

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CURSO DE MESTRADO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

**ANÁLISE DOS ACIDENTES NAS RODOVIAS
FEDERAIS CONCEDIDAS NO BRASIL**

Cláudio Renê Valadares Lobato

Belo Horizonte

2018

Cláudio Renê Valadares Lobato

**ANÁLISE DOS ACIDENTES NAS RODOVIAS
FEDERAIS CONCEDIDAS NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geotecnia e Transportes.

Área de concentração: Transportes

Orientador: Prof. Antônio Artur de Souza, *Ph.D.*

Belo Horizonte
Escola de Engenharia da UFMG

2018

L796a

Lobato, Cláudio Renê Valadares.

Análise dos acidentes nas rodovias federais concedidas no Brasil
[manuscrito] / Cláudio Renê Valadares Lobato. - 2018.
xi, 127 f., enc.: il.

Orientador: Antônio Artur de Souza.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais,
Escola de Engenharia.

Apêndices: f. 116-127.

Bibliografia: f. 107-115.

1. Transportes - Teses. 2. Acidentes de trânsito - Teses. 3. Rodovias -
Teses. 4. Concessões administrativas - Teses. I. Souza, Antônio Artur de.
II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III.
Título.

CDU: 656(043)



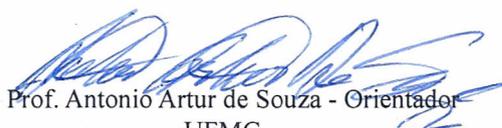
FOLHA DE APROVAÇÃO

Análise dos Acidentes nas Rodovias Federais Concedidas no Brasil

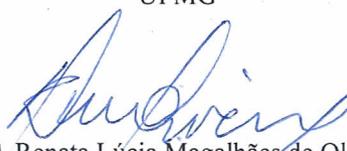
CLÁUDIO RENÊ VALADARES LOBATO

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOTECNIA E TRANSPORTES, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOTECNIA E TRANSPORTES, área de concentração TRANSPORTES.

Aprovada em 18 de dezembro de 2018, pela banca constituída pelos membros:


Prof. Antonio Artur de Souza - Orientador
UFMG


Prof. Nilson Tadeu Ramos Nunes
UFMG


Profª. Renata Lúcia Magalhães de Oliveira
CEFET-MG


Prof. Tiago Alves Schieber de Jesus
UFMG

Belo Horizonte, 18 de dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente nos momentos de reflexão e angústia, e por tranquilizar não somente durante esta fase da minha vida.

Aos meus pais Nelza e Luciano, pelos ensinamentos, muitas das vezes inconscientes, de perseverança, responsabilidade, confiança e honestidade.

À minha esposa Anassílvia, pelo companheirismo, firmeza, paciência nos momentos de aflição e inquietude durante esse processo, e por acreditar e sempre me incentivar.

Aos colegas da ANTT, principalmente, Mirian, Raquel, Viviane, Bruno, Marcelo e Stéphane, pelo apoio, incentivo e ou contribuições.

Ao meu orientador Prof. Antônio Artur que acreditou na ideia e soube incentivar, ter paciência, direcionar e cobrar nos momentos necessários para que esse estudo desse o resultado esperado.

Aos demais professores da UFMG que engrandeceram meus conhecimentos com ensinamentos nas diversas áreas de estudo.

Aos colegas Cristiano, Davidson, Laís e Simone da UFMG, que de alguma forma contribuíram para o meu aprendizado.

" No meio do caminho tinha uma pedra

tinha uma pedra no meio do caminho..."

Carlos Drummond de Andrade *in* Revista de Antropofagia

...obstáculos existem para serem vencidos.

RESUMO

LOBATO, Cláudio Renê Valadares. **Análise dos Acidentes nas Rodovias Federais Concedidas no Brasil**. 127f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

Os acidentes de trânsito são um dos principais fatores para o elevado número de óbitos no país e também no mundo. Em 2017, o total de acidentes registrados nas rodovias federais policiadas resultou em prejuízo de R\$ 10,77 bilhões para o país. Os acidentes nas rodovias federais concedidas ocorrem em trechos rodoviários estratégicos para o desenvolvimento da infraestrutura do Brasil e em rodovias com os maiores volumes de tráfego do país. Até julho de 2018, existiam mais de 9.000 quilômetros de trechos rodoviários concedidos e distribuídos nas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste do país, e que englobavam um total 20 empresas criadas especificamente com o propósito de administrar a concessão durante o seu prazo de contrato. A necessidade de provocar e dar maior atenção ao tema acidentes em rodovias é decorrente da inexistência de estudos específicos e comparativos a respeito desse assunto nos trechos rodoviários federais concedidos. Assim, o objetivo geral desta pesquisa é analisar a evolução dos acidentes nas rodovias federais concedidas pela união. Dessa forma, como objetivos específicos destacam-se: i) a identificação de padrões em relação às responsabilidades das concessionárias, com base nas obras, nos serviços previstos e nas etapas de concessão; ii) a análise da evolução do embasamento legal das responsabilidades das concessionárias; iii) a análise dos acidentes, com foco na evolução geral, nas concessões, e nas especificidades; iv) a análise de relações causais entre atributos (geométricos e intervenções nas rodovias) e a severidade e a frequência dos acidentes rodoviários; v) a proposição de estratégias para melhorias do monitoramento de acidentes em rodovias concedidas. A metodologia aplicada teve como base a análise da taxa de acidentes e da taxa de severidade dos acidentes, a análise das estatísticas descritivas (média, coeficiente de variação, interquartil, dentre outros), o teste de Wilcoxon e dos Mínimos Quadrados Ordinários - MQO. Os resultados identificados, também, permitiram sugerir elementos para uma futura proposta de instrumento para monitoramento de acidentes, e com isso possibilitarão aos envolvidos analisar e realizar a comparação da evolução dos acidentes entre as concessões de forma padronizada.

Palavras-Chave: acidente; segurança viária; rodovia; concessão rodoviária.

ABSTRACT

Traffic accidents are one of the main factors to high numbers of deaths in our country and in the world as a whole. In 2017, the total number of recorded accidents on policed federal highways resulted in a loss of R\$ 10.77 billion for the country. The accidents on privately operated federal highways occur in segments that are strategical to the development of Brazilian infrastructure. They are located in highways in which traffic is very intense. Up to July 2018, there were more than 9,000 kilometers of highways passed from public to private operation. These segments are located in the South, Southeast, Northeast and Midwest regions of the country. 20 companies were created specifically with the purpose of managing these concessions during the length of the contracts. The need to promote and to pay more attention to the subject of accidents in highways is due to the lack of specific and comparative studies about this matter in segments of federal highways that are privately operated. In this context, the main objective of this dissertation is to analyze the evolution accidents rates on privately operated federal highways. The following specific objectives were derived from the main one: i) the identification of responsibility standards of concessionary companies, based on both the services rendered and the stages of contract; ii) the analysis of the evolution of the legal base that bound the concessionary companies' responsibilities; iii) the analysis of accident rates, focusing on the general evolution of accidents, on concessions, and on highway characteristics; iv) the analysis of causal relationships between attributes (geometric and interventions on highways) and the severity and frequency of road accidents; v) the proposition of strategies for improving the monitoring of accidents on privately operated highways. The applied methodology was based on the analysis of accidents and seriousness rates, the analysis of descriptive statistics (average, coefficient of variation, interquartile, among others), of Wilcoxon test, and of Ordinary Least Squares - OLS. The identified results also allowed us to suggest elements for a future proposal of instruments to be used for monitoring accidents. Those may make it possible for professions to analyze and to carry out the comparison of accidents evolution in privately operated highways, based on a standardized methodology.

Keywords: accident; road safety; highway; road grant.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	TEMA E PROBLEMA	1
1.2	OBJETIVOS.....	4
1.3	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	5
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	8
2	CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE O HISTÓRICO RODOVIÁRIO, AS CONCESSÕES DE RODOVIAS FEDERAIS E A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES.....	9
2.1	HISTÓRICO RODOVIÁRIO NACIONAL A PARTIR DO SÉCULO XX	9
2.2	CONCESSÕES DE RODOVIAS FEDERAIS E SUAS ETAPAS.....	20
2.3	HISTÓRICO DOS ACIDENTES EM RODOVIAS FEDERAIS	26
2.4	ACIDENTES EM RODOVIAS PEDAGIADAS NO EXTERIOR	30
3	CONCEITUAÇÃO E MONITORAMENTO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO	33
3.1	DETALHES E EVOLUÇÃO DOS PROGRAMAS DE EXPLORAÇÃO DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS FEDERAIS.....	33
3.2	CONCEITOS E DEFINIÇÕES SOBRE ACIDENTES DE TRÂNSITO.....	33
3.3	COLETA DE DADOS DE ACIDENTES	36
3.4	TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES E MONITORAMENTO DE ACIDENTES	37
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	43
4.1	CARACTERIZAÇÃO E DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	43
4.2	IDENTIFICAÇÃO DAS OBRIGAÇÕES GERAIS E ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO EMBASAMENTO LEGAL DAS RESPONSABILIDADES DAS CONCESSIONÁRIAS	46
4.3	OBTENÇÃO DOS DADOS NECESSÁRIOS AO TRABALHO	46
4.4	TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	48
4.4.1	<i>Método da taxa de acidentes e da taxa de severidade dos acidentes</i>	<i>48</i>
4.4.2	<i>Técnicas estatísticas</i>	<i>51</i>

4.5	COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE ACIDENTES ENTRE CONCESSÕES E ENTRE ETAPAS	61
4.6	IDENTIFICAR ELEMENTOS PARA MELHORAR O MONITORAMENTO DE ACIDENTES	62
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
5.1	OBRIGAÇÕES GERAIS NOS PER E ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DO EMBASAMENTO LEGAL DAS RESPONSABILIDADES DAS CONCESSIONÁRIAS	64
5.2	IDENTIFICAÇÃO, OBTENÇÃO, TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS DE CÁLCULO	72
5.3	CONTEXTUALIZAÇÃO E ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DE ACIDENTES	74
5.3.1	<i>Método da taxa de acidentes e da taxa de severidade dos acidentes</i>	<i>74</i>
5.3.2	<i>Evolução da acidentalidade nas concessões a partir das taxas de acidentes e de severidade dos acidentes</i>	<i>78</i>
5.4	ANÁLISES COM BASE EM TÉCNICAS ESTATÍSTICAS	83
5.4.1	<i>Teste de Wilcoxon.....</i>	<i>83</i>
5.4.2	<i>Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).....</i>	<i>85</i>
5.5	ANÁLISES UTILIZANDO DADOS DE VOLUMES DE TRÁFEGO	89
5.5.1	<i>Análises com a razão do volume equivalente/volume real (VE/VR).....</i>	<i>89</i>
5.5.2	<i>Análise com base no volume real de tráfego</i>	<i>96</i>
5.6	SUGESTÃO DE ELEMENTOS PARA MELHORIAS DO MONITORAMENTO DE ACIDENTES	98
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
6.1	LIMITAÇÕES.....	104
6.2	RECOMENDAÇÕES	105
	REFERÊNCIAS	107
	APÊNDICE A	116
	APÊNDICE B	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Plano Rodoviário do DNER – 1937 (GEIPOT, 2001b).....	11
Figura 2.2: Vias propostas pela Plano Rodoviário Nacional de 1944 (HUERTAS, 2018).....	12
Figura 2.3: As 20 Concessões Rodoviárias Federais (elaborada pelo autor)	24
Figura 2.4: Taxa de acidentes por 10.000 veículos e por 100.000 habitantes (elaborada pelo autor).....	27
Figura 2.5: Acidentes em rodovias federais concedidas (adaptado de ANTT, 2010; 2013)....	30
Figura 2.6: Evolução das taxas de mortalidade de acidentes rodoviários de 2004 a 2013– somente das redes maiores de concessões europeias da ASECAP (ASECAP, 2014)	32
Figura 4.7: Etapas do processo de pesquisa (elaborada pelo autor)	43
Figura 4.8: Variáveis dependente e explicativa (GUJARATI e PORTER, 2011)	52
Figura 4.9: Box plots (PORTAL ACTION, 2018).....	55
Figura 4.10: Distribuição normal (PORTAL ACTION, 2018)	56
Figura 4.11: Padrões de correlação (GUJARATI e PORTER, 2011)	59
Figura 5.12: Médias históricas sazonais de pluviosidade no Brasil (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).....	77
Figura 5.13 Frequência relativa das taxas de acidentes (elaborada pelo autor)	78
Figura 5.14: Frequência relativa das taxas de severidade dos acidentes (elaborada pelo autor)	78
Figura 5.15: Evolução das taxas de acidentes e severidade dos acidentes no tempo de concessão (elaborada pelo autor).....	79
Figura 5.16 Evolução das taxas de acidentes e de severidade dos acidentes no tempo - primeira etapa (elaborada pelo autor)	80

Figura 5.17: Evolução das taxas de acidentes e de severidade dos acidentes no tempo -segunda etapa (elaborada pelo autor)	80
Figura 5.18: Evolução das taxas de acidentes e de severidade dos acidentes no tempo - terceira etapa (elaborada pelo autor)	81
Figura 5.19: Evolução das taxas no tempo – CRT – 1ª etapa (elaborada pelo autor)	82
Figura 5.20: Evolução das taxas no tempo – Fernão Dias – 2ª etapa (elaborada pelo autor)...	82
Figura 5.21: Dispersão das taxas de acidentes com uso do MQO (elaborada pelo autor)	87
Figura 5.22: Dispersão das taxas de severidade dos acidentes com uso do MQO (elaborada pelo autor).....	88
Figura 5.23: Taxas de Acidentes e de Severidade dos Acidentes pela Razão (elaborada pelo autor).....	90
Figura 5.24: Taxas x Razão para a Ecosul - 1ª etapa (elaborada pelo autor)	91
Figura 5.25: Taxas x Razão para a Planalto Sul - 2ª etapa (elaborada pelo autor).....	91
Figura 5.26: Taxas x Razão para a VIA 040 - 3ª etapa (elaborada pelo autor)	92
Figura 5.27: Taxa de acidentes x razão - volume equivalente/volume real (elaborada pelo autor)	93
Figura 5.28: Taxa de severidade dos acidentes da 2ª etapa x razão - volume equivalente/volume real (elaborada pelo autor).....	94
Figura 5.29: Razão x Data (elaborada pelo autor).....	96
Figura 5.30: Volume real de tráfego x taxa de severidade (elaborada pelo autor).....	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Destaques do sistema rodoviário nacional no período de 1960 a 1985 (adaptado de GEIPOT, 2001b).....	14
Tabela 2.2: Destaques do sistema rodoviário nacional no período de 1985 a 2000 (adaptado de GEIPOT, 2001b).....	17
Tabela 2.3: Histórico rodoviário nacional (adaptado de GEIPOT, 2001b e CNT, 2018a)	19
Tabela 2.4: Histórico da frota de veículos (adaptado de GEIPOT, 2001b e DENATRAN, 2018)	20
Tabela 2.5: Conceitos da Lei nº 8.987 – Lei das Concessões (BRASIL, 1995).....	21
Tabela 2.6: Concessões de rodovias federais e suas etapas (elaborada pelo autor)	25
Tabela 2.7: Acidentes em rodovias federais policiadas e outros dados do Brasil (adaptado de CNT, 2017a; DENATRAN, 2018; IBGE, 2018)	26
Tabela 2.8: Acidentes em rodovias federais concedidas (elaborada pelo autor).....	29
Tabela 2.9: Taxas de acidentes das concessões Grupo Abertis (adaptado de ABERTIS, 2017)	31
Tabela 4.10: Situações possíveis de rejeitar uma hipótese estatística (WALPOLE <i>et al.</i> , 2009)	56
Tabela 4.11: Variáveis consideradas nas análises (elaborada pelo autor).....	60
Tabela 5.12: Características Gerais das Etapas e Concessões (elaborada pelo autor)	70
Tabela 5.13: Medidas da taxa de acidentes da amostra, por mês (elaborada pelo autor).....	75
Tabela 5.14: Medidas da taxa da severidade dos acidentes da amostra, por mês (elaborada pelo autor).....	75
Tabela 5.15: Teste de Wilcoxon para taxa de acidentes (elaborada pelo autor)	84

Tabela 5.16: Teste de Wilcoxon para taxa de severidade dos acidentes (elaborada pelo autor)	84
Tabela 5.17: Resultados do modelo das taxas de acidentes com uso do MQO (elaborada pelo autor).....	85
Tabela 5.18: Resultados do modelo das taxas de severidade dos acidentes com uso do MQO (elaborada pelo autor).....	87
Tabela 5.19: Sugestão de elementos para melhorias do monitoramento de acidentes (elaborada pelo autor).....	98

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABCR: Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias

ANTAQ: Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ANTT: Agência Nacional de Transportes Terrestres

CIDE: Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico

CNT: Confederação Nacional do Transporte

CONIT: Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte

DENATRAN: Departamento Nacional de Trânsito

DER: Departamento de Estradas de Rodagem

DNER: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DPRF: Departamento de Polícia Rodoviária Federal

IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

FNIT: Fundo Nacional de Infraestrutura de Transportes

GEIPOT: Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes

ONU: Organização das Nações Unidas

OMS: Organização Mundial da Saúde

SIG: sistema de informação geográfica

PER: Programa de Exploração da Rodovia

PNV: Plano Nacional de Viação

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema e problema

Os acidentes em rodovias são historicamente registrados e continuam ocorrendo, apesar das diversas medidas (em menor ou maior grau) implementadas pelo poder público para reduzi-los e para aumentar o conforto e a segurança dos usuários dos trechos rodoviários. Ferraz *et al.* (2012) identificam que há uma convergência de fatores para que ocorra um acidente de trânsito, quais sejam a exposição do indivíduo ao trânsito, o binômio legislação e fiscalização, e os fatores de risco associados ao ser humano, à via, aos veículos e ao meio ambiente.

Assim, acompanhar e analisar a evolução dos acidentes de trânsito nas rodovias ao longo dos anos, com coleta das informações que busquem auxiliar a identificação das características e severidade das ocorrências, é de fundamental importância para o efetivo diagnóstico dos problemas nos trechos rodoviários. Ainda, possibilita aos gestores estabelecer políticas adequadas para a redução de acidentes por meio do direcionamento de recursos para intervenções em locais específicos ou em campanhas educativas focadas em determinado problema identificado.

Conforme CNT (2018a), observa-se no Brasil uma extensa malha rodoviária federal, compreendendo 65.615 km de rodovias, com suas especificidades e condições diversas nas várias regiões do país, e ainda se verifica a questão referente à sua gestão. O controle da maior parte da malha rodoviária está sob gestão direta do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), que tem a responsabilidade de manter, recuperar e construir as rodovias federais não concedidas. Uma menor parcela de rodovias está concedida à iniciativa privada, por meio de contratos que são regulados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2018).

Quando se trata de rodovias concedidas à iniciativa privada, a temática dos acidentes de trânsito ganha destaque, pois os usuários que as utilizam estão diretamente pagando uma tarifa (cobrança de pedágio) para trafegar por aquele trecho rodoviário. Assim, verifica-se que o estabelecimento de critérios e normas para análise e tratamento deste tema torna-se premente e

indispensável a fim de proporcionar todas as condições de conforto e segurança mínimas e adequadas aos usuários.

Além disso, uma importante vantagem para os contratos de concessão federais, que se encontram identificados em ANTT (2018), seria aquela de identificar os ganhos operacionais e ou estruturais decorrentes das obras realizadas no trecho concedido para confirmar os benefícios trazidos aos usuários da rodovia através, por exemplo, da redução de acidentes. Entretanto, ressalta-se que isto é tão importante para uma rodovia federal concedida quanto para uma que não seja pedagiada.

Destaca-se, porém, que a concessão de rodovias federais é um assunto relativamente recente no Brasil, haja vista que as primeiras concessões federais ocorreram somente a partir da segunda metade da década de 1990. Apesar do seu desenvolvimento desde esse período em diversas etapas de concessão, existiam até o primeiro semestre de 2018, 20 trechos rodoviários concedidos pela União e que compreendiam, aproximadamente, 9.344 km (ANTT, 2018). Atualmente, um desses trechos encontra-se em processo de relicitação pela agência reguladora, porém foi considerado nos estudos devido à quantidade significativa de informações para o período analisado. Essas etapas de concessão são as denominações para o conjunto das concessões (trechos rodoviários concedidos) licitadas em um mesmo período.

As concessões de rodovias federais existentes no país dividem-se em etapas com diferentes particularidades (situação econômica à época, diretrizes técnicas e/ou políticas, etc.). Ainda, cada trecho possui suas especificidades, como, por exemplo, localização em área com características urbanas, rurais ou ambas. Essas diversas características (“variáveis”) podem impactar em maior ou menor grau na questão dos acidentes nos diversos trechos rodoviários. Também se observa que, a cada nova etapa de concessão, as obrigações quanto ao acompanhamento e tratamento dos acidentes de trânsito têm sido aprofundadas. Diante dos diversos cenários citados (que serão explorados nas seções posteriores) e da importância que se deve atribuir à redução dos acidentes de trânsito, observa-se que não é redundante insistir no adequado diagnóstico e tratamento dos problemas identificados para solucioná-los.

Ainda, a importância da temática dos acidentes de trânsito é destacada pela Assembleia Geral das Nações Unidas, que proclamou a Década de Ação das Nações Unidas para a Segurança

Rodoviária (2011-2020) por meio da Resolução nº 64/255/2010, que trata da melhoria da segurança rodoviária no mundo, conforme WHO (2017). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015), foi identificado com base na informação de 180 países que 1,25 milhão de pessoas morreram em 2013 por lesões no trânsito; que dos 68 países que tiveram aumento desde 2010, 84% são de média ou baixa renda; e que ocorrem nestes países 90% das mortes por lesões. A OMS apontou, no entanto, que apesar de o número de mortes ter estabilizado desde 2007, o ritmo da mudança para melhorar a legislação de segurança rodoviária e tornar os veículos mais seguros é demasiado lento.

Em maio de 2011, em resposta à respectiva resolução da Organização das Nações Unidas (ONU), o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) do Ministério das Cidades e o Ministério da Saúde lançaram o Pacto Nacional pela Redução de Acidentes no Trânsito – PARADA – Um Pacto pela Vida, conforme (BRASIL, 2011b). Em setembro de 2012, esse pacto teve ainda a adesão da Presidência da República, e prevê reduzir em 50% o número de acidentes no trânsito, entre 2011 e 2020.

Ainda, conforme BRASIL (2015), foi realizada em novembro de 2015, em Brasília, a 2ª Conferência Global de Alto Nível sobre Segurança no Trânsito – Tempo de Resultados, com o documento final tendo sido aprovado por governos de mais de 120 países, com o apoio de representantes da sociedade civil, da academia e do setor privado.

Destacam, como resultados desse evento, as recomendações de ações para proteger os usuários vulneráveis das vias, desenvolver e promover uso de veículos mais seguros e aumentar a conscientização e capacidade dos usuários. Recomendações foram feitas, ainda, para melhorar a resposta pós-acidente e serviços de reabilitação e, também, para fortalecer a cooperação e coordenação para a segurança no trânsito global. Ainda, pelas pesquisas realizadas, não se observou a atualização das medidas efetivas e coordenadas; posteriormente à realização desse evento; pelo governo federal brasileiro a fim de atingir essa meta de redução do número de acidentes.

Assim, identificar se os números de acidentes têm se reduzido durante os períodos de concessões é algo a ser feito para constatar a efetividade dos programas de concessão e, também, para corroborar com o atendimento das metas previstas de redução de acidentes no

país. Destaca-se que esse problema está, de fato, relacionado com os esforços das concessionárias em colocar em prática os procedimentos preventivos existentes nos contratos de concessão, tais como a realização de obras de menor ou maior porte para a redução de conflitos e a prestação de atendimentos de emergência nos acidentes em tempo adequado.

Nesse contexto, conforme será demonstrado na seção 1.3, observa-se que falta um acompanhamento sistematizado, no mínimo nas rodovias federais concedidas, que possibilite estabelecer critérios de acompanhamento de resultados de forma padronizada e de direcionamento de políticas de redução de acidentes. Isso permitiria a análise, de forma geral, de cada trecho rodoviário concedido, ou parte dele, e o estabelecimento de parâmetros e/ou indicativos referenciais para indicar a necessidade de tomar medidas para solução dos problemas.

1.2 Objetivos

Diante do exposto, o objetivo geral desta pesquisa é analisar a evolução dos acidentes nas rodovias federais concedidas no Brasil. Ainda, com base nos resultados alcançados, serão sugeridos elementos para melhorias do monitoramento de acidentes. Isto contribui na elaboração futura de uma proposta de instrumento padrão para monitoramento desses acidentes e favorece a comparação adequada entre os trechos concedidos de forma padronizada.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- i. identificar padrões em relação às responsabilidades das concessionárias, com base nas obras, nos serviços previstos e nas etapas de concessão;
- ii. analisar a evolução do embasamento legal das responsabilidades das concessionárias;
- iii. analisar os acidentes, com foco na evolução geral, nas concessões e nas especificidades;
- iv. analisar as relações causais entre atributos (geométricos e intervenções nas rodovias) e severidade e frequência dos acidentes rodoviários;

- v. propor estratégias para melhorias do monitoramento de acidentes em rodovias concedidas.

Quanto ao citado nos objetivos específicos, observa-se que os Programas de Exploração das Rodovias (PER) são o elenco das obrigações contratuais a serem cumpridas pelas concessionárias de rodovias, conforme pode ser identificado em ANTT (2018). Estes programas serão citados neste trabalho e detalhados em seção do capítulo Resultados e Discussões. Por meio desses programas e das características específicas nos contratos de concessão, poderá ser identificada a evolução do embasamento legal das responsabilidades das concessionárias. Isso é fator importante no auxílio à identificação das especificidades das etapas de concessões e da eventual alteração da quantidade dos acidentes em decorrência do impacto das obras realizadas e dos serviços prestados.

Especificamente quanto aos dados principais e necessários ao desenvolvimento do estudo, destacam-se as informações de acidentes (quantidade e por tipo de ocorrência-severidade) em uma série temporal mínima e adequada para se ter uma amostra consistente de informações. Também são importantes para o trabalho os dados de volumes de tráfego (volume real – total de veículos indistintamente das categorias de veículos, e volume equivalente – volume de veículos convertido de acordo com o multiplicador da categoria) e de tipo de pista (simples, dupla, dentre outros) dos diversos segmentos de cada trecho rodoviário concedido.

Por fim, conforme identificado em ANTT (2018), o monitoramento de acidentes de trechos rodoviários concedidos constitui-se de um programa de longo prazo para a redução de acidentes de trânsito. Esse programa prevê adaptações na rodovia e estratégias de gestão de obras, além do acompanhamento de resultados da verificação da necessidade de adequação ou melhorias diversas.

1.3 Justificativa e relevância

Os acidentes nas rodovias federais concedidas, além de impactarem nas condições de operação das vias, ocorrem nas rodovias com os maiores volumes de tráfego do país, influenciando nos custos de transporte do Brasil. Segundo CNT (2018b), tendo como referência o número de total de acidentes registrados em 2017 nas rodovias federais policiadas (que serão apresentados em

seção específica, posteriormente) e na inflação do período, constatou-se um prejuízo de R\$10,77 bilhões para o país com as perdas monetárias advindas dos acidentes rodoviários. Esse valor corresponde aos custos estimados com a perda de vidas e de cargas e com os danos materiais dos veículos. Ainda, este valor é 35% maior do que os R\$7,98 bilhões investidos diretamente pela União nas rodovias do país, no mesmo período; e pelos resultados do estudo verifica-se que 37,7% dos valores foram perdidos em acidentes com vítimas fatais.

De acordo com levantamento mais recente, a malha rodoviária brasileira conta com 1.563.392 km de rodovias implantadas (dentre vias federais, estaduais e municipais), sendo que deste total 213.453 km correspondem a rodovias pavimentadas (CNT, 2018b). Ainda, considerando os dados da Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR, 2018), toda a malha rodoviária brasileira concedida compreende 19.030 km de rodovias, o que corresponde a 9% do total de rodovias pavimentadas.

Pelos dados históricos de 11 anos recentes (período de 2007 a 2017) é possível observar que a frota de veículos no país teve um crescimento, com ápice no ano de 2008, quando chegou a uma taxa de crescimento anual de 9,80%, e com posterior variação e desaceleração deste aumento a partir de 2010; chegando em 2017 a uma taxa de 3,44% no ano (DENATRAN, 2018). Cabe destacar que nem todos os veículos em circulação no país trafegam nas rodovias federais pedagiadas, mas esses números podem apontar para o incremento do número de acidentes em decorrência do aumento da frota. O aumento de novos motoristas, possivelmente inexperientes e usuários de rodovias, também podem ser um dos motivos do aumento de acidentes, tendo em vista que 30% dos condutores envolvidos em acidentes de trânsito nas rodovias federais policiadas, entre 2007 e 2010, tinham até 30 anos de idade, conforme DNIT e DPRF (2007 e 2010). As melhores condições dos veículos também pode ser fator determinante do número de ocorrências; e, dessa forma, é mais um atributo que contribui para a complexidade da identificação de causa dos acidentes.

Ferraz *et al.* (2012), observam que, dentre os fatores determinantes para a ocorrência de um acidente de trânsito, verificam-se aqueles relacionados aos componentes físicos do sistema de trânsito, tais como o ser humano, o veículo, a via e o meio ambiente. Destacam-se como fatores ligados ao ser humano o emprego de velocidade inapropriada; a ingestão de álcool, drogas ou medicamentos; o cansaço e sonolência, conduta perigosa, dentre outros. Os fatores de risco

associados à via podem ser os defeitos na superfície de rolamento, projeto geométrico inadequado, sinalização deficiente, interseções inadequadas, problemas na lateral da via e falta de iluminação em locais críticos. Além disso, quanto aos fatores associados aos veículos, destacam-se a manutenção inadequada, tipo de veículo, projetos dos veículos e visibilidade. A chuva, neve, vento forte, neblina ou fumaça, material sobre a pista (óleo ou outro material), propaganda comercial e animais são os principais fatores de risco relacionados ao meio ambiente.

Nesse contexto, analisar a evolução de acidentes nos trechos de rodovias federais concedidas, por meio de fatores diversos, permite inferir se está havendo atendimento às premissas existentes nos programas de concessões de rodovias federais quanto ao assunto. Observa-se que a partir da terceira etapa de concessões as premissas estão claramente identificadas e destacadas a seguir:

- a necessidade de acompanhamento e elaboração periódica de Relatório de Monitoração de Acidentes pelas concessionárias de rodovias;
- o cálculo do Indicador do Nível de Acidentes com vítimas na Rodovia (IA), que afere a variação no nível de acidentes do trecho concedido em comparação a outras rodovias concedidas.

Ainda, destacam-se os diversos formatos de apresentação dos relatórios de monitoramento de acidentes das concessões rodoviárias federais que possuem esta obrigação contratual. Nesse sentido, a sugestão de elementos para melhoria do monitoramento de acidentes pode auxiliar na elaboração de uma proposta de instrumento padrão. Assim, além de padronizar, a agência reguladora poderá exigir também das concessões que não possuem tal obrigação a elaboração desse documento, através da inclusão no programa de exploração da rodovia mediante revisão tarifária (dispositivo contratual previsto para proceder à inclusão/exclusão de obrigações contratuais, dentre outros itens). Isso poderá permitir o estudo criterioso dos acidentes, identificar os segmentos críticos¹, propor tratamento de tais segmentos, elevar a segurança

¹ Segmento crítico – segmento de rodovia em que se verificam acidentes com muita frequência (DNER, 1997)

viária dos diversos usuários das rodovias federais concedidas, além de possibilitar o ranqueamento das concessões.

Ressalta-se, também, a necessidade de provocar e dar maior atenção ao tema acidentes em rodovias, devido à inexistência de estudos e comparativos recentes a respeito do tema, específicos para as rodovias federais concedidas. Destaca-se a existência de estudos gerais para rodovias que englobam dados de acidentes de todas as rodovias ou que também incluem dados em vias urbanas. Ainda, encontram-se estudos específicos para determinada faixa etária, com análise não permitindo considerações globais e locais sobre os acidentes.

O IPEA (2015) identificou que, em 2014, a colisão frontal foi o principal tipo de acidente e que mais produziu óbitos em rodovias federais, sendo seguido pelo atropelamento de pessoas, principalmente, em trechos urbanos. Dessa forma, o instituto aponta como imprescindível a duplicação de trechos de rodovias em pista simples e a sinalização adequada como medidas para reduzir o número de óbitos nas rodovias, bem como a implantação de passarelas e outros dispositivos de segurança para os pedestres, a fim de se reduzir o número de atropelamentos.

Por fim, é relevante focar em estudos para a melhoria da segurança viária e, conseqüentemente, dos usuários dos trechos rodoviários analisados. Tais trechos são estratégicos para o desenvolvimento da infraestrutura do país e apresentam fluxo intenso de veículos, conforme identificado em ANTT (2018).

1.4 Estrutura da dissertação

Este trabalho é composto por outros 5 capítulos, além deste capítulo introdutório. O Capítulo 2 apresenta uma revisão sobre o histórico rodoviário nacional, as concessões rodoviárias e os acidentes em rodovias federais. O capítulo 3 contém a revisão da literatura sobre a conceituação e o monitoramento de acidentes de trânsito. A metodologia desta pesquisa é apresentada no capítulo 4. Os resultados e discussões obtidos com a aplicação da metodologia são apresentados no capítulo 5. No capítulo 6 estão destacadas as considerações finais, as limitações e as recomendações para os próximos trabalhos. Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas que embasaram esta dissertação e os apêndices.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE O HISTÓRICO RODOVIÁRIO, AS CONCESSÕES DE RODOVIAS FEDERAIS E A OCORRÊNCIA DE ACIDENTES

Este capítulo, composto por quatro seções, destaca o histórico rodoviário nacional, as concessões de rodovias federais e suas etapas, e, posteriormente, direciona para a contextualização de acidentes em rodovias federais e em rodovias pedagiadas no exterior. Este esclarecimento colabora com o entendimento da abordagem deste trabalho quanto às responsabilidades dos envolvidos nas concessões, obras e serviços previstos e realizados. Contribui, ainda, com a análise dos resultados esperados nos programas implementados ou em implementação, além da verificação da melhoria das condições de conforto e segurança aos usuários das rodovias.

2.1 Histórico rodoviário nacional a partir do século XX

Os primeiros automóveis circularam no Brasil em São Paulo, a partir de 1893, porém, eram apenas curiosidade naquela época. Somente a partir da primeira década do século seguinte os automóveis passaram a influenciar o processo de reorientação de políticas públicas de transportes, de acordo com a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT, 2001b). Assim, até o início da década de 1950, “a rede urbana brasileira e o sistema de transporte apresentaram o tradicional desenho em forma de pés de galinha: em cada região, uma cidade junto ao litoral ou próxima a ele polarizava as demais como ponto convergente de todos os caminhos” (TASCHNER e BOGUS, 1986; BAENINGER, 1992). Ainda, após 1956, com o desenvolvimento industrial do país e a construção de Brasília, houve um necessário avanço no setor rodoviário. As interligações dos mercados regionais em expansão e da própria Capital Federal com as demais regiões do país impulsionaram o crescimento deste sistema rodoviário. Baeninger (1992) também cita o crescimento das cidades e a criação das regiões metropolitanas, com significativa migração do meio rural para o meio urbano, principalmente no período das décadas de 1950 a 1980.

Assim, destaca-se o avanço rodoviário a partir de 30 de dezembro de **1905**, com a Lei nº 1.453 que garantiu **subvenção federal a obras rodoviárias** que ligassem as capitais de estados.

Entretanto, a referida Lei previa que **não poderia haver cobrança de pedágio** e que deveria ser atendido dado padrão técnico para a execução das vias. Na sequência, em 29 de dezembro de 1906, a partir da Lei nº 1.606, foi criado o Ministério de Viação e Obras Públicas – MVOP, que apontava para a importância do setor rodoviário nas décadas subsequentes. Ainda, através do Decreto nº 8.324, de 25 de outubro de 1910, o Governo Federal previu o pagamento de subvenções por quilômetro de rodovia construída, conforme especificações de projeto e execução. Verifica-se que tal decreto direcionou para a introdução de padrões mínimos de tecnologia rodoviária e propiciou o desenvolvimento rodoviário, que era lento até o século anterior em função da dinâmica ferroviária e de sua priorização (GEIPOT, 2001b).

Com a criação do Fundo Especial para a Construção e Conservação das Estradas de Rodagem Federais a partir do Decreto nº 5.141, em janeiro de 1927, a construção rodoviária passou de plano a diretriz básica de política pública em nível federal. Esse decreto estabeleceu que os recursos para o respectivo fundo originariam de dois tipos de taxação sobre o consumo; um imposto fixo adicional por unidade e um adicional sobre o imposto pago sobre todos os veículos (de bicicletas a caminhões) e seus acessórios. O referido fundo tinha também a previsão de possibilitar o repasse de recursos federais para apoio ao desenvolvimento de programas estaduais de expansão viária (GEIPOT, 2001b).

No final da década de 1920, o Decreto nº 18.323, de 24 de fevereiro de 1928, aprovou o regulamento para a circulação internacional de automóveis no território brasileiro e para a segurança no trânsito e polícia das estradas. Tendo sido uma das primeiras regras de trânsito no Brasil, esse decreto ainda tratou da expedição de certificados de circulação e condução de veículos em todo o país. A expedição destes certificados foi realizada, inicialmente, pelo Automóvel Clube do Brasil. Este organismo foi importante ao contribuir para o avanço do setor rodoviário no país, haja vista que a ideia de criação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) partiu de um de seus congressos. Em 1930, havia 2.255 km de estradas de rodagem e 5.917 km de carroçáveis (estradas simples, com processo construtivo limitado a picadas roçadas e destocadas, sem obras de arte necessárias, e sem preocupação com alinhamentos verticais ou horizontais, o que as tornou trafegáveis apenas nos meses sem chuvas). Observa-se que a falta de conservação das estradas acarretou a perda de muitas delas ou a necessidade de sua total reconstrução (GEIPOT, 2001b).

Rodoviário Nacional – FRN. Este fundo auxiliou na implantação das obras rodoviárias pelo governo federal nos dez anos seguintes por meio de imposto cobrado sobre combustíveis líquidos e lubrificantes. O FRN possibilitou que os três níveis de governo estruturassem órgãos para a execução de programas e projetos rodoviários, por meio da destinação de 40% dos recursos para o DNER e dos 60% restantes para rateio entre os estados e municípios.

