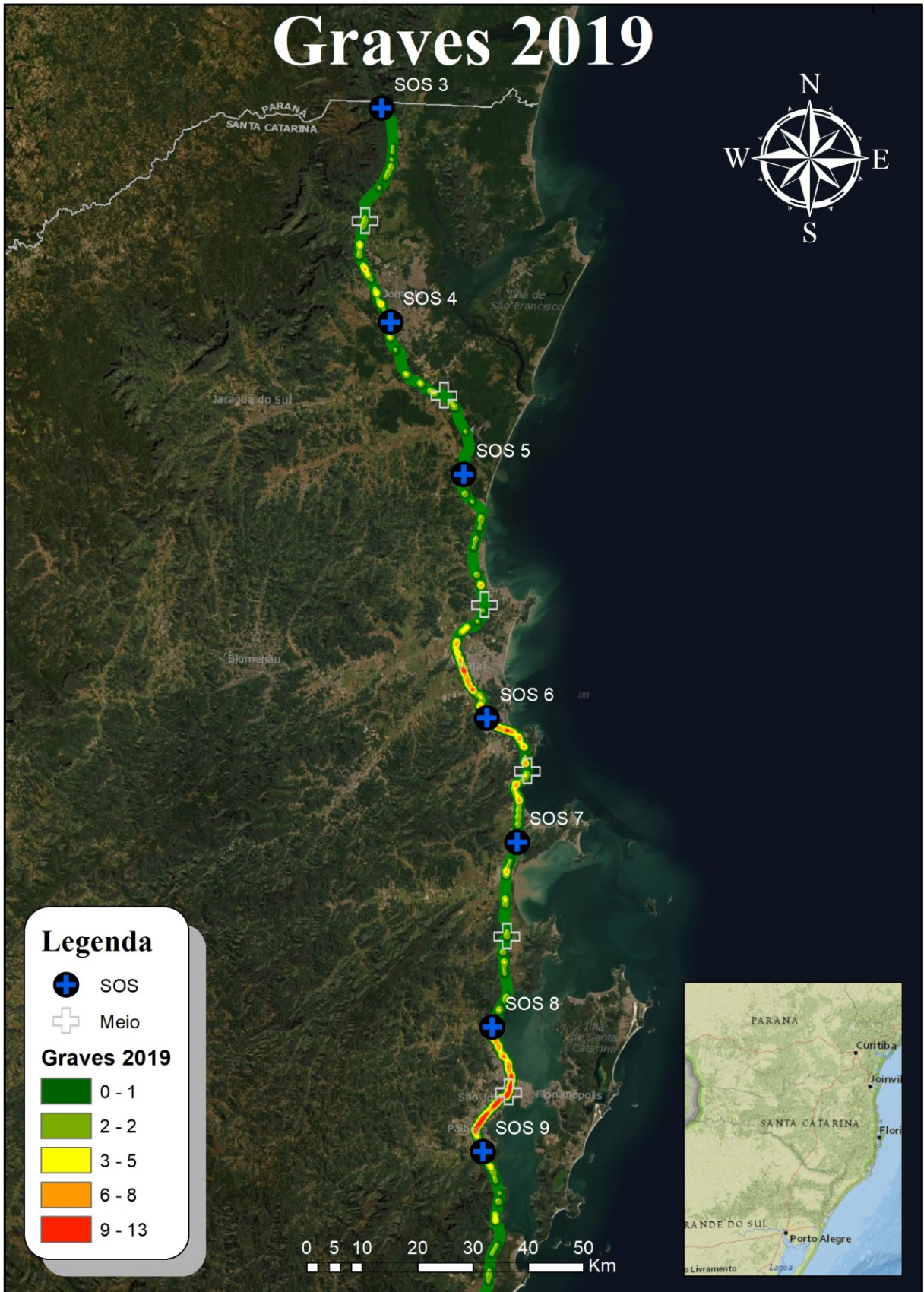


Figura 35 – Lesões Graves em 2019 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça



4.3.3 Mortos

A contribuição percentual de mortos ocorridos por alcance de atuação em cada posto de atendimento se estudou também ao longo dos quatro anos escolhidos.

Nota-se que os postos apresentam uma distribuição diferente de mortos do que de acidentados em todas as categorias, diferente também da distribuição de lesionados graves. As três distribuições não ocorrem da mesma forma.

Ademais, o posto SOS 6 apresenta o maior número de vítimas fatais. Quando se consideram os óbitos, os dados apresentam-se os menos concentrados entre as três situações.

Tabela 40 – Porcentagem de mortos nos raios de alcance dos postos de atendimento

Mortes	Posto	Km	Cidade	2007	2011	2015	2019
1	SOS 3	1,4	Garuva	1%	4%	3%	1%
2	SOS 4	46,8	Joinville	8%	7%	18%	12%
3	SOS 5	79,3	Araquari	15%	20%	12%	13%
4	SOS 6	129,8	Balneário Camboriú	29%	23%	21%	23%
5	SOS 7	157,4	Porto Belo	15%	11%	5%	14%
6	SOS 8	192,4	Biguaçu	15%	18%	15%	18%
7	SOS 9	219,8	Palhoça	17%	18%	25%	19%

Tabela 41 – Número de mortos nos raios de alcance dos postos de atendimento

Mortes	Posto	Km	Cidade	2007	2011	2015	2019
1	SOS 3	1,4	Garuva	1	5	3	1
2	SOS 4	46,8	Joinville	11	8	17	12
3	SOS 5	79,3	Araquari	20	24	11	13
4	SOS 6	129,8	Balneário Camboriú	38	28	19	23
5	SOS 7	157,4	Porto Belo	20	13	5	14
6	SOS 8	192,4	Biguaçu	20	21	14	18
7	SOS 9	219,8	Palhoça	23	21	23	19

Os mapas temáticos caracterizados nas Figuras 36, 37, 38 e 39 espacializam os fenômenos e mostram estes com os alcances dos postos de atendimento para lesões graves em 2007, 2011, 2015 e 2019. Além disso, o Gráfico 44 reúne de forma resumida a quantidade de vítimas fatais em cada posto, para cada um dos anos supracitados.

Gráfico 44 – Porcentagem de acidentes nos raios de alcance dos postos de atendimento

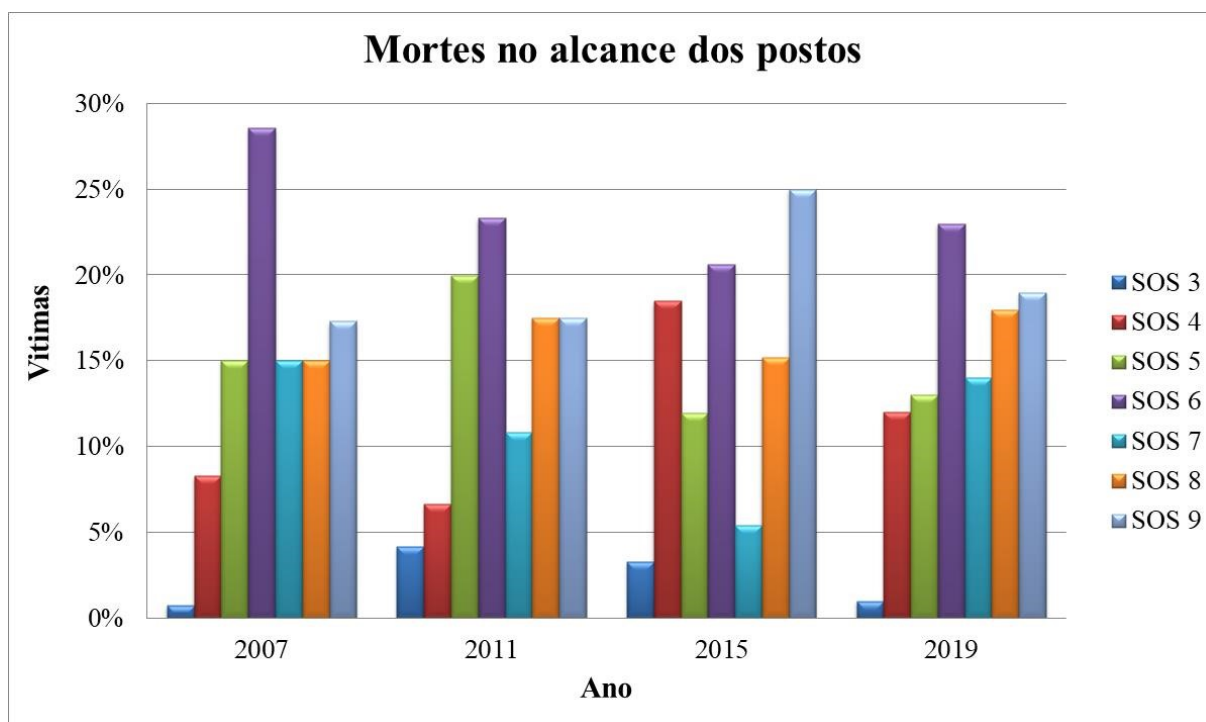


Figura 36 – Mortes em 2007 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça

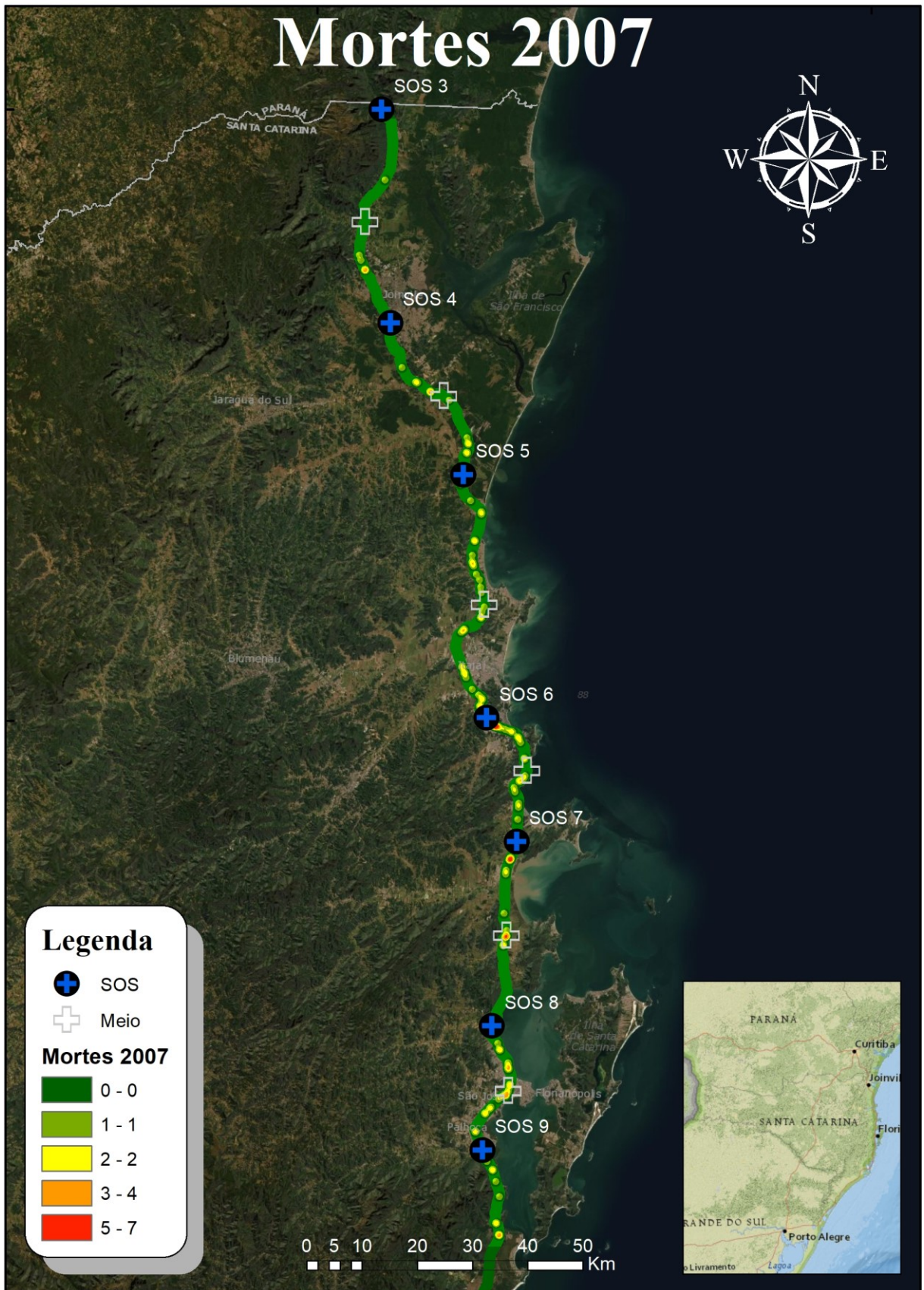


Figura 37 – Lesões Graves em 2011 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça

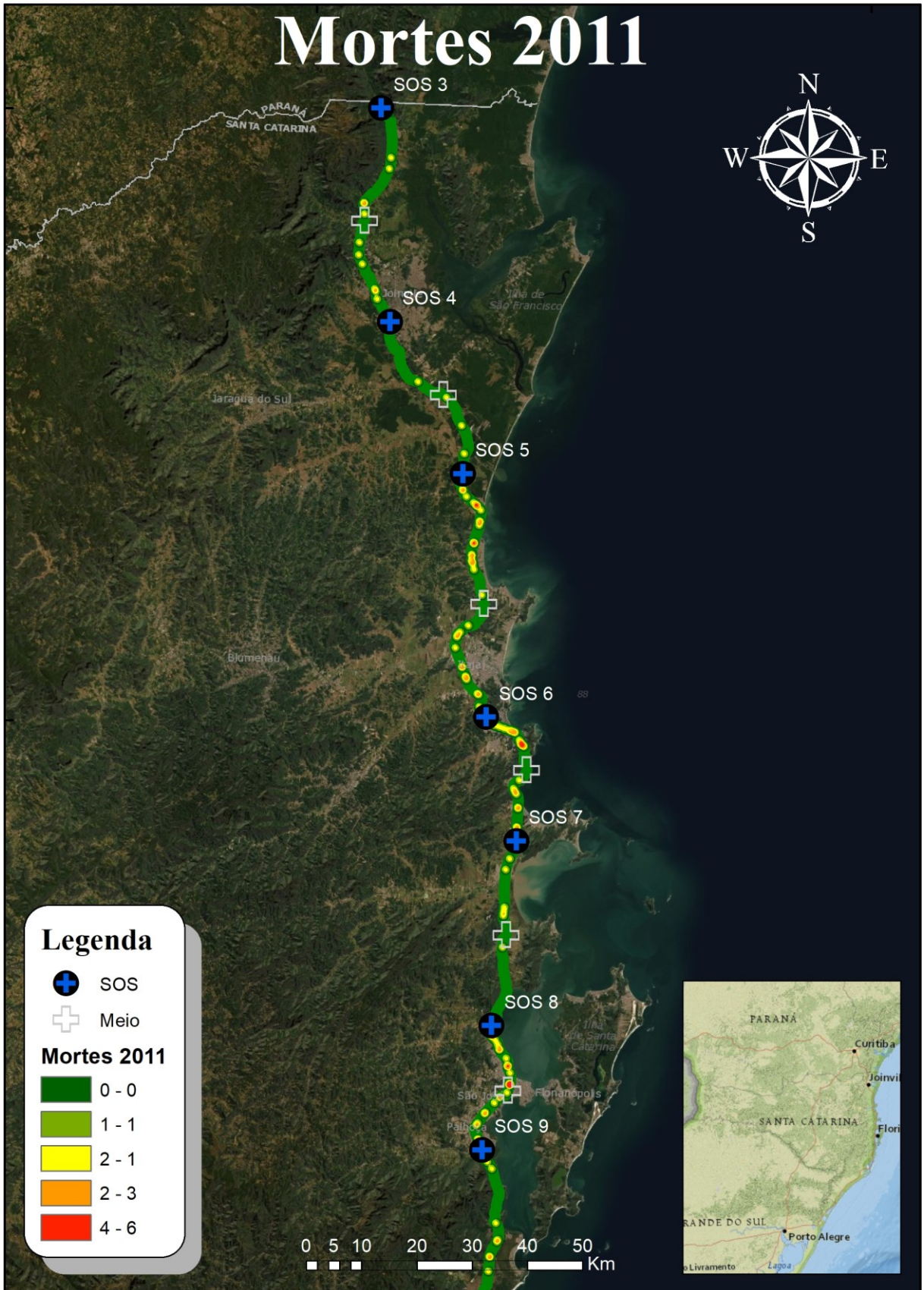


Figura 38 – Lesões Graves em 2015 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça

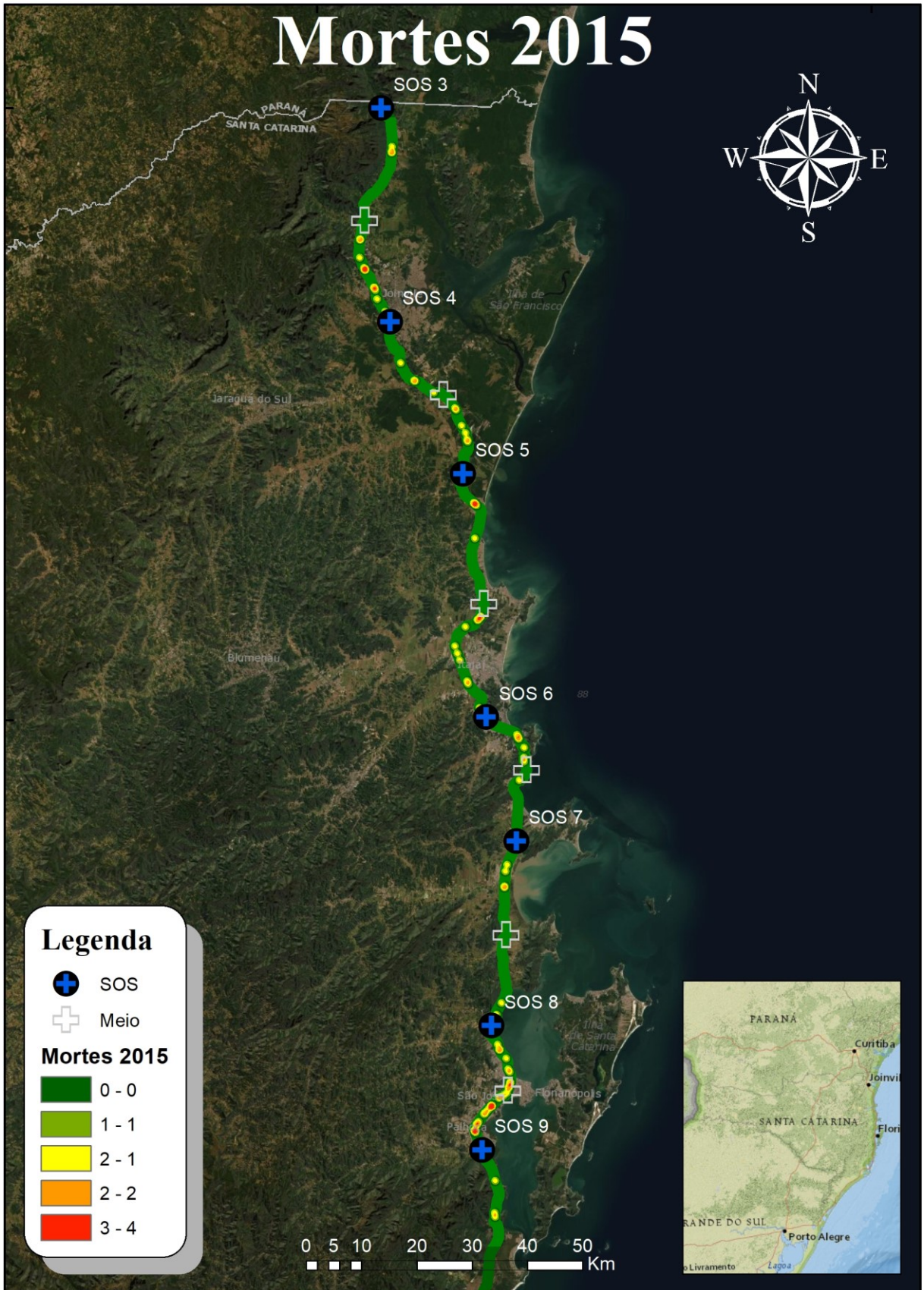
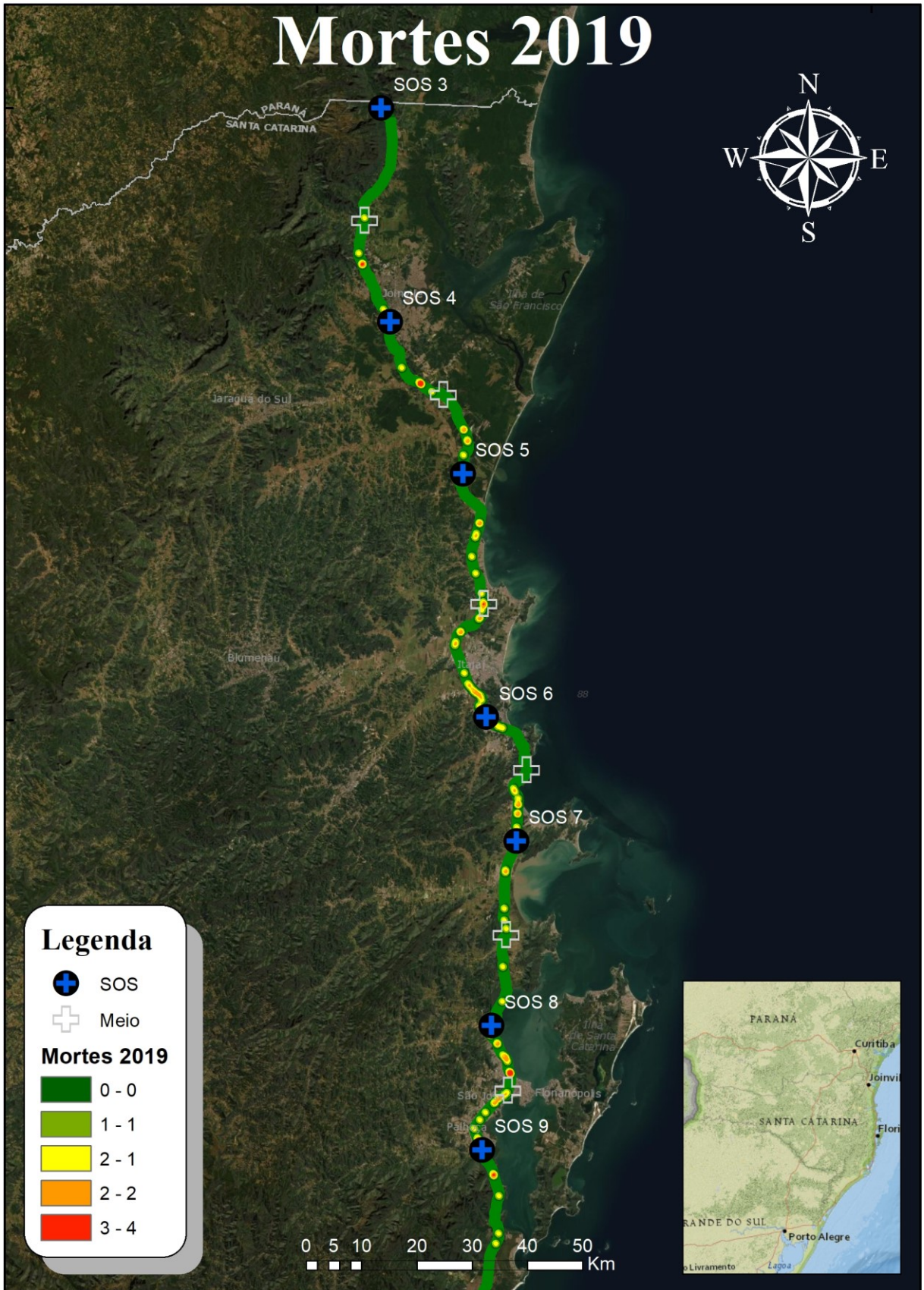


Figura 39 – Lesões Graves em 2019 com postos de atendimento e seu alcance na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça



4.3.4 Dados por postos

Os mesmos dados apresentados anteriormente podem ser expressos por posto para melhor comparação da mudança dos três cenários ao longo do tempo, os quais podem ser acompanhados nos Gráficos 45, 46, 47, 48, 49, 50 e 51. As lesões leves não foram consideradas por não serem atendimentos de urgência.

