

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Rodrigo Gomes Schmidt

**IMPLEMENTAÇÃO DE BASE DE DADOS EM
FERRAMENTAS DE DATA MINING: ESTUDO DA SEGURANÇA
VIÁRIA EM RODOVIAS FEDERAIS BRASILEIRAS**

Avaliador:

Defesa: dia 20/06/2018 às 09 horas

Local: UFRGS / Engenharia Nova
Oswaldo Aranha, 99, sala de Reuniões do PPGE

**Anotações com sugestões para
qualificar o trabalho são bem-
vindas. O aluno fará as correções e
lhe passará a versão final do
trabalho, se for de seu interesse.**

Porto Alegre

Junho 2018

RODRIGO GOMES SCHMIDT

**IMPLEMENTAÇÃO DE BASE DE DADOS EM
FERRAMENTAS DE DATA MINING: ESTUDO DA SEGURANÇA
VIÁRIA EM RODOVIAS FEDERAIS BRASILEIRAS**

Projeto de Pesquisa do Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Daniel Sergio Presta García

Porto Alegre

Junho 2018

RODRIGO GOMES SCHMIDT

**IMPLEMENTAÇÃO DE BASE DE DADOS EM
FERRAMENTAS DE DATA MINING: ESTUDO DA
SEGURANÇA VIÁRIA EM RODOVIAS FEDERAIS
BRASILEIRAS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, junho de 2018

Dr. Daniel Sergio Presta García
Dr. pela Instituição Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Dra. Christine Tessele Nodari (UFRGS)
Dra. pela Instituição Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dr. João Fortini Albano (UFRGS)
Dr. pela Instituição Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Não saberia expressar com palavras a enorme gratidão que tenho pelos meus pais e minha dinda, pessoas que com caráter, dignidade e esforço conquistaram uma vida digna e com condições para me fornecer todas as oportunidades que até hoje tive. Agradeço ao meu pai, que soube me ensinar os valores da vida, que sempre me mostrou o lado otimista e positivista das coisas, que me ensinou a calcular (sempre me alertava o quanto era feio “chutar” as resoluções dos problemas matemáticos), que serviu de inspiração para que eu pudesse alcançar meus propósitos com honestidade e que me mostra diariamente como um profissional de engenharia deve se portar diante das diversas situações.

Agradeço a minha mãe por ser meu porto seguro, por ser uma mulher corajosa e destemida, por ser tão carinhosa comigo, por ter passado inúmeras vezes na frente da UFRGS quando eu era criança e dito em tom esperançoso que ali seria minha futura universidade, por ter me acalmado no segundo dia do vestibular e assim me ajudado a realizar esta grande conquista na minha vida, por ter sido minha melhor amiga e por desempenhar seu papel de mãe como nenhuma outra pessoa jamais faria tão bem. Mãe, obrigado por todas cobranças que realizou, hoje eu vejo que deram bons frutos e estou colhendo.

Agradecimento em especial a minha dinda que sempre fez de tudo para me proporcionar as melhores oportunidades e o maior conforto. Dinda, eu sou e serei eternamente grato aos meus pais por terem escolhido uma verdadeira mãe como madrinha.

Sou grato a Ciça, que está eternizada no meu baú chamado coração e que sua luz brilha lá de cima para mim, por todo carinho dado, por todas as comidinhas cozinhadas para mim e por me mostrar um amor de vó que eu não tive. Agradeço também à Iguinha por sempre me jogar para cima, por ser tão carinhosa comigo e por estar presente em todas situações que necessitamos de ajuda.

Ao meu professor, orientador e amigo Daniel García fica aqui os meus sinceros agradecimentos por todo auxílio prestado e por sempre me empolgar com o tema do meu trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

Acidentes de trânsito são a nona causa de morte no mundo, segundo a ONU em 2018, caso nenhuma ação seja tomada para conter esse número esse índice poderá piorar. Na era da informação, os grandes volumes de dados gerados diariamente, quando organizados e compilados corretamente, permitem que se faça análises e se encontre resultados satisfatórios para serem utilizados em tomadas de decisões importantes. Informações da Polícia Rodoviária Federal, Confederação Nacional do Trânsito e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística foram coletados e ajustados para a criação da base de dados utilizada no presente trabalho. A fim de simplificar a elaboração da pesquisa, dividiu-se os dados em diferentes dimensões. Para que tal análise fosse realizada, fez-se necessário o uso de ferramentas de mineração de dados, como por exemplo, o *software* Power BI, capaz de gerar gráficos interativos e realizar diversos confrontos entre os parâmetros selecionados. Os resultados obtidos nos diversos confrontos realizados permitiram desenvolver um conjunto de análises quanto a possíveis ocorrências, correlações e divergências entre as variáveis. Entretanto, mais relevante que os resultados observados nas pesquisas foi a utilização da ferramenta de mineração de dados com a base de dados construída, que possui alto potencial para realizar diferentes análises. A base de dados consolidada neste trabalho será disponibilizada para o Laboratório de Sistemas de Transporte da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para que sejam realizadas futuras pesquisas.

Palavras-chave: Acidentes, *Data Mining*,
Segurança Viária.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fatores que afetam a segurança de trânsito	12
Figura 2 - Somos ricos em dados, mas pobres em informações.....	17
Figura 3 - <i>Data mining</i> como um processo de descoberta do conhecimento	18
Figura 4 - Ilustração da criação do campo Localidade do data base	23
Figura 5 - Ilustração da criação do campo mês do <i>data base</i>	24
Figura 6 - Ilustração da criação da nota e média	24
Figura 7 - Ilustração do comando PROCV.....	25
Figura 8 - Captura de tela do endereço eletrônico do IBGE, frota Rio Grande do Sul.....	26
Figura 9 - Ilustração da interpolação de dados da frota.....	26
Figura 10 - Ilustração da extrapolação de dados da frota	27
Figura 11 - Gráficos ilustrando confronto entre dimensão temporal e climática	30
Figura 12 - Exemplo de barras empilhadas	34
Figura 13 - Exemplo de barras clusterizadas.....	34
Figura 14 - Exemplo de gráfico de linhas.....	35
Figura 15 - Exemplo de colunas empilhadas e linha.....	36
Figura 16 - Exemplo de gráfico de pizza.....	36
Figura 17 - Exemplo de gráfico em forma de mapa	37
Figura 18 - Acidentes e mortes ano a ano comparados com o Estado Geral	42
Figura 19 - Acidentes e mortes ano a ano comparados com Estado Geral no RS.....	43
Figura 20 - Acidentes comparados à qualidade da sinalização por ano e fase do dia	44
Figura 21 - Acidentes comparados à qualidade da sinalização por ano e fase do dia no RS ...	45
Figura 22 - Acidentes em trechos curvos comparados à qualidade da geometria em SC	46
Figura 23 - Gravidade da ultrapassagem indevida	47
Figura 24 - Gravidade da ingestão de álcool	48
Figura 25 - Acidentes por colisão frontal com vítimas fatais no RS.....	49
Figura 26 - Acidente e falta de atenção comparados à qualidade do pavimento ano a ano em SP.....	50
Figura 27 - Mortos por localidade e acidentes em pleno dia por mês, estado e horário	51
Figura 28 - Mortos por localidade e acidentes em plena noite por mês, estado e horário.....	52
Figura 29 - Sazonalidade dos acidentes entre 2009 e 2016.....	53
Figura 30 - Diferença entre acidentes totais e sem vítimas	54
Figura 31 - Diferença entre acidentes totais e com vítimas fatais.....	55
Figura 32 - Acidentes por estado comparados à frota veicular	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Atividades Nacionais propostas pela ONU na "Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011-2020" 14

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AT- Acidentes de Trânsito

BA – Bahia

BAT – Boletim de Acidente de Trânsito

CNT – Confederação Nacional do Trânsito

DM – Data Mining

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MT – Ministério dos Transportes

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

PIB – Produto Interno Bruto

PRF – Polícia Rodoviária Federal

RAT – Relatório de Acidente de Trânsito

RS – Rio Grande do Sul

SC – Santa Catarina

SP – São Paulo

UF – Unidade da Federação

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	9
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	9
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	9
2.2.1 Objetivo Principal.....	9
2.2.2 Objetivos Secundários	9
2.3 HIPÓTESES DA PESQUISA	10
2.4 DELIMITAÇÕES.....	10
2.5 LIMITAÇÕES	10
2.6 DELINEAMENTO.....	10
3 REFERÊNCIAL TEÓRICO	11
3.1 ACIDENTES VIÁRIOS.....	11
3.2 BASES DE DADOS.....	15
3.3 DATA MINING	16
3.4 O SOFTWARE POWER BI.....	19
4 METODOLOGIA.....	20
4.1 CONSOLIDAÇÃO DA BASE DE DADOS	20
4.1.1 Dados PRF.....	21
4.1.2 Dados CNT	24
4.1.3 Dados IBGE.....	25
4.2 DIMENSÕES DEFINIDAS	27
4.2.1 Dimensão temporal.....	27
4.2.2 Dimensão espacial	28
4.2.2.1 Localidade	28
4.2.2.2 Ocupação do solo	29
4.2.3 Dimensão climática	29
4.2.4 Dimensão classificação da rodovia.....	30
4.2.4.1 Geometria	30
4.2.4.2 Estado geral	31
4.2.4.3 Sinalização.....	31
4.2.4.4 Qualidade do Pavimento.....	31
4.2.4.5 Tipo de pista	32
4.2.4.6 Tipo de traçado	32