GEIPOT (2001b) identificou também que, dentre as principais obras rodoviárias do programa executado nos dez anos subsequentes ao FRN, destacaram-se atendimento a todas as regiões do país, eixos de ligação entre a Capital Federal e as capitais de alguns estados, e ligações transversais. A Rodovia Rio - São Paulo (Rodovia Presidente Dutra), iniciada em 1954, somente foi totalmente pavimentada ao longo da década de 1950. Já a Rodovia Rio de Janeiro – Bahia, concluída em 1948, permitiu a integração do sistema viário do Nordeste à malha viária do Sul do país, além de conexões para o Centro-Oeste. Além disso, houve a pavimentação da parte final da Rodovia Rio de Janeiro – Belo Horizonte, haja vista que o segmento inicial entre Rio de Janeiro e Juiz de Fora tratava-se da primeira rodovia do País, a União Indústria.

Em 1954, com a criação da Petrobrás, o transporte rodoviário teve uma evolução significativa, em função das fábricas de asfalto estrategicamente implantadas. Isso possibilitou o desenvolvimento da pavimentação rodoviária. Entre 1956 e 1960, a implantação da indústria automobilística e a construção de Brasília foram os fatores que sedimentaram o desenvolvimento do sistema rodoviário nacional, com metas de pavimentação de 5.000 km e de implantação de mais 12.000 km de rodovias. Este período também contou com a execução de um plano emergencial contra as secas no Nordeste - ampliar e melhorar as rodovias nos estados e municípios do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba - e que compreendeu a construção de 1.069 km de estradas de diferentes categorias e a conclusão e melhoria de outros 1.782 km de estradas (GEIPOT, 2001b).

O período de 1960 a 1985 foi marcado pelo regime militar. A paralisação da economia no início da década de 1960 teve como consequência a tomada do poder pelos militares, sendo esse poder exercido de forma autoritária e centralizada. Isto ocorreu até 1974, quando, a partir de um processo lento de distensão e abertura, houve a entrega do poder a um presidente civil, porém via eleições indiretas, em 1985. Nesse período são destacadas diversas questões sobre o setor rodoviário. Inicialmente, o rigoroso ajuste econômico, com posterior retomada dos

investimentos estrangeiros, decorrentes de incentivos fiscais atraentes, conforme destacado na Tabela 2.1 a seguir. Isso possibilitou a gradativa retomada dos investimentos em infraestrutura, com resultados positivos para a política econômica a partir de 1968. Entretanto, observou-se um Estado com papel mais ativo, como produtor dos investimentos e não somente orientador, apesar dos incentivos aos empreendedores estrangeiros e nacionais (GEIPOT, 2001b).

Tabela 2.1: Destaques do sistema rodoviário nacional no período de 1960 a 1985 (adaptado de GEIPOT, 2001b)

Ano	Normativo	Descrição
1964	Decreto nº 53.960, de 09 de junho	Programa de Ação Econômica do Governo – PAEG – investimentos para sanear as deficiências do setor de transporte. Plano de prioridades rodoviárias (seleção de 26 rodovias para aplicação de recursos).
1964	Lei nº 4.592, de 29 de dezembro	Aprovação do Plano Nacional de Viação – PNV, que tratou de forma integrada os diversos modos de transporte e estabeleceu nova nomenclatura das rodovias nacionais. O PNV possuía oito estradas radiais ³ a partir de Brasília, 15 longitudinais, 21 transversais, 27 diagonais e outras 55 ligações. Ainda, buscou encurtar o tráfego interestadual, ligar duas ou mais capitais estaduais com a fronteira terrestre, e permitir o acesso a pontos de atração turística ou a outros pontos importantes.
1965	Lei nº 4.808, de 25 de outubro	Criação do Conselho Nacional de Transportes – CNT.
1965	Decreto nº 57.276, de 17 de novembro	Criação do Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes – GEIPOT, com o objetivo de “[...] traçar as diretrizes para o atendimento integrado, eficiente e econômico da presente e futura demanda de transportes no país.” (GEIPOT, 2001b, p. 304).
1965	Decreto nº 57.555, de 29 de dezembro	Criação da comissão para elaborar projeto definitivo de ligação direta, através de ponte, entre o Rio de Janeiro e Niterói. Esta obra foi concluída no primeiro trimestre de 1974.
1967	Decreto-lei nº 200, de 25 de fevereiro	Reforma geral da administração pública, com criação do Ministério dos Transportes – MT, em 15 de maio de 1967, “[...] como responsável pela direção, coordenação, fiscalização e controle do Sistema Nacional de Transportes.” (GEIPOT, p. 303).
1967	-	Elaboração do Programa Estratégico de Desenvolvimento – PED, objetivou o desenvolvimento econômico autossustentado com

3 Rodovias radiais - as que partem da Capital Federal, em qualquer direção, para ligá-las a capitais estaduais ou a pontos periféricos importantes do país;
Rodovias diagonais - as que se orientam nas direções Nordeste-Sudoeste ou Noroeste-Sudeste. (BRASIL, 2011a)

		foco na garantia ao país de uma infraestrutura adequada, com uma operação eficiente e integrada das várias modalidades de transporte. Surgimento de empresas nacionais de consultoria de transportes que, através da elaboração dos estudos de viabilidade técnico-econômica e dos projetos finais de obras prioritárias, propiciaram um estoque de projetos. Este projetos puderam ser negociados com organismos internacionais de financiamento, e aumentaram a capacidade de investimento no setor rodoviário.
1968	Decreto-Lei nº 397, de 30 de dezembro	Criação da Taxa Rodoviária Única – TRU, para conservação de estradas de rodagem.
1973	-	Impacto decorrente da primeira crise do petróleo, com a elevação súbita e considerável do preço desta <i>commodity</i> (matéria-prima, produto de qualidade e característica uniforme). Também é importante destacar o impacto na economia quando da segunda crise do petróleo, do encarecimento súbito da dívida externa decorrente do aumento de juros implementado pelo Governo Reagan nos Estados Unidos da América, e da decretação pelo México da moratória de sua dívida; que fez com que os mercados financeiros internacionais se fechassem também ao Brasil.
1973	Lei nº 5.917, de 10 de setembro	Revisão do Plano Nacional de Viação – PNV, com princípios e normas de economia de transporte incorporados ao plano e aplicáveis a todas as jurisdições com visão sistêmica nacional.
1974	-	Planejamento como importante de ferramenta de decisão do governo, haja vista o I Plano Nacional de Desenvolvimento – PND. A partir de 1974, através de um rápido endividamento externo, o governo implementou o II PND, com rápida expansão da infraestrutura e a implantação de empresas estatais reforçando o aumento da presença do estado na economia, conforme destacado a seguir: “Temos a figura do Estado “realizador”, que <u>dispensava parcerias e concessões de serviços</u> , muito embora subcontratasse a execução de obras, estudos e projetos, dando condições ao surgimento de um forte setor empresarial nacional de construção civil pesada e de consultoria.” (GEIPOT, 2001b, p. 297, grifo nosso) No I PND e II PND, foram lançados programas regionais visando expandir a malha rodoviária, e que possibilitaram a integração do centro-oeste e da Amazônia às demais regiões.
1975 a 1978	-	Batalhões de Engenharia do Exército realizaram obras de pavimentação em mais de 2.600 km de rodovias em diversos pontos do país.
1976	-	A continuidade dos projetos que vinha passando de governo a governo e a expansão da infraestrutura tiveram um freio, com corte nos recursos financeiros necessários.

1979 a 1985	-	<p>Período de crise energética, desequilíbrio na balança de pagamentos e processo inflacionário. Isto fez com que o Ministério dos Transportes seguisse as metas de eficiência da operação, recuperação dos sistemas existentes e reexame das prioridades (foco em projetos absolutamente essenciais). Destacase também a preocupação com avaliação e prevenção dos efeitos da tecnologia sobre o meio ambiente;</p> <p>À medida que havia a expansão da malha rodoviária, os problemas de sua manutenção agravavam-se, e a limitação de recursos fez com que a meta de recuperação dos trechos rodoviários não fosse atingida. Neste período, as obras de conservação foram subcontratadas à iniciativa privada, e também delegadas aos DERs estaduais e aos Batalhões de Construção do Ministério do Exército, sendo que os Batalhões se responsabilizaram por 36% da rede;</p> <p>Observa-se a preocupação com a participação da sociedade em geral nas ações do governo. Foram implementados programas de atendimento ao usuário (recebimento de críticas, reclamações e sugestões), de pontos de parada e apoio nas rodovias federais (assegurar condições de conforto, de higiene e segurança dos passageiros de transporte interestadual e internacional), e de racionalização administrativa e operacional (modernização dos procedimentos com simplificação das atividades) no setor de transportes.</p>
1979 a 1985	quanto ao DNER	<p>Teve que rever as diretrizes para os programas de construção, e focou em: privilegiar a construção de contornos viários a fim de desviar dos maiores centros urbanos o tráfego de longa distância; pavimentar e implantar rodovias em corredores / áreas de influência agrícola; e implantar segmentos que ao completar a malha troncal reduzisse custos operacionais;</p> <p>Na parte de restauração rodoviária buscou medidas que reduzissem investimentos, tais como restaurar o máximo com o objetivo de reduzir o custo por quilômetro, realizar recapeamento em trechos de situação regular a fim de evitar a reconstrução ou restauração pesada, focar nos principais troncos rodoviários, e introduzir balanças de pesagem para o controle de carga e com isto reduzir os gastos com manutenção.</p>

Posteriormente ao Regime Militar, no período de 1985 a 2000, observou-se uma série de tentativas de reestruturação econômica no país, além de situações tais como a inflação chegando a superar 2.000% no ano de 1989, um *impeachment* de presidente e alteração de moeda, com implantação do Plano Real em dezembro de 1993. Assim, o Governo Federal buscou através de ajuste fiscal, abertura comercial, privatizações e reforma administrativa reverter as condições econômicas do país. Na área de transportes podem ser destacadas as privatizações de empresas

estatais e a delegação da exploração da infraestrutura e de serviços públicos a terceiros como forma de solucionar os problemas do país. Ainda, em resposta à queda da capacidade de investimento, focou-se numa perspectiva multimodal no planejamento de transporte e nas suas políticas, através do Programa de Desenvolvimento do Setor de Transportes – PRODEST, com harmonização das políticas e ações tanto federais quanto estaduais (GEIPOT, 2001b).

A movimentação de carga no país cresceu, sendo um dos fatores o aumento das distâncias de transporte, seja pela expansão das fronteiras agrícolas ou em função da urbanização de áreas a Noroeste e Oeste dos centros urbanos mais importantes. Esse aumento da demanda das rodovias impactou nas suas condições operacionais e, conseqüentemente, nas dificuldades de manutenção em função da falta de recursos. A tentativa de implantação do selo-pedágio, com receitas direcionadas para a conservação e melhoria das estradas, não surtiu o efeito desejado, o que eliminou a possibilidade de vinculação de recursos para o setor rodoviário, da mesma forma que ocorreu em governos anteriores.

Nesse contexto, a Tabela 2.2 identifica alguns destaques da situação do sistema rodoviário nacional no período de 1985 a 2000. Ainda, Brasil (2017) disponibiliza figuras, que estão apresentadas no Apêndice A, onde é possível identificar a evolução no sistema rodoviário nacional.

Tabela 2.2: Destaques do sistema rodoviário nacional no período de 1985 a 2000 (adaptado de GEIPOT, 2001b)

Ano	Normativo	Descrição
Final 1980		A conservação da malha rodoviária nacional estava em situação crítica
1990	Decreto nº 99.179, de 15 de março	Criação do Programa Federal de Desregulamentação, que fortaleceu a iniciativa privada e reduziu a interferência do Estado na vida econômica do país.
1990	Medida Provisória 155, de 15 março	- MP convertida na Lei nº 8.031, de 12 de abril de 1990; - Criação do Programa Nacional de Desestatização.
1990 a 1992		- Ficou claro que a privatização era elemento central da política econômica e que era base do processo de se construir a competitividade nacional; - O setor de transportes foi fortemente afetado a ponto de o Ministério dos Transportes ter sua capacidade de monitorar o

		transporte no país comprometida entre abril de 1990 e maio de 1992 em função da sua incorporação ao Ministério da Infraestrutura. - Necessidade de construção de embasamento jurídico e de amadurecimento setorial para implementar o processo de desestatização, sendo paulatinamente implementado tal arcabouço jurídico.
1993	Lei nº 8.666, de 21 de junho	- Instituiu normas para licitações e contratos da Administração Pública; - Garantiu a competição em processos que objetivavam selecionar contratados pelo setor público; - Buscou mostrar que retirar o Estado da economia não significava abandonar a sociedade às forças do mercado ou deixá-lo sem regulação.

Assim, pela Tabela 2.3 pode ser identificada a evolução do sistema rodoviário no país, segundo GEIPOT (2001b) e CNT (2018a). Vale destacar que foi necessário ajustar a itemização e a nomenclatura utilizadas a fim de possibilitar a consolidação das informações em função da escassez de dados em uma única fonte de consulta. Os dados permitem identificar que desde 2007 a quantidade de rodovias pavimentadas tem correspondido a, no mínimo, 13,0% da malha rodoviária total do país, com o melhor resultado em 2008, quando chegaram a 13,8% da malha rodoviária total do país. Observa-se também, pela série temporal de 2001 a 2017, uma variação da malha rodoviária total implantada, que teve seu ápice em 2008 com 1.634.071 km e terminou 2017 com 1.563.392 km, conforme (CNT, 2018a).

Tabela 2.3: Histórico rodoviário nacional (adaptado de GEIPOT, 2001b e CNT, 2018a)

Ano	Rodovias Pavimentadas (km)	Rodovias Não Pavimentadas (km)	Malha Rodoviária Total ¹ (km)	% Pavimentado
1930	2.255	5.917	8.172	27,6%
1942	1.000	275.700	276.700	0,4%
1955	-	-	341.035	-
1984	-	-	1.412.000	-
2001	170.903	1.427.394	1.598.297	10,7%
2002	172.880	1.425.945	1.598.825	10,8%
2003	181.763	1.415.612	1.597.375	11,4%
2004	196.094	1.413.982	1.610.076	12,2%
2005	205.706	1.391.868	1.597.574	12,9%
2006	205.699	1.392.005	1.597.704	12,9%
2007	208.463	1.389.223	1.597.686	13,0%
2008	211.679	1.422.392	1.634.071	13,0%
2009	212.491	1.368.368	1.580.859	13,4%
2010	212.738	1.368.227	1.580.965	13,5%
2011	219.089	1.364.242	1.583.332	13,8%
2012	202.390	1.359.061	1.561.451	13,0%
2013	203.599	1.358.829	1.562.428	13,0%
2014	213.230	1.353.185	1.566.415	13,6%
2015	210.619	1.352.464	1.563.082	13,5%
2016	212.818	1.350.785	1.563.603	13,6%
2017	213.453	1.349.939	1.563.392	13,7%

Obs.: ¹ considera somente as rodovias existentes (implantadas)
fontes GEIPOT, 2001b (1930 a 1984) e CNT, 2018a (2001 a 2017)

Ainda, paralelamente ao avanço do sistema rodoviário ressalta-se a Tabela 2.4 a seguir, que identifica o histórico do crescimento da frota de veículos no Brasil, conforme GEIPOT (2001b) e DENATRAN (2018). Observa-se um significativo crescimento da frota de veículos e um aumento de mais de 13% a.a. entre 1950 e 1955. Esse aumento da frota pode ser verificado também nas décadas posteriores, chegando em 2008 a uma frota de 54.506.661 veículos e uma taxa de crescimento de 9,8% a.a. Em 2017, a frota do país compreendia 97.091.956 veículos, com uma taxa de crescimento modesta se comparada às anteriormente citadas. Entretanto, se for verificado o período dos últimos 11 anos (2007 a 2017) a frota de veículos do país teve um crescimento de 95,6%.

Tabela 2.4: Histórico da frota de veículos (adaptado de GEIPOT, 2001b e DENATRAN, 2018)

Ano	Frota de Veículos (un.)	Taxa de Crescimento (% a.a.)
1942	197.316	-
1950	359.880	7,80%
1955	680.020	13,57%
1960	1.047.613	9,03%
2000	29.722.950	8,72%
2007	49.644.025	7,60%
2008	54.506.661	9,80%
2009	59.361.642	8,91%
2010	64.817.974	9,19%
2011	70.543.535	8,83%
2012	76.137.191	7,93%
2013	81.600.729	7,18%
2014	86.700.490	6,25%
2015	90.686.936	4,60%
2016	93.867.016	3,51%
2017	97.091.956	3,44%

Obs.: fontes GEIPOT, 2001b (1942 a 1960) e DENATRAN, 2018 (2000 a 2017)

Também é importante destacar a importância do setor rodoviário no que tange o transporte de cargas do Brasil, haja vista que em 1950 já respondia por 38,0% da matriz de transporte de cargas do país. Em 1960, a participação desse setor na produção do transporte de cargas correspondia a mais de 58% e chegou a 70,5% em 1978 (GEIPOT, 2001b). Ainda, dados de 1996 a 2000 do GEIPOT (2001a) mostram uma redução de 63,7% para 60,5%. Verifica-se também que desde 2015 a predominância do modo rodoviário na matriz de transporte de cargas permanece com 61% (CNT, 2015, 2016, 2017b e 2018b).

2.2 Concessões de rodovias federais e suas etapas

Inicialmente, destaca-se a origem do processo de concessões rodoviárias federais que tem como base o artigo 175 da Constituição da República Federativa do Brasil – CF – de 1988, o qual especifica que “incube ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob o regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos”, conforme BRASIL (2016, p.110). As concessões também possuem base no artigo 178, o qual

identifica que “a lei disporá sobre a ordenação dos transportes aéreo, aquático e terrestre, devendo, quanto à ordenação do transporte internacional, observar os acordos firmados pela União, atendido o princípio da reciprocidade” (BRASIL, 2016, p.112).

Huertas (2018) ressalta a apresentação do Programa de Concessões de Rodovias Federais (Procrofe) em 1993. Apesar da execução, inicialmente, ter ficado sob responsabilidade de uma comissão formada por representantes do Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) e Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT), logo em seguida foi assumida integralmente pelo Departamento de Concessões Rodoviárias do DNER. Não havia, no entanto, disciplinamento jurídico para colocar o Procrofe em prática (HUERTAS, 2018).

A partir dos artigos 175 e 178, da CF foi elaborada a Lei nº 8.987, 13 de fevereiro de 1995, que alavancou o processo de concessão das rodovias federais. A chamada “Lei das Concessões” explicita os conceitos de poder concedente, concessão de serviço público, concessão de serviço público precedido de obra pública e da permissão de serviços públicos, de acordo com BRASIL (1995), e a Tabela 2.5 a seguir. Tal lei ainda trata do serviço adequado, dos direitos e obrigações dos usuários, da política tarifária, da licitação do contrato de concessão, dos encargos do poder concedente e dos concessionários, da intervenção e extinção da concessão, e da permissão de serviços públicos.

Tabela 2.5: Conceitos da Lei nº 8.987 – Lei das Concessões (BRASIL, 1995)

Art.	Conceito	Descrição
2º, I	poder concedente	A União, o Estado, o Distrito Federal ou o Município,—em cuja competência se encontre o serviço público, precedido ou não da execução de obra pública, objeto de concessão ou permissão.
2º, II	concessão de serviço público	Delegação de sua prestação , feita pelo poder concedente, mediante licitação, na modalidade de concorrência , à pessoa jurídica ou ao consórcio de empresas que demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado.
2º, III	concessão de serviço público precedida da execução de obra pública	Construção, total ou parcial, conservação, reforma, ampliação ou melhoramento de quaisquer obras de interesse público , delegada pelo poder concedente, mediante licitação, na modalidade de concorrência , à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para a sua realização , por sua conta e risco, de forma que o investimento da

		concessionária seja remunerado e amortizado mediante a exploração do serviço ou da obra por prazo determinado.
2º, IV	permissão de serviço público	Delegação, a título precário, mediante licitação, da prestação de serviços públicos , feita pelo poder concedente à pessoa física ou jurídica que demonstre capacidade para seu desempenho , por sua conta e risco.
6º, §1º	serviço adequado	É o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas.
9º	política tarifária	A tarifa do serviço público concedido será fixada pelo preço da proposta vencedora da licitação e preservada pelas regras de revisão previstas nesta Lei, no edital e no contrato.
15º	critérios no julgamento da licitação (Redação dada pela Lei nº 9.648, de 1998)	I - O menor valor da tarifa do serviço público a ser prestado; II - A maior oferta, nos casos de pagamento ao poder concedente pela outorga da concessão; III - A combinação, dois a dois, dos critérios referidos nos incisos I, II e VII; IV - Melhor proposta técnica, com preço fixado no edital; V - Melhor proposta em razão da combinação dos critérios de menor valor da tarifa do serviço público a ser prestado com o de melhor técnica; VI - Melhor proposta em razão da combinação dos critérios de maior oferta pela outorga da concessão com o de melhor técnica; ou, VII - Melhor oferta de pagamento pela outorga após qualificação de propostas técnicas.

É importante ressaltar que a falta de recursos para investimento em implantação, conservação e manutenção de infraestrutura, à época da citada legislação, fez com que o Brasil optasse pela concessão de serviço público precedido de obra pública. Garcia (2004) observa que o tratamento empresarial dado às concessões de serviços públicos e de obra pública, através da criação de um ambiente que facilitasse a entrada de capital privado nos negócios que envolvessem os serviços e obras de infraestrutura, foi o grande objetivo dessa nova legislação. Assim, vale destacar que na visão técnica foi uma medida acertada do governo, pois as concessões garantiram investimentos constantes nos trechos rodoviários com melhorias, conservação, manutenção, e até serviços operacionais, antes inexistentes.

Ainda, observa-se que o menor valor de tarifa foi o critério adotado para o julgamento das propostas da primeira etapa de concessões federais, conforme art. 15 – I, da Lei nº 8.987/1995, e Tabela 2.5. Verifica-se que o mesmo critério continua sendo utilizado desde então para os

demais lotes licitados pelo governo federal. É importante destacar que a utilização desse mesmo critério é interessante, pois a tarifa precificada inicialmente (tarifa teto) não tem a influência de custos que estariam indiretamente sendo computados na proposta, como nas situações em que o governo opta pela maior oferta, nos casos de pagamento ao poder concedente pela outorga da concessão ou pela combinação de critérios.

Garcia (2004) cita também que a rodovia é um monopólio natural, o que impede a competição de terceiros na exploração do serviço com o concessionário. Isso decorre de aspectos tais como fontes únicas de insumos e a impossibilidade econômica de se ter ao mesmo tempo mais de um agente explorando a atividade.

Nesse norte, verifica-se que o cenário rodoviário federal brasileiro teve alteração na época do antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), entre os anos de 1995 a 1998, através da concessão de cinco trechos distribuídos nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, e Rio Grande do Sul, conforme ANTT (2018).

Entretanto, conforme BRASIL (2001), a partir da Lei N^o 10.233, de 5 de junho de 2001, são reestruturados os transportes aquaviário e terrestre, por meio da criação do Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT), da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Com a criação da ANTT, as rodovias federais concedidas passaram a ser reguladas e fiscalizadas por esta autarquia especial, e as demais rodovias federais ficaram sob responsabilidade do também criado DNIT em função da extinção do antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER).

Assim, com a criação da agência reguladora (ANTT) há um reforço no direcionamento de aumento do número de concessões de rodovias à iniciativa privada, como forma de fomentar os investimentos e melhorar a qualidade da infraestrutura rodoviária existente. Isso pode ser observado adiante quando da identificação do avanço na quantidade de concessões rodoviárias federais realizadas desde então.

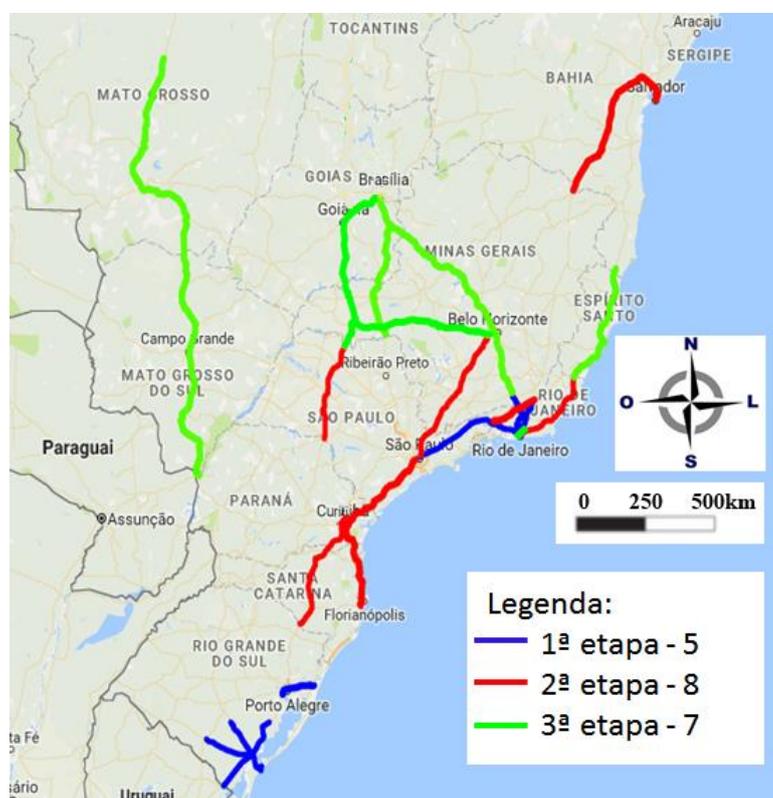
O incentivo ao processo de concessões rodoviárias federais pode ser observado também no artigo descrito a seguir, proveniente da Lei 10.636, de 30 de dezembro de 2002, conforme BRASIL (2002b), e que dispõe sobre a aplicação dos recursos originários da Contribuição de

Intervenção no Domínio Econômico – Cide – e que criou o Fundo Nacional de Infraestrutura de Transportes – FNIT:

Art. 12. A administração da infra-estrutura viária federal e a operação dos transportes sob controle da União serão exercidas preferencialmente de forma descentralizada, promovendo-se sua transferência, sempre que possível, a entidades públicas e de outros entes da federação, mediante delegação, ou à iniciativa privada, mediante regime de concessão, permissão ou autorização, respeitada a legislação pertinente. (BRASIL, 2002b) (grifos nossos)

De acordo com a ANTT (2018), agência reguladora vinculada ao Ministério dos Transportes, até o início de julho/2018 as rodovias federais concedidas estavam distribuídas em 20 concessões e em três etapas ilustradas na Figura 2.3 e explicitadas a seguir:

Figura 2.3: As 20 Concessões Rodoviárias Federais (elaborada pelo autor)



Primeira etapa

Esta etapa possui cinco concessões contratadas entre 1995 (licitação) e 1998, sendo que uma dessas está em fase de relicitação (BR-290/RS - trecho Osório – Porto Alegre). Compreendem 1.302,8 km de rodovias distribuídos nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, e

Rio Grande do Sul. De acordo com a ANTT (2018), a rodovia BR-290/RS fará parte da concessão dos trechos das rodovias BR-101/290/386/448/RS - Rodovia de Integração do Sul (RIS), cujo leilão foi realizado no dia 1º de novembro de 2018 e encontra-se em processo de transferência à iniciativa privada.

Segunda etapa

Existem sete concessões referentes à segunda etapa, que foram leiloadas entre 2008 e 2009. Estas concessões compreendem 3.305,0 km de trechos rodoviários distribuídos nos estados de Bahia, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo.

Terceira etapa

Verificam-se, nesta etapa, sete concessões leiloadas, entre 2013 e 2015, e que compreendem 4.737,1 km de trechos rodoviários distribuídos nos estados de Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

A Tabela 2.6 identifica cada uma das concessões de rodovias federais nas diversas etapas.

Tabela 2.6: Concessões de rodovias federais e suas etapas (elaborada pelo autor)

Etapa	Concessão	Extensão (km)	Data do Contrato	Data de Início	Prazo (anos)
1a	BR-040/MG/RJ (CONCER)	179,9	31/10/1995	01/03/1996	25
1a	BR-116/RJ/SP (NOVADUTRA)	402,0	31/10/1995	01/03/1996	25
1a	BR-116/RJ (CRT)	142,5	22/11/1995	22/03/1996	25
1a	BR-290/RS (CONCEPA)	121,0	04/03/1997	04/07/1997	20
1a	BR-116/293/392/RS (ECOSUL)	457,3	15/07/1998	24/07/1998	25
2a	BR-381/MG/SP (AUTOPISTA FERNÃO DIAS)	562,1	14/02/2008	18/02/2008	25
2a	BR-101/RJ (AUTOPISTA FLUMINENSE)	320,1	14/02/2008	18/02/2008	25
2a	BR-116/PR; BR-376/PR; BR 101/SC (AUTOP. LITORAL SUL)	405,9	14/02/2008	18/02/2008	25
2a	BR-116/PR/SC (AUTOPISTA PLANALTO SUL)	412,7	14/02/2008	18/02/2008	25
2a	BR-116/SP/PR (AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT)	401,6	14/02/2008	18/02/2008	25
2a	BR-153/SP (TRANSBRASILIANA)	321,6	14/02/2008	15/02/2008	25
2a	BR-393/RJ (RODOVIA DO AÇO)	200,4	26/03/2008	27/03/2008	25
2a	BR-116/324/BA e BA-526/528 (VIABAHIA)	680,6	03/09/2009	20/10/2009	25
3a	BR-101/ES/BA (ECO101)	475,9	17/04/2013	10/05/2013	25
3a	BR-050/GO/MG (MGO RODOVIAS)	436,6	05/12/2013	08/01/2014	30
3a	BR-060/DF/GO; BR-153/GO/MG e BR-262/MG (CONCEBRA)	1176,5	31/01/2014	05/03/2014	30
3a	BR-163/MS (MS VIA)	847,2	12/03/2014	11/04/2014	30
3a	BR-163/MT (CRO)	850,9	12/03/2014	21/03/2014	30
3a	BR-040/DF/GO/MG (VIA 040)	936,8	12/03/2014	22/04/2014	30
3a	BR-101/RJ (ECOPONTE)	13,2	18/05/2015	01/06/2015	30

2.3 Histórico dos acidentes em rodovias federais

A série temporal de acidentes em rodovias federais apresentada no boletim da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2017a), a frota de veículos disponibilizadas pelo DENATRAN (2018) e a população brasileira estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) possibilitaram identificar a evolução dos acidentes no período de 2007 a 2017, conforme Tabela 2.7. Destaca-se que nem todos os veículos em circulação no país transitam por rodovias, porém foi utilizada a frota total de veículos para correlacionar com as informações de acidentes, pois é inviável identificar o volume de tráfego em circulação apenas nas rodovias federais para melhor análise da evolução destes acidentes, que também são gerais e não específicos por trecho rodoviário.

Tabela 2.7: Acidentes em rodovias federais policiadas e outros dados do Brasil (adaptado de CNT, 2017a; DENATRAN, 2018; IBGE, 2018)

Ano / Dado	Total de Acidentes	Nº de Mortos	Nº de Feridos	Frota de Veículos	População Total	Taxa de Acidentes / 10.000 veículos	Taxa de Acidentes / 100.000 habitantes
2007	128.451	7.063	81.752	49.644.025	189.462.755	25,87	67,80
2008	141.122	6.950	84.674	54.506.661	191.532.439	25,89	73,68
2009	158.641	7.340	93.500	59.361.642	193.543.969	26,72	81,97
2010	183.410	8.623	103.138	64.817.974	195.497.797	28,30	93,82
2011	188.925	8.480	104.448	70.543.535	197.397.018	26,78	95,71
2012	184.493	8.655	104.386	76.137.191	199.242.462	24,23	92,60
2013	186.581	8.551	103.910	81.600.729	201.032.714	22,87	92,81
2014	169.163	8.227	100.810	86.700.490	202.768.562	19,51	83,43
2015*	121.438	6.837	89.615	90.686.936	204.450.649	13,39	59,40
2016*	96.363	6.398	86.672	93.867.016	206.081.432	10,27	46,76
2017*	89.396	6.243	84.075	97.091.956	207.660.929	9,21	43,05

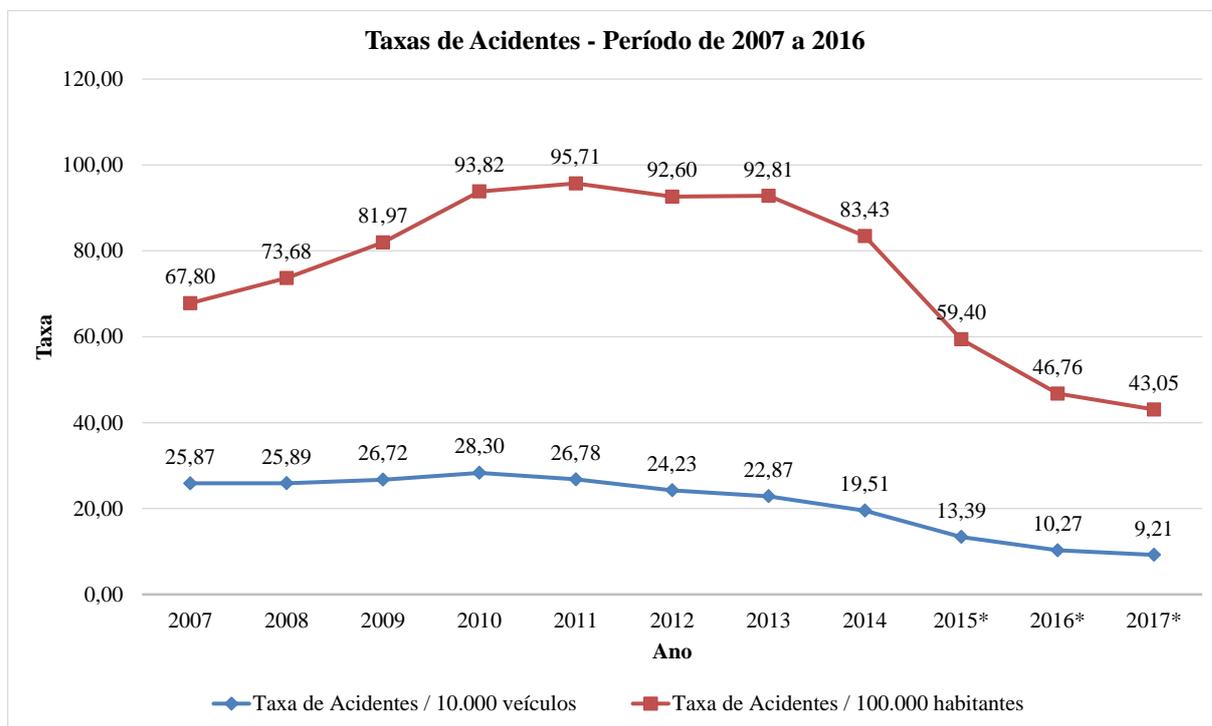
*A partir de 2015, os registros de ocorrência de acidentes sem vítimas devem ser realizados diretamente pelos usuários, por meio da declaração eletrônica de acidente de trânsito (e-DAT) na internet, substituindo o boletim que vinha sendo elaborado pessoalmente pelos policiais rodoviários federais.

Observa-se também que o período de 2010 a 2012 tem os valores e indicadores mais significativos, com o maior número de acidentes e de feridos em 2011, e o maior número de mortos em 2012. Entretanto, observa-se que em 2010 houve 28,30 acidentes por 10.000 veículos, correspondendo à maior taxa para o período analisado; e 2011 foi responsável pela maior taxa de acidentes em relação à população, da ordem de 95,71 acidentes por 100.000

habitantes. Ainda, a partir de 2014 observa-se uma redução do número de acidentes, de mortos e de feridos. Entretanto, como a partir de 2015 houve mudança nos procedimentos dos registros de ocorrência de acidentes sem vítimas, que passaram a ser realizados diretamente pelos usuários por meio da declaração eletrônica de acidente de trânsito (e-DAT) na internet (substituindo o boletim que vinha sendo elaborado pessoalmente pelos policiais rodoviários federais), é possível que a redução de registro de acidentes tenha a interferência desta alteração. Assim, a análise a partir de 2015 deve ser feita considerando essa provável redução.

Também é possível verificar pelas informações da Tabela 2.7 que, apesar do crescimento do número de acidentes de 2007 a 2013 e com posteriores quedas nos anos seguintes, na correlação com a frota de veículos observa-se uma tendência de queda da taxa de acidentes por 10.000 veículos já a partir de 2011, conforme Figura 2.4. Ainda, observa-se que a taxa de acidentes por 100.000 habitantes tem um comportamento similar àquele dos valores absolutos de acidentes, pois sua diminuição ocorre a partir de 2014.

Figura 2.4: Taxa de acidentes por 10.000 veículos e por 100.000 habitantes (elaborada pelo autor)



Ladeira *et al.* (2017) apresentam uma análise em estudo recente e concluem que entre 1990 e 2015 o número de óbitos e a taxa de mortalidade a cada 100 mil habitantes por acidentes de transporte terrestre (ATT) em todo o Brasil tiveram uma variação de 8,9% e -32,8%, respectivamente. Os dados variaram de 48.059 para 52.326 óbitos nos anos citados e de 36,9 para 24,9 mortos por 100 mil habitantes em 1990 e 2015, respectivamente.

Além disso, em 2014, foi identificado nas rodovias federais que “89,71% das colisões frontais ocorreram em pistas simples, ocasionando 93,91% dos mortos nesse tipo de acidente; e 71,73% dos atropelamentos de pessoas ocorreram em trechos urbanos, ocasionando 58,47% dos mortos”, de acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2015, p. 11). Destaca-se que 63,12% das mortes de pedestres ocorreram em período da noite e em maior quantidade nos domingos, sábados e sextas-feiras, respectivamente. Também se verificou que os principais motivos associados aos acidentes eram por responsabilidade dos condutores, tais como a desatenção no trânsito (uso de celular na direção, por exemplo), o uso de álcool e o desrespeito às normas de trânsito (ultrapassagem em locais proibidos, excesso de velocidade, dentre outras). O estudo sugere ainda que essas principais causas poderiam ser combatidas com a realização de campanha educativa intensa.

CNT (2018) também identifica o custo dos 89.396 acidentes, com 5.178 óbitos, registrados em 2017, nas rodovias federais policiadas. Esses acidentes totalizaram um custo de R\$ 10,77 bilhões para o país, que correspondem aos custos estimados com a perda de vidas, com os danos materiais dos veículos e com a perda de cargas.

Em ANTT (2010, 2013) foi possível extrair informações de acidentes para as rodovias federais concedidas no período definido entre 2008 a 2013, conforme Tabela 2.8.