Gráfico 45 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 3

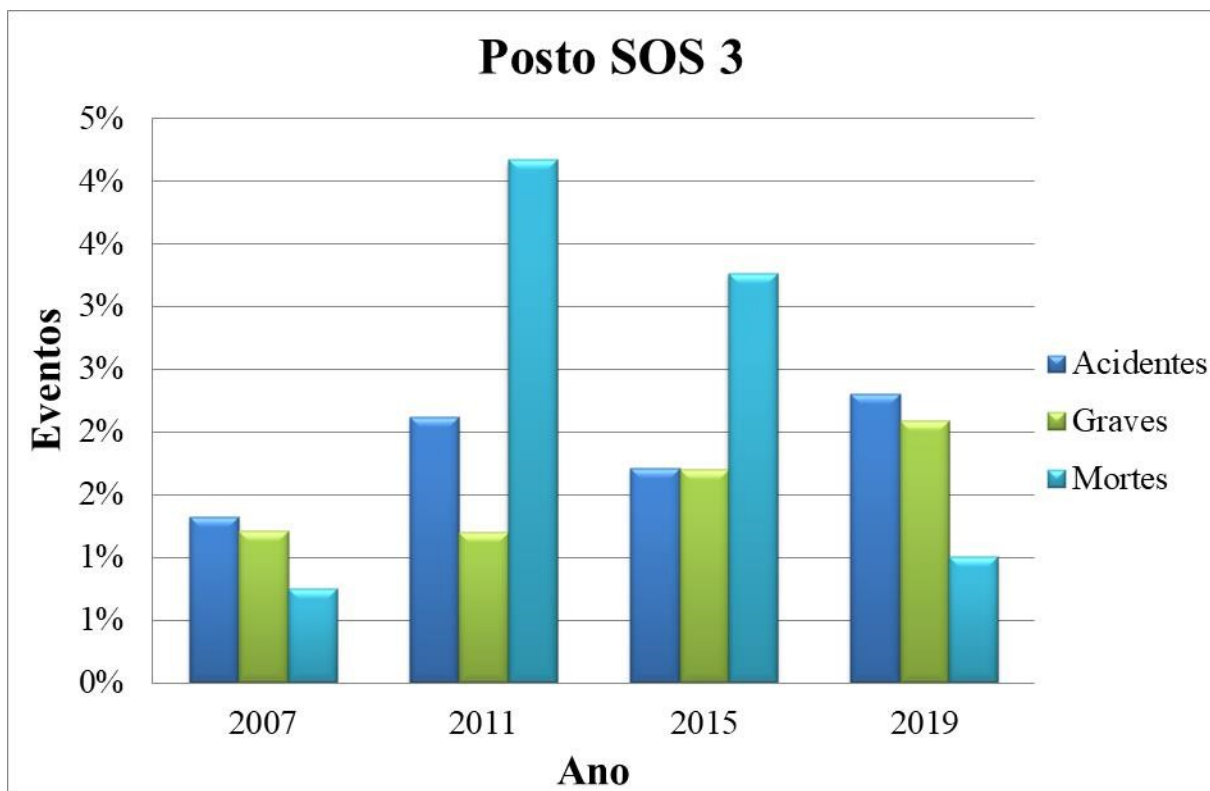


Gráfico 46 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 4

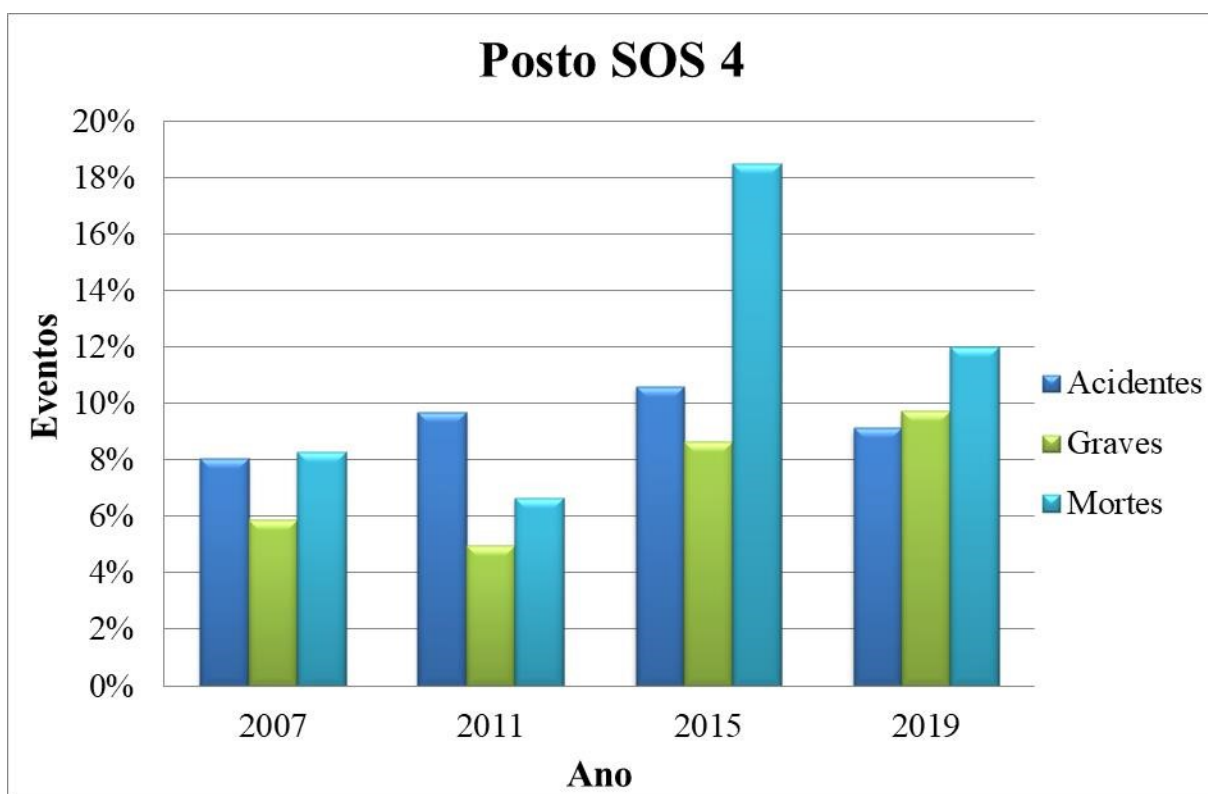


Gráfico 47 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 5

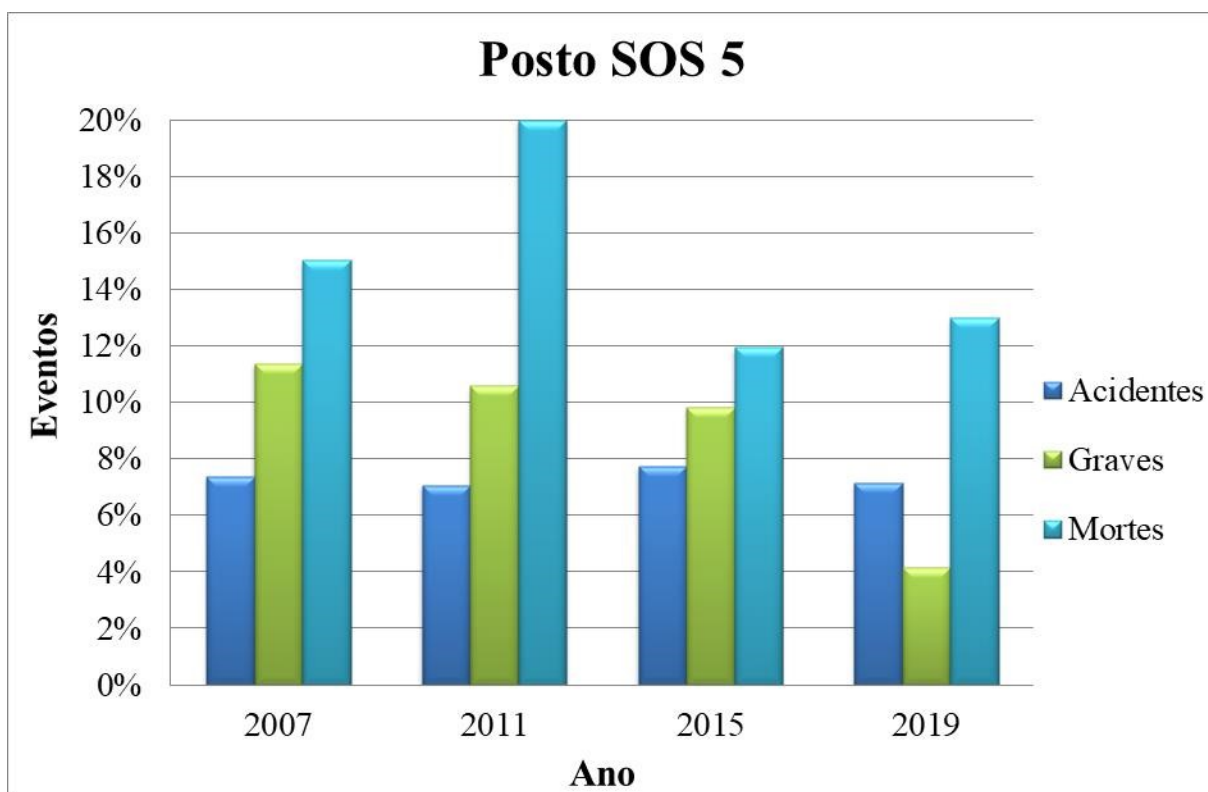


Gráfico 48 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 6

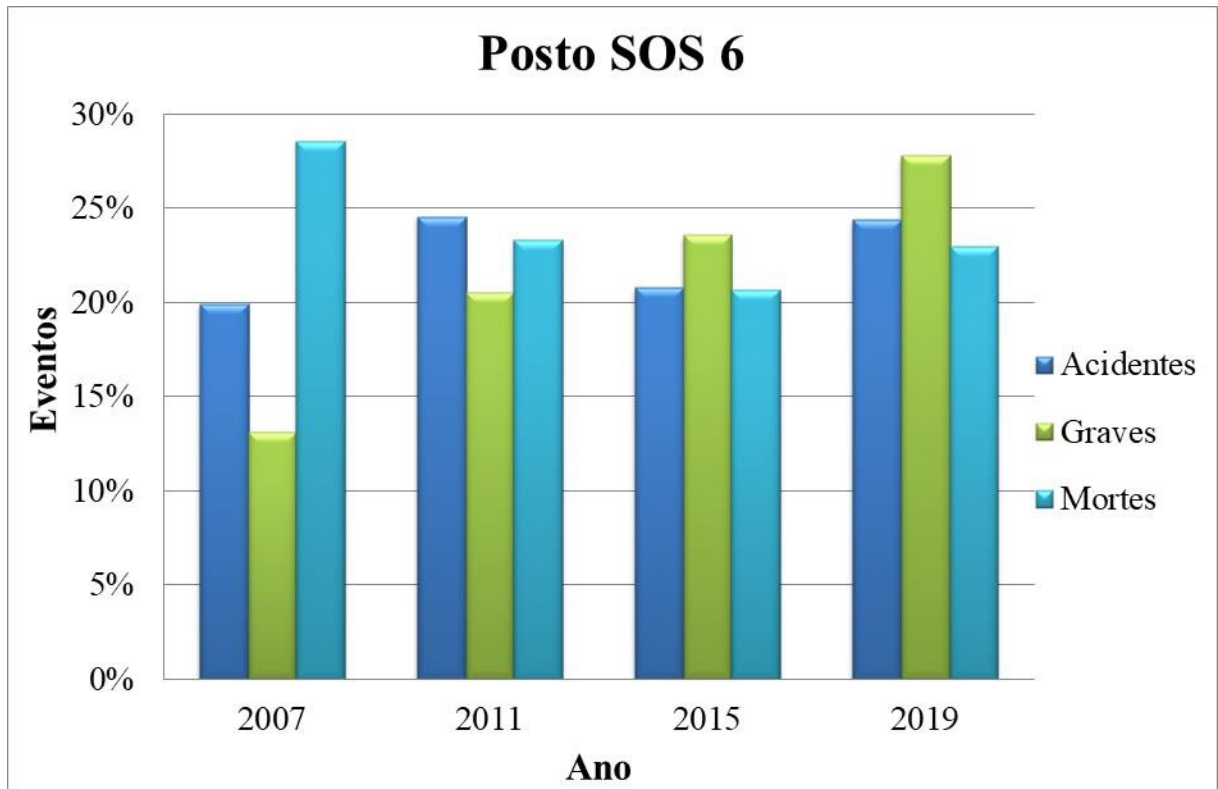


Gráfico 49 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 7

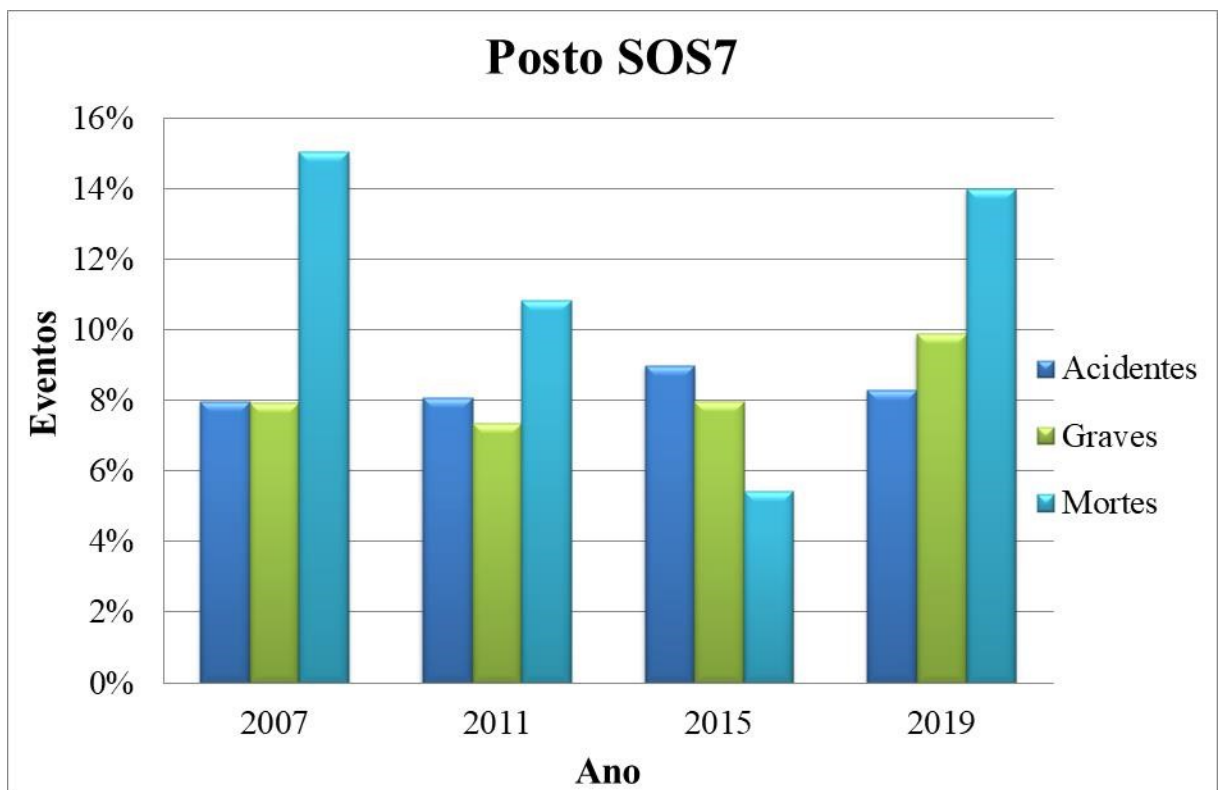


Gráfico 50 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 8

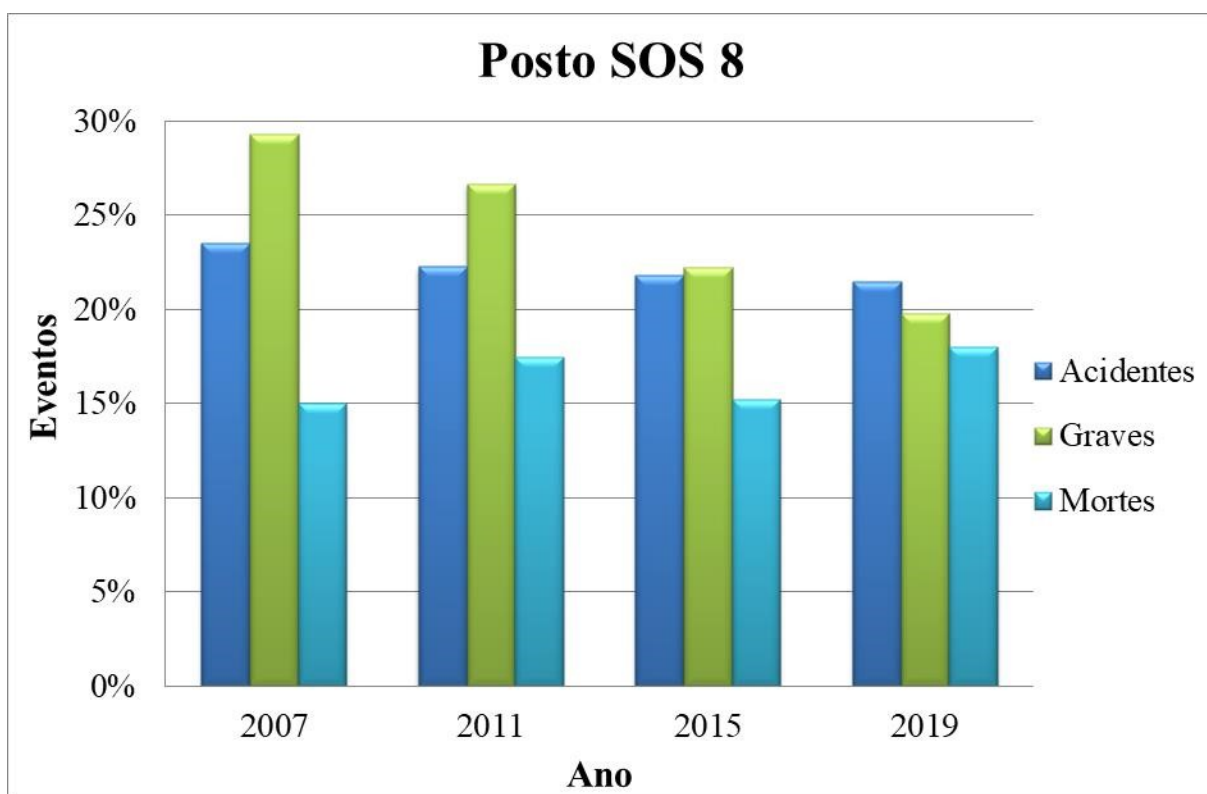
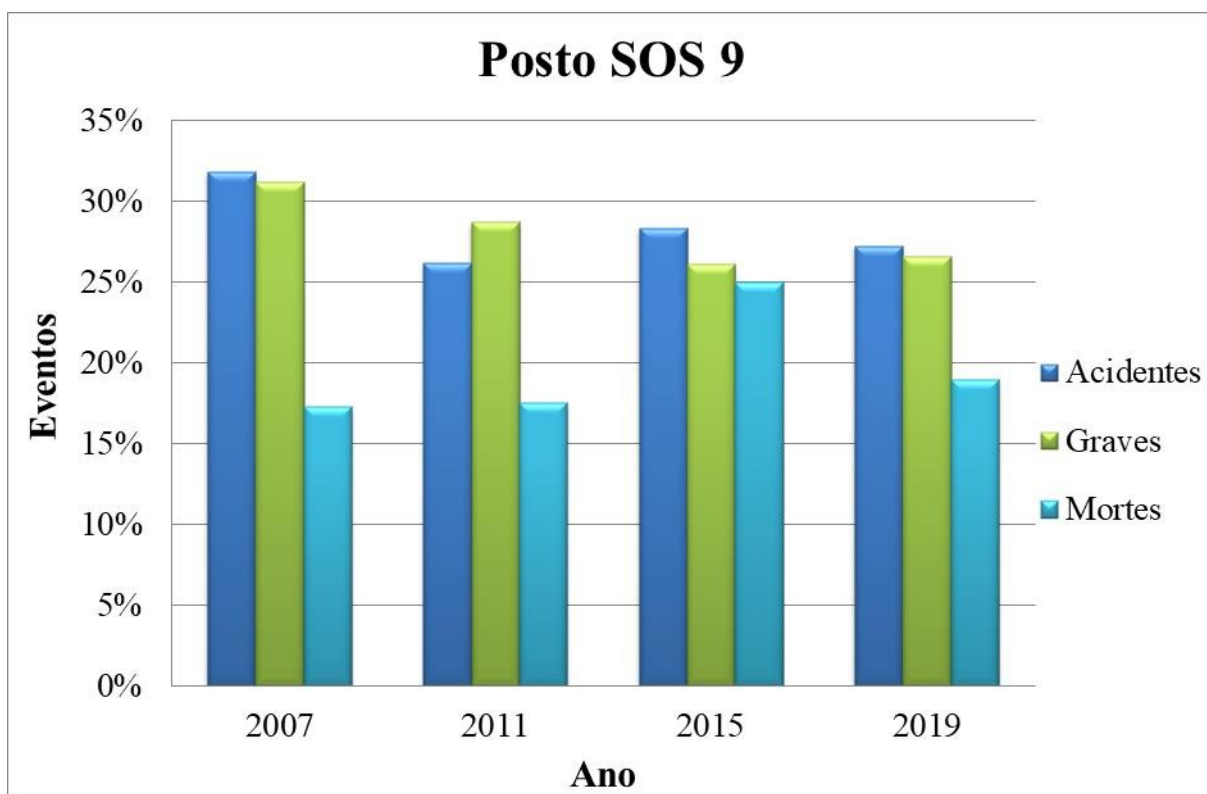


Gráfico 51 – Porcentagem de eventos nos raios de alcance do posto SOS 9



4.4 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Os postos de atendimento pré-hospitalar são de suma importância para o salvamento de vidas, sendo o termo “tempo de atendimento” uma palavra chave para que vidas possam ser salvas. Dessa forma, é essencial que os postos estejam bem localizados ao longo da rodovia, a distância do posto até as ocorrências deve ocorrer de maneira otimizada.

O DNER (1997) coloca que a adequação dos postos na rodovia deve ocorrer com a consideração de pontos críticos. Estes são calculados por meio do índice de acidentes, os quais, por sua vez, utilizam-se do fluxo de veículos em relação aos acidentes ocorridos na rodovia. Mas outro procedimento pode trazer resultados diferentes e mais eficientes quando se faz uma readequação espacial de postos, a qual, ao invés de considerar os acidentes como um todo e o fluxo total de veículos, considera-se também o número de vítimas em estado grave e de vítimas fatais (as quais podem vir a óbito por não ter recebido atendimento a tempo) nas localidades. Nesse contexto, é fundamental o atendimento com urgência, pois vidas dependem que o tempo de atendimento seja o menor possível para evitar sequelas e até a morte.

Dessa forma, para a realização de análise dos atendimentos, os postos foram analisados com o alcance destes determinado pela distância entre dois postos consecutivos, para cada lado, de modo que o ponto intermediário seja, desconsiderando questões como retornos na via, o ponto em que ambas ambulâncias de postos consecutivos chegassem ao mesmo tempo. Essa divisão foi feita para que fossem contabilizadas as vítimas graves e fatais que são atendidas em cada posto, a fim de visualizar se os dados seriam parecidos.

Os resultados mostram que os números de vítimas graves e fatais não são iguais nos alcances dos postos, eles são, na verdade, bastante distintos. Isto mostra a existência de postos mais acionados do que outros, o que leva à consequência que vítimas graves estão ocorrendo longe do alcance de alguns postos com mais frequência do que em outros. Sendo assim, uma aproximação de postos em áreas que ocorrem mais acionamentos possibilitaria que mais vítimas graves fossem atendidas mais rapidamente, baixando o tempo médio de atendimento.

Essa situação foi considerada com os dados dos 13 anos de acidentes da rodovia, os quais permitem uma maior massa de dados para análise e com, isso, mais aporte estatístico. No entanto, é importante também analisar como os dados das vítimas se comportam ao longo dos anos, o que é visto com a seleção dos anos de 2007, 2011, 2015 e 2019. Nesses quatro cenários é possível acompanhar como se deu o volume de vítimas de trânsito de forma geral, de lesionados graves e de mortos, os quais mostram que esses dados possuem alteração, com

alguns postos apresentando aumento de vítimas graves, como os postos SOS 4 e SOS 6, outros de diminuição, como os postos SOS 5 e SOS 8, o que atenta à possível necessidade de haver reconsideração periódica de realocação de postos para que eles possam atender as vítimas graves de modo mais rápido, salvando vidas.

Conclui-se por meio das análises dos mapas temáticos que os postos SOS 6, SOS 8 e SOS 9 possuem a maior quantidade de vítimas graves ocorrendo em seu alcance. Essa indicação é confirmada por meio das análises estatísticas, que podem ser acompanhadas nos quadros resumo das Tabelas 42 e 43, mostrando que esses postos estão sendo mais solicitados que os demais postos. Através dessa conclusão é possível considerar que uma mudança na localização desses postos de atendimento possam trazer benefícios para os usuários, o que se traduz em menos tempo de atendimento na ocorrência de um acidente que culmine em vítimas graves, ou ainda mortes, caso o atendimento demore a chegar.

Tabela 42 – Tabela resumo da mudança de atendimento nos postos de atendimento na BR-101 Garuva-Palhoça em porcentagem

Vítima	Ano	SOS 3	SOS 4	SOS 5	SOS 6	SOS 7	SOS 8	SOS 9
Acidentes	2007	0,8%	8,3%	15,0%	28,6%	15,0%	15,0%	17,3%
	2011	4,2%	6,7%	20,0%	23,3%	10,8%	17,5%	17,5%
	2015	3,3%	18,5%	12,0%	20,7%	5,4%	15,2%	25,0%
	2019	1,0%	12,0%	13,0%	23,0%	14,0%	18,0%	19,0%
Graves	2007	1,2%	5,9%	11,4%	13,1%	7,9%	29,3%	31,2%
	2011	1,2%	5,0%	10,6%	20,5%	7,4%	26,7%	28,7%
	2015	1,7%	8,6%	9,8%	23,6%	8,0%	22,2%	26,1%
	2019	2,1%	9,7%	4,2%	27,8%	9,9%	19,8%	26,6%
Mortes	2007	1,3%	8,1%	7,4%	19,9%	8,0%	23,6%	31,9%
	2011	2,1%	9,7%	7,1%	24,6%	8,1%	22,3%	26,2%
	2015	1,7%	10,6%	7,7%	20,8%	9,0%	21,8%	28,3%
	2019	2,3%	9,1%	7,2%	24,4%	8,3%	21,5%	27,3%

Tabela 43 – Tabela resumo da mudança de atendimento nos postos de atendimento na BR-101 Garuva-Palhoça em números absolutos

Vítima	Ano	SOS 3	SOS 4	SOS 5	SOS 6	SOS 7	SOS 8	SOS 9
Acidentes	2007	1	11	20	38	20	20	23
	2011	5	8	24	28	13	21	21
	2015	3	17	11	19	5	14	23
	2019	1	12	13	23	14	18	19
Graves	2007	7	34	66	76	46	170	181
	2011	7	29	62	120	43	156	168
	2015	10	51	58	139	47	131	154
	2019	12	56	24	160	57	114	153
Mortes	2007	1	11	20	38	20	20	23
	2011	5	8	24	28	13	21	21
	2015	3	17	11	19	5	14	23
	2019	1	12	13	23	14	18	19

5 AVALIAÇÃO DOS POSTOS DE ATENDIMENTO NA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Neste capítulo avalia-se a situação dos postos de atendimento pré-hospitalar no trecho com maiores quantidades de acidentes, de vítimas graves e mortes de todo o trecho estudado, isto é, onde há mais vidas em risco de serem perdidas.

Este trecho encontra-se entre os postos SOS8 e SOS9, nas cidades de Biguaçu, São José e Palhoça, região conhecida como “Grande Florianópolis”, devido à conurbação destas com a cidade de Florianópolis.

5.1 ACIDENTES, GRAVES E MORTOS

O trecho crítico é atendido pelos postos SOS8 e SOS9, nos quilômetros 192,4 e 219,8, respectivamente. Seguindo a mesma lógica de entrepostos apresentada no capítulo 4, estes dois postos de atendimento de emergência atendem desde o km 174,9 até o km 250,0, totalizando 75,1 quilômetros atendidos por dois postos, ou ainda 30,04% do trecho total estudado da BR-101. No alcance de atendimento destes dois postos encontra-se o trecho mais crítico de toda a rodovia em estudo, o qual se localiza exatamente entre os dois postos de atendimento, perfazendo 27,4 km, ou ainda 10,96% do total estudado. A participação de cada categoria de estado físico das vítimas pode ser acompanhada na Tabela 44.

Tabela 44 – Comparativo de Trechos

Dado	Garuva-Palhoça	SOS8-SOS9	% trecho total	Grande Florianópolis	% trecho total
Extensão (km)	250,0	75,1	30,04%	27,4	10,96%
Ignorado	5287	2779	52,56%	2375	44,92%
Ilesos	98101	49017	49,97%	40272	41,05%
Lesões Leves	33784	16975	50,25%	13633	40,35%
Lesões Graves	8042	4230	52,60%	3284	40,84%
Mortos	1422	520	36,57%	351	24,68%
Acidentes	146636	73521	50,14%	59915	40,86%

Dessa forma, pode-se perceber nas Figuras 40, 41 e 42 como o trecho crítico, entre os postos SOS 8 e SOS 9, apesar de representar apenas em torno de 11% da extensão do trecho Garuva-Palhoça, possui 40,86% do total de acidentes (59.915), 40,84% de lesionados graves (3.284) e 24,68% de mortes (351), o que evidencia como o trecho da Grande Florianópolis detém a pior situação em termos de acidentes de trânsito e vidas perdidas de 2007 a 2019.

Os mapas temáticos de acidentes, lesionados graves e mortos foram representados a fim de mostrar melhor a realidade local nessas três situações.

Figura 40 – Acidentes Grande Florianópolis na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019

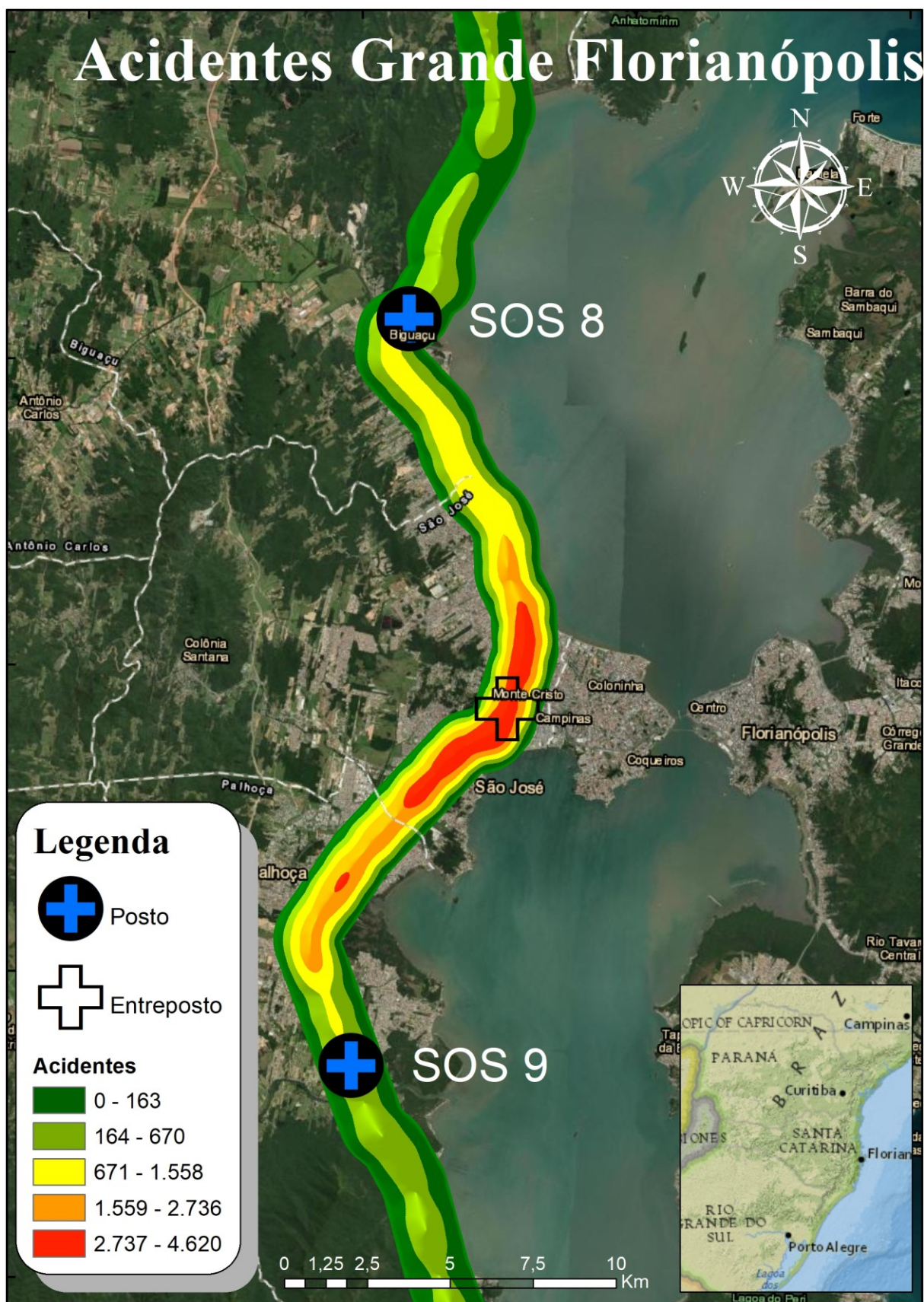


Figura 41 – Graves Grande Florianópolis na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019

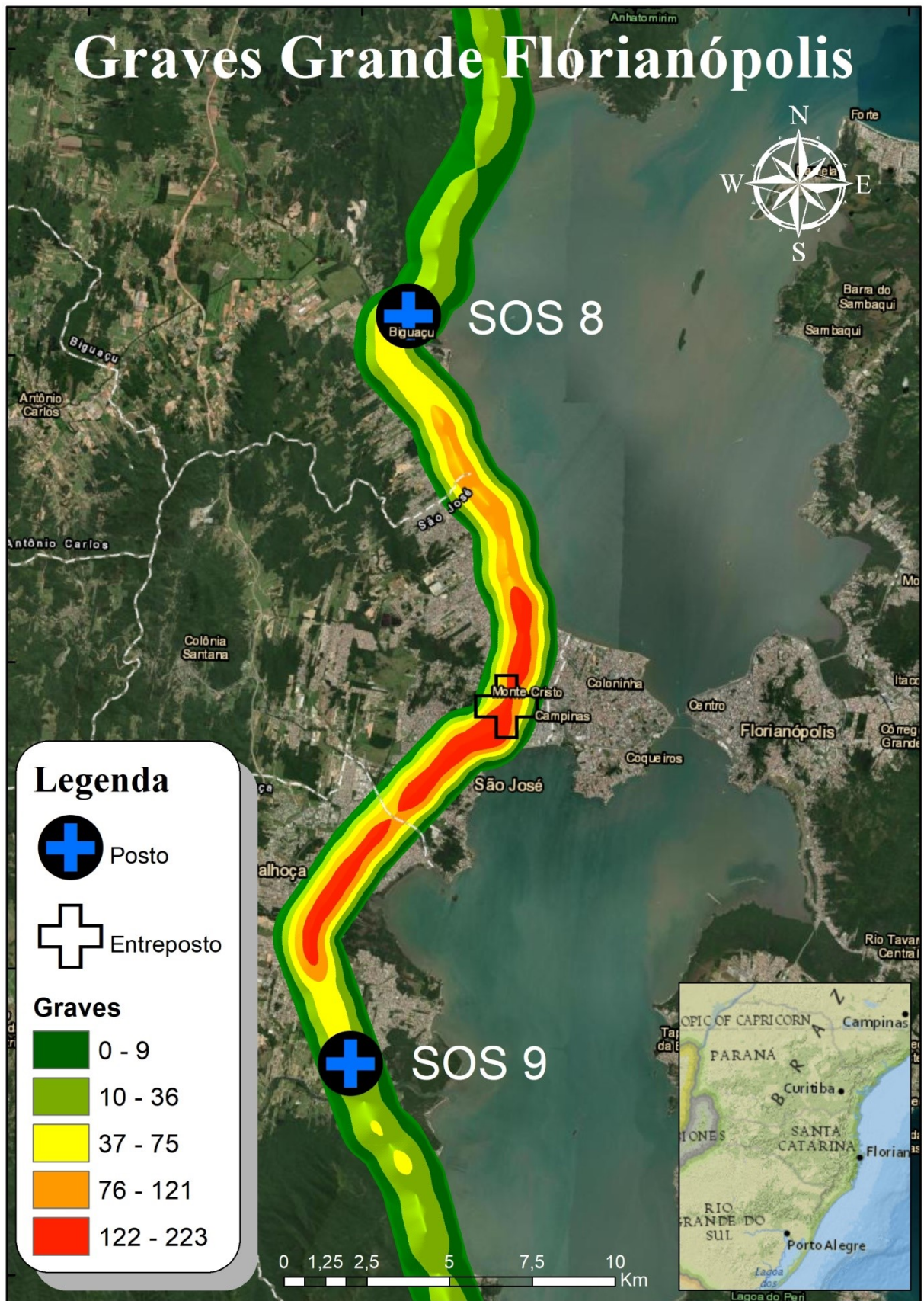
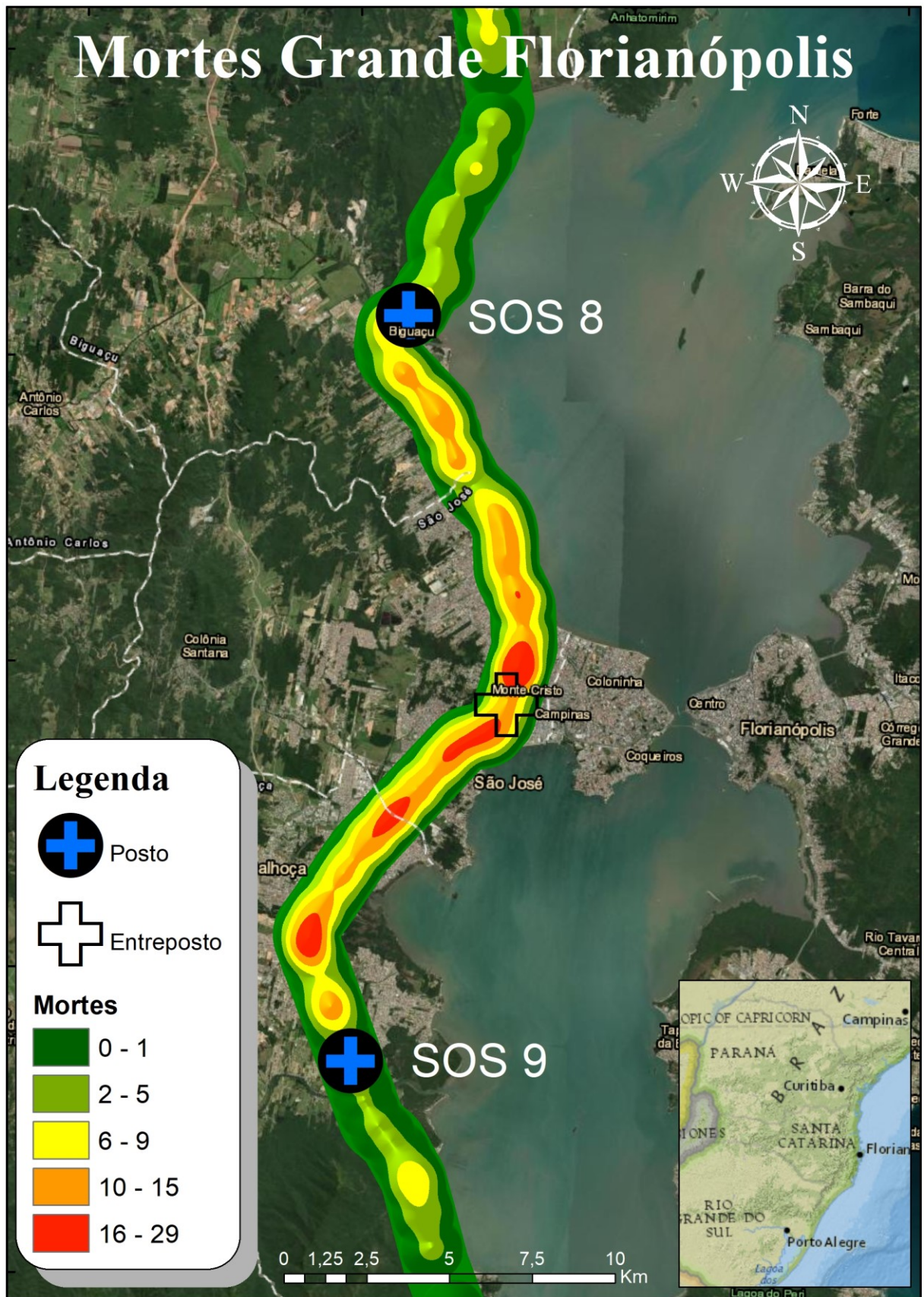


Figura 42 – Mortes Grande Florianópolis na rodovia BR-101 no trecho Garuva-Palhoça entre os anos 2007-2019



Nítidamente os mapas temáticos demonstram e comprovam que a situação mais crítica de atendimento está localizada entre os postos SOS 8 e SOS 9. Por meio dos três parâmetros apresentados nas Figuras 40, 41 e 42 pode-se analiticamente e graficamente verificar que há uma grande quantidade de vítimas ocorrendo entre os postos, ou seja, no local de maior distância existente entre eles, o que significa ser o local cujo atendimento de emergência pré-hospitalar mais tarda a chegar.

Os dados de acidentes dos 27,4 km de extensão do trecho Grande Florianópolis demonstrados em mapas de calor também podem ser expressos por meio de números e, para tanto, essa distância foi particionada em sete subtrechos, cada um com 3,91 km, a fim de computar a ocorrência de vítimas de forma numérica para auxiliar a compreensão da situação do trecho, conforme visto nas tabelas 45 e 46.

Tabela 45 – Subtrechos do trecho da Grande Florianópolis

Subtrecho	início (km)	fim (km)	extensão (km)
1	192,40	196,31	3,91
2	196,31	200,23	3,91
3	200,23	204,14	3,91
4	204,14	208,06	3,91
5	208,06	211,97	3,91
6	211,97	215,89	3,91
7	215,89	219,80	3,91

Tabela 46 – Vítimas dos subtrechos do trecho da Grande Florianópolis

Subtrecho	Ileso	Lesões Leves	Lesões Graves	Morto	Total
1	2159	970	271	38	3438,0
2	2961	1325	400	36	4722
3	7041	2318	492	54	9905
4	11000	3123	687	73	14883
5	8286	2473	532	60	11351
6	6187	2355	595	53	9190
7	2638	1069	307	37	4051
Total	40272	13633	3284	351	57540

Como mostram as tabelas, o subtrecho que apresenta o maior número de vítimas graves e de óbitos está justamente situado no meio dos postos de atendimento, no subtrecho 4. Ademais, os subtrechos 5, 6 e 3 encontram-se em sequência com maior quantidade de vítimas graves e óbitos, também mais distantes de ambos os postos.

Essa situação reforça numericamente que o maior número de vítimas que precisam de atendimento urgente está localizado nos locais mais distantes do alcance de ambulâncias de atendimento pré-hospitalar.

5.2 DISTRIBUIÇÃO TRIMODAL DE MORTES

A distribuição trimodal de mortes é usada no tocante às mortes por trauma, tendo sido descrita em 1982, sendo ela definida como a distribuição de mortes resultantes de uma lesão em três períodos de tempo, ou ainda, três picos, conceito esse aplicado na medicina no Brasil (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

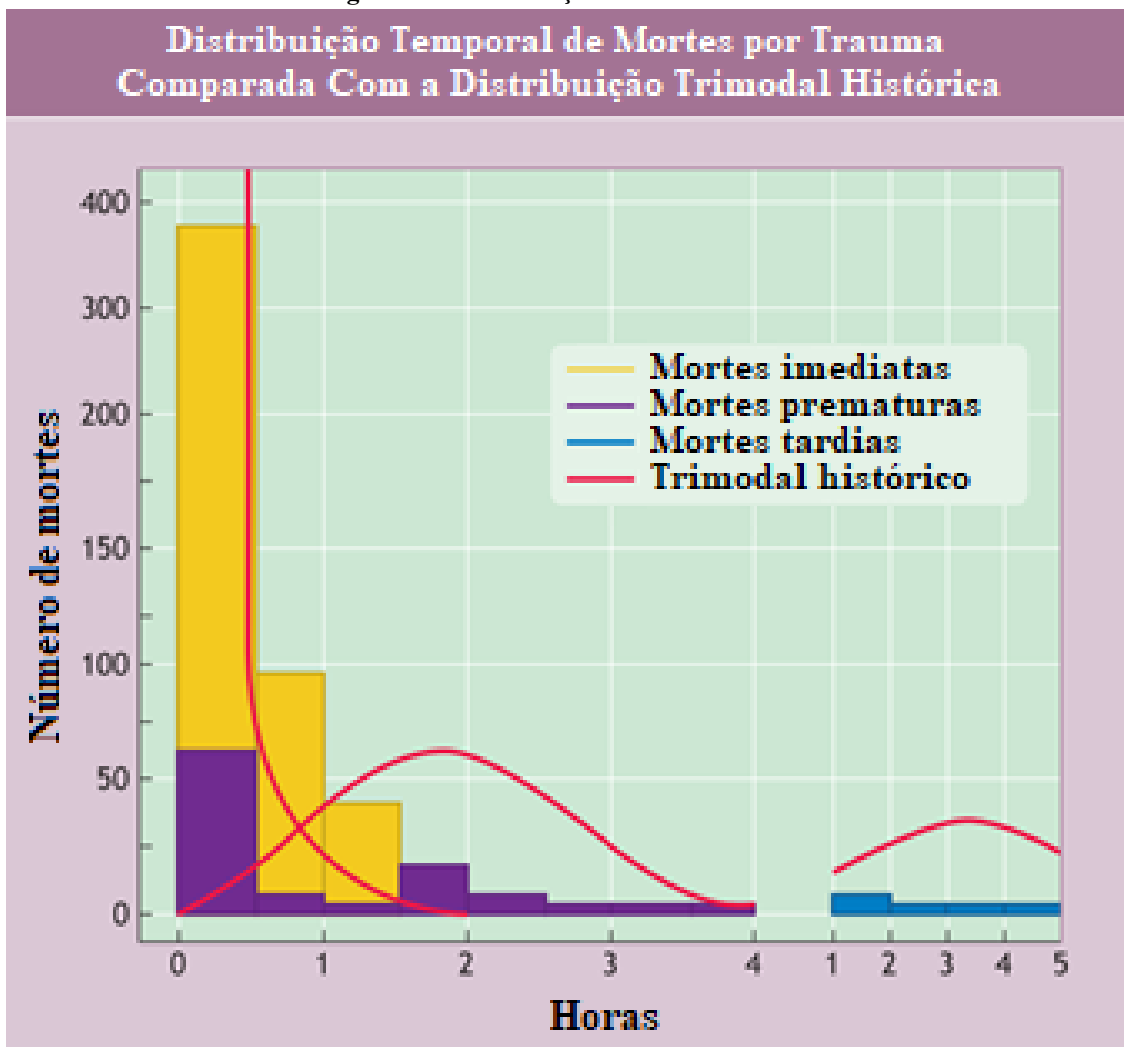
O primeiro desses picos ocorre no intervalo de tempo de segundos a minutos desde a ocorrência da lesão. Durante esse período, as mortes normalmente são deflagradas por apneia, danos severos ao cérebro ou à medula, ou ainda ruptura do coração, aorta, ou calibrosos vasos sanguíneos. Poucos pacientes nessa situação podem ser salvos devido à gravidade de seu estado, portanto, para evitar a existência dessas vítimas é a maneira mais eficiente para diminuir esse pico de mortes relacionadas ao trauma (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

O segundo pico considera o tempo desde minutos até muitas horas após o acontecimento da lesão. Mortes nesse pico ocorrem comumente por hematomas subdurais e epidurais, hemopneumotórax, ruptura do baço, lacerações do fígado, fraturas pélvicas e/ou diversos outras lesões associados a um grande volume de sangue. A hora de ouro após o acontecimento da lesão é caracterizada pela necessidade de rápido atendimento e ressuscitação da vítima (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

Por fim, o terceiro pico ocorre no intervalo de tempo de dias a semanas a partir acontecimento, com as mortes desse pico ocorrendo frequentemente devido a sepsia e disfunções múltiplas de órgãos. O cuidado realizado em cada um dos períodos anteriores afeta o resultado final desse estágio. A primeira e toda subsequente pessoa que cuida de um paciente possui efeito direto na resolução de longo prazo da mesma (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

A representação esquemática dos comportamentos dos picos de óbitos no decorrer do tempo pode ser observado na figura 43.

Figura 43 – Distribuição trimodal de mortes



Fonte: adaptado de American College Of Surgeons (2018)

5.3 HORA DE OURO (GOLDEN HOUR)

Durante a Primeira Guerra Mundial, franceses publicaram o primeiro trabalho científico a respeito da sensibilidade temporal no tratamento de choque após ferimentos, de nome “*Du Shock Traumatique dans les Blessures de Guerre: Analyses d’Observations*” (KING, 2019), de tradução livre “Choque traumático em feridas de guerra: análises de observações”.

Adams Cowley, um cirurgião do exército americano desenvolveu estudos com pacientes gravemente feridos por trauma e houve a constatação de um tempo decisivo para que o desfecho da vítima fosse de sucesso, alcunhado de “hora de ouro”. Nesses primeiros sessenta minutos se mostraram cruciais no atendimento, de modo que o atendimento sendo realizado o mais precoce possível diminuía a letalidade do trauma em 85% (MONTEIRO, 2014).

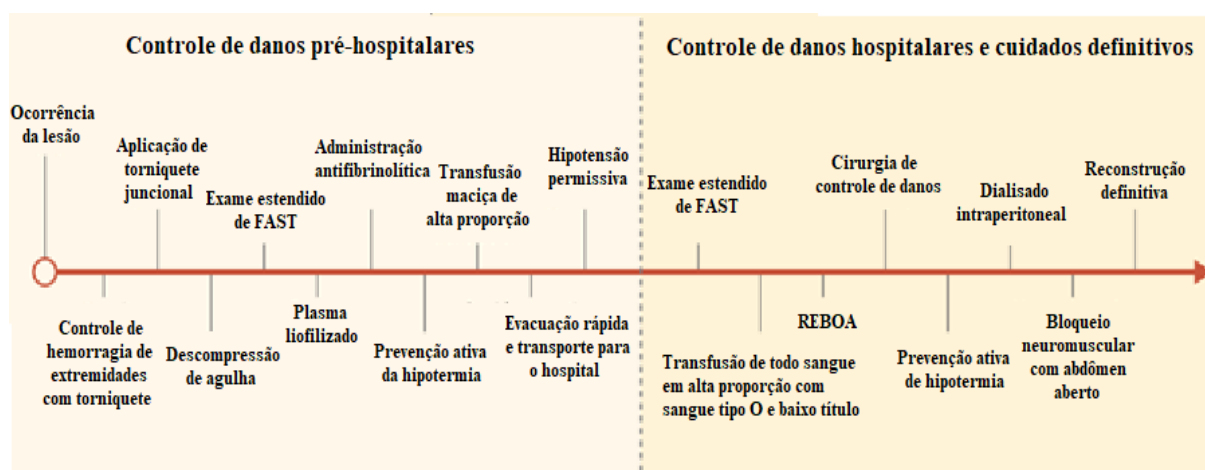
O termo “*Golden Hour*”, ou ainda, “Hora de Ouro” é um termo bastante utilizado na literatura de cuidados com trauma, cuja ideia é a de que pacientes de trauma possuem melhores resoluções quando o tratamento definitivo ocorre dentro de 60 minutos, após a ocorrência do evento (LERNER; MOSCATI, 2001).

O propósito primário da Hora de Ouro é realizar um rápido controle de hemorragias. Dessa forma, os trabalhos pré-hospitalares e hospitalares pretendem alcançar esse objetivo, o que engloba também a triagem, rápida evacuação e ressuscitação (KING, 2019).

A Hora de Ouro é caracterizada pela necessidade de rápida avaliação e ressuscitação, os quais são os princípios fundamentais do Suporte Avançado de Vida em Trauma (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

Tanto em tratamento pré-hospitalar, quanto em tratamento hospitalar, há diversas intervenções possíveis de serem realizadas, as quais podem ser organizadas de modo esquemático em ordem de prioridade e urgência, como pode ser visto na Figura 44.

Figura 44 – Intervenções possíveis durante a Hora de Ouro



Fonte: adaptado de American College Of Surgeons (2018)

Porém, ao considerar-se o tempo decorrido entre o acionamento do serviço e a chegada da vítima ao hospital, os tempos de meta de atendimento ainda podem ser aperfeiçoados, quando comparado ao critério do *Committe on Trauma of the American College of Surgeons* o qual preconiza a chegada da vítima aos centros de trauma em até 30 minutos (IBIAPINO *et al.*, 2017).

No estudo envolvendo 175 vítimas de acidente de transporte na cidade de São Paulo, entre abril de 1999 e março de 2003, 84,6% das vítimas chegaram ao hospital de destino em

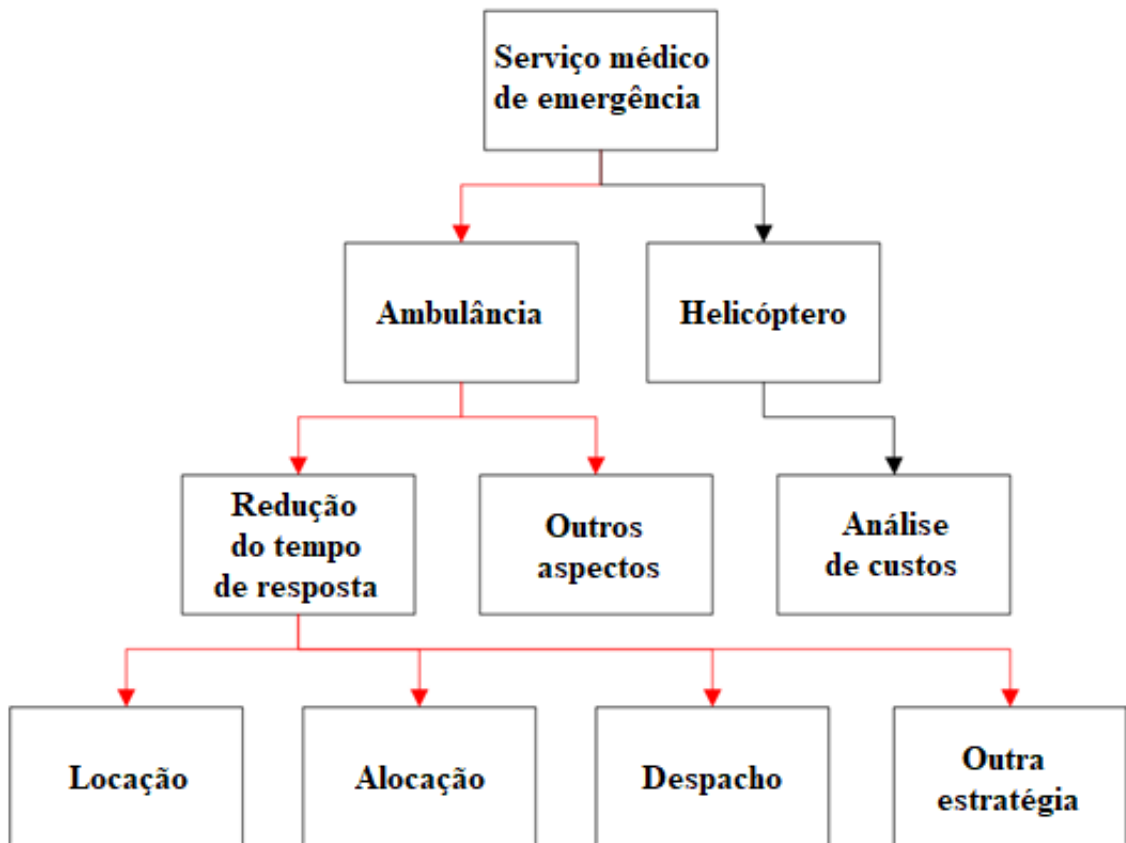
menos de 60 minutos de trauma, com uma média de 41,0 minutos e um desvio padrão de 17,7 minutos (MALVESTIO; DE SOUSA, 2010).