4.2.5 Dimensão características do acidente	32
4.2.5.1 Tipo de acidente.....	32
4.2.5.2 Severidade do acidente	33
4.3 CONFRONTOS DE DIMENSÕES	33
4.3.1 Tipos de Gráficos Possíveis.....	33
4.3.2 Confrontos Implementados.....	37
4.3.3 Análises com a Utilização de Filtros e Realces	39
5 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	41
5.1 ACIDENTES E MORTES ANO A ANO COMPARADOS COM O <i>ESTADO GERAL</i> ..	41
5.2 ACIDENTES COMPARADOS COM A <i>QUALIDADE DA SINALIZAÇÃO E FASE DO DIA</i> POR ANO E ESTADO.....	43
5.3 ACIDENTES E <i>TRAÇADO DA VIA</i> COMPARADOS COM A <i>QUALIDADE DA GEOMETRIA</i> EM SC.....	45
5.4 ACIDENTES POR <i>CAUSA DO ACIDENTE</i> CONFRONTADOS COM A SEVERIDADE	46
5.5 VÍTIMAS FATAIS POR COLISÃO FRONTAL EM GRÁFICO DE MAPA.....	48
5.6 ACIDENTES, <i>CAUSAS DOS ACIDENTES</i> E <i>QUALIDADE DO PAVIMENTO</i> POR ANO EM SP.....	49
5.7 MORTOS POR LOCALIDADE E ACIDENTES POR <i>FASE DO DIA</i> , MÊS, ESTADO E HORÁRIO	50
5.8 ACIDENTES E <i>CLASSIFICAÇÃO DE ACIDENTES</i> POR MÊS E ANO NO BRASIL ..	52
5.9 ACIDENTES POR UNIDADE FEDERATIVA RELATIVIZADOS COM A FROTA ...	55
6 CONCLUSÕES.....	57
7 REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

Estatísticas fornecidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) apontam que cerca de 3.400 pessoas morrem no sistema viário todos os dias e que dezenas de milhares são feridas, estima-se ainda que caso nenhuma ação seja tomada para conter esses números, mortes no trânsito serão a sétima causa de óbitos no mundo durante a próxima década. A OMS divulgou que o feticimento de pessoas nas rodovias está em 1,25 milhões ao ano e a maior fatia deste número está na faixa etária entre 15 e 29 anos. O Brasil se enquadra como o quinto país com o maior número de vítimas no trânsito, aproximadamente 42 mil mortos ao ano, o que equivale a 23,4 mortes a cada 100.000 habitantes. Todo acidente gera um custo econômico e pode ser medido, segundo a própria OMS calcula-se que 3% do Produto Interno Bruto (PIB) dos países são gastos com acidentes de trânsito em despesas hospitalares e perdas de produção, e no Brasil esse valor representa 1,2% do seu PIB (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, 2015).

Ao longo dos anos, os recursos computacionais foram evoluindo concomitantemente aos grandes volumes de dados. Calcula-se que a cada 20 meses a quantidade de informações no mundo dobra e o número de banco de dados aumenta com velocidade maior ainda (DILLY, 1999). Devido ao acelerado crescimento de volumes de dados, faz-se necessário o aprimoramento de técnicas e instrumentos para tornar esses dados em informações relevantes e úteis ao conhecimento. Essas informações podem auxiliar a gestão, o planejamento e a tomada de decisões, porém estão desconectadas dentro de um *Big Data* (grande banco de dados) que dificilmente será útil se forem aplicadas técnicas convencionais de gerenciamento de banco de dados. Como consequência dessa dificuldade, surge então o *Data Mining* (DM), conhecido também como Mineração de Dados.

Explorar bases de dados acerca de acidentes viários utilizando ferramentas de mineração de dados, permite transformar esses registros em informações relevantes para estudos envolvendo segurança viária. Essas informações geradas a partir de um banco de dados e aplicadas em estudos aprofundados, podem auxiliar a construir medidas de contenção para problemas envolvendo acidentes de trânsito.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

Com o objetivo de orientar os parâmetros para a elaboração da pesquisa foram definidas diretrizes. Tais diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas a seguir:

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: dispondo de uma grande base de dados, fornecida pela PRF, acerca dos acidentes ocorridos nas rodovias federais brasileiras, entre os anos de 2007 e 2017, ter a possibilidade de enriquecer esses dados e desenvolver análises mais robustas com diferentes bancos de dados.

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e estão dispostos a seguir.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do presente trabalho visa construir uma base de dados que permita confrontar dados de acidentes fornecidos pela PRF com dados a respeito da qualidade geral das rodovias federais brasileiras fornecidos pela CNT. Verificar a existência de relação entre esses dados e elucidar quais as possíveis causas desses acidentes.

2.2.2 Objetivos Secundários

Para que se atinja o objetivo principal são apresentados a seguir os objetivos secundários necessários que fazem parte do escopo do presente estudo:

- a) filtrar e corrigir dados da PRF;
- b) organizar os dados dos acidentes com os da CNT;
- c) construir análises gráficas entre as diferentes informações com o auxílio do software Power BI.

2.3 HIPÓTESES DA PESQUISA

Associação de base de dados dispersas não permite fazer análises mais robustas, a construção de uma única base devidamente filtrada e organizada pode fornecer informações relevantes para a segurança viária.

2.4 DELIMITAÇÕES

Pesquisas envolvendo somente acidentes em rodovias federais brasileiras com o uso de dados disponibilizados pela PRF e as informações sobre a qualidade das vias fornecidas pela CNT.

2.5 LIMITAÇÕES

São relativas aos acidentes e as informações sobre a qualidade das rodovias:

- a) Acidentes são classificados por rodovias, municípios, estados, tipos de acidente, tipos de pista e gravidade do acidente.
- b) As notas dadas pela CNT são distribuídas por estados, não especificando a classificação de cada rodovia.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho será desenvolvido conforme os seguintes estágios:

- a) Introdução do tema proposto
- b) Revisão bibliográfica
- c) Método
- d) Filtragem e organização das bases de dados
- e) Construção de uma base de dados única
- f) Análise dos resultados
- g) Conclusão

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Inicialmente se procedeu uma revisão bibliográfica para dar sustentação teórica ao trabalho de conclusão de curso. Os temas abordados referem-se a:

- Acidentes viários;
- Base de dados;
- *Data Mining*;
- Power BI

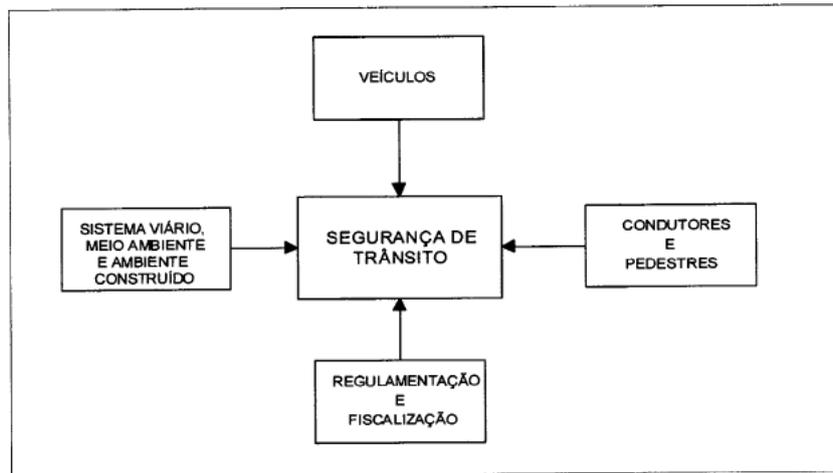
3.1 ACIDENTES VIÁRIOS

Para a preparação e execução de pesquisas relacionadas a acidentes de trânsito a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define de forma técnica o termo acidente de trânsito como: todo evento indeliberado de que resulte dano em veículo ou na sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, em que necessariamente uma das partes envolvidas está em movimento nas vias terrestres ou áreas abertas ao público. Pode originar-se, terminar ou envolver veículo parcialmente na via pública. Configura como “vítima fatal de acidente de trânsito”, vítima que falece em razão das lesões e/ou decorrentes do acidente de trânsito, no momento do evento ou até 30 dias, corridos, após a ocorrência do mesmo (ABNT, 1989).

Pesquisas apontam que quando os principais fatores causadores de acidentes são considerados (o motorista usuário da estrada, o veículo e a infraestrutura da rodovia), todos os acidentes podem ser atribuídos a pelo menos um desses elementos. Então, um maior e mais adequado investimento em: (i) capacitação para produzir melhores condutores e outros usuários da via, (ii) melhoria no padrão de manufatura e manutenção dos veículos, (iii) projetos aprimorados de rodovias e normas para manutenção das mesmas, auxilia na prevenção de acidentes (OECD, 2002).

Já Gold (1999) classifica os fatores contribuintes para os acidentes viários em quatro grupos que estão interconectados entre si, são eles: (i) aspecto veicular, (ii) fatores humanos, (iii) elementos sociais/institucionais, (iv) condição da via/meio ambiente e ambiente construído.

Figura 1 - Fatores que afetam a segurança de trânsito



fonte: (GOLD, 1999, p. 7)

No que se refere às condições relativas da via/meio ambiente e ambiente construído, Gold (1999) esclarece que são fatores vinculados diretamente às características da via, da sinalização e das áreas próximas da via no momento do acidente. Sendo estes alguns dos parâmetros de análise e estudo do presente trabalho.

Estudo com análises estatísticas de um grande número de acidentes sugere que as condições ruins do pavimento impactavam de forma mais significativa na severidade dos acidentes quando comparadas com estradas em condições regulares. Além disso, o estudo indicou que rodovias em bom estado também estavam associadas em alto grau de severidade dos acidentes quando confrontadas com vias em condições regulares (LI; HUANG, 2014).

É importante reconhecer que atividades de transporte viário inevitavelmente geram acidentes que resultam em fatalidades, lesões e danos materiais. Estes acidentes e suas consequências não podem ser totalmente eliminados, apenas reduzidos. Para a seleção de medidas de segurança, deve-se basear numa avaliação de todos os efeitos relevantes que direta ou indiretamente estão relacionados com a prevenção de acidentes. Se levarmos em conta apenas alguns dos efeitos e custos, as medidas selecionadas podem direcionar uma alocação de recursos ineficiente (CARLSSON; HEDMAN, 1990).

Dentre as medidas necessárias para combater esse alto número de acidentes de trânsito está o aumento da segurança viária (BLISS; BREEN, 2009). Algumas estratégias necessárias para melhoraria da performance da segurança rodoviária, segundo a OMS (PEDEN; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004), seriam:

- a) uma abordagem científica do tema;
- b) o fornecimento, análise cuidadosa e interpretação de bons dados;
- c) a criação de metas e planos;
- d) alocação de recursos nacionais e regionais para pesquisa;
- e) cooperação institucional entre setores.