Tabela 2.8: Acidentes em rodovias federais concedidas (elaborada pelo autor)

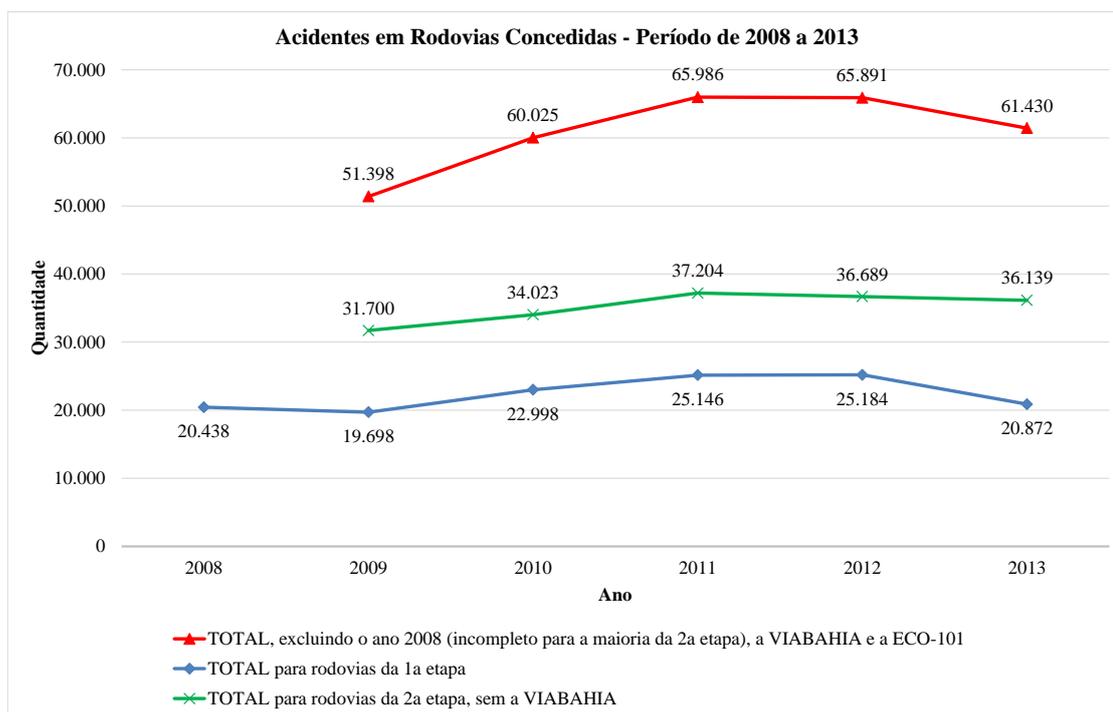
Etapa	Concessão \ Ano	Dados a partir de	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1a	BR-116/RJ/SP (NOVADUTRA)	01/01/2008	9.948	10.047	10.980	11.780	12.049	11.539
1a*	BR-101/RJ (PONTE S/A)	01/01/2008	1.022	980	1.018	1.128	1.150	883
1a	BR-040/MG/RJ (CONCER)	01/01/2008	3.400	3.226	3.718	4.183	4.338	4.096
1a	BR-116/RJ (CRT)	01/01/2008	1.439	1.364	1.618	5.510	5.062	1.507
1a	BR-290/RS (CONCEPA)	01/01/2008	3.832	3.284	4.721	1.548	1.657	1.748
1a	BR-116/293/392/RS (ECOSUL)	01/01/2008	797	797	943	997	928	1.099
2a	BR-116/PR/SC (AUTOPISTA PLANALTO SUL)	15/08/2008	2.266	7.160	9.919	2.015	2.863	2.543
2a	BR-116/PR - BR-376/PR - BR 101/SC (AUTOP. LITORAL SUL)	15/08/2008	672	3.897	2.290	11.728	9.579	10.375
2a	BR-116/SP/PR (AUTOPISTA RÉGIS BITTENCOURT)	15/08/2008	2.230	6.240	6.677	6.823	6.504	5.764
2a	BR-381/MG/SP (AUTOPISTA FERNÃO DIAS)	15/08/2008	3.094	8.863	9.146	10.057	10.836	10.553
2a	BR-101/RJ (AUTOPISTA FLUMINENSE)	15/08/2008	1.422	3.646	3.947	4.492	4.586	4.473
2a	BR-153/SP (TRANSBRASILIANA)	15/02/2008	1.002	928	1.024	1.061	1.201	1.230
2a	BR-393/RJ (RODOVIA DO AÇO)	27/09/2008	263	966	1.020	1.028	1.120	1.201
2a	BR-116/324/BA e BA-526/528 (VIABAHIA)	01/04/2010			3.004	3.636	4.018	3.781
3a	BR-101/ES/BA (ECO-101)	10/05/2013				-	-	638
TOTAL			31.387	51.398	60.025	65.986	65.891	61.430
TOTAL, excluindo o ano 2008 (incompleto para a maioria da 2ª etapa), a VIABAHIA e a ECO-101				51.398	60.025	65.986	65.891	61.430
TOTAL para rodovias da 1ª etapa			20.438	19.698	22.998	25.146	25.184	20.872
TOTAL para rodovias da 2ª etapa, sem a VIABAHIA			31.700	34.023	37.204	37.204	36.689	36.139

* a PONTE S/A fazia parte da 1a etapa à época das informações. Em 2015 o trecho foi relicitado e passou a ser Ecoponte

Conforme pode ser identificado na Tabela 2.8, esse período engloba as concessões da primeira etapa, e compreende o período de início da segunda etapa de concessões (incompleto para o ano de 2008) e também de uma concessão da terceira etapa. Ainda, observa-se que não existem relatórios de 2014 em diante para consulta.

Destaca-se que nas rodovias federais concedidas, a situação em termos absolutos de acidentes não é muito diferente dos resultados para todas as rodovias federais policiadas do país. Observa-se uma tendência de queda no total de acidentes a partir do ano de 2012, conforme pode ser verificado também pela Figura 2.5.

Figura 2.5: Acidentes em rodovias federais concedidas (adaptado de ANTT, 2010; 2013)



Ainda, pode ser verificado pelos resultados apresentados que as concessões da segunda etapa (que tiveram um período inicial de obras entre o 2º semestre de 2008 e 2013) tiveram um crescimento na quantidade de acidentes de 2009 a 2011, com queda de 2012 em diante. Esse aumento da quantidade de número absoluto de acidentes no período inicial das concessões, possivelmente, é decorrente das melhorias ocorridas nos trechos concedidos (no pavimento e na sinalização), que acabam transmitindo aos condutores uma situação de segurança maior. Essa sensação de segurança (antes prejudicada pela existência de buracos, falta de sinalização adequada, dentre outros motivos) pode acabar induzindo o motorista a aumentar a velocidade e, conseqüentemente, causar acidentes. Nos anos posteriores, com a realização de obras de maior impacto na redução de conflitos, (implantação de trevos, passarelas, duplicação de vias, dentre outros) a redução de acidentes e de sua severidade poderá ser mais significativa.

2.4 Acidentes em rodovias pedagiadas no exterior

Além do citado na seção 1.1, quanto aos dados da OMS (2015) sobre a informação de mortalidade de 1,25 milhão de pessoas por lesões no trânsito em 180 países, vale destacar outras informações sobre acidentes de trânsito no exterior, porém em rodovias pedagiadas. A Abertis

(2017) é um grupo controlador de concessões de rodovias que compreendem 8.648 km, distribuídos em 43 concessões de 15 países na Europa, Américas e Ásia, englobando o Brasil (com cinco concessões federais da segunda etapa e quatro concessões de rodovias estaduais), EUA, Canadá, Porto Rico, Argentina, Chile, Colômbia, Croácia, Espanha, França, Hungria, Irlanda, Itália, Reino Unido e Índia. No relatório anual de 2017 é apresentada uma redução dos acidentes e da severidade de forma geral desde 2014 a 2017, conforme Tabela 2.9.

Tabela 2.9: Taxas de acidentes das concessões Grupo Abertis (adaptado de ABERTIS, 2017)

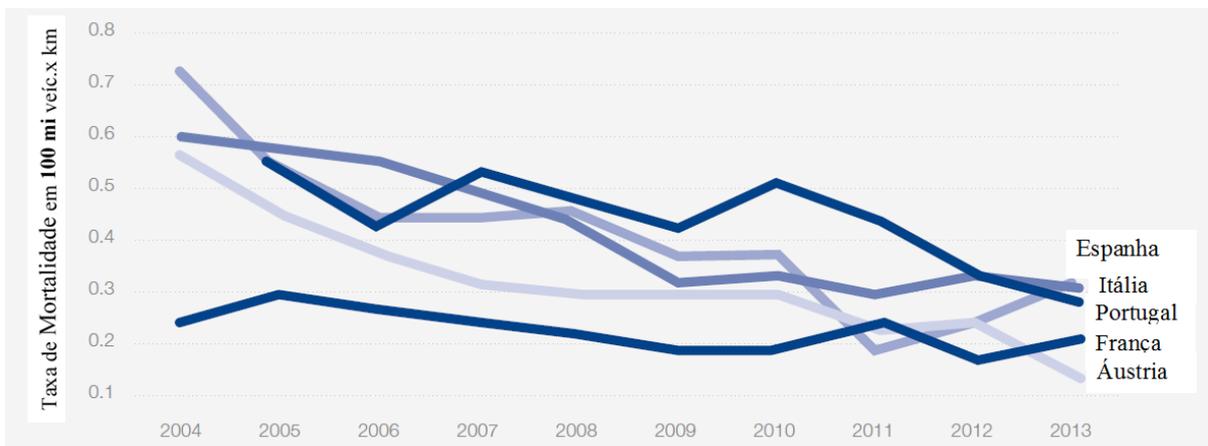
Indicador \ Ano	2017		2016	2015
	Taxa ¹	%	%	%
Acidentes com vítimas, em 10 ⁶ veículos x Km	0,213	-3,2%	-2,6%	-3,6%
Acidentes com mortos, em 10 ⁶ veículos x Km	0,013	-6,1%	-5,4%	-15,8%

Obs.:¹ a taxa no documento Abertis era em 10⁸ veículos x Km, porém foi ajustada para 10⁶ veículos x Km a fim de possibilitar a comparação com os resultados no Brasil

ASECAP (2014) identifica em 2018 um total de 51.456,71 km de rodovias pedagiadas por um total de 190 empresas com controle direto pelo Estado (por agências específicas também) e empresas público-privadas. Essas empresas estão distribuídas em 23 países da Europa, África e Ásia, tais como Alemanha, Andorra, Áustria, Croácia, Dinamarca, Eslovênia, Espanha, Federação Russa, França, Grécia, Holanda, Hungria, Irlanda, Itália, Marrocos, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Rússia, e Sérvia. Entretanto, para dados da ASECAP (2014) do ano de 2012, quando havia 187 empresas e 48.265,01 km de rodovias pedagiadas, as concessões da Croácia, Grécia e Hungria respondiam pelas maiores taxas de mortalidade, com aproximadamente 0,0071; 0,0078 e 0,0043 mortos por milhões de veículos x km, respectivamente. Neste mesmo ano de 2012, as maiores taxas de acidentes foram nas concessões de Portugal, Itália e Eslovênia com valores de aproximadamente 0,11; 0,08 e 0,07 acidentes por milhões de veículos x km, respectivamente.

Ainda, a Figura 2.6 identifica a série histórica com dados da taxa de mortalidade nas maiores redes de concessão da ASECAP, em 2012, e observa-se que houve uma tendência de redução das taxas desde 2004 até 2013, com exceção da Espanha e França, que tiveram no último ano de 2013 uma elevação da taxa.

Figura 2.6: Evolução das taxas de mortalidade de acidentes rodoviários de 2004 a 2013—
somente das redes maiores de concessões europeias da ASECAP (ASECAP, 2014)



3 CONCEITUAÇÃO E MONITORAMENTO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

3.1 Detalhes e evolução dos programas de exploração de concessões rodoviárias federais

A implantação de melhorias (dispositivos de interseção em desnível, passarelas para travessia de pedestres, recuperação do pavimento e da sinalização do trecho concedido, dentre outras) está prevista em todos os programas de exploração de rodovias federais, principalmente nos mais recentes, conforme ANTT (2018). Ainda, um maior detalhamento de serviços de inspeção de tráfego, de reboque de veículos e de ambulâncias (com tempos de atendimentos - chegada ao local - limites bem definidos) tem sido um dos importantes avanços nos programas de exploração de rodovias mais recentes (concessões de 2008 em diante).

A implementação de tais dispositivos é uma grande aliada na redução de conflitos (entre veículos e pedestres e entre veículos e veículos) e, conseqüentemente, na redução dos acidentes. Os parâmetros de desempenho (tempo limite para atendimento) para os serviços citados anteriormente também têm sido aliados na redução da morosidade de atendimento, principalmente nos acidentes com vítimas, contribuindo para que as eventuais sequelas dos acidentados sejam reduzidas devido à redução do tempo do primeiro atendimento.

3.2 Conceitos e definições sobre acidentes de trânsito

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 10697-1989, definiu acidente de trânsito como evento não premeditado que cause danos em veículo ou na sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, nas situações em que pelo menos uma das partes esteja em movimento, e que ocorra em vias terrestres ou em áreas abertas ao público. Ainda, destaca que acidentes de trânsito podem originar-se, terminar ou envolver veículo, mesmo que parcialmente, na via pública.

Quanto às vítimas, a ABNT (1989) também define como vítima fatal de acidente de trânsito aquela que faleceu em razão de lesões ou em consequência do acidente, no momento ou em até 30 dias após a ocorrência de tal acidente. A vítima de acidente de trânsito com ferimento de

natureza grave (vítima grave) é aquela que teve lesões que causaram incapacidade temporária ou permanente para as suas ocupações habituais. A vítima de acidente de trânsito com ferimento de natureza leve (vítima leve) se caracteriza por aquela com lesões sofridas que não causaram incapacidade temporária ou permanente.

Também se observa, na referida norma, que atropelamento é o acidente em que pedestre ou animal sofre o impacto de veículos, na situação em que ao menos uma das partes encontrava-se em movimento. Ainda, acidente de trânsito simples é aquele que não resultou em vítima, e não trouxe prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente.

A ABNT (1993), quando normatizou o Relatório de Acidente de Trânsito (RAT) - NBR-12898-1993, considerou a gravidade das lesões em quatro alternativas. A lesão fatal ocorre quando há o falecimento do envolvido em razão dos ferimentos recebidos, no próprio local do acidente ou depois de ter sido socorrido, sempre até o momento de conclusão do relatório. A lesão grave acontece quando há ocorrência de ferimentos graves, mas a vítima continua viva, mesmo se recusar atendimento. Nesse caso, ainda se destaca que são considerados graves os ferimentos cranianos, as fraturas em geral, os cortes profundos, a grande extensão de ferimentos aparentes e as demais lesões com necessidade de tratamento médico mais prolongado. A leve é quando ocorrerem ferimentos superficiais, e que não exijam tratamento prolongado. Finalmente, há a alternativa ileso, que ocorre quando não há ferimentos aparentes e quando a vítima não apresenta sintomas ou queixas de ferimentos internos. Nesse último caso fica claro que quando ocorre a recusa de atendimento médico não se deve preencher a opção ileso no RAT, mas a opção grave ou leve. Ainda, vale ressaltar que tal orientação da norma tem alguma implicação na tabulação estatística dos acidentes, ou seja, se não houver tal preenchimento, admite-se que não houve feridos no acidente, o que não é adequado.

Acidente trata-se de “1) fenômeno contrastante ou acontecimento; 2) ocorrência imprevista que acarreta injúria ou perdas materiais”, conforme o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER, 1997, p. 9). Também, nesta mesma página, segundo o DNER (1997) o Acidente de Trânsito é uma “ocorrência resultante da perda de estabilidade de um veículo, colisão entre veículos, pedestres e/ou animais, com danos materiais humanos e ao meio ambiente”. Ainda, na mesma publicação e página, existe também uma definição para Acidente de Transporte, que se trata de “um acidente verificado durante um transporte”

O IPEA e DENATRAN (2006) utilizam como referência para os acidentes os conceitos e definições da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – Revisão 10 (CID 10) desenvolvida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e utilizada pelo Ministério da Saúde do Brasil. Entende-se que acidente é um evento não intencional que produz ferimentos ou danos. Na CID 10 existem diversas classificações de acordo com o tipo de acidente, e, especificamente na área desta dissertação, verificam-se os acidentes de trânsito, que são todos os acidentes com veículo ocorridos na via pública. Ainda, via pública é:

Via de trânsito, estrada, rodovia ou rua é a largura total entre dois limites de propriedade de todo o terreno ou caminho aberto ao público, quer por direito, quer por costume, para a circulação de pessoas ou bens de um lugar para outro. Pista ou leito da via é a parte da via pública que é preparada, conservada e, habitualmente, usada para o trânsito de veículos. (IPEA e DENATRAN, 2006, p. 25).

Ainda, Elvik *et al.* (2015), ao tratarem do assunto, distinguem a gravidade entre os acidentes em acidente fatal, onde ao menos uma pessoa foi morta imediatamente ou dentro de 30 dias; acidente com dano pessoal como sendo todos os acidentes com lesões pessoais comprovadas; acidentes com dano material (todos os acidentes que só levaram ao dano material, não lesões pessoais) e acidentes de grau não especificado de dano (aqueles acidentes que na maioria dos casos, possuem ao mesmo tempo fatalidades, danos pessoais e materiais, mas com proporções desconhecidas). Observa-se, ainda, que há possibilidade de distinção entre os tipos de lesões (fatais, graves e leves), e que ao estudar o cenário norueguês, os autores identificaram que ferimentos graves e muito graves também possuem distinção.

Em Brasil (2002a), observa-se uma separação entre os diversos tipos de acidentes para realização dos cálculos de identificação de locais críticos também de acordo com a severidade dos acidentes. Nesta bibliografia são considerados **acidente com vítima fatal (AVF)**, **acidente com feridos envolvendo pedestres (ATR)**, **acidente com ferido (ACF)** e **acidentes somente com danos materiais (ADM)**.

DNIT (2009) apresenta bibliografia com diversas metodologias para identificação de segmentos críticos. Com destaque para a gravidade dos acidentes, verificam-se o número de acidentes sem vítimas (somente com danos materiais) - A.S.V., número de acidentes com

vítima/feridos (A.C.V.), e número de acidentes com óbito (A.C.O.) utilizada pelo DENATRAN em 1982. O autor também cita diversas outras metodologias, nacionais e internacionais, que, para identificação de segmentos críticos, utilizam as definições de gravidade citadas anteriormente, com maior ou menor nível de detalhamento, para identificação e quantificação dos acidentes nas suas equações de cálculo.

Para tratamento das informações neste estudo, adianta-se que o acidente será tratado conforme o conceito citado anteriormente pelo IPEA e DENATRAN (2006), que é um evento não intencional que produz ferimentos ou danos ocorrido em via pública (rodovia, compreendida pela largura total entre dois limites de propriedade). Para fins de quantificação, verifica-se pelas informações recebidas das concessionárias que os registros dos acidentes são aqueles referentes ao momento da ocorrência, sem acompanhamento posterior. E, ainda, os acidentes serão classificados como acidente com vítima fatal (AVF), acidente com feridos envolvendo pedestres (ATR), acidente com ferido (ACF) e acidentes somente com danos materiais (ADM).

3.3 Coleta de dados de acidentes

A necessidade de adequação dos sistemas de registro de informações e de controle de acidentes é um assunto que historicamente vem sendo defendido no meio acadêmico. Vieira (1999) já identificava que a base de dados de acidentes de trânsito, de um modo geral, necessitava de reformulação por meio da adoção de um sistema de registro único para os acidentes de trânsito, **com tipologia e definição padronizados**, para utilização nas áreas urbanas e rurais. Isto reduziria a margem de erro nos registros e tornaria a descrição de cada ocorrência mais precisa.

Conforme pode ser verificado na normatização existente, apesar dos avanços tecnológicos, ainda não existe uma normatização geral atualizada, ficando cada órgão de trânsito e as concessões rodoviárias com um padrão próprio do registro dos acidentes. Isso pode ser verificado pela própria normatização da ABNT, onde a norma referente ao assunto acidente de trânsito data de 1993 (NBR-12898-1993 - Relatório de acidente de trânsito – RAT). Em 2015, ocorreu uma adição ao tema com a elaboração da NBR 10696-2015 (símbolos gráficos dos diagramas de acidentes dos relatórios de acidentes de trânsito), porém, na realidade, foi uma atualização da mesma NBR 10696 criada em 1989.

Mucci (2011) identifica a evolução nos modelos de concessão federal. Ainda, faz referência à questão segurança viária e destaca a existência de bibliografia à época para tratamento do assunto por meio do manual de medidas de segurança rodoviária de Elvik *et al.* (2015). O respectivo manual é considerado uma enciclopédia de medidas de segurança viária, e apresenta 128 medidas de segurança, as quais podem ser aplicadas a elementos diversos do sistema viário. Ela também realizou uma avaliação da economia estimada pela redução do número de acidentes ao longo do período de 2001 a 2007. Os resultados obtidos indicaram que a implantação de guarda-rodas⁴ e o recapeamento do trecho rodoviário nos programas de concessão de rodovias “evitaram gastos públicos de montantes maiores do que os que foram gastos nos trechos, garantindo à sociedade o retorno dos valores pagos para se ter as rodovias concedidas” (MUCCI, 2011, p. 116).

3.4 Tratamento das informações e monitoramento de acidentes

Nesta seção são identificados diversos documentos existentes para a realização de tratamento das informações e monitoramento dos acidentes de trânsito, com foco na engenharia rodoviária e objetivo de nortear o trabalho que está sendo apresentado.

O DNER (1988) fez proposição de melhorias em segmentos rodoviários críticos a partir de análise, diagnóstico e avaliações econômicas das alternativas de melhoramentos. Ainda, na oportunidade, observa-se que esse assunto era novo no país. Havia, inclusive, duplicidade de uso de termos – segmento crítico e seção crítica – que resultaram de uma tradução livre do inglês para *black spot*, *black point* e demais expressões correlatas. A resolução para esta questão veio, em definitivo, nos trabalhos seguintes, onde o termo **segmento crítico** foi adotado. A fim de ressaltar o descrito em outra seção, segmento crítico **é o segmento de rodovia em que se verificam acidentes com muita frequência**, de acordo com DNER (1997). Observa-se que o citado conceito não faz referência quanto à severidade dos acidentes.

Em 1998, o DNER publicou o Guia de Redução de Acidentes Com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo, que tinha como foco fornecer procedimentos que auxiliassem nos

4 Guarda-rodas – tipo de obstáculo de baixa altura, contínuo, destinado a separar faixas de trânsito de veículos, dos pedestres ou de veículos de características diferentes (DNER, 1997)

programas de redução de acidentes, tendo como referência a análise das características de acidentes nos locais de maior concentração, até que medidas de maior porte fossem adotadas nestes pontos. No documento, observa-se que essa publicação da autarquia federal foi resultado de revisão e atualização de um primeiro estudo em pesquisa elaborado em 1993 pelo Instituto Nacional de Segurança no Trânsito (INST), organismo privado sem fins lucrativos. O citado guia também tratou de alterações de outra publicação de 1998 do mesmo órgão, citada anteriormente, e com foco em medidas de baixo custo. Dentre os diversos pontos a serem considerados nesse documento, vale destacar:

- a busca por medidas imediatas (ou de baixo custo) a fim de reduzir os acidentes em segmentos críticos, haja vista que medidas de maior impacto demandariam maior quantidade de recursos;
- a identificação de segmentos concentrados de acidentes, coleta de dados, consulta a projetos diversos existentes, entrevistas, caracterização dos acidentes; como itens imprescindíveis à análise e ao diagnóstico dos problemas;
- para proposição de melhorias: a necessidade de estudar alternativas de solução, medidas típicas de solução de baixo custo, memória de cálculo (estimativa de quantitativos para as respectivas obras de melhorias) e priorização de rodovias a serem tratadas;
- a avaliação econômica de melhoramentos, através da estimativa de redução de acidentes, dos benefícios econômicos decorrentes da redução de acidentes, dos custos econômicos e financeiros, e da avaliação das alternativas e elaboração de memória de análise econômica das alternativas;
- o monitoramento das medidas implantadas, a fim de avaliar a sua eficiência quanto à redução de acidentes (em quantidade e/ou gravidade) e de repensar as medidas que não foram tão bem-sucedidas;
- como consequência do monitoramento das medidas implantadas, destaca-se a avaliação da efetividade das intervenções com o objetivo de descrever o método para realizar tal avaliação; e a avaliação da efetividade das intervenções, propriamente dita, de forma individual e do conjunto global de pontos.

Dentre as principais medidas de baixo custo identificadas por DNER (1998), podem ser citadas o reforço na sinalização horizontal (pintura de mensagem de advertência e tachas) e vertical (acréscimo de placas de advertência e regulamentação), a implantação de defesa metálica (dispositivo de segurança viária), o pavimento antiderrapante, a canalização física de veículos e de fluxo de pedestres e os dispositivos redutores de velocidade e sonorizadores. Além disso, foram considerados como possíveis de implantação através de convênios com as prefeituras locais dispositivos tais como passarela, passagem subterrânea e iluminação pública. Tais convênios estavam sendo firmados por não serem dispositivos efetivamente de baixo custo, e com isso reduziam as despesas de implantação e manutenção do DNER.

Assim, pode ser constatado que alternativas para a redução de acidentes têm sido identificadas no Brasil, no mínimo desde o final da década de 1980, haja vista o completo documento citado anteriormente. Entretanto, acidentes continuam ocorrendo nas rodovias federais, conforme foi identificado no capítulo 2. Dessa forma, intervenções por parte dos órgãos públicos e/ou das concessionárias de rodovias devem ocorrer a fim de mitigar os problemas existentes de acidentes em determinados locais e segmentos rodoviários críticos.

Ainda quanto ao tema monitoramento de acidentes, pode-se verificar como referência brasileira, e publicação relativamente atual, os Procedimentos Para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito elaborado pelo Programa PARE do Ministério dos Transportes (BRASIL, 2002a). Esse documento teve o objetivo de ser um guia simples e prático para o tratamento de locais críticos, com foco nos municípios integrados ao Sistema Nacional de Trânsito, porém com aplicação possível de ser estendida a outros órgãos que desenvolvem ações de engenharia em áreas urbanas. Ainda, o manual tem o intuito de melhorar registro, coleta, organização, análise e tratamento de dados de acidentes de trânsito, incluindo a capacitação de recursos humanos nos municípios brasileiros. Várias linhas de atuação no tratamento de acidentes são propostas, sendo uma delas a metodologia de tratamento por segmento crítico.

Também pode ser identificado na citada publicação que o tratamento de acidentes de trânsito no Brasil, salvo raras exceções, possui um modelo imediatista. A solução dos problemas está associada à proposição de práticas tradicionais, tais como melhoria e/ou adequação das sinalizações horizontal, vertical e/ou semafórica, em conjunto com correções na geometria

viária, com tendência mais direcionada à melhoria da fluidez do tráfego que propriamente para a promoção da segurança dos usuários da via (BRASIL, 2002a).

Modelos imediatistas de solução e de baixo custo referenciados podem ser explicados pela restrição de recursos pela qual o país passou no período das décadas de 1970 a 1990. A pujança desenvolvimentista da década de 60 do século XX começou a perder força a partir de 1973 e quase levou a colapso a malha rodoviária nacional no final da década de 1980, conforme identificado na seção 2.1.

A metodologia para identificação de segmentos críticos (DNIT, 2009) buscou aprimorar a metodologia existente à época, com a introdução de análises como segmentação dos trechos e elaboração de série histórica da criticidade dos mesmos. Destaca-se, neste documento, uma revisão bibliográfica referente ao assunto, o uso de Sistema Georreferenciado de Informações Viárias – SGV (criado pelo laboratório do convênio firmado para elaboração desse relatório) e a criação de índices de acidentes a partir de conceitos probabilísticos e técnicas estatísticas.

O Instrumento de Auditoria de Segurança Viária – ASV - para projetos rodoviários brasileiros (DE ASSUNÇÃO, 2015) é uma publicação atual e que tem por objetivo geral a elaboração de um instrumento de ASV para ser aplicado no Estudo de Viabilidade, Projeto Básico e Projeto Executivo. Após análise das obras de diversos autores, a autora identificou o objetivo principal da ASV que é:

Identificar as ausências de segurança para os usuários da via pública e considerar as medidas necessárias para eliminar ou reduzir os seus impactos. A avaliação deve considerar todos os usuários da via pública, não apenas os motoristas de automóveis uma vez que os usuários incluem pedestres, ciclistas, motociclistas, motoristas de transporte público, dentre outros e avaliar especificamente aspectos ligados às características físicas e operacionais da via e ao meio ambiente viário; (DE ASSUNÇÃO, 2015, p. 20).

Ainda, ressalta-se o trabalho de Waihrich (2016) que estudou a calibração do método de previsão de acidentes do *Highway Safety Manual* – HSM – para trechos rodoviários de pista dupla no Brasil. O HSM ou Manual de Segurança Viária elaborado pela *American Association*

of State and Highway Transportation Officials (AASHTO, 2010) apresenta modelos que possibilitam prever acidentes para trechos viários e para interseções em diferentes situações viárias, tais como rodovias de pista simples, rodovias de múltiplas faixas, e vias arteriais urbanas e suburbanas. Na referida dissertação, a autora destaca a carência de modelos que quantifiquem a segurança em rodovias brasileiras. Dentre as conclusões do referido trabalho destacou-se que:

- apesar do modelo prever procedimento de calibração que possibilita a sua utilização em outros locais, tal fato não ocorreu de forma positiva, pois os resultados foram satisfatórios apenas para a região de Minas Gerais;
- os ajustes do modelo calibrado para a região de Goiás/Distrito Federal não surtiram o efeito desejado com medidas de qualidade de ajuste insatisfatórias;
- questões referentes à precisão dos dados e diferenças nos procedimentos de cadastro de dados de acidentes na Polícia Rodoviária Federal nas jurisdições de Goiás/Distrito Federal podem ter sido motivo para o resultado limitado da calibração do modelo preditivo. Assim, inferiu-se que a existência de região que vincula dois limites geográficos pode ter o resultado do procedimento de calibração afetado, por possíveis divergências de dados e procedimentos de cadastro.

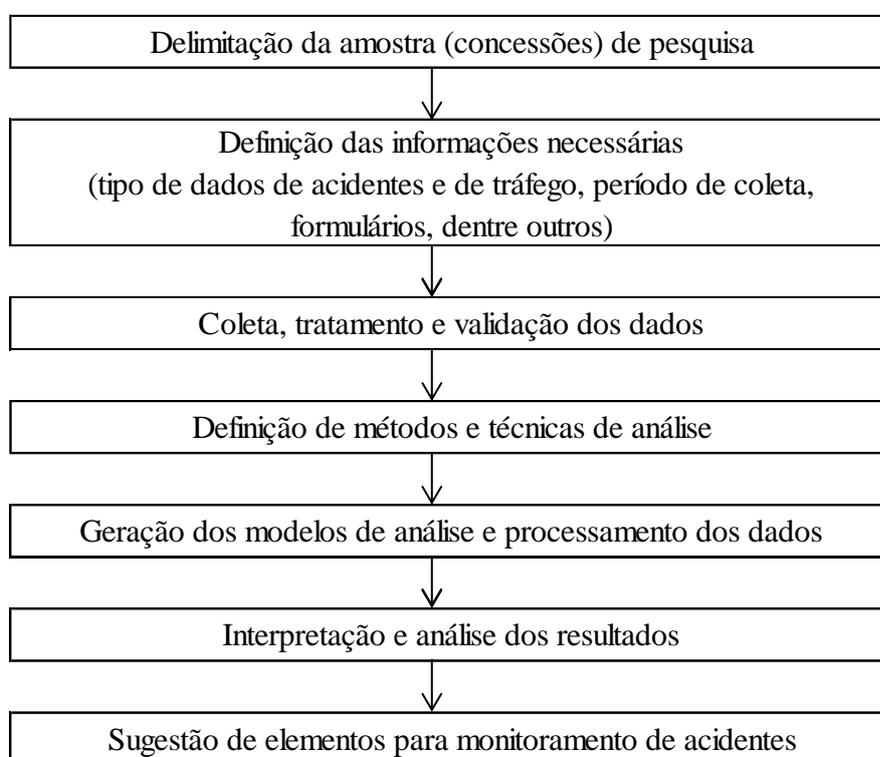
Especificamente no âmbito das concessões de rodovias federais, verifica-se em ANTT (2018) que somente em 2015 foram padronizados e aperfeiçoados os procedimentos sancionatórios, através do desenvolvimento de padrões de Relatórios de Monitoração a serem seguidos pelas concessionárias de rodovias federais. Tais dispositivos foram formalizados mediante a Portaria nº 584, de 28 de outubro de 2015, da Superintendência de Exploração da Infraestrutura Rodoviária (SUINF) da ANTT (2015) e englobaram os elementos: canteiro central e faixa de domínio, edificações e instalações operacionais, elementos de proteção e segurança e sinalização horizontal e vertical, obras de arte correntes – OAC – e drenagem, obras de arte especiais – OAE, pavimento, sistemas elétricos e iluminação, e terraplenos e estruturas de contenção. Entretanto, pelo identificado anteriormente, pode-se constatar que não foi definido um padrão de relatório de monitoração para os acidentes em rodovias federais concedidas.

Dessa forma, a contextualização e a conceituação apresentadas anteriormente permitem estabelecer as referências para a metodologia que será proposta no capítulo seguinte, a fim de que seja possível realizar a análise proposta no referido trabalho. Adianta-se que o estudo se refere a uma análise geral sobre a acidentalidade dos trechos rodoviários e não foca segmentos críticos ou específicos de uma determinada concessão.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos e subsídios para se chegar à resposta do estudo realizado nesta dissertação, que tem por objetivo analisar a evolução dos acidentes em rodovias federais concedidas e comparar os diversos resultados, considerando as especificidades de cada concessão. Ainda, na sequência serão feitas considerações a respeito da proposição de um instrumento padronizado de monitoração de acidentes nas rodovias federais concedidas. Na Figura 4.7 são apresentadas cada uma das etapas do processo de pesquisa deste trabalho.

Figura 4.7: Etapas do processo de pesquisa (elaborada pelo autor)



4.1 Caracterização e delineamento da pesquisa

As pesquisas são classificadas como exploratórias, descritivas e explicativas. As exploratórias possuem o objetivo de aprimorar ideias ou descobrir intuições e, geralmente, envolvem revisão bibliográfica, entrevistas com pessoas que possuem vivência prática no assunto e análise de exemplos a fim de estimular a compreensão. As pesquisas descritivas objetivam descrever as características de uma população ou de um fenômeno, ou estabelecer relações entre variáveis,

e caracterizam-se por utilizar questionários e observação sistemática. As explicativas são pesquisas que focam na identificação de fatores que fazem com que fenômenos ocorram ou contribuam para esta ocorrência, sendo identificadas como as mais complexas e delicadas por aprofundarem no conhecer da realidade (GIL, 2002; RICHARDSON, 2012).

Ainda, com base nos procedimentos técnicos utilizados, podem ser definidos dois grupos de delineamento, sendo um grupo onde estão a pesquisa bibliográfica (em livros e artigos científicos) e a pesquisa documental (em materiais que ainda não tiveram um tratamento analítico). O segundo grupo é composto pela pesquisa experimental (onde há definição de variáveis e respectiva manipulação com controle, e distribuição aleatória), pela pesquisa *ex-post facto* (que verifica a dependência entre variáveis de duas amostras), pelo levantamento e pelo estudo de caso. O levantamento tem foco na coleta de informações sobre o problema a ser estudado, junto a um grupo de pessoas com posterior análise quantitativa para obtenção das conclusões. O estudo de caso é considerado uma pesquisa que necessita de um estudo aprofundado e exaustivo, a fim de se chegar ao conhecimento de forma ampla e detalhada do(s) objeto(s). Este estudo leva a resultados na condição de hipóteses (em aberto) e não de conclusões (GIL, 2002).

Quanto aos métodos de pesquisa, eles se constituem em quantitativos e qualitativos. Os métodos quantitativos utilizam técnicas estatísticas (tais como percentual, média, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, dentre outros) para quantificar desde as informações coletadas até o tratamento destas informações. Destaca-se o interesse em garantir a precisão de resultados, evitando distorções diversas, e com isso possibilitando uma margem de segurança. Os métodos qualitativos não têm como princípio o emprego de técnicas estatísticas para realizar a análise de um problema, pois neste método o foco não é medir, numerar ou categorizar homoganeamente. Nos métodos qualitativos o objetivo é tentar entender detalhadamente algo, suas características, com base nas informações dos entrevistados, e não quantificar, medir os comportamentos ou características daquilo que se pesquisa (CRESWELL, 2007; RICHARDSON, 2012).

Entretanto, Creswell (2007, p. 35) considera também a existência do método misto, que é uma técnica “[...] em que o pesquisador tende a basear as alegações de conhecimento em elementos pragmáticos (por exemplo, orientado para consequência, centrado no problema e pluralista)”.

Trata-se, como o próprio nome diz, de um método que leva em consideração os métodos quantitativo e qualitativo.

Após as considerações anteriores, esta dissertação pode ser identificada como misto de natureza exploratória e descritiva. Na parte exploratória procurou-se, com base em pesquisa bibliográfica, identificar metodologias existentes e referência de estudos sobre o assunto, com o objetivo de aprimorar ideias e possibilitar induções quanto ao comportamento dos acidentes nas rodovias federais concedidas. Na parte descritiva, buscou-se descrever as características e estabelecer relações entre as variáveis, a partir do tratamento e análise dos dados diversos coletados em pesquisa documental ou diretamente com as concessionárias de rodovias federais, através de formulário padronizado. Ainda, essa parte descritiva buscou sobremaneira evidenciar as características observadas ao longo da faixa temporal dos dados em análise.

Ainda, para a realização desta pesquisa, foi utilizado método misto. Quanto ao aspecto quantitativo observa-se o estudo da evolução dos acidentes e a comparação entre concessões e entre etapas de concessões de rodovias federais, e tendo como referência variáveis, tais como número de acidentes e volume de tráfego. No que se refere ao método qualitativo, foi realizada pesquisa dos programas de exploração das diversas concessões de rodovias federais, a fim de identificar se as suas obrigações (obras e serviços) e especificidades puderam influenciar no comportamento dos acidentes. Também foi verificado o comportamento de determinadas variáveis em função da influência de outras.