5.4 ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR

A pesquisa a respeito de atendimento pré-hospitalar de emergência tem sido realizada por diversos pesquisadores na área de pesquisa operacional desde meados de 1960, as quais avaliam a localização das estações de ambulâncias, o processo de alocação e o envio das mesmas (LEKNES *et al.*, 2017).

Umam, Santosa, Siswanto (2018) organizam a distribuição das pesquisas que tem sido feitas na área de atendimento pré-hospitalar de emergência, os quais são divididos comumente em dois tipos de veículo: ambulâncias e helicópteros. Cada um deles possui vários aspectos a serem considerados, como tempo de resposta e custos de operação. Dessa forma, o tempo de resposta está diretamente ligado com a localização, alocação e envio de ambulâncias. Os autores colocam ainda em seu trabalho um quadro resumo dos principais pontos pesquisados a respeito de atendimento pré-hospitalar de emergência, o qual pode ser visto na Figura 45.

Figura 45 – Focos de Pesquisa em atendimento pré-hospitalar de emergência



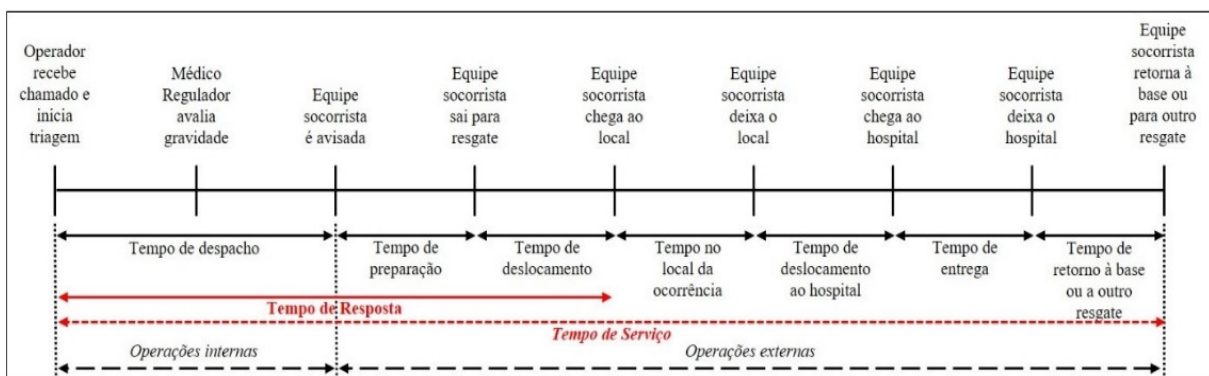
Fonte: adaptado de Umam, Santosa E Siswanto (2018)

O American College Of Surgeons (2018) coloca que, no tratamento de pacientes feridos, médicos devem avaliar rapidamente os ferimentos para adotar o tratamento adequado a cada caso e, como o tempo é crucial, é essencial que os procedimentos realizados sejam rápidos e precisos, o que envolve preparação, triagem, avaliação primária, ressuscitação, consideração da necessidade de transferência, avaliação secundária, monitoramento e reavaliação e cuidado definitivo.

Na fase pré-hospitalar deve-se realizar todos os esforços possíveis para que o tempo de atendimento seja minimizado. Nesse período ocorrem problemas que exigem grande urgência, como manutenção das vias aéreas, controle de sangramento externo e choque, imobilização do paciente e transporte imediato para melhores instalações de atendimento (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

Colla (2020) destaca os principais processos de um atendimento pre-hospitalar de emergência, levando em consideração o tempo de resposta e o tempo de serviço em um chamado, o qual deve levar em consideração informações sobre a localização geográfica e sobre as condições médicas da vítima para que o envio de um veículo de resgate com uma equipe médica ocorra de maneira mais rápida possível. Os processos de atendimento pré-hospitalar de emergência podem ser observados na Figura 46.

Figura 46 – Principais processos de atendimento pré-hospitalar de emergência



Fonte: Colla (2020)

O tempo de resposta é considerado um indicador crucial para avaliar a efetividade de serviços de emergência médica, sendo esse conceito definido como o intervalo de tempo existente entre receber um chamado telefônico em um centro de atendimento de emergência até a chegada da ambulância e da equipe médica no local do acidente (COLLA; OLIVEIRA; SANTOS, 2019).

a) Tempo de despacho

O Programa de Capacitação em Regulação Médica para médicos, responsável pela capacitação de profissionais do SAMU (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência) preconiza que o tempo de abertura do chamado pelo TARM (Telefonista Auxiliar de Regulação Médica) não deve exceder 1 minuto (CICONET apud MINISTÉRIO DA SAÚDE; HOSPITAL ALEMÃO OSWALDO CRUZ, 2015).

Além disso, em um atendimento telefônico, o MR (Médico Regulador) deve julgar a gravidade do caso e desencadear a melhor resposta entre 30 segundos e 1 minuto de tempo decorrido (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). Dessa forma, com a soma do TARM e do MR, tem-se um tempo de telefonia preconizado de 2 minutos.

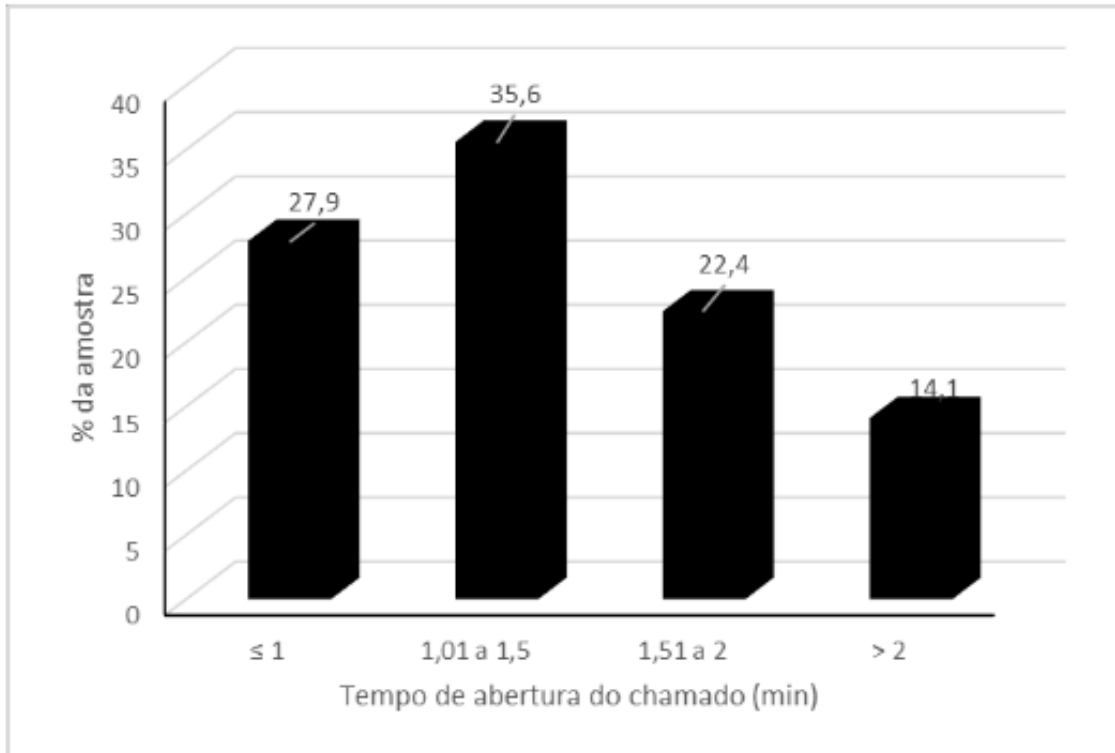
Em 2013 O SAMU de Porto Alegre recebeu 47.147 casos demandados por telefone, dos quais 35,1% (16.556) tiveram o trauma como causa e, desses, 8.061 foram por acidente de trânsito. Do total citado, 40.619 resultaram em envio de uma equipe de atendimento pré-hospitalar (CICONET, 2015).

No SAMU, o TARM é responsável pela coleta de dados de situação, endereço da ocorrência, identificação do usuário/paciente, número de telefone. Logo após, ocorre o encaminhamento da ligação telefônica para o MR, o qual dialoga com o solicitante procurando informações que possibilitem fazer o diagnóstico sindrômico da situação, o qual então sinaliza o envio de uma equipe de atendimento pré-hospitalar para o local do acidente (CICONET, 2015).

Nos tempos de atendimento de cada etapa em uma análise de atendimentos do SAMU, em 2013 na cidade de Porto Alegre, o tempo utilizado pelo TARM possui uma mediana de 78 segundos. Já no processo de tomada de decisão do MR, atendimentos clínicos exigem mais tempo, 134 segundos, enquanto os traumáticos exigem 99 segundos.

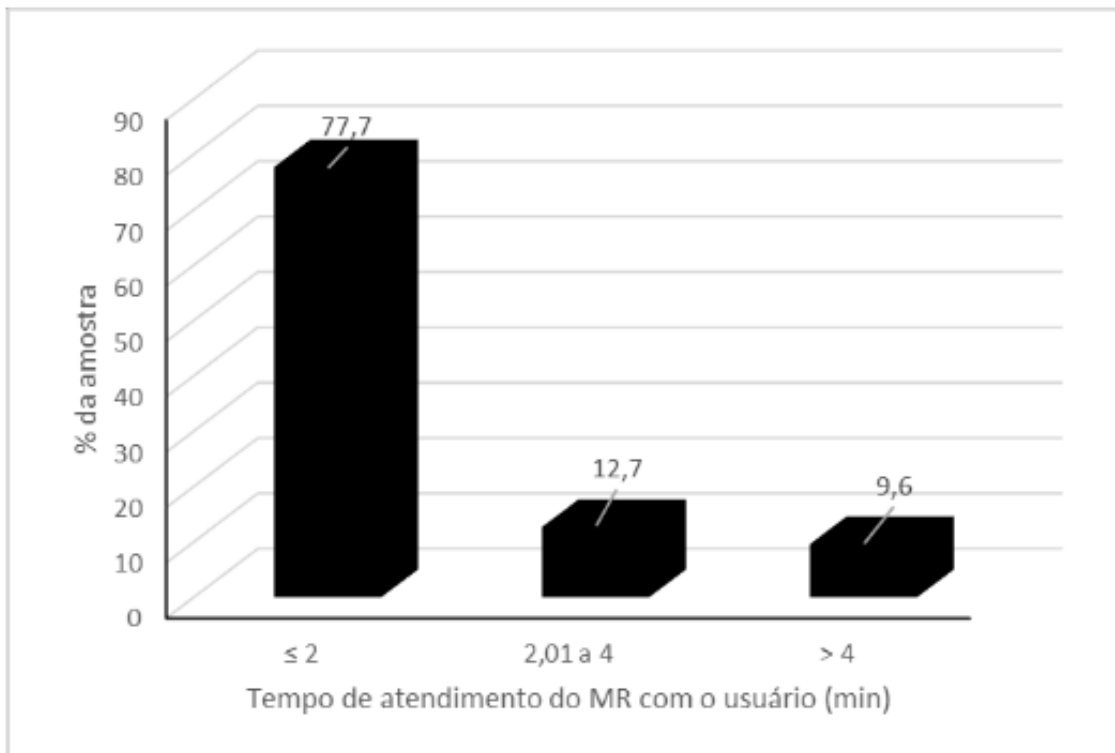
Os dados de atendimento do SAMU de Porto Alegre referentes ao tempo de TARM e ao tempo de MR podem ser vistos nos Gráficos 52 e 53, respectivamente.

Gráfico 52 – Tempos de TARM do SAMU, em Porto Alegre, 2013



Fonte: Ciconet (2015)

Gráfico 53 – Tempos MR do SAMU em Porto Alegre, 2013



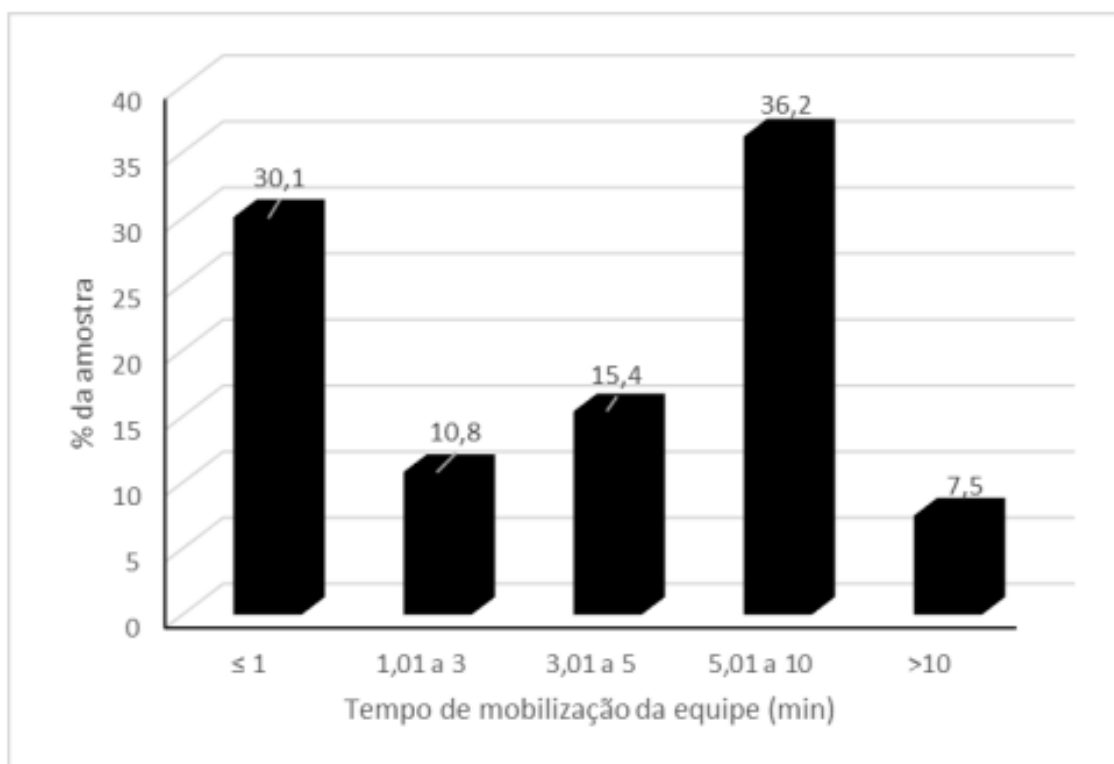
Fonte: Ciconet (2015)

O tempo utilizado nas etapas de regulação, que abrangem a abertura do chamado pelo TARM, passando pelo MR na regulação e na decisão pelo envio da equipe do SAMU, em 40.619 atendimentos, foi de 3,31 minutos (CICONET, 2015).

b) Tempo de preparação

Quanto ao tempo de mobilização da equipe para o atendimento, Ciconet (2015), ao estudar 40.619 atendimentos que resultaram em envio de equipes de resgate, do SAMU de Porto Alegre, de janeiro a dezembro de 2013, mostra que o tempo de preparo das equipes até a partida varia bastante. A média dos tempos resulta em um valor em torno de 4 minutos e meio. Os valores da pesquisa podem ser vistos no Gráfico 50.

Gráfico 54 – Tempos de mobilização de equipes de atendimento pré-hospitalar do SAMU



Fonte: Ciconet (2015)

c) Tempo de resposta

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece como meta que 90% das ocorrências não possuam tempo de resposta maior que 8 minutos, pois pacientes com traumas graves, como parada cardíaca, que fossem atendidos em tempos inferiores a 8 minutos apresentavam chances de sobrevivência aumentadas (NOGUEIRA JUNIOR, 2011).

O tempo de resposta ideal pela regulação americana é menor ou igual a 8 minutos, mas no Brasil não se tem um limite para esse tempo (LECCA, 2014).

Instituições internacionais preconizam que os tempos de resposta ideal do atendimento pré-hospitalar de emergência é de 90% dos atendimentos ocorrendo em até 8 minutos (MALVESTIO, 2005).

Para o *Committee on Trauma of Surgeons*, dos Estados Unidos da América, o tempo alvo para o atendimento e execução de procedimentos em vítimas de traumas é de 20 minutos. Além disso, a regulação americana determina que 95% dos atendimentos de emergência em área urbana precisam ser cumpridas em 10 minutos, e em áreas rurais, em até 30 minutos (DÖRR, 2019).

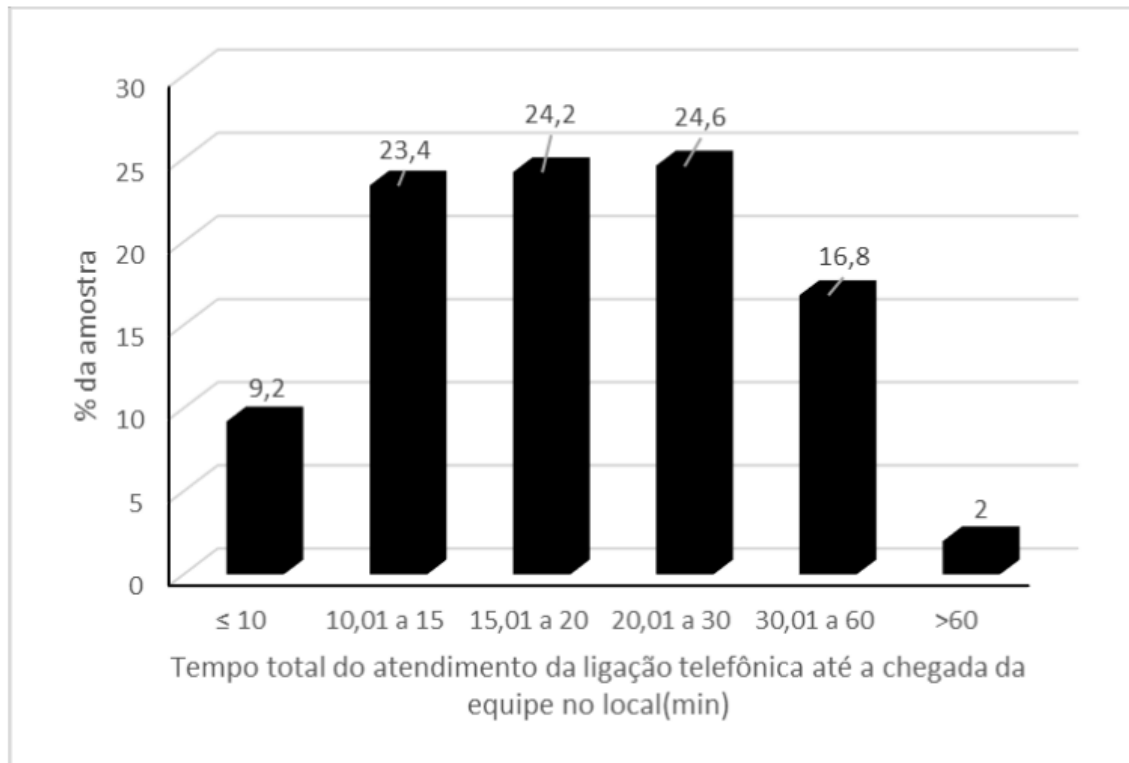
A literatura internacional mostra que muitos países desenvolvidos utilizam entre 8 e 20 minutos como tempo resposta ideal. Como existe uma inviabilidade econômica de prover esse tipo de respostas para todas as ocorrências, os países estabelecem que o tempo de resposta precisa ser direcionado a pacientes com condições clínicas que ameaçam a vida, com alto risco de morte (trauma grave, PCR, Infarto Agudo do Miocárdio, AVC, entre outros), sendo frequentemente utilizadas as metas de atendimento, como ocorre no Reino Unido, onde 75% dos casos devem ser idealmente atendidos em 8 minutos e 95% em até 19 minutos. (DÖRR, 2019).

No atendimento do SAMU, em Porto Alegre, considerando 40.169 atendimentos em 2013, foram atendidas 75% das ocorrências consideradas graves em 23,8 minutos (CICONET, 2015).

Por outro lado, (ALARHAYEM *et al.*, 2016) mostram ainda que a maioria das mortes por hemorragia ocorre em tempos de atendimento pré-hospitalar inferiores a 30 minutos após o acontecimento do ferimento, mostrando a importância do atendimento rápido da vítima no local do acidente por paramédicos.

No estudo de Ciconet (2015) acerca dos 40.619 atendimentos do SAMU de Porto Alegre, com dados de janeiro a dezembro de 2013, o tempo de deslocamento até a cena apresenta mediana de 501 segundos, ou ainda, 8 minutos e 35 segundos (CICONET, 2015). Os tempos de resposta total (chamada telefônica até a chegada em cena) do trabalho concernente ao SAMU nesse período de tempo podem também ser acompanhados no Gráfico 55.

Gráfico 55 – Tempos de resposta totais de equipes de atendimento pré-hospitalar do SAMU



Fonte: Ciconet (2015)

O Serviço de Atendimento Móvel de Urgência de Belo Horizonte, de 04/10/2006 a 13/09/2009 apresentou, em um total de 1.734.250 chamadas, um tempo elevado de resposta, de 21 minutos, muito acima de 8 minutos preconizados pela OMS, devido ao posicionamento ineficiente das bases de operação, cujas localizações foram escolhidas sem utilizar técnicas ou critérios científicos (NOGUEIRA JUNIOR, 2011).

d) Tempo no local de ocorrência (tempo de cena)

O tempo na cena, isto é, de atendimento da vítima no local do acidente, não deve exceder 10 minutos. Sendo, na verdade, quanto menor, melhor, pois quanto mais tempo o doente é mantido no local do trauma, menor torna-se a probabilidade de sobrevivência do acidentado (LECCA, 2014).

Em uma análise com 144 pacientes vítimas de trauma cranioencefálico grave, atendidos pelo serviço público de atendimento pré-hospitalar que cobre a região metropolitana de Belo Horizonte e rodovias próximas, no período de janeiro de 1998 a janeiro de 2000, o tempo médio gasto em cena foi de 19,7 minutos (BELEZIA *et al.*, 2003).

Já em 175 vítimas de acidentes de trânsito na cidade de São Paulo, atendidos pelo Suporte Avançado à Vida do Sistema 192 de Atendimento Pré-Hospitalar do município o tempo médio de cena foi de 20,2 minutos, com desvio padrão de 11,7 minutos. Dessas vítimas, 12,6% precisaram de procedimentos de desencarceramento, os quais consumiram, em média, 15 minutos. Para esse grupo é esperado que o tempo de cena fosse maior, porém, uma análise complementar mostrou que sem essas vítimas o tempo de cena é reduzido em menos de 1 minuto, de 20,2 minutos para 19,3 minutos. Ademais, a pesquisa mostra que 84,6% das vítimas foram levadas a uma instituição hospitalar dentro de 60 minutos (MALVESTIO, 2005).

Em um estudo holandês, o qual aborda o resgate de 147 vítimas de trauma, compreendidos de maio a setembro de 2003, tem-se o valor mediano de tempo de atendimento no local de ocorrência de 28 minutos (VAN DER VELDEN *et al.*, 2008). Considerando-se uma amostra de 3.656 acidentes de trânsito de hospitais da América do Norte, a mediana do tempo de cena registrado foi de 19,0 minutos, com os registros variando de 13,4 a 26,0 minutos (NEWGARD *et al.*, 2010).

Já em um estudo alemão, englobando o atendimento de emergência de 15.103 vítimas de trauma na Alemanha, de janeiro de 1993 a dezembro de 2010, a média de tempo dispendido em cena foi de 32,7 minutos, com um desvio padrão de 18,6 minutos (WYEN *et al.*, 2013).

Em atendimento a 103 pacientes vítimas de trauma no Pronto Socorro do Hospital Regional da Ceilândia, cidade satélite de Brasília, o atendimento pré-hospitalar dos mesmos, realizado na maioria das vezes pelo SAMU, apresenta tempo médio de atendimento em cena foi de 17,04 minutos, com um desvio padrão de 4,02 minutos (MONTEIRO, 2014).

No Distrito Federal, em atendimento do SAMU, ou ainda em parceria com o Corpo de Bombeiros Militar do DF (CBMDF), a 113 vítimas de trauma na sala vermelha do hospital de referência em trauma do DF, Brasília, em 2015, o atendimento dos tempos de cena registram uma mediana de 15 minutos, com uma média de 14 minutos (PRAÇA, 2015)

Na cidade de Águas Lindas de Goiás, em atendimentos de emergência do SAMU, o tempo de cena médio de 132 ocorrências clínicas foi de 18,2 minutos, com desvio padrão de 9,6 minutos, enquanto que para 104 vítimas de trauma o tempo médio de cena foi de 17,4 minutos, com desvio padrão de 8,6 minutos (AMARAL, 2017).

e) **Tempo de deslocamento da ambulância e Fator de Ambulância**

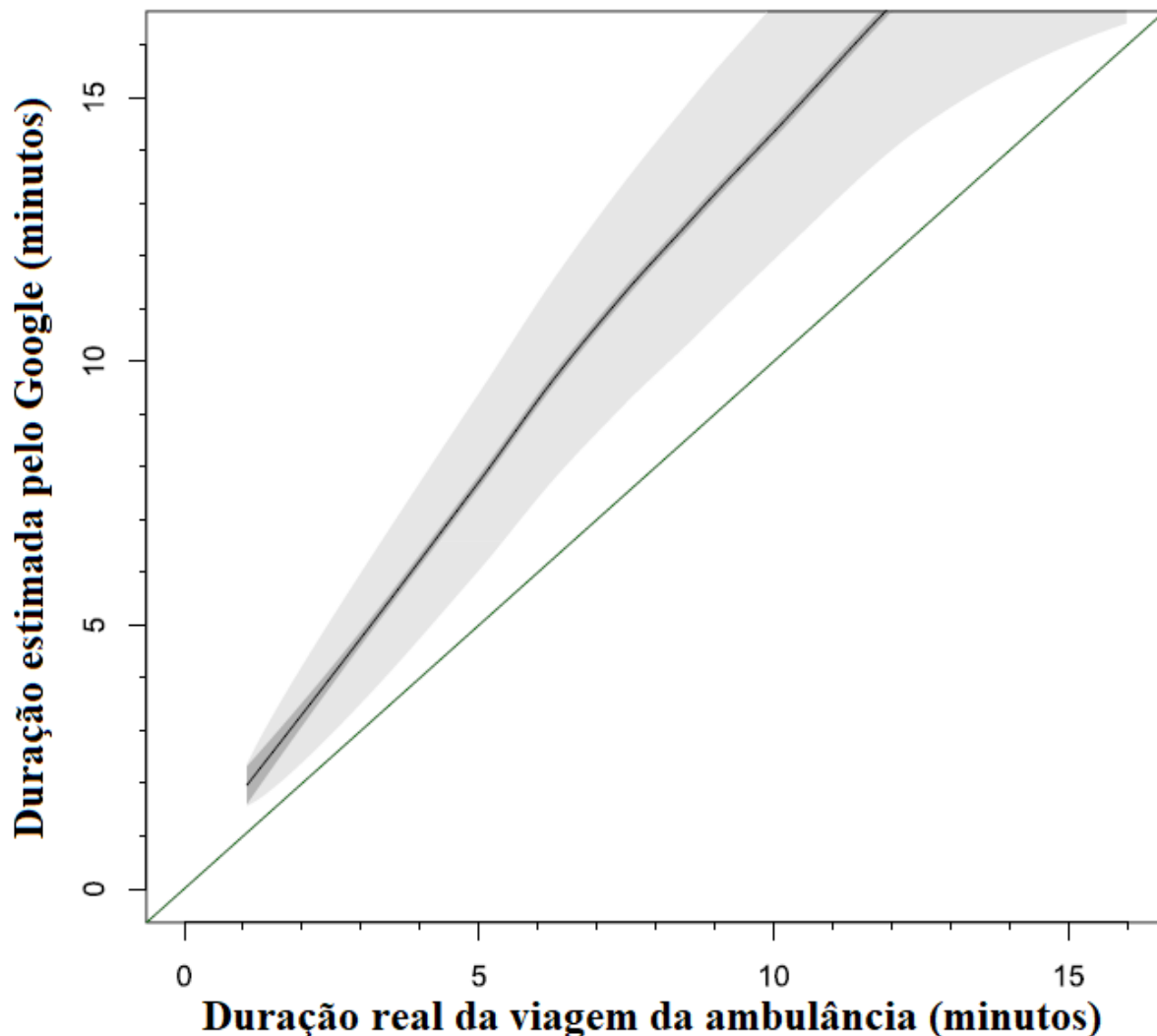
Os padrões de movimentação de uma ambulância diferem do tráfego de civis, principalmente porque quando em uso de sirene e luzes de emergência a ambulância tem a permissão de deixar de cumprir algumas leis e/ou regras de trânsito, como passar em semáforos vermelhos (POULTON *et al.*, 2019)

Comparando-se os tempos de viagem previstos pelo *Google Maps*, deslocamento típico de civis, com 2,3 milhões de viagens de ambulâncias registradas no banco de dados da cidade de Londres durante um período de tempo de mais de 2 anos, entre março de 2014 e dezembro de 2016, chega-se a conclusão que o tempo da viagem prevista no *Google Maps* apresenta um valor 1,4 vezes maior do que o tempo de viagem de uma ambulância, para uma mesma viagem, com uma probabilidade de 95% (POULTON *et al.*, 2019).

O Gráfico de Poulton et. al (2019) pode ser observado na Figura 47 e ele trata da relação de tempo existente entre uma viagem real realizado pela ambulância (eixo X) e a prevista pelo Google (eixo Y), a respeito de viagens de atendimento realizadas em Londres no período entre março de 2014 a dezembro de 2016.

A curva resultante evidencia que a ambulância necessita de menos tempo que a viagem prevista pelo Google, com o fator de correção, o Fator de Ambulância, se tornando cada vez menor a medida que a viagem possui maior duração. A faixa sombreada corresponde ao intervalo de confiança de 95%.

Figura 47 – Tempo de viagem estimado pelo Google e Tempo de viagem real de ambulâncias



Fonte: adaptado de POULTON et al. (2019)

f) Tempo de atendimento total (chegada no Hospital)

Em estudos nacionais brasileiros, observou-se um tempo total de atendimento, até a chegada no hospital, entre 46 e 49 minutos. Já em estudos internacionais. O tempo varia entre 36 e 45 minutos. (MALVESTIO, 2005).

Além disso, no estudo de Malvestio (2005), o tempo total de atendimento pré-hospitalar de emergência alcançou a média de 41,0 minutos, com 84,6% das vítimas chegando no hospital em menos de 60 minutos.

Em 119 pacientes de trauma torácico, dados do Hospital e Maternidade Marieta Konder Bornhausen localizado na cidade de Itajaí em Santa Catarina, entre junho de 2017 e

maio de 2018, 38,36% das vítimas chegaram em até uma hora do momento do trauma e 52,9% foram encaminhados ao hospital em tempo maior do que 60 minutos. (ZANETTE; WALTRICK; MONTE, 2019).

Em hospitais da América do Norte, em 3.656 atendimentos de emergência o tempo médio de atendimento total foi de 36,3 minutos, com valores de tempo variando de 28,4 a 47,0 minutos (NEWGARD *et al.*, 2010).

5.5 ENGENHARIA DE TRÁFEGO

a) Volume de tráfego

No tocante à engenharia de tráfego é importante citar o volume médio diário, o qual trata da média dos volumes de veículos que circulam em um trecho de via, computado para um período de tempo representativo. O VMDA (Volume Médio Diário Anual) é, dessa forma, o número total de veículos trafegando em um ano dividido por 365, lógica que pode ser repetida para períodos semanais e mensais. Esse volume representa a utilização ou serviço prestado pela via, usado para indicar a necessidade de novas vias ou melhorias nas já existentes. Além disso, uma característica importante em um fluxo de tráfego é a variação do mesmo ao longo do tempo, podendo ser ao longo do dia, da semana e do mês do ano (DNIT, 2006).

b) Horário de Pico

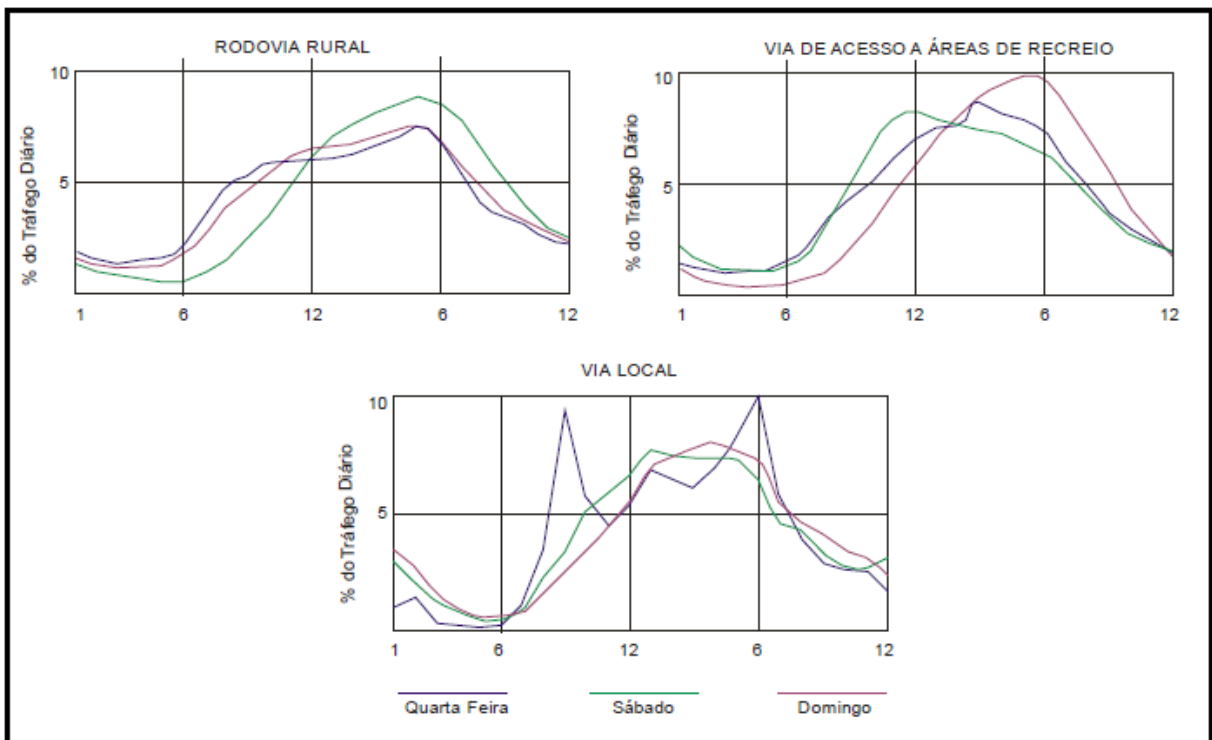
As chamadas horas de pico são os horários em que há maiores volumes de veículos em uma via, em um determinado tempo e local, apresentando uma tendência de estabilidade em um mesmo local e horário, ao longo do tempo. O volume dos veículos não é uniforme ao longo do tempo, dessa forma, há flutuações derivadas da não uniformidade do fluxo ao longo do tempo (DNIT, 2006).

Quando se analisa o período de um dia, considera-se o Fator Horário de Pico (FHP) para realizar estudos de capacidade de vias. Adota-se pra tanto um intervalo de 15 minutos, pois a adoção de intervalos menores podem resultar em superdimensionamento da via e excesso de capacidade em grande parte do período de pico, enquanto que intervalos maiores podem resultar em subdimensionamento e períodos substanciais de saturação de veículos na via (DNIT, 2006).

c) Variações Típicas

Em um fluxo de veículos há flutuação do fluxo dos mesmos, dependente do tempo e do local. Considerando o local, divide-se tipicamente em rodovias rurais, de vias de acesso e áreas de recreio e vias locais (Figura 56). Dentro de cada um desses locais há uma flutuação típica dependente do dia da semana analisado, com a via local representando locais urbanos de movimentos pendulares nos dias de semana, apresentando dois picos, enquanto sábados e domingos apresentam tipicamente um pico apenas, menor, porém, mais extenso (DNIT, 2006).

Gráfico 56 - Variações horárias típicas em vias americanas



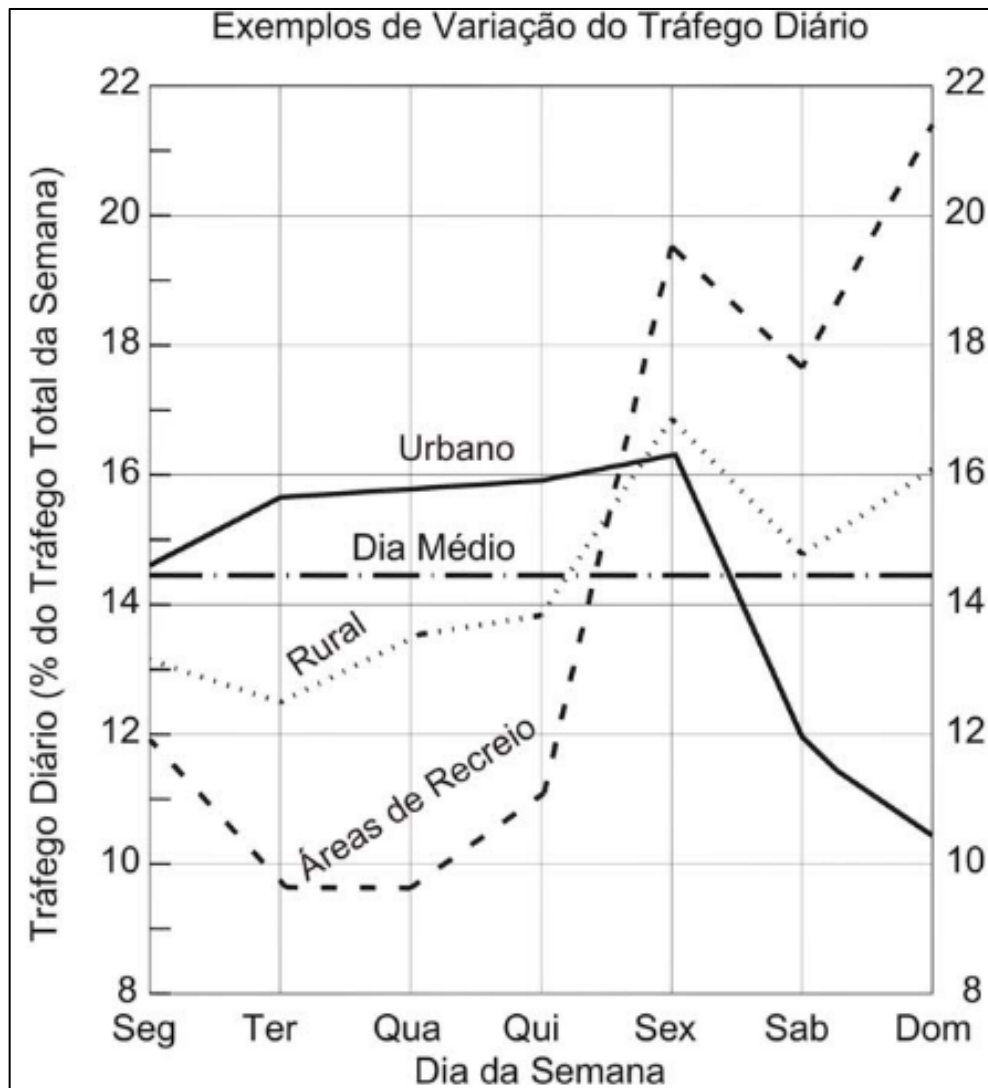
Fonte: adaptado de DNIT (2006)

Os fluxos de veículos dos dias de semana são semelhantes, porém apresentam peculiaridades. Normalmente os fluxos de terça, quarta e quinta-feira são aproximados, já o de segunda-feira apresenta o fluxo um pouco inferior à sua média e o de sexta-feira é ligeiramente superior.