Para atender as metas da “Década de Ação pela Segurança Viária 2011-2020” a ONU (2011) estabeleceu os seguintes objetivos a serem seguidos:

1. Aderir e implementar plenamente os principais acordos e convenções relacionados com a segurança rodoviária das Nações Unidas, e usar outros como princípios para promover regionalmente, se apropriado;
2. Desenvolver e implementar estratégias sustentáveis de segurança rodoviária e programas relativos;
3. Estabelecer de forma viável um objetivo ambicioso, para a redução das mortes na estrada até 2020, baseando-se nos quadros existentes de metas nacionais de acidentes;
4. Reforçar a infraestrutura de gestão e a capacidade de implementação técnica das atividades de segurança rodoviária a nível regional, nacional e mundial;
5. Melhorar a qualidade da coleta de dados a nível regional, nacional e mundial;
6. Monitorar o progresso e o desempenho em uma série de indicadores predefinidos nos níveis regional, nacional e mundial;
7. Instigar o aumento do financiamento para a segurança rodoviária e uma eficiente utilização dos recursos, inclusive assegurando um componente de segurança rodoviária por meio de projetos de infraestrutura rodoviária;
8. Capacitando pessoas a nível regional, nacional e internacional para abordar o tema da segurança rodoviária.

A ONU (2011) ainda sugere que atividades durante a Década atinjam áreas a níveis locais, nacionais, regionais e globais, mas o foco primeiramente deverá se concentrar em ações nacionais e locais. Com ferramentas legais de governos locais e nacionais, países serão estimulados a implementar as seguintes atividades dispostas em cinco pilares:

Quadro 1 - Atividades Nacionais propostas pela ONU na "Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011-2020".

ATIVIDADES NACIONAIS	
PILAR I Gestão de Segurança Rodoviária	<ul style="list-style-type: none"> - Incentivar a criação de instrumentos regionais de segurança rodoviária; - Parcerias entre setores para que as partes responsáveis tenham capacidade de desenvolver e liderar a implementação de estratégias, planos e metas nacionais de segurança viária, apoiados pela coleta de dados e pesquisas. - Monitorar as implementações e a eficiências das mesmas.
PILAR II Rodovias Mais Seguras e Mobilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar a segurança inerente e a qualidade de proteção das redes rodoviárias em benefício de todos os usuários da estrada, especialmente os mais vulneráveis (por exemplo, pedestres, ciclistas e motociclistas). - Por meio da implementação de vários acordos de infraestrutura rodoviária no âmbito da ONU, avaliação da infraestrutura rodoviária e planejamento, design, construção e operação de estradas mais seguras que os objetivos serão alcançados.
PILAR III Veículos Mais Seguros	<ul style="list-style-type: none"> - Incentivar a implantação universal de tecnologias melhoradas de segurança de veículos tanto para segurança passiva como ativa por meio de uma combinação de harmonização de padrões globais relevantes, esquemas de informação do consumidor e incentivos para acelerar a incorporação de novas tecnologias.
PILAR IV Usuários de Rodovias Responsáveis	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver programas para melhorar o comportamento dos usuários rodoviários. - Criação ou modificação de leis mais severas e padrões, combinada com a conscientização pública. - Aumentar as multas pelo não-uso do cinto de segurança e do capacete, condução sob efeito de bebidas, excesso de velocidade e outros fatores de risco.
PILAR V Responsabilidade Pós-Acidente	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar a capacidade de resposta às emergências pós-colisão e melhorar as unidades de saúde para providenciar tratamento de emergência apropriado e reabilitação de longo prazo para vítimas de acidentes.

fonte: (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011, adaptada pelo autor).

Acidente de trânsito lesiona, no mundo, mais de 50 milhões de pessoas ao ano e foi a maior causa de mortes entre jovens de 15 e 29 anos em 2012. Devido a esse alto número, a ONU apontou em sua Agenda 2030 (Agenda de Desenvolvimento Sustentável) que os países que se comprometeram com a “Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011-2020” deveriam reduzir a quantidade de acidentes em 50% até o ano de 2020 (ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, 2015).

3.2 BASES DE DADOS

A informática, subentende-se uso de computadores, surgiu por uma série de fatores, tendo a Segunda Guerra Mundial como um dos principais motivadores. Esta Guerra Científica, como também é conhecida, investiu fortemente em pesquisas científicas e desenvolvimentos técnicos. Martin (2014) revela que Alan Turing possa ser um dos grandes criadores do computador, pois foi por intermédio do trabalho de Turing que Von Neumann foi influenciado a projetar o computador elétrico moderno.

Atualmente, usa-se computadores em escritórios para três tarefas primordiais (CAMPBELL-KELLY et al., 2014):

- Elaboração de documentos: por exemplo, usando um programa de processamento de texto para produzir palavras e relatórios;
- Armazenamento de informações: usando um programa de banco de dados, por exemplo, para armazenar nomes e endereços, ou inventários;
- Análise financeira e contabilidade: usando uma planilha eletrônica para previsão financeira ou usando um computador para organizar a folha de pagamento de uma empresa.

Com a evolução e o uso rotineiro dos computadores, informações são geradas diariamente e se convertem em dados, que passam a ser armazenados em bancos de dados. Esses bancos possuem um alto volume de informações e são estruturados de diferentes maneiras. Quando se orienta banco de dados a objetos é possível obter modelagens mais dinâmicas e abrangentes da realidade, adota-se isto eventualmente para modelagem de estruturas complexas presentes em aplicações de banco de dados não-convencionais (GALANTE, 1998).

Os sistemas de gerenciamento de base de dados cresceram rapidamente em seu poder e complexidade ao longo dos 15 anos de registro histórico de processamento de dados em computadores comercialmente disponíveis (BACHMAN, 1972). Em 1970 surge um modelo para banco de dados chamado Modelo Relacional. Neste modelo, os dados são armazenados em tabelas interligadas por meio de relacionamentos, estrutura que propicia a pesquisa de dados dentro do banco, conseqüentemente torna o armazenamento simples e a estrutura visível para o usuário que acessa as informações nele (CODD, 1970)

Um dos aspectos mais críticos de uma grande base de dados é seu impacto na forma como as decisões são tomadas e quem consegue fazê-las. Porém, os *Big Datas* raramente estão bem estruturados, exigindo, assim, habilidade para limpeza e organização desse grande volume de dados (HBR, 2012). Reforçando, desta maneira, a importância de se ter um modelo unificado para registro dos dados acerca dos acidentes viários.

Com o objetivo de se criar uma base de dados sólida e bem estruturada para fins estatísticos a ABNT (1993), mediante a NBR 12898, resolveu padronizar o registro de AT ocorridos em território nacional por meio do Relatório de Acidente de Trânsito (RAT). Todos os dados referentes aos acidentes de trânsito ocorridos em rodovias federais brasileiras são registrados e disponibilizados pela PRF, que utiliza um BAT (Boletim de Acidente de Trânsito) desde o dia primeiro dia de janeiro de 2017. Anteriormente o sistema adotado era o BR-BRASIL.

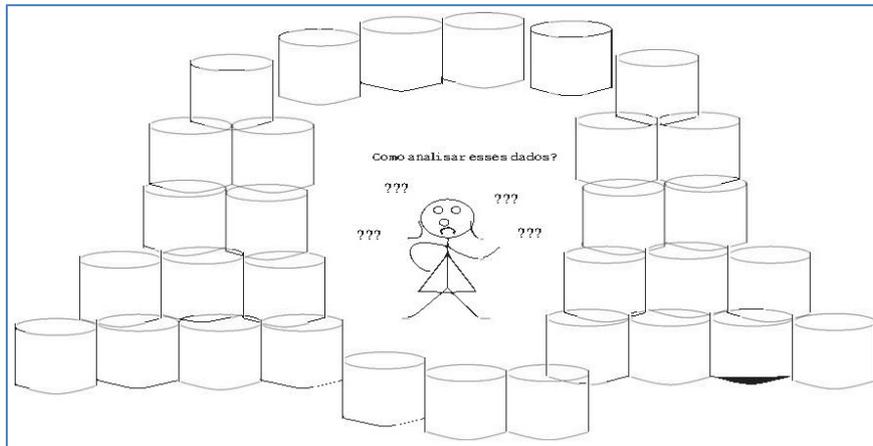
Ainda que existam padrões e normas para registrar os acidentes de trânsito, há muita precariedade no processo de registro, coleta e tratamento de dados (IPEA, 2003).

3.3 DATA MINING

Com o passar dos anos, o uso popular da internet como um sistema global de informações nos abasteceu com uma enorme quantidade de dados e informações. Em decorrência desse crescimento acelerado de dados armazenados surgiu, conseqüentemente, a necessidade de novas técnicas e ferramentas automatizadas que poderiam nos auxiliar de forma inteligente transformando grandes quantidades de dados em informações úteis e conhecimento (HAN; KAMBER, 2006). Surge então o KDD (*Knowledge Discovery in Database*), popularmente conhecido como *data mining* ou mineração de dados, para suprir as necessidades das indústrias, que viam em bancos de dados um forte aliado e assistente no que se refere a tomada de decisões, gerenciamento, controle de produção, análises de mercado, dentre outros aspectos relevantes.

A mineração de dados se define como uma análise de conjuntos de dados observacionais (muitas vezes amplos) com o objetivo de encontrar correlações ocultas entre os dados e resumi-los de maneira inovadora, tornando, assim, compreensíveis e úteis para o proprietário da base de dados. As correlações e resumos derivados através de um exercício de mineração de dados são frequentemente referidos como modelos ou padrões (HAND; MANNILA; SMYTH, 2001).