Quanto ao universo de pesquisa, foram consideradas todas as 20 concessões de rodovias federais, conforme seção 2.2, e que correspondem às diversas etapas de concessões federais, do período de 1995 até 2015. A partir daí foi realizada a coleta das informações necessárias. Posteriormente, foi definida a amostra a ser estudada (representatividade). A pesquisa foi desenvolvida tendo como referência a revisão da literatura realizada e conforme descrito nas seções seguintes.

Ressalta-se, quanto à delimitação da pesquisa, que este trabalho tratou de uma análise geral dos resultados de acidentes em rodovias federais concedidas, por segmentos homogêneos, e não se tratou de uma análise pontual de cada acidente e seus motivos e/ou soluções, conforme poderá ser verificado mais detalhadamente no capítulo seguinte.

4.2 Identificação das obrigações gerais e análise da evolução do embasamento legal das responsabilidades das concessionárias

Conforme identificado nas seções 2.2 e 3.1, existem concessões de rodovias federais em diversos períodos e com características distintas das suas obrigações. A coleta de informações em cada um dos 20 contratos de concessão, principalmente dos Programas de Exploração da Rodovia (PER), foi fator primordial para auxiliar no entendimento do comportamento dos acidentes nos trechos rodoviários concedidos estudados. Dessa forma, nesta parte do trabalho foram coletadas informações, principalmente, nos citados contratos, e também consultadas outras fontes, tais como relatórios técnicos diversos, sítio eletrônico das empresas na rede mundial de computadores, dentre outros.

Na sequência, foi realizada a análise da evolução do embasamento legal das responsabilidades das concessionárias. O objetivo foi coletar mais informações, a fim de que elas auxiliassem no entendimento do comportamento dos acidentes e no refinamento das análises dos resultados obtidos. As informações foram organizadas em forma de tabelas que encontram na seção 5.1, para, posteriormente, possibilitar a conformação da variável a ser relacionada aos acidentes.

4.3 Obtenção dos dados necessários ao trabalho

Para a análise dos acidentes, primeiramente, foram utilizados os relatórios anuais das rodovias federais concedidas, publicados pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2010; 2013), e que disponibilizam informações diversas (acidentes anuais, volume de tráfego, dentre outros) relativas a cada trecho rodoviário concedido. Nesses relatórios, referentes ao período de 2010 e 2013, também foi possível identificar observações gerais de ocorrências (acidentes, intervenções diversas no trecho concedido, dentre outros) ao longo dos anos analisados, de tal forma a destacar a necessidade de aprofundamento em algum detalhe específico de determinada concessão. É importante destacar que nos relatórios disponíveis em ANTT (2018) somente havia informações consideráveis das empresas da primeira e segunda etapas de concessão, haja vista que as concessões da terceira etapa tiveram o primeiro contrato assinado somente em abril de 2013 (para a concessão da rodovia BR-101/ES/BA - ECO101). Apesar disso, essas informações possibilitaram fazer algumas análises iniciais, conforme descritas na seção 2.3.

Para desenvolvimento deste trabalho optou-se por solicitar à ANTT uma quantidade de informações para um período maior que o inicialmente analisado e para todas as 20 concessões de rodovias federais. Nesse sentido, foram solicitados dados para o período de 2008 a 2018, compreendendo informações de uma consistente série temporal de mais de dez anos. Os tipos de informações obtidas, por meio de envio direto por cada uma das 20 concessionárias de rodovias federais, são as descritas a seguir:

- dados primários de acidentes e de volumes de tráfego, através de formulário padronizado encaminhado a cada concessionária, que buscou identificar os dados necessários no formato descrito a seguir, a fim de padronizar e permitir um tratamento uniformizado das informações;
- segregação dos dados em segmentos homogêneos e por mês de cada ano do período de análise, que ficou compreendido entre janeiro de 2008 a fevereiro de 2018. Vale ressaltar que a segmentação homogênea realizada por cada concessionária considerou todo o seu trecho rodoviário concedido, e que tal trecho pode englobar uma ou mais rodovias, conforme Tabela 2.6;
- total de acidentes e total de acidentes por categoria de severidade seguindo a nomenclatura utilizada pelo Programa Pare do Ministério dos Transportes – MT, conforme BRASIL (2002a) sendo classificados por acidentes somente com danos materiais – sem vítimas, acidentes com feridos, acidentes com feridos envolvendo pedestres – atropelamentos, e acidentes com vítimas fatais), e distribuídos de acordo com a segmentação citada anteriormente;
- volumes de tráfego reais e volumes de tráfego equivalentes (total de veículos em cada categoria - em razão do número de eixos e da rodagem - multiplicados pelos seus respectivos multiplicadores tarifários -pesos), e também distribuídos de acordo com a segmentação citada anteriormente;
- formulário padrão utilizado pelas equipes de campo quando do registro da respectiva ocorrência, e em caso de inexistência do documento, a informação sobre qual a forma de registro das informações.

Ainda, posteriormente, foi realizada consulta bibliográfica de informações, com a coleta de dados referentes ao percentual de tipo de via (pista simples, pista dupla com duas, três ou quatro faixas, e pista marginal) em cada segmento de cada concessão, a fim de possibilitar realizar comparações entre os diversos resultados e variáveis, conforme será identificado no capítulo 5.

4.4 Tratamento e análise dos dados

De acordo com o DNIT (2009), as dificuldades nos dados e nas investigações dos fenômenos dos acidentes nas rodovias são fatores que contribuem para que continuem a existir, em muitos países, diversos métodos para identificação de locais e trechos com maiores taxas de acidentes e da severidade dos acidentes. Assim, identificar indicadores e variáveis relevantes para a análise e comparações posteriores, bem como a segregação e identificação dos dados finais a serem utilizados, é de grande importância para avaliar a evolução dos acidentes.

A partir dos dados citados na seção 4.3 e, posteriormente, coletados junto às 20 concessionárias de rodovias federais, e também em documentos da respectiva agência reguladora (Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT), foram definidas as diretrizes metodológicas para tratamento dos dados e para as análises diversas, conforme descritas a seguir.

4.4.1 Método da taxa de acidentes e da taxa de severidade dos acidentes

Em consideração aos dados coletados e às diversas metodologias da bibliografia pesquisada, optou-se pelo uso da metodologia proposta pelo Ministério dos Transportes – MT – BRASIL (2002a) no Programa Pare, descrita seção na 3.4 com procedimentos para o tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito. Essa metodologia é pertinente ao tipo de estudo desenvolvido, pois possibilita tratar os diversos trechos rodoviários de forma segmentada, com base no volume de tráfego e tipo de acidentes de cada segmento, e possuindo dados de uma série temporal significativa. O método utilizado foi da taxa de acidentes e da taxa de severidade de acidentes para segmento viário, conforme destacadas adiante.

Segundo BRASIL (2002a), o cálculo da taxa de acidentes objetiva relacionar o total de acidentes de trânsito do segmento analisado com o volume de tráfego daquele segmento, e é normalmente expressa em acidentes por milhões de veículos x km em um segmento de via, conforme apresentada na equação (1).

$$TA = \frac{A \times 10^6}{P \times V \times E} \quad (1)$$

onde: TA: acidentes por milhões de veículos x km em um segmento de via;

A: número de acidentes no segmento;

P: período do estudo, em dias;

V: volume médio diário que passa no segmento;

E: extensão do segmento (em km).

Considerando a existência dos dados mensais de volume de tráfego, destaca-se que a parte da equação igual a $P \times V$ já corresponde a este valor. Ainda, observa-se que a equação teve um ajuste na sua nomenclatura (de T para TA), a fim de diferenciá-la daquela que será apresentada na sequência, haja vista que na bibliografia as duas estavam com a identificação apenas com a letra T e são semelhantes. Uma vantagem desse método com relação à análise somente em termos absolutos de acidentes é que ele neutraliza o volume veicular no nível de acidentes, considerando que locais com elevados volumes de tráfego tendem a possuir maior número de acidentes.

A técnica da taxa de severidade dos acidentes objetiva relacionar o total de acidentes de trânsito em UPS do segmento analisado com o volume de tráfego deste segmento, e é expressa acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via, conforme equações (2) e (3). Ressalta-se que a Unidade Padrão de Severidade - UPS – é o valor resultante da soma dos produtos do número de ocorrências por severidade pelo peso atribuído à respectiva severidade. Assim, a utilização desse método permitirá analisar também o comportamento da severidade dos acidentes nos respectivos segmentos.

$$TS = \frac{N^{\circ} \text{ de UPS} \times 10^6}{P \times V \times E} \quad (2)$$

onde: TS: acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via;

Nº de UPS: unidade padrão de severidade;

P: período do estudo, em dias;

V: volume médio diário que passa no segmento;

E: extensão do segmento (em km).

E:

$$N^{\circ} \text{ de UPS} = ADM \times 1 + ACF \times 4 + ACFP \times 6 + AVF \times 13 \quad (3)$$

onde: ADM: acidentes somente com danos materiais;

ACF: acidentes com ferido(s);

ACFP: acidentes com ferido(s) envolvendo pedestre(s);

AVF: acidentes com vítima(s) fatal(is);

e 1, 4, 6 e 13 são os pesos atribuídos a cada tipo de acidente.

Assim, a partir das equações anteriores, foram calculadas as taxas de acidentes e de severidade de acidentes para cada segmento de cada concessão, por mês e por tipo de tráfego (volume real – total de veículos indistintamente das categorias de veículos, e volume equivalente – volume de veículos convertido de acordo com o multiplicador da categoria). Na sequência foi possível realizar análises diversas e que ainda utilizaram adicionalmente as técnicas propostas adiante.

Algumas questões de pesquisa podem ser apresentadas como motivadoras para a análise das ligações causais entre os atributos das vias e as taxas de acidentes, como por exemplo:

- as medidas de intervenção tomadas não estão sendo suficientes para mitigar os acidentes ocorridos?
- a falta de medidas de intervenção é o problema ou os problemas são os condutores, os veículos e ou o meio ambiente?

4.4.2 Técnicas estatísticas

A partir das taxas de acidentes e de severidade de acidentes calculadas pelos métodos anteriormente descritos, foram utilizadas técnicas estatísticas complementares para análise dos resultados. Dentre estas técnicas podem ser citadas aquelas relacionadas à estatística descritiva (média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, percentil e intervalo interquartil), o Teste de Wilcoxon (teste não paramétrico para comparação de médias de duas amostras com observações pareadas), e Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) ou OLS (*Ordinary Least Squares*). Para os diversos tratamentos e resultados foi utilizado o Gretl (*software* livre que compila e interpreta dados econométricos). Este *software* incorpora uma grande variedade de estimadores (mínimos quadrados), para equações simples e sistemas de equações, com dados de corte transversal, séries temporais e dados em painel. Conforme será destacado posteriormente, na Tabela 4.11 foram relacionadas diversas variáveis a fim de auxiliar na análise do comportamento dos acidentes nas rodovias.

Tais técnicas, além de utilizadas na engenharia, são bastante utilizadas na econometria. Samuelson, Koopmans e Stone (1954) definem a econometria como uma análise quantitativa de fenômenos ocorridos utilizando o desenvolvimento paralelo da teoria e das observações e métodos de inferência adequados. A econometria também pode ser entendida como “[...] a ciência social em que as ferramentas da teoria econômica, da matemática e da inferência estatística são aplicadas à análise dos fenômenos econômicos.” (GOLDBERGER, 1964, p. 1). Segundo Malinvaud (1966 *apud* GUJARATI e PORTER 2011) a arte de quem trabalha com a econometria está em identificar o conjunto de hipóteses que sejam suficientemente específicas e realistas de tal forma que tais hipóteses possibilitem extrair o melhor proveito dos dados que estão disponíveis.

Ainda, Gujarati e Porter (2011, p. 26) observam que “[...] a econometria é um amálgama de teoria econômica, economia matemática, estatística econômica e estatística matemática.” Enquanto as declarações ou hipóteses na teoria econômica são de natureza qualitativa, a economia matemática tem a preocupação de expressar o estudado na teoria econômica através de equações (de forma matemática). Já a estatística econômica coleta, processa e apresenta os dados (“dados brutos”) em forma de gráfico e tabelas; e a estatística matemática disponibiliza ferramentas para tratar estes dados. Assim, a econometria tem a função de apresentar conteúdo

prático à teoria econômica, verificar esta teoria (testar na prática), trabalhando com dados reais (que não podem ser controlados diretamente) e não com aqueles dados gerados através de experimentos controlados.

O modelo de análise de regressão linear de uso amplo, e também na econometria, foi bastante utilizado neste trabalho. De acordo com Gujarati e Porter (2011), a análise de regressão é o estudo da dependência de uma variável (variável dependente) em relação a outra(s) variável(eis) - variáveis explicativas ou independentes, e que objetiva estimar e/ou prever o valor (médio) de determinada população (da variável dependente) em termos dos valores conhecidos ou fixados (em amostragens repetidas) da(s) variável(eis) explicativa(s). Aliado a isso, foi verificado se as estimativas obtidas estão coerentes às expectativas da teoria em teste. Segundo Friedman (1953 *apud* GUJARATI e PORTER 2011, p. 33), “[...] uma teoria ou hipótese que não for verificável com evidências empíricas pode não ser admissível como parte de uma pesquisa científica.”

A Figura 4.8 apresenta uma lista dos diversos modos de apresentação na literatura dos termos variável dependente e variável explicativa (explanatória), permitindo entender melhor o conceito de cada um. Com referência a este trabalho, identificou-se que a taxa de acidente e a taxa de severidade dos acidentes são variáveis dependentes. A quantidade de acidentes, a quantidade de acidentes por categoria de severidade, o volume de tráfego real, o volume de tráfego equivalente, o tipo de pista e a razão volume equivalente/volume real compõem as variáveis independentes ou explicativas.

Figura 4.8: Variáveis dependente e explicativa (GUJARATI e PORTER, 2011)

Variável dependente	Variável explicativa
⇕	⇕
Variável explicada	Variável independente
⇕	⇕
Variável prevista	Previsor
⇕	⇕
Regressando	Regressor
⇕	⇕
Resposta	Estímulo
⇕	⇕
Variável Endógena	Variável Exógena
⇕	⇕
Saída	Entrada
⇕	⇕
Variável controlada	Variável de controle

No parágrafo anterior foi citada a variável razão volume equivalente/volume real, e isto não havia ocorrido até o momento neste estudo. Entretanto, tal variável trata-se apenas da divisão do volume de tráfego equivalente de determinado segmento analisado pelo seu volume de tráfego real. Esta razão identificará a relação de veículos pesados em relação aos de menor porte no segmento pesquisado e possibilitará realizar análises, conforme será destacado no capítulo 5.

Gujarati e Porter (2011) citam que a análise de regressão identifica a dependência estatística, e não a dependência funcional ou determinística entre as variáveis. Assim, apesar de os acidentes serem decorrentes de relações determinísticas, a ocorrência de fatores como “dormir ao volante” ou “atender ao celular” possuem natureza extremamente incerta, podendo ser avaliados como variáveis aleatórias para o modelo.

As relações estatísticas lidam com variáveis aleatórias ou estocásticas (centro do alvo), que têm distribuições probabilísticas. “Uma variabilidade “intrínseca” ou aleatória tende a existir na variável dependente “rendimento da lavoura”, que não pode ser totalmente explicada independentemente do número de variáveis explanatórias consideradas”, conforme destacado por Gujarati e Porter (2011, p. 42). Isto fica mais claro a partir do descrito a seguir:

No exemplo do rendimento da lavoura citado anteriormente, não há *razão estatística* para supor que a chuva não dependa do rendimento da lavoura. O fato de tratarmos o rendimento da lavoura como dependente (dentre outras coisas) da chuva decorre de considerações não estatísticas: o senso comum sugere que a relação não pode ser invertida, pois não podemos controlar a pluviosidade por meio de uma variação no rendimento da lavoura (GUJARATI E PORTER, 2011, p. 43).

Com referência ao citado no parágrafo anterior, pode-se destacar como exemplo, na área de estudo deste trabalho, a taxa de ocorrência de acidentes em determinado trecho rodoviário. Tal taxa de acidentes pode ser explicada pelo volume de tráfego e o histórico de acidentes com base em uma série temporal, mas não em função do comportamento do motorista, que é intrínseco à especificidade de cada acidente.

Os fenômenos determinísticos lidam com relações do tipo das leis da física, onde, por exemplo, aplicando uma determinada tensão em um conhecido condutor metálico encontra-se uma corrente esperada, devido à proporcionalidade existente entre as variáveis, destacam Gujarati e Porter (2011). Ainda, a análise de correlação mede a força entre duas variáveis ou o seu grau de associação linear, e tal análise está relacionada estreitamente à análise de regressão, embora sejam conceitualmente diversas. A análise de regressão objetiva estimar ou prever a medida de uma variável com base nos valores fixos de outras variáveis.

Estatística descritiva

O uso de estatística descritiva é fundamental para auxiliar no entendimento do comportamento dos acidentes. Nesse sentido, vale explicar alguns conceitos de cálculo de medidas diversas utilizadas, tais como medidas de localização, posição ou tendência central (média e mediana amostrais), medidas de variabilidade ou dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação, percentil e intervalo interquartil), de acordo com Walpole *et al.* (2009), Morettin e Bussab (2010), e Vieira (2011).

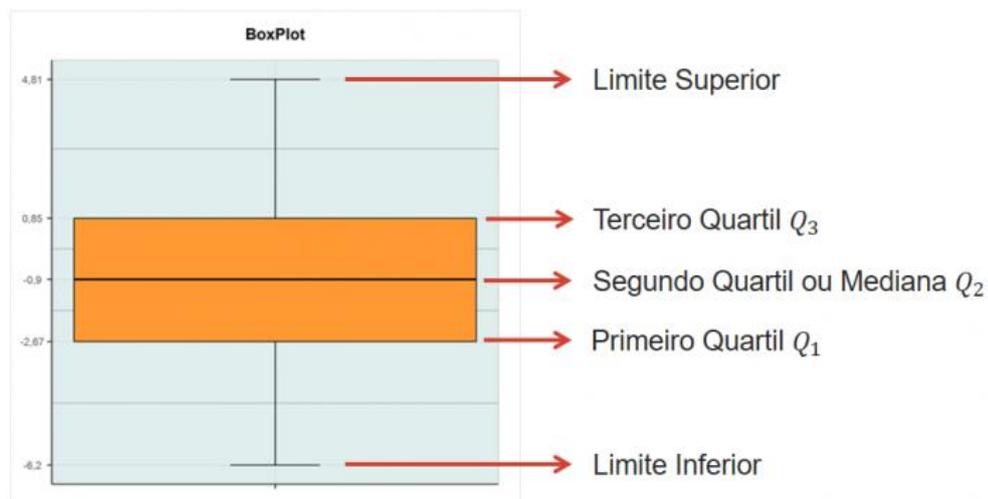
Segundo esses autores, as medidas de posição de um conjunto de dados fornecem uma medida quantitativa de onde o centro dos dados está localizado na amostra. Assim, a média trata-se do somatório das diversas observações de determinada amostra dividido pelo número delas. A mediana tem por objetivo refletir a tendência central da amostra, porém sem ser influenciada pelos valores discrepantes ou extremos; ou pode ser entendida como o valor que ocupa a posição central, após os dados estarem ordenados em ordem crescente.

Quanto às medidas de variabilidade ou dispersão, pode ser destacado o desvio padrão, que é a raiz quadrada da variância, e a “variância da amostra é a soma dos quadrados dos desvios de cada observação em relação à média, dividida por $(n - 1)$ ”, segundo Vieira (2011, p.94). Ainda, observa-se o coeficiente de variação (C.V.), que é a razão entre o desvio padrão e a média, e pode ser entendido também como a medida da dispersão dos resultados da amostra em relação à média. Assim, quanto mais próximo do número um for o C.V., maior é a dispersão dos dados em relação à média.

Já os intervalos interquartis são intervalos de distribuição de dados em que estão divididos os quartis (divide o conjunto de dados em quatro partes iguais). Desta forma, a mediana

corresponde ao 2º quartil de uma amostra. A Figura 4.9 apresenta o box plots (gráfico de caixa ou diagrama de caixa), que é utilizado para avaliar a distribuição empírica dos dados, e é formado pelo primeiro quartil (Q_1), pela mediana (Q_2) e pelo terceiro quartil (Q_3). Ainda, verificam-se o limite inferior, definido por $Q_1 - 1,5*(Q_3 - Q_1)$, e o limite superior, definido por $Q_3 + 1,5*(Q_3 - Q_1)$. Os pontos fora destes limites são considerados valores discrepantes, *outliers*, valores atípicos ou valores aberrantes. Os *outliers* são observações que apresentam um grande afastamento das demais da série ou, ainda, que são inconsistentes.

Figura 4.9: Box plots (PORTAL ACTION, 2018)



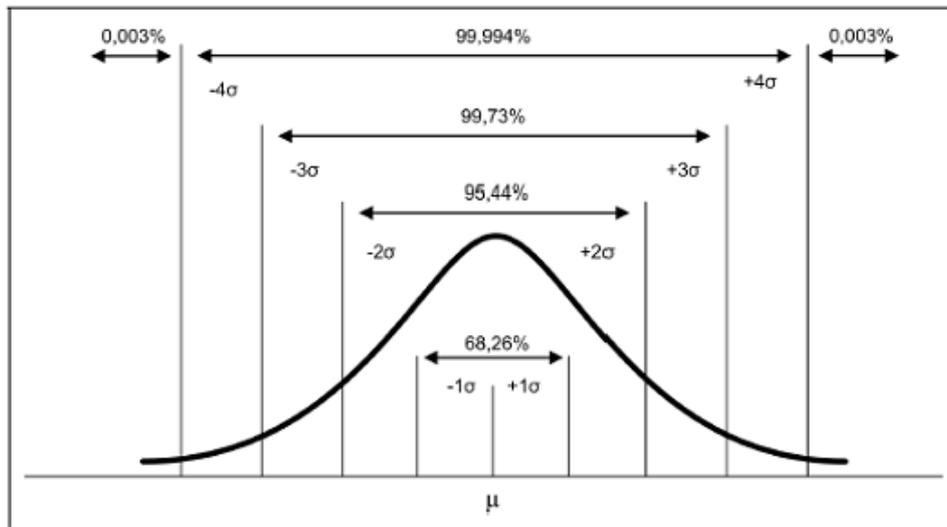
Estatística não-paramétrica (Teste de Wilcoxon)

Walpole *et al.* (2009) e Vieira (2011) destacam que cada unidade de uma amostra é classificada de acordo com determinada categoria, quando se observam dados qualitativos. As contagens (frequências) das unidades em cada categoria permitem construir uma tabela de frequências. Verifica-se, frequentemente, que as observações decorrentes de experimentos estatísticos possuem um mesmo tipo de comportamento, e com isso, as variáveis aleatórias associadas a estes experimentos podem ser descritas por uma mesma distribuição de probabilidade. Dentre as distribuições de probabilidade existentes, uma das mais importantes é a distribuição normal ou distribuição gaussiana; uma variável aleatória contínua X que tem uma distribuição dessas é chamada de variável aleatória normal.

As características mais conhecidas da distribuição normal são: a média, a mediana e a moda, que são coincidentes e estão no centro da distribuição. O gráfico da distribuição normal (curva

normal) é uma curva em forma de sino, e simétrica em torno da média (Figura 4.10); e, pelo fato da curva ser simétrica em torno da média, existem 50% dos valores que são iguais ou maiores do que a média e outros 50% dos valores que são iguais ou menores do que a média.

Figura 4.10: Distribuição normal (PORTAL ACTION, 2018)



Segundo Vieira (2011, p. 249), a realização de inferências estatísticas é o estabelecimento de “conclusões para a população com base nos dados de uma amostra e no resultado de um teste estatístico”. A partir da hipótese estatística, que se trata de uma afirmação ou conjectura sobre uma ou mais populações, realiza-se o teste de hipóteses, de tal forma a verificar se as “evidências amostrais inconsistentes com a hipótese afirmada levam à rejeição desta” (WALPOLE *et al.*, 2009, p.205). A maioria dos procedimentos para se testar uma hipótese têm como suposição que as amostras aleatórias são seleções de população normais, e são chamados de métodos paramétricos (WALPOLE *et al.*, 2009; MONTGOMERY e RUNGER, 2016). As situações possíveis de rejeitar uma hipótese estatística estão descritas na Tabela 4.10.

Tabela 4.10: Situações possíveis de rejeitar uma hipótese estatística (WALPOLE *et al.*, 2009)

	H₀ verdadeira	H₀ é falsa
Não rejeitar H ₀	Decisão correta	Erro tipo II - <u>não</u> rejeição da hipótese nula quando ela é <u>falsa</u>
Rejeitar H ₀	Erro tipo I – rejeição da hipótese nula quando ela é <u>verdadeira</u>	Decisão correta

Entretanto, a estatística não-paramétrica (teste não-paramétrico ou método livre de distribuição) é um procedimento, geralmente, apropriado para testes de teoria normais quando a suposição de normalidade não se mantém (WALPOLE *et al.*, 2009; MONTGOMERY e RUNGER, 2016). Ainda, essa estatística independe dos parâmetros populacionais e de suas respectivas estimativas. O teste dos sinais é um procedimento não paramétrico usado para testar hipóteses sobre uma mediana populacional. O teste dos postos sinalizados de Wilcoxon é uma extensão dos testes dos sinais, porém leva em conta a magnitude da diferença para cada par. O teste de Wilcoxon exige que a variável em análise seja medida em escala ordinal ou numérica, e que a diferença entre duas observações, feitas no mesmo par, também possa ser ordenada.

Como exemplo, pode-se avaliar por esse teste se um grupo de observações (taxa de acidentes em janeiro, por exemplo) se diferencia significativamente de um segundo (taxa de acidentes em fevereiro).

Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) ou OLS (*Ordinary Least Squares*)

Este método é uma técnica de otimização matemática que “[...] foi desenvolvido para fornecer uma reta ajustada que resulta em uma ‘proximidade’ entre a linha e os pontos representados”, conforme Walpole *et al.* (2009, p.251). Ele tem o objetivo de minimizar a soma dos quadrados dos desvios verticais dos pontos (resultados) à reta.

Entretanto, inicialmente, deve ser melhor identificado o modelo de regressão linear, apesar do assunto análise de regressão já ter sido citado na seção 4.4.2. Segundo Gujarati e Porter (2011), a regressão linear pode ser expressada pela equação (4):

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X + u \tag{4}$$

onde: Y: variável dependente;

X variável explanatória;

β_1 e β_2 : intercepto e o coeficiente angular, respectivamente, são parâmetros do modelo;

u: distúrbio ou termo de erro (variável aleatória - estocástica) que tem propriedades probabilísticas conhecida.

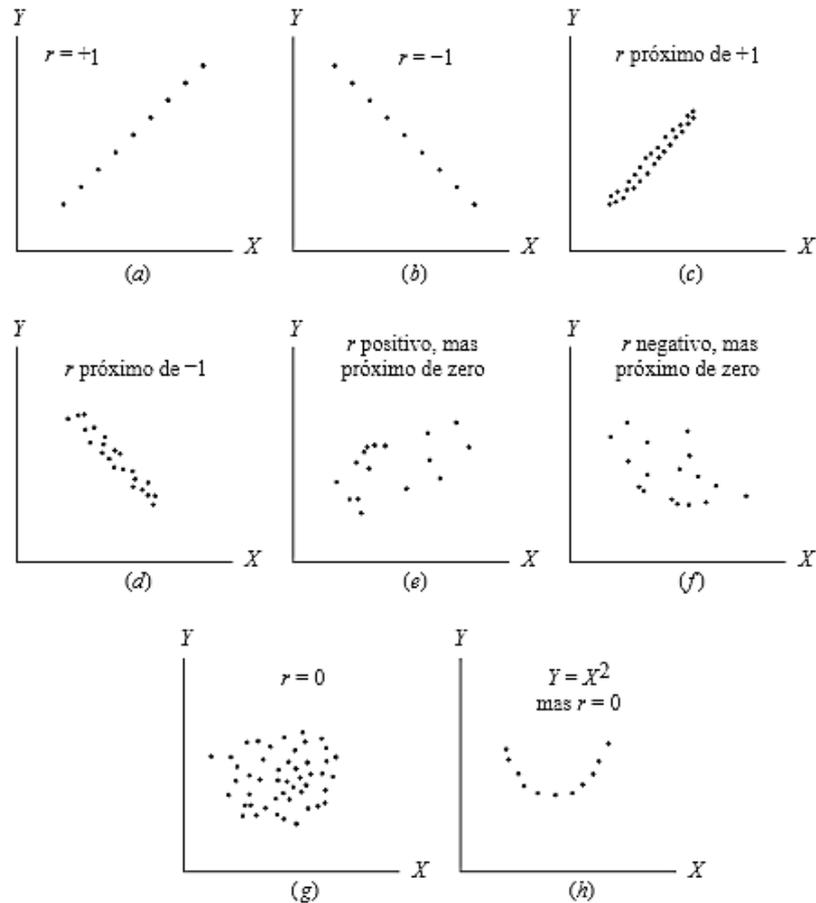
Existem os modelos de “[...] regressão linear simples aos dados: linear, porque é uma reta, e simples, porque está no plano, isto é, existe uma só variável dependente e uma só variável explanatória. Mas a variação da variável dependente pode ser posta em função de diversas variáveis, isto é, podem existir diversas variáveis explanatórias. É o caso, por exemplo, da pressão arterial que depende não apenas de peso como mostrado no exemplo, mas da idade, de fatores hereditários, da alimentação etc. Nesses casos, ajusta-se aos dados uma regressão múltipla, isto é, uma função com diversas variáveis explanatórias” (VIEIRA, 2011, p. 151) – grifos nossos

Assim, é importante identificar conceitos que farão parte dos resultados apresentados no capítulo seguinte, quando da geração de modelos de regressão em função das diversas hipóteses e variáveis apresentadas. Segundo Morettin e Bussab (2010), e Vieira (2011), o p -valor (valor de probabilidade ou probabilidade de significância) para um teste de hipótese informa qual a probabilidade de se obter uma amostra tal qual aquela obtida, quando a hipótese da nulidade é verdadeira. Walpole *et al.* (2009, p.213) identifica que o p -valor “é o nível (de significância) mais baixo para o qual o valor observado da estatística de teste é significativo. Vieira (2011) destaca que a rejeição da hipótese da nulidade ao nível de significância de 5% representa dizer que o resultado é significativo; enquanto que ao nível de significância de 1%, o resultado é altamente significativo.

Ainda, verifica-se que “o coeficiente de determinação r^2 (no caso de duas variáveis) ou R^2 (regressão múltipla) é uma medida resumida que diz quanto a linha de regressão amostral ajusta-se aos dados” (GUJARATI e PORTER, 2011, p. 95). O r^2 também pode ser entendido como a medida da proporção ou percentual da variação total de Y explicada pelo modelo de regressão. Os limites de r^2 podem ser expressos por $0 \leq r^2 \leq 1$, sendo que o $r^2 = 1$ identifica um perfeito ajustamento, enquanto que $r^2 = 0$ significa que não há relação entre regressando (variável dependente) e regressor (variável explicativa).

Gujarati e Porter (2011) também explicam o r (coeficiente de correlação amostral), que é uma medida do grau de associação entre duas variáveis. Ele se situa entre os limites de -1 e +1, ou seja, é, $-1 \leq r \leq +1$. E, mesmo se tratando de uma medida de associação linear entre duas variáveis, tal medida não implica necessariamente qualquer relação de causa e efeito. A Figura 4.11 ilustra padrões de correlação para r .

Figura 4.11: Padrões de correlação (GUJARATI e PORTER, 2011)



Portanto, a utilização do MQO foi importante para a geração de modelos de comportamento das taxas de acidentes e das taxas de severidade dos acidentes. Para tanto foram utilizadas variáveis explicativas para verificar hipóteses que justificassem a variação de cada uma das taxas.

Com base nessas considerações, destaca-se que a identificação das diversas técnicas disponíveis para análise de dados é imprescindível para uma adequada formulação de hipóteses e conclusões a partir dos resultados encontrados. Ainda, os dados disponíveis e, principalmente, suas características, são “insumos” fundamentais na definição da(s) técnica(s) mais adequada(s) para auxiliar(em) na correta análise dos resultados encontrados. Nesse contexto observa-se que o uso das técnicas citadas e utilizadas para se chegar aos resultados adequados e conclusões necessárias aos objetivos desta dissertação construiu uma metodologia coerente, uma vez que os dados iniciais são reais e compreendem uma parte significativa do universo das concessões.

Conforme poderá ser verificado mais detalhadamente no capítulo 5 – Resultados e Discussões, trataram-se, inicialmente, de informações mensais das 20 concessões de rodovias federais, do período de janeiro de 2008 a fevereiro de 2018, segregadas por segmentos dos diversos trechos de rodovias de cada concessão. Ressalta-se que não são todas as concessões que possuem dados desde janeiro de 2008, haja vista que tratam-se de concessões de três etapas distintas (períodos diferentes). Dentre as informações de cada segmento, destacam-se dados de acidentes por situação (com vítima fatal, atropelamento, com ferido e com danos materiais), de volumes de tráfego reais, de volumes de tráfego equivalentes (número de veículos de todas as categorias, multiplicados pelos seus respectivos multiplicadores tarifários/pesos) e de percentual de tipo de via (pista simples, pista dupla com duas, três ou quatro faixas, e pista marginal). Assim, o banco de dados gerado permitiu, a partir das diversas técnicas, fazer a avaliação de diversos recortes, com variáveis dependentes e independentes da Tabela 4.11, e chegar a resultados descritos no referido capítulo.

Tabela 4.11: Variáveis consideradas nas análises (elaborada pelo autor)

Variável	Natureza	Equação	Unidade
Taxa de Acidentes (TA)	Dependente	$TA = \frac{(A \times 10^6)}{(P \times V \times E)}$	acidentes por milhões de veículos x km
Taxa de Severidade dos Acidentes (TS)	Dependente	$TS = \frac{(N^{\circ} \text{ de UPS} \times 10^6)}{(P \times V \times E)}$ onde $N^{\circ} \text{ de UPS} = ADM \times 1 + ACF \times 4 + ACFP \times 6 + AVF \times 13$	acidentes em UPS por milhões de veículos x km
Razão (Volume Equiv. / Volume Real)	Explicativa	$\frac{\text{Volume Equivalente}}{\text{Volume Real}}$	-
SIMPLES (% do total)	Explicativa	$\frac{\text{Quantidade de Quilômetros de faixa simples}}{\text{Quantidade de Quilômetros do Trecho}}$	%
2 FAIXAS (% do total)	Explicativa	$\frac{\text{Quantidade de Quilômetros de faixa dupla}}{\text{Quantidade de Quilômetros do Trecho}}$	%
3 FAIXAS (% do total)	Explicativa	$\frac{\text{Quantidade de Quilômetros de três faixas}}{\text{Quantidade de Quilômetros do Trecho}}$	%
4 FAIXAS (% do total)	Explicativa	$\frac{\text{Quantidade de Quilômetros de quatro faixas}}{\text{Quantidade de Quilômetros do Trecho}}$	%
MARGINAL (% do total)	Explicativa	$\frac{\text{Quantidade de Quilômetros de Pista Marginal}}{\text{Quantidade de Quilômetros do Trecho}}$	%
Data	Explicativa	Data da observação	Dias
Dias de Concessão	Explicativa	Dias contados a partir da concessão	Dias

Ainda, vale lembrar que cada concessão rodoviária federal é um monopólio natural - apenas uma sociedade atua em toda a extensão de trecho(s) de rodovia(s) - com uma estimativa de demanda ao longo de todo o período de concessão e com um rol de obras. Tais obras têm o objetivo tanto de satisfazer as necessidades de melhorias em locais críticos (em termos de acidentalidade, através de implantação de passarela para pedestres) quanto em locais para a redução de conflitos (por exemplo, através de implantação de dispositivo em desnível). Ainda, o rol de obras também objetiva atender ao crescimento de tráfego previsto (com a duplicação de rodovias ou implantação de faixas adicionais e ou vias marginais, por exemplo). Dessa forma, poderia ser considerado que os dados deste estudo aparentam originar-se de um “ambiente controlado”, no qual diversas obras foram previstas para mitigar os problemas atuais e os possíveis impactos causados com o crescimento do tráfego.

Entretanto, na realidade, uma concessão de rodovia não é um ambiente controlado, pois acidentes possuem variáveis que não são previsíveis, como a imprudência dos motoristas. Por mais que todas as obras previstas inicialmente no contrato de concessão (ou incluídas no período de execução de cada contrato) sejam realizadas, continuam e continuarão ocorrendo acidentes em todas as concessões. Isso poderá ser constatado posteriormente, principalmente, nas concessões da primeira etapa, pois na maioria destas as grandes obras já foram realizadas e encontram-se em fase final da concessão; e mesmo assim acidentes continuam ocorrendo. Assim, entende-se que a proposta apresentada neste estudo atende ao previsto na metodologia, no que se refere a dados reais e não controlados, e com possibilidade de se fazer hipóteses consistentes e inferências significativas a partir do vasto número de informações disponíveis.

4.5 Comparação do comportamento de acidentes entre concessões e entre etapas

Foi realizada a comparação do comportamento dos acidentes entre as concessões e entre as suas diversas etapas. Isto ocorreu a partir dos resultados encontrados nas técnicas identificadas nas seções anteriores, com foco na evolução geral, nas concessões, e nas especificidades encontradas.

Através dos resultados e observações identificadas, espera-se que haja uma indireta potencialidade de se estabelecer um mecanismo de competição entre as concessionárias de forma a buscarem medidas efetivas e contínuas, a fim de melhorar os indicadores de acidentes,

mesmo se tratando cada concessão de monopólio natural. Isso possibilitará às melhores posicionadas em termos de resultados proporcionar uma imagem positiva não somente perante os usuários, mas também diante do mercado e dos seus acionistas. Por outro lado, será uma forma de incentivar as piores identificadas a buscar a melhoria das condições de operação e segurança do trecho concedido; que pode vir a ocorrer através de medidas que extrapolem aquelas previstas no programa de exploração, o que fará jus a um reequilíbrio econômico-financeiro do contrato de concessão.

4.6 Identificar elementos para melhorar o monitoramento de acidentes

No mínimo desde 1965, já existe o conceito de padronização, que “[...] é o estabelecimento, por uma autoridade e/ou pelo consenso comum, de uma quantidade, qualidade, modelo ou método como unidade de medida ou exemplo que deve ser seguido” (DUTTON, 1965, p. 93 apud MARQUES e ODA, 2012, p. 120). Ainda, conforme Michaelis (2015), padronizar é “submeter à padronização; estabelecer padrão; estandardizar, uniformizar”.