Além disso, pode-se observar que a quarta-feira apresenta um valor intermediário, estando mais afastado das perturbações que o fim de semana causa no fluxo de tráfego (DNIT, 2006).

A variação ao longo do ano reflete atividade social e econômica de um local para uma via. Em vias que apresentam um comportamento típico comercial a flutuação é menor do que em vias de recreio e lazer (Figura 48). Para isso comparam-se dias típicos, sábados e também domingos e feriados (HCM, 2000).

Figura 48 – Variação semanal por tipo de rodovia

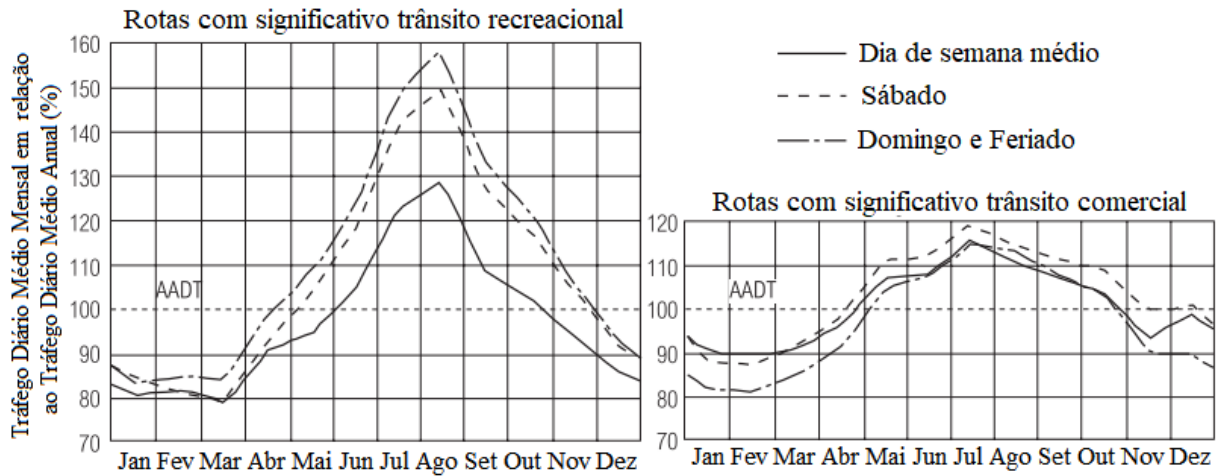


Fonte: DNIT (2006)

Existem também comportamentos diferentes de tráfego ao longo do ano dependendo do dia considerado (Figura 49), se dia de semana, sábado ou domingo e feriado (HCM, 2000).

Dessa forma, os dias que melhor representam as flutuações ao longo da semana se mostram sendo a quarta-feira, o sábado e o domingo.

Figura 49 – Variação dos dias da semana ao longo do ano



Fonte: adaptado de HCM (2000)

5.6 ESTATÍSTICA

5.6.1 Simulação de Monte Carlo

Um modelo é uma representação de relações existentes entre variáveis a serem tomadas em consideração em um estudo de sistemas, sendo que a representação de um sistema deve ser o mais realista possível. Quando não se conhece precisamente as leis que regem o funcionamento de um sistema por existirem variáveis difíceis de representar, a modelagem se torna difícil de ser realizada de forma analítica. Nesses casos, simular o comportamento das variáveis pode ser necessário para obter uma estimativa confiável do comportamento real do sistema. Uma maneira de realizar uma simulação é por meio de Monte Carlo, método que comporta geração de números aleatórios para estudar um fenômeno (HOCHHEIM, 1991).

O método de Monte Carlo é uma ferramenta matemática de utilização em diversas áreas da ciência e da engenharia para simular problemas estocásticos. As simulações por esse método estão baseadas em eventos que ocorrem de maneira aleatória e, por terem similaridade com jogos de azar, durante o Projeto Manhattan na Segunda Guerra Mundial, Ulan e Von Neumann denominaram este nome para o método por fazer referência à cidade de Mônaco, conhecida mundialmente como a capital dos jogos de azar. Este método pode ser descrito como um método estatístico, o qual se utiliza da geração de números aleatórios em sua arquitetura para realizar uma simulação, ao invés de utilizar uma equação matemática para descrever um fenômeno (YORIYAZ, 2009).

É possível que um modelo matemático seja complexo demais para descrever um sistema, de modo que uma solução analítica não seja alcançável. Nesses casos, a simulação computacional mostra-se de grande relevância para resolver problemas. Quando o modelo realizado engloba amostragem aleatória de uma distribuição probabilística, o método é designado “Simulação de Monte Carlo”. Por meio da SMC é possível, assim, avaliar com maior precisão a incerteza de uma medição. (DONATELLI; KONRATH, 2005)

A Simulação de Monte Carlo se mostra de grande importância para o cálculo de probabilidade de ocorrência de valores em análises de diversos cenários ocorrendo de maneira concomitante e aleatória. O método se mostra de grande valia para análise de valores de imóveis considerando diversas variáveis com cenários otimistas e pessimistas por meio da aleatoriedade da simulação (HOCHHEIM, 2017).

A simulação de Monte Carlo permite estudar melhor a variabilidade de resultados, além de permitir estimar a probabilidade de ocorrência de intervalo de valores. Neste método a chance de ocorrência de valores extremos se mostra menor do que a de valores centrais (HOCHHEIM; HOCHHEIM; MUTTI, 2017).

5.6.2 Distribuição Beta

A distribuição Beta trata de um modelo probabilístico para uma variável aleatória contínua X , sendo que os valores possíveis nessa distribuição são limitados superiormente e inferiormente, diferente do que se observa na distribuição Normal, por exemplo, cujos valores variam sem limites impostos. Na distribuição Beta padronizada a variável X é definida dentro do intervalo $[0,1]$ (MARASCHIN JR; FINGER; LORETO, 2017).

Os autores colocam ainda que, considerando $0 \leq x \leq 1$, $\alpha > 0$ e $\beta > 0$, a função densidade Beta é expressa como visto na Equação 7.

$$f(x) = \frac{1}{B(\alpha, \beta)} x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} dx \quad (7)$$

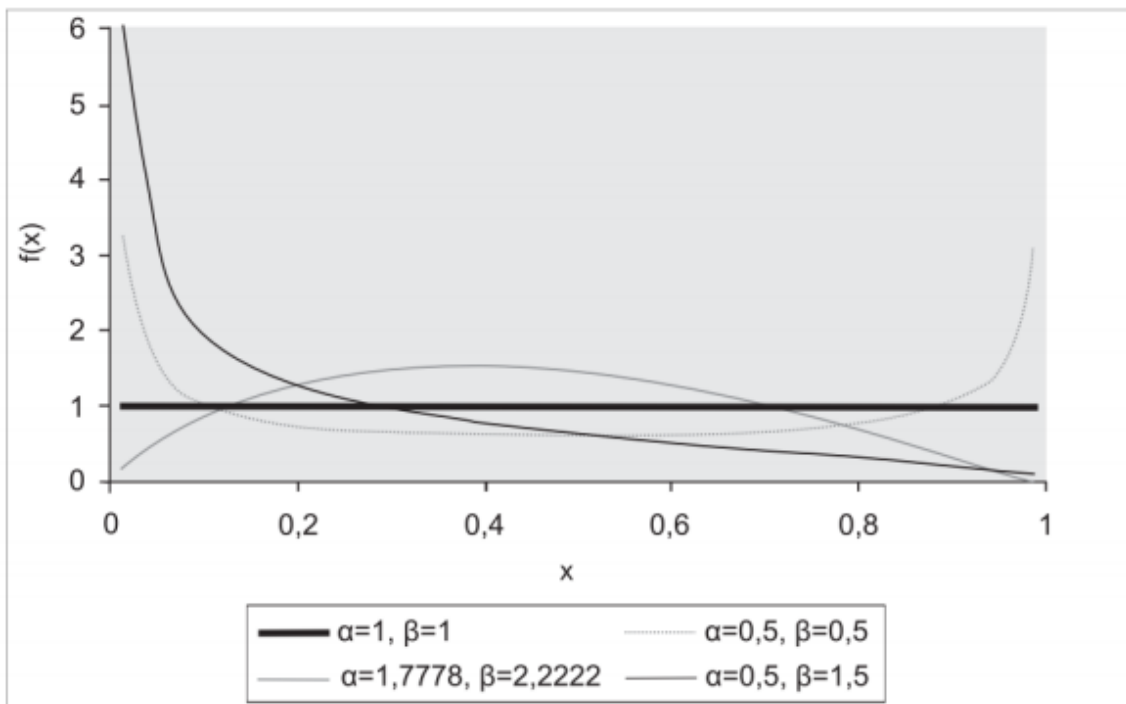
na qual, α e β são parâmetros e $B(\alpha, \beta)$ representa a função Beta em seu estado completo, sendo descrito da seguinte forma:

$$B(\alpha, \beta) = \frac{\Gamma(\alpha) \Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha + \beta)} \quad (8)$$

Para valores iguais de α e β tem-se a função densidade de probabilidade Beta simétrica, porém, não sendo iguais, tem-se ela de forma assimétrica. Além disso, Se ambos os parâmetros, são superiores a 1, $\alpha > 1$ e $\beta > 1$, a distribuição Beta é unimodal (MARASCHIN JR; FINGER; LORETO, 2017).

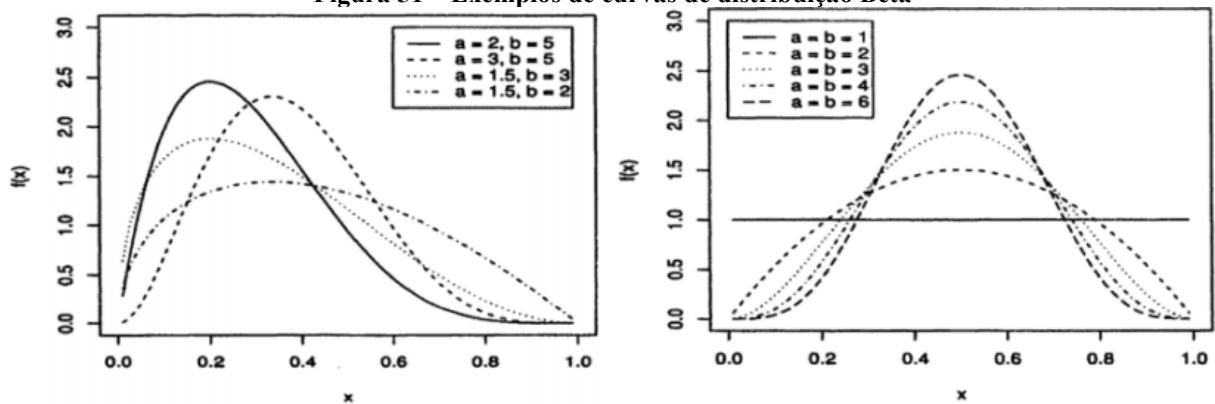
As formas que a distribuição beta pode assumir, dependendo de α e β , podem ser observadas nos Gráficos 50 e 51.

Figura 50 – Função densidade de probabilidade com distribuição Beta



Fonte: Maraschin Jr; Finger; Loreto (2017)

Figura 51 – Exemplos de curvas de distribuição Beta



Fonte: Hochheim; Hochheim; Mutti apud Gupta e Nadarajah (2017)

A distribuição Beta possui extremos bem definidos, não sendo assintótica. Ela permite a determinação de parâmetros de distribuição conhecendo-se o valor mais provável (m), os extremos inferior (a) e superior (b). Quando m , a e b são próximos, a curva assume um aspecto estreito, e quando estão afastados, ela toma uma visualização de curva alargada. A utilização dessas três estimativas é muito comum em estudos envolvendo tempos em redes PERT/CPM, nesses estudos definem-se os tempos otimista, pessimista e mais provável e se parte da premissa que a variabilidade dos tempos estimados segue a distribuição Beta. (MEIRELLES; MARTINS, 2006)

Quando comparadas as distribuições uniforme, a qual considera que todos os valores dentro de uma faixa admissível adotada possuem a mesma probabilidade de ocorrência que valores centrais, situação essa que dificilmente ocorre na realidade, percebe-se que a variabilidade de resultados se mostra menor na distribuição Beta, pois esta considera que os valores extremos têm menor probabilidade de ocorrência, o que objetiva retratar melhor a situação real (HOCHHEIM, 2017).

5.6.3 Divisão de Classes

O número de classes que compõe uma relação de valores pode ser estabelecido pelo pesquisador. Um processo matemático pode ser utilizado para auxiliar a divisão do número de classes, como a divisão pelo método de Sturges, representado pela Equação 9 (DA COSTA, 2011).

$$k = 1 + 3,322 \times \log n \quad (9)$$

sendo,

k = número de classes;

n = número de elementos.

5.7 MÉTODO

No método aborda-se o método da análise do atendimento às vítimas em estado grave, no local do acidente e até a chegada ao hospital. O fluxograma pode ser visto a seguir.

Figura 52 – Fluxograma detalhado do método de avaliação dos Postos de Atendimento



5.7.1 Cenários considerados

Neste estudo é analisado o tempo de atendimento às vítimas de trânsito em quatro cenários distintos:

- a) Atendimento da vítima ao local do acidente;
- b) Atendimento da vítima até a chegada ao hospital;
- c) Atendimento da vítima no local do acidente com adição de Posto Intermediário;
- d) Atendimento da vítima até a chegada ao hospital com adição de Posto Intermediário.

Os dois primeiros cenários retratam a situação real vigente, na qual as vítimas em estado grave de acidentes de trânsito são atendidas pela equipe de atendimento de urgência pré-hospitalar dos postos de atendimento SOS 8 e SOS 9.

Os outros dois cenários retratam uma situação hipotética, que caracteriza a implantação de um posto de atendimento extra na rodovia BR-101, no trecho da Grande Florianópolis entre os postos SOS 8 e SOS 9, denominado de Posto Intermediário. Com isso pode-se avaliar a melhora do serviço de atendimento às vítimas de trânsito, pois este posto adicional é posicionado aproximadamente no meio entre os dois postos de atendimento existentes, local onde ambos mais tardam a chegar com as ambulâncias na ocorrência de um acidente de trânsito.

A localização do Posto Intermediário foi realizada com o objetivo de aperfeiçoar os tempos de resgate às vítimas. Para tanto, o mesmo foi colocado em um terreno vazio possível de ser ocupado, perto de subidas à rodovia BR-101 e de retornos que possibilitem uma rápida reação de uma equipe de resgate.

Sua localização em quilômetros na rodovia, bem como em coordenadas UTM pode ser acompanhada pelo que descreve a Tabela 47 e Figura 53.

Tabela 47 – Localização dos postos de atendimento no trecho estudado

Posto	Km	Coordenadas Geográficas
SOS 8	192,4	-27.487468, -48.650023
SOS 9	219,8	-27.692550, -48.664386
Posto Intemediário	207,9	-27.602142, -48.630158

Figura 53 – Localização do posto hipotético “Posto Intermediário”



Fonte: Google Maps

5.7.2 Tempos de atendimento de referência

Como objetivo de avaliar o atendimento pré-hospitalar foram utilizados os dados da literatura acerca dos tempos existentes nos procedimentos de emergência abordados na seção 5.4: tempo de chegada da ambulância ao local onde se encontra o acidentado (Tempo de Resposta) e o tempo de chegada da ambulância com o paciente no hospital (Tempo até Hospital).

Como não há uma diretriz no Brasil para o Tempo de Resposta, foram considerados os tempos da Organização Mundial da Saúde para atendimentos de emergência e do *Committe*

on *Trauma of Surgeons* dos Estados Unidos da América para vítimas de trauma, de 8 minutos e 20 minutos, respectivamente, além da divisão percentual dos atendimentos de 75% e 95% do Reino Unido. Assim, 75% dos atendimentos devem ocorrer em até 8 minutos e 95% em até 20 minutos.

Para o Tempo até o Hospital foi considerada a Hora de Ouro, referência internacional para atendimentos pré-hospitalares, isto é, de 60 minutos.

5.7.3 Simulação dos atendimentos

Para simular os atendimentos às vítimas na via, foram usados como referência os tempos da literatura para tempo de despacho, tempo de preparação, tempo de cena e tempo de deslocamento da ambulância. Além disso, para que o tempo de ambulância pudesse ser empregado, utilizam-se como base os tempos de viagem disponíveis pelo Google Maps, no qual é possível simular viagens a qualquer hora do dia, escolhendo-se dois pontos, um de partida e um de chegada.

A viagem prevista pelo Google possui caráter de automóvel de passeio, considerando o trânsito local e horário do dia previsto. Como uma ambulância consegue se locomover de maneira mais rápida do que um automóvel no trânsito, pois ela em situações de emergência possui a permissão legal de transgredir algumas leis de trânsito, a correção do tempo de viagem por um fator é necessária.

Assim, os tempos utilizados foram:

- a) Tempo médio de despacho: 3,31 minutos (referência atendimentos SAMU);
- b) Tempo médio de preparação da equipe: 4,60 minutos (referência atendimentos SAMU);
- c) Fator Ambulância: 1,4 (referência estudo Inglaterra);
- d) Tempo médio em Cena: 20 minutos (referência tempos nacionais e internacionais);
- e) Tempo de traslado da ambulância: Google Maps (coletado no *site* da Google).

Considerando os tempos adotados, a realização das viagens pela soma de tempos e ocorre da seguinte forma:

- a) Tempo de Resposta:
 - a. Tempo médio de despacho;
 - b. Tempo médio de preparação da equipe;
 - c. Tempo de viagem previsto pelo Google com Fator Ambulância até o local da vítima.

- b) Tempo até Hospital:
 - o Tempo médio de despacho;
 - o Tempo médio de preparação da equipe;
 - o Tempo de viagem previsto pelo Google com Fator Ambulância até o local da vítima;
 - o Tempo médio em Cena;
 - o Tempo de viagem previsto pelo Google com Fator Ambulância do local de atendimento até o hospital.

5.7.4 Viagem prevista pelo Google

O traslado da ambulância, partindo de um posto de atendimento até o local da ocorrência para atender a vítima, e então para o hospital, é medido pela previsão de viagens de automóvel do Google Maps. Os pontos de viagem na rodovia usados para a simulação podem ser visto na Tabela 48.

O procedimento de coleta de dados de viagens, baseado nos pontos de viagem definidos, foi realizado da seguinte forma:

- b) Espacial – 1,0 Km.
 - o Espaçamentos de 1,0 km de distância, do Km 193,0 até o Km 220,0, para cada sentido da via. No total tem-se 28 pontos de coleta de dados espaciais por sentido na via.
 - o Essa divisão está em consonância com a divisão adotada nas análises dos capítulos anteriores, além de evitar que os dados se disponham de modo excessivamente agrupado.

- c) Horário – 15 minutos.
- Tempo anotado para cada 15 minutos, ou seja, cada hora possui 4 anotações. No total, tem-se 96 anotações de tempo para o dia.
 - Esse intervalo de tempo é o mesmo adotado pelo DNIT e pelo HCM para avaliar o fluxo de veículos em horários de pico, motivo pelo qual foi adotado.
- d) Dias – Quarta-feira, Sábado e Domingo.
- Foram computadas viagens desses três dias para generalizar os dados da semana toda.
 - A Quarta-feira é usada como dia típico para generalizar os valores de viagens dos dias de semana, pois é o dia com menores influências do fim de semana. Sábado e Domingo, por outro lado, possuem comportamentos muito diferentes e representam, juntos, o fim de semana.

Quadro 32 – Localização dos pontos referência para simulações de viagens

Km	Coordenadas Sentido Crescente	Coordenadas Sentido Decrescente
193	-27.488324, -48.654146	-27.488511, -48.654040
194	-27.496741, -48.657064	-27.496736, -48.656964
195	-27.503524, -48.651356	-27.503852, -48.650842
196	-27.509925, -48.644368	-27.509944, -48.644181
197	-27.517334, -48.639078	-27.517441, -48.638934
198	-27.525642, -48.635625	-27.525681, -48.635480
199	-27.533758, -48.630443	-27.533746, -48.630263
200	-27.539597, -48.623411	-27.539770, -48.623120
201	-27.548112, -48.619805	-27.548452, -48.619648
202	-27.556668, -48.619122	-27.557530, -48.618657
203	-27.565112, -48.614551	-27.565618, -48.614220
204	-27.573775, -48.613651	-27.574183, -48.613496
205	-27.582920, -48.615246	-27.583236, -48.615242
206	-27.591036, -48.617926	-27.591711, -48.618043
207	-27.599450, -48.622094	-27.599455, -48.621962
208	-27.602916, -48.631412	-27.603118, -48.631590
209	-27.609447, -48.638401	-27.609472, -48.638277
210	-27.616146, -48.645134	-27.616219, -48.645055
211	-27.622718, -48.651810	-27.622843, -48.651809
212	-27.629608, -48.658689	-27.629334, -48.658242
213	-27.636408, -48.664766	-27.636723, -48.664852
214	-27.643770, -48.670078	-27.644111, -48.670190
215	-27.651574, -48.675831	-27.651916, -48.675954
216	-27.659392, -48.677668	-27.660040, -48.677254
217	-27.668329, -48.673828	-27.668492, -48.673573
218	-27.676564, -48.670481	-27.677168, -48.669997
219	-27.685119, -48.666829	-27.685148, -48.666661
220	-27.692447, -48.663727	-27.693660, -48.663002

5.7.5 Simulações de viagens da ambulância ao local da vítima

Considerando viagens a cada 15 minutos e a cada quilômetro, tem-se como resultado uma matriz 28X96, a qual computa 2.688 viagens hipotéticas de automóveis para o período de um dia, em um sentido, as quais foram coletadas de maneira manual no Google Maps.

A coleta desses dados, que simbolizam viagens de ambulância simuladas, foi realizada nos dois sentidos da via, para os dias da semana de Quarta-feira, Sábado e Domingo.

Para que o tempo de viagem passe a ser computado como uma viagem de ambulância é necessário aplicar o fator corretor de 1,4 para cada uma das anotações.

Os dados foram coletados no Google de 25 de agosto à 8 de setembro. A coleta foi feita colocando-se como data de partida o ano de 2019, pois os tempos em datas passadas apresentam resultados médios de tráfego. Assim, é possível evitar fortes variações pontuais que trariam resultados menos fidedignos na análise.

Por conseguinte, simularam-se 5.376 viagens de ambulância para cada dia, considerando-se os dois sentidos da via. Sendo três dias, tem-se 16.128 viagens de atendimento pré-hospitalar hipotéticos até o local da vítima. Além disso, a existência do Posto Intermediário mostra-se vantajosa em termos de tempo de atendimento da vítima na cena do acidente tanto no sentido crescente da rodovia, quanto no decrescente.

No sentido crescente a vantagem no tempo de atendimento se mostra evidente do Km 209,0 ao Km 217,0 no sentido crescente, o que totaliza 9,0 quilômetros, o que representa 32,14% do trecho. Já no sentido decrescente a vantagem ocorre do Km 202,0 ao Km 213,0 no sentido decrescente, o que soma 12,0 quilômetros, representando 42,86%. No total, o Posto Intermediário colocado mostra-se vantajoso no tempo de atendimento em 37,5% dos 56,0 km de extensão atendidos pelos postos SOS 8 e SOS 9. As viagens de ambulância partindo do Posto Intermediário somam 6.048 viagens, ou seja, para o atendimento da vítima no local do acidente tem-se uma soma de 22.176 viagens simuladas.

As viagens realizadas possuem cores no cabeçalho na matriz 28x96 para identificar de qual posto partiu o atendimento, as quais podem ser vistas nas Figuras 54, 55 e 56, sendo as cores distribuídas da seguinte forma:

- Ambulâncias com partida do posto SOS 8 possuem cor roxa;
- Ambulâncias com partida do posto SOS 9 possuem cor azul ;
- Ambulâncias com partida do Posto Intermediário possuem cor preta.

O posto do qual a ambulância parte para atender ao chamado é o que precisa de menos tempo para chegar ao local. Os dados anotados são expressos em cores para que seja possível uma visualização em mapa de calor, com valores até 8 minutos computados em verde, maior que 8 minutos até 20 minutos em amarelo, acima de 20 minutos até 30 minutos em laranja e acima de 30 minutos em vermelho. O valor 30 minutos foi escolhido como cor vermelha pois de acordo com Alarhayem et al. (2016), a maioria das mortes por hemorragia ocorre em tempos de atendimento pré-hospitalar inferiores a 30 minutos após o acontecimento do ferimento.

5.7.6 Simulações de viagens da ambulância ao hospital

Após o atendimento da vítima no local do acidente, há a simulação das viagens da ambulância até o hospital, as quais consideram o novo tempo de partida de forma atualizada, considerando o tempo utilizado até então no atendimento da vítima naquele local.

Por exemplo, se uma vítima teve o chamado aberto às 18:00 horas e a ambulância precisou de 10 minutos para chegar ao local e mais 20 minutos para atender a vítima na rodovia, o novo tempo de partida considera o trânsito do horário das 18:30 horas. O novo tempo de partida é arredondado para o valor mais próximo de trânsito a cada 15 minutos para ser utilizado da matriz 28x96.

O hospital escolhido para o transporte da vítima em estado grave é o Hospital Regional de São José, referência na região da Grande Florianópolis para atendimentos de emergência, além de estar localizado perto da rodovia em análise.

Dessa forma, são simuladas mais 16.128 viagens de ambulância nesse procedimento, o que resulta num total de 38.304 viagens de ambulância simuladas por meio de dados coletados pelo Google Maps.

Os dados anotados são expressos em cores para que seja possível uma visualização em mapa de calor, com valores até 40 minutos computados em verde, entre 40 e 50 minutos em amarelo, entre 50 e 60 minutos em laranja e acima de 60 minutos em vermelho, seguindo a lógica mesma lógica que em simulações de viagem da ambulância até o local da vítima.

Como a Hora de Ouro preconiza o tempo até que o atendimento definitivo à vítima seja realizado no hospital, uma ambulância que chegue após 60 minutos da ocorrência do acidente já ultrapassou a janela de tempo da Hora de Ouro. Uma vítima que chegue em 55 minutos no hospital significa que a equipe médica possui 5 minutos para realizar o procedimento definitivo no paciente para se enquadrar na Hora de Ouro, o que representa

maiores chances de sobrevivência à vítima. Sendo assim, quanto antes ocorrer a chegada da vítima ao hospital, melhor.

5.7.7 Análise das vítimas

Os tempos de viagens de ambulâncias fazem referência a todos horários do dia a cada 15 minutos e a cada um dos 28 quilômetros, em cada sentido da via. Todavia, as vítimas de trânsito não se encontram uniformemente distribuídas ao longo do tempo e do espaço, como pôde ser observado nas análises dos capítulos anteriores. As vítimas analisadas neste capítulo são as da categoria “Lesões Graves” da variável “Estado Físico da Vítima”.

Como há locais e horários em que há uma maior frequência de vítimas de trânsito, esse comportamento estatístico precisa ser considerado nas análises. Para tanto, as vítimas de trânsito em estado grave de acometimento, dos anos de análise de 2007 a 2019, foram colocadas na mesma disposição matricial 28x96 anteriormente adotada para a simulação das viagens de ambulâncias. Dessa maneira é possível que as informações de viagens e vítimas possam ser trabalhadas matematicamente.

O procedimento adotado para a transformação desses dados em forma matricial ocorre por meio do arredondamento do local da vítima para 1,0 km e pelo arredondamento do horário registrado do acidente para 15 minutos. Assim sendo, é possível computar o número de vítimas dentro da matriz 28x96. Ao realizar esse procedimento, é perceptível como há horários e locais em que não há vítimas, assim como existem horários e localidades com mais de uma vítima registrada, o que é condizente com os resultados apresentados até então.

Foram utilizadas as vítimas dos últimos 13 anos porque essa soma possui um valor preditivo maior para a ocorrência de acidentes. No total tem-se 3.284 vítimas de trânsito distribuídas nas 2.688 células da matriz 28x96.

Entretanto, é importante salientar que a disposição das vítimas ocorre de maneira distinta, de acordo com o dia e o sentido da via considerado.

- Segunda à Sexta-feira sentido crescente: 1168 vítimas graves
- Segunda à Sexta-feira sentido decrescente: 1048 vítimas graves
- Sábado sentido crescente: 311 vítimas graves
- Sábado sentido decrescente: 261 vítimas graves
- Domingo sentido crescente: 260 vítimas graves
- Domingo sentido decrescente: 236 vítimas graves

5.7.8 Simulações de cenários

As viagens de ambulância simuladas não possuem, todavia, sempre os mesmos valores de tempo, todos os tempos considerados inicialmente podem variar. Há, assim, atendimentos que são realizados de maneira mais rápida do que a média, enquanto outros de forma mais lenta, de modo que os valores temporais adotados não são estacionários.

Essa variação é verificada na realidade, pois os atendimentos possuem resultados de tempo diferentes devido a diversos fatores, como demora ou agilidade das equipes, das decisões tomadas pela complexidade do caso e flutuações de trânsito.

Para aumentar a precisão dos resultados de atendimento, são considerados cenários otimistas e pessimistas para cada tipo de tempo utilizado, constituindo-se assim variáveis, cada qual com seus próprios cenários otimistas e pessimistas de ocorrência, os quais são ilustrados por meio de valores extremos, o que possibilita a realização de análises de sensibilidade, ou seja, o quanto os resultados de atendimento variam pela adoção dos cenários possíveis.

Por fim, objetivando se aproximar ainda mais da realidade, realizou-se a variação concomitante de todas as variáveis adotadas, de modo aleatório, por meio de Simulação de Monte Carlo com a utilização da função Beta para definir a probabilidade de ocorrência dos valores, dentro da faixa de possibilidades de cenários de cada variável.

5.8 AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR

Para realizar a avaliação é necessário somar todos os tempos existentes no atendimento pré-hospitalar de emergência. Para tanto, foi necessário corrigir as viagens previstas pelo Google pelo Fator Ambulância, a fim de se ter a viagem simulada pelo veículo de atendimento pré-hospitalar de emergência. Os valores definidos, baseados nos dados da literatura, para esse procedimento são:

- a) Tempo de despacho: 3,31 minutos;
- b) Tempo de preparo da equipe: 4,60 minutos;
- c) Tempo de viagem da ambulância até o local do acidente para atendimento: coletado pelo Google Maps, corrigido pelo fator Ambulância
- d) Tempo em cena: 20 minutos.
- e) Tempo de viagem da ambulância do local do acidente até o hospital: coletado pelo Google Maps, corrigido pelo fator Ambulância
- f) Fator Ambulância: 1,4;

A soma dos tempos ocorre da seguinte forma:

- A soma de a), b) e c), resultam no Tempo de Resposta (TR), que trata do tempo de atendimento desde a abertura do chamado até o local onde ocorreu o acidente.
- A soma de a), b), c), d), e) resultam no Tempo Total de Atendimento (TTA), o qual trata do tempo de atendimento desde a abertura do chamado até a chegada no hospital.

Nesta seção estão apresentados os resultados dos tempos de atendimento para as viagens de ambulância simuladas, considerando os cenários de atendimento dos postos SOS 8 e SOS 9 e de atendimento com adição do Posto intermediário, tanto para o cena de atendimento na via, quanto de chegada ao hospital. Os cenários são assim definidos como:

- a) Tempo de Resposta dos Postos SOS 8 e SOS 9;
- b) Tempo de Resposta dos Postos SOS 8 e SOS 9 com adição de Posto Intermediário;
- c) Tempo Total de Atendimento dos Postos SOS 8 e SOS 9;
- d) Tempo Total de Atendimento dos Postos SOS 8 e SOS 9 com Posto Intermediário.

5.8.1 Tempo de Resposta dos Postos SOS 8 e SOS 9

Nas Figuras 54, 55 e 56 é possível visualizar a simulação do Tempo de Resposta dos Postos SOS 8 e SOS 9. Essas viagens foram definidas a cada quilômetro e a cada 15 minutos, para a quarta-feira, sábado e domingo, sendo os valores apresentados de forma arredondada para melhor visualização.

Os resultados do Tempo de Resposta dos postos SOS 8 e SOS 9 no atendimento das vítimas graves na BR-101 do Km 193 ao Km 220 estão apresentados de segunda a sexta, sábado e domingo, além do resultado final de atendimento que considera a semana como um todo, podendo ser acompanhado nas Tabelas 48 e 49.

Tabela 48 – Resultados do Tempo de Resposta de SOS 8 e SOS 9 sentido crescente

SOS 8/ 9 Crescente	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
	Tempo (min)	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas
Até 8	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Até 20	761	65,15%	218	83,85%	275	88,42%
>20	407	34,85%	42	16,15%	36	11,58%
Total	1168	100,00%	260	100,00%	311	100,00%

Tabela 49 – Resultados do Tempo de Resposta de SOS 8 e SOS 9 sentido decrescente

SOS 8/ 9 Decrescente	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
	Tempo (min)	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas
Até 8	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Até 20	738	70,42%	223	94,49%	255	97,70%
>20	310	29,58%	13	5,51%	6	2,30%
Total	1048	100,00%	236	100,00%	261	100,00%

Os resultados por sentido da via apontam para uma situação de atendimento mais deficiente no sentido crescente da via, ou seja, do km 193 para o km 220.

Em todos os dias da semana é visível como a quantia de vítimas graves sendo atendidas acima de 20 minutos após a abertura do chamado é maior do que no sentido decrescente, o que é consequência de um trânsito na região de Grande Florianópolis que torna o acesso a alguns locais da rodovia mais difícil do que outros, fazendo com que as vítimas de trânsito no sentido decrescente tenham que esperar mais pelo socorro da equipe pré-hospitalar de emergência.

A seguir estão dispostos os resultados agrupados e finais, nas Figuras 50 e 51.

Tabela 50 – Resultados do Tempo de Resposta de SOS 8 e SOS 9 por dia da semana

SOS 8 e SOS 9	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas	%
Até 8	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Até 20	1499	67,64%	530	92,66%	441	88,91%
>20	717	32,36%	42	7,34%	55	11,09%
Total	2216	100,00%	572	100,00%	496	100,00%

Tabela 51 – Resultados do Tempo de Resposta de SOS 8 e SOS 9

SOS 8 e SOS 9		
Tempo (min)	Vítimas	%
Até 8	0	0,00%
Até 20	2470	75,21%
>20	814	24,79%
Total	3284	100,00%

O atendimento às vítimas em estado grave apresenta piores resultados de segunda a sexta, com apenas 67,64% das vítimas sendo realizados em até 20 minutos. Nenhum dos dias da semana apresentou resultados dentro da faixa de referência tomada como ideal, de 75,00% de atendimento em até 8 minutos e 95,00% em até 20 minutos.

No quadro geral, o resultado do Tempo de Resposta no trecho é de apenas 75,21% das vítimas graves sendo atendidas em até 20 minutos, sendo que 0,00% das vítimas é atendida em até 8 minutos, valor muito longe do esperado como ideal. Esse resultado traz como indício de que a região não está sendo atendida em um nível de qualidade desejado, com vítimas de trânsito precisando esperar mais do que o indicado para receberem socorro em um acidente automobilístico, o que aumenta as chances de morte e sequelas.

Cabe salientar que os resultados gerados consideram a localidade e a quantidade de vítimas graves na rodovia. Isto é, um valor de tempo de atendimento só é computado se houver uma vítima em estado grave na célula correspondente da matriz de Tempo de Resposta simulada. Caso contrário, o tempo hipotético de viagem de uma ambulância não é computado, pois é multiplicado por zero.

5.8.2 Tempo de Resposta com adição do Posto Intermediário

Nas Figuras 57, 58 e 59 é possível visualizar a simulação do Tempo de Resposta com adição de Posto Intermediário. Essas viagens foram definidas a cada quilômetro e a cada 15 minutos, para a quarta-feira, sábado e domingo, sendo os valores apresentados de forma arredondada para melhor visualização.

Os resultados do Tempo de Resposta, com adição do Posto Intermediário, no atendimento das vítimas graves na BR-101 do Km 193 ao Km 220 estão elencados nas Tabelas 52 e 53.

Tabela 52 – Resultados do Tempo de Resposta com Posto Intermediário sentido crescente

PI Crescente	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas	%
Até 8	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Até 20	1056	90,41%	260	100,00%	311	100,00%
>20	112	9,59%	0	0,00%	0	0,00%
Total	1168	100,00%	260	100,00%	311	100,00%

Tabela 53 – Resultados do Tempo de Resposta com Posto Intermediário sentido decrescente

PI Decrescente	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas	%
Até 8	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Até 20	1006	95,99%	236	100,00%	261	100,00%
>20	42	4,01%	0	0,00%	0	0,00%
Total	1048	100,00%	236	100,00%	261	100,00%

Os resultados do Tempo de Resposta apresentam substancial melhora nos dois sentidos da rodovia. Apesar do sentido crescente continuar apresentando resultados piores de Tempo de Resposta do que o sentido decrescente, a adição do Posto Intermediário minorou bastante o quadro anterior apresentado nas Figuras 54, 55 e 56, estando menos dispar nessa segunda situação, cujas viagens de ambulância podem ser vistas nas Figuras 57, 58 e 59.

Quanto a sábado e domingo, ambos os dias apresentam os mesmos valores de 100% de atendimentos até 20 minutos, o que mais uma vez evidencia o maior equilíbrio alcançado entre os dois sentidos com a presença do posto adicionado para atendimento dos usuários.

Nas tabelas 54 e 55 estão dispostos os resultados agrupados e finais.

Tabela 54 – Resultados do Tempo de Resposta com Posto Intermediário por dia da semana

Posto Intermediário	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
	Tempo (min)	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas
Até 8	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Até 20	2062	93,05%	572	100,00%	496	100,00%
>20	154	6,95%	0	0,00%	0	0,00%
Total	2216	100,00%	572	100,00%	496	100,00%

Tabela 55 – Resultados do Tempo de Resposta com Posto Intermediário

Adição de Posto Intermediário		
Tempo (min)	Vítimas	%
Até 8	0	0,00%
Até 20	3130	95,31%
>20	154	4,69%
Total	3284	100,00%

Com a adição do Posto Intermediário percebe-se que o objetivo de melhorar a situação de atendimento é alcançado com sucesso. De segunda a sexta, 93,05% de vítimas graves são atendidas até 20 minutos. Além disso, sábado e domingo possuem 100% dos atendimentos realizados em até 20 minutos.

No total, 95,31% dos atendimentos a vítimas graves são realizados em até 20 minutos, superando em 0,31% o valor de referência preconizado. Do total de 3.284 vítimas graves, apenas 154 aguardaram mais de 20 minutos no local do acidente para o atendimento, mostrando relevante melhora no atendimento.

É notado por meio de estudos que o tempo de resposta do sistema está em torno de 21 minutos (desde a abertura do chamado telefônico até a chegada da ambulância no local do acidente), tempo este bastante distante do padrão internacional de atendimento (NOGUEIRA JUNIOR, 2011).