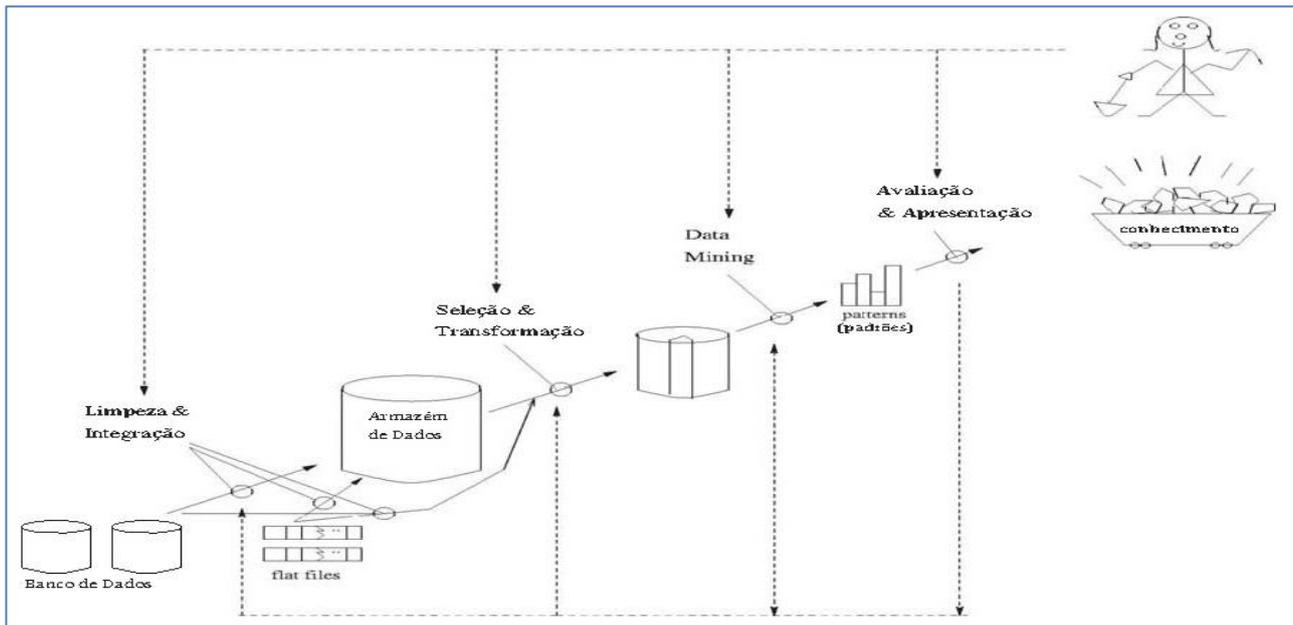
Figura 2 - Somos ricos em dados, mas pobres em informações



fonte: (HAN; KAMBER, 2006, adaptado pelo autor).

É necessário passar por uma série de etapas para poder encontrar alguma relação entre os dados de um banco de dados, são algumas indicadas (HAND; MANNILA; SMYTH, 2001):

- determinar a natureza e a estrutura da representação a ser utilizada;
- decidir como quantificar e comparar a forma como diferentes representações se encaixam nos dados (ou seja, escolhendo uma função de "pontuação");
- escolher um processo algorítmico para otimizar a função de pontuação;
- decidir quais os princípios do gerenciamento de dados necessários para implementar os algoritmos de forma eficiente.

Figura 3 - *Data mining* como um processo de descoberta do conhecimento

fonte: (HAN; KAMBER, 2006, adaptado pelo autor).

Para este trabalho será necessário fazer alguns filtros nos dados que serão utilizados, juntar e reorganizá-los de maneira a facilitar a elaboração do estudo. Os dados dos acidentes, por exemplo, estão separados por ano em diferentes bancos de dados, é indispensável que se faça a ligação entre eles para melhorar a estrutura da base que será utilizada nas análises.

As técnicas de mineração de dados, como análise de cluster, foram usadas para remover a heterogeneidade dos dados de acidentes rodoviários. A próxima tarefa após a segmentação prévia dos dados do acidente rodoviário é selecionar uma variável representativa ou uma variável de destino para realizar a classificação dos dados. A maioria dos trabalhos de análise de dados de acidentes rodoviários seleciona a gravidade ou a criticidade do acidente rodoviário como uma variável alvo para a classificação (KUMAR; TOSHNIWAL; PARIDA, 2017).

A classificação na metodologia de mineração de dados visa construir um modelo (classificador) de um conjunto de dados que pode ser usado para classificar parâmetros desconhecidos. A técnica de Naïve Bayes é um dos métodos básicos baseados em probabilidade de classificação que se baseia na hipótese de Bayes com a presunção de independência entre cada par de variáveis (LI; SHRESTHA; HU, 2017).

O método de classificação e regressão de árvores (CART), é uma técnica de mineração de dados comumente utilizada. CART é um modelo não paramétrico sem relações pré-definidas entre a

variável alvo e os possíveis indicativos (TAVAKOLI KASHANI; RABIEYAN; BESHARATI, 2014). Então, os modelos CART são boas alternativas para analisar gravidade dos danos causados pelos acidentes de trânsito (CHANG; CHIEN, 2013).

3.4 O SOFTWARE POWER BI

O Power BI é um *software* da Microsoft que une uma gama muito grande de ferramentas para realizar tratamento, organização, análise e emissão de relatórios de bancos de dados, é uma ferramenta de *data mining* completa. A MICROSOFT (2017) resume seu programa da seguinte maneira:

Com o Power BI Desktop, você se conecta a dados (geralmente várias fontes de dados), formata esses dados (com consultas que criam modelos de dados atraentes e criteriosos) e usa esse modelo para criar relatórios (que outras pessoas podem aproveitar, utilizar e compartilhar).

Quando concluir satisfatoriamente as etapas (conectar, formatar e relatar), você pode salvar esse trabalho no formato de arquivo do Power BI Desktop, que tem a extensão .pbix. Os arquivos do Power BI Desktop podem ser compartilhados como qualquer outro arquivo, mas a maneira mais atraente de compartilhar arquivos do Power BI Desktop é carregá-los (compartilhá-los) no serviço do Power BI.

O Power BI Desktop centraliza, simplifica e agiliza o que seria um processo árduo, disperso e desconexo de design e criação de relatórios e repositórios de *business intelligence*.

Os analistas de dados descobrirão no Power BI Desktop uma ferramenta poderosa, flexível e altamente acessível para se conectar com o mundo dos dados e formatá-los, criar modelos robustos e elaborar relatórios bem-estruturados.

4 MÉTODO

Com o objetivo de construir uma base de dados que permita relacionar e confrontar os dados de acidentes com os dados a respeito da qualidade geral das rodovias federais brasileiras e relativizá-los utilizando o quantitativo da frota de cada unidade federativa, o método aplicado no presente trabalho será orientado por dois grandes grupos:

- Consolidação da base de dados
- Plataforma de pesquisa

4.1 CONSOLIDAÇÃO DA BASE DE DADOS

A base de dados contendo informações sobre os acidentes, disponibilizados pela PRF, ocorridos nas rodovias federais brasileiras juntamente com os dados fornecidos sobre o estado em que se encontram as rodovias, disponibilizados pela CNT, e a frota de veículos de cada unidade federativa, disponível no endereço eletrônico do IBGE, foi construída e organizada utilizando o *software* Excel. A limitação temporal foi determinada entre os anos de 2009 e 2016 devido à ausência de dados para o ano de 2008 nas planilhas cedidas pela CNT em seu *website*.

A construção desta base foi estruturada dentro das planilhas da Polícia Rodoviária Federal sobre os acidentes ocorridos entre os anos de 2009 e 2016, para que essas informações fossem relacionáveis com os dados da CNT e do IBGE foram realizados ajustes. Para que houvesse essa compatibilização algumas etapas foram seguidas:

- Cabeçalhos da planilha da base de dados foram padronizados, seguindo a mesma estrutura em cada ano;
- Criação de uma média ponderada a partir dos dados da CNT;
- Adição de novos dados a partir da desmembração de informações da planilha da PRF;
- Criação de tabela fundamentada nas informações de frota veicular anual de cada estado;
- Interpolação e extrapolação de dados do IBGE acerca da frota de cada estado ano a ano.

A base de dados está salva por ano e no formato “.csv” pois facilita a compilação das planilhas separadas ano a ano em um só arquivo e a leitura das mesmas no *software* Power BI, a planilha contém diversas informações relativas ao acidente e à rodovia para que se possa relacionar diversas variáveis como: dia em que ocorreu acidente, horário, localização, condição climática na hora do acidente, número de pessoas e veículos envolvidos, gravidade do acidente, causas

do acidente, qualidade da sinalização da rodovia, qualidade do pavimento da rodovia, uso do solo, quantidade de veículos cadastrados naquele estado em que ocorreu o acidente, dentre outras variáveis que serão mencionadas e elucidadas ao longo do trabalho.

4.1.1 Dados PRF

As informações sobre os acidentes, disponibilizadas pela Polícia Rodoviária Federal, são geradas a partir dos boletins de ocorrência realizados, são então agrupados e consolidados por ano em dois grupos:

- **Acidentes agrupados por pessoa:** para um mesmo número de identificação de acidente (id) poderemos ter mais de uma linha de dados estruturados, pois o acidente pode ter envolvido mais de uma pessoa e cada uma está registrada no boletim de acidente de trânsito. Ou seja, são dados das pessoas envolvidas na ocorrência, são considerados alguns itens como: tipo, marca, modelo e ano de fabricação do veículo em que o acidentado estava, bem como idade, sexo, naturalidade e nacionalidade do envolvido.
- **Acidentes agrupados por ocorrência:** considera as informações relativas ao acidente agrupadas em somente uma linha, quantifica apenas o número de pessoas envolvidas no acidente e classifica o estado físico em que se encontravam na hora do registro no boletim.

Para a elaboração deste trabalho se utilizou a classificação de acidentes agrupados por ocorrência, pois é necessário a quantificação dos acidentes com seus respectivos dados, uma vez que não se entrou no aspecto qualitativo dos veículos, condutores ou passageiros envolvidos na ocorrência. Foram conferidos ano a ano toda a organização dos dados da Polícia para que houvesse um padrão de classificação entre estas informações, tomou-se então a estrutura desta planilha como suporte para a criação de uma base de dados completa - acrescida de informações relevantes - que será utilizada na ferramenta de análise de dados.