Nesse sentido, identificar elementos que contribuam para a melhoria do monitoramento, ou auxilie na elaboração de um futuro instrumento padrão para monitoração de acidentes, é proporcionar uma melhor condição para a segurança dos usuários das rodovias. Isso significa contribuir para a propositura de uniformização mínima de informações, análises de dados, resultados e propostas a serem apresentados pelas concessionárias de rodovias federais. Ainda, isso vem de encontro à necessidade de redução da assimetria das informações entre regulador e regulado, conforme citado anteriormente. E, conseqüentemente, auxiliará na uniformização de análise dos documentos apresentados e, também, na comparação entre as concessões ou mesmo entre as etapas de concessão.

Assim, conforme já citado, há atualmente obrigatoriedade de elaboração de relatório de monitoração de acidentes apenas para 25% das rodovias federais concedidas (para as concessões da terceira etapa, com exceção da ECO101) e um acompanhamento com menos exigência. Verifica-se, portanto, menor impacto em termos de soluções e reduções de acidentes, em outros 45% das concessões – aquelas pertencentes à segunda etapa de concessões federais e a ECO101. Nesse cenário, destaca-se a necessidade de elaboração de instrumento de monitoração de acidentes para que seja possível padronizar e acompanhar com maior

detalhamento as questões referentes aos acidentes em rodovias, apesar das especificidades de cada trecho concedido e de seu programa de exploração, e exigir e/ou propor uma solução mais adequada para os locais críticos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados principais desta dissertação em seis seções, que abrangem a identificação das obrigações previstas nos programas de exploração das rodovias – PER; a análise da evolução do embasamento legal das responsabilidades das concessionárias; a identificação, obtenção, tratamento e análise dos dados de cálculo; a análise da evolução dos acidentes nas rodovias federais concedidas pela união, e a sugestão de elementos para melhorias do monitoramento de acidentes nas rodovias federais.

5.1 Obrigações gerais nos PER e análise da evolução do embasamento legal das responsabilidades das concessionárias

Através de ANTT (2018), foi realizada a análise de cada um dos 20 contratos de concessão e seus anexos, principalmente do Programa de Exploração da Rodovia (PER). Esta análise permitiu identificar as especificidades de cada etapa e de cada concessão, estabelecer diferenças entre elas, e analisar a evolução do embasamento legal das responsabilidades das concessionárias. Dessa forma, a seguir estão destacadas as particularidades de cada etapa de concessões das rodovias federais:

Primeira etapa

- elevada taxa interna de retorno (TIR⁵) dos contratos de concessão em decorrência da situação econômica da época;
- realização de obras por preços unitários (mede-se por m² ou m³, por exemplo, cada subitem da obra e não a contabilização da obra como um todo);

5 Taxa interna de retorno (TIR) - “representa a rentabilidade interna de um projeto, obtida pelo desconto do fluxo de caixa observado nos períodos de análise e que anule o valor do investimento inicial.” (EVANGELISTA, 2006, p. 41)

- serviços operacionais e seus respectivos parâmetros de desempenho (os indicadores de avaliação dos padrões requeridos – qualidade dos serviços e obras) são pouco detalhados;
- observação, ainda, de que as concessões estão próximas do término dos seus contratos (ou em processo de relicitação, como é o caso da CONCEPA), e com as principais obras já tendo sido realizadas.

Segunda etapa

- valores da tarifa de pedágio bem inferiores em relação à primeira etapa de concessões em função de menor taxa de interna de retorno e da situação econômica melhor à época;
- melhor detalhamento/especificação e quantificação das obras e dos serviços a serem prestados, principalmente os operacionais e seus parâmetros de desempenho;
- maior foco na segurança viária, com abordagem em gatilho para duplicação de trechos de pistas simples. Esse gatilho é o momento adequado da execução de obras de ampliação de capacidade da rodovia, tendo como referência o atingimento de determinado de nível de serviço⁶. Observa-se que esse gatilho proporciona maior eficiência e ganhos para o país, com a redução dos tempos de deslocamento em decorrência do aumento da capacidade viária no trecho.
- com foco na segurança viária, destaca-se o acompanhamento e a elaboração de relatórios gerenciais sobre estatística de acidentes, elaboração de estudos multidisciplinares de acidentes e tratamento estatístico de locais críticos.

Terceira etapa

⁶ Nível de serviço (NS) ou *Level Of Service (LOS)*: é uma medida de qualidade que descreve as condições operacionais dentro de um fluxo de tráfego, geralmente em termos de tais medidas de serviço como velocidade e tempo de viagem, liberdade de manobra, interrupções de tráfego, conforto e conveniência. O NS varia de A a F, sendo que o A representa as melhores condições de operação e F as piores condições (TRB, 2010)

- evolução e adequação dos programas de exploração das rodovias após as experiências das duas etapas anteriores e a identificação da necessidade de ajustes / “refinamento”, a fim de reduzir conflitos de entendimentos entre regulado e regulador;
- localização pré-definida de cada uma das obras de melhorias previstas para implantação;
- previsão de duplicação de 100% dos trechos rodoviários em pista simples. Com relação à fluidez do tráfego, verifica-se que esta previsão traz um ganho operacional imediato a todo o trecho concedido. Entretanto, considerando o custo de implantação, verifica-se que a execução antecipada de uma obra (em função da demanda de tráfego não justificada em certo momento) acarreta indiretamente um impacto maior na tarifa, pois o investimento também teve que ser antecipado;
- previsão de elaboração e entrega anual de relatório de monitoração de acidentes;
- previsão de obrigatoriedade de tratamento dos segmentos homogêneos ou dos locais pontuais com elevação do número de acidentes ou de sua gravidade/severidade;
- possibilidade de impacto na tarifa de pedágio em consequência da piora do indicador do nível de acidentes, exceto para a concessão da rodovia BR-101/ES/BA - ECO101- que não possui tal previsão contratual.

Observa-se que a partir da segunda etapa de concessões das rodovias federais foi observada maior preocupação em identificar e reduzir a ocorrência de acidentes de trânsito através da coleta de dados e estatísticas. Os PER da segunda etapa de concessões identificam a necessidade de elaboração de relatórios gerenciais sobre estatística de acidentes, e observa-se uma evolução para os PER da terceira etapa de concessões onde há previsão de elaboração e entrega anual de Relatórios de Monitoração de Acidentes.

Também, para as concessões da terceira etapa (com exceção da concessão da rodovia BR-101/ES/BA - ECO101), deve ser calculado o Indicador do Nível de Acidentes com vítimas na Rodovia – IA – que aferirá a variação no nível de acidentes do trecho concedido em comparação a outras rodovias concedidas, conforme Anexo 7 do contrato de concessão (ANTT, 2018). Esse indicador poderá incrementar a Tarifa Básica de Pedágio de acordo com a melhora propiciada

nas condições de segurança dos usuários, através do Fator Q (indicador de qualidade) descrito na equação (5) a seguir, ou provocar a sua redução se houver piora nas citadas condições de segurança. Vale destacar que as informações descritas a seguir tiveram o objetivo apenas de apresentar o nível de detalhamento para o assunto acidentes nos contratos da terceira etapa de concessões. O Fator Q não será objeto de cálculo e estudo nesse trabalho, pois depende de parâmetros específicos e que não se encontram disponíveis para as concessões e respectivo período de análise.

$$\text{Fator Q} = \text{ID}_t + \text{IA}_t \quad (5)$$

onde: ID: Indicador de Disponibilidade da rodovia;

IA: Indicador do Nível de Acidentes com vítimas na rodovia.

(t): período de mensuração dos indicadores de qualidade da rodovia.

Especificamente quanto aos indicadores da equação (5), verifica-se que o ID tem por objeto aferir o nível de disponibilidade das faixas de rolamento da rodovia, de forma a reduzir a Tarifa Básica de Pedágio (TBP) de acordo com a ausência de aproveitamento e fruição da rodovia pelos usuários. Somente para contextualizar, o cálculo do ID leva em consideração os seguintes atributos: a extensão indisponível de cada faixa de rolamento, o número de faixas de rolamento indisponíveis, o número de períodos em que cada faixa de rolamento permaneceu indisponível, a extensão do segmento homogêneo da rodovia e a quantidade de faixas de rolamento dos respectivos segmentos. No seu cálculo é levada em consideração a disponibilidade em períodos diurno e noturno.

O IA, conforme especificado anteriormente, tem como componentes da sua equação a variação do Indicador do Nível de Acidentes da Rodovia - IS_t (Lote) - e a variação do IS_t (Concessões) - Indicador do Nível de Acidentes das Concessões. Para o cálculo do IS_t (Lote) são levados em consideração atributos, tais como o número de acidentes com vítimas apurados na rodovia, a extensão da rodovia, e o Volume Diário Médio Anual (VDMA) da rodovia. A mesma lógica é utilizada para o cálculo do IS_t (Concessões), porém considerando atributos das diversas concessões. Ainda, a variação de cada um desses indicadores é calculada considerando informações do ano de apuração e do ano anterior.

Assim, conforme contrato de concessão em ANTT (2018), a tarifa de pedágio, que é reajustada anualmente para incorporar a variação do índice de preços ao IPCA⁷, deve ser calculada para a terceira etapa de concessões levando em conta o Fator Q, e de acordo com a equação (6).

$$\text{Tarifa de Pedágio} = \text{TCP} \times \text{Tarifa Básica de Pedágio} \times (1 - D - Q) \times (\text{IRT} - X) + C \quad (6)$$

Onde: TCP: trecho de cobertura da praça;

Tarifa Básica de Pedágio (TBP): valor indicado na proposta correspondente ao valor básico da tarifa quilométrica para a categoria 1 de veículos;

D: redutor ou incrementador relativo ao não atendimento aos parâmetros de desempenho, às obras de ampliação de capacidade e de manutenção do nível de serviço da rodovia;

Q: citado anteriormente (equação 5);

IRT: índice de reajustamento para atualização monetária do valor da tarifa de pedágio e de outras variáveis definidas no Contrato, calculado com base na variação do IPCA;

X: redutor referente ao compartilhamento com os usuários dos ganhos de produtividade obtidos pela concessionária;

C: redutor ou incrementador aplicável sobre eventos que gerem impactos exclusivamente na receita e nas verbas específicas.

Nesse contexto, conforme destacado por Moraes (2017), a assimetria de informação (diferenças informacionais entre as partes envolvidas em um acordo) pode levar uma das partes a obter vantagens sobre a outra. Coibir a ocorrência deste fenômeno é imprescindível haja vista que a regulação (atividade que lida com o conflito de interesses entre as partes, o regulador e o

⁷ Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA): “calculado mensalmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), reflete a variação do custo de vida de famílias com renda mensal de 1 a 40 salários mínimos, residentes nas regiões metropolitanas de Belém, Belo Horizonte, Brasília, Curitiba, Fortaleza, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo, além dos municípios de Campo Grande e Goiânia”. (BC, 2018, p. 22)

regulado) se confronta com esse fenômeno recorrentemente devido à ausência de informação ou à obtenção de informações incompletas ou equivocadas para a tomada de decisão.

Assim, verifica-se a necessidade de constante evolução nos registros de acidentes de trânsito, mas, não menos importante, de foco na criação de um instrumento de monitoração dos acidentes, a fim de que seja possível analisar com maior critério tais locais/segmentos críticos, propor e tomar medidas necessárias para a redução e até mesmo eliminação de acidentes se possível. Também, em consequência ao resultado esperado, destaca-se o auxílio na redução da assimetria de informação, na aferição mais precisa do Fator Q, na identificação do atendimento aos indicadores de desempenho e na melhoria da segurança aos usuários do trecho rodoviário concedido.

A Tabela 5.12 apresenta a consolidação das características gerais das etapas e concessões, após a pesquisa realizada em ANTT (2018). Conforme foi apresentado anteriormente nesta seção, verifica-se que houve uma evolução dos programas de exploração da rodovia ao longo do tempo nas diversas etapas, com maior detalhamento das obrigações. As obrigações tais como recuperação, conservação e manutenção dos diversos elementos do trecho rodoviário concedido tiveram melhor especificação e definição de parâmetros de desempenho, contribuindo para o avanço do embasamento legal e, conseqüentemente, para a melhoria das condições de fiscalização e cobrança de adequações às concessionárias. Entende-se por recuperação da rodovia as obras e serviços realizados a fim de recuperar a funcionalidade e as características técnicas e operacionais do sistema rodoviário, de tal forma que a manutenção postergada no período anterior à concessão seja completamente compensada, dentro dos padrões estabelecidos.

Ainda, destaca-se a conservação que contempla as operações rotineiras e de emergência (serviços de correção e prevenção de defeitos e inconformidades), que têm o objetivo de preservar as características técnicas e operacionais do sistema rodoviário e de suas instalações. Ainda, observa-se a manutenção da rodovia que compreende o conjunto de intervenções físicas programadas a serem realizadas em período iniciado após a fase de recuperação e que se desenvolve até o final da concessão. Tais intervenções têm o objetivo de recompor e aprimorar as características técnicas e operacionais das estruturas físicas da concessão ou, ainda, prevenir que sejam alcançados níveis indesejados.

Tabela 5.12: Características Gerais das Etapas e Concessões (elaborada pelo autor)

Item \ Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa	3ª Etapa
Período da etapa (contratação)	1996 a 1998	2008 a 2009	2013 a 2015
Quantidade de concessões	5	8	7
Concessões	Nova Dutra Concer CRT Concepa ECOSUL	Planalto Sul Fluminense Fernão Dias Régis Bittencourt Litoral Sul Transbrasiliana Rodovia do Aço VIABAHIA	ECO101 MGO Concebra Rota do Oeste MSVia VIA 040 ECOPONTE
Prazos	20 anos - Concepa 25 anos - demais	25 anos	25 anos - ECO101 30 anos - demais
Especificidades relativas a acidentes	Tratamento de pontos críticos, no início da concessão	Elaboração de relatórios gerenciais de fluxo de veículos e estatística de acidentes. Estudos multidisciplinares de acidentes e tratamento estatístico de “pontos críticos”.	Relatórios anuais de acompanhamento contendo informações mensais de acidentes por trecho homogêneo considerado, com as informações georreferenciadas e em mapas. - Relatório anual de monitoração de acidentes - para todas concessões, exceto ECO101. - ECO101 - Programa de redução de acidentes.

Item \ Etapa	1ª Etapa		2ª Etapa		3ª Etapa	
Características das concessões	Obrigações	Recuperação geral da rodovia Conservação da rodovia Monitoração Manutenção da rodovia Melhoramentos da rodovia	Obrigações	Recuperação geral da rodovia Conservação da rodovia Monitoração Manutenção da rodovia Melhoramentos da rodovia Gestão ambiental	Obrigações	Recuperação geral da rodovia Conservação da rodovia Monitoração Manutenção da rodovia Melhoramentos da rodovia Gestão social Gestão ambiental
	Operação (de forma geral são esses serviços apresentados, entretanto há formatos distintos de PER)	Centro de controle operacional Equipamentos e veículos da administração Sistemas de controle de tráfego Sistema de arrecadação do pedágio Sistema de pesagem Sistema de comunicação Sistema de atendimento ao usuário Sistema de guarda e vigilância patrimonial Posto de fiscalização da ANTT Posto da Polícia Rodoviária Federal	Operação	Centro de controle operacional Equipamentos e veículos da administração Sistemas de controle de tráfego Sistema de arrecadação do pedágio Sistema de pesagem Sistema de comunicação Sistema de atendimento ao usuário Sistema de guarda e vigilância patrimonial Posto de fiscalização da ANTT Posto da Polícia Rodoviária Federal	Operação	Centro de controle operacional Equipamentos e veículos da administração Sistemas de controle de tráfego Sistema de arrecadação do pedágio Sistema de pesagem Sistema de comunicação Sistema de atendimento ao usuário Sistema de guarda e vigilância patrimonial Posto de fiscalização da ANTT Posto da Polícia Rodoviária Federal

Ainda, pode ser verificado pelos programas de exploração que, de forma geral, a recuperação do trecho rodoviário se concentra nos primeiros cinco anos das concessões, com realização das diversas obras necessárias para recuperar a funcionalidade e as características técnicas e operacionais do sistema rodoviário. Os melhoramentos da rodovia compreendem as obras de melhorias físicas e operacionais e de ampliação de capacidade, além da complementação de obras do DNIT, se for o caso. De forma geral, esses melhoramentos também são previstos em sua grande maioria para serem executados nos primeiros cinco anos das concessões. Dessa forma, pode-se sugerir pelos dados da Tabela 5.12 que a recuperação e os melhoramentos das rodovias já ocorreram para as concessões da primeira e segunda etapas e encontra-se em fase de término para a maioria das concessões da terceira etapa.

Além das informações da Tabela 5.12, podem ser identificadas as especificidades de cada uma das 20 concessões estudadas, conforme tabela no Apêndice B. Os dados apresentados identificam o conjunto das principais obras de melhoramentos da rodovia e os serviços contratados, permitindo sugerir o impacto positivo que ocorreu (ocorrerá) na redução dos acidentes em função da quantidade de obras executadas (a serem implantadas) em cada concessão. Isso auxiliou no refinamento e na análise dos dados e possibilitou apurar os resultados encontrados de forma adequada, conforme previsto no capítulo anterior. Destaca-se o aumento do número de obras das concessões quando se compara a primeira etapa com as etapas seguintes (segunda e terceira etapas), principalmente os quantitativos de obras de duplicação de trechos de rodovias e de implantação de passarelas e interconexões.

5.2 Identificação, obtenção, tratamento e análise dos dados de cálculo

Conforme adiantado na seção 4.4.2, esse trabalho utilizou dados segregados por segmentos dos diversos trechos de rodovias de cada concessão e de todas as vinte concessões de rodovias federais concedidas. Inicialmente, foram tratados os dados primários de acidentes identificados quanto à categoria de severidade (classificados por acidentes somente com danos materiais – sem vítimas, acidentes com feridos, acidentes com feridos envolvendo pedestres – atropelamentos, e acidentes com vítimas fatais), e de volumes de tráfego reais e de volumes de tráfego equivalentes (número de veículos de todas as categorias, multiplicados pelos seus respectivos multiplicadores tarifários/pesos).

O período solicitado de dados foi de janeiro de 2008 a fevereiro de 2018. Esse período foi escolhido por se tratar de uma série temporal significativa e, também, por considerar

informações desde o início das concessões da 2ª etapa (2008). Além disso, levou-se em consideração o tipo de pista (pista simples, pista dupla com duas, três ou quatro faixas, e pista marginal), conforme disponibilizado por meio da consulta de dados secundários, a fim de possibilitar o enriquecimento da capacidade explicativa dos eventos.

A partir dos dados recebidos foi realizada uma análise detalhada das informações e os ajustes necessários no lançamento das informações de tal forma que possibilitasse proceder aos diversos cálculos de taxas, medidas diversas (de posição, de dispersão), para modelos gerados por meio do teste de Wilcoxon e MQO, citadas na seção 4.4. Vale destacar que apesar de ter sido encaminhado o mesmo formulário padronizado a cada uma das 20 concessionárias, houve retorno das informações com várias inconsistências. Dentre o total de concessões, 50% delas encaminharam informações não exatamente da forma solicitada, o que gerou um trabalho significativo de ajustes, a fim de possibilitar resultados mais consistentes.

Dentre as inconsistências citadas, podem ser destacadas aquelas de segmentos com informação do número de acidentes, mas faltando o volume de veículos, e vice-versa; informação de dados sem a separação dos acidentes com vítimas e com atropelamento; segmentação diferente para os acidentes e para os volumes de tráfego; volume de tráfego equivalente com valor significativamente desproporcional com relação aos demais meses, dentre outros. Assim, a partir da identificação desses referidos segmentos, procedeu-se aos ajustes e até a exclusão de alguns deles, uma vez que tais inconsistências impossibilitariam realizar os cálculos iniciais das taxas de acidentes e de severidade dos acidentes ou chegar a resultados consistentes.

Conforme verificado nas equações (1), (2) e (3) na seção 4.4.1, para o cálculo das taxas de acidentes e da severidade dos acidentes são necessários a quantidade de acidentes, a quantidade de acidentes por categoria de severidade, e o volume de tráfego em determinado segmento e em determinado período. Assim, deve haver as duas informações para todos os segmentos estudados de tal forma que seja possível calcular tais taxas, que são a base deste trabalho. Dessa forma, após o cálculo das taxas de acidentes e das taxas de severidade dos acidentes procedeu-se, no universo de resultados, à análise e remoção dos *outliers* (valores atípicos, valores aberrantes, observações que apresentam um grande afastamento das demais da série ou que são inconsistentes) da amostra, de acordo com a metodologia de intervalo interquartil (*Interquartile Range*). A amostra da população, após removidos os *outliers*, possibilitou a geração do modelo a partir de 10.426 conjuntos de *data points*. Assim, este vasto banco de dados permitiu, a partir

do uso dos diversos métodos, fazer análises para diversas hipóteses de interesse, com variáveis dependentes e independentes, e chegar a resultados descritos neste capítulo.

Vale destacar que as informações quanto à gravidade dos acidentes foram aquelas registradas pela concessionária no momento do atendimento (conforme registrado no respectivo formulário ou diretamente no atendimento do Centro de Controle Operacional – CCO). Conforme citado no capítulo 3, este tipo de informação é relevante, pois possibilita definir qual o tipo de dado está sendo analisado. Os dados coletados são referentes a acidentes com um histórico do momento da ocorrência, e não com o desdobramento posterior ao atendimento (em até 30 dias após a ocorrência), devido à indisponibilidade de tais informações. Assim, considerando que há possibilidade de o acidentado ter uma piora no seu quadro clínico ou até vir a óbito, após o atendimento inicial pelas equipes de apoio das concessionárias (serviços de ambulâncias, principalmente), pode-se inferir que os resultados das taxas de severidade dos acidentes podem estar sendo conservadores neste trabalho.

Com base no retorno das concessionárias, verificou-se que do total de 20 empresas, 13 (ou 65%) destas concessionárias fazem o registro das informações de acidentes através de rádio comunicação com o CCO, Circuito Fechado de TV (CFTV) ou não possuem um formulário padrão a ser utilizado pelas equipes de campo para o registro da respectiva ocorrência. Isso demonstra uma fragilidade dos procedimentos, tais como do processo de controle das informações sobre acidentes, de inexatidão da localização das ocorrências e de seus detalhes, de falta de padronização sobre o assunto.

5.3 Contextualização e análise da evolução de acidentes

Esta seção busca apresentar os resultados do estudo realizado com foco na apresentação do comportamento dos acidentes tendo como referência as taxas de acidentes e de severidade dos acidentes, o uso da estatística descritiva e demais métodos utilizados.

5.3.1 Método da taxa de acidentes e da taxa de severidade dos acidentes

O cálculo da taxa de acidentes e da taxa de severidade dos acidentes foi realizado para cada segmento de cada concessionária, e para cada um dos meses da série temporal apresentada, conforme metodologia citada neste capítulo. A partir destes cálculos prosseguiu-se com a compilação dos conjuntos de dados das diversas concessões em uma mesma planilha de tal forma que fosse possível realizar análises utilizando todos os dados simultaneamente.

A partir da estatística descritiva foi possível identificar o comportamento e algumas características dos resultados encontrados. Os coeficientes da Tabela 5.13 e da Tabela 5.14 identificam informações referentes às taxas de acidentes e de severidade de acidentes, respectivamente, de todas as amostras consolidadas por mês (de todo o período analisado). Pelos resultados é possível destacar que as medianas elevadas em dezembro sugerem um comportamento diferenciado das observações nesse mês, possivelmente por se tratar de período de férias, e havendo com isso uma diversidade de comportamentos no trânsito devido ao perfil diferenciado dos motoristas. É possível que motoristas que não têm como hábito (ou como rotina) o uso do trecho rodoviário para deslocamentos (comportamento de tráfego e no trânsito diferente das cidades) tendam a fazê-lo neste período. Assim, há uma possibilidade de isso estar diretamente ligado à influência do aumento de acidentes (maiores taxas neste mês do ano). Ainda, quanto à composição do tráfego, verifica-se historicamente no mês de dezembro uma maior quantidade de veículos leves em circulação (com base na razão veículos equivalentes/veículos leves), corroborando com a inferência anterior.

Tabela 5.13: Medidas da taxa de acidentes da amostra, por mês (elaborada pelo autor)

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Média	0,756	0,738	0,768	0,735	0,758	0,748	0,736	0,724	0,749	0,715	0,743	0,792
Mediana	0,654	0,654	0,662	0,647	0,643	0,642	0,638	0,622	0,611	0,617	0,620	0,711
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Máximo	2,476	2,488	2,491	2,412	2,454	2,490	2,455	2,408	2,466	2,382	2,471	2,420
Desvio padrão	0,505	0,509	0,516	0,505	0,543	0,534	0,518	0,521	0,529	0,503	0,549	0,519
Coefic. Var.(C.V.)	0,669	0,690	0,672	0,688	0,716	0,714	0,703	0,720	0,707	0,703	0,739	0,655
percentil de 5%	0,134	0,097	0,133	0,093	0,078	0,034	0,080	0,063	0,098	0,078	0,000	0,072
percentil de 95%	1,754	1,834	1,836	1,729	1,838	1,813	1,734	1,805	1,804	1,744	1,856	1,750
Interv. interquartil	0,684	0,664	0,663	0,703	0,741	0,784	0,738	0,743	0,750	0,666	0,717	0,736

Tabela 5.14: Medidas da taxa da severidade dos acidentes da amostra, por mês (elaborada pelo autor)

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Média	1,731	1,709	1,809	1,775	1,790	1,767	1,739	1,729	1,801	1,695	1,736	1,886
Mediana	1,443	1,422	1,465	1,441	1,474	1,400	1,453	1,433	1,509	1,394	1,434	1,629
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Máximo	5,963	6,069	6,056	6,078	6,098	6,080	6,020	6,015	6,011	6,102	6,062	6,030
Desvio padrão	1,277	1,273	1,332	1,356	1,359	1,375	1,313	1,323	1,363	1,270	1,360	1,337
C.V.	0,737	0,745	0,736	0,764	0,759	0,778	0,755	0,765	0,757	0,749	0,784	0,709
percentil de 5%	0,242	0,185	0,273	0,138	0,123	0,034	0,118	0,076	0,150	0,119	0,000	0,123
percentil de 95%	4,412	4,330	4,631	4,731	4,475	4,619	4,449	4,436	4,641	4,324	4,659	4,641
Interv. interquartil	1,649	1,690	1,679	1,767	1,833	1,834	1,821	1,783	1,837	1,675	1,691	1,829

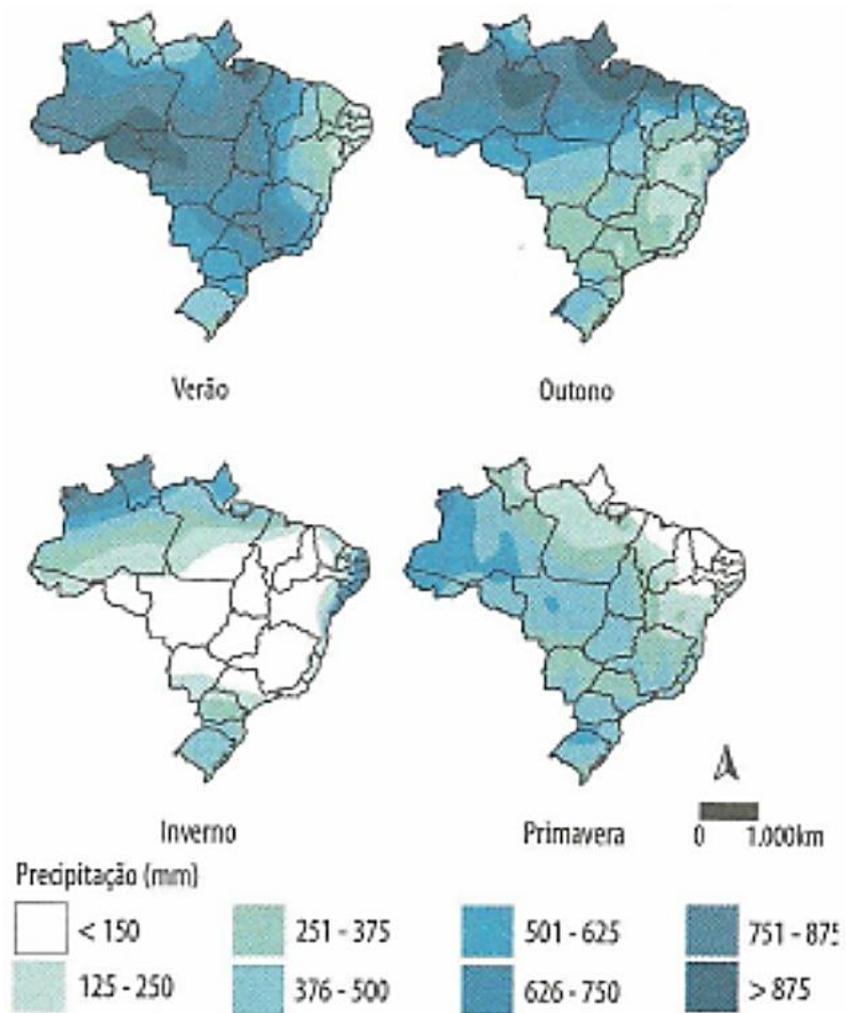
Na Tabela 5.13, é possível destacar também que, apesar de dezembro, fevereiro e março apresentarem as maiores medianas na taxa de acidentes, são nos meses de abril a novembro que se encontram os maiores coeficientes de variação. O fato de o desvio padrão dividido pela média ser proporcionalmente maior do que nos demais meses aponta para uma maior dispersão dos dados.

Também pode ser observado que em todos os meses, em ambas tabelas, a média é superior à mediana, o que identifica uma assimetria positiva, que vem de observações com elevados níveis de taxa de acidentes e de severidade das ocorrências (podem ser da mesma concessionária ou de outras). Ainda, o coeficiente de variação (C.V.) identifica que há uma dispersão dos dados em relação à média, principalmente no mês de novembro.

Observa-se, na Tabela 5.14, que o comportamento da taxa de severidade segue o mesmo comportamento que a taxa de acidentes para o mês de dezembro, se verificados os maiores valores das informações das duas tabelas. Observa-se, também, padrão semelhante do coeficiente de variação, que é mais elevado para os meses de abril a novembro, mas uma clara diferença nos meses de outubro e novembro, que apresentaram as menores média e mediana. Pelos resultados anteriores, poderia ser sugerido que o impacto das questões climáticas poderia influenciar as taxas de acidentes e de severidade dos acidentes no período de dezembro a março, principalmente. Isso em função destes meses serem responsáveis por elevados índices de chuva, conforme Figura 5.12 (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Entretanto, tais indicativos não são suficientes para confirmar esta hipótese, uma vez que a amostra da população engloba concessões com situações distintas, e que demandaria aprofundamento na análise para confirmar tal hipótese. Podem ser identificadas situações que influenciam essa incerteza, tais como concessões distribuídas nas diversas regiões do país (e até uma mesma concessão passando por diversos estados) com características e fatores climáticos⁸ distintos, sazonalidade, dentre outros.

⁸ Fatores climáticos – características geográficas estáticas diversificadoras da paisagem, como latitude, altitude, relevo, vegetação, continentalidade/maritimidade e atividades humanas (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007)

Figura 5.12: Médias históricas sazonais de pluviosidade no Brasil (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007)



Observa-se também que, ao fazer a distribuição de frequência da população estudada, não é verificada uma distribuição normal, conforme Figura 5.13 e Figura 5.14 a seguir. A ausência de distribuição normal atesta a não distribuição uniforme em torno de um ponto central. Tanto para a taxa de acidentes quanto para a taxa de severidade de acidentes, há um comportamento similar na distribuição de frequência relativa, e tal distribuição não apresenta características de uma distribuição normal.

Figura 5.13 Frequência relativa das taxas de acidentes (elaborada pelo autor)

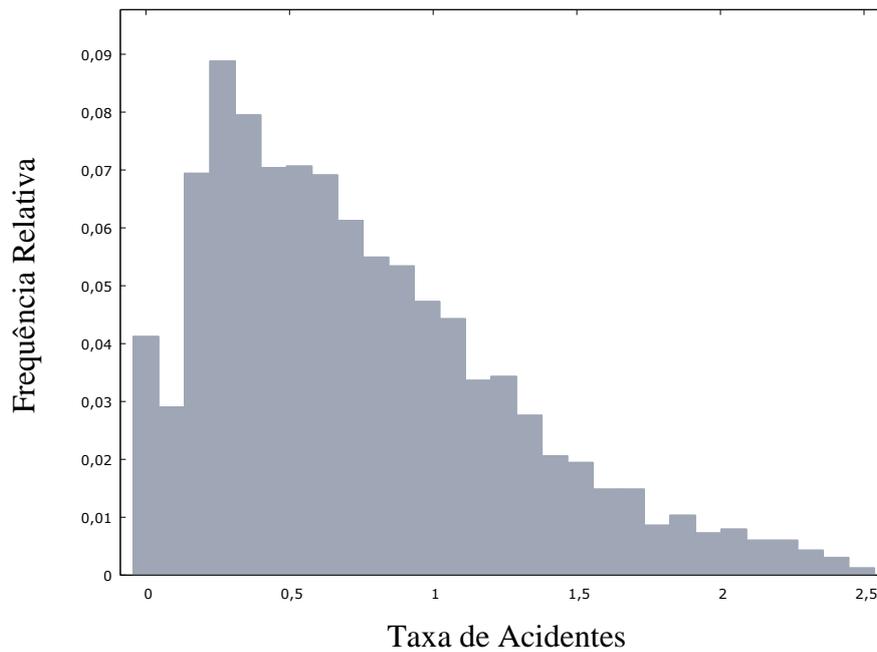
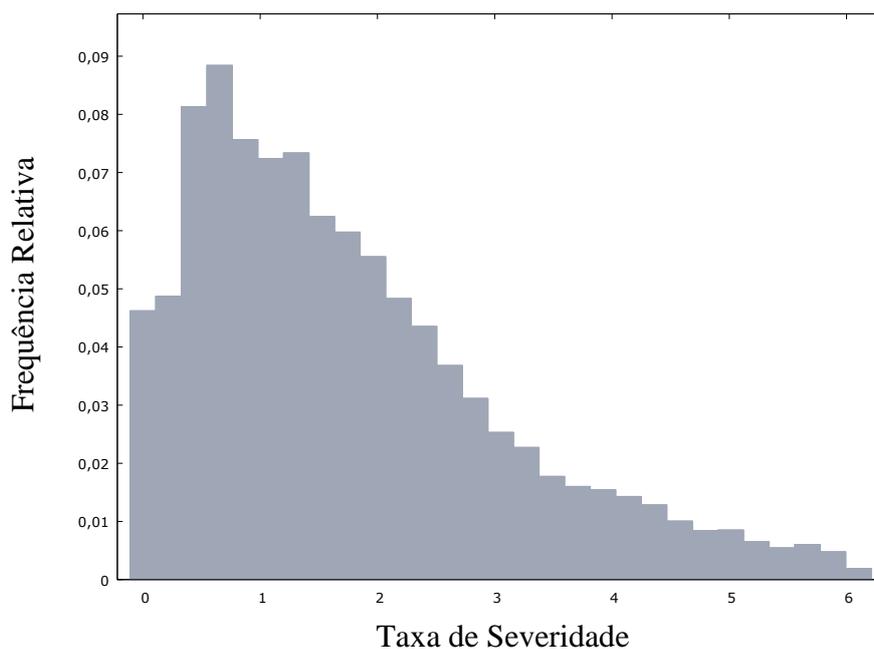


Figura 5.14: Frequência relativa das taxas de severidade dos acidentes (elaborada pelo autor)

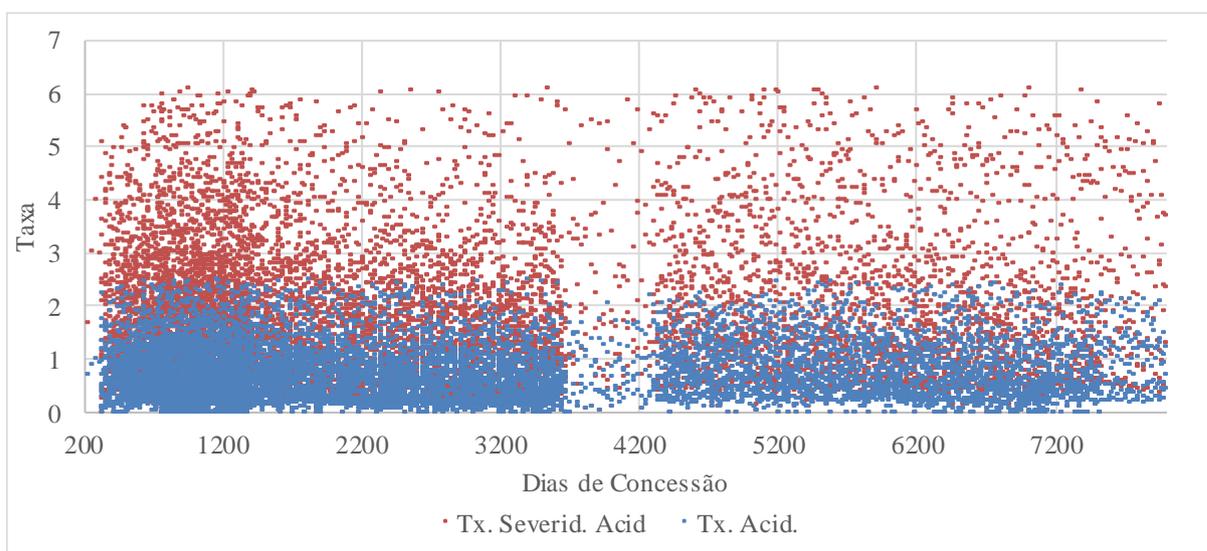


5.3.2 Evolução da acidentalidade nas concessões a partir das taxas de acidentes e de severidade dos acidentes

A partir dos resultados encontrados para as taxas de acidentes e de severidade dos acidentes, para cada concessão, foi possível realizar uma análise da evolução de acidentes e da severidade dos acidentes, conforme apresentado a seguir.