O tempo de 8 minutos foi originalmente idealizado para otimizar a vida de pacientes com parada cardíaca não traumática, devido à importância de um atendimento rápido em casos de isquemia cardíaca. Assim, alguns autores não consideram o Tempo de Resposta de 8 minutos como o mais adequado para vítimas de trauma, pois, apesar de aumentar a eficiência médica, afeta a eficiência de disponibilização de recursos na prestação do serviço (COLLA, 2020).

Dessa forma, considera-se que o tempo mais importante a ser perseguido como ideal em atendimentos traumáticos, por motivos médicos e econômicos, é de 20 minutos, o que possui plausibilidade pelos resultados obtidos.

Figura 57 – Tempo de Resposta dos postos SOS 8 (azul), SOS 9 (roxo) e Posto Intermediário (preto) -
Quarta-feira - Sentido Crescente e Decrescente

Qua Cresc	Crescente																			Qua Decresc	Decrescente																																	
	Z20	Z19	Z18	Z17	Z16	Z15	Z14	Z13	Z12	Z11	Z10	208	207	206	205	204	203	202	201		200	199	198	197	196	195	194	193	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
00:00	9	14	14	14	13	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	12	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	13	11	10	10	11	12	13	14	14	16	16	14	13	14	14	12	12		
00:15	9	14	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	15	12	11	10	10	11	12	13	14	14	16	16	14	13	14	14	12	12	
00:30	9	14	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	13	11	10	10	11	12	13	14	14	16	16	14	13	14	14	12	12		
00:45	9	14	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	14	16	16	14	13	14	14	12	12		
01:00	9	14	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	14	16	16	14	13	14	14	12	12		
01:15	9	14	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	14	16	16	14	13	14	14	12	12		
01:30	9	14	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	14	16	16	14	13	14	14	12	12		
01:45	9	14	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	18	18	16	15	15	14	14	13	12	11	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	13	11	10	10	11	12	13	14	15	15	14	13	14	14	12	12			
02:00	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	12	12	14	14	12	12			
02:15	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	13	11	10	10	11	12	13	14	15	15	14	13	14	14	12	12				
02:30	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	12	12	14	14	12	12			
02:45	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	15	15	14	13	14	14	12	12				
03:00	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	14	14	12	12	14	14	12	12				
03:15	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	12	12	14	14	12	12		
03:30	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	15	14	13	14	14	12	12					
03:45	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	15	15	14	13	14	14	12	12				
04:00	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	15	14	13	14	14	12	12					
04:15	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	13	14	14	12	12				
04:30	9	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	13	14	14	12	12					
04:45	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	13	14	14	12	12				
05:00	9	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	13	14	14	12	12					
05:15	9	14	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	13	14	14	12	12				
05:30	9	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	13	14	14	12	12					
05:45	9	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	12	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	13	14	14	12	12				
06:00	9	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	14	12	12					
06:15	9	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	14	12	12					
06:30	9	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	14	12	12					
06:45	9	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	19	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	14	12	12					
07:00	9	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	21	19	19	18	18	16	16	15	14	14	13	12	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	14	12	12				
07:15	9	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	22	21	21	19	19	18	16	16	15	14	14	13	12	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	14	12	12			
07:30	9	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	24	24	24	22	22	21	19	18	16	16	15	14	13	12	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	14	12	12		
07:45	9	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	26	26	25	25	24	24	21	19	18	16	16	15	14	13	12	11	10	9	9	11	11	11	12	13	14	14	14	11	10	10	11	12	13	14	15	16	14	14	14	12	12	
08:00	9	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	25	24	24	22	22	21	19																																			

5.8.3 Tempo Total de Atendimento dos Postos SOS 8 e SOS 9

Nas Figuras 60, 61 e 62 é possível visualizar a simulação do Tempo Total de Atendimento dos Postos SOS 8 e SOS 9. Essas viagens foram definidas a cada quilômetro e a cada 15 minutos, para a quarta-feira, sábado e domingo, sendo os valores apresentados de forma arredondada para melhor visualização.

Os resultados do tempo total de atendimento, com adição do Posto Intermediário, no atendimento das vítimas graves na BR-101 do Km 193 ao Km 220, representado nas Tabelas 56 e 57.

Tabela 56 – Resultados do Tempo de atendimento de SOS 8 e SOS 9 sentido crescente

SOS 8/ 9 Crescente	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
Tempo (min)	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas	%
Até 40	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Entre 40 e 50	715	61,22%	228	87,69%	261	83,92%
Entre 50 e 60	351	30,05%	28	10,77%	50	16,08%
Acima de 60	102	8,73%	4	1,54%	0	0,00%
Total	1168	100,00%	260	100,00%	311	100,00%

Tabela 57 – Resultados do Tempo de atendimento de SOS 8 e SOS 9 sentido decrescente

SOS 8/ 9 Decrescente	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
Tempo (min)	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas	%
Até 40	16	1,53%	15	6,36%	5	1,92%
Entre 40 e 50	471	44,94%	175	74,15%	201	77,01%
Entre 50 e 60	466	44,47%	46	19,49%	55	21,07%
Acima de 60	95	9,06%	0	0,00%	0	0,00%
Total	1048	100,00%	236	100,00%	261	100,00%

Diferentemente da situação apresentada nos resultados de Tempo de Resposta, no tempo total de atendimento, isto é, da abertura do chamado telefônico até a chegada no hospital, o sentido decrescente apresenta, de forma geral, os piores resultados.

Esse fenômeno pode ser bem observado, sobretudo, de segunda a sexta, pois tanto a faixa de tempo entre 50 e 60 minutos, quanto a acima de 60 minutos apresentam resultados piores de atendimento no sentido decrescente. A exceção encontra-se o tempo acima de 60 minutos de sábado, que registra 1,54% atendimentos no sentido crescente e 0,00% no sentido decrescente da rodovia.

Cabe salientar ainda que há mais vítimas graves ocorrendo no sentido crescente do que no decrescente, de modo que a leitura dos resultados por sentido não deve se limitar aos percentuais.

Nas Tabela 58 e 59 estão dispostos os resultados agrupados e finais.

Tabela 58 – Resultados do Tempo Total de Atendimento de SOS 8 e SOS 9 por dia da semana

SOS 8 e SOS 9 Tempo (min)	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas	%
Até 40	16	0,72%	15	3,02%	5	0,87%
Entre 40 e 50	1186	53,52%	403	81,25%	462	80,77%
Entre 50 e 60	817	36,87%	74	14,92%	105	18,36%
Acima de 60	197	8,89%	4	0,81%	0	0,00%
Total	2216	100,00%	496	100,00%	572	100,00%

Tabela 59 – Resultados do Tempo Total de Atendimento de SOS 8 e SOS 9

SOS 8 e SOS 9		
Tempo (min)	Vítimas	%
Até 40	36	1,10%
Entre 40 e 50	2051	62,45%
Entre 50 e 60	996	30,33%
Acima de 60	201	6,12%
Total	3284	100,00%

Pelos resultados, fica clara a situação mais crítica nos dias de semana, período de maior tráfego na via, o que causa maior demora no atendimento, principalmente em horários de pico. Sábado e domingo apresentam melhores resultados, sobretudo quanto à chegada ao hospital em mais de 60 minutos, com apenas 4 casos (0,8%) no sábado e nenhum caso no domingo (0,00%).

No entanto, como a maior quantidade de acidentados graves encontra-se em dias de semana, o resultado final apresenta 6,12% das vítimas graves chegando ao hospital após 60 minutos da abertura do chamado. Como ultrapassam a Hora de Ouro, essas vítimas apresentam chances minoradas de sobrevivência.

Ademais, 30,33% dos casos chegam ao hospital entre 50 e 60 minutos, o que significa que há muito pouco tempo hábil para que a equipe médica consiga realizar os procedimentos necessários para que o quadro da vítima seja resolvido dentro da Hora de Ouro, valor esse demasiadamente alto, de quase um terço dos atendimentos, indicando claramente que a eficiência no atendimento ainda precisa ser aprimorada.

Figura 61 – Tempo Total de Atendimento dos postos SOS 8 (azul) e SOS 9 (roxo) - Sábado - Sentido Crescente e Decrescente

Sáb Cresc																				Sáb Decresc																																							
	220	219	218	217	216	215	214	213	212	211	210	209	208	207	206	205	204	203	202		201	200	200	199	198	197	196	195	194	193																													
00:00	41	46	48	49	48	49	49	48	49	51	49	46	43	44	42	43	44	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	00:00	41	41	40	41	39	40	41	41	39	41	39	41	46	46	48	46	48	49	48	49	51	49	49	47	46	51	49	48	
00:15	41	46	48	51	46	49	49	48	49	51	49	46	43	44	43	42	44	43	44	43	42	43	44	43	42	43	42	43	42	44	00:15	41	41	40	41	41	41	41	39	41	40	41	46	46	48	46	48	49	48	49	49	47	47	46	50	48	47		
00:30	41	46	48	49	46	49	49	48	49	51	49	45	43	44	43	44	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	00:30	41	41	40	41	41	41	41	39	39	40	41	46	48	46	49	49	48	49	49	47	47	46	50	48	47			
00:45	41	46	48	49	48	49	48	49	46	49	51	49	45	43	44	43	44	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	00:45	41	41	40	41	41	41	41	39	41	41	41	46	48	46	49	51	48	49	49	49	47	46	51	49	48				
01:00	41	46	48	49	46	49	48	49	46	49	51	49	45	43	44	42	43	44	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	01:00	41	39	40	41	40	40	41	41	41	41	41	41	46	46	48	46	49	51	48	49	49	49	47	46	50	48	47	
01:15	41	48	48	49	46	49	49	49	49	51	49	45	43	42	43	42	43	44	43	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	01:15	41	39	40	41	40	40	41	39	41	41	41	41	46	46	48	46	49	49	48	49	49	49	47	46	49	48	47
01:30	41	46	47	48	46	49	49	49	49	51	49	45	43	43	42	43	42	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	01:30	41	41	40	41	41	40	41	39	39	40	41	45	46	48	46	48	49	48	49	49	49	49	46	46	50	48	46	
01:45	41	46	47	48	46	49	49	49	49	51	49	45	43	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	01:45	41	41	40	41	41	40	41	39	39	40	41	45	46	48	46	48	49	48	48	49	49	49	46	46	50	48	46	
02:00	41	46	48	46	49	49	49	49	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	02:00	41	41	40	41	41	40	41	39	39	40	41	46	48	46	49	51	48	49	49	49	49	46	46	50	48	46			
02:15	41	46	48	46	49	49	49	49	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	02:15	41	41	40	41	41	40	41	39	39	40	41	46	48	46	48	49	51	48	49	49	49	46	46	50	48	46			
02:30	41	46	48	46	49	49	49	49	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	02:30	41	41	40	41	41	40	41	39	39	40	41	46	48	46	49	51	48	49	49	49	47	47	46	50	48	46			
02:45	41	46	48	46	49	49	49	49	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	02:45	41	41	40	41	41	40	41	39	39	40	41	46	48	46	49	51	48	49	49	49	47	47	46	50	48	46			
03:00	41	46	48	46	49	49	49	49	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	03:00	41	41	40	41	41	40	41	39	39	40	41	46	48	46	49	51	48	49	49	49	47	47	46	50	48	46			
03:15	41	48	48	49	46	49	49	49	49	51	49	45	43	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	03:15	41	41	40	41	41	40	41	39	39	41	41	45	46	48	46	48	51	48	48	49	47	47	46	50	48	46				
03:30	41	46	47	48	45	49	48	49	48	49	51	49	45	42	43	42	43	42	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	03:30	41	41	40	41	41	40	41	39	39	41	41	45	46	48	46	48	49	48	49	49	47	46	49	48	47				
03:45	41	46	47	48	45	49	48	49	48	49	51	49	45	42	43	42	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	03:45	41	41	40	41	41	40	41	39	39	41	41	45	46	48	46	49	49	48	49	46	46	49	48	47	46	49	48	46		
04:00	41	46	47	48	45	49	48	49	48	49	51	49	45	42	43	42	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	04:00	41	41	39	40	41	41	40	39	40	41	41	45	46	48	46	49	49	48	46	46	49	46	46	49	48	46	49	48	46	
04:15	41	46	48	45	49	48	49	48	49	51	49	45	42	43	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	04:15	41	41	39	40	41	41	40	39	40	41	41	45	46	48	46	49	49	48	46	46	49	46	46	49	48	46	49	48	46
04:30	41	46	47	48	45	49	48	49	48	49	51	49	45	42	43	42	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	04:30	41	41	41	41	41	41	40	39	41	41	41	46	48	46	48	51	48	46	46	49	46	46	49	48	46	49	48	46		
04:45	41	46	47	48	45	49	48	49	48	49	51	49	45	42	43	42	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	04:45	39	39	40	41	39	40	41	41	40	41	41	46	48	46	48	51	48	48	49	49	47	46	51	48	47					
05:00	41	46	47	48	45	49	48	49	48	49	51	49	45	42	43	42	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	05:00	39	39	40	41	39	40	41	41	40	41	41	46	48	46	48	49	49	49	49	49	47	46	51	48	47					
05:15	42	48	47	48	49	48	49	49	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	05:15	42	41	41	39	41	41	41	40	41	40	41	46	48	46	48	51	49	49	48	48	47	46	51	48	47				
05:30	41	46	48	51	48	49	49	48	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	05:30	41	41	40	41	41	41	41	42	41	41	41	46	48	46	48	49	51	49	49	51	49	51	47	48	51	50	48		
05:45	41	46	48	51	48	49	49	48	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	05:45	41	41	40	41	41	41	41	42	41	41	41	46	48	46	48	51	49	49	51	49	51	47	48	51	50	48			
06:00	41	46	48	51	48	49	49	48	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	06:00	42	41	41	41	41	41	41	42	41	41	41	46	48	46	48	49	51	49	49	51	50	51	49	49	51	50	49		
06:15	41	48	48	49	48	49	49	48	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	06:15	41	41	40	41	41	41	40	39	41	41	41	48	48	48	48	51	49	49	51	50	51	49	49	51	49	48			
06:30	41	46	48	52	48	49	49	48	49	52	51	48	44	44	45	45	45	45	44	45	44	45	44	45	44	44	44	45	06:30	41	41	40	41	41	41	41	42	41	41	41	48	48	51	48	51	49	51	52	50	51	49	48	53	52	49				
06:45	41	46	48	51	48	49	49	48	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	06:45	41	41	41	41	41	41	41	42	41	41	41	48	48	49	48	51	49	51	50	51	49	49	53	51	49				
07:00	42	48	48	51	48	49	49	48	49	51	49	46	43	44	42	43	42	44	43	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	07:00	42	41	41	41	41	41	40	41	41	41	41	48	48	49	48	51	49	51	52	50	51	49	49	53	51	49			

5.8.4 Tempo Total de Atendimento com adição do Posto Intermediário

Nas Figuras 63, 64 e 65 é possível visualizar a simulação do Tempo Total de Atendimento com adição de Posto Intermediário. Essas viagens foram definidas a cada quilômetro e a cada 15 minutos, para a quarta-feira, sábado e domingo, sendo os valores apresentados de forma arredondada para melhor visualização.

Os resultados do tempo total de atendimento, com adição do Posto Intermediário, no atendimento das vítimas graves na BR-101 do Km 193 ao Km 220 estão colocados nas Tabelas 60 e 61.

Tabela 60 – Resultados do Tempo de atendimento com Posto Intermediário sentido crescente

PI Crescente	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
Tempo (min)	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas	%
Até 40	91	7,79%	35	13,46%	40	12,86%
Entre 40 e 50	838	71,75%	221	85,00%	268	86,17%
Entre 50 e 60	219	18,75%	1	0,38%	3	0,96%
Acima de 60	20	1,71%	3	1,15%	0	0,00%
Total	1168	100,00%	260	100,00%	311	100,00%

Tabela 61 – Resultados do Tempo de atendimento com Posto Intermediário sentido decrescente

PI Decrescente	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
Tempo (min)	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas	%
Até 40	146	13,93%	54	22,88%	59	22,61%
Entre 40 e 50	590	56,30%	155	65,68%	177	67,82%
Entre 50 e 60	269	25,67%	27	11,44%	25	9,58%
Acima de 60	43	4,10%	0	0,00%	0	0,00%
Total	1048	100,00%	236	100,00%	261	100,00%

Com a adoção do Posto Intermediário, a discrepância de resultados de tempos de atendimentos totais diminuiu consideravelmente, porém, ainda é visível uma diferença significativa, principalmente nas faixas de tempo entre 50 e 60 minutos e maior que 60 minutos.

Para além deste contraste, é clara também a melhora dos tempos de atendimentos como um todo, com as porcentagens em faixas elevadas apresentando valores menores, ocorrendo o contrário nas faixas de tempo mais baixas, o que evidencia a eficácia do Posto Intermediário nos atendimentos às vítimas graves na rodovia.

Nas tabelas 59 e 60 estão dispostos os resultados agrupados e finais.

Tabela 62 – Resultados do Tempo Total de Atendimento com Posto Intermediário por dia da semana

Posto Intermediário	Segunda a Sexta		Sábado		Domingo	
	Vítimas	%	Vítimas	%	Vítimas	%
Até 40	237	10,69%	89	17,94%	99	17,31%
Entre 40 e 50	1428	64,44%	376	75,81%	445	77,80%
Entre 50 e 60	488	22,02%	28	5,65%	28	4,90%
Acima de 60	63	2,84%	3	0,60%	0	0,00%
Total	2216	100,00%	496	100,00%	572	100,00%

Tabela 63 – Resultados do Tempo Total de Atendimento com Posto Intermediário

Adição de Posto Intermediário		
Tempo (min)	Vítimas	%
Até 40	425	12,94%
Entre 40 e 50	2249	68,48%
Entre 50 e 60	544	16,57%
Acima de 60	66	2,01%
Total	3284	100,00%

Com a adição do Posto Intermediário, os resultados de tempo apresentam-se muito mais positivos, sobretudo nos dias de semana. Há uma queda de 8,89% para 2,84% nos atendimentos que excedem a Hora de Ouro e de 36,87% para 22,02% entre 50 e 60 minutos nos dias de semana.

No novo cenário ocorre também a melhora dos atendimentos até 40 minutos nessa nova situação para os dias de semana, aumento de 0,72% para 10,69%. Também a quantidade de atendimentos até 40 minutos aumenta muito no sábado e no domingo.

No quadro geral percebe-se uma evidente melhora. Os atendimentos até 40 minutos subiram de 1,10% para 12,94%, entre 40 e 50 minutos subiram de 62,5% para 68,5%, entre 50 e 60 min caíram de 30,33% para 16,57% e acima de 60 minutos, excedendo a Hora de Ouro, apresentam diminuição de 6,12% para 2,01%.

É nítida a melhora do atendimento das vítimas entre os postos SOS 8 e SOS 9 com a adição do Posto Intermediário. Os resultados apontam para muitas vítimas com potencial de sobrevivência aumentados a partir desse novo posto, o qual está localizado em um dos locais mais críticos do trecho, distante geograficamente dos postos SOS 8 e SOS 9 existentes na região.

Figura 63 – Tempo Total de Atendimento dos postos SOS 8 (azul), SOS 9 (roxo) e Posto Intermediário (preto) – Quarta-Feira - Sentido Crescente e Decrescente

Qua Cresc														Qua Decresc																																												
	220	219	218	217	216	215	214	213	212	211	210	209	208		207	206	205	204	203	202	201	200	199	198	197	196	195	194	193																													
00:00	41	46	46	46	41	43	41	39	38	39	38	37	45	42	43	41	42	43	42	43	42	43	42	44	42	43	43	44	00:00	41	41	40	41	40	41	40	39	39	36	34	37	36	39	41	41	44	44	49	51	47	49	47	46	50	48	48		
00:15	41	47	46	46	42	43	41	39	38	39	38	37	45	42	43	44	43	44	44	43	42	43	42	43	42	44	42	43	43	44	00:15	41	41	40	41	39	39	35	34	39	37	39	41	41	44	44	49	51	47	49	46	46	50	48	46			
00:30	41	47	46	46	42	43	41	39	38	39	38	37	45	42	43	42	43	44	44	43	42	43	42	43	42	44	42	43	43	44	00:30	41	41	40	41	39	39	36	34	38	37	39	41	41	43	44	49	51	47	49	46	46	49	48	46			
00:45	42	47	46	46	44	43	42	39	39	39	38	37	45	43	44	42	42	44	43	42	43	42	43	42	43	42	44	42	43	44	00:45	41	41	40	41	39	39	38	35	34	36	36	39	41	41	44	44	49	51	47	49	47	46	49	47	47		
01:00	42	47	46	48	44	43	42	39	38	39	38	37	45	43	44	43	43	42	43	42	43	42	43	41	43	42	41	43	42	43	01:00	41	41	41	41	39	39	40	39	38	35	34	38	37	39	41	41	43	44	46	51	46	48	46	46	49	47	46
01:15	42	47	46	48	44	43	42	39	38	39	38	37	44	41	42	43	43	42	43	42	43	42	43	41	43	42	41	43	41	43	01:15	41	41	41	41	39	39	40	39	38	35	34	39	37	39	41	41	43	44	46	49	47	46	46	49	47	46	
01:30	42	46	46	46	42	43	41	39	38	39	36	37	44	41	42	41	42	41	41	41	42	41	42	41	42	41	42	41	43	41	01:30	41	41	40	39	41	41	39	38	35	34	36	38	39	40	44	43	46	51	46	46	46	46	49	46	46		
01:45	42	46	46	46	42	43	41	39	38	37	38	37	43	41	40	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	01:45	41	41	40	39	40	40	40	39	38	36	34	37	36	38	39	39	43	42	46	48	46	46	45	44	49	46	46
02:00	42	46	46	46	41	43	41	39	38	37	38	37	46	41	44	41	42	41	41	41	41	42	41	42	41	42	41	41	41	41	02:00	41	41	40	39	40	40	40	39	38	35	34	37	36	38	39	39	43	42	46	49	47	47	45	45	49	46	46
02:15	42	46	46	46	41	43	41	39	38	37	38	37	45	41	43	42	44	42	44	43	42	43	42	43	42	43	41	43	42	43	02:15	41	41	40	39	40	39	38	37	36	34	36	37	39	41	41	43	44	46	48	47	49	46	46	50	48	48	
02:30	42	46	46	46	41	42	41	39	38	39	36	37	45	41	43	42	43	41	43	42	43	42	43	42	43	41	43	42	43	44	02:30	39	39	40	39	41	39	38	34	34	36	36	39	40	41	43	44	46	49	47	49	46	46	49	48	47	46	
02:45	42	46	46	46	41	43	41	39	38	39	36	37	45	42	43	42	41	41	41	41	42	42	41	41	42	41	42	41	43	42	02:45	39	39	40	39	41	39	38	35	34	36	36	39	40	41	43	44	46	48	47	49	46	46	50	48	48		
03:00	42	46	46	46	41	42	41	39	38	37	36	35	44	42	43	42	41	41	41	42	42	41	41	42	42	41	43	42	43	44	03:00	39	39	39	39	41	39	38	35	34	36	36	39	40	41	43	44	46	49	47	49	46	46	49	48	47	46	
03:15	42	47	46	46	41	41	39	38	36	36	36	37	44	42	43	42	43	42	43	42	41	42	41	42	41	42	41	41	41	41	03:15	41	41	39	39	39	40	38	35	34	37	36	38	39	41	44	42	46	49	47	47	46	46	50	47	46		
03:30	42	47	46	46	40	41	39	38	36	36	36	37	44	41	43	42	43	41	42	43	41	42	41	41	42	41	41	41	41	41	03:30	41	41	39	39	39	40	37	37	34	34	37	36	38	39	41	43	42	46	48	47	47	45	46	49	46	46	
03:45	42	46	46	46	41	42	41	39	38	37	38	37	44	41	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	03:45	41	41	40	39	40	41	40	37	37	34	34	36	36	39	41	41	42	46	49	46	46	45	44	49	47	46	
04:00	42	47	46	46	43	42	42	39	39	39	36	37	44	41	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	04:00	41	41	40	39	40	40	39	37	37	34	34	36	36	38	39	39	43	42	46	48	47	47	46	49	49	46	
04:15	42	47	46	46	43	42	42	39	39	39	36	37	44	41	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	04:15	41	41	40	39	41	40	39	37	37	34	34	36	36	38	39	39	43	42	46	49	46	47	46	49	48	46	
04:30	42	46	46	46	41	43	41	39	38	39	36	37	44	41	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	41	43	42	43	44	04:30	41	41	40	39	40	40	39	38	35	34	37	37	39	40	41	43	44	46	51	46	46	46	51	48	47	46		
04:45	42	47	46	46	42	42	39	38	39	36	37	44	41	42	43	42	43	44	44	43	42	43	42	43	41	43	42	43	44	04:45	41	41	40	41	41	39	38	35	34	37	37	39	41	41	43	44	46	51	47	49	47	46	51	48	47	46		
05:00	42	48	46	48	44	43	42	39	38	39	36	37	44	41	42	43	42	43	44	44	43	42	43	42	43	41	43	42	43	44	05:00	41	41	40	41	41	40	39	38	36	34	37	37	39	41	41	44	44	46	51	47	49	47	46	51	48	47	46
05:15	42	47	46	48	44	43	42	39	38	39	36	37	44	41	42	43	42	43	44	44	43	42	43	42	43	41	43	42	43	44	05:15	41	41	41	41	41	40	39	39	36	34	39	38	41	41	44	44	46	51	52	50	49	48	53	50	49	48	
05:30	44	49	49	46	44	44	41	41	40	38	39	36	44	44	45	44	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	05:30	42	42	41	42	41	41	39	39	36	34	40	39	42	44	44	46	46	51	54	50	49	48	53	50	49		
05:45	44	49	49	46	44	44	41	41	40	38	39	36	44	44	45	44	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	05:45	42	42	41	42	41	41	39	39	36	34	40	39	42	44	44	46	46	51	54	51	49	48	53	50	49		
06:00	45	52	52	51	48	47	45	42	41	41	38	39	48	46	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	06:00	44	44	44	45	44	43	41	37	35	40	39	44	44	44	47	48	52	55	51	51	51	50	55	53	51			
06:15	45	54	52	52	52	49	46	42	41	41	39	39	48	46	45	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	06:15	45	45	46	45	46	45	43	41	37	34	41	41	44	45	46	49	48	52	55	51	51	51	50	55	52	51		
06:30	45	54	52	52	52	49	46	42	41	41	39	39	48	46	45	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	06:30	45	45	46	46	46	46	43	41	38	36	41	41	46	46	48	51	49	52	54	52	52	51	50	55	52	51		
06:45	54	61	64	62	62	54	52	45	42	43	39	39	48	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	46	06:45	52	52	51	51	50	49	49	44	42	42	39	36	41	41	46	46	48	49	51	51	58	54	51	50	56	54		
07:00	58	65	64	62	66	61	57	48	45	46	42	41	49	46	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	07:00	59	59	56	57	58	55	51	46	42	44	39	37	41	41	46	45	48	49	51	54	58	54	56					

Figura 64 – Tempo Total de Atendimento dos postos SOS 8 (azul), SOS 9 (roxo) e Posto Intermediário (preto) - Sábado - Sentido Crescente e Decrescente

Sáb Cresc															Sáb Decresc																																										
	220	219	218	217	216	215	214	213	212	211	210	209	208	207		206	205	204	203	202	201	200	199	198	197	196	195	194	193																												
00:00	41	46	48	46	44	43	42	39	39	39	39	46	43	44	42	43	44	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	44	00:00	41	41	40	41	39	40	41	40	39	39	36	34	39	37	39	41	43	45	44	49	51	49	49	47	46	51	49	48
00:15	41	46	48	48	45	43	42	39	39	39	39	46	43	44	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	44	00:15	41	41	40	41	41	41	40	39	39	36	34	39	37	39	41	41	44	44	49	49	47	49	47	46	50	48	47
00:30	41	46	48	48	45	43	42	39	39	39	39	46	43	44	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	44	00:30	41	41	40	41	41	41	40	39	39	37	34	38	37	39	41	41	43	44	49	49	49	49	47	46	50	48	47
00:45	41	46	48	46	45	43	42	39	39	39	39	46	43	44	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	44	00:45	41	41	40	41	41	41	40	39	39	36	34	38	39	39	41	43	44	44	49	49	49	49	47	46	51	49	48
01:00	41	46	48	46	44	43	41	39	38	39	39	45	43	44	42	43	44	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	44	01:00	41	41	40	41	40	41	40	39	39	35	34	38	37	39	41	43	45	44	49	49	49	49	47	46	50	48	47	
01:15	41	48	48	46	43	43	41	39	38	39	39	45	42	43	42	43	42	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	44	01:15	41	41	40	41	40	41	40	39	39	35	34	39	37	39	41	43	45	44	49	49	49	49	47	46	50	48	47
01:30	41	46	47	46	45	43	42	39	39	39	39	45	43	43	42	43	42	43	44	43	42	43	42	43	42	43	42	44	44	01:30	41	41	40	41	40	41	40	39	38	36	34	39	37	39	41	41	44	44	49	49	49	49	47	46	50	48	46
01:45	41	46	47	46	45	43	42	39	39	39	39	45	43	43	42	43	42	43	44	43	42	43	42	43	42	43	42	44	44	01:45	41	41	40	41	40	41	40	39	38	36	34	37	36	39	41	41	44	44	48	49	49	49	47	46	50	48	46
02:00	41	46	46	46	45	43	42	39	39	39	39	46	43	44	42	43	42	44	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	44	02:00	41	41	40	41	40	41	40	39	39	36	34	37	36	39	41	41	44	44	49	49	49	49	47	46	50	48	46
02:15	42	46	46	46	44	43	41	39	39	39	39	46	43	44	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	44	02:15	41	41	40	41	40	41	40	39	39	36	34	38	37	39	41	43	44	44	49	51	49	51	47	48	51	48	48
02:30	42	46	46	46	44	43	41	39	39	39	39	46	43	44	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	44	02:30	41	41	40	41	40	41	40	39	39	36	34	38	37	39	41	41	44	44	48	49	49	49	47	46	50	48	46
02:45	41	46	46	46	43	42	39	39	39	39	46	42	43	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	43	42	44	02:45	41	41	40	41	40	41	40	39	39	36	34	38	37	39	41	41	43	44	48	49	49	49	47	46	50	48	46
03:00	41	46	48	46	44	43	41	39	38	39	38	45	42	43	42	43	41	41	43	42	43	42	41	42	41	43	42	44	03:00	41	41	40	41	40	41	40	39	38	36	34	36	39	41	41	44	44	48	46	46	46	46	49	48	46	49	48	
03:15	41	48	48	46	43	43	41	39	38	39	38	45	42	43	42	43	42	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	03:15	41	41	40	41	40	41	40	39	38	36	34	36	39	41	41	44	44	48	49	49	49	47	46	50	48	46		
03:30	41	46	47	46	44	43	41	39	39	39	38	45	42	43	42	43	42	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	03:30	41	41	40	41	40	41	40	39	38	35	34	36	36	39	41	41	44	44	49	49	49	49	47	46	49	48	46	
03:45	41	46	47	46	43	42	39	39	39	39	45	43	44	42	43	42	43	42	44	43	42	43	42	43	42	43	42	44	03:45	41	41	40	41	39	39	40	39	38	35	34	37	36	39	41	41	44	44	49	49	49	49	47	46	49	48	46	
04:00	41	46	47	46	43	43	41	39	39	39	38	44	43	44	42	43	42	43	42	43	44	43	42	43	42	43	42	44	04:00	41	41	39	41	40	41	40	39	36	34	37	36	39	41	41	44	44	46	46	46	46	46	49	48	46	49	48	46
04:15	41	46	48	46	43	43	41	39	39	39	38	45	43	43	42	43	42	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	04:15	41	41	39	41	40	41	40	39	36	34	36	36	39	41	41	44	44	48	47	46	46	50	48	46	49	48	46	
04:30	41	46	47	46	44	42	39	39	40	39	44	43	41	42	43	42	43	42	43	43	41	43	42	43	42	43	42	44	04:30	41	41	41	41	41	39	39	36	34	37	36	39	42	41	44	44	46	46	46	46	46	49	48	46	49	48	46	
04:45	41	46	47	46	43	43	41	39	39	39	39	46	43	43	42	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	44	04:45	39	39	40	41	39	40	41	39	36	34	39	39	42	41	44	44	48	48	49	49	47	46	51	48	47				
05:00	41	46	47	46	44	43	41	39	39	39	39	46	43	44	42	43	42	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	05:00	39	39	40	41	39	40	41	39	36	34	39	39	42	41	45	44	49	49	49	49	47	46	51	48	47			
05:15	42	48	47	46	44	43	42	39	39	40	39	46	43	44	43	42	43	42	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	05:15	42	41	41	39	41	41	40	38	36	34	39	39	42	41	44	44	49	49	49	49	47	46	51	48	47			
05:30	41	46	48	48	44	43	42	39	39	39	39	46	43	44	43	42	44	43	44	43	44	43	42	43	42	43	42	44	05:30	41	41	40	41	41	41	40	39	36	34	39	38	41	42	44	45	46	49	51	49	51	47	48	51	50	48		
05:45	41	46	48	48	44	43	42	39	39	39	38	44	44	43	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	05:45	41	41	40	41	41	41	40	39	36	34	39	38	42	43	44	46	46	49	51	49	51	47	48	51	50	47			
06:00	41	46	48	48	44	42	42	39	39	41	40	48	44	44	45	45	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	06:00	42	41	41	41	41	41	40	39	37	34	39	42	43	45	46	49	51	50	51	49	49	51	49	51	49	49			
06:15	41	48	48	46	44	43	42	39	39	39	39	48	44	44	45	45	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	06:15	41	41	40	41	41	41	40	39	37	34	40	41	42	43	45	46	49	51	50	51	49	49	51	49	51	49			
06:30	41	46	48	46	44	43	42	39	39	39	39	48	44	44	45	45	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	06:30	41	41	40	41	41	41	40	39	37	34	40	39	42	43	45	47	46	51	52	50	51	49	48	53	52	49			
06:45	41	46	48	48	44	42	42	39	39	41	40	48	44	45	45	45	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	06:45	41	41	41	41	41	39	39	37	34	39	39	42	43	45	46	46	51	54	50	51	49	49	53	51	49				
07:00	42	48	48	48	44	42	42	39	39	39	39	48	44	45	44	45	44	45	44	45	44	45	44	45	44	45	44	07:00	42	41	41	41	41	41	40	39	37	34	40	39	42	43	45	46	46	51	52	50	51	49	49	53	51	49			
07:15	42	48	47	48	44	42	42	39	39	39	39	48	44	44	45	45	45	44	4																																						

Figura 65 – Tempo Total de Atendimento dos postos SOS 8 (azul), SOS 9 (roxo) e Posto Intermediário (preto) - Domingo - Sentido Crescente e Decrescente

Dom Cresc															Dom Decresc																																						
	220	219	218	217	216	215	214	213	212	211	210	209	208	207		206	205	204	203	202	201	200	199	198	197	196	195	194	220	219	218	217	216	215	214	213	212	211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	200	199	198	197	196
00:00	41	48	48	46	45	43	41	39	39	39	38	37	46	42	43	44	43	44	42	43	42	43	43	44	42	41	43	42	41	40	41	39	39	36	34	37	36	39	41	41	44	44	48	49	47	49	46	46	50	49	46		
00:15	41	48	48	46	45	43	42	39	39	39	38	37	46	42	43	44	42	43	42	43	42	44	42	44	42	41	43	42	41	40	41	39	39	36	34	37	36	39	41	41	44	44	48	49	47	49	47	46	50	49	46		
00:30	41	48	48	46	45	43	42	39	39	39	38	37	46	42	43	44	42	43	42	43	42	44	42	44	42	41	43	42	41	40	41	39	39	36	34	37	36	39	41	41	44	44	48	49	47	49	47	46	50	49	46		
00:45	41	48	48	46	45	43	42	39	39	39	38	37	46	42	43	44	42	43	42	43	42	44	42	44	42	41	43	42	41	40	41	39	39	36	34	37	36	39	41	41	44	44	48	49	47	49	47	46	50	49	46		
01:00	41	46	48	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	44	42	43	42	44	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	41	41	41	39	39	36	34	38	37	39	41	41	44	44	49	51	49	49	47	46	50	49	46
01:15	41	46	48	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	44	42	43	42	44	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	41	41	41	39	39	36	34	38	37	39	41	41	44	44	49	51	49	49	47	46	50	49	46
01:30	41	48	48	46	45	43	42	39	39	39	38	37	46	43	44	44	42	43	42	43	44	43	44	43	44	43	44	42	41	40	41	39	39	36	34	37	36	39	41	41	44	44	48	49	47	49	47	46	51	48	47		
01:45	41	46	48	46	44	43	42	39	38	39	38	37	46	43	44	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	41	40	41	39	39	36	34	38	37	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	50	49	46	
02:00	41	46	48	46	44	43	42	39	38	39	38	37	46	43	43	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	41	40	41	39	39	36	34	38	37	39	41	41	44	44	48	49	47	49	46	46	50	49	46	
02:15	41	46	47	46	44	43	41	39	38	39	38	37	46	42	43	42	43	42	43	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	44	43	48	49	47	49	46	46	50	46	46	
02:30	41	46	47	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	42	43	41	42	42	43	43	44	43	44	43	44	43	44	42	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	44	44	48	49	47	49	47	46	51	48	48		
02:45	41	46	47	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	42	43	41	42	42	43	43	44	43	44	43	44	43	44	42	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	45	44	48	49	47	49	47	46	51	48	47		
03:00	41	46	46	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	44	44	48	49	47	49	46	46	50	49	46		
03:15	41	44	46	46	44	43	41	39	38	39	38	37	46	42	43	42	43	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	44	44	48	49	47	49	46	46	50	49	46		
03:30	41	45	46	46	44	43	41	39	38	39	38	37	46	43	44	42	43	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	50	48	46		
03:45	41	46	46	46	44	43	41	39	38	39	38	37	46	43	43	42	44	42	44	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	47	46	50	48	46	
04:00	41	46	47	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	43	42	44	42	44	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	50	46	46	
04:15	41	46	47	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	43	42	44	42	44	43	42	43	42	43	42	43	42	43	42	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	50	46	46	
04:30	41	46	46	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	44	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
04:45	41	46	46	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
05:00	41	46	46	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
05:15	41	46	46	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
05:30	41	46	46	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
05:45	41	46	46	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
06:00	41	48	47	46	45	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
06:15	41	46	47	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
06:30	41	46	48	46	44	43	41	39	38	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
06:45	41	46	47	46	44	43	41	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
07:00	41	48	47	46	45	43	42	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
07:15	41	48	47	46	45	43	42	39	39	39	38	37	46	43	44	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	40	41	39	39	36	34	36	36	39	41	41	43	44	48	49	47	49	46	46	51	48	47		
07:30	42	48	49	48	46	44	42	41	39	40	39	40	40	48	44	45	44	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	
07:45	42	48	48	48	45	43	42	41	39	40	39	40	40	48	44	45	44	45	44	44																																	

5.9 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Os valores até o momento adotados para a análise do atendimento pré-hospitalar foram fixos, considerando os valores mais prováveis de acontecimento. No entanto, sabe-se que na realidade os valores tendem a variar, sendo ora menores, ora maiores. Para retratar melhor os atendimentos, admitem-se, então, cenários otimistas e pessimistas para todas as variáveis abordadas. Os cenários adotados seguem como referência a literatura abordada anteriormente.

a) Tempo de despacho

O tempo de despacho possui tempo médio de 3,31 minutos. Assume-se que os valores variam ao redor da média de modo simétrico, gerando intervalos de tempo equidistantes entre cenários. Assim, os cenários adotados e os resultados obtidos (Tabela 64 e 65) são:

- Cenário otimista: 1,0 minutos;
- Cenário provável; 3,31 minutos;
- Cenário pessimista: 5,62 minutos.