As informações e os campos originais contidos na tabela de acidentes da Polícia Rodoviária Federal foram mantidos, os campos são:

- Id: número de identificação do acidente que consta no boletim de ocorrência, somente um por acidente;
- Data inversa: data registrada no boletim (dd/mm/aaaa);

- Dia da semana: dia da semana de segunda-feira a domingo;
- Horário;
- Unidade da Federação: uf em que ocorreu o acidente;
- Br: rodovia em que ocorreu o acidente (somente a parte numérica da nomenclatura);
- km: marco quilométrico da ocorrência;
- Município;
- Causa do Acidente: causas do acidente divididas em 11 mais um campo *null*: (i) animais na pista, (ii) defeito mecânico em veículo, (iii) defeito na via, (iv) desobediência à sinalização, (v) dormindo, (vi) falta de atenção, (vii) ingestão de álcool, (viii) não guardar distância de segurança, (ix) outras, (x) ultrapassagem indevida e (xi) velocidade incompatível;
- Tipo de acidente: classifica o que ocorreu no acidente em 16 itens: (i) atropelamento de animal, (ii) atropelamento de pessoa, (iii) capotamento, (iv) colisão com bicicleta, (v) colisão com objeto fixo, (vi) colisão com objeto móvel, (vii) colisão frontal, (viii) colisão lateral, (ix) colisão transversal, (x) colisão traseira, (xi) danos eventuais, (xii) derramamento de carga, (xiii) incêndio, (xiv) queda de motocicleta/bicicleta/veículo, (xv) saída de pista e (xvi) tombamento;
- Classificação do acidente: caracteriza o acidente quanto às vítimas do incidente em 4 grupos: (i) com vítimas fatais, (ii) com vítimas feridas, (iii) ignorado e (iv) sem vítimas;
- Fase do dia: identifica a intensidade da luz no momento do ocorrido em 4 fases e um campo *null*: (i) amanhecer, (ii) anoitecer, (iii) plena noite e (iv) pleno dia;
- Sentido da via: aponta o sentido do marco quilométrico, podendo ser (i) crescente ou (ii) decrescente;
- Condição meteorológica: dividida em 9 grupos mais um campo *null*: (i) céu claro, (ii) chuva, (iii) granizo, (iv) ignorada, (v) neve, (vi) nevoeiro/neblina, (vii) nublado, (viii) sol, (ix) vento e (x) *null*;
- Tipo de pista: podendo ser classificada em (i) *null*, (ii) dupla, (iii) múltipla ou (iv) simples;
- Traçado da via: especifica qual tipo de traçado em que o acidente ocorreu, sendo dividido em: (i) *null*, (ii) cruzamento, (iii) curva e (iv) reta;
- Uso do solo: classificado em (i) *null*, (ii) rural ou (iii) urbano;
- Ano: relativo à data do acidente;
- Pessoas: número de pessoas envolvidas na ocorrência;

- Mortos: o número de pessoas falecidas no acidente é contabilizado somente para as pessoas atestadas como mortas e identificadas até o instante em que o boletim de acidente de trânsito foi registrado;
- Feridos;
- Feridos leves;
- Feridos graves;
- Ilesos;
- Ignorados: número de pessoas que se envolveram no acidente, porém foram ignoradas por algum motivo;
- Veículos: quantidade de veículos acidentados na ocorrência.

Com a finalidade de inserir as informações da planilha e exibi-las geograficamente em um mapa no Power BI, a partir de dados sobre município e unidade da federação já existentes, acrescentou-se a *string* “BRASIL” e, então, criou-se os campos “Localidade” e “uf_br”. Desse modo o *software* consegue realizar a leitura da informação e georreferenciar, segue exemplo do tratamento realizado na tabela de acidentes da PRF, conforme Figura 4:

Figura 4 - Ilustração da criação do campo Localidade do data base

	A	E	H	AA
1	id	uf	municipio	Localidade
2	1035523	SC	XAXIM	=H2&","&E2&","&"BRASIL"
3	1035527	SC	MAFRA	MAFRA, SC, BRASIL
4	1035528	SC	MAFRA	MAFRA, SC, BRASIL
5	1035530	RO	ITAPUÃ DO OESTE	ITAPUÃ DO OESTE, RO, BRASIL
6	1035533	RJ	CAMPOS DOS GOYTACAZES	CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ, BRASIL
7	1035536	BA	VITORIA DA CONQUISTA	VITORIA DA CONQUISTA, BA, BRASIL

fonte: (PRF, 2012, adaptado pelo autor).

O campo “mês” foi criado com o propósito de procurar alguma relação de sazonalidade dos acidentes entre os anos 2009 e 2016. A informação foi captada do campo “data inversa” utilizando a seguinte função ilustrada na Figura 5:

Figura 5 - Ilustração da criação do campo mês do *data base*

	A	B	E	H	AA	AG	AH
1	id	data_inversa	uf	municipio	Localidade	uf_br	mês
2	83298209	01/01/2015	RJ	NITEROI	NITEROI, RJ, BRASIL	RJ, BRASIL	=MÊS(B2)
3	83298218	01/01/2015	MS	CAMPO GRANDE	CAMPO GRANDE, MS, BRASIL	MS, BRASIL	1
4	83298220	01/01/2015	RJ	PETROPOLIS	PETROPOLIS, RJ, BRASIL	RJ, BRASIL	1
5	83298221	01/01/2015	SC	SANGAO	SANGAO, SC, BRASIL	SC, BRASIL	1
6	83298222	01/01/2015	RS	TRES CACHOEIRAS	TRES CACHOEIRAS, RS, BRASIL	RS, BRASIL	1
7	83298223	01/01/2015	PR	IRATI	IRATI. PR. BRASIL	PR. BRASIL	1

fonte: (PRF, 2015, adaptado pelo autor).

4.1.2 Dados CNT

A Confederação Nacional do Transporte disponibiliza em seu endereço eletrônico um anuário contendo informações acerca da classificação do estado geral, do pavimento, da sinalização, da geometria e da extensão total das rodovias federais brasileiras por região. Os dados são apresentados por extensão de rodovia e classificados entre: ótimo, bom, regular, ruim e péssimo. A fim de compatibilizar essas informações da qualidade das rodovias para serem inseridas na base de dados adotou-se notas variando de 1 a 5, são elas: (1) péssimo, (2) ruim, (3) regular, (4) bom e (5) ótimo. Fez-se então uma média ponderada entre a extensão correspondente àquela classificação e sua nota equivalente, conforme segue Figura 6:

Figura 6 - Ilustração da criação da nota e média

	A	B	C	D	E	F	G	H
343	Classificação da Geometria por Região e Unidade da Federação segundo ano - 2005 - 2016 (km)							
344								(continuação)
345	Região e Unidade da Federação	Extensão Total (km)						
346		2015						
347		Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo	Total	
348	Brasil	4.861	18.115	30.443	18.668	28.676	100.763	2,52
349	Norte	127	2.031	2.357	3.731	3.415	11.661	2,29
350	Rondônia	48	334	731	389	348	1.850	=(B350*5+C350*4+D350*3+E350*2+F350*1)/G350
351	Acre	-	65	128	81	1.070	1.344	1,40
352	Amazonas	-	139	45	517	259	960	2,07
353	Roraima	6	220	78	613	63	980	2,48

fonte: (CNT, 2015, adaptado pelo autor).

Após replicar a fórmula para toda planilha, as células foram copiadas e coladas somente os valores para não existir dependência e processar rapidamente os dados. Foi criada uma matriz

com a unidade federativa e ao lado o valor da nota correspondente, a matriz foi então classificada em ordem alfabética, copiada e colada na base de dados para que o comando “procv” fosse utilizado. O objetivo desta função é procurar um valor em uma matriz e retornar o valor da coluna escolhida dentro desse intervalo, com isso foi possível inserir a nota correspondente em cada acidente da tabela, segue Figura 7 para elucidar a explicação:

Figura 7 - Ilustração do comando PROCV

	A	E	AB	AC	AD	AE
1	id	uf	Geometria CNT			
2	1228858	PA	=PROCV(E2;\$AD\$2:\$AE\$28;2)		AC	1,36
3	1228860	PR	2,93		AL	2,72
4	1228863	SC	2,85		AM	1,96
5	1228868	PB	2,19		AP	2,48
6	1228869	SC	2,85		BA	2,14
7	1228870	PA	1,81		CE	1,84
8	1228872	SC	2,85		DF	3,56

fonte: (PRF, 2013, adaptado pelo autor).

4.1.3 Dados IBGE

Dados sobre a frota de veículos em cada estado foram retirados do endereço eletrônico do IBGE, Figura 8, e separados em uma tabela por ano, porém não foram encontrados dados para os anos de 2009 e 2011, surgindo então a necessidade de estimar esses valores.

Figura 8 - Captura de tela do endereço eletrônico do IBGE, frota Rio Grande do Sul



fonte: (IBGE, 2018).

Após buscar o número da frota por estado ano a ano e montar a tabela, interpolou-se fazendo a média entre os anos 2010 e 2012 para termos um valor referente ao ano de 2011, conforme Figura 9:

Figura 9 - Ilustração da interpolação de dados da frota

	A	B	C	D	E
1	uf\ano	2009	2010	2011	2012
2	AC	132776	151320	$=(E2+C2)/2$	188409
3	AL	380199	438788	497377	555966
4	AM	474292	530814	587337	643859
5	AP	102269	115323	128378	141432
6	BA	2024832	2308978	2593125	2877271
7	CE	1484938	1711998	1939059	2166119
8	DF	1157796	1245521	1333246	1420971

fonte: (IBGE, 2010, adaptado pelo autor).

Adotado um valor para 2011, calculou-se a extrapolação dos dados subtraindo a diferença entre os anos 2011 e 2010 (equivalente à raiz de uma progressão aritmética) do ano de 2010, conforme segue Figura 10 para elucidar o raciocínio desenvolvido:

Figura 10 - Ilustração da extrapolação de dados da frota

	A	B	C	D	E
1	uf\ano	2009	2010	2011	2012
2	AC	=C2-(D2-C2)	+ 151320	169865	188409
3	AL	380199	438788	497377	555966
4	AM	474292	530814	587337	643859
5	AP	102269	115323	128378	141432
6	BA	2024832	2308978	2593125	2877271
7	CE	1484938	1711998	1939059	2166119
8	DF	1157796	1245521	1333246	1420971

fonte: (IBGE, 2010, adaptado pelo autor).