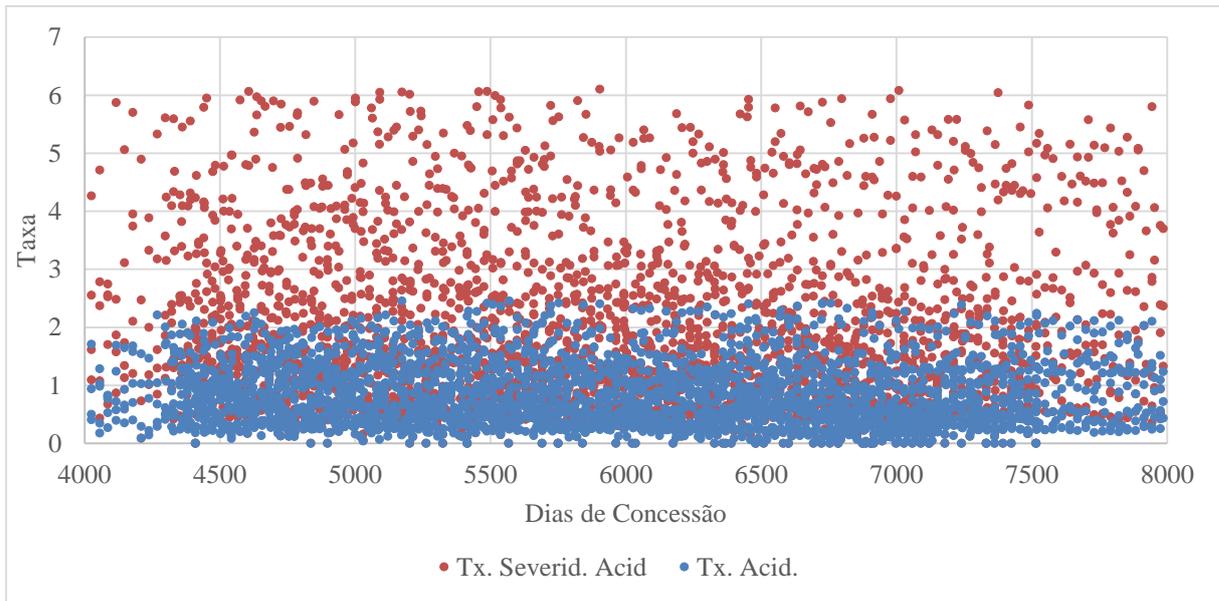
Na Figura 5.15 são apresentadas as taxas avaliadas para todas as concessões ao longo da série temporal e tendo como referência o tempo de concessão (eixo X). Existem basicamente dois grupos de resultados, aquele de 0 até, aproximadamente, 3.500 dias, que identifica resultados de concessões da segunda e terceira etapas, e o grupo acima de 3.500 dias, que apresenta os resultados das concessões da primeira etapa (as concessões mais antigas). De forma geral, é possível observar que as concessões com menos tempo de existência (contratos mais recentes) apresentam taxas de acidentes e de severidade dos acidentes mais dispersas nos momentos iniciais da concessão. As mais antigas, por outro lado, apesar de apresentarem um grupo de observações mais consistente nas taxas mais baixas, apresenta um volume consistente de observações com elevadas taxas para todos os períodos.

Figura 5.15: Evolução das taxas de acidentes e severidade dos acidentes no tempo de concessão (elaborada pelo autor)



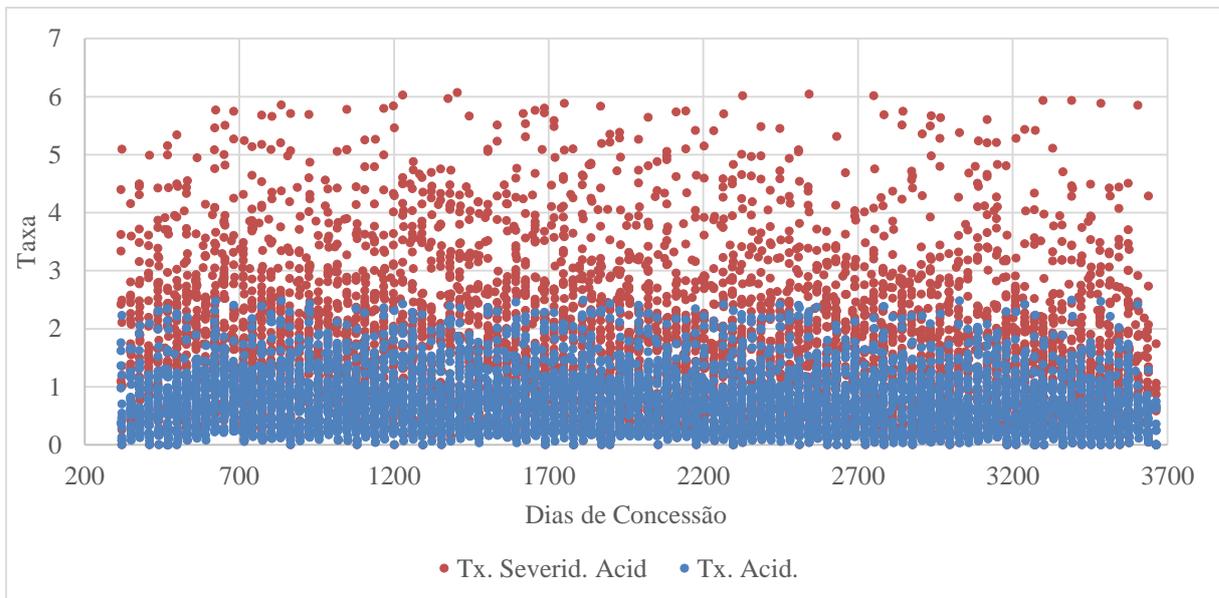
Pela Figura 5.16 é possível identificar com melhor visualização o descrito no parágrafo anterior no que diz respeito às taxas de acidentes e de severidade dos acidentes nas diversas etapas de concessões, estratificando os dados para as concessões da primeira etapa. Ainda, por se tratarem de concessões mais antigas existe uma certa estabilidade dos resultados, provavelmente em função da maturidade da concessão.

Figura 5.16 Evolução das taxas de acidentes e de severidade dos acidentes no tempo - primeira etapa (elaborada pelo autor)



Em outro recorte, a Figura 5.17 identifica os resultados para as concessões de segunda etapa. Em tais concessões é possível identificar que há uma certa tendência de redução das taxas de acidentes e das taxas de severidade dos acidentes ao longo da série temporal.

Figura 5.17: Evolução das taxas de acidentes e de severidade dos acidentes no tempo - segunda etapa (elaborada pelo autor)

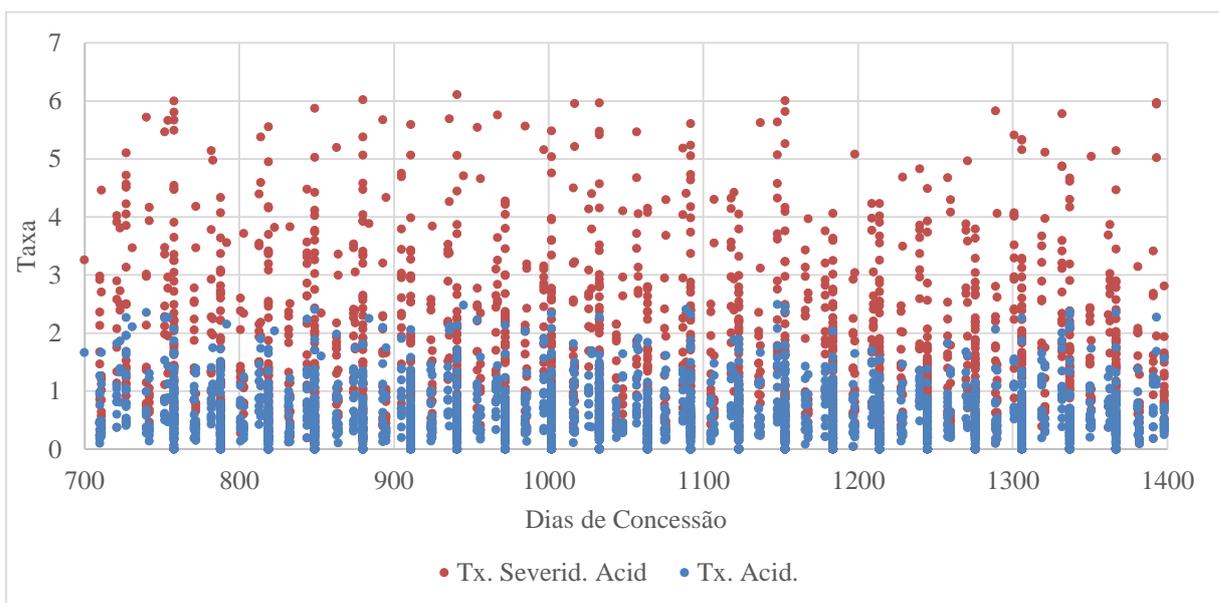


Observa-se que as concessões da citada etapa encontram-se em período de “usufruto” das obras realizadas, com mais de dez anos de concessão, ou seja, já passou o período da recuperação da

rodovia (previsto para os cinco primeiros anos) e a realização de obras diversas de melhorias. Por se encontrarem nesse período, espera-se que tenha havido uma melhoria das condições do pavimento/sinalização viária (aumento da segurança) e também menos pontos de conflito devido à implantação de diversos elementos (trevos, passarelas, dentre outros elementos). As obras previstas e de forma geral destacadas na tabela do Apêndice B sugerem tal observação.

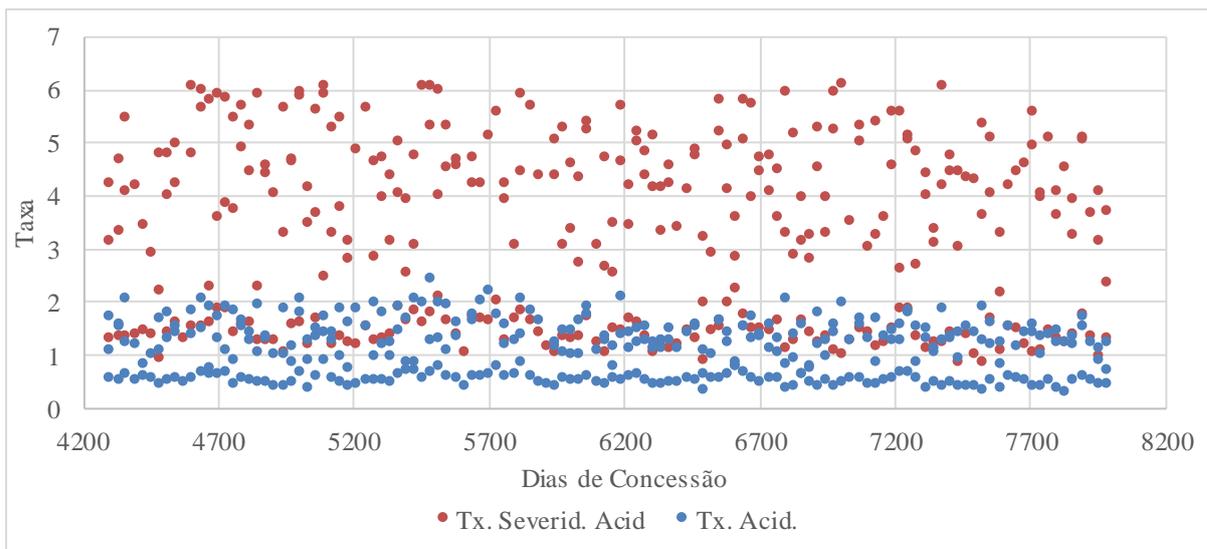
A terceira e última etapa de concessões apresenta resultados que não sugerem uma percepção mais evidente da evolução da acidentalidade, conforme Figura 5.18. Verifica-se tanto para as taxas de acidentes quanto para as taxas de severidade de acidentes ao longo da série temporal um comportamento que não permite realizar tal análise. Destaca-se que a maioria das concessões se encontram ainda em período de execução das diversas obras da fase de recuperação e melhorias, motivo pelo qual, provavelmente, não se pode ainda perceber o impacto dos resultados da redução de acidentes em tais trechos rodoviários.

Figura 5.18: Evolução das taxas de acidentes e de severidade dos acidentes no tempo - terceira etapa (elaborada pelo autor)



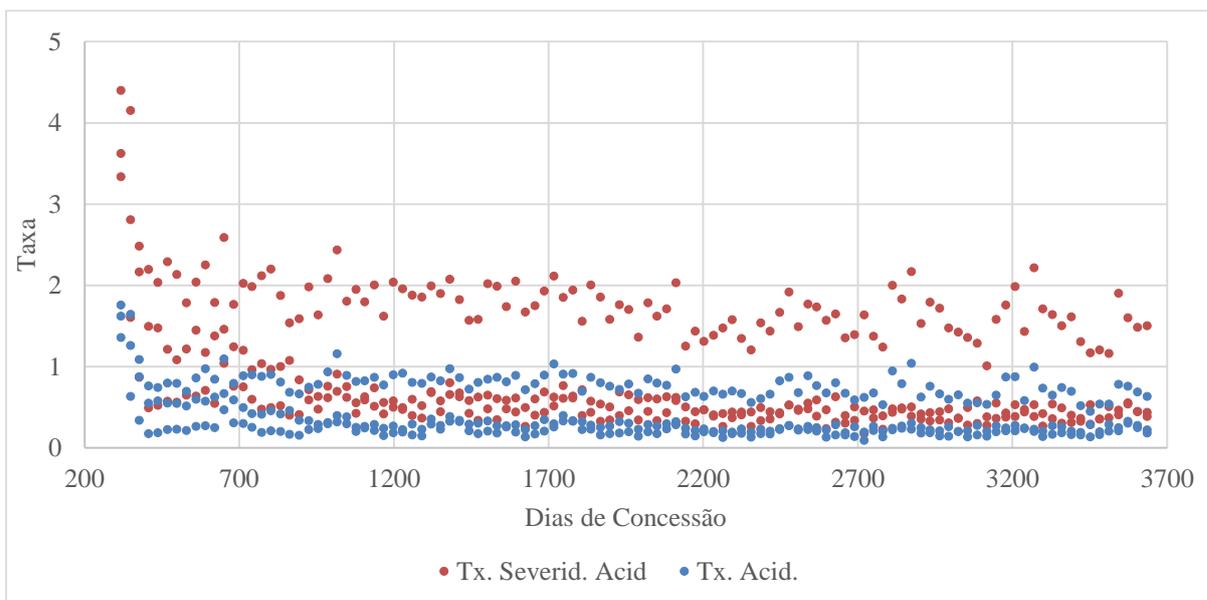
Ainda, a Figura 5.19 e a Figura 5.20 apresentam, respectivamente, uma concessão da 1ª e 2ª etapas. Destaca-se a diferença de comportamento das taxas de acidentes e de severidade de acidentes entre as concessões, e assim entre etapas de concessão bem distintas temporalmente, o que corrobora os achados anteriores na pesquisa. Pode-se inferir que um dos motivos pelo qual as taxas variam ao longo do tempo de concessão seja o impacto da execução das obras de melhorias realizadas.

Figura 5.19: Evolução das taxas no tempo – CRT – 1ª etapa (elaborada pelo autor)



A concessão da 1ª etapa já teve as grandes obras realizadas e encontra-se em fase de manutenção destas obras e de realização dos serviços prestados. Também conta, há mais tempo, com uma possível maior familiaridade por parte dos motoristas habituais, da situação do trecho concedido, haja vista que se encontra em operação desde meados da década de 1990. De outro lado, a concessão da 2ª etapa mostra que há uma tendência de variação mais clara e decrescente tanto da taxa de acidentes quanto da taxa de severidade dos acidentes, o que sugere que a realização de obras faz com que as condições da rodovia melhorem e, conseqüentemente, proporcione a diminuição da acidentalidade.

Figura 5.20: Evolução das taxas no tempo – Fernão Dias – 2ª etapa (elaborada pelo autor)



Observa-se uma diferença significativa entre as taxas de acidentes e de severidade de acidentes das concessionárias CRT e Autopista Fernão Dias nas referidas figuras. As taxas de acidentes máximas têm sido em torno de 2 e 1 acidentes por milhões de veículos x km em um segmento de via da CRT e Fernão Dias, respectivamente. Além disso, as taxas de severidade dos acidentes máximas têm sido em torno de 6 e 2 acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento nas mesmas rodovias, nesta ordem. Isso poderia sugerir que trafegar pela CRT impõe perigo em dobro aos usuários, considerando que tais taxas foram calculadas com base na mesma equação para ambas concessões.

Ressalta-se que não se deve fazer uma comparação direta entre as concessões, uma vez que as especificidades de cada uma (etapas distintas, natureza do trecho – plano, ondulado, montanhoso, tipo de pista, volume e tipo de tráfego), conforme realizado no parágrafo anterior. Entretanto, tal comparação serviu para destacar a importância de se estabelecer procedimentos de acompanhamento dos acidentes, de tal forma que haja critérios para se definir condições mínimas de segurança para os usuários de quaisquer trechos rodoviários. Além disso, vale destacar que o comportamento de cada uma dessas concessões não reflete, necessariamente, o mesmo comportamento das demais concessões de uma mesma etapa.

5.4 Análises com base em técnicas estatísticas

Os resultados encontrados a partir das técnicas seguintes apresentam uma análise que vai além de simples correlação de variáveis, à luz das considerações no capítulo anterior. Ressalta-se a possibilidade de avaliar os dados apresentados por meio de equações que representem seu comportamento e de apresentar a natureza observável dos dados acerca dos elementos capazes de influenciar a acidentalidade em rodovias.

5.4.1 Teste de Wilcoxon

Através deste teste, foram comparadas as observações dos acidentes entre meses distintos (taxa de acidentes de períodos distintos, ou da taxa de severidade dos acidentes de períodos distintos) o que possibilitou identificar quais meses são consistentemente diferentes do mês anterior.

Pelos resultados da Tabela 5.15, é possível verificar que, para a taxa de acidentes, agosto se diferencia a 5% de confiança de setembro; enquanto novembro se diferencia de dezembro e dezembro de janeiro, ambos a 1%. Por fim, setembro se diferencia de outubro a 10% de confiança. É interessante observar que novembro possui mais valores negativos (diferença entre

novembro e dezembro) enquanto dezembro possui mais valores positivos (diferença entre dezembro e janeiro), confirmando a expectativa de que dezembro é um mês com alta taxa de acidentes. Uma das hipóteses para o destaque da situação em dezembro é o fato de que se trata seja por se tratar de períodos de festas de final de ano e mês de férias, com volumes mais elevados de carros leves nas rodovias.

Tabela 5.15: Teste de Wilcoxon para taxa de acidentes (elaborada pelo autor)

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
W+	180603	145035	151276	167396	181547	184301	191831	173591	203651	184742	126220	216250
W-	170928	138831	140926	156953	161581	166311	172280	203435	178619	201828	248000	106528
P (Z > z)	0,245066	0,301726	0,19822	0,214435	0,073518	0,099299	0,08723	0,021716	0,046821	0,128282	5,96E-17	0,00E+00
P-Valor Bicaudal	0,490131	0,603452	0,396441	0,428869	0,147036	0,198598	0,17446	0,043433	0,093643	0,256563	1,19E-16	0,00E+00

A Tabela 5.16 permite identificar que ocorre com a taxa de severidade dos acidentes o mesmo que foi citado no parágrafo anterior para a taxa de acidentes nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Dezembro responde por elevadas taxas de acidentes e de severidade dos acidentes. Isto reforça o identificado na seção 5.3.1 quanto à possibilidade de o mês dezembro ser o mês mais representativo em termos de acidentes e da severidade destes acidentes.

Tabela 5.16: Teste de Wilcoxon para taxa de severidade dos acidentes (elaborada pelo autor)

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
W+	173365	139963	146094	164508	181161	182553	183009	175310	205664	190224	137534	218192
W-	178166	143903	146108	159841	161967	168059	181102	201716	176606	196346	236686	104586
P (Z > z)	0,366021	0,370755	0,499575	0,361851	0,081658	0,150166	0,447335	0,036979	0,025819	0,342198	7,67E-12	0,00E+00
P-Valor Bicaudal	0,732042	0,74151	0,99915	0,723702	0,163315	0,300332	0,89467	0,073958	0,051639	0,684395	1,53E-11	0,00E+00

Ainda, verifica-se também que, para a taxa de severidade dos acidentes, agosto se diferencia a 10% de confiança de setembro; enquanto novembro se diferencia de dezembro e dezembro de janeiro, ambos a 1%. Destaca-se que agosto possui mais valores negativos (diferença entre agosto e setembro), enquanto setembro possui mais valores positivos (diferença entre setembro e outubro), podendo identificar que, entre os três meses, setembro é o mês com as mais altas taxas de severidade dos acidentes, além de altas taxas de acidentes. Pelas análises realizadas não foi possível identificar hipóteses consistentes para as elevadas taxas no referido mês de setembro.

Vale ressaltar que o teste de Wilcoxon avaliou todos os pares das taxas de um determinado par de meses da série temporal analisada, procedimento que foi realizado para todos os meses do ano. Assim, destaca-se que, em função disso, foi verificada a existência de uma diferença real e consistente entre cada par de meses. Além disso, verifica-se que os resultados do teste para as

rodovias concedidas são semelhantes com as informações gerais a respeito de acidentes de trânsito em todas as rodovias federais nas áreas de jurisdição do Departamento de Polícia Rodoviária Federal - DPRF, conforme DNIT e DPRF (2007 e 2010). No período entre 2008 a 2010, o mês de dezembro foi responsável pelo maior número de acidentes em rodovias federais compreendendo 10,4% dos acidentes do ano.

5.4.2 Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

O MQO foi utilizado para testar hipóteses com variáveis explicativas (tipo de pista - simples, dupla, dentre outras, tempo de concessão e razão volume equivalente/volume real de tráfego) para as variáveis dependentes (taxa de acidente e taxa de severidade dos acidentes). Avaliou questões, tais como se a taxa de acidentes e/ou de severidade de acidentes é maior em segmentos de pista simples, ou se a taxa de acidentes e/ou de severidade de acidentes é maior em segmentos com maior número de veículos pesados. Vale destacar que, apesar da não normalidade das variáveis dependentes, este método foi utilizado com o objetivo de identificar o comportamento dessas variáveis para a população no respectivo período estudado. Não foi objetivo deste trabalho estabelecer modelo preditivo para situações futuras. Ainda, ressalta-se que os testes realizados identificaram que não há correlação entre as variáveis explicativas.

Pela Tabela 5.17 é possível observar que o modelo sugere que segmentos com menor extensão de um tipo de pista em relação à extensão total de pistas do trecho tendem a apresentar maior taxa de acidentes, indicando que rodovias nas quais existem transições abruptas de número de pistas tendem a resultar em maior taxa de acidentes.

Tabela 5.17: Resultados do modelo das taxas de acidentes com uso do MQO (elaborada pelo autor)

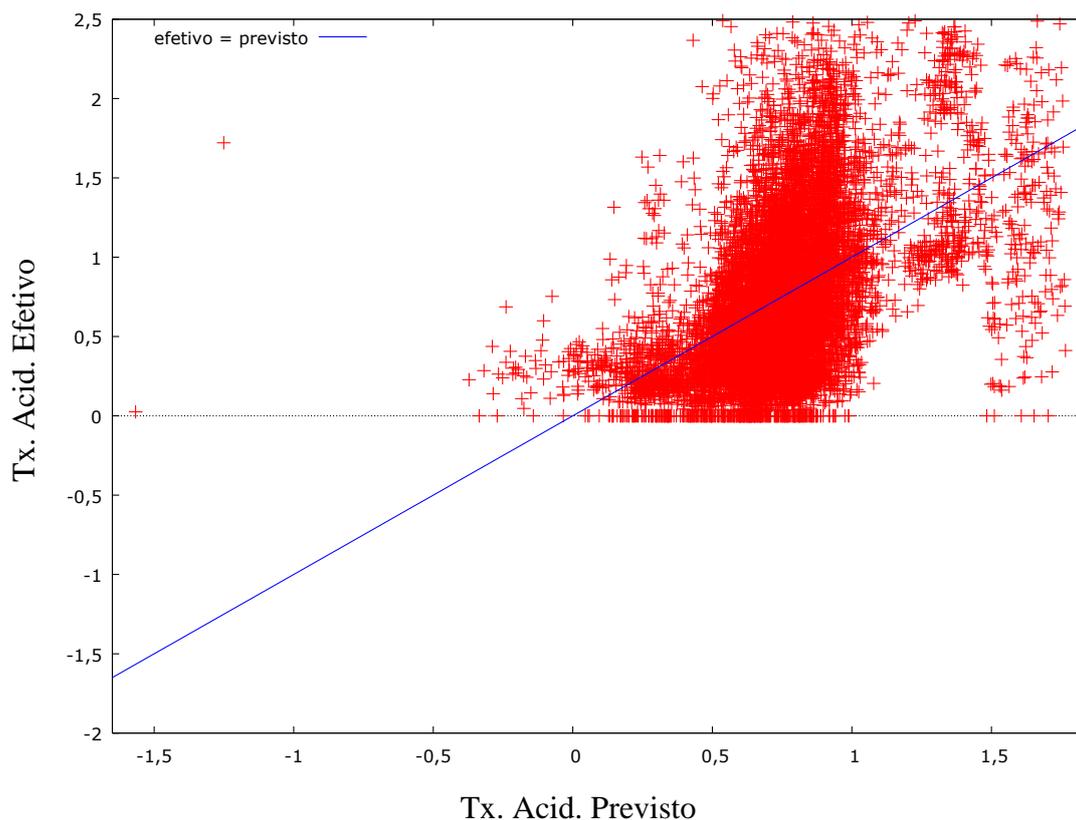
	coeficiente	p-valor	
const	6,887365	1,06E-17	***
Razão (Equivalente/Real)	-0,224012	2,84E-214	***
SIMPLES (% do total)	-2,847146	3,78E-04	***
2 FAIXAS (% do total)	-2,843772	3,77E-04	***
3 FAIXAS (% do total)	-3,106524	9,86E-05	***
4 FAIXAS (% do total)	-2,829085	3,94E-04	***
MARGINAL (% do total)	0,898397	2,96E-228	***
Data	-0,000069	3,83E-51	***
Dias de Concessão	0,000001	6,57E-01	***
R-quadrado	0,2392	R-quadrado ajustado	0,2386
F(8, 10417)	409,4676	P-valor(F)	0

Ainda, observa-se que os maiores valores de taxas de acidentes ocorrem em segmentos com menos veículos pesados, conforme coeficientes identificados. O R^2 de 0,24 indica a relevância dessas variáveis na explicação do nível de acidentes. O p -valor zero indica a não normalidade dos resíduos, explicitando que existem componentes não incorporados ao modelo. Dentre esses componentes, podem ser destacados os mensuráveis, como natureza do terreno (plano, ondulado ou montanhoso), mas também outros não mensuráveis, como reação dos motoristas a *outdoors* específicos, por exemplo.

Ressalta-se a questão de os Dias de Concessão terem sido diretamente relacionados aos níveis mais elevados de taxas de acidentes, principalmente, em função das diferenças existentes entre as etapas de concessão, conforme pôde ser observado em seções anteriores. Também é importante destacar que, apesar da expectativa em contrário, o maior percentual do trecho com marginal apresentou-se positivamente relacionado com a acidentalidade. Uma das possibilidades de interpretação desse dado estaria associada à possibilidade de serem segmentos próximos a cidades/travessias urbanas. Tais segmentos podem responder por situações tais como maior circulação de veículos e pedestres, falta de dispositivos adequados de retorno e ou cruzamento de pistas. Dessa forma, verifica-se um aumento da possibilidade de conflitos e, conseqüentemente, de acidentes.

Na Figura 5.21 identificam-se os resultados do modelo anterior com uso do MQO, através da dispersão dos dados (das taxas de acidentes). É importante destacar que esta dispersão dos dados tende a ser maior à medida que se avança para a direita. Até uma taxa de acidentes esperada de 1 acidente por milhões de veículos x km em um segmento de via, o comportamento crescente é mais conforme, enquanto, a partir desse ponto, a dispersão desses dados apresenta padrões diferentes. Além disso, em uma análise direta dos resultados, identificou-se que a diferença da taxa de acidentes prevista para a taxa efetiva da Concepa, para observações acima da acidentalidade prevista de 1,5 e real de 1,0 acidente por milhões de veículos x km em um segmento de via apresentam diferenças substanciais com relação às observações das demais empresas. Pode-se considerar que isso influenciou nos resultados fazendo com o que o modelo se tornasse menos assertivo.

Figura 5.21: Dispersão das taxas de acidentes com uso do MQO (elaborada pelo autor)



A Tabela 5.18 permite observar que o modelo sugere que trechos com menor extensão de um tipo de pista em relação à extensão total de pistas do trecho tendem a apresentar maior taxa de severidade dos acidentes, e indica que rodovias nas quais existem transições abruptas de número de pistas tendem a resultar em maior taxa de severidade dos acidentes.

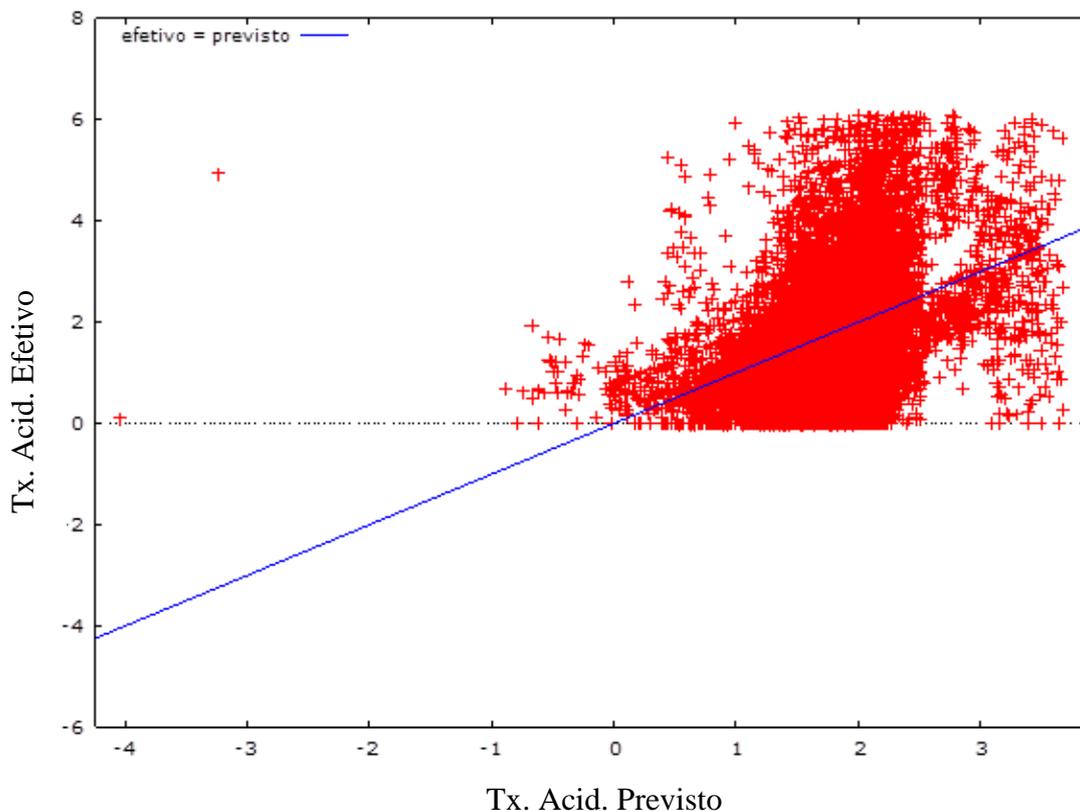
Tabela 5.18: Resultados do modelo das taxas de severidade dos acidentes com uso do MQO (elaborada pelo autor)

	coeficiente	p-valor
const	24,209981	4,87E-30 ***
Razão (Equivalente/Real)	-0,567227	7,57E-198 ***
SIMPLES (% do total)	-14,193501	2,02E-11 ***
2 FAIXAS (% do total)	-14,447898	8,25E-12 ***
3 FAIXAS (% do total)	-15,389066	2,94E-13 ***
4 FAIXAS (% do total)	-14,903600	1,63E-12 ***
MARGINAL (% do total)	1,672291	3,14E-117 ***
Data	-0,000168	5,05E-44 ***
Dias de Concessão	0,000013	4,76E-02 **
R-quadrado	0,1836	R-quadrado ajustado 0,1829
F(8, 10417)	292,7535	P-valor(F) 0

O R de 0,18 indica a relevância dessas variáveis na explicação do nível da taxa de severidade dos acidentes. O ρ -valor zero novamente indica a não normalidade dos resíduos, explicitando que existem componentes não incorporados ao modelo. Dentre esses componentes, podem ser destacados os mensuráveis, como natureza do terreno (plano, ondulado ou montanhoso), mas também outros não mensuráveis. Ainda, observa-se para as taxas de severidade dos acidentes o comportamento da questão Dias de Concessão e Trecho Com Marginal semelhante ao que foi observado para as taxas de acidentes, relacionando-se aos níveis mais elevados de acidentalidade.

Ainda, a Figura 5.22 identifica os resultados do modelo anterior com uso do MQO, através da dispersão das taxas de severidade dos acidentes. Para estas taxas observa-se que a dispersão dos dados também tende a ser maior à medida que se avança para a direita. Entretanto, para uma taxa de severidade dos acidentes esperada de até aproximadamente 2,5 acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via, o comportamento crescente é mais conforme, enquanto, a partir desse ponto, a dispersão desses dados apresenta padrões diferentes.

Figura 5.22: Dispersão das taxas de severidade dos acidentes com uso do MQO (elaborada pelo autor)



Além disso, a diferença da taxa de acidentes prevista para a efetiva das Concepa, Litoral Sul e Ecosul, para observações acima da taxa de acidentes prevista de 3 e real de 2 acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via, apresentam diferenças substanciais com relação às observações das demais empresas. Pode-se considerar que isso influenciou nos resultados fazendo com o que o modelo se tornasse menos assertivo.

5.5 Análises utilizando dados de volumes de tráfego

Esta seção possui análises realizadas com a razão do volume equivalente/volume real (VE/VR) e com o volume real de tráfego. Também tem como referência algumas questões apresentadas em seções anteriores.

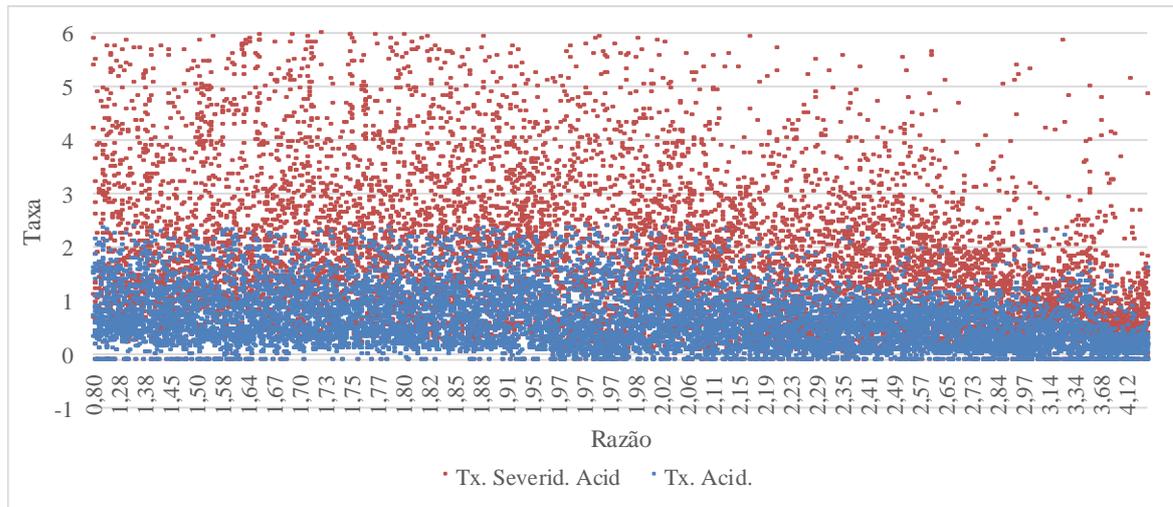
5.5.1 Análises com a razão do volume equivalente/volume real (VE/VR)

Foram estimadas as distribuições das taxas de acidentes e da severidade dos acidentes em geral e por concessionária utilizando a variável explicativa **razão do volume equivalente/volume real (VE/VR), com o intuito de identificar o comportamento dos acidentes em função do maior ou menor volume de veículos pesados nos segmentos rodoviários**. Esta razão possibilita indicar que quanto maior for o resultado encontrado, maior é o volume de veículos pesados circulando em determinado segmento da concessão.

Foi realizada uma análise univariada com o objetivo exploratório a partir da análise multivariada feita anteriormente. Assim, foram gerados gráficos para confirmar se a razão do VE/VR negativa é decorrente do conjunto de variáveis explicativas, ou se as diversas variáveis explicativas influenciaram isoladamente essa razão negativa. Ao utilizar a análise univariada, concluiu-se pelos gráficos que serão apresentados posteriormente, que essa variável explicativa influencia a ocorrência de acidentes.

Os resultados evidenciados sugerem que quanto maior a razão, ou seja, quanto mais veículos pesados no segmento em relação aos de menor porte, menor é a accidentalidade do segmento, conforme Figura 5.23. Nesse contexto, deve-se também ter como hipótese que o nível de serviço do segmento pode estar influenciando na redução de acidentes. Diante das evidências, é possível, ainda, sugerir que elementos como o volume de tráfego pesado e o elevado número de veículos em circulação em determinados segmentos podem, conjuntamente, estar influenciando a taxa de acidentes, fazendo com que a mesma se reduza.

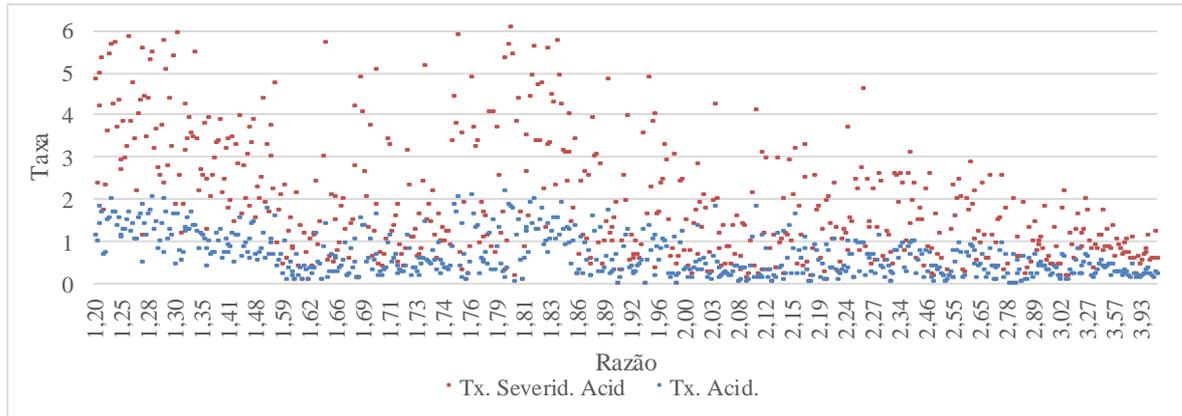
Figura 5.23: Taxas de Acidentes e de Severidade dos Acidentes pela Razão (elaborada pelo autor)



Ainda, os resultados na Figura 5.23 também apontam que não somente diminui a taxa de acidentes como também diminui a taxa de severidade dos acidentes (eixo Y) à medida que o número de veículos pesados em relação aos leves aumenta (à medida que aumenta a razão, eixo X). Isto se contrapõe a alguma expectativa de os veículos pesados serem os responsáveis pela maioria dos acidentes. A mesma figura ainda sugere que quanto menos veículos pesados no segmento (menores Razão VE/VR no eixo X), maior é a taxa de severidade/gravidade dos acidentes.