Tabela 64 – Análise de sensibilidade do tempo de despacho no Tempo de Resposta

Tempo de Despacho - SOS 8 e SOS 9			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 8	0,0%	0,0%	3,8%
Até 20	45,0%	75,2%	89,7%
>20	55,0%	24,8%	10,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Tempo de Despacho - Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 8	0,0%	0,0%	12,6%
Até 20	82,4%	95,3%	97,6%
>20	17,6%	4,7%	2,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Tabela 65 – Análise de sensibilidade do tempo de despacho no Tempo Total de Atendimento

Tempo de Despacho - SOS 8 e SOS 9			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	0,0%	1,1%	11,2%
Entre 40 e 50	43,6%	62,5%	68,2%
Entre 50 e 60	46,8%	30,3%	16,6%
Acima de 60	9,6%	6,1%	4,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Tempo de Despacho - Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	3,6%	12,9%	28,9%
Entre 40 e 50	65,8%	68,5%	61,4%
Entre 50 e 60	27,2%	16,6%	8,7%
Acima de 60	3,4%	2,0%	1,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

b) Tempo de preparo da equipe

O tempo de preparação da equipe de resgate possui como tempo médio 4,60 minutos. Assume-se que os valores variam ao redor da média de modo igual tanto para mais, quanto para menos, gerando intervalos de tempo equidistantes entre cenários.

Como o gráfico 54 apresenta atendimentos abaixo de 1 minuto, considera-se que o tempo otimista seja de 30 segundos. Não havendo informações suficientes para afirmar se há assimetria e como ela ocorre, foi adotado um intervalo simétrico para o cenário pessimista.

Dessa forma, os cenários adotados e os resultados obtidos (Tabela 66 e 67) são:

- Cenário provável; 4,60 minutos;
- Cenário otimista: 0,5 minutos;
- Cenário pessimista: 8,70 minutos.

Tabela 66 – Análise de sensibilidade do tempo de preparo da equipe no Tempo de Resposta

Tempo de Preparo da Equipe - SOS 8 e SOS 9			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 8	0,0%	0,0%	7,0%
Até 20	34,9%	75,2%	92,5%
>20	65,1%	24,8%	7,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Tempo de Preparo da Equipe - Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 8	0,0%	0,0%	21,4%
Até 20	72,2%	95,3%	98,6%
>20	27,8%	4,7%	1,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Tabela 67 – Análise de sensibilidade do tempo de preparo da equipe no Tempo Total

Tempo de Preparo da Equipe - SOS 8 e SOS 9			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	0,0%	1,1%	18,8%
Entre 40 e 50	35,4%	62,5%	65,0%
Entre 50 e 60	52,1%	30,3%	12,9%
Acima de 60	12,5%	6,1%	3,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Tempo de Preparo da Equipe - Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
d	1,2%	12,9%	40,8%
Entre 40 e 50	59,8%	68,5%	52,2%
Entre 50 e 60	34,0%	16,6%	6,4%
Acima de 60	4,9%	2,0%	0,6%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

c) Tempo no local de ocorrência (Tempo em Cena)

O tempo de cena tem tempo médio de 20,0 minutos. Assume-se que os valores variam ao redor da média de modo igual tanto para mais, quanto para menos, gerando intervalos de tempo equidistantes entre cenários. Como há muita variação nos estudos a respeito do desvio-padrão, e não há informações se a distribuição é normal para os mesmos, foi definido o intervalo simétrico de 10,0 minutos para a análise de sensibilidade.

Dessa forma, os cenários adotados e os resultados obtidos (Tabela 68) são:

- Cenário provável; 20,0 minutos;
- Cenário otimista: 10,0 minutos;
- Cenário pessimista: 30,0 minutos.

Tabela 68 – Análise de sensibilidade do tempo em cena da equipe no Tempo Total

Tempo em Cena - SOS 8 e SOS 9			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	0,0%	1,1%	63,0%
Entre 40 e 50	1,1%	62,5%	30,5%
Entre 50 e 60	62,9%	30,3%	5,8%
Acima de 60	36,0%	6,1%	0,7%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Tempo em Cena - Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	0,0%	12,9%	81,2%
Entre 40 e 50	12,9%	68,5%	16,8%
Entre 50 e 60	69,0%	16,6%	2,1%
Acima de 60	18,1%	2,0%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Como o tempo em cena só afeta os tempos de atendimento de chegada ao hospital, não foi apresentada a tabela de tempos de resposta, pois todos os valores apresentam-se iguais ao do provável.

d) Fator Ambulância

O fator ambulância médio adotado é de 1,4. Os valores ao redor da média, porém, não variam de modo igual. A Figura 47 – Tempo de viagem estimado pelo Google e Tempo de viagem real de ambulâncias”, mostra como dentro do intervalo de confiança há uma variabilidade de valores que não é simétrica. Inclusive o valor de conversão entre viagens previstas e reais se altera ao longo do tempo.

Para a criação dos cenários otimista e pessimista, adota-se como referência o minuto 16,0 do eixo y do gráfico “Duração estimada pelo Google”, por ser o valor mais alto do gráfico, valor esse que abarca com maior totalidade as viagens previstas nesse trabalho, e pelo valor central da relação entre a viagem do Google e pela ambulância ser 1,4, como colocada na literatura.

Dessa forma, os cenários adotados e os resultados obtidos (Tabela 69 e 70) são:

- Cenário provável; fator de 1,40;
- Cenário otimista: fator de 1,70;
- Cenário pessimista: fator de 1,06.

Tabela 69 – Análise de sensibilidade Fator Ambulância no Tempo de Resposta

Fator Ambulância - SOS 8 e SOS 9			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 8	0,0%	0,0%	0,0%
Até 20	45,0%	75,2%	89,7%
>20	55,0%	24,8%	10,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Fator Ambulância - Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 8	0,0%	0,0%	0,0%
Até 20	82,4%	95,3%	97,6%
>20	17,6%	4,7%	2,4%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Tabela 70 – Análise de sensibilidade do Fator Ambulância no Tempo Total

Fator Ambulância - SOS 8 e SOS 9			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	0,0%	1,1%	11,2%
Entre 40 e 50	22,7%	62,5%	73,0%
Entre 50 e 60	57,2%	30,3%	13,9%
Acima de 60	20,1%	6,1%	1,9%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Fator Ambulância - Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	2,5%	12,9%	28,9%
Entre 40 e 50	43,2%	68,5%	64,4%
Entre 50 e 60	45,2%	16,6%	6,6%
Acima de 60	9,2%	2,0%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

e) Erro do Google

Além das variáveis anteriormente utilizadas, considera-se também a possibilidade de erro na previsão de viagem apresentada pelo Google.

As previsões de viagem do Google apresentam-se historicamente com uma acurácia extremamente alta, de modo que a consistência de precisão foi maior do que 97% nas viagens realizadas. Além disso, com a nova parceria com a empresa DeepMind, um laboratório de pesquisa em inteligência artificial (*Alphabet AI*), esses valores puderam ser melhorados ainda mais por meio de inteligência artificial (*machine learning*), podendo, inclusive, prever tráfegos mais pesados que ainda nem começaram (LAU, 2020).

Dessa forma, os cenários adotados e os resultados obtidos (Tabela 71 e 72) são:

- Cenário provável; 0%;
- Cenário otimista: – 3%;
- Cenário pessimista: + 3%.

Tabela 71 – Análise de sensibilidade Erro Google no Tempo de Resposta

SOS 8 e SOS 9			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 8	0,0%	0,0%	0,0%
Até 20	75,2%	75,2%	75,2%
>20	24,8%	24,8%	24,8%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Adição de Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 8	0,0%	0,0%	0,0%
Até 20	95,3%	95,3%	95,3%
>20	4,7%	4,7%	4,7%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Tabela 72 – Análise de sensibilidade do Erro Google no Tempo Total

Hospital			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	1,1%	1,1%	1,8%
Entre 40 e 50	62,5%	62,5%	63,0%
Entre 50 e 60	29,4%	30,3%	30,2%
Acima de 60	7,0%	6,1%	5,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Adição de Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	12,9%	12,9%	15,6%
Entre 40 e 50	68,5%	68,5%	67,4%
Entre 50 e 60	16,4%	16,6%	15,2%
Acima de 60	2,2%	2,0%	1,8%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

f) Todas as variáveis simultaneamente

Por fim, considera-se a variação dos cenários otimista e pessimista para todas as cinco variáveis adotadas concomitantemente, ou seja, todas se apresentam no seu cenário otimista, ou pessimista, ao mesmo tempo. Os resultados obtidos (Tabela 73 e 74) são:

Tabela 73 – Análise de sensibilidade todas as variáveis simultaneamente no Tempo de Resposta

Todas variáveis - SOS 8 e SOS 9			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 8	0,0%	0,0%	34,9%
Até 20	7,0%	75,2%	98,4%
>20	93,0%	24,8%	1,6%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Todas variáveis - Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 8	0,0%	0,0%	72,2%
Até 20	21,4%	95,3%	100,0%
>20	78,6%	4,7%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Tabela 74 – Análise de sensibilidade todas variáveis simultaneamente no Tempo Total

Todas variáveis - SOS 8 e SOS 9			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	0,0%	1,1%	96,5%
Entre 40 e 50	0,0%	62,5%	3,5%
Entre 50 e 60	1,0%	30,3%	0,0%
Acima de 60	99,0%	6,1%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Todas variáveis - Posto Intermediário			
Tempo	Pessimista	Provável	Otimista
Até 40	0,0%	12,9%	99,1%
Entre 40 e 50	0,0%	68,5%	0,9%
Entre 50 e 60	12,9%	16,6%	0,0%
Acima de 60	87,1%	2,0%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

A análise de sensibilidade das variáveis deixa claro como os tempos de resposta e de totais de atendimento variam muito, de acordo com o cenário, se médio, otimista, ou pessimista. A única variável que não apresentou grandes variações foi a do erro do Google, o que se atribui a uma grande precisão da previsão de viagens.

Quando se realiza a variação de cenários de todas as variáveis ao mesmo tempo, fica nítido como os resultados são extremamente impactados.

No Tempo de Resposta, todas as variáveis no cenário otimista resultam em 98,4% de atendimento em até 20 minutos, com a presença inclusive de 34,9% dos atendimentos sendo realizados em até 8 minutos. Quando é considerado o Posto Intermediário tem-se 100% dos

atendimentos ocorrendo em até 20 minutos, sendo que 72,2% ocorrem em até 8 minutos, resultado esse que se aproxima do ideal preconizado.

Por outro lado, o Tempo de Resposta apresenta 93% de vítimas atendidas acima de 20 minutos no cenário pessimista sem Posto Intermediário e 78,6% com Posto Intermediário, explicitando a grande variação de valores.

No Tempo Total de atendimento às vítimas graves, tem-se quase 100% das vítimas graves chegando ao hospital em até 40 minutos no cenário otimista, enquanto que quase 100% das vítimas graves com chegada ao hospital em tempos acima de 60 minutos.

Destarte, não é possível realizar conclusões precisas a respeito dos valores obtidos, uma vez que a variação de tempos de atendimento é extremamente ampla.

Outrossim, é importante enfatizar que dentro da faixa de valores do intervalo pessimista ao otimista as variáveis podem assumir quaisquer valor. Além disso, essa expressão de valores não ocorre de maneira uniforme, pois, na realidade, os valores mais próximos à média apresentam maior chance de acontecimento, de modo que os valores extremos possuem uma frequência baixa frente ao todo.

Levando em consideração esses pontos, conclui-se que a análise necessita de maior refinamento para compreender melhor como se sucedem os tempos de atendimento por meio da variação de valores das variáveis. Para tal, analisar-se-á os cenários através da Simulação de Monte Carlo com a distribuição de frequências sendo realizada por meio da distribuição Beta.

5.10 SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO CONSIDERANDO DISTRIBUIÇÃO BETA

Neste capítulo são realizadas as Simulações de Monte Carlo em cada um dos quatro cenários considerados.

Para tal, foram gerados números aleatórios entre os valores máximos e mínimos previstos pelos cenários otimista e pessimista, a fim de se obter uma distribuição de frequências de tempos de atendimento. Essa geração de valores obedece à lei de formação da curva Beta, pois o objetivo é simular os valores mais próximos da realidade e, para tanto, valores mais próximos à média precisam figurar com mais frequência do que valores extremos.

A curva Beta, quando simétrica, possui um comportamento que se assemelha à curva de Gauss, porém seus valores extremos são truncados, ou seja, os resultados não assumem valores além da faixa definida. Quando o intervalo não é simétrico, a curva assume um aspecto com cauda à direita ou à esquerda, dependendo da definição de valores extremos.

Para essas simulações, têm-se definidos intervalos simétricos para quatro variáveis e um intervalo assimétrico, este para a variável “Fator Ambulância”, o qual foi assim definido pelos valores gráficos definidos na literatura. Os resultados gerados são então agrupados em classes pela divisão de Sturge e a distribuição de frequências.

5.10.1 Tempo de Resposta dos Postos SOS 8 e SOS 9

Neste item do capítulo 5 são realizadas Simulações de Monte Carlo em cada um dos quatro cenários considerado (a, b, c d). As simulações de viagem de ambulância realizadas por meio do Google geraram, em seções anteriores, um valor de tempo pra cada quilômetro a cada 15 minutos do dia. No entanto, esse valor está sujeito a variações, não sendo sempre igual o resultado de tempo alcançado.

Sendo assim, para cada viagem de ambulância simulada, podem ser realizadas diversas Simulações de Monte Carlo, a fim de se descobrir quais os tempos de viagem mais prováveis de ocorrência para cada quilômetro a cada 15 minutos, que possui impacto no atendimento de cada vítima grave na via.

Na matriz de tempos de ambulâncias 28x96, tem-se, no total, 16.128 viagens de ambulância simuladas para o Tempo de Resposta, as quais, quando consideradas vítimas graves, geram 3.284 tempos de atendimento, um para cada vítima grave. Essas viagens foram

então simuladas 500 vezes, gerando 8.064.000 viagens de ambulância hipotéticas e, com isso, 1.642.000 tempos de atendimentos a vítimas graves.

Com o propósito de saber se o número de simulações realizado é suficiente para que os resultados alcançados estejam estabilizados, é realizado o cálculo do erro do desvio padrão dos valores simulados, o qual compara o somatório dos desvios padrões realizado com o somatório dos desvios padrões realizados mais um, sendo os valores divididos um pelo outro para encontrar o erro, ou ainda diferença, de resultados com a adição de uma simulação a mais. Quando a variação do resultado se torna estável e pequena, considera-se que o número de simulações realizadas é satisfatório.

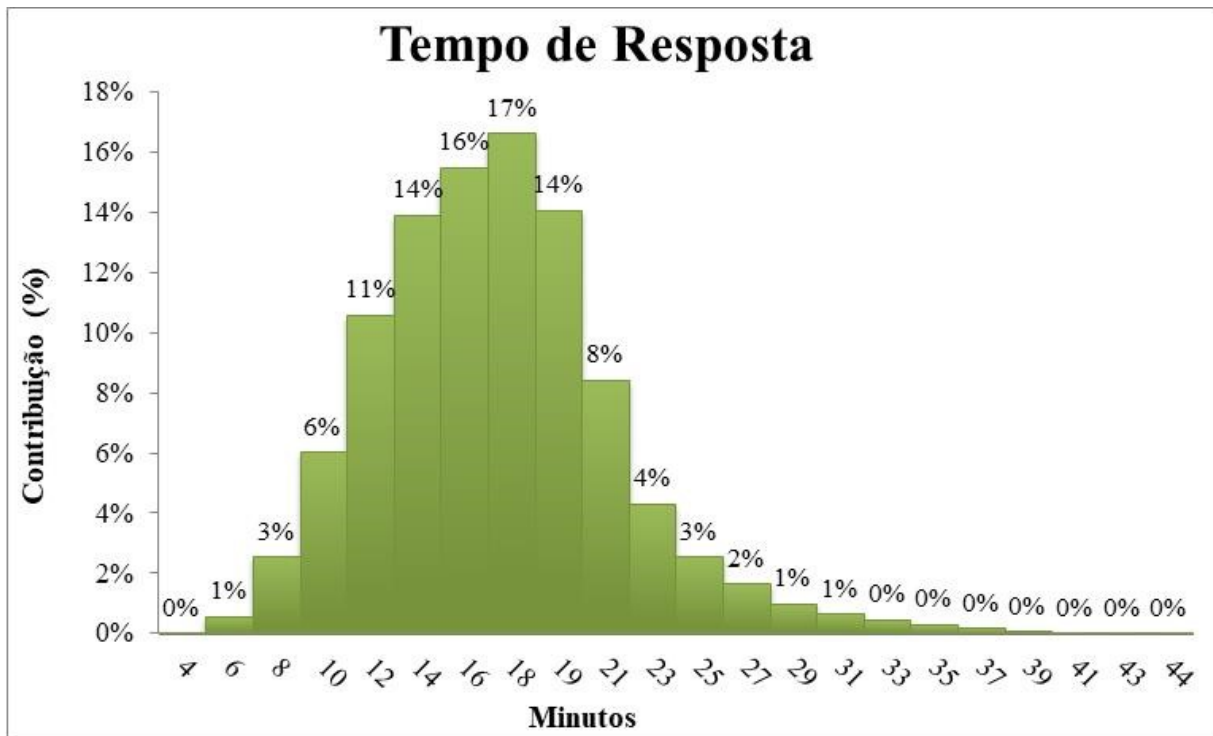
Após 500 simulações o valor do erro do desvio padrão apresenta-se pequeno e estável, de forma que se considera o número de simulações suficientes, conforme Gráfico 57.

Gráfico 57 – Erro do desvio padrão



Os tempos de atendimento gerados nas simulações foram divididos em classes para que possam ser melhor interpretados. De acordo com o método de Sturge, o número de divisões adequado é de 22 classes. Os resultados são expressos também em um gráfico de tempo por porcentagem de frequências, visto no Gráfico 58.

Gráfico 58 – Tempos de Resposta



A média dos Tempos de Resposta é de 17,88 minutos e o desvio padrão de 4,96 minutos. O menor tempo gerado é de 4,08 minutos e o maior é de 46,38 minutos (Tabela 75).

Tabela 75 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta

Estatísticas	Valor	Estatísticas	Valor
Quantidade	1642000	Mínimo	4,08
Média	17,88	Q1	14,44
DP	4,96	Q2 (mediana)	17,62
k	21,51	Q3	20,61
Classes	22,00	Máximo	46,38
Teste Qui-Quadrado	0,00%	Amplitude	42,30

A curva gerada possui uma cauda à direita, ou seja, não é normal, como pode ser verificado visualmente, assim como pelo teste Qui-Quadrado, o qual retorna valor 0,00%, isto é, a hipótese nula, de que a curva é normal, deve ser rejeitada. A curva resultante não é normal, pois a premissa de aleatoriedade de dados não é cumprida: os dados de vítimas graves não são aleatórios, há locais e horários em que ocorrem mais vítimas do que outros.

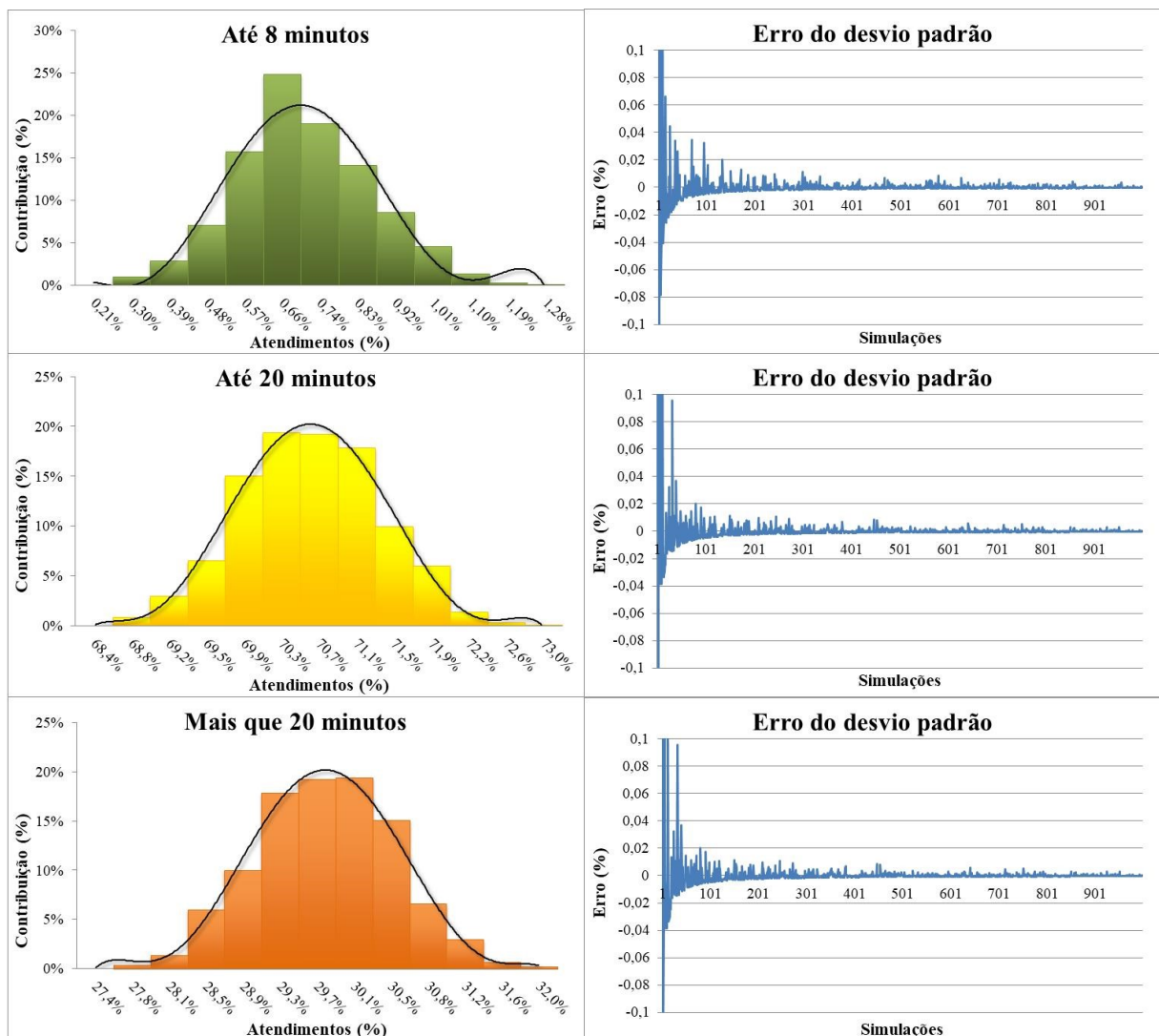
Para analisar qual a porcentagem de dados nos intervalos ideais definidos, foram simuladas 1.000 vezes as viagens de ambulância para cada local de atendimento, registrando a porcentagem de valores em cada grupo. Os resultados estão na Tabela 76 e no Gráfico 59, este último contém tanto a distribuição de frequências quanto o erro do desvio padrão.

Tabela 76 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo

SOS 8 e SOS 9			
Tempo (min)	< 8	< 20	>20
Simulações	1000	1000	1000
Significância	5,00%	5,00%	5,00%
Teste Qui-Quadrado	63,37%	99,98%	99,16%
Normal	Sim	Sim	Sim
Média	0,66%	70,41%	29,59%
Desvio Padrão	0,16%	0,71%	0,71%

Quando agrupados em três conjuntos, o Teste Qui-Quadrado retorna valor maior que 5%: é aceita a hipótese nula de que as curvas são normais. Pode-se assim calcular a probabilidade de valores ao redor da média. As 1.000 simulações, que geram 3.284.000 atendimentos a vítimas graves, são suficientes, visto pelo erro do desvio padrão (Gráfico 59).

Gráfico 59 – Tempos de Resposta em faixas de tempo



Os resultados mostram que 0,66% das vítimas graves são atendidas em até 8 minutos, 70,41% em até 20 minutos e 29,59% em mais de 20 minutos, valores que se distanciam do ideal preconizado. Em comparação com os resultados obtidos sem simulação, na seção “Tempo de Resposta dos Postos SOS 8 e SOS 9”, nota-se que há:

- aumento de 0,0% para 0,66% de vítimas sendo atendidas em até 8 minutos;
- diminuição de 75,2% para 70,41% de vítimas sendo atendidas em até 20 minutos;
- aumento de 24,8% para 29,59% de vítimas atendidas em mais de 20 minutos.

O que mostra um quadro mais próximo do real, porém pior do que o calculado anteriormente sem a Simulação de Monte Carlo, em 5.8.1. Dessa maneira, pode-se, com os valores de média e desvio padrão, calcular a probabilidade de valores ao redor da média.

5.10.2 Tempo de Resposta com adição do Posto Intermediário

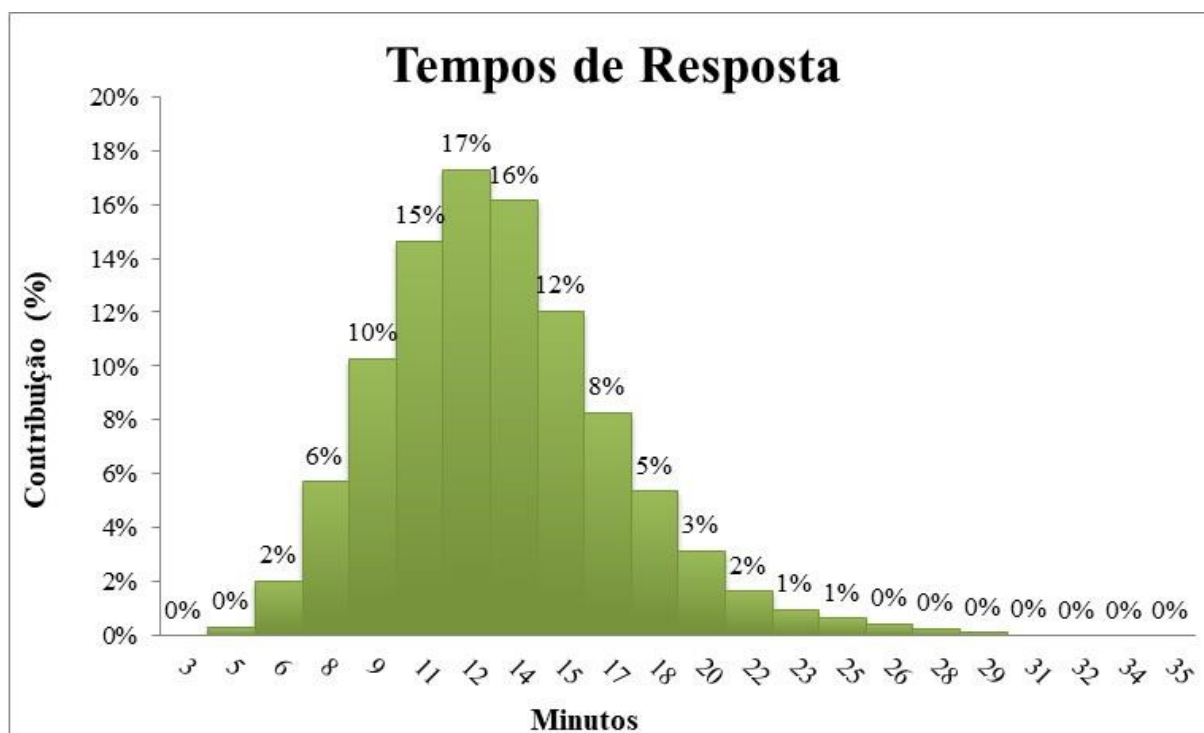
As viagens de ambulância no cenário com adição de Posto Intermediário foram simuladas também 500 vezes, gerando 8.064.000 viagens de ambulância hipotéticas e 1.642.000 tempos de atendimentos a vítimas graves para a nova situação (Gráfico 60).

Gráfico 60 – Erro do desvio padrão



Com 500 simulações o valor do erro do desvio padrão apresenta-se pequeno e estável: o número de simulações é considerado suficiente. Os tempos de atendimento gerados nas simulações foram divididos em 22 classes de acordo com Sturge (Gráfico 61).

Gráfico 61 – Tempos de Resposta



A média dos Tempos de resposta é de 14,33 minutos e o desvio padrão é de 3,81 minutos. Há diminuição da média de Tempo de Resposta de 3,55 minutos e diminuição do desvio padrão de 1,15 minutos em relação a 5.10.1, mostrando melhora no atendimento e menor dispersão de dados com a adição do Posto Intermediário. O menor valor de tempo na simulação é de 3,48 minutos e o maior é de 36,52 minutos. Há grande diminuição de valor máximo, antes de 46,38 minutos. (Tabela 77).

Tabela 77 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta

Estatísticas	Valor	Estatísticas	Valor
Quantidade	1642000	Mínimo	3,48
Média	14,33	Q1	11,70
DP	3,81	Q2 (mediana)	13,95
k	21,51	Q3	16,47
Classes	22,00	Máximo	36,52
Teste Qui-Quadrado	0,00%	Amplitude	33,04

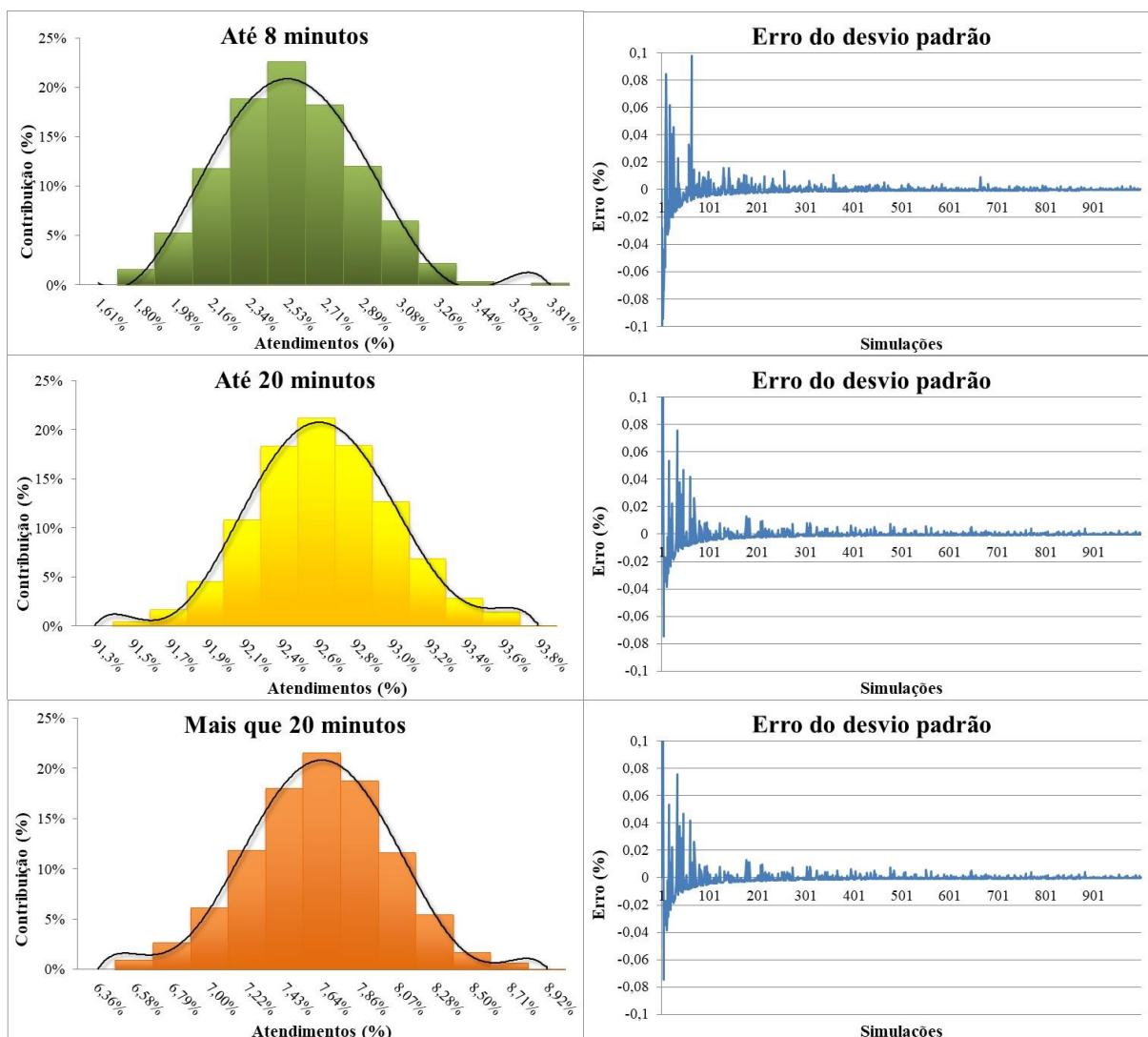
A curva gerada possui uma cauda à direita, não sendo normal, verificado visualmente e pelo teste Qui-Quadrado, o qual retorna valor 0,00%. A hipótese nula da curva ser normal

deve ser rejeitada, pois a premissa de aleatoriedade de dados não é cumprida, como em 5.10.1. Para analisar a porcentagem de dados nos intervalos definidos, foram simuladas 1.000 viagens de ambulância para cada local de atendimento (Tabela 78 e Gráfico 62).

Tabela 78 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo

Adição de Posto Intermediário			
Tempo (min)	< 8	< 20	>20
Simulações	1000	1000	1000
Significância	5,00%	5,00%	5,00%
Teste Qui-Quadrado	98,77%	98,97%	98,14%
Normal	Sim	Sim	Sim
Média	2,44%	92,49%	7,51%
Desvio Padrão	0,32%	0,39%	0,39%

Gráfico 62 – Tempos de Resposta em faixas de tempo



As 1.000 simulações, as quais geram 3.284.000 atendimentos a vítimas graves simulados, são suficientes, de acordo com o gráfico do erro do desvio padrão.

Os resultados mostram que 2,44% das vítimas graves são atendidas em até 8 minutos, 92,49% em até 20 minutos e 7,51% em mais de 20 minutos, mais próximos do ideal.

Em comparação com os resultados obtidos sem simulação, na seção “Tempo de Resposta com adição do Posto Intermediário” nota-se que há:

- aumento de 0,0% para 2,44% de vítimas sendo atendidas em até 8 minutos;
- diminuição de 95,3% para 92,49% de vítimas sendo atendidas em até 20 minutos;
- aumento de 4,7% para 7,51% de vítimas atendidas em mais de 20 minutos.

O resultado da simulação mostra um quadro pior do que o calculado sem simulação, porém a situação com simulação é também mais próxima do real.

Já a comparação entre as duas simulações de Monte Carlo realizadas, com e sem Posto Intermediário mostra a sensível melhora dos atendimentos às vítimas graves. Há:

- aumento de 0,66% para 2,44% de atendimentos em até 8 minutos;
- aumento de 70,41% para 92,49% de atendimentos em até 20 minutos;
- diminuição de 29,59% para 7,51% de atendimentos acima de 20 minutos,

Resultados que se aproximam ao ideal preconizado (95%) na faixa até 20 minutos.

Quando agrupados nesses três grupos, os tempos passam a ter resultados superiores a 5% no Teste Qui-Quadrado, de modo que aceita-se a hipótese nula de que as curvas são normais. Dessa maneira, pode-se, com os valores de média e desvio padrão, calcular a probabilidade de valores ao redor da média.

5.10.3 Tempo Total de Atendimento dos Postos SOS 8 e SOS 9

As viagens de ambulância a cada quilômetro e a cada 15 minutos foram simuladas 500 vezes no cenário de atendimento até o hospital. Como nesse cenário as ambulâncias realizam duas viagens, primeiramente até a vítima e posteriormente até o hospital, as simulações geram 16.128.000 viagens de ambulância hipotéticas e 1.642.000 tempos de atendimentos a vítimas graves. Em 500 simulações o valor do erro do desvio padrão apresenta-se pequeno e estável,

de forma que se considera o número de simulações suficientes (Gráfico 63). Os tempos de atendimento gerados nas simulações foram divididos em 22 classes de acordo com Sturge e os resultados podem ser vistos no Gráfico 64 e na Tabela 79.

Gráfico 63 – Erro do desvio padrão



Gráfico 64 – Tempos de viagem até o hospital

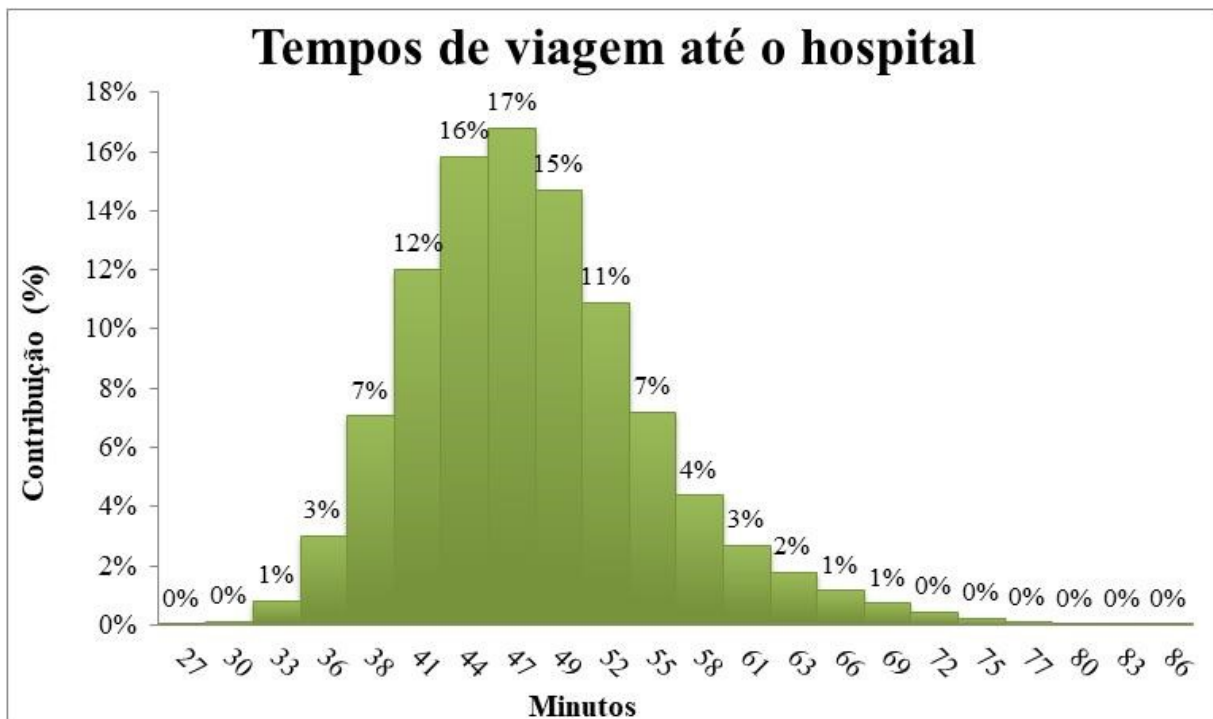


Tabela 79 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta

Estatísticas	Valor	Estatísticas	Valor
Quantidade	1642000	Mínimo	27,19
Média	49,28	Q1	44,28
DP	7,24	Q2 (mediana)	48,51
k	21,51	Q3	53,31
Classes	22,00	Máximo	88,46
Teste Qui-Quadrado	0,00%	Amplitude	61,27

A média dos tempos totais de atendimento é de 49,28 minutos, com um desvio padrão de 7,24 minutos.

O menor valor de tempo alcançado na simulação é de 27,19 minutos, enquanto o maior é de 88,46 minutos.

A curva gerada possui uma cauda à direita, não sendo, assim, normal, como pode ser verificado visualmente e pelo teste Qui-Quadrado, o qual retorna valor 0,00%, a hipótese nula, de que a curva é normal, deve ser rejeitada. A curva resultante não é normal, pois a premissa de aleatoriedade de dados não é cumprida.

A fim de se analisar qual a porcentagem de dados nas faixas de intervalo ideais definidas, foram simuladas 1.000 vezes as viagens de ambulância para cada local de atendimento, registrando a porcentagem de valores em cada grupo, a cada simulação.