O comando “procv” também foi utilizado nesta etapa do trabalho para inserir em cada acidente da planilha da base de dados o valor de frota correspondente ao seu estado naquele determinado ano.

4.2 DIMENSÕES DEFINIDAS

Para organizar o grande volume de dados contidos na planilha e procurar relações entre os mesmos confrontando-os, dividiu-se as informações em diferentes dimensões. Essas dimensões visam agrupar diferentes informações que possuam alguma relação equivalente em um mesmo nível, as mesmas estão dispostas a seguir.

4.2.1 Dimensão temporal

Dimensão temporal relaciona nossos acidentes com o tempo, podendo ser o mês, o dia, a hora e o turno. Sua importância se dá pelo fato de podermos encontrar relações com a frequência em que os acidentes ocorrem durante o passar dos anos. Um exemplo é associar o número de

acidentes por mês para diferentes anos, podendo, assim, verificar se há uma sazonalidade de incidentes para os meses de janeiro e fevereiro, período de férias em que a tendência é a população viajar. Outra possível análise a ser realizada é o confronto do número de acidentes por dias da semana, identificando se há maior incidência nos finais de semana. Com a possibilidade de tratarmos os confrontos ano a ano podemos ter uma análise de uma série histórica da rodovia.

Por meio desta dimensão, pode-se analisar questões como visibilidade da pista pela incidência de raios solares no momento do ocorrido e até mesmo associar este tópico com a questão da qualidade da sinalização das rodovias naquele ano. Porém, deve-se atentar ao fato de que a análise somente do horário em que ocorreu o acidente fornecerá informações imprecisas. Por exemplo, um acidente que tenha ocorrido às sete horas da tarde na Bahia, que já é noite, é diferente de um que tenha ocorrido no mesmo horário no estado do Rio Grande do Sul, que ainda é dia no verão. Surge, então, a necessidade de se relativizar esses dados com a dimensão temporal fase do dia, pois por meio dessa é possível utilizar corretamente o campo horário, visto que há distorção da incidência dos raios solares para mesmos horários em locais diferentes, além de se observar a existência de horário de verão para alguns estados brasileiros.

4.2.2 Dimensão espacial

A dimensão espacial se refere à localização em que ocorreram os eventos, por meio dessa podemos identificar quais são os municípios ou os estados mais críticos. O Power BI é capaz de identificar as localizações e interconectar as informações, jogando os dados visualmente em um mapa, como por exemplo, mapas de calor dos acidentes por estados e regiões.

A dimensão espacial foi dividida em localidade e ocupação do solo, tópicos que serão apresentados a seguir.

4.2.2.1 Localidade

Quanto à localidade dentro da dimensão espacial, podemos filtrar os dados por município, por estado e, até mesmo, por rodovia. Isso permite que se faça análises mais robustas das informações, e essas sejam colocadas em mapas para uma visualização amplificada dos reais problemas. A base de dados utilizada está estruturada por estado, algumas informações contidas

estão vinculadas somente ao âmbito estadual, porém há a possibilidade de estudarmos os acidentes por rodovia, pois essa localização é registrada no BAT.

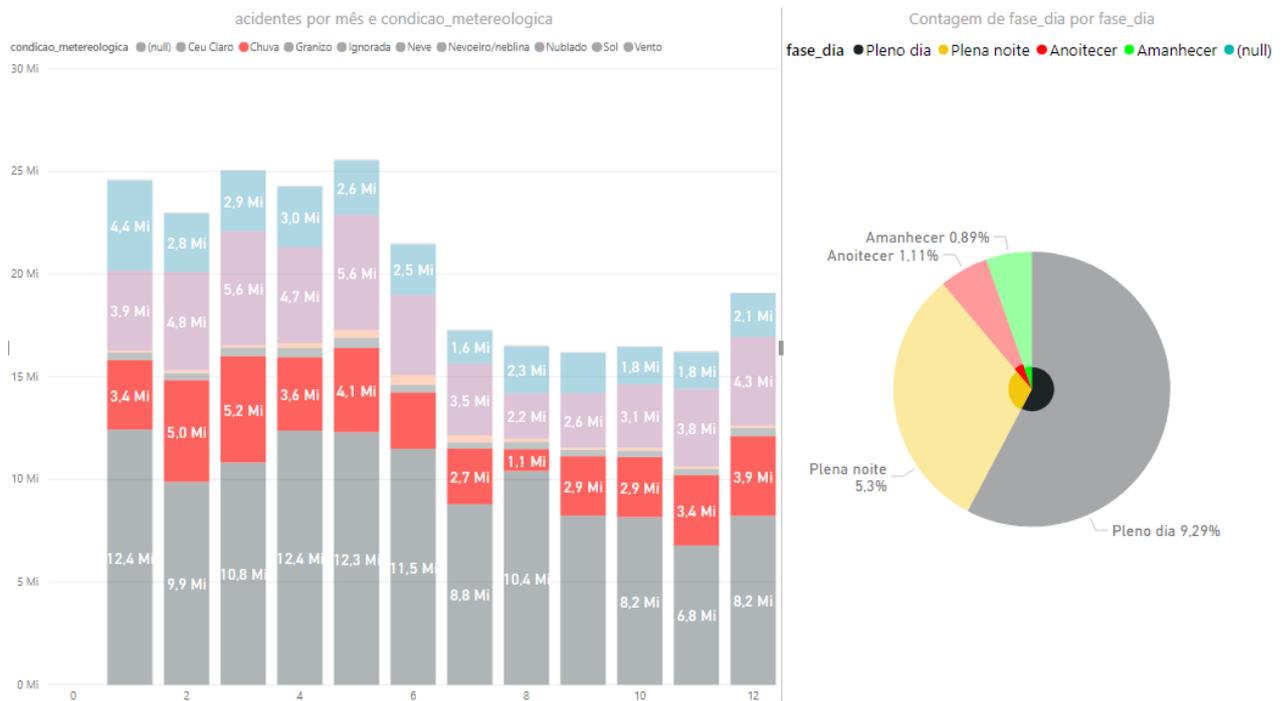
4.2.2.2 Ocupação do solo

A ocupação do solo permite que seja feita uma avaliação quanto ao tipo de solo em que a casualidade ocorreu, se a rodovia estava localizada em zona rural ou urbana. Esse tipo de informação auxilia quando confrontamos com a tipificação do acidente, uma vez que já observado que acidentes com atropelamento ocorrem frequentemente em zonas urbanas.

4.2.3 Dimensão climática

Visa confrontar os acidentes com as condições climáticas no momento dos mesmos, verificar uma possível correlação e a influência na severidade das ocorrências. Há a possibilidade de se analisar a fase do dia com a condição climática a fim de aprimorar a pesquisa, ou também com o mês, dado que o índice pluviométrico é mais alto em determinados meses dependendo da localidade observada. Segue exemplo, Figura 11, de dois gráficos mostrando um confronto do número de acidentes por mês, separados por condição meteorológica e relacionados com a fase do dia. Ou seja, pode-se analisar mês a mês os acidentes que ocorreram em determinadas condições climáticas classificadas por diferentes fases do dia ao longo de um ano.

Figura 11 - Gráficos ilustrando confronto entre dimensão temporal e climática



fonte: (autor, 2018).

4.2.4 Dimensão classificação da rodovia

Os dados da CNT foram incluídos na planilha utilizada para o presente trabalho dentro da dimensão classificação da rodovia, essa dimensão é capaz de fornecer informações de suma importância para se realizar as análises e confrontar as diferentes perspectivas acerca dos incidentes. É possível encontrar relações diretas dos acidentes com a qualidade das rodovias, sejam elas por projetos (geometria) ou manutenção (sinalização, estado geral e qualidade do pavimento).

4.2.4.1 Geometria

Identifica a qualidade da geometria das rodovias de determinado estado, a geometria de uma estrada é definida pelo traçado do seu eixo em planta e pelos perfis longitudinal e transversal, ou seja, são itens relacionados ao projeto que estão diretamente relacionados à distância de visibilidade e à velocidade máxima que pode ser percorrida pelo motorista. Dentro da pesquisa realizada pela CNT a nota final é uma composição das características geométricas da via, essas são divididas por tipo de rodovia, perfil da rodovia, presença de faixa adicional de subida,

presença de pontes e viadutos, presença de curvas perigosas, condições das curvas perigosas, presença de acostamento e condição do pavimento do acostamento.

4.2.4.2 Estado geral

As rodovias são as principais infraestruturas de transporte disponíveis no país, mostrando assim sua importância. O aspecto estado geral é uma composição de todas as notas daquela determinada rodovia, apontando, assim, qual a condição da via naquele ano.

4.2.4.3 Sinalização

A sinalização em uma rodovia desempenha um papel chave no que se refere à segurança viária, uma vez que a velocidade operacional e o volume de tráfego crescem ano após ano. O objetivo da sinalização é de alertar e comunicar os usuários regras, informações e normas para a correta circulação e uso da via.

Para a avaliação das notas a CNT classifica as sinalizações horizontais em pintura visível, desgastada ou inexistente, para as sinalizações verticais é avaliada a existência, visibilidade e legibilidade. No que se refere à ausência ou à presença de sinalização vertical a coleta de dados da Confederação Nacional do Transporte só considera dados relativos às placas de limite de velocidade, de indicação e de interseção.

4.2.4.4 Qualidade do Pavimento

Para fornecer segurança ao tráfego, o pavimento deve resistir aos efeitos das mudanças do clima, não deformar significativamente, não desgastar excessivamente os pneus, não causar nível alto de ruídos, possuir estrutura forte capaz de resistir o fluxo e derrapagens, bem como drenar corretamente a água da sua superfície. As variáveis analisadas para composição da nota deste tópico levam em consideração os seguintes aspectos:

- condição da superfície: totalmente perfeito, desgastado, trinca em malha, remendo, afundamento, ondulação, buraco ou totalmente destruído.
- velocidade no pavimento: não obriga a redução de velocidade, obriga a redução de velocidade ou baixíssima velocidade.