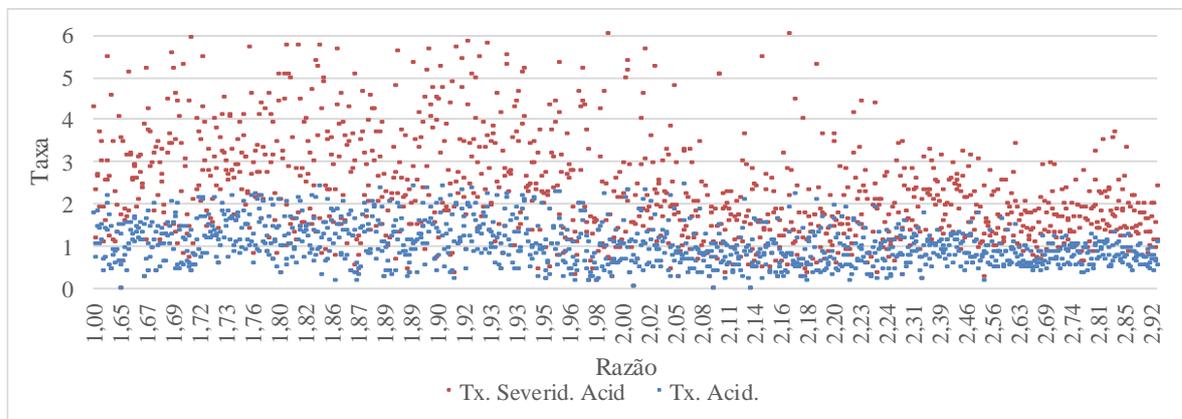
Ainda, as Figura 5.24, Figura 5.25 e Figura 5.26 permitem observar que o comportamento dos acidentes e da severidade dos acidentes com relação à razão se aproxima do observado no caso geral; independentemente do período da concessão (primeira, segunda ou terceira etapas). Em todas as três concessões exemplificadas há uma tendência de redução de ambas as taxas à medida que há um aumento do volume de veículos pesados. Vale destacar que, apesar de terem sido apresentadas figuras de três concessões (de um total de 20 concessões), não significa que o comportamento seja exatamente o mesmo nas demais concessões de cada etapa.

Figura 5.24: Taxas x Razão para a Ecosul - 1ª etapa (elaborada pelo autor)



Observa-se que tanto na Ecosul (Figura 5.24) quanto na VIA 040 (Figura 5.26), os dados da esquerda evidenciam um padrão claro de maiores taxas (nesse caso, abaixo de 1,59 e de 1,99 de razão para a Ecosul e VIA 040, respectivamente). Além disso, na Ecosul observa-se que, para razão de 0 até 1,59, a grande maioria das taxas de severidade dos acidentes são da ordem 2 ou mais acidentes em UPS por milhões de veículos x km em segmento de via, e nesta faixa está concentrada grande quantidade das mais altas taxas de severidade.

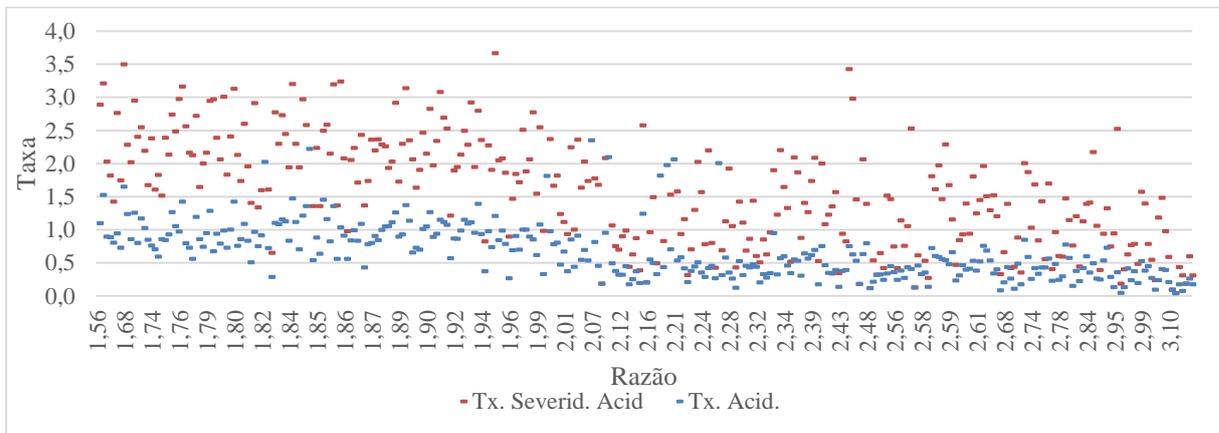
Figura 5.25: Taxas x Razão para a Planalto Sul - 2ª etapa (elaborada pelo autor)



Observa-se pela Figura 5.25 um comportamento mais constante para as taxas de acidentes e severidade dos acidentes até uma razão 2,0 para a concessão Planalto Sul, com taxas de acidentes de, aproximadamente, até 2 acidentes por milhões de veículos x km em um segmento de via. Para valores de razão acima de 2,0 é possível identificar uma concentração das taxas de acidentes em até, aproximadamente, 1 acidente por milhões de veículos x km em um segmento de via. Além disso, verificam-se taxas de severidade dos acidentes abaixo de 4 acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via, para valores de razão acima de 2,24. Na Via 040, para as baixas razões, praticamente não são verificadas observações abaixo

de 0,5 acidente por milhões de veículos x km em um segmento de via, enquanto ocorrem para razões superiores a 2,0. Isso reforça sobremaneira a percepção de que pouquíssimos veículos pesados contribuem com maiores taxas de acidentes.

Figura 5.26: Taxas x Razão para a VIA 040 - 3ª etapa (elaborada pelo autor)



Ainda, as Figura 5.27 e Figura 5.28 apresentam a mesma distribuição de frequência de taxas de acidentes e de taxas de severidade dos acidentes, respectivamente, com base na razão. A diferença dessas figuras para as anteriores é que permitem identificar o comportamento dessas variáveis visualizando a distribuição das taxas de cada uma das concessões ao mesmo tempo. Assim, é possível verificar que há uma heterogeneidade entre as diversas concessões. Ressalta-se que a Figura 5.27 apresenta os dados de taxas de acidentes de todas as concessões e a Figura 5.28 apresenta dados das taxas de severidade dos acidentes apenas das concessões da segunda etapa, a fim de facilitar a visualização dos detalhes.

Figura 5.27: Taxa de acidentes x razão - volume equivalente/volume real (elaborada pelo autor)

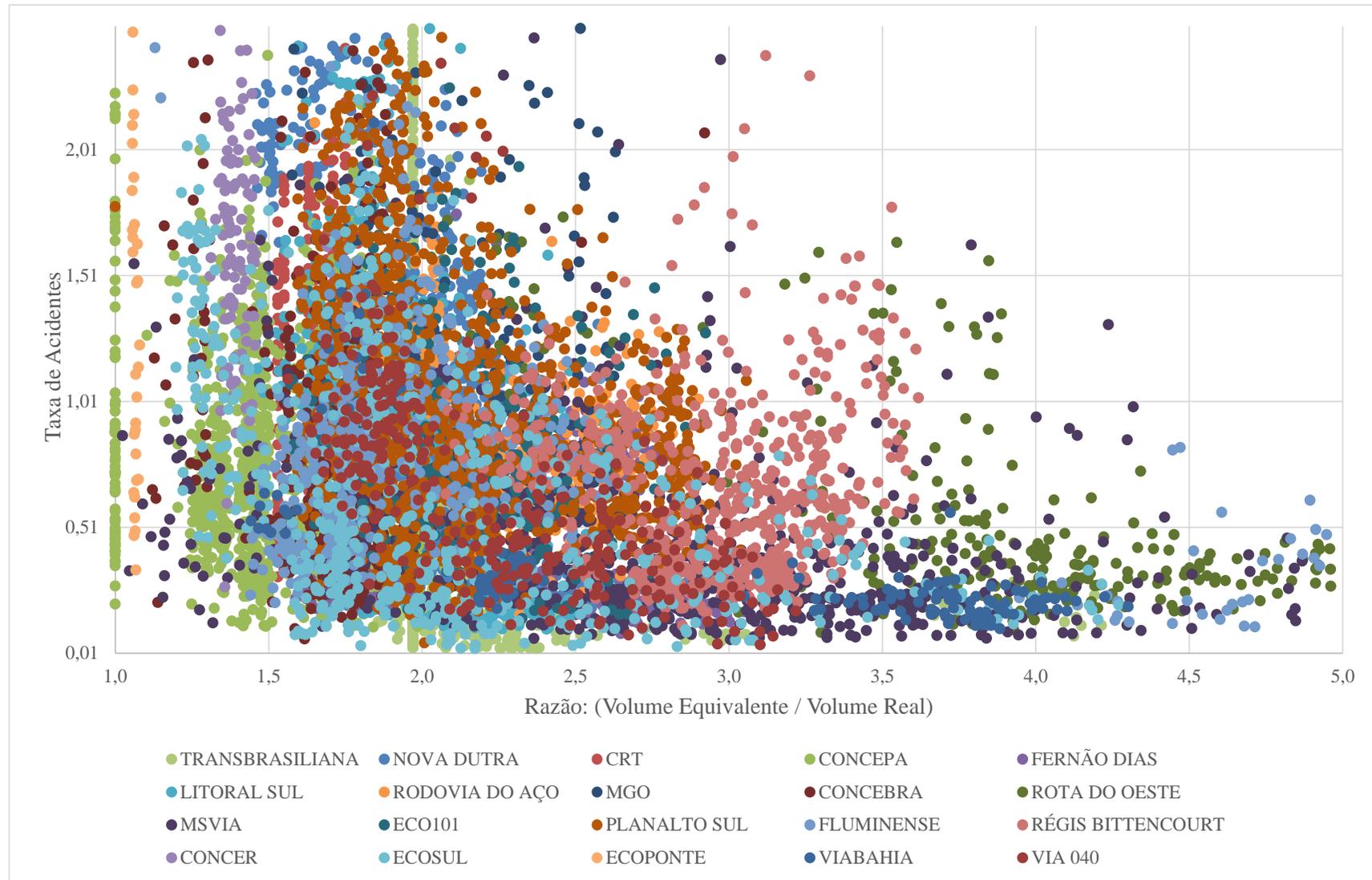
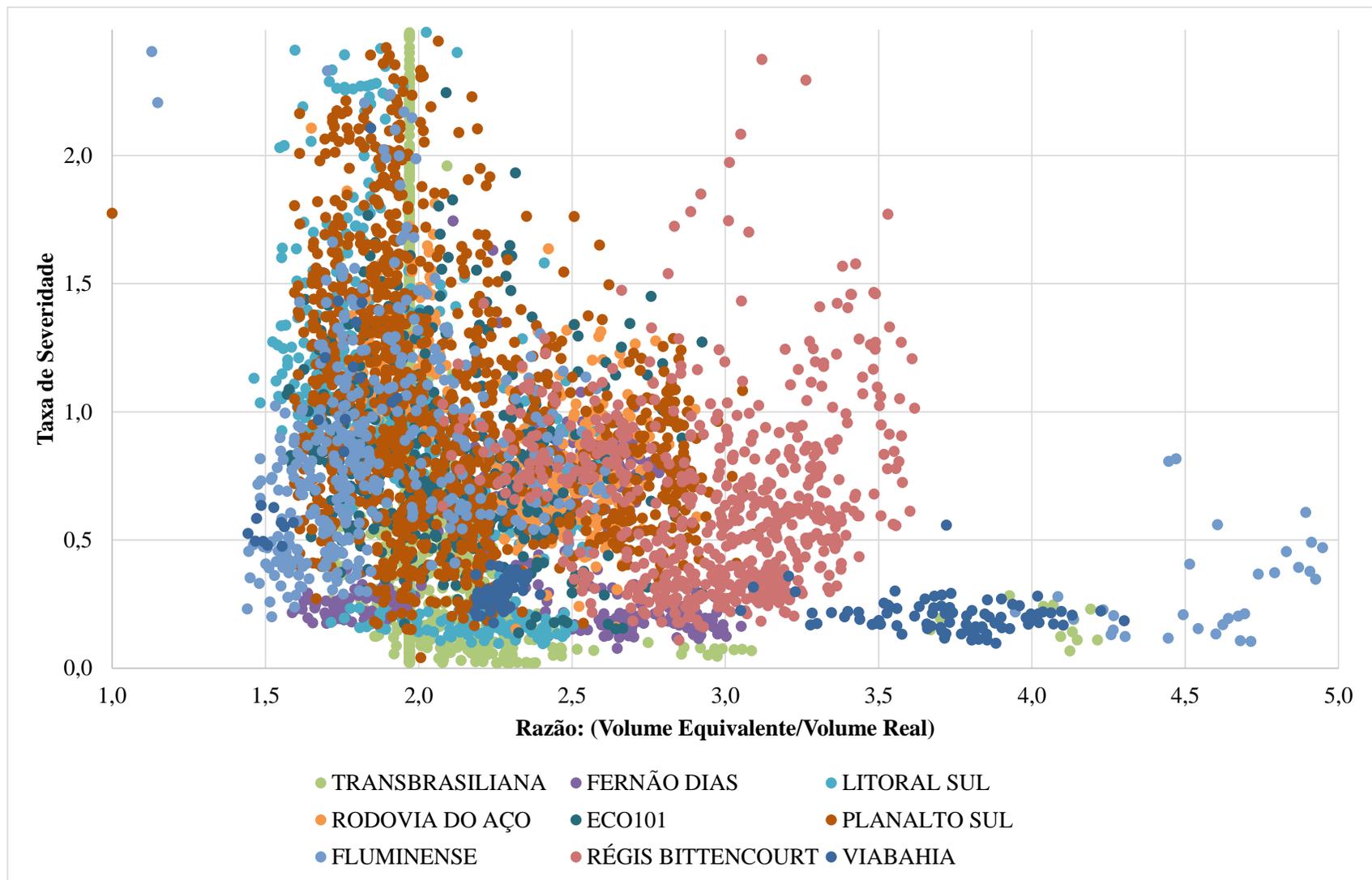


Figura 5.28: Taxa de severidade dos acidentes da 2a etapa x razão - volume equivalente/volume real (elaborada pelo autor)

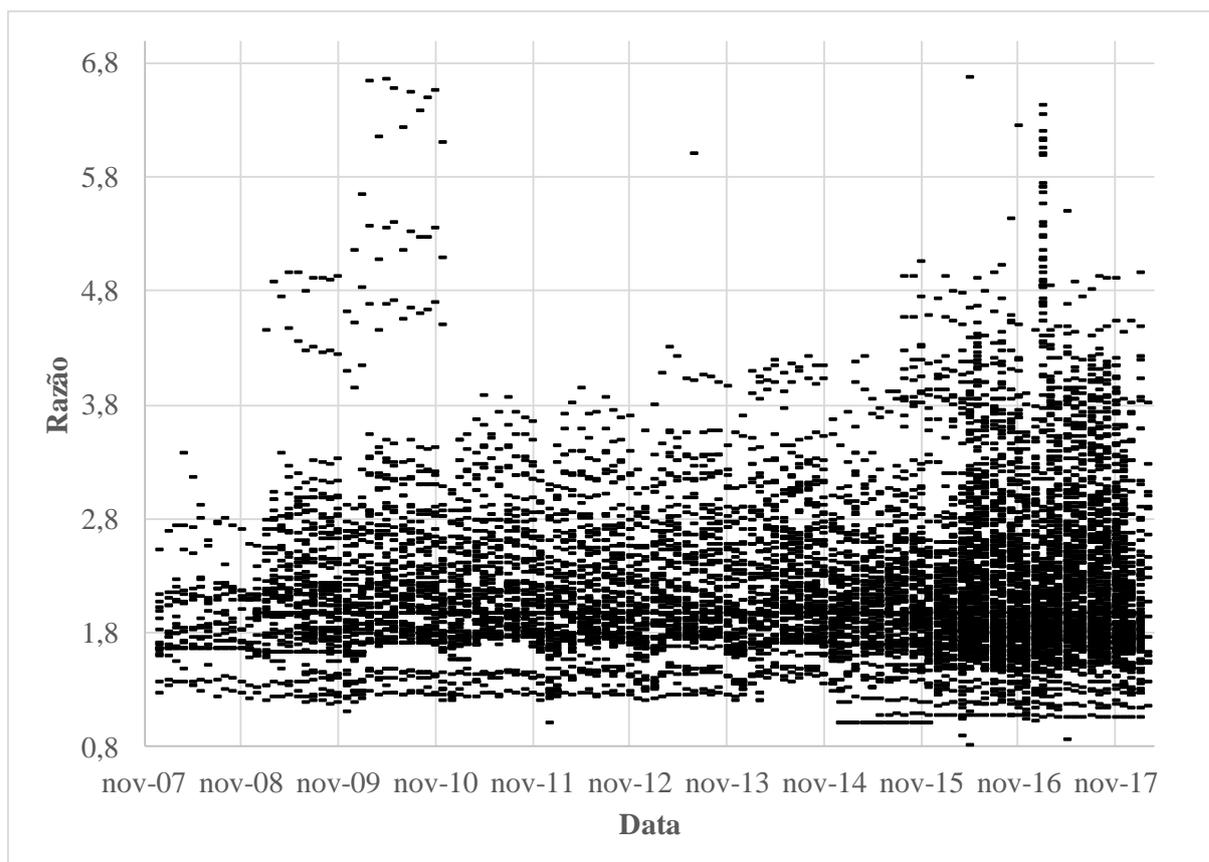


Observa-se uma concentração dos acidentes para elevada razão na Régis Bittencourt (razão na faixa entre 2,7 e 3,6, aproximadamente), conforme Figura 5.27. A Via Bahia possui taxas de acidentes concentradas acima da razão 3,2. Isso sugere que ambas as concessões possuem uma maior concentração de acidentes em segmentos de veículos pesados. Além disso, observa-se que a concessionária Fluminense concentra os acidentes entre as razões 1,5 e 2,5, e com taxas de acidentes mais elevadas em torno da razão 2,0. A Via 040 apresenta um comportamento de grande dispersão dos acidentes entre razões de 1,6 e 3,2. Os dados da Concepa permitem identificar uma concentração dos acidentes para razões entre 1,3 e 1,9.

Pela Figura 5.28, observa-se uma distribuição das taxas de severidade dos acidentes da Litoral Sul entre as razões 1,5 e 2,6, aproximadamente. Ainda, para a mesma concessão, observam-se as taxas de severidade, concentradas e mais elevadas, para razões entre 1,5 e 1,8. Nesta faixa identificada, as taxas de severidade encontram-se com valores superiores a 0,9 acidente em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via. Na Rodovia do Aço, apesar da distribuição dos dados ocorrerem entre a razão de 1,7 e 2,8, é possível observar concentração das taxas em duas regiões, no entorno das razões 2,0 e 2,5. A Via Bahia possui taxas de severidade dos acidentes concentradas em torno da razão 2,3, e também entre as razões 3,3 e 4,1. Ainda, observa-se que para tais razões a taxa de severidade dos acidentes estão abaixo de 0,4 acidente em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via. Na Fernão Dias são observadas a maior parte das taxas de severidade abaixo de 1,0 acidente em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via e para razões entre 1,6 e 3,0.

Ainda, a Figura 5.29 identifica os dados das razões VE/VR ao longo da série temporal pesquisada e para cada mês. É possível identificar que houve um crescimento da razão ao longo dos meses e também dos diversos anos, de forma geral. Isso permite sugerir que houve um aumento do volume de veículos pesados em relação aos veículos leves. Além disso, é possível supor que tenha ocorrido um aumento do volume de tráfego, sejam eles veículos leves ou pesados. Dessa forma, é possível sugerir que as taxas de acidentes e de severidade dos acidentes realmente possam ser influenciadas pela variação do volume de tráfego ao longo do tempo.

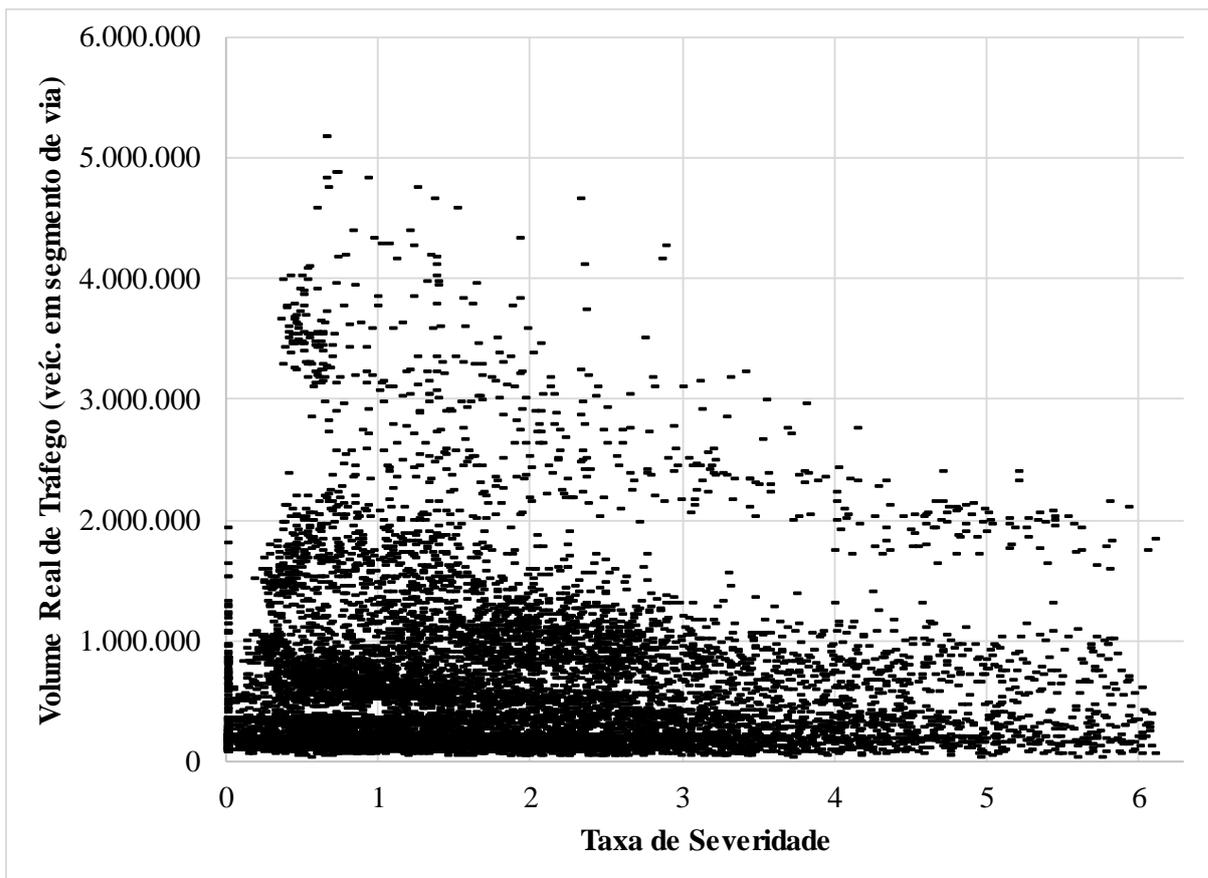
Figura 5.29: Razão x Data (elaborada pelo autor)



5.5.2 Análise com base no volume real de tráfego

A fim de verificar a influência do comportamento do tráfego nas taxas de acidentes e de severidade de acidentes procedeu-se à análise dos dados, conforme identificado na Figura 5.30. Para os dados coletados, observa-se uma relação entre tais informações. Quanto maiores os volumes de tráfego, menores são as taxas de severidade dos acidentes. Isso permite sugerir que o nível de serviço operacional do segmento rodoviário também é um fator que influencia nas taxas de severidade dos acidentes, bem como nas taxas de acidentes, considerando que o comportamento dos dados foi semelhante. Para segmentos com volume de tráfego entre 3.000.000 e 5.000.000 de veículos por mês encontram-se acidentes com taxas de severidade mais concentradas entre 0,5 e 2,0 acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via. Enquanto que, para segmentos com volume de tráfego entre 2.000.000 e 3.000.000 de veículos por mês, as taxas de severidade dos acidentes estão mais concentradas entre 1,0 e 3,5 acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via.

Figura 5.30: Volume real de tráfego x taxa de severidade (elaborada pelo autor)



Observa-se também que para segmentos com volume de tráfego entre 3.000.000 e 5.000.000 de veículos por mês encontram-se acidentes com taxas de severidade mais concentradas entre 0,5 e 2,0 acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via. Enquanto que, para segmentos com volume de tráfego entre 2.000.000 e 3.000.000 de veículos por mês, as taxas de severidade dos acidentes estão mais concentradas entre 1,0 e 3,5 acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via. Além disso, é possível observar que para segmentos com volume de tráfego de até 1.000.000 de veículos por mês observam-se taxas de severidade de até 6 acidentes em UPS por milhões de veículos x km em um segmento de via, aproximadamente. Ainda, para esse mesmo volume há uma maior concentração de severidade para valores até 3,5 acidentes em UPS por milhões de veículos x km em segmento de vias.

Dessa forma, reitera-se que o comportamento dos acidentes de cada concessão está influenciado diretamente pelas suas especificidades – tais como tipos de vias, tipos e volumes de tráfego, dentre outras. Isso pôde ser observado pelas diversas análises realizadas, haja vista taxas para concessões de uma mesma etapa com observações totalmente distintas para uma mesma faixa de razão de VE/VR, por exemplo. Nessa lógica, as leituras que podem ser feitas sobre os dados

apresentados anteriormente permitem uma análise por vários ângulos (recortes). Isso reforça o entendimento quanto a necessidade de definir um instrumento de monitoramento dos acidentes envolvendo questões diversas, tais como indicadores de taxas de acidentes e de severidade dos acidentes bem definidos e limites aceitáveis. Somente a partir de pesquisa detalhada dos dados disponíveis e do respectivo estabelecimento de critérios de definição e elaboração de tal instrumento será possível regulamentar, comparar concessões e exigir tratamentos de segmentos críticos de determinada forma adequada.

5.6 Sugestão de elementos para melhorias do monitoramento de acidentes

Esta seção tem o objetivo de sugerir indicativos (itens e variáveis importantes) a serem considerados quando da elaboração de uma futura proposta de instrumento para monitoramento de acidentes nas rodovias federais concedidas. Isso possibilitará ao órgão regulador analisar e, também, realizar a comparação da evolução dos acidentes entre as concessões de forma mais fácil e padronizada.

Conforme verificado na seção 3.4, não existe um relatório padrão de monitoramento de acidentes definido pela agência reguladora a ser seguido pelas concessionárias de rodovias federais, que possuem em contrato a obrigação de elaboração de tal relatório. Assim, pela análise e considerações dos diversos resultados apresentados nas seções anteriores podem ser identificados, no mínimo, os requisitos da Tabela 5.19 a serem observados quando da definição de uma proposta de instrumento de monitoração de acidentes.

Tabela 5.19: Sugestão de elementos para melhorias do monitoramento de acidentes (elaborada pelo autor)

Item	Motivo	Justificativa
Dado georreferenciado	informação exata do local é imprescindível para identificação do problema e/ou propositura de solução	permitirá identificar exatamente o local do acidente, mesmo se houver uma alteração da localização do marco quilométrico no segmento rodoviário. É comum acontecer tal realocação de marcos em função de alteração do Plano Nacional de Viação – PNV, devido à criação de contornos viários ou mesmo devido à realização rotineira de levantamento, por exemplo.
Obras com marcos temporais definidos	dificuldade de confirmação do período de execução cada uma das diversas obras	permitirá controlar e identificar/inferir com maior exatidão o impacto das obras na evolução dos acidentes

Utilização de sistema de informações geográficas – SIG – de cadastro	existência de tecnologia que possibilita tratar as informações e visualizá-las distribuídas espacialmente	permitirá com base nos dados georreferenciados mapear todas as informações coletadas, os resultados encontrados, e aprofundar nas análises até por quilômetro da rodovia
Utilização da geoestatística	a utilização de SIG sugerido anteriormente possibilitará o incremento de estudos com uso da geoestatística (vide parágrafo adiante)	será mais um método que possibilitará análises da distribuição espacial dos acidentes e de seu comportamento
Definição de métodos e técnicas de estudo de monitoramento de acidentes	falta de modelo de relatório de monitoramento de acidentes dificultando a elaboração, análise e comparações de forma padronizada	<ul style="list-style-type: none"> - análise da taxa de acidentes e da taxa de severidade dos acidentes – possibilitam identificar padrões de comportamento e definir limites; - técnicas de análises estatísticas – possibilitam comparar variáveis distintas; - utilização do SIG e geoestatística como ferramentas de apoio em lançamento e visualização das informações, e em tratamento dos dados coletados e análise dos resultados; - identificação de critérios e limites dos indicadores para consideração de segmentos críticos; - identificação de segmentos/locais críticos e identificação de fatores contribuintes com os acidentes (consulta em boletins de ocorrência, análise das questões climáticas, estudos <i>in loco</i>, dentre outros).
Definição de diretrizes para tratamento dos segmentos/locais críticos	<ul style="list-style-type: none"> - o monitoramento apenas não indica solução do problema; - diretrizes para priorização e recomendação de solução são etapas para solução dos problemas identificados 	necessidade de direcionamento de políticas de redução de acidentes pelas próprias concessionárias através de ações pró-ativas ou mesmo através da demanda da agência reguladora.

Pelo fato de a geoestatística (conforme Tabela 5.19) não ter sido citada anteriormente neste trabalho, serão destacadas algumas considerações a ela. O arcabouço da geoestatística consiste em técnicas que quantifiquem a continuidade espacial do fenômeno estudado, baseado na variabilidade estrutural, e na incerteza relacionada aos dados analisados (SOARES, 2006). A geoestatística compreende o entendimento das variáveis regionalizadas (VR's), a modelagem dos variogramas (representação gráfica das VR) experimentais e a etapa de interpolação ou

estimação de dados não amostrados - a krigagem- (PITOMBO, 2016; SOARES, 2006). A vantagem da geoestatística em relação aos métodos tradicionais de interpolação é o conhecimento do comportamento de variáveis em determinada direção (ROCHA, 2004). Ela considera a variabilidade espacial da variável, assim como as suas características intrínsecas. Ainda como referência, Zou *et al.* (2012) identificam que a krigagem para interpolação de dados de tráfego se ajusta bem aos estudos de rede rodoviária.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da evolução dos acidentes nas rodovias federais concedidas no Brasil foi o objetivo geral dessa dissertação, e tal objetivo foi atingido conforme descrito a seguir. Cinco objetivos específicos foram definidos para o estudo. Essa seção apresenta as considerações sobre os resultados alcançados para cada um dos respectivos objetivos específicos. Em seguida, são apresentadas considerações a respeito da resposta ao problema de pesquisa, das contribuições para o tema acidentes de trânsito nas rodovias concedidas, das limitações identificadas no estudo e das recomendações para trabalhos futuros.

Dentre as diversas informações coletadas e analisadas, buscou-se, primeiramente, identificar padrões em relação às responsabilidades das concessionárias, com base nas obras, nos serviços previstos e nas etapas de concessão. As primeiras concessões de rodovias federais (primeira etapa de concessões) tiveram um perfil de implantação de obras, dando sequência ao tipo de trabalho desenvolvido pelo DNER (executor de obras), e com pouco detalhamento na questão dos serviços operacionais a serem prestados. Na segunda etapa de concessões houve um avanço em termos de definição, detalhamento e quantificação de obras e, principalmente, quanto aos serviços operacionais a serem prestados e seus parâmetros de desempenho a serem cumpridos.

Ainda, a terceira e última etapa de concessões é caracterizada pela previsão de duplicação de 100% dos trechos rodoviários em pista simples, pela localização pré-definida de cada uma das obras de melhorias previstas para implantação, e por maior detalhamento com relações aos serviços operacionais e à segurança viária, se comparada com as etapas anteriores. Além disso, conclui-se que a cada nova etapa de concessão foi verificado um avanço na busca pela padronização dos programas de exploração das rodovias, sem desconsiderar, logicamente, as diretrizes à época da concessão e as especificidades de cada concessão dentro de uma mesma etapa.

Quanto ao embasamento legal das responsabilidades das concessionárias, foi possível identificar que houve uma evolução a cada etapa, ou mesmo em programas de exploração de rodovias distintos em uma mesma etapa de concessão. Especificamente quanto ao acompanhamento dos acidentes de trânsito nos trechos rodoviários concedidos, a evolução do embasamento legal ficou mais evidente a partir da segunda etapa de concessões, na qual tem havido uma definição mais clara sobre a necessidade desse acompanhamento. À medida que foram sendo elaborados novos programas de exploração de rodovias, novas obrigações foram

sendo acrescentadas, até a atual situação com os programas da terceira etapa de concessões. Tais programas dessa última etapa de concessões rodoviárias têm previsão contratual para a elaboração de monitoramento de acidentes, e até previsão de redução da tarifa, caso ocorra piora nas condições de segurança, conforme os indicadores previstos.

Também se conclui que o volume de informações foi bastante significativo para a busca do entendimento do comportamento dos acidentes nas concessões de rodovias federais do Brasil, haja vista que foram englobados dados de uma série temporal de mais de dez anos. As análises com uso das taxas de acidentes e de severidade dos acidentes, com base em métodos estatísticos direcionados ao tipo de dados utilizados, foram de total importância para se chegar a resultados consistentes. A análise dos acidentes, com foco na evolução geral, nas concessões e nas especificidades dessas concessões, possibilitou sugerir que há uma redução dos acidentes e da severidade destes acidentes à medida que os programas de exploração das rodovias estão sendo executados pelas diversas concessionárias, conforme observado na seção 5.3.2.

Ainda, os resultados apontaram a possibilidade de o mês dezembro ser o mais representativo em termos de acidentes e da severidade destes acidentes. De forma geral, também foi possível constatar que à medida que o número de veículos pesados em relação aos leves aumenta, há uma diminuição tanto na taxa de acidentes como na taxa de severidade dos acidentes. Destaca-se que esse resultado ajuda a esclarecer a crença comum de que os veículos pesados são os responsáveis pela maioria dos acidentes.

A análise das relações causais entre atributos (geométricos e intervenções nas rodovias) e a severidade e frequência dos acidentes rodoviários também foi um objetivo específico deste trabalho. Pode-se considerar que a redução de acidentes é influenciada pelos investimentos realizados tanto em operação quanto em obras, de forma geral, nas concessões de rodovias federais, dentre outras variáveis. Entretanto, observa-se que as questões de pesquisa relativas a este objetivo específico (ver seção 4.4.1) puderam ser respondidas, ou ao menos instigaram reflexões a respeito. Pode-se inferir que as medidas de intervenção tomadas não estão sendo suficientes para reduzir significativamente os acidentes ocorridos, haja vista que acidentes de trânsito continuam ocorrendo mesmo em concessões antigas, que já tiveram, praticamente, todas as grandes obras de melhorias previstas executadas.

Ainda, conclui-se que tanto a falta de medidas de intervenções quanto os condutores, os veículos e o meio ambiente são fatores determinantes para a ocorrência de acidentes. Isso

porque parte da resposta já foi citada no parágrafo anterior, e talvez um dos motivos para a existência de acidentes seja a falta de monitoramento dos acidentes nas concessões da primeira e segunda etapas, e, conseqüentemente, pela falta de novas intervenções nos locais onde eles mais ocorrem. Porém, deve ser considerado que o fator humano também é motivo significativo da ocorrência de acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras, conforme identificado em relatório do IPEA na seção 2.3.

Também foi possível identificar, quanto às questões geométricas das vias, que rodovias nas quais existem transições abruptas de número de pistas tendem a apresentar maior taxa de severidade dos acidentes. Isso destaca a preocupação que deve haver com a segurança viária e, conseqüentemente, reforça a necessidade de monitoramento e proposição de tratamento de pontos de conflito nos trechos rodoviários.

A proposição de estratégias para melhorias do monitoramento de acidentes em rodovias concedidas também foi um importante objetivo deste trabalho. A identificação das diversas etapas de concessão, com as respectivas limitações de instrumentos de monitoramento de acidentes em função das limitações em contratos (não cobrança de instrumento específico em determinadas concessões) ou da falta de regulamentação específica, foi importante para propor sugestões nesta área. Assim, elementos para melhorias do monitoramento de acidentes nas rodovias federais concedidas foram identificados e propostos na seção 5.6 para desenvolvimento futuro de instrumento específico.

Dentre tais elementos para melhorias do monitoramento de acidentes sugeridos, pode ser destacada a utilização de dado georreferenciado em todas as concessões, o que permitiria fixar o local de determinado acidente, independentemente da alteração de marco quilométrico, haja vista os periódicos levantamentos e possíveis alterações do Plano Nacional de Viação. Ainda, podem ser citados a identificação de obras com marcos temporais definidos, o uso de sistema de informações geográficas e o uso da geoestatística no tratamento das informações e nas análises dos resultados.

Além disso, tendo como referência os diversos elementos citados anteriormente, verifica-se a necessidade de definição de métodos e técnicas de estudo e de um modelo de instrumento de monitoramento para que seja possível estabelecer e uniformizar procedimentos de monitoramento de acidentes nas rodovias federais concedidas. Atualmente, inexistente tal instrumento padronizado, e sua regulamentação permitirá acompanhamento e análise dos

acidentes de trânsito e proposição de soluções de problemas de forma mais sistematizada. Por fim, a necessidade de definição de diretrizes para tratamento dos segmentos/locais críticos também foi um elemento identificado e sugerido para melhorias do monitoramento de acidentes.