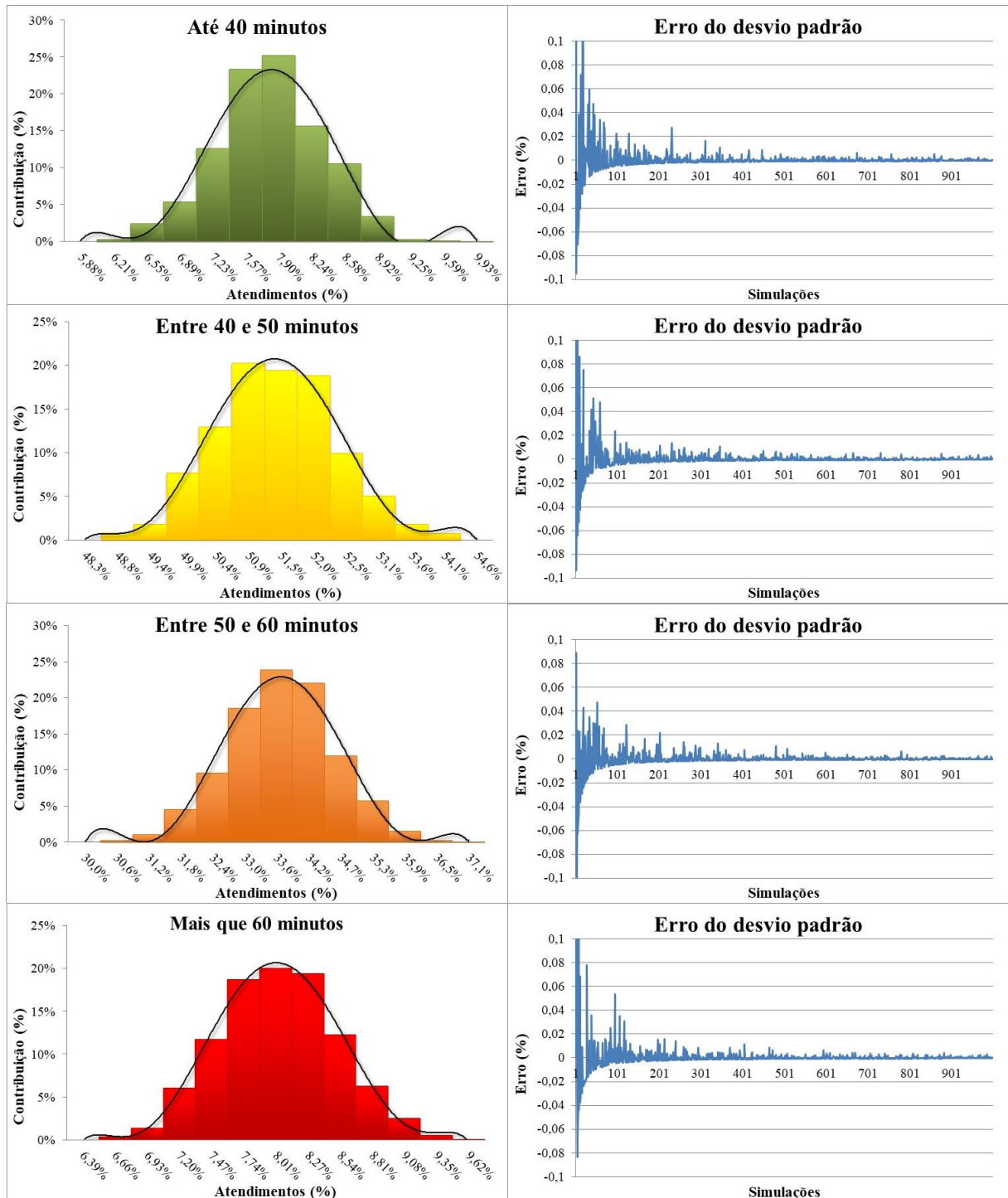
Os resultados das simulações estão expostos na Tabela 80 e no Gráfico 65.

Tabela 80 – Estatísticas das simulações do Tempo Total em faixas de tempo

SOS 8 e SOS 9				
Tempo (min)	< 40	Entre 40 e 50	Entre 50 e 60	> 60
Simulações	1000	1000	1000	1000
Significância	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Teste Qui-Quadrado	96,79%	99,60%	99,82%	100,00%
Normal	Sim	Sim	Sim	Sim
Média	7,65%	51,11%	33,34%	7,90%
Desvio Padrão	0,54%	0,98%	0,97%	0,49%

As 1.000 simulações, que geram 3.284.000 atendimentos a vítimas graves bastam para a análise em faixas de horários, como visto pelo gráfico do erro do desvio padrão, como pode ser visto no Gráfico 65.

Gráfico 65 – Tempos Totais em faixas de tempo



Os resultados mostram que 7,65% das vítimas graves são atendidas em até 40 minutos, 51,11% entre 40 e 50 minutos, 33,34% entre 50 e 60 minutos e 7,90% em mais de 60 minutos.

Quase 8% dos atendimentos passam o limite da Hora de Ouro e um terço deles chega ao hospital com pouco tempo de sobra para que a equipe médica faça a intervenção definitiva.

Em comparação com os resultados obtidos sem simulação, na análise realizada em 5.8.3, notam-se as seguintes mudanças nos resultados:

- aumento de 1,1% para 7,45% de vítimas sendo atendidas em até 40 minutos;
- diminuição de 62,5% para 51,11% de vítimas sendo atendidas entre 40 e 50 minutos;
- aumento de 30,3% para 33,34% de vítimas sendo atendidas entre 50 e 60 minutos;
- aumento de 6,1% para 7,90% de vítimas atendidas em mais de 60 minutos.

O que mostra um quadro mais próximo do real pior do que o calculado anteriormente, sem a Simulação de Monte Carlo.

Quando agrupados nesses quatro grupos, os tempos passam a ter resultados superiores a 5% no Teste Qui-Quadrado, de modo que se aceita a hipótese nula de que as curvas são normais.

Dessa maneira, pode-se, com os valores de média e desvio padrão, calcular a probabilidade de valores ao redor da média.

5.10.4 Tempo Total de Atendimento com adição do Posto Intermediário

As viagens de ambulância a cada quilômetro e a cada 15 minutos foram simuladas 500 vezes no cenário de atendimento com Posto Intermediário até o hospital.

Nesse cenário as ambulâncias realizam duas viagens, primeiramente até a vítima e posteriormente até o hospital, então as simulações geram 16.128.000 viagens de ambulância hipotéticas e 1.642.000 tempos de atendimentos a vítimas graves.

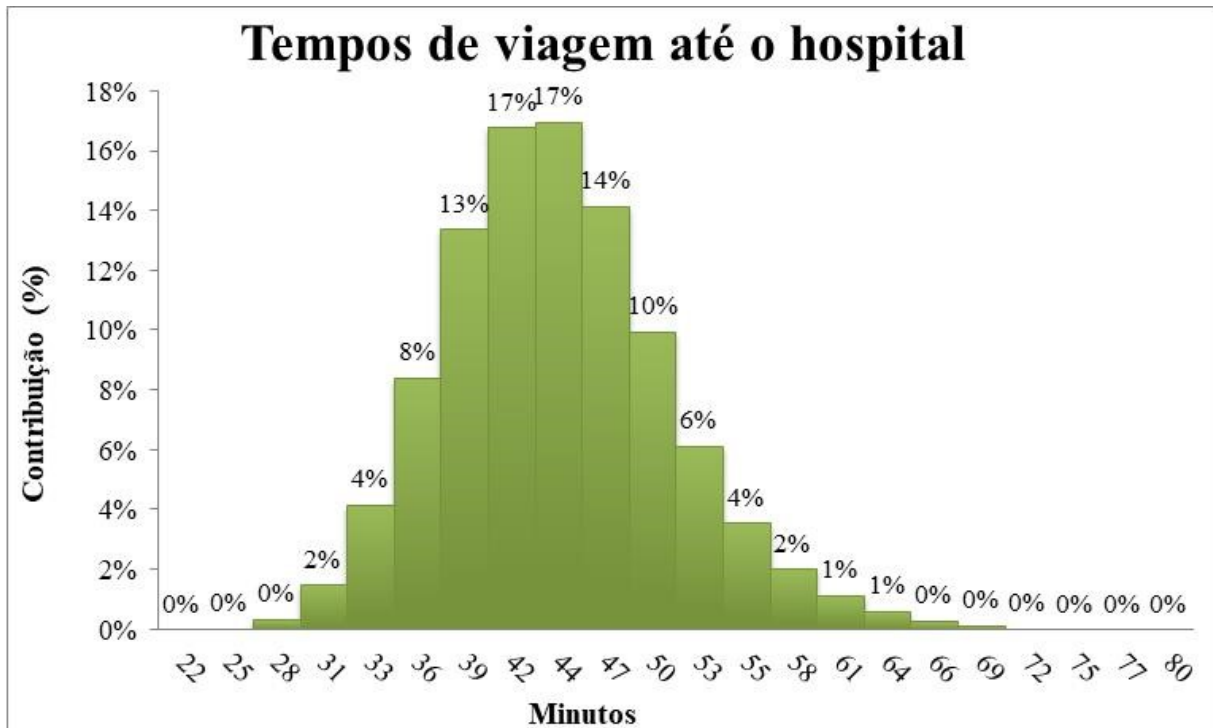
O erro do desvio padrão das simulações pode ser visto no Gráfico 66, sendo o número de simulações suficientes pelo valor baixo e estável alcançado ao fim destas.

As frequências dos tempos de viagem até o hospital, distribuídos pelas classes de Sturge, podem ser acompanhados o Gráfico 67.

Gráfico 66 – Erro do desvio padrão



Gráfico 67 – Tempos de viagem até o hospital



A média dos tempos totais de atendimento é de 45,77 minutos, com um desvio padrão de 6,66 minutos. Assim, há, em relação a 5.10.3, redução de atendimento total médio de 3,51 minutos e uma redução de 0,55 minutos no desvio padrão, mostrando melhora no atendimento e menor dispersão de resultados de tempo (Tabela 81).

Tabela 81 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta

Estatísticas	Valor	Estatísticas	Valor
Quantidade	1642000	Mínimo	22,50
Média	45,77	Q1	41,19
DP	6,66	Q2 (mediana)	45,30
k	21,51	Q3	49,76
Classes	22,00	Máximo	82,93
Teste Qui-Quadrado	0,00%	Amplitude	60,43

O menor valor de tempo alcançado na simulação é de 22,50 minutos, enquanto o maior é de 82,93 minutos. Valores em torno de 5 minutos menores do que os encontrados na simulação sem o Posto Intermediário, de 27,19 minutos e 88,46 minutos.

A curva gerada possui uma cauda à direita, não sendo, assim, normal, como pode ser verificado visualmente e pelo teste Qui-Quadrado, o qual retorna valor 0,00%: a hipótese nula, de que a curva é normal, deve ser rejeitada.

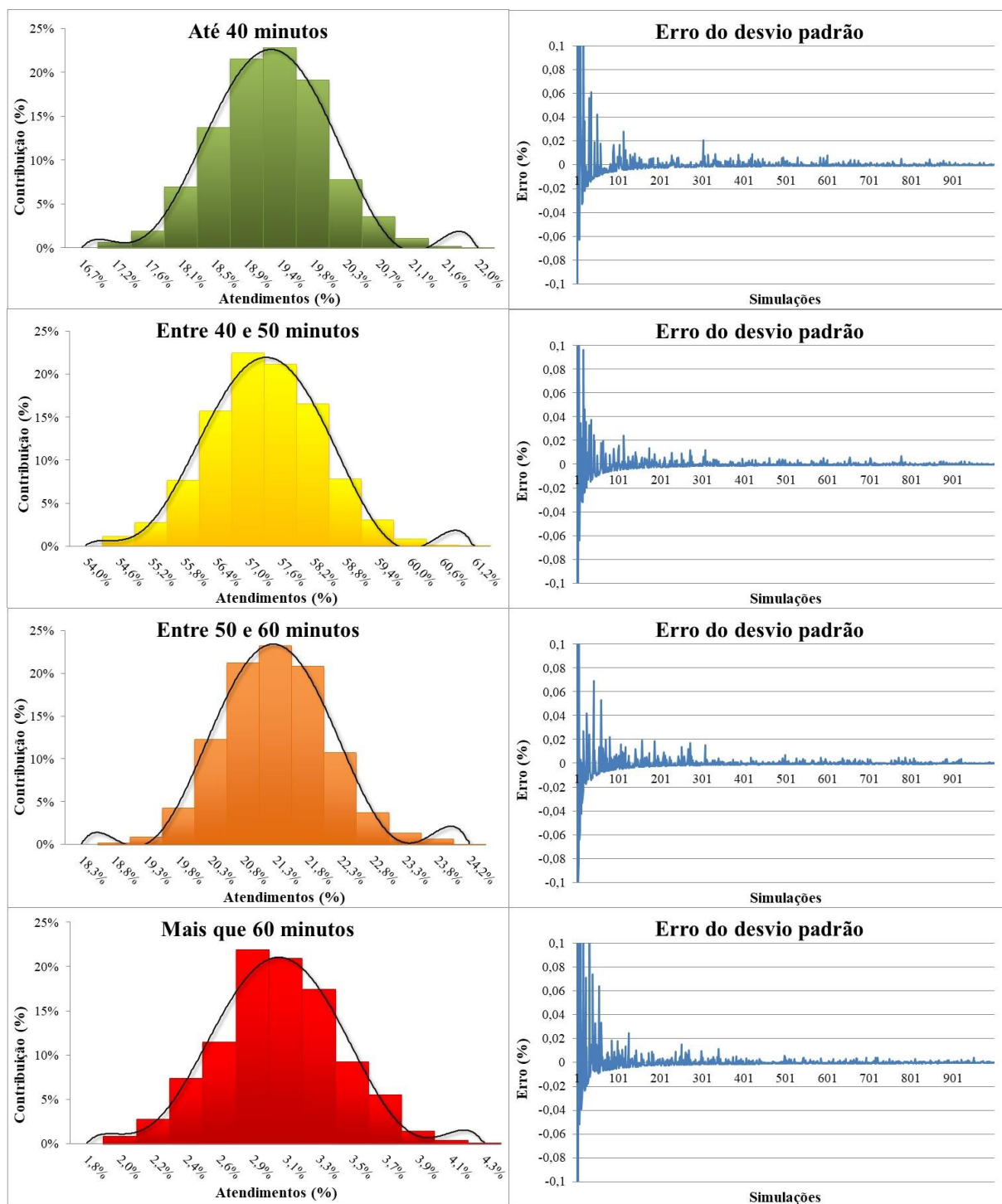
A curva resultante não é normal, pois a premissa de aleatoriedade de dados não é cumprida: os dados de vítimas graves não são aleatórios, há locais e horários em que ocorrem mais vítimas do que outros.

A fim de se analisar qual a porcentagem de dados nas faixas de intervalo ideais definida, foram simuladas 1.000 vezes as viagens de ambulância para cada local de atendimento, registrando a porcentagem de valores em cada grupo, a cada simulação (Tabela 82).

Tabela 82 – Estatísticas das simulações do Tempo Total em faixas de tempo

Adição de Posto Intermediário				
Tempo (min)	< 40	Entre 40 e 50	Entre 50 e 60	> 60
Simulações	1000	1000	1000	1000
Significância	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Teste Qui-Quadrado	99,99%	100,00%	98,63%	100,00%
Normal	Sim	Sim	Sim	Sim
Média	19,03%	57,04%	21,02%	2,91%
Desvio Padrão	0,74%	1,03%	0,80%	0,37%

Gráfico 68 – Tempos Totais em faixas de tempo



As 1.000 simulações, que geram 3.284.000 atendimentos a vítimas graves bastam para a análise em faixas de horários, como visto pelo gráfico do erro do desvio padrão.

Os resultados mostram que 19,03% das vítimas graves são atendidas em até 40 minutos, 57,04% entre 40 e 50 minutos, 21,02% entre 50 e 60 minutos e 2,91% em mais de

60 minutos. Nesse novo quadro apenas em torno de 3% dos atendimentos passa o limite da Hora de Ouro e um quinto deles (21,02%) chega ao hospital com pouco tempo de sobra para que a equipe médica faça a intervenção definitiva.

Em comparação com os resultados obtidos sem simulação, na seção 5.8.4, nota-se que há:

- aumento de 12,9% para 19,03% de vítimas sendo atendidas em até 40 minutos;
- diminuição de 68,5% para 57,04% de vítimas sendo atendidas entre 40 e 50 minutos;
- aumento de 16,6% para 21,02% de vítimas sendo atendidas entre 50 e 60 minutos;
- aumento de 2,0% para 2,91% de vítimas atendidas em mais de 60 minutos.

A simulação mostra resultados piores do que os calculados na seção 5.8.4, porém são também resultados mais fidedignos.

Já a comparação entre as simulações de Monte Carlo, com e sem Posto Intermediário, fica evidente a sensível melhora dos atendimentos às vítimas graves quando há posto extra:

- aumento de 7,65% para 19,03% de vítimas sendo atendidas em até 40 minutos;
- aumento de 51,11% para 57,04% de vítimas sendo atendidas entre 40 e 50 minutos;
- diminuição de 33,34% para 21,02% de vítimas sendo atendidas entre 50 e 60 minutos;
- diminuição de 7,90% para 2,91% de vítimas atendidas em mais de 60 minutos.

Os resultados mostram significativa melhora no número de atendimentos que superam a marca de 60 minutos, assim como na faixa entre 50 e 60 minutos. Apenas com os postos SOS 8 e SOS 9 as duas faixas de tempo somavam em torno de 41% dos atendimentos, com o Posto Intermediário somam em torno de 24%, uma diminuição de 42%. O que evidencia a melhora significativa do atendimento ao usuário com a adição do Posto Intermediário.

Quando agrupados nesses quatro grupos, os tempos passam a ter resultados superiores a 5% no Teste Qui-Quadrado, de modo que aceita-se a hipótese nula de que as curvas são normais. Dessa maneira, pode-se, com os valores de média e desvio padrão, calcular a probabilidade de valores ao redor da média.

5.11 TRÁFEGO ALTERADO POR CORONA VÍRUS

Desde o início da pandemia de COVID-19 o tráfego alterou-se significativamente. Houve decréscimo de 50% no tráfego no mundo advindo das políticas de isolamento social no início de 2020. Desde então, há a priorização dos padrões históricos de trânsito das últimas duas a quatro semanas para a previsão de viagens, e não de tempos anteriores (LAU, 2020).

5.11.1 Coleta de dados em agosto e em outubro

Devido ao trânsito diminuído em 2020 no mundo inteiro devido ao Coronavírus, não sendo essa situação diferente no Brasil, os tempos médios de viagens do Google anotados em agosto são menores do que os habituais na rodovia, o que afeta também o tráfego do trecho em estudo. Em outubro, o trânsito no trecho em estudo apresentou aumento devido à diminuição da adesão ao isolamento social, quadro que se aproxima mais os tempos de viagem da realidade habitual.

Os dados foram, então, novamente coletados de 10/10/2020 a 17/10/2020 e então simulados, a fim de se comparar a diferença de resultados obtidos com a flutuação de trânsito. Além disso, é possível observar de maneira hipotética qual seria a dimensão do aprimoramento do atendimento na rodovia, caso medidas sejam tomadas a fim de melhorar o trânsito local, pois causaria uma diminuição do tráfego.

Para visualizar melhor o impacto nos tempos de viagem previstos pelo Google no trecho em estudo entre os Postos SOS 8 e SOS 9 devido ao aumento de trânsito, os valores de tempo do quilômetro mais crítico de cada sentido e dia da semana foram colocados nos Gráficos 69, 70 e 71.

Como pode ser visto, os períodos de horários de pico são os mais influenciados pelo aumento de trânsito na via.

Gráfico 69 – Comparação de tempos de viagem no quilômetro crítico de quarta-feira

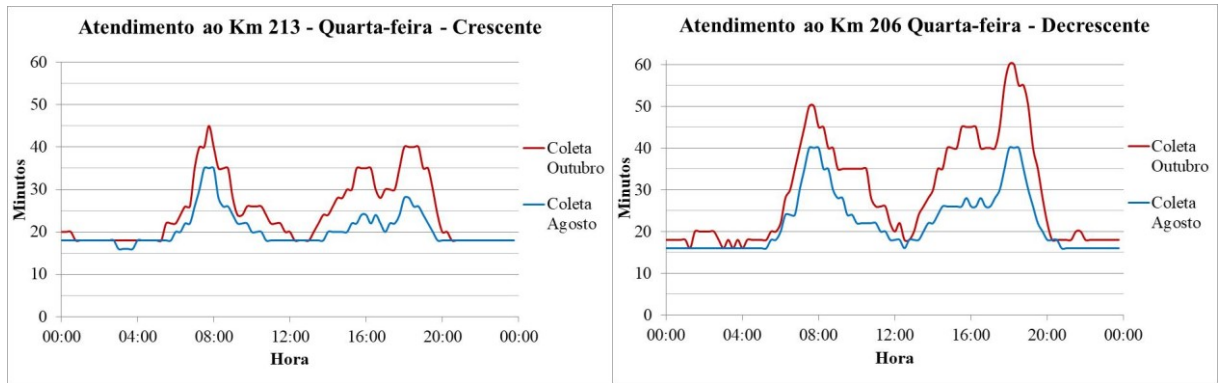


Gráfico 70 – Comparação de tempos de viagem no quilômetro crítico de sábado

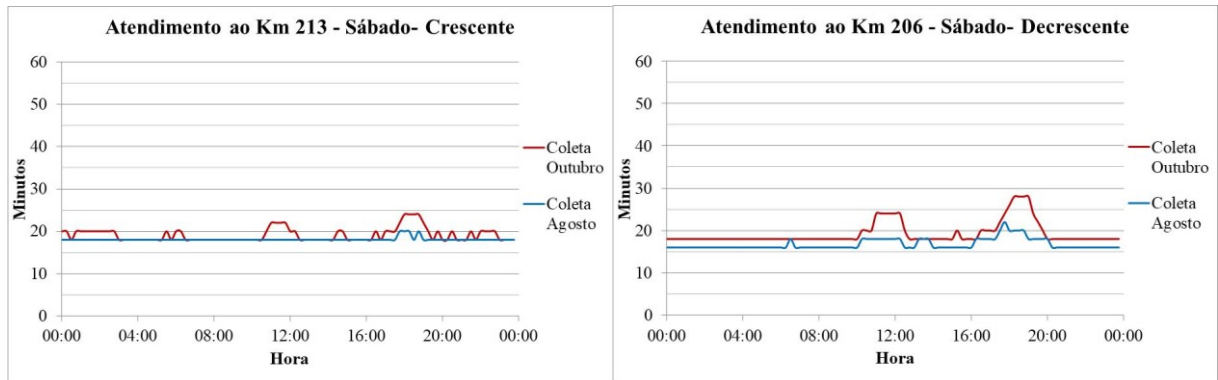
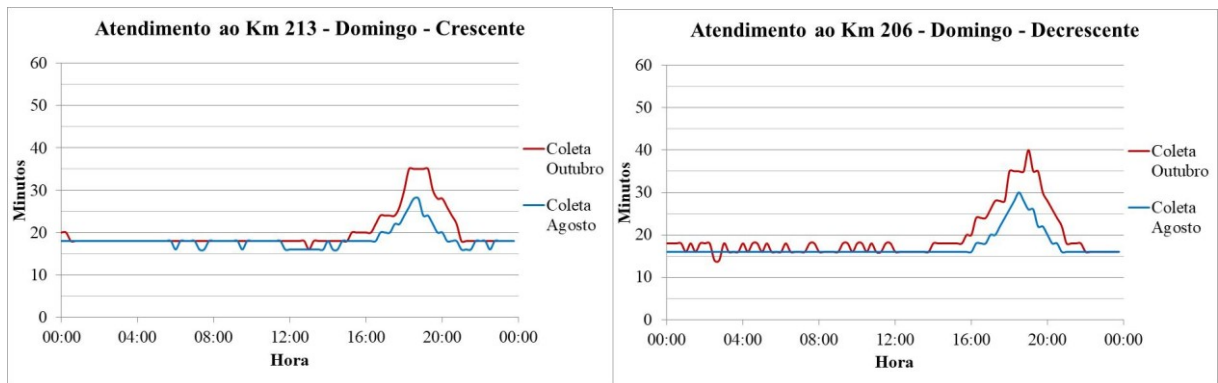


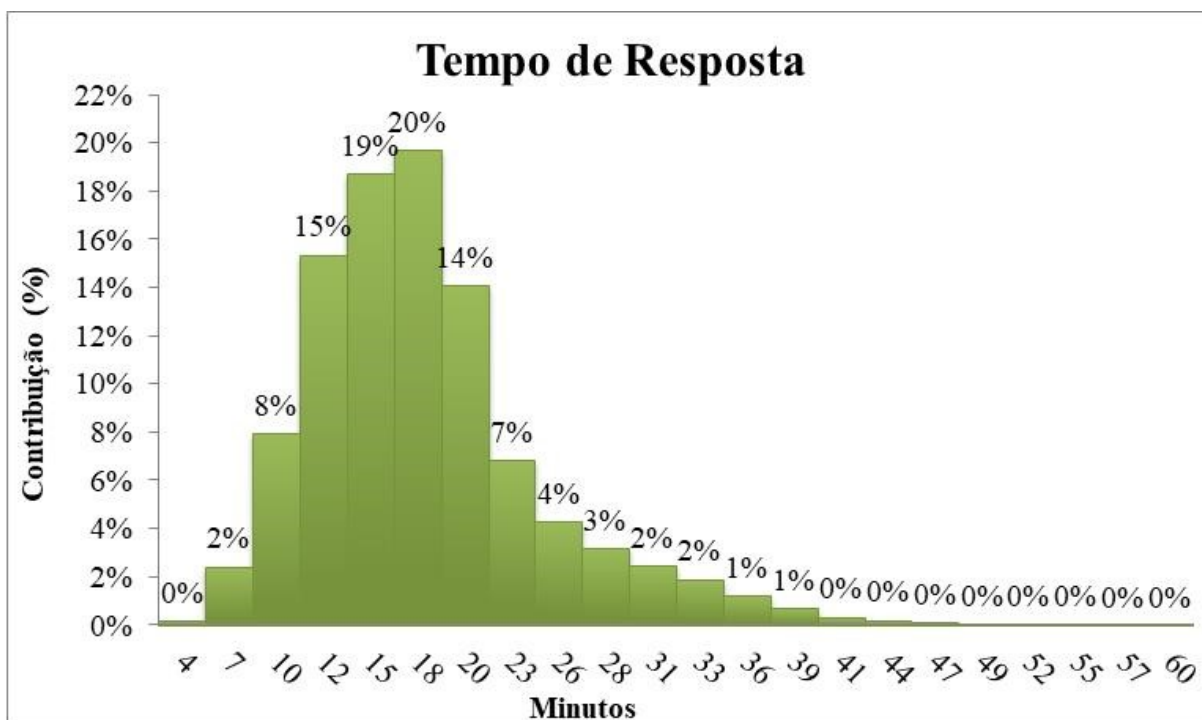
Gráfico 71 – Comparação de tempos de viagem no quilômetro crítico de domingo



5.11.2 Tempo de Resposta dos Postos SOS 8 e SOS 9

As frequências dos Tempos de Resposta, distribuídos pelas classes de Sturge, podem ser acompanhados o Gráfico 72.

Gráfico 72 – Tempos de Resposta da nova simulação



A média do Tempo de Resposta dos postos SOS 8 e SOS 9 é de 19,33 minutos: resultado 1,45 minutos maior do que o proveniente da simulação anterior, de 17,88 minutos. Também o desvio padrão apresenta aumento, de 4,96 minutos para 6,64 (Tabela 83).

Tabela 83 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta da nova simulação

Estatísticas	Valor	Estatísticas	Valor
Quantidade	1642000	Mínimo	4,42
Média	19,33	Q1	14,82
DP	6,64	Q2 (mediana)	18,30
k	21,51	Q3	22,04
Teste Qui-Quadrado	0,00%	Máximo	62,41
H0	5,00%	Amplitude	57,99

Foram realizadas 1000 simulações para cada viagem de ambulância (Tabela 84).

Tabela 84 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo da nova simulação

SOS 8 e SOS 9			
Tempo (min)	< 8	< 20	> 20
Simulações	1000	1000	1000
Significância	5,00%	5,00%	5,00%
Teste Qui-Quadrado	67,47%	99,87%	98,80%
Normal	Sim	Sim	Sim
Média	0,63%	62,79%	37,21%
Desvio Padrão	0,17%	0,62%	0,62%

Quanto à porcentagem de atendimentos na via, percebe-se que há uma piora significativa do quadro, sobretudo na quantidade de acidentados graves atendidos em até 20 minutos, uma diminuição de 70,41% para 62,79%, quando considerando o trânsito de outubro. Dessa forma, a quantidade de vítimas atendidas em um intervalo de tempo superior a 20 minutos é de 37,21%, valor muito acima do preconizado inicialmente, de 5%.

5.11.3 Tempo de Resposta com adição do Posto Intermediário

A média do Tempo de Resposta com Posto Intermediário é de 14,65 minutos, resultado apenas 0,29 minutos maior do que o mesmo cenário anterior com coleta de dados em agosto, de 14,33 minutos. Também o desvio padrão apresenta menor aumento, de 3,81 minutos para 4,39, de 0,58 minutos (Gráfico 73 e Tabela 85).

Gráfico 73 – Tempos de Resposta da nova simulação

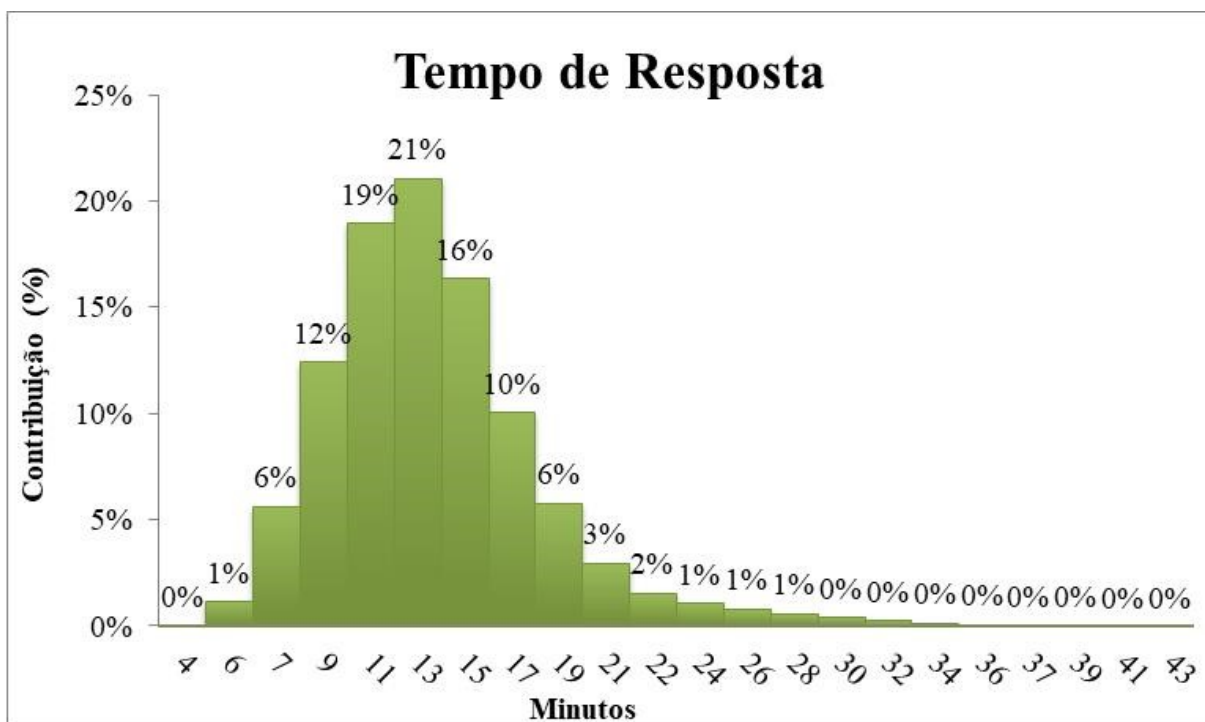


Tabela 85 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta da nova simulação

Estadísticas	Valor	Estadísticas	Valor
Quantidade	1642000	Mínimo	3,65
Média	14,65	Q1	11,77
DP	4,39	Q2 (mediana)	14,05
k	21,51	Q3	16,66
Teste Qui-Quadrado	0,00%	Máximo	44,92
H0	5,00%	Amplitude	41,27

Os resultados evidenciam que a piora de trânsito apresenta impacto minorado no cenário com adição de Posto Intermediário, o que é resultado de uma aproximação do atendimento aos locais mais críticos. Dessa forma, a viagem da ambulância é menos afetada pela flutuação do trânsito.

Quanto à porcentagem de atendimentos na via, percebe-se que há uma piora significativa do quadro, sobretudo na quantidade de acidentados graves atendidos em até 20 minutos, uma diminuição de 92,49% para 90,49%, quando considerando o trânsito de outubro. Dessa forma, a quantidade de vítimas atendidas em um intervalo de tempo superior a 20 minutos é de 9,51%, valor próximo ao preconizado inicialmente, de 5% (Tabela 86).

Tabela 86 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo da nova simulação

Adição de Posto Intermediário			
Tempo (min)	< 8	< 20	>20
Simulações	1000	1000	1000
Significância	5,00%	5,00%	5,00%
Teste Qui-Quadrado	98,07%	99,77%	99,96%
Normal	Sim	Sim	Sim
Média	2,38%	90,49%	9,51%
Desvio Padrão	0,32%	0,39%	0,39%

Os resultados mostram não só a adição de um Posto Intermediário em local longe do alcance dos postos SOS 8 e SOS 9 melhora o atendimento da rodovia substancialmente, mas a presença desse posto de atendimento diminui significativamente a flutuação da porcentagem de vítimas sendo atendidas com a mudança do trânsito na região.

5.11.4 Tempo total de atendimento até hospital dos Postos SOS 8 e SOS 9

A média dos tempos totais de atendimento é de 51,72 minutos, resultado 2,44 minutos maior do que o proveniente da simulação anterior, de 49,28 minutos. Também o desvio padrão apresenta aumento, de 7,24 minutos para 9,45, de 2,21 minutos (Gráfico 74 e Tabela 87).

Gráfico 74 – Tempos de viagem até o hospital da nova simulação

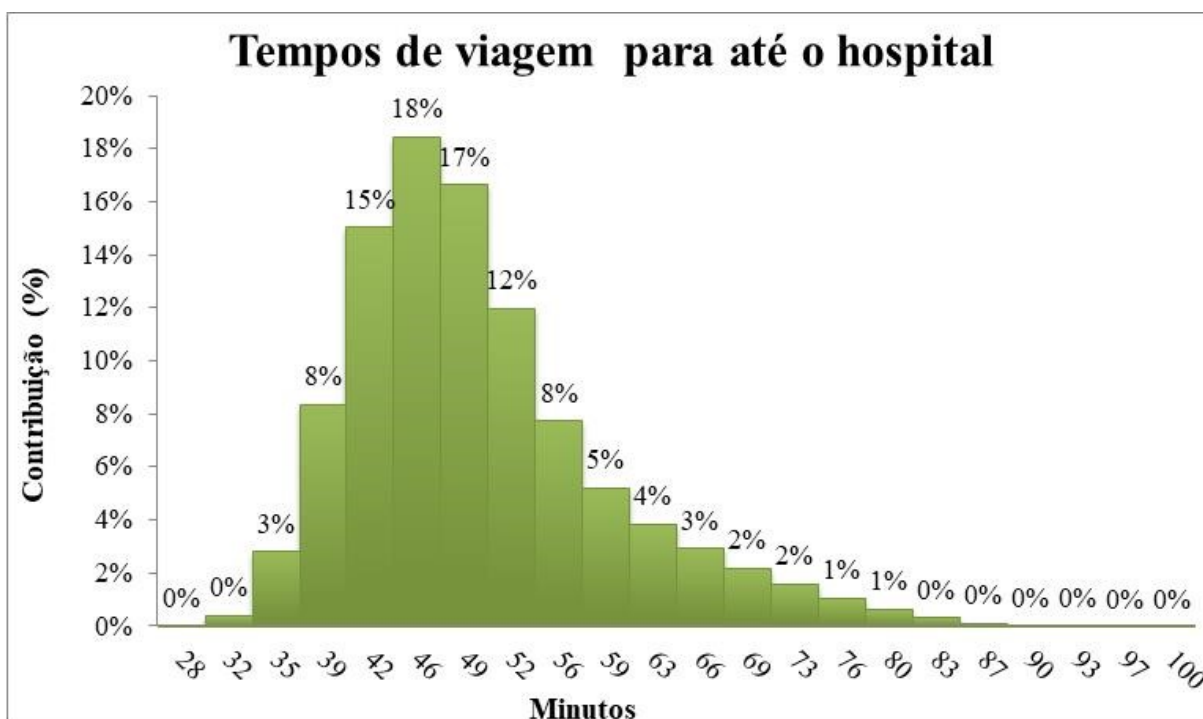


Tabela 87 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta da nova simulação

Estatísticas	Valor	Estatísticas	Valor
Quantidade	1642000	Mínimo	28,44
Média	51,72	Q1	45,17
DP	9,45	Q2 (mediana)	49,84
k	21,51	Q3	56,14
Teste Qui-Quadrado	0,00%	Máximo	103,60
H0	5,00%	Amplitude	75,17

Ao se comparar os cenários de agosto de outubro, nota-se uma substancial diferença na porcentagem de vítimas graves que chegam ao hospital em mais de 60 minutos, valor que aumentou de 7,90% para 16,85%. Fica evidente a sensibilidade do tempo de atendimento aos usuários da rodovia com o aumento do trânsito (Tabela 88)

Tabela 88 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo da nova simulação

SOS 8 e SOS 9				
Tempo (min)	< 40	Entre 40 e 50	Entre 50 e 60	> 60
Simulações	1000	1000	1000	1000
Significância	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Teste Qui-Quadrado	99,97%	99,93%	99,73%	99,98%
Normal	Sim	Sim	Sim	Sim
Média	5,72%	45,12%	32,32%	16,85%
Desvio Padrão	0,47%	0,89%	0,92%	0,52%

5.11.5 Tempo total de atendimento até hospital com adição do Posto Intermediário

A média dos tempos totais de atendimento é de 47,08 minutos, resultado apenas 1,31 minutos maior do que o proveniente da simulação anterior, de 45,77 minutos. Também o desvio padrão apresenta menor aumento, de 6,66 minutos para 7,92, de 1,26 minutos (Gráfico 75 e Tabela 89).