- pavimento do acostamento: pavimentado perfeito, não pavimentado perfeito, más condições ou destruído.

4.2.4.5 Tipo de pista

São classificadas em simples, dupla ou múltipla, tendo a pista simples como maior porcentagem de malha rodoviária federal pavimentada. O uso desse tópico para análise é extremamente importante quando comparado ao tipo de acidente, uma vez que há um alto número de acidentes de colisão frontal por ultrapassagem em rodovias de pista simples.

4.2.4.6 Tipo de traçado

Os tipos de traçado curvos, retos ou cruzamentos fazem parte dessa subdivisão da dimensão classificação da rodovia. Os traçados estão diretamente ligados à própria geometria da estrada pelo projeto planimétrico, bem como a questões de segurança viária pelo aspecto visibilidade da rodovia, uma vez que em trechos curvos a visibilidade do motorista é reduzida.

4.2.5 Dimensão características do acidente

A dimensão características do acidente tem por finalidade situar a severidade e como ocorreu o incidente, fornecer informações relevantes para serem utilizadas nas análises em outras dimensões. São 16 possíveis tipos de acidente e 7 graus de severidade caracterizando os acontecimentos.

4.2.5.1 Tipo de acidente

A subdivisão tipo de acidente caracteriza como o evento ocorreu, permitindo, então, que se relacione com outra dimensão e se encontre pontos de influência direta entre os objetos analisados. Por meio do confronto entre tipo de acidente e outras dimensões é possível apontar quais as possíveis causas dos acidentes, que não estão diretamente conectadas, e possíveis soluções para contenção dos mesmos, uma vez que o dado disperso não representa uma informação relevante.

4.2.5.2 Severidade do acidente

A utilização desse tópico permite analisar o número de mortos, ilesos, feridos graves e feridos leves envolvidos no acidente e elencar a gravidade do acontecimento. É possível combinar diferentes dimensões com a severidade do acidente a fim de identificar pontos críticos e importantes na segurança viária, bem como situações em que há maior incidência de acidentes com mortes.

4.3 CONFRONTOS DE DIMENSÕES

A plataforma de pesquisa a ser utilizada para relacionar as diversas informações contidas na planilha final desenvolvida pelo autor será o *software* Power BI, uma ferramenta capaz de analisar diversas variáveis e agrupá-las em diferentes gráficos interconectados. Por meio da análise gráfica é possível filtrar informações, inquirir diferentes cenários dos acidentes e possivelmente encontrar diversas relações entre os dados compilados, uma vez que as informações dispersas não fornecem a real eficiência que possuem.

As análises se darão pelo confronto de diferentes dimensões com auxílio visual dos gráficos, mapas e filtros. Os seguintes confrontos, bem como os tipos de gráficos e filtros possíveis estão dispostos a seguir.

4.3.1 Tipos de Gráficos Possíveis

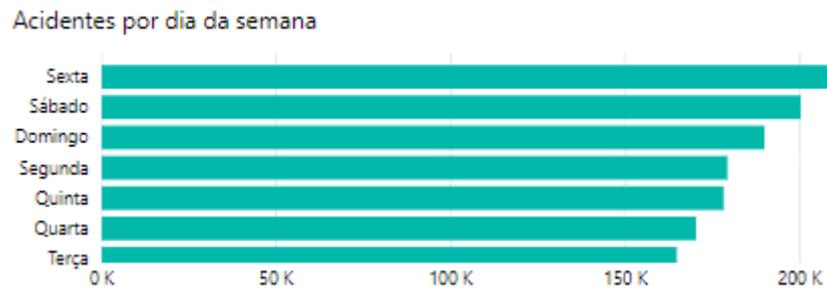
O *software* Power BI possui uma gama grande de gráficos para se realizarem análises de bases de dados. Dentre os diversos tipos de gráficos, o programa possui uma opção de georreferenciar os dados, que contenham alguma informação de posicionamento geográfico, e inseri-los visualmente em um mapa.

Os gráficos representam visualmente de maneira simplificada a base de dados, que é muito complexa para se analisar com os dados dispersos ou sem algum filtro. A seguir serão elencados os gráficos mais utilizados para elaboração deste trabalho.

- Gráfico de barras ou colunas empilhadas: os gráficos de barra ou coluna são muito utilizados quando se deseja comparar informações de forma simples e objetiva. Quando

a simples comparação entre colunas não seja suficiente. Por exemplo, as alturas de todas as colunas são iguais.

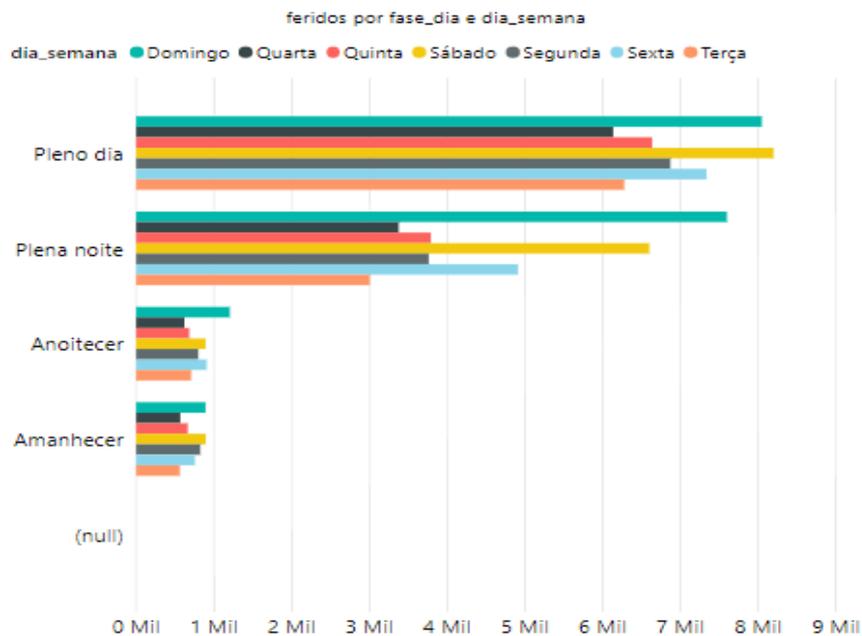
Figura 12 - Exemplo de barras empilhadas



fonte: (autor, 2018)

- Gráfico de barras ou colunas clusterizadas: colunas ou barras clusterizadas são usadas para comparar dados entre as categorias e séries de dados.

Figura 13 - Exemplo de barras clusterizadas



fonte: (autor, 2018)

- Gráfico de linhas: é muitas vezes usado para visualizar uma tendência ao longo do tempo ou prever valores futuros nos dados, assim, a linha é muitas vezes observada por ordem cronológica.

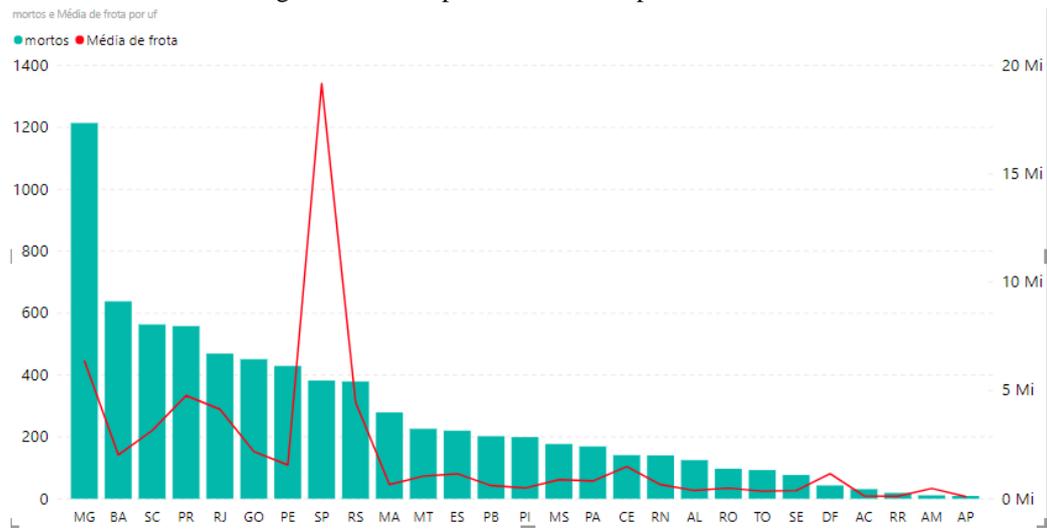
Figura 14 - Exemplo de gráfico de linhas



fonte: (autor, 2018)

- Gráfico de colunas empilhadas e linha: serve para enfatizar diferentes tipos de informações em um gráfico ou, também, para relativizar com as linhas os dados que estão em coluna.

Figura 15 - Exemplo de colunas empilhadas e linha

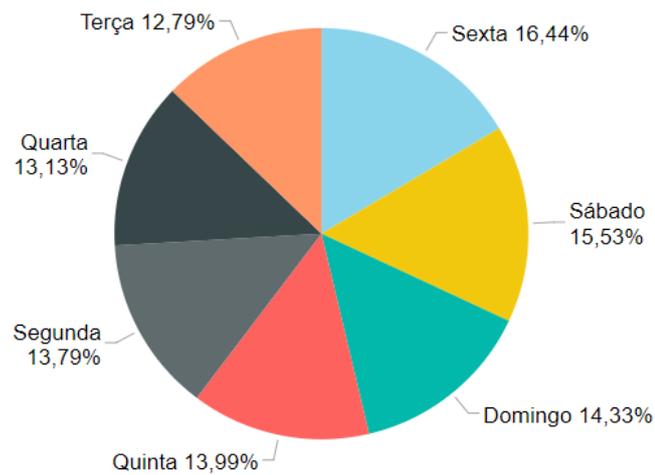


fonte: (autor, 2018)

- Gráfico de pizza: é um estilo de gráfico dividido em setores, cada parte da pizza exibe o tamanho de uma parte da informação relacionada, geralmente se utiliza porcentagem para a exibição das partes que compõem o gráfico.