Dessa forma, com base na problemática identificada nesta dissertação, considera-se que foram detalhadas as questões relativas à evolução dos acidentes de trânsito nos trechos rodoviários federais concedidos e à efetividade dos respectivos programas de concessão. Observa-se, também, que os resultados encontrados permitem concluir que houve um avanço no entendimento do comportamento dos acidentes, seja do ponto de vista de período de ocorrência, quanto em função do tipo de tráfego, do tipo de via, e, principalmente, quanto à severidade e sua evolução.

Ressalta-se que contribuições importantes foram apresentadas, tanto na forma de coleta, tratamento e análise dos dados de acidentes; quanto na identificação e proposição de elementos que poderão subsidiar a elaboração de instrumento de monitoramento dos acidentes. De forma geral, a identificação de especificidades das etapas de concessões, das próprias concessões e até mesmo de trechos rodoviários dentro de uma concessão possibilitou demonstrar diversos recortes de comportamento dos acidentes. Nesse contexto, a definição de critérios de análise e a identificação de indicadores e limites de seus resultados mostraram-se fatores importantes para a caracterização de locais críticos de acidentes e o monitoramento adequado da accidentalidade. Além disso, tal instrumento de monitoramento possibilitaria o direcionamento de políticas de redução de acidentes pelas próprias concessionárias através de ações pró-ativas ou mesmo através da demanda da agência reguladora.

6.1 Limitações

Quanto às limitações deste trabalho, pode-se destacar:

- que apesar de terem sido encaminhados modelos de planilhas a serem preenchidas com os dados de acidentes e de volumes de tráfego a todas as concessionárias, os dados não foram entregues de forma padronizada em mesmos segmentos das rodovias para as diversas planilhas. Isto dificultou a consolidação dos dados, permitiu a possibilidade de ocorrência de imprecisões (que podem ser consideradas não significativas em função do

vasto conjunto de dados) e impediu análises isoladas de segmentos de rodovias, pois tais análises fragilizariam os resultados;

- a falta de identificação das causas dos acidentes ou a sua má definição constituem empecilhos para qualquer avanço em estratégias de prevenção e mortes por acidentes, pelo fato de estes serem os dados que tornam possível a análise e o conhecimento sobre o tipo de ocorrência;
- a falta de identificação exata do local dos acidentes devido ao conjunto de dados consolidados mensalmente e por segmento de trecho de rodovia;
- a dificuldade da análise pontual de cada acidente e de seus motivos, para uma futura proposição de soluções, devido à falta de georreferenciamento das informações;
- apesar de terem sido significativas as análises quanto à acidentalidade em trechos com maior volume de veículos pesados, as informações consolidadas de veículos equivalentes (sem a estratificação por categoria) impossibilitaram fazer mais correlações e inferências estratificando os resultados;
- a dificuldade de inferir com maior exatidão o impacto das obras realizadas na evolução dos acidentes devido à falta de identificação dessas obras com os respectivos marcos temporais definidos.

6.2 Recomendações

Para trabalhos futuros sugerem-se as linhas de pesquisa descritas adiante, de tal forma a complementar e aprofundar alguns aspectos abordados nesta dissertação:

- abordagem com informações georreferenciadas e uso da geoestatística para desenvolvimento de figuras de registro de acidentes e estudos mais detalhados para segmentos críticos e até para problemas pontuais;
- investigação dos fatores contribuintes dos acidentes dos segmentos de concessões críticas de tal forma que seja possível caracterizar as medidas que devem ser implementadas nestes locais;

- análise do impacto das questões climáticas nos resultados, haja vista as diversas situações existentes, tais como concessões distribuídas nas diversas regiões do país (e até uma mesma concessão passando por diversos estados) com características climáticas distintas, sazonalidade, dentre outros;
- proposição de instrumento de monitoramento de acidentes para que seja possível padronizar e acompanhar com maior detalhamento as questões referentes aos acidentes em rodovias. Além disso, tal instrumento poderia, com base no diagnóstico realizado, propor diretrizes para tratamento dos segmentos/locais críticos identificados.

REFERÊNCIAS

AASHTO - American Association of State and Highway Transportation Officials. **Highway Safety Manual** – HSM. 2010. Disponível em: <<http://www.highwaysafetymanual.org/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 20 de abr. 2018.

ABERTIS INFRAESTRUCTURAS SA. **Integrated Annual Report**. Barcelona: ABERTIS, 2017. Disponível em: <<https://www.abertis.com/en/investors-relations/financial-information/annual-report>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Concessões Rodoviárias**. Brasília: ANTT, 2018. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/rodovias/Concessoes_Rodoviaras/Index.html#boxInfo> Acesso em: 02 de nov. 2018.

_____. **Portaria nº 584**, de 28 de outubro de 2015, da Superintendência de Exploração da Infraestrutura Rodoviária - SUINF. 2015.

_____. **Relatório Anual 2010 – Rodovias Federais Concedidas**. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/rodovias/Relatorios/Relatorios_Anuais_Rodovias_Federais_Concedidas.html>. Acesso em: 02 de set. 2017.

_____. **Relatório Anual 2013 – Rodovias Federais Concedidas**. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/rodovias/Relatorios/Relatorios_Anuais_Rodovias_Federais_Concedidas.html>. Acesso em: 02 de set. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS. **Institucional**. Brasília: ABCR, 2018. Disponível em: <<http://www.abcr.org.br/Conteudo/Secao/2/quem+somos.aspx>> Acesso em: 02 nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10696 – Símbolos gráficos dos diagramas dos relatórios de acidentes de trânsito**. ABNT, 2015. Rio de Janeiro, p.7, 2015.

_____. **NBR 10697 – Pesquisa de acidentes de trânsito - terminologia**. Rio de Janeiro, p.10, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12898 – Relatório de acidente de trânsito (RAT) - Procedimento**. Rio de Janeiro, p.21, 1993.

ASSOCIATION EUROPÉENNE DES CONCESSIONNAIRES D'AUTOROUTES. **Evaluation and future of road toll concessions**. Belgium: ASECAP, 2014. Disponível em: <<http://www.asecap.com/official-positions/category/15.html>>. Acesso em: 31 de jul. 2018.

DE ASSUNÇÃO, L. T. **Instrumento de auditoria de segurança viária para projetos rodoviários brasileiros**. 2015. 337f. Dissertação (Mestrado em Transportes), Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília.

BAENINGER, R. **O processo de urbanização no Brasil: características e tendências**. In: BÓGUS, L., WANDERLEY, L. E. *A luta pela Cidade em São Paulo*. São Paulo: Cortez Editores, 1992, p. 11-28.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Glossário completo**. Brasília: BC, 2018. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pt-br/#!/c/GLOSSARIO>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

BRASIL – Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nºs 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nºs 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo nº 186/2008. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas. 2016.

BRASIL – Ministério das Relações Exteriores. **2ª conferência global de alto nível sobre segurança no trânsito – tempo de resultados**. Brasília: 2015. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12508:segunda-conferencia-global-de-alto-nivel-sobre-seguranca-no-transito&catid=42:notas&lang=pt-BR&Itemid=280>. Acesso em: 10 de out. 2017

BRASIL – Ministério dos Transportes. **Programa Pare. Procedimentos para o tratamento de locais críticos de acidentes de trânsito**. Brasília: 2002a. p. 73.

_____. **Evolução rodoviária**. 2017. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/images/BIT_TESTE/Mapas/Evolu%C3%A7%C3%A3o_Rodoviaria.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2018.

BRASIL – Presidência da República. Lei Nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. 1995. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L8987cons.htm>. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 de fev. 1995. Acesso em: 17 mar. 2018.

_____. Lei Nº 10.233, de 05 de junho de 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10233.htm>. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 de jun. 2001. Acesso em: 15 jun. 2017.

_____. Lei Nº 10.636, de 30 de dezembro de 2002. 2002b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110636.htm>. Dispõe sobre a aplicação dos recursos originários da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – Cide incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, gás natural e seus derivados, e álcool etílico combustível, atendendo o disposto no § 2º do art. 1º da Lei nº 10.336, de 19 de dezembro de 2001, cria o Fundo Nacional de Infra-Estrutura de Transportes – FNIT e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 de dez. 2002. Acesso em: 02 abr. 2018.

_____. Lei Nº 12.379, de 06 de janeiro de 2011. 2011a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12379.htm>. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Viação – SNV e dá outras disposições. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 de jan. 2011. Acesso em: 02 abr. 2018.

BRASIL. Saúde. **Denatran e Ministério da Saúde lançam Pacto Nacional pela Redução de Acidentes no Trânsito**. Brasília: 2011b. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2011/05/denatran-e-ministerio-da-saude-lancam-pacto-nacional-pela-reducao-de-acidentes-no-transito>>. Acesso em: 04 de set. 2017

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do transporte: estatísticas consolidadas**. Brasília: CNT, 2018. 2018a. Disponível em:

<<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/File/PrincipaisDados.pdf>>. Acesso em: 02 de nov. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Boletim Informativo - Acidentes Brasil - 01 - 2017**. Brasília: CNT, 2017a. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Boletim/boletim-acidentes-cnt>>. Acesso em: 02 de nov. 2018.

_____. **Pesquisa CNT de Rodovias 2015: Relatório Gerencial**. Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2015. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Edicoes>>. Acesso em: 09 de out. 2017.

_____. **Pesquisa CNT de Rodovias 2016: Relatório Gerencial**. 20. ed. – Brasília : CNT : SEST : SENAT, 2016. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Edicoes>>. Acesso em: 09 de out. 2017.

_____. **Pesquisa CNT de Rodovias 2017: Relatório Gerencial**. Brasília : CNT : SEST : SENAT, 2017b. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 09 de out. 2017.

_____. **Pesquisa CNT de Rodovias 2018: Relatório Gerencial**. Brasília : CNT : SEST : SENAT, 2018b. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 02 de nov. 2018.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e mist**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed. 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Glossário de termos técnicos rodoviários**. Brasília: DNER, 1997. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/700_glossario_de_termos_tecnicos.pdf>. Acesso em: 22 de abr. 2018.

_____. **Guia de redução de acidentes com base em medidas de engenharia de baixo custo**. Brasília: DNER, 1998. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/703_guia_de_reducao_de_acidentes.pdf>. Acesso em: 22 de abr. 2018.

_____. **Manual de análise, diagnóstico, proposição de melhorias e avaliações econômicas dos segmentos críticos**. Brasília: DNER, 1988. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas->

[e-manuais/manuais/documentos/700_glossario_de_termos_tecnicos.pdf](#)>. Acesso em: 22 de abr. 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Metodologia para Identificação de Segmentos Críticos - relatório**. 2009. Brasília: DNIT, 2009. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/convenios-com-a-ufsc/do1282nea-fase-1-produto-1.pdf>>. Acesso em: 10 de jul. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES; DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. **Anuário Estatístico das Rodovias Federais de 2007**. Brasília: DNIT; DPRF, 2007. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/estatisticas-de-acidentes/estatisticas-de-acidentes>>. Acesso em: 29 de abr. 2018.

_____. **Anuário Estatístico das Rodovias Federais de 2010**. Brasília: DNIT; DPRF, 2010. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/estatisticas-de-acidentes/estatisticas-de-acidentes>>. Acesso em: 29 de abr. 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota de Veículos**. Brasília: DENATRAN, 2018. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/estatistica/237-frota-veiculos>>. Acesso em: 28 de abr. 2018.

ELVIK, R.; HØYE, A.; VAA, T.; SØRENSEN, M.; **O manual de medidas de segurança viária**. (Ed. ampliada e revisada da edição online do Trafikksikkerhetshandboken, Oslo, 2014). Madrid: Fundación MAPFRE. 2015. Disponível em: <<https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/consulta/registro.cmd?id=155308>>. Acesso em: 07 de maio 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. **Anuário estatístico dos Transportes: Edição 2001**. Brasília: GEIPOT, 2001a. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br/NovaWeb/IndexAnuario.htm>>. Acesso em: 29 de abr. 2018.

_____. **Transporte no Brasil: história e reflexões**. 1. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2001b.

EVANGELISTA, M. L. S. **Estudo comparativo de análise de investimentos em projetos entre o método vpl e o de opções reais: o caso cooperativa de crédito - Sicredi Noroeste.** 2006. 163 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

Disponível em: <http://www.bertolo.pro.br/matematica/Tese%20de%20Doutorado%20UFSC.pdf>. Acesso em 10 mai. 2018.

FERRAZ, A. C. P. “COCA”; RAIÁ JÚNIOR, A. A.; BEZERRA, B. S.; BASTOS, J. T.; SILVA, K. C. R. **Segurança Viária.** São Carlos, SP : Suprema Gráfica e Editora. 2012.

GARCIA, F. A. **Regulação jurídica das rodovias concedidas.** Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris. 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas. 2002.

GOLDBERGER, A. S. **Econometric theory.** Nova York: John Wiley & Sons, 1964.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica.** 5. ed. Porto Alegre: AMGH. 2011.

HUERTAS, D. M. **Configuração territorial dos caminhos rodoviários do Brasil: do papel ativo do Estado às concessões.** Revista Transporte y Territorio /18: 2018. p. 122-155.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas de População. 2007 a 2018.** Brasília: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>. Acesso em: 02 de nov. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras – Caracterização, Tendências e Custos para a Sociedade – Relatório de Pesquisa.** 2015. Brasília: IPEA, 2015. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150922_relatorio_acidentes_transito.pdf> Acesso em: 24 de mar. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras - relatório final.** Brasília: IPEA/DENATRAN/ANTP, 2006.

LADEIRA, R. M.; MALTA, D. C.; MORAIS NETO, O. L.; MONTENEGRO, M. M. S.; SOARES FILHO, A. M.; VASCONCELOS, C. H.; MOONEY, M.; NAGHAVI, M. **Acidentes de transporte terrestre: estudo carga global de doenças, Brasil e unidades federadas, 1990 e 2015**. 2017. Revista Brasileira de Epidemiologia: maio 2017; 20 Suppl. 1. p. 157-170. DOI: 10.1590/1980-5497201700050013. Acesso em: 15 de out. 2017.

MARQUES, C.; ODA, E. **Organização, sistemas e métodos**. [1.ed., rev. e atual] Curitiba, PR: IESDE Brasil. 2012.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia; noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos. 2007.

MICHAELIS. **Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. 2015. Ed. Melhoramentos. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/padronizar/>>. Acesso em 19 de mai. 2018.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MORAES, A. F. B. L. A. **Critérios de avaliação da assimetria de informação na regulação de transportes terrestres no Brasil**. 2017. 99f. Dissertação (Mestrado) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística Básica**. 6. ed. – São Paulo: Saraiva, 2010.

MUCCI, C. M. P. M. **Análise comparativa de modelos de concessão de rodovias no Brasil: Um enfoque na segurança viária**. 2011. 124f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório global sobre o estado da segurança viária**. 2015. OMS, 2015. Disponível em: <http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/> Acesso em 10 de out. 2017.

PITOMBO, C. S. **Geoestatística aplicada a problemas relativos à demanda por transportes**. 2016. 169 f. Tese (Livre-Docente em Engenharia de Transportes) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/18/tde-11052017-141404/pt-br.php>>. Acesso em 10 set. 2018.

PORTAL ACTION. **Distribuição normal**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br>>. Acesso em: 29 de abr. 2018.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

ROCHA, M. M. **Análise do impacto dos métodos de amostragem na reprodução da textura geológica com base em diferentes distribuições estatísticas**. 2004. 165 f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SAMUELSON, P. A.; KOOPMANS, T. C.; STONE, J. R. N. **Report of the evaluative committee for econometrica**. *Econometrica*. Abr. 1954, v. 22, n. 2, p. 141-146.

SOARES, A. **Geoestatística para as Ciências da Terra e do Ambiente**. 2. ed. Lisboa: IST Press, 2006.

TASCHNER, S. P.; BOGUS, L. M. M. **Mobilidade Espacial da População Brasileira: Aspectos e Tendências**. In *Revista Brasileira de Estudos de População*, p. 87-129, jul./dez. 1986.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Highway Capacity Manual – HCM – 2010**. The National Academies, Washington D.C.: TRB, 2010.

VIEIRA, H. **Avaliação de medidas de contenção de acidentes: uma abordagem multidisciplinar**, 1999, 333f. Tese (Doutorado em engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística [recurso eletrônico]**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 345p.

WAIHRICH, D. R. L. S. **Calibração do método de previsão de acidentes do Highway safety manual (HSM) para trechos rodoviários de pista dupla no Brasil**. 2016. 132 f. Dissertação (Mestrado em Transportes), Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília. 2016.

WALPOLE, R. E.; MYERS, R. H.; NYERS, S. L.; YE, K. **Probabilidade & estatística para engenharia e ciências**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

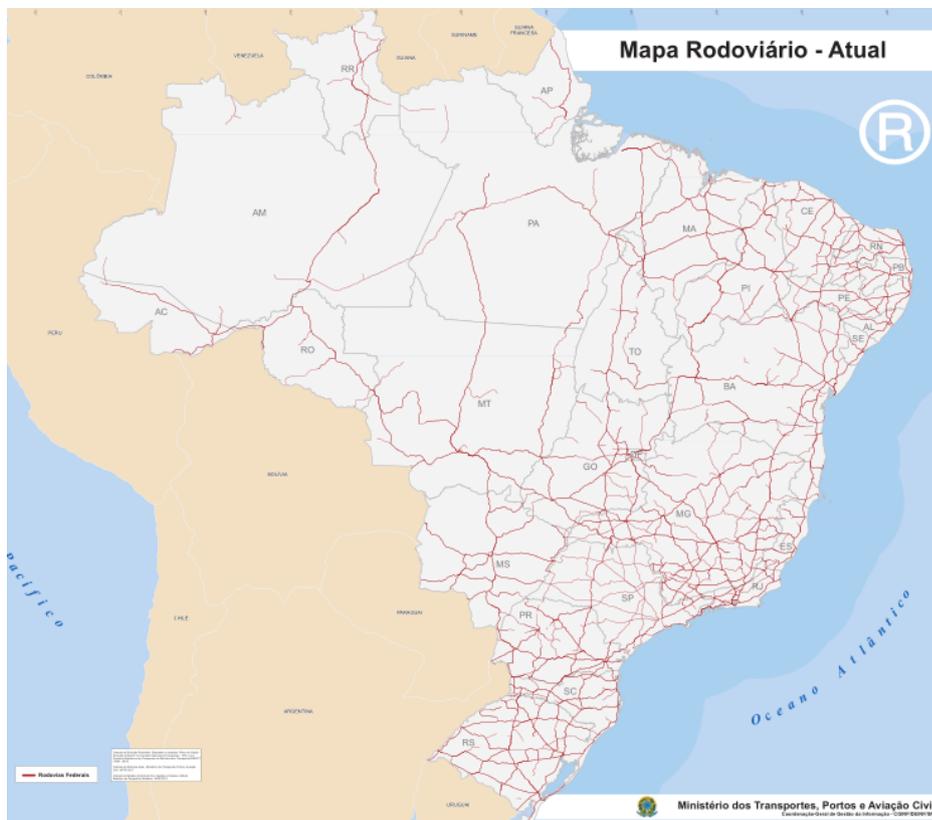
WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Decade of action for Road Safety (2011-2020)**. WHO, 2017. Disponível em: <http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/en/>. Acesso em 10 de out. 2017.

ZOU, H.; Y. Yue; Q. Li; A. G. Yeh. **An improved distance metric for the interpolation of link-based traffic data using kriging: a case study of a large-scale urban road network**. 2012. International Journal of Geographical Information Science, v. 26, n. 4, p. 667-689.

Rodovias federais em 1980 (BRASIL, 2017)



Rodovias federais em 2017 (BRASIL, 2017)



APÊNDICE B

Especificidades de cada concessão (elaborada pelo autor)

Etapa	Concessão	Data da Resolução da Atualização do PER	Especificidades do PER
1 ^a	Nova Dutra	15/02/2012	<ul style="list-style-type: none">- melhoramentos (obras): 20 passarelas, 2 viadutos, 6 praças de pedágio, 11 bases operacionais - BSOs, 53 km melhorias/implantação de ruas laterais, 8 trevos/interseções, 1 acesso, nova pista na Serra das Araras ou duplicação, 33,4 km de barreiras de concreto e defensas metálicas, 7.984 m² de implantação de dispositivos anti-ofuscantes (gradis), e 9 km de ampliação da rodovia para 6 faixas;- serviços: 11 ambulâncias UTI e 11 ambulâncias simples (15 min. p/ atendimento), 17 guinchos leves, 8 guinchos super pesados (15 min. p/ atendimento), 4 caminhões pipa, 4 caminhões com guindaste tipo Munck, 3 caminhões de apreensão de animais, 7 caminhões basculante, 4 retroescavadeiras, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego);- Elaboração de relatórios gerenciais de fluxo de veículos e estatística de acidentes. Estudos multidisciplinares de acidentes e tratamento estatístico de “pontos críticos”;- Controle dos Acidentes: realizado por equipe multidisciplinar de estudos, pesquisas e levantamentos em campo, sempre que necessário.

Etapa	Concessão	Data da Resolução da Atualização do PER	Especificidades do PER
1ª	Concer	19/08/2015	<ul style="list-style-type: none"> - melhoramentos (obras): 28 passarelas, 13 viadutos, 1 pontilhão, 36,8 km de duplicação, 3 praças de pedágio, 5 SAU's (Serviços de Assistência ao Usuário), 22 km de ampliação de capacidade na baixada fluminense, alargamento de refúgios da Subida da Serra, correções de traçado, recapeamento de acostamentos, implantação da nova subida da Serra de Petrópolis, 119 km de recuperação do pavimento; 21 km de iluminação de pista, 14 acessos/trevo/retornos/pontilhão, 37 km de duplicação, adequações em 4 túneis, implantar 1 posto de fiscalização da ANTT; - serviços: 5 ambulâncias UTI e 5 carros-resgate (15 min. p/ atendimento), 6 guinchos leves, 3 guinchos pesados e 5 guinchos super pesados (15 min. p/ atendimento), sistema de pesagem e veículos de inspeção de tráfego; - acompanhamento dos índices e locais de acidentes para tratamento dos pontos críticos.
1ª	CRT	25/08/2010	<ul style="list-style-type: none"> - melhoramentos (obras): 15 passarelas, 1 ponte, 4 viadutos, 16,5 km de ruas laterais, 3 praças de pedágio, 2 praças auxiliares e 2 bases operacionais; implantação de iluminação em 7 passarelas/trevo e em 40,6 km de pistas, implantação de 16,5 km de ruas laterais, adequações em interseções/trevo/retornos sendo 6 em nível e 5 em desnível, adequação de drenagem em 4 locais, construção de 15 pontos de ônibus, construção de barreira New Jersey em 9 locais, estabilização de encostas em 23 locais e implantar 1 posto de fiscalização da ANTT; - serviços: 1 ambulância UTI e 1 ambulância simples (30 min. p/ atendimento), 2 guinchos pesados e 1 guincho super pesado, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego); - Controle dos Acidentes: instalação do Núcleo de Segurança (NS), com a atribuição de controlar as ocorrências de acidentes, e efetuar estudos e pesquisas para tratamento dos acidentes.

Etapa	Concessão	Data da Resolução da Atualização do PER	Especificidades do PER
1ª	Concepa	21/10/2015	<ul style="list-style-type: none"> - melhoramentos (obras): 5 passarelas, 8,7 km de duplicação, 3 praças de pedágio, 3 SAU's, faixa de tráfego adicional nos dois sentidos, 4ª faixa em trechos; 9 acessos e interseções (implantação e melhorias), adequação de OAEs, implantação e/ou melhoramentos das iluminações; - serviços: 3 ambulâncias normais, 3 ambulâncias UTI, 3 carros de resgate (1 conjunto em cada SAU, prazo máximo de atendimento de 15 minutos), 3 guinchos leves e 3 guinchos pesados (1 conjunto em cada SAU, prazo máximo de atendimento de 15 minutos), sistema de pesagem, veículos de inspeção de tráfego e PMV's;
1ª	ECOSUL	22/12/2015	<ul style="list-style-type: none"> - melhoramentos (obras): 1,18 km de terceiras faixas, 1 ponte, 5 praças de pedágio, 5 SAU's, 6,5 km de defensas metálicas, melhoria de 9 acessos/trevos, construção de 3 pontos de ônibus, implantação de sistemas de iluminação em 10 locais, implantar 1 posto de fiscalização da ANTT; - serviços: ambulâncias UTI (30 min. p/ atendimento), guinchos leves e guinchos pesados nos SAU's (60 min. p/ atendimento), sistema de pesagem; - importância do acompanhamento dos índices e locais de acidentes, o que indicará os pontos para os quais deverão ser desenvolvidos estudos objetivando a melhoria dos mesmos.
2ª	Planalto Sul	15/12/2017	<ul style="list-style-type: none"> - melhoramentos (obras): 11 passarelas, 5 praças de pedágio, 25,4 km de duplicação, 48,3 km de terceiras faixas, 13,72 km de ruas laterais, 9 bases operacionais, 1 km correção de traçado, 32 melhorias de acesso, 6 melhorias de interseção, 6 trevos, 2 passagem inferior/desnível, 3 retornos, 75,2 km de iluminação de vias, iluminação de 156 pontos/dispositivos, 2 postos de fiscalização da ANTT; - serviços: 9 ambulâncias tipo C e 2 ambulâncias tipo D (15 min. p/ atendimento), 9 guinchos leves e 1 guincho pesado (20 min. p/ atendimento), 2 caminhões pipa, 1 caminhão de apreensão de animais, 2 caminhões com guindaste tipo Munck, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).

Etapa	Concessão	Data da Resolução da Atualização do PER	Especificidades do PER
2ª	Fluminense	15/02/2018	<p>- melhoramentos (obras): 21 passarelas, 1 passagem em desnível inferior, 25 trevos/OAE, 29,41 km de alambrado (evitar travessia desordenada de pedestres), 176,6 km de duplicação, 22,6 km de terceiras faixas, 3,8 km de ruas laterais, 5 praças de pedágio, 7 bases operacionais, 17,3 km de correção de traçado, 4,8km de contorno viário, 15 melhorias de acesso, 6 melhorias de interseção, 5 melhorias de pontos críticos; 2 km de barreiras de concreto e 35,44 km de defensas metálicas, 8 pórticos, 17 pontos de ônibus, 31 km de alambrado/tela anti-ofuscante, 66,3 km de iluminação de vias, iluminação de 147 pontos/dispositivos, 1 posto de fiscalização da ANTT;</p> <p>- serviços: 7 ambulâncias tipo C e 4 ambulâncias tipo D (15 min. p/ atendimento), 8 guinchos leves e 1 guincho pesado (20 min. p/ atendimento), 2 caminhões pipa, 2 caminhões de apreensão de animais, 1 caminhão com guindaste tipo Munck, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego), fornecimento e manutenção de veículos para os postos de fiscalização da ANTT;</p>
2ª	Fernão Dias	15/12/2017	<p>- melhoramentos (obras): 50 passarelas, 2 passagens em desnível inferior, 88 km de terceiras faixas, 94,26 km de ruas laterais, 8 praças de pedágio, 12 bases operacionais, 185,5 km de iluminação de vias, iluminação de 282 pontos/dispositivos, 1 correção de traçado, 8,13 km de contorno, 65 melhorias de acesso, 22 melhorias de interseções, 8 un. implantação de trevos, 2 passagens em desnível, 20 pórticos e 22 semi-pórticos, 208,68 km de barreiras de concreto, 62,56 km de defensas metálicas e 10 complementações de obras do DNIT, 2 postos de fiscalização da ANTT;</p> <p>- serviços: 12 ambulâncias tipo C e 6 ambulâncias tipo D (15 min. p/ atendimento), 14 guinchos leves e 3 guinchos pesados (20 min. p/ atendimento), 3 caminhões pipa, 3 caminhões de apreensão de animais, 3 caminhões com guindaste tipo Munck, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de</p>

Etapa	Concessão	Data da Resolução da Atualização do PER	Especificidades do PER
2ª	Régis Bittencourt	15/12/2017	<p>- melhoramentos (obras): 50 passarelas, 5 passagens em desnível inferior, 5 km de ciclovia, 30,5 km de duplicação, 30 km de terceiras faixas, 55 km de ruas laterais, 6 praças de pedágio, 9 bases operacionais, 23,57 km do Contorno Norte de Curitiba, 39 melhorias de acesso, 2 melhorias de interseção, 15 trevos, 1 passagem inferior, 150 km de barreiras de concreto, 54 pórticos, 5 km de ciclovia, 10 dispositivos de interseção, 124,4 km de iluminação de vias, iluminação de 226 pontos/dispositivos, 1 posto de fiscalização da ANTT;</p> <p>- serviços: 9 ambulâncias tipo C e 5 ambulâncias tipo D (15 min. p/ atendimento), 9 guinchos leves e 3 guinchos pesados (20 min. p/ atendimento), 6 caminhões pipa, 3 caminhões de apreensão de animais, 1 caminhão com guindaste tipo Munck, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).</p>
2ª	Litoral Sul	21/02/2018	<p>- melhoramentos (obras): 39 passarelas, 22 passagens em desnível inferior, 24,7 km de duplicação, 25,5 km de ruas laterais, 30 km de terceiras faixas, 5 praças de pedágio, 9 bases operacionais, 2 km correção de traçado, 47,33 km do contorno de Florianópolis, 18 melhorias de acesso, 1 melhoria de interseção, 19 trevos, 22 passagens inferior, 34 pórticos, 121,7 km de iluminação de vias, iluminação de 156 pontos/dispositivos, 1 postos de fiscalização da ANTT;</p> <p>- serviços: 10 ambulâncias tipo C e 4 ambulâncias tipo D (15 min. p/ atendimento), 12 guinchos leves e 4 guinchos pesados (20 min. p/ atendimento), 4 caminhões pipa, 2 caminhões de apreensão de animais, 1 caminhão com guindaste tipo Munck, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).</p>

Etapa	Concessão	Data da Resolução da Atualização do PER	Especificidades do PER
2ª	Transbrasiliana	21/12/2017	<p>- melhoramentos (obras): 5 passarelas, 6 passagens em desnível inferior, 39,4 km de duplicação, 77,8 km de terceiras faixas, 5km da variante de Ourinhos, 4 praças de pedágio, 7 bases operacionais, 23 melhorias de acesso, 4 melhorias de interseção, 7 trevos, 5 passagens inferior, 32 km de iluminação de vias, iluminação de 125 pontos/dispositivos, 1 postos de fiscalização da ANTT;</p> <p>- serviços: 7 ambulâncias tipo C e 2 ambulâncias tipo D (15 min. p/ atendimento), 7 guinchos leves e 1 guincho pesado (20 min. p/ atendimento), 1 caminhão pipa, 1 caminhão de apreensão de animais, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).</p>
2ª	Rodovia do Aço	28/02/2018	<p>- melhoramentos (obras): 8 passarelas, 27,4 km de duplicação, 15,9 km de terceiras faixas, 3 praças de pedágio, 5 bases operacionais, 6,4km de correção de traçado, 19,5 km de variantes, 16 melhorias de acesso, 3 melhorias de interseção, 3 trevos, 3,45 km de barreiras New Jersey, 4 pórticos, 1 melhoria de geometria, 1,36 km de ampliação de capacidade, 55,2 km de iluminação de vias, iluminação de 79 pontos/dispositivos, 1 posto de fiscalização da ANTT;</p> <p>- serviços: 5 ambulâncias tipo C e 1 ambulância tipo D (15 min. p/ atendimento), 5 guinchos leves e 1 guincho pesado (20 min. p/ atendimento), 1 caminhão pipa, 5 caminhões de apreensão de animais, 1 caminhão com guindaste tipo Munck, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).</p>

Etapa	Concessão	Data da Resolução da Atualização do PER	Especificidades do PER
2ª	VIABAHIA	25/01/2018	<ul style="list-style-type: none"> - melhoramentos (obras): 41 passarelas, 83,67 km de duplicação, 40 km de ruas laterais, 7 praças de pedágio, 15 bases operacionais, melhorias operacionais em diversos locais, 465 adequação/construção de trevos/acessos/interseções; - serviços: ambulâncias tipo C e ambulâncias tipo D (15 min. p/ atendimento), guinchos leves e guinchos pesados (20 min. p/ atendimento), caminhões pipa, caminhões de apreensão de animais, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego); - elaboração de relatórios gerenciais de fluxo de veículos e estatística de acidentes; - 3 dos subtrechos devem cumprir o Guia de Redução de Acidentes com Base em Modalidades de Engenharia de Baixo Custo.
3ª	ECO101	27/06/2018	<ul style="list-style-type: none"> - melhoramentos (obras): 19 passarelas, 445,6 km de duplicação, 36 km de vias locais, 7 praças de pedágio, 12 SAU's, 30 melhorias de acesso, 26 rotatórias, 32 interconexões, 8 entroncamentos, 28,2 km de retificação de traçado, 1 posto de fiscalização da ANTT; - serviços: 8 ambulâncias tipo C (15 min. p/ atendimento), 4 ambulâncias tipo D (60 min. p/ atendimento), 12 guinchos leves (15 min. p/ atendimento), 6 guinchos pesados (60 min. p/ atendimento), 3 caminhões pipa (100 min. p/ atendimento), 3 caminhões de apreensão de animais (100 min. p/ atendimento); - operação: sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego). - elaboração de relatórios gerenciais de fluxo de veículos e estatística de acidentes

Etapa	Concessão	Data da Resolução da Atualização do PER	Especificidades do PER
3ª	MGO	-	<p>- melhoramentos (obras): 218,5 km de duplicação, 26,45 km de vias marginais, 10 acessos, 19 interconexões diamante, 9 passarelas, 2 trevos, 2 trombetas, 1 retorno, 6 praças de pedágio, 9 SAU's;</p> <p>- serviços: 6 ambulâncias tipo C (20 min. p/ atendimento), 3 ambulâncias tipo D (90 min. p/ atendimento), 9 guinchos leves (20 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 30 min. em 10%), 4 guinchos pesados (60 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 72 min. em 10%), 3 caminhões pipa (100 min. p/ atendimento), 3 caminhões de apreensão de animais (100 min. p/ atendimento), sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de detecção de altura, 10 veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).</p>
3ª	Concebra	-	<p>- melhoramentos (obras): 647,8 km de duplicação, 42,45 km de vias marginais, 13 acessos, 64 interconexões diamante, 44 passarelas, 9 trevos, 22 trombetas, 5 retorno, 30 km do contorno de Goiânia, 11 praças de pedágio, 24 SAU's, 2 postos de fiscalização da ANTT;</p> <p>- serviços: 18 ambulâncias tipo C (20 min. p/ atendimento), 6 ambulâncias tipo D (90 min. p/ atendimento), 24 guinchos leves (20 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 30 min. em 10%), 10 guinchos pesados (60 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 72 min. em 10%), 6 caminhões pipa (100 min. p/ atendimento), 6 caminhões de apreensão de animais (100 min. p/ atendimento), sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de detecção de altura, 27 veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).</p>

Etapa	Concessão	Data da Resolução da Atualização do PER	Especificidades do PER
3ª	Rota do Oeste	31/08/2017	<p>- melhoramentos (obras): 453,6 km de duplicação, 33,45 km de vias marginais, 11 acessos, 36 interconexões diamante, 14 passarelas, 5 trevos, 5 trombetas, 38 retornos, 10,9 km do contorno de Rondonópolis, 9 praças de pedágio, 18 SAU's, 1 posto de fiscalização da ANTT;</p> <p>- serviços: 13 ambulâncias tipo C (20 min. p/ atendimento), 5 ambulâncias tipo D (90 min. p/ atendimento), 18 guinchos leves (20 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 30 min. em 10%), 8 guinchos pesados (60 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 72 min. em 10%), 5 caminhões pipa (100 min. p/ atendimento), 5 caminhões de apreensão de animais (100 min. p/ atendimento), sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de detecção de altura, 19 veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).</p>
3ª	MSVia	-	<p>- melhoramentos (obras): 806,3 km de duplicação, 41,3 km de vias marginais, 4 acessos, 64 interconexões diamante, 19 passarelas, 3 trevos, 6 trombetas, 15 retornos, 12,3 km de contornos diversos, 9 praças de pedágio, 17 SAU's, 1 posto de fiscalização da ANTT;</p> <p>- serviços: 12 ambulâncias tipo C (20 min. p/ atendimento), 5 ambulâncias tipo D (90 min. p/ atendimento), 17 guinchos leves (20 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 30 min. em 10%), 8 guinchos pesados (60 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 72 min. em 10%), 5 caminhões pipa (100 min. p/ atendimento), 5 caminhões de apreensão de animais (100 min. p/ atendimento), sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de detecção de altura, 19 veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).</p>

Etapa	Concessão	Data da Resolução da Atualização do PER	Especificidades do PER
3ª	VIA 040	-	<p>- melhoramentos (obras): 557,2 km de duplicação, 114,8 km de conversão de multifaixas para via duplicada, 32,5 km de implantação de faixas adicionais, 158,2 km de vias marginais, 68 acessos, 70 interseções, 50 passarelas, 12 correções de traçado, 15 km de contornos viários, 11 praças de pedágio, 21 SAU's;</p> <p>- serviços: 21 ambulâncias tipo C (20 min. p/ atendimento), 7 ambulâncias tipo D (90 min. p/ atendimento), 23 guinchos leves (20 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 30 min. em 10%), 8 guinchos pesados (60 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 72 min. em 10%), 6 caminhões pipa (100 min. p/ atendimento), 6 caminhões de apreensão de animais (100 min. p/ atendimento), sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, 21 veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).</p>
3ª	ECOPONTE	-	<p>- melhoramentos (obras): execução de Alça de Ligação Ponte-Linha Vermelha, execução de Mergulhão em Niterói, execução de Ligação entre a Ponte e a Avenida Brasil (Avenida Portuária), alargamento de rampa e viaduto, implantação de retorno operacional, implantação de acesso, de grades, substituição de barreiras de concreto, 3 passarelas, 1 praça de pedágio, 2 SAU's;</p> <p>- serviços: 3 ambulâncias tipo C (10 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 15 min. em 10%), 2 ambulâncias tipo D (10 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 15 min. em 10%), 10 guinchos leves (10 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 20 min. em 10%), 1 guincho pesado (10 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 20 min. em 10%), 2 guinchos super pesados (10 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 20 min. em 10%), 2 caminhões pipa (10 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 20 min. em 10%), 1 caminhão caçamba, 1 ônibus (10 min. p/ atendimento em 90% das ocorrências e 20 min. em 10%), 1 ambulância-escola, 1 retroescavadeira,, sistema de pesagem e sistema de controle de tráfego (PMVs, sistema de monitoração ambiental, sistema de detecção de altura, 2 veículos de inspeção de tráfego, circuito fechado de TV, controlador de velocidade, contador de tráfego).</p>