Gráfico 75 – Tempos de viagem até o hospital da nova simulação

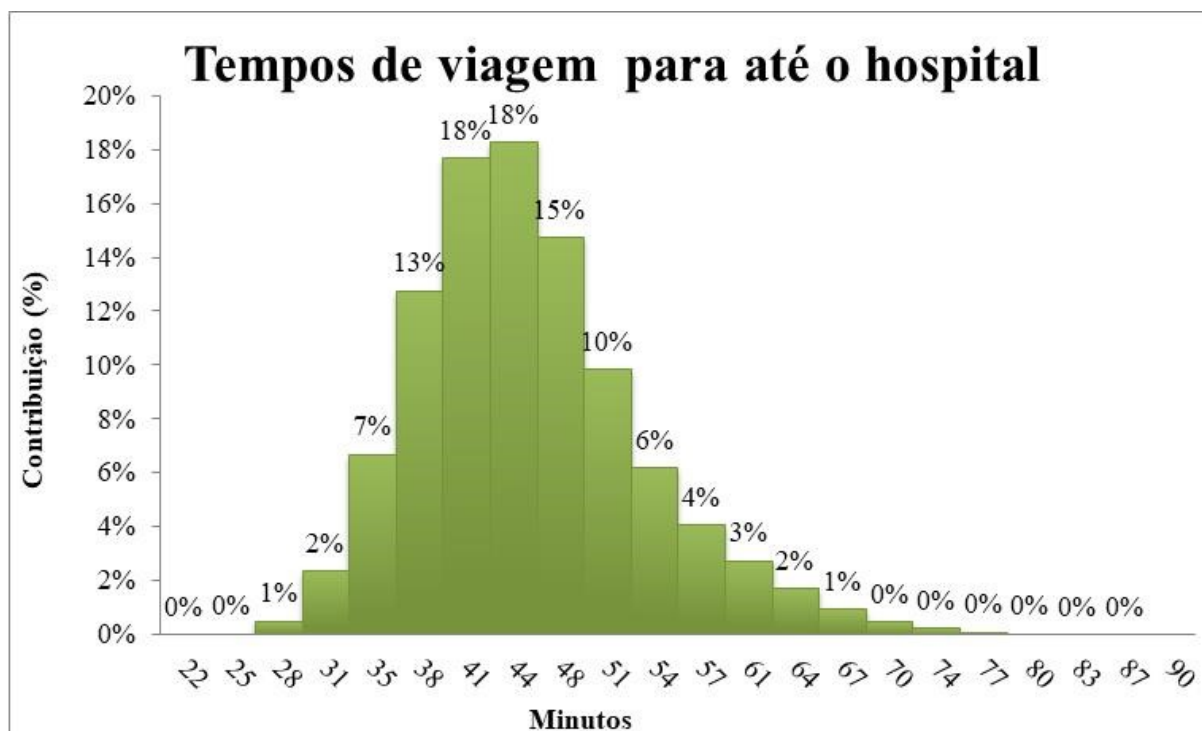


Tabela 89 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta da nova simulação

Estatísticas	Valor	Estatísticas	Valor
Quantidade	1642000	Mínimo	21,59
Média	47,08	Q1	41,63
DP	7,92	Q2 (mediana)	46,07
k	21,51	Q3	51,34
Teste Qui-Quadrado	0,00%	Máximo	93,22
H0	5,00%	Amplitude	71,63

O resultado das 1000 simulações com os resultados agrupados podem ser vistos na Tabela 90.

Tabela 90 – Estatísticas das simulações do Tempo de Resposta em faixas de tempo da nova simulação

Adição de Posto Intermediário				
Tempo (min)	< 40	Entre 40 e 50	Entre 50 e 60	> 60
Simulações	1000	1000	1000	1000
Significância	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Teste Qui-Quadrado	99,98%	99,98%	99,99%	100,00%
Normal	Sim	Sim	Sim	Sim
Média	17,32%	52,44%	23,15%	7,09%
Desvio Padrão	0,68%	0,94%	0,79%	0,45%

Ao se comparar os cenários de agosto de outubro, nota-se uma importante diferença na porcentagem de vítimas graves que chegam ao hospital em mais de 60 minutos, valor que aumentou de 2,91% para 7,09%.

Fica evidente a sensibilidade do tempo de atendimento aos usuários da rodovia com o aumento do trânsito. Porém, é importante salientar também como o Posto Intermediário adicionado diminui a flutuação da porcentagem de vítimas atendidas, pois o aumento nesse caso, de 4,18% é muito menor do que no cenário sem Posto Intermediário, de 8,95%.

5.12 RESULTADOS FINAIS

Nas Tabelas 91 e 92 estão apresentados todos os resultados alcançados em todos os cenários. Considerando sem simulações (verde), com simulações de dados coletados em agosto (azul) e outubro (vermelho), para melhor visualização. A avaliação inicial não apresenta média, nem desvio padrão, por não ter sido simulado por Monte Carlo. Nas tabelas, “DP” corresponde a “Desvio Padrão” e “A” corresponde a “Atendimentos”.

Tabela 91 – Resultados Finais do Tempo de Resposta

Avaliação Inicial Sem Simulação - Postos SOS 8 e SOS 9				
Média (min)	DP (min)	A ≤ 8 min	A ≤ 20 min	A > 20 min
-	-	0,00%	75,21%	24,79%
Avaliação Inicial Sem Simulação- Adição de Posto Intermediário				
Média (min)	DP (min)	A ≤ 8 min	A ≤ 20 min	A > 20 min
-	-	0,00%	95,31%	4,69%
Simulação de Monte Carlo - Tráfego Agosto 2020 - Postos SOS 8 e SOS 9				
Média (min)	DP (min)	A ≤ 8 min	A ≤ 20 min	A > 20 min
17,88	4,96	0,66%	70,41%	29,59%
Simulação de Monte Carlo - Tráfego Agosto 2020 - Adição de Posto Intermediário				
Média (min)	DP (min)	A ≤ 8 min	A ≤ 20 min	A > 20 min
14,33	3,81	2,44%	92,49%	7,51%
Simulação de Monte Carlo - Tráfego Outubro 2020 - Postos SOS 8 e SOS 9				
Média (min)	DP (min)	A ≤ 8 min	A ≤ 20 min	A > 20 min
19,33	6,64	0,63%	62,79%	37,21%
Simulação de Monte Carlo - Tráfego Outubro 2020 - Adição de Posto Intermediário				
Média (min)	DP (min)	A ≤ 8 min	A ≤ 20 min	A > 20 min
14,65	4,39	2,38%	90,49%	9,51%

Tabela 92 – Resultados Finais do Tempo Total de Atendimento

Avaliação Inicial Sem Simulação - Postos SOS 8 e SOS 9					
Média (min)	DP (min)	A ≤ 40 min	A (40,50] min	A (50,60] min	A > 60 min
-	-	1,10%	62,45%	30,33%	6,12%
Avaliação Inicial Sem Simulação - Adição de Posto Intermediário					
Média (min)	DP (min)	A ≤ 40 min	A (40,50] min	A (50,60] min	A > 60 min
-	-	12,94%	68,48%	16,57%	2,01%
Simulação de Monte Carlo - Tráfego Agosto 2020 - Postos SOS 8 e SOS 9					
Média (min)	DP (min)	A ≤ 40 min	A (40,50] min	A (50,60] min	A > 60 min
49,28	7,24	7,65%	51,11%	33,34%	7,90%
Simulação de Monte Carlo - Tráfego Agosto 2020 - Adição de Posto Intermediário					
Média (min)	DP (min)	A ≤ 40 min	A (40,50] min	A (50,60] min	A > 60 min
45,77	6,66	19,03%	57,04%	21,02%	2,91%
Simulação de Monte Carlo - Tráfego Outubro 2020 - Postos SOS 8 e SOS 9					
Média (min)	DP (min)	A ≤ 40 min	A (40,50] min	A (50,60] min	A > 60 min
51,72	9,45	5,72%	45,12%	32,32%	16,85%
Simulação de Monte Carlo - Tráfego Outubro 2020 - Adição de Posto Intermediário					
Média (min)	DP (min)	A ≤ 40 min	A (40,50] min	A (50,60] min	A > 60 min
47,08	7,92	17,32%	52,44%	23,15%	7,09%

5.13 CONCLUSÕES PARCIAIS

Ao realizar a análise de sensibilidade de cada variável incluída no modelo fica claro o grande impacto que a determinação de um valor de uma variável causa no resultado do atendimento na rodovia, sobretudo quando se considera o cenário pessimista e otimista para todas variáveis concomitantemente, o que retorna resultados completamente diferentes para uma mesma realidade.

Frente a isso, fica evidente a eficácia da simulação de Monte Carlo para avaliar fenômenos em que não se conhecem a lei de formação, de modo que os resultados obtidos são mais próximos do comportamento real do que quando analisados sem o uso da simulação.

Por meio da Simulação de Monte Carlo é possível considerar cenários positivos e negativos de maneira independente para cada variável e simular valores aleatórios dentro desse intervalo. No tocante às simulações se mostra importante a adoção de uma lei que reja a frequência de dados gerados aleatoriamente por considerar que eventos extremos não ocorram com mesma frequência que eventos próximos à media para um mesmo fenômeno. No caso deste estudo foi utilizada a função Beta exatamente com este intuito, além dela poder assumir caudas assimétricas e valores extremos truncados, para evitar que surjam números espúrios no processo de geração de dados.

A partir da Simulação de Monte Carlo dos atendimentos pré-hospitalares de emergência para vítimas graves na BR-101, entre os postos de atendimento SOS 8 e SOS 9, mostra-se explícita a melhora do serviço de atendimento ao usuário com adoção de um posto adicional, tanto no Tempo de Resposta do sistema, quanto no Tempo de Atendimento Total, o que possibilita o salvamento de muitas vidas, devido a um atendimento mais rápido.

Considerando o Tempo de Resposta, ou seja, da abertura do chamado até a chegada ao local do acidente, na coleta de dados de outubro que representa melhor o trânsito local, a adoção do Posto Intermediário melhorou de 62,79% para 90,49% a parcela de vítimas graves atendidas em até 20 minutos. Já o Tempo Total de Atendimento, isto é, da abertura do chamado até a chegada ao hospital, também na coleta de dados de outubro, há melhora de 16,85% para 7,09% de vítimas graves sendo atendidas em um intervalo de tempo que ultrapassa a Hora de Ouro (60 minutos).

Além disso, percebe-se como uma mudança de tráfego gerada pelo aumento do volume de trânsito piora significativamente o atendimento na rodovia, o que é visto pela comparação da Simulação de Monte Carlo para os quatro cenários adotados dos dados

coletados em agosto e em outubro, com o Tempo de Resposta tendo uma diminuição de 70,41% para 62,79% na parcela de vítimas atendidas em até 20 minutos pelos Postos SOS 8 e SOS 9, enquanto que o Tempo Total de Atendimento apresenta piora de 7,90% para 16,85% na parcela de vítimas graves atendidas e levadas até o hospital em mais de 60 minutos. Considerando que mesmo em outubro de 2020 o tráfego de veículos não está normalizado devido à pandemia de Coronavírus (COVID-19), com estabelecimentos ainda não funcionando de maneira regular e presencial, como escolas e universidades, a situação real da rodovia pode ser ainda pior do que a apresentada.

Ao comparar a mudança de resultados provenientes dos dados de agosto de outubro, considerando o cenário de adoção do posto adicional, percebe-se que menor sensibilidade no atendimento ao usuário pelas equipes de socorro quando se considera o Posto Intermediário. O Tempo de Resposta com Posto Intermediário apresenta diminuição de 92,49% para 90,49% (ao invés de 70,41% para 62,79% como na situação sem o posto extra) na parcela de vítimas graves atendidas em até 20 minutos, enquanto que o Tempo Total de Atendimento apresenta aumento de 2,91% para 7,09% (ao invés de 7,90% para 16,85% como na situação sem o posto extra) na parcela de vítimas graves atendidas e levadas até o hospital em mais de 60 minutos.

Essa significativa diminuição de sensibilidade no atendimento aos usuários, aliado da expressiva melhora percentual da parcela de vítimas atendidas em até 20 minutos para o Tempo de Resposta e em menos de 60 minutos para o Tempo Total de Atendimento evidenciam como há importante melhora do atendimento pré-hospitalar de emergência à vítimas de trânsito no trecho estudado, de maneira que a adoção de um posto extra estrategicamente localizado tem o potencial de salvar muitas vidas.

6 CONCLUSÕES FINAIS

Neste trabalho foram analisados, a partir do banco de dados da Polícia Rodoviária Federal, os acidentes de trânsito da rodovia BR-101, no trecho Garuva-Palhoça, (0,0-250,0 km) entre os anos de 2007 a 2019.

A partir desse banco de dados foi possível analisar os anos potenciais de vida perdidos no trecho em estudo, além de visualizar que, apesar de estarem ocorrendo menos acidentes de trânsito nesse trecho, estes estão mais violentos, pois geram mais mortes e feridos graves, fenômeno com tendência de aumento nos últimos anos. Por meio das análises estatísticas foi visualizada a contribuição de ílesos (69,4%), lesionados leves (23,9%), lesionados graves (5,7%) e mortes (1,0%) nos acidentes, além da participação do estado físico da vítima de cada variável e suas categorias. Notou-se também que o período da noite é o que apresenta maior número de óbitos, apesar do número de acidentes ser maior durante o dia. Considerando os dias da semana, tanto em acidentes quanto em mortes, as maiores contribuições se dão em função do fim de semana, na sexta-feira, sábado e domingo. No trânsito, a falta de atenção é a causa que mais causa acidentes e mortes, apesar de apresentar baixa letalidade. Já o tipo de acidente mais frequente é o de colisão traseira, possuindo a segunda maior quantidade de óbitos devido ao volume de acidentes, pois possui baixa letalidade, enquanto o atropelamento de pedestres é o tipo de acidente que mais computa mortes, pois esse tipo de acidente é de alta letalidade. Analisou-se também a correlação existente entre variáveis e os estado físico da vítima, sendo o sentido da rodovia a única variável sem correlação com o desfecho da vítima. Foram investigadas também quais categorias de cada variável possuem maior letalidade, o que, aliado ao número de mortes, demonstrou que pedestres, apesar de representarem apenas 1,15% dos acidentes de trânsito, são responsáveis por 33,90% da composição total de mortes. Em termos de veículos, motociclistas e ciclistas apresentam-se mais vulneráveis no trânsito, ciclistas com contribuição de 1,19% nos acidentes e 8,72% dos óbitos, enquanto motociclistas compõem 16,79% dos acidentes e 27,50% das mortes. Em termos epidemiológicos, a maior parte dos óbitos é de vítimas com idade entre 20 e 34 anos, sendo que homens compõem a maior parte dos óbitos de acidentes de trânsito, 93,20%, apresentando letalidade 2,37 vezes maior do que a de óbitos femininos.

A partir de análises pelo método de Kernel em mapas temáticos do trecho em estudo pode-se analisar quais locais apresentam maior preponderância de mortes para cada variável. Para representação em forma de mapa de calor foram escolhidas as variáveis que apresentam maior letalidade, pois estas geram maior número de óbitos quando possuem ocorrência, de

modo que medidas pontuais possam minorar o número de vítimas fatais na via. Dessa forma foram identificados os pontos de maior ocorrência de mortes no período noturno, em curvas, por transgressão da velocidade da via e por atropelamentos de pedestres. Também foi analisada a distribuição das mortes por categoria de veículo.

Aliando as informações estatísticas e geográficas é possível traçar melhores estratégias de intervenção na rodovia para salvar vidas. O conhecimento a respeito do comportamento das vítimas de trânsito amplia e dá suporte à criação de políticas públicas que venham beneficiar o usuário da via, diminuir gastos operacionais e vidas perdidas junto à sociedade.

Todavia, quando os eventos já foram deflagrados há uma necessidade de salvar as vidas por meio de operações de emergência, nas quais o atendimento pré-hospitalar se faz de suma importância. Mediante análise por SIG (Sistema de Informações Geográficas) foi possível visualizar como ocorre a distribuição de acidentes, graves e mortos no trecho em estudo em relação aos postos de atendimento. A partir da representação espacial ficou evidente que alguns postos de atendimento estão sendo mais solicitados do que outros, sendo esse o caso dos postos SOS 6, na região da cidade de Balneário Camboriú, SOS 8, na região de Biguaçu e SOS 9, na região de São José. Como a demanda pelo atendimento pré-hospitalar nessas regiões é mais alta do que em outras, ajustes na localização espacial desses postos de atendimento podem trazer benefícios para os usuários pelo fato de uma realocação diminuir o tempo médio de atendimento nas ocorrências, aproximando os locais que possuem maior demanda dos postos de atendimento. Ademais, as análises gráficas e numéricas nos 13 anos de dados do trecho em estudo deixam claro que a distribuição de acidentes, vítimas graves e mortos se altera ao longo do tempo, de modo que revisões periódicas do posicionamento dos postos seriam benéficas para o usuário da rodovia, o que significaria potencialmente menos vidas sendo perdidas, ou ainda, geração de sequelas devido a acidentes de trânsito.

Para analisar o posicionamento dos postos de atendimento pré-hospitalar de emergência selecionou-se o segmento mais crítico de todo o trecho estudado, o qual é visualizável nos mapas de calor entre os postos SOS 8 e SOS 9, e apesar de representar apenas 10,96% da extensão total em estudo, computa 40,86% dos acidentes, 40,84% dos lesionados graves e 24,68% dos óbitos de toda a rodovia em estudo, do km 0,0 ao km 250,0.

Na análise do atendimento pré-hospitalar desse segmento crítico foram consideradas as vítimas graves que necessitam de maior urgência no atendimento para que não venham a óbito. Essa análise foi realizada por meio de simulações de Monte Carlo, que se mostraram eficazes em analisar o fenômeno do qual não se sabe a lei de formação, com as simulações

retornando resultados mais fidedignos do que quando assumidos apenas valores para cada variável que modela o fenômeno. A análise de sensibilidade mostra que um valor pontual assumido por uma variável produz relevantes impactos nos resultados gerados, de modo que a definição de intervalos de valores otimistas e pessimistas, nos quais as variáveis podem admitir um valor aleatório, representam de forma mais fidedigna o fenômeno analisado. Além disso, a distribuição Beta utilizada aproxima a geração aleatória de dados na faixa admissível ao gerar valores com mais frequência ao redor da média, além de poder representar distribuição com caudas assimétricas e possuir os valores extremos truncados, o que evita que surjam valores espúrios no processo de geração de dados.

Na análise por Monte Carlo considerou-se quatro cenários, Tempo de Resposta e Tempo Total de atendimento, ambas com e sem a adição de um posto adicional, o Posto Intermediário. Foram considerados como tempos alvo para avaliar o atendimento pré-hospitalar o tempo de 20 minutos para o Tempo de Resposta e 60 minutos (Hora de Ouro) para o Tempo Total de Atendimento.

Foram realizadas 500 simulações de Monte Carlo para calcular o tempo médio de atendimento, gerando 1.642.000 viagens de ambulância simuladas para o Tempo de Resposta e 3.284.000 viagens de ambulância simuladas para o Tempo Total de Atendimento, dobrando esses valores ao considerar o Posto Intermediário. Para calcular quantas vítimas graves foram atendidas em cada faixa de tempo foram realizadas mais 1.000 simulações de Monte Carlo, dobrando os valores supracitados para cada tempo de atendimento. Assim, para cada mês de coleta, foram realizadas 29.556.000 viagens de ambulância simuladas, ou seja, no total do trabalho foram simuladas 59.112.000 viagens de ambulância para atender vítimas graves.

A respeito do Tempo de Resposta, a adição do Posto Intermediário melhorou de 62,79% para 90,49% a parcela de vítimas graves atendidas em até 20 minutos, enquanto que no Tempo Total de Atendimento mostrou melhora de 16,85% para 7,09% de vítimas graves sendo atendidas em um intervalo de tempo que ultrapassa a Hora de Ouro (60 minutos).

Quanto à mudança de tráfego percebida entre os meses de coleta em agosto e outubro, devido à pandemia de Coronavírus (COVID-19), o Tempo de Resposta teve uma diminuição de 70,41% para 62,79% de vítimas atendidas em até 20 minutos pelos Postos SOS 8 e SOS 9 de agosto para outubro, enquanto que o Tempo Total de Atendimento apresenta aumento de 7,90% para 16,85% de vítimas graves atendidas e levadas até o hospital em mais de 60 minutos, também de agosto para outubro. O que denota como a piora do trânsito local com o aumento do fluxo de veículos prejudica o atendimento pré-hospitalar de emergência.

Ademais, analisando-se o cenário de adoção do posto adicional, há menor sensibilidade nos tempos de atendimento pré-hospitalar quando se considera o Posto Intermediário, o que acontece por ele estar localizado em local onde a maior parte das vítimas graves ocorre. O Tempo de Resposta com Posto Intermediário apresenta diminuição de 92,49% para 90,49% de vítimas graves atendidas em até 20 minutos, enquanto que o Tempo Total de Atendimento apresenta aumento de 2,91% para 7,09% de vítimas graves atendidas e levadas até o hospital em mais de 60 minutos.

A significativa diminuição de sensibilidade no atendimento aos usuários, junto a clara melhora percentual de vítimas atendidas em até 20 minutos para o Tempo de Resposta e em menos de 60 minutos para o Tempo Total de Atendimento comprovam a melhora do atendimento pré-hospitalar de emergência quando considerada a adição de um posto de atendimento extra onde ocorrem muitos acidentados graves, o qual está situado igualmente distante dos postos SOS 8 e SOS 9.

Com a adição do Posto Intermediário muitas vidas podem ser salvas por meio da diminuição do tempo de atendimento, ou ainda reduzir a quantidade de sequelas geradas pelo acidente de trânsito, conferindo maior segurança para o usuário da rodovia, de maneira que um posto extra de atendimento entre os postos SOS 8 e SOS 9 se torna de grande valia.

A avaliação do atendimento pré-hospitalar por meio de tempos de viagens do Google se torna cada vez mais acurada com o avanço das tecnologias de previsão, as quais utilizam telefones celulares e inteligência artificial para simular viagens no trânsito, de modo que este estudo pretende contribuir para a área de estudo da medicina e da engenharia por meio da aplicação dessa metodologia.

Os dados de tempos utilizados para modelar as simulações precisam de mais estudos para que a precisão de resultados seja aprimorada, sobretudo sobre o fator de correção de viagens do Google para simular viagens de ambulâncias, o qual carece de estudos, especialmente no Brasil. A vantagem dessa metodologia consiste em utilizar um grande volume de dados com confiança gerado por viagens reais a partir de telefones celulares que estão sendo realizadas independentemente do desejo de estudo, de modo que a disponibilidade desse grande volume de dados permite avaliar o atendimento pré-hospitalar de emergência antes da construção dos postos de atendimento, como foi realizado com o Posto Intermediário, o qual mostrou-se significativamente eficiente para diminuir o tempo de atendimento, possibilitando o salvamento de vidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARHAYEM, Abdul *et al.* Time is the enemy: Mortality in trauma patients with hemorrhage from torso injury occurs long before the “golden hour”. **American Journal of Surgery**, [s. l.], v. 212, n. 6, p. 1101–1105, 2016.
- ALBUQUERQUE, Pedro Henrique Melo. **Conglomerados Espaciais: Uma nova proposta**. 117 f. 2008. - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, [s. l.], 2008.
- ALMEIDA., Liliane Rodrigues de; MENEZES, Vyviane Barbosa de. **Faculdade cesmac do sertão**. 24 f. 2018. - Faculdade CESMAC do Sertão, [s. l.], 2018.
- ALMEIDA, Livia Victório de Carvalho; PIGNATTI, Marta Gislene; ESPINOSA, Mariano Martinez. Principais fatores associados à ocorrência de acidentes de trânsito na BR 163, Mato Grosso, Brasil, 2004. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 303–312, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2009000200008>
- AMARAL, Jéssica Felícia Rocha do. **Atendimento Pré-hospitalar em Águas Lindas de Goiás: Características e Desfecho**. 2017. - Universidade de Brasília, [s. l.], 2017.
- AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS. **Advanced Trauma Life Support**. 10. ed. Chicago: [s. n.], 2018. ISSN 13652044. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1993.tb07026.x>
- ANTT. Contrato de Concessão. **Ministério os Transportes**, [s. l.], n. 00312007, p. 56, 2007.
- AVELAR, Ewerton *et al.* A Pesquisa Qualitativa Contábil no Brasil : Cenário de Desafios e Oportunidades frente ao Predomínio Positivista. **Revista LICEU - FECAP**, [s. l.], p. 25, 2020.
- BALBINOT, Amanda B; ZARO, Milton A; TIMM, Maria I. Funções psicológicas e cognitivas presentes no ato de dirigir e sua importância para os motoristas no trânsito Psychological and cognitive functions in the act of driving and its importance for drivers in traffic. **Ciência & cognição**, [s. l.], v. 16 (2):013, n. n°2, p. 013–029, 2011. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/viewFile/446/493>
- BATISTÃO, Mariana; FLORES, Edilson; SILVA, João. Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ Geocodificação de Acidentes Rodoviários para Identificação de Trechos Críticos com Estatística Espacial Geocoding Road Accidents to Identify Critical Segments with Spatial Statistics. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, [s. l.], v. 40, p. 89–97, 2017.
- BELEZIA, Bruno de Freitas *et al.* Sequência Rápida de Intubação Traqueal Pré-hospitalar no Trauma Craniocefálico Grave. **Rev Med Minas Gerais**, [s. l.], v. 13, n. 31, p. 8–13, 2003.
- BERGAMASCHI, Homero. A Geografia dos Acidentes de Trânsito na Região Metropolitana da Grade Vitória (RMGV) - ES, entre 2005 e 2013. **Dissertação de Mestrado**, [s. l.], n. April 2013, p. 157, 2014.
- BERTOLI, Bianca. **Acidente fecha três pistas da BR-101 em Itajaí**. Blumenau: [s. n.], 2017. Disponível em: <https://omunicipioblumenau.com.br/acidente-fecha-tres-pistas-da-br-101-em-itajai/>.

BONITA, Ruth; BEAGLEHOLE, Robert; KJELLSTROM, Tord. **Epidemiologia básica**. 2a Ediçãoed. Santos: Santos Editora, 2010.

BOTELHO, Lúcio José. **Acidente de trânsito: Avaliação de Impacto**. 123 f. 2016. - Universidade Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2016.

BOTTESINI, Giovani. **Influência de Medidas de Segurança de Trânsito no Comportamento dos Motoristas**. 104 f. 2010. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2010.

CABRAL, Cláudio Freaza. **Análise De Correlação Entre Acidentes De Trânsito, De Trajeto E Variáveis Socioeconômicas No Brasil**. 120 f. 2009. - Universidade Federal De São Carlos, [s. l.], 2009.

CÂMARA, Gilberto; CARVALHO, Marília Sá. Análise Espacial De Dados Geográficos. **Análise Espacial de Dados Geográficos**, [s. l.], n. Análise Espacial de Eventos, p. 30–45, 2004.

CARMO, Cássio Leandro do; RAIÁ JUNIOR, Archimedes Azevedo. Segurança em rodovias inseridas em áreas urbanas na região sul do Brasil. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s. l.], v. 11, p. 1–15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180182>

CHAGAS, Denise Martins. Estudo sobre fatores contribuintes de acidentes de trânsito urbano. **Dissertação de Mestrado**, [s. l.], p. 87, 2011. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32553/000786219.pdf?sequence=1>

CICONET, Rosane Mortari. **Tempo de Resposta de um Serviço de Atendimento Móvel de Urgência**. 124 f. 2015. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s. l.], 2015.

COLLA, Marcos. **Tempo De Resposta Em Serviço Médico De Emergência No Contexto De Cidades Inteligentes E Sustentáveis : O Caso Do Samu Sudoeste Do Paraná**. 149 f. 2020. - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, [s. l.], 2020.

COLLA, Marcos; OLIVEIRA, Gilson Adamczuk; SANTOS, Gilson Ditzel. Operations management in emergency medical services: Response time in a Brazilian mobile emergency care service. **Procedia Manufacturing**, [s. l.], v. 39, p. 932–941, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.396>

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Acidentes rodoviários e infraestrutura. Brasília, p. 17, 2018.

DA COSTA, Paulo Roberto. **Estatística**. 3a ediçãoed. Santa Maria - Rio Grande do Sul: Colégio Técnico Industrial UFSM, 2011.

DE ANDRADE, Flávia Reis; FERREIRA ANTUNES, José Leopoldo. Trends in the number of traffic accident victims on Brazil's federal highways before and after the start of the Decade of Action for Road Safety. **Cadernos de Saude Publica**, [s. l.], v. 35, n. 8, p. 1–11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00250218>

DE OLIVEIRA, Nelson Luiz Batista; DE SOUSA, Regina Marcia Cardoso. Motociclistas frente às demais vítimas de acidentes de trânsito no município de Maringá. **Acta Scientiarum - Health Sciences**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 303–310, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v26i2.1581>

DIAS, Livia *et al.* Caracterização dos acidentes de trânsito atendidos pelo serviço de atendimento móvel de urgência. **SANARE**, [s. l.], p. 6–16, 2017.

DNER. **Manual de Resgate de Acidentados.pdf**. [S. l.: s. n.], 1997.

DNIT. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro: Ministério dos Transportes, 2006.

DONATELLI, Gustavo Daniel; KONRATH, Andréa Cristina. Simulação de Monte Carlo na Avaliação de Incertezas de Medição. **Revista de Ciência & Tecnologia**, [s. l.], v. 13, n. 25/26, p. 5–15, 2005.

DÖRR, Magda Regina. **Avaliação Do Serviço Da Central De Regulação De Urgência E Emergência Do Estado Do Rio Grande Do Sul – Samu / Rs**. 69 f. 2019. - Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, [s. l.], 2019.

FERNANDES, Camila Mariano; BOING, Alexandra Crispim. Mortalidade de pedestres em acidentes de trânsito no Brasil: análise de tendência temporal, 1996-2015. **Epidemiologia e serviços de saúde : revista do Sistema Unico de Saude do Brasil**, [s. l.], v. 28, n. 1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100021>

FERNANDES, Flavia Saraiva Leão; TANAKA, Oswaldo Yoshimi. Process of prioritization of occurrences in the mobile emergency service. **Revista Baiana de Enfermagem**, [s. l.], v. 32, p. 1–13, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18471/rbe.v32.24463>

FIESC. **Análise Expedita das Obras de Duplicação da Rodovia BR-101/SC - Sul**.

Florianópolis: [s. n.], 2011. Disponível em:

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aa119E0YarEJ:fiesc.com.br/pt-br/file/5812/download%3Ftoken%3Dx0f_sq2Q+&cd=3&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br

G1. **Tráfego na BR-101 será liberado em trechos do acostamento em São José a partir desta segunda**. Florianópolis: [s. n.], 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2019/03/30/trafego-na-br-101-sera-liberado-em-trechos-do-acostamento-em-sao-jose-a-partir-desta-segunda.ghtml>.

HCM. **High Capacity Manual**. Washington: Highway capacity—Handbooks, manuals, etc, 2000. ISSN 07339429. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HY.1943-7900.0000746](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000746)

HOCHHEIM, Gustavo Andreas. **Análise da variabilidade dos resultados na avaliação de terrenos usando o método involutivo com simulação de Monte Carlo**. 2017. -

Universidade Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2017. Disponível em:

<http://150.162.242.35/handle/123456789/177298>

HOCHHEIM, Norberto; HOCHHEIM, Gustavo Andreas; MUTTI, Cristine do Nascimento. Simulação de Monte Carlo Considerando Dependência entre Variáveis para Análise da Variabilidade do Método Involutivo. **XVIII COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias – IBAPE/PR**, [s. l.], p. 41, 2017. Disponível em: <https://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/08/084.pdf>

HOCHHEIM, Norberto. **Prise en compte des aspects technico-économiques dans la simulation : outil d'aide à la décision dans les scieries**. 215 f. 1991. - Université de Nancy, [s. l.], 1991.

IBIAPINO, Mateus Kist *et al.* Serviço de atendimento móvel de urgência: epidemiologia do trauma no atendimento pré-hospitalar. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 72, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/1984-4840.2017v19i2a5>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Expectativa de vida no Brasil. https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock. Acesso em: 16/05/2020, [s. l.], 2020.

KING, David R. Initial care of the severely injured patient. **New England Journal of Medicine**, [s. l.], v. 380, n. 8, p. 763–770, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/NEJMra1609326>

KOBAYASHI, Carolina Rodrigues; CARVALHO, Márcia Siqueira De. Violência urbana: acidentes de trânsito envolvendo motociclistas na cidade de Londrina (PR). **Geografia (Londrina)**, [s. l.], v. 20, p. 171–190, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/portal/frm/frmOpcao.php?opcao=http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia>

LAU, Johann. **Google Maps 101: How AI helps predict traffic and determine routes**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://blog.google/products/maps/google-maps-101-how-ai-helps-predict-traffic-and-determine-routes/>. Acesso em: 10 out. 2020.

LECCA, Valmir da Silva. **A Motolância como Estratégia para Diminuir o Tempo de Resposta na Cidade de São Paulo**. 34 f. 2014. - Universidade Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007>

LEKNES, Håkon *et al.* Strategic ambulance location for heterogeneous regions. **European Journal of Operational Research**, [s. l.], v. 260, n. 1, p. 122–133, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.12.020>

LERNER, E. Brooke; MOSCATI, Ronald M. The Golden Hour: Scientific Fact or Medical “Urban Legend”? **Academic Emergency Medicine**, [s. l.], v. 8, n. 7, p. 758–760, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2001.tb00201.x>

MACIEL, Joel Soares. **Duplicação da BR 101 no Sul de Santa Catarina: análise do número de mortes e tipos de acidentes causadores destes óbitos antes e depois da obra**. 450 f. 2017. - Instituto Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0309133309346882>

MALVESTIO, Marisa Amaro. **São Paulo 2005**. 167 f. 2005. - Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, [s. l.], 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jpe/rtr048>

MALVESTIO, Marisa Aparecida Amaro; DE SOUSA, Regina Marcia Cardoso. Indicadores clínicos e pré-hospitalares de sobrevivência no trauma fechado: Uma análise multivariada. **Revista da Escola de Enfermagem**, [s. l.], v. 44, n. 2, p. 352–359, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0080-62342010000200016>

MARASCHIN JR, Dirceu Antonio; FINGER, Alice Fonseca; LORETO, Aline Brum. Definição intervalar e análise de qualidade da função densidade de probabilidade da variável aleatória contínua com distribuição Beta. **Scientia Plena**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 1–10, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.049904>

MATSUMOTO, Patricia Sayuri Silvestre; CATÃO, Rafael de Castro; GUIMARÃES, Raul Borges. Mentiras Com Mapas Na Geografia Da Saúde: Métodos De Classificação E O Caso Da Base De Dados De Lva Do Sinan E Do Cve. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, [s. l.], v. 13, n. 26, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/hygeia132618>

MEIRELLES, Manuel; MARTINS, Márcio Marietto Cida Sanches Silvana. Proposta de utilização de Beta-indicador como modelo determinístico para gestão de custos estimados. **XIII Congresso Brasileiro de Custos**, [s. l.], p. 16, 2006.

MELO, Willian Augusto de *et al.* Mortality trend due to traffic accident in young in the south of Brazil. **Cadernos Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 26, n. 4, p. 360–368, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1414-462x201800040192>

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Regulação Médica das Urgências**. 1a edição. Brasília: Editora MS, 2006.

MOHAMMADI, Mohsen *et al.* The Evaluation of Time Performance in the Emergency Response Center to Provide Pre-Hospital Emergency Services in Kermanshah. **Global Journal of Health Science**, [s. l.], p. 7, 2015.

MONTEIRO, Kelly Souza. **Perfil do paciente traumatizado: caracterização das variáveis pré e intra-hospitalar**. 64 f. 2014. - Universidade de Brasília, [s. l.], 2014. Disponível em: <http://bdm.unb.br/handle/10483/9842>

NEWGARD, Craig D. *et al.* Emergency Medical Services Intervals and Survival in Trauma: Assessment of the “Golden Hour” in a North American Prospective Cohort. **Annals of Emergency Medicine**, [s. l.], v. 55, n. 3, p. 235-246.e4, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2009.07.024>

NOGUEIRA JUNIOR, Luiz Carlos. **Um estudo para redução do tempo de resposta do SAMU de Belo Horizonte através da realocação das bases de operação**. 87 f. 2011. - Universidade Federal de Minas Gerais, [s. l.], 2011.

NSC, Redação. **Duplicação da BR-101 em Santa Catarina sofre novo atraso**. Florianópolis: [s. n.], 2012. Disponível em: https://www.nsctotal.com.br/noticias/duplicacao-da-br-101-em-santa-catarina-sofre-novo-atraso#_=_.

OLIVEIRA, Francisco Henrique de. **Modelagem de Terreno Utilizando Sistemas Fotogramétricos**. 211 f. 2002. - Universidade Federal de Santa Catarina, [s. l.], 2002.

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. Dados abertos de acidentes de trânsito. <https://portal.prf.gov.br/dados-abertos-acidentes>. Acesso em: 02/03/2020, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://portal.prf.gov.br/dados-abertos-acidentes>

POULTON, Marcus *et al.* Modeling Metropolitan-Area Ambulance Mobility under Blue Light Conditions. **IEEE Access**, [s. l.], v. 7, p. 1390–1403, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2886852>

PRAÇA, Wlyana Reis. **Vítimas De Trauma No Df: Perfil Epidemiológico E Atendimento Pré E Intra-Hospitalar Pelo Samu**. 1–62 f. 2015. - Universidade de Brasília, Faculdade de Ceilândia, [s. l.], 2015.

RIOS, Polianna Alves Andrade *et al.* Traffic accidents among drivers: Incidence and differences between motorcyclists and car drivers in population-based study. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [s. l.], v. 22, p. 1–13, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720190054>

SALVADOR, Daniel Meira. **Análise dos Tipos de Acidentes de Trânsito em Rodovias: Estudo de Caso na Rodovia BR-101 em Santa Catarina**. 201 f. 2009. - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, [s. l.], 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92918/273305.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SANTIAGO, Carolina; SILVA, Ben-hur. Estudo e Reflexão Sobre o Uso de GPS para a Determinação de Pontos Críticos em Rodovias. **XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão & III Inovarse - Responsabilidade Social Aplicada**, [s. l.], p. 13, 2016.

SATRIA, Romi; CASTRO, María. GIS Tools for Analyzing Accidents and Road Design: A Review. **Transportation Research Procedia**, [s. l.], v. 18, n. June, p. 242–247, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.12.033>

SCHWARZ, Felipe de Souza. **Análise Espacial de Acidentes de Trânsito: Discussão sobre a segurança viária em Porto Alegre (RS)**. 123 f. 2013. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, [s. l.], 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

SOUZA, Antônia Larissa de Oliveira; AMARAL, Eric Ferreira. Utilização De Ferramenta Sig Para Quantificação De Acidentes De Trânsito Nos Cruzamentos De Ruas Da Cidade De Mossoró-Rn. **Ciência e Tecnologia**, [s. l.], n. Universidade Federal do Semiárido-UFERSA, p. 1–11, 2019. Disponível em: http://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4648/1/AntoniaLOS_ART.pdf

SOUZA, Bianca de Fátima; SILVA, José de Paula. Análise Espacial dos acidentes de trânsito em Passos (MG). **Ciência et Praxis**, [s. l.], n. January 2017, p. 31–38, 2017.

TAVARES, Igor. **Iramuteq : Um software para análises estatísticas qualitativas em corpus textuais qualitativas em corpus textuais**. 41 f. 2019. - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Estatística, [s. l.], 2019.

UMAM, Muhammad Isnaini Hadiyul; SANTOSA, Budi; SISWANTO, Nurhadi. Minimizing Response Time in Medical Emergency Service: A Literature Review. **International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**, [s. l.], p. 10, 2018.

VAEZ, Andréia Centenaro. **Preditores De Mortalidade, Análise Espacial E Estimativa Dos Gastos Com Vítimas Fatais De Atropelamentos Em Rodovias Federais De Sergipe**. 144 f. 2016. - Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós- graduação em Ciências da Saúde, [s. l.], 2016.

VAN DER VELDEN, M. W.A. *et al.* Prehospital interventions: Time wasted or time saved? An observational cohort study management in initial trauma care. **Emergency Medicine Journal**, [s. l.], v. 25, n. 7, p. 444–449, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/emj.2007.052662>

WHO. Fifth United Nations Global Road Safety Week. **Save Lives Speak up**, [s. l.], p. 23, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

WYEN, Hendrik *et al.* The golden hour of shock - How time is running out: Prehospital time intervals in Germany - A multivariate analysis of 15, 103 patients from the TraumaRegister DGU®. **Emergency Medicine Journal**, [s. l.], v. 30, n. 12, p. 1048–1055, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/emmermed-2012-201962>

YORIYAZ, Hélio. Monte Carlo Method : principles and applications in Medical Physics. **Revista Brasileira de Física Médica**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 141–149, 2009.

ZANETTE, Guilherme Zappelini; WALTRICK, Rafaela Silva; MONTE, Mônica Borges. Epidemiological profile of thoracic trauma in a reference hospital of Foz do Rio Itajai. **Revista do Colegio Brasileiro de Cirurgioes**, [s. l.], v. 46, n. 2, p. 1–8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20192121>