Figura 16 - Exemplo de gráfico de pizza

acidentes por dia_semana

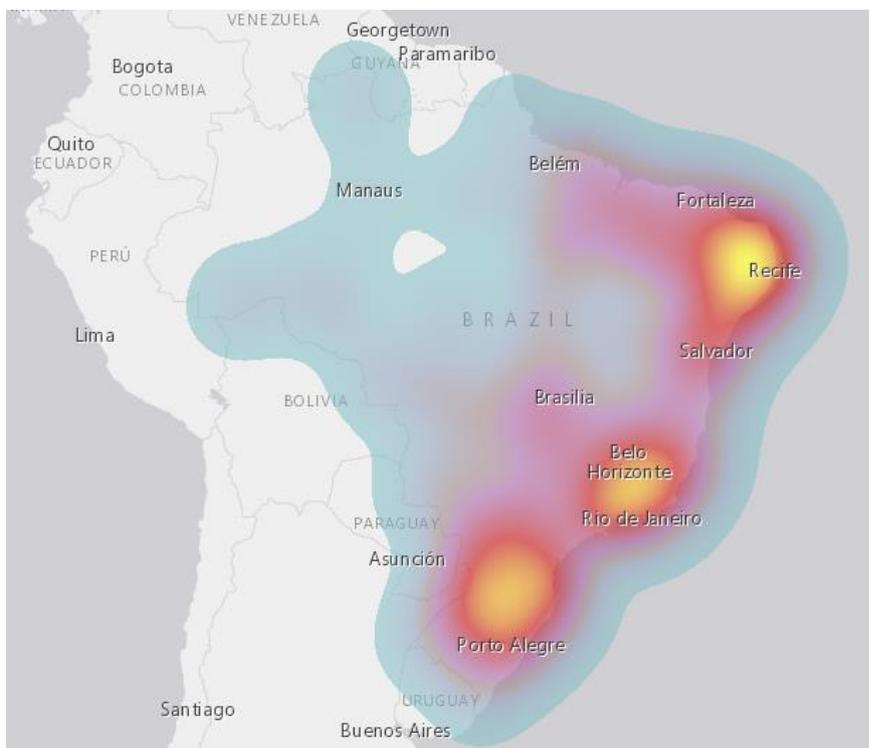


fonte: (autor, 2018)

- Mapa: o modo de exibição gráfica em mapa serve para comparar valores e mostrar categorias nas regiões geográficas. Mapas de calor, por exemplo, realçam pontos de

concentração dos dados em determinadas áreas e fornecem informações de maneira mais simplificada (aspecto visual) que outros tipos de gráficos.

Figura 17 - Exemplo de gráfico em forma de mapa



fonte: (autor, 2018)

4.3.2 Confrontos Implementados

Devido à grande quantidade de informações contidas na base de dados, elencou-se alguns confrontos dos inúmeros possíveis de se realizar com esses dados. Os confrontos implementados no presente trabalho estão dispostos a seguir:

- **acidentes por Causa do Acidente:** o gráfico, que está em forma de pizza, pertence à dimensão características do acidente e foi utilizado para se analisar ao longo de todos os anos (dimensão temporal) qual a porcentagem para cada tipo de causa dos incidentes. Os dados utilizados foram o número de acidentes e a causa do acidente.
- **acidentes por Classificação do Acidente:** representa percentualmente a gravidade de todos os acidentes ocorridos nas rodovias federais brasileiras (dimensão características

do acidente), em um gráfico de pizza, ao longo dos anos (dimensão temporal) compreendidos entre 2009 e 2016.

- **acidentes, Mortes e Estado Geral (CNT) da via por ano:** foi utilizado o gráfico de colunas empilhadas e linha para a elaboração desse confronto, tendo o número de acidentes e mortes dentro da dimensão características do acidente, o Estado Geral da via pertencente à dimensão classificação da rodovia e a dimensão temporal ano.
- **acidentes e Qualidade da Sinalização (CNT) por ano:** com o auxílio do gráfico de colunas empilhadas e linha foi possível elaborar esse confronto entre o número de acidentes e a qualidade da sinalização (dimensão classificação da rodovia) dispostos ano a ano (dimensão temporal).
- **acidentes por Fase do Dia:** no formato de pizza, o gráfico traz informações sobre a porcentagem de cada fase do dia (dimensão temporal) em que ocorreram todos acidentes registrados pela PRF entre os anos de 2009 e 2016.
- **mortos por Localidade:** dados apresentados em um mapa em que os acidentes com morte são dispostos geograficamente e a região colorida de acordo com a quantidade, sendo verde para 0 mortes e vermelho para 50.
- **acidentes e Qualidade da Geometria (CNT) por ano:** por meio do gráfico de colunas empilhadas e linha foi possível elaborar o confronto entre o número de acidentes e a qualidade da geometria (dimensão classificação da rodovia) dispostos ano a ano (dimensão temporal).
- **acidentes por Localidade:** utilizando a ferramenta de gráfico em forma de mapa e a dimensão espacial localidade, realizou-se a elaboração de um mapa de calor para os acidentes ocorridos durante o período de 2009 a 2016 no Brasil. As cores mais intensas indicam maior concentração de acidentes em determinada área.
- **acidentes por Mês e Ano:** o gráfico em linhas representando o número de acidentes por mês, tendo uma linha para cada ano estudado (2009 a 2016), poderá fornecer informações sobre sazonalidade, caso haja, dos incidentes.
- **acidentes e Qualidade do Pavimento (CNT) por ano:** tem por finalidade apresentar os acidentes ano a ano e compará-los com a qualidade do pavimento para o período equivalente em um gráfico de colunas empilhadas e linha.
- **acidentes por Mês e Unidade Federativa:** visa confrontar por estado (dimensão espacial) todos os acidentes cadastrados e separá-los mês a mês (dimensão temporal)

com o objetivo de identificar alguma sazonalidade dos acidentes entre as unidades federativas avaliadas.

- **acidentes e Frota por Unidade Federativa:** as colunas empilhadas representam o número de acidentes e a linha representa a frota veicular daquele estado, a finalidade da linha é relativizar os dados apresentados. Com a linha é possível observar a proporção de acidentes pela frota de veículos cadastrados para diferentes unidades federativas.

4.3.3 Análises com a Utilização de Filtros e Realces

Para que se faça análises mais robustas com maior detalhamento e quando a inserção de mais uma variável torna o gráfico muito complexo, muitas vezes se faz necessário o uso de filtros. Os filtros servem para selecionar apenas as variáveis de interesse dentro de um conjunto de uma determinada condicionante, ou seja, removem tudo exceto os dados escolhidos para concentrar. Por exemplo, um confronto entre causas do acidente e gravidade do acidente ao longo de todos os anos, se selecionar somente uma causa, como filtro, pode-se identificar dentre os acidentes que tiveram aquela motivação reportada, quais são as suas respectivas severidades.

Existem diferentes tipos de filtros, os utilizados na elaboração dos confrontos estão listados e descritos a seguir:

- **filtro de segmentação de dados para ano:** um filtro capaz de separar os dados para serem analisados somente para os anos escolhidos, possibilitando observar o comportamento das informações ao longo do tempo, e que foi utilizado no gráfico de acidentes e frota por unidade federativa.
- **filtro de segmentação de dados para classificação do acidente:** seleciona os dados referentes à severidade da ocorrência e filtra-os para que se possa dimensionar a relevância das informações observadas, os confrontos realizados foram: (i) acidentes por localidade e (ii) acidentes por mês e ano.
- **filtro de segmentação de dados para horário:** permite que se faça uma seleção específica de horários para as análises dos acidentes. Isso permite realizar comparações com a fase do dia e identificar variações de estado para estado em relação a fase do dia e a hora registrada no boletim, visto que na extensão territorial do Brasil há diferentes fusos horários. Optou-se o uso desse filtro para o confronto entre os gráficos (i) mortos por localidade e (ii) acidentes por fase do dia.

- **filtro de segmentação de dados para tipo de acidente:** filtra as diferentes consequências do acidente, auxiliando, assim, o confronto com outras variáveis a fim de identificar relações diretamente conectadas. Acidentes por localidade foi a análise realizada com esse filtro.
- **filtro de segmentação de dados para traçado da via:** optou-se pela elaboração deste filtro com intuito de se analisar os acidentes ocorridos em diferentes tipos de traçado e confrontá-los com a qualidade da geometria da via. O confronto realizado usando esse filtro foi o de Acidentes e Qualidade da Geometria por ano.
- **filtro de segmentação de dados para unidade federativa:** visa facilitar a filtragem dos dados para que se possa analisar os estados separadamente ou, até mesmo, realizar comparações, isoladamente, entre as unidades federativas. Logo, é possível selecionar mais de um item para filtrar. Esse filtro foi utilizado nas seguintes análises: (i) acidentes e mortes ano a ano comparadas com o estado geral, (ii) acidentes por mês, (iii) acidentes e qualidade da sinalização por ano, (iv) acidentes por fase do dia, (v) acidentes e qualidade da geometria por ano, (vi) acidentes por localidade, (vii) acidentes e qualidade do pavimento por ano, (viii) acidentes por causa do acidente, (ix) mortos por localidade e (x) acidentes por mês e unidade federativa.
- **filtro por interação gráfica de pizza em acidentes por causa de acidentes:** por meio do editor de interações dos gráficos no *software* Power BI foi possível configurar o gráfico de forma que ao selecionar uma variável da pizza o sistema compreende que aquele item será um filtro da análise. O confronto utilizado esse filtro é entre o gráfico (i) acidentes por causa do acidente e (ii) acidentes por classificação do acidente.

O realce não filtra, pois não remove os dados, mas destaca um subconjunto dos dados visíveis, e os dados não realçados permanecem visíveis, porém esmaecidos. Esse tipo de visualização é um método diferente de explorar rapidamente os impactos dos dados.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

As análises dos resultados obtidos dos diversos confrontos realizados no presente trabalho estão dispostas a seguir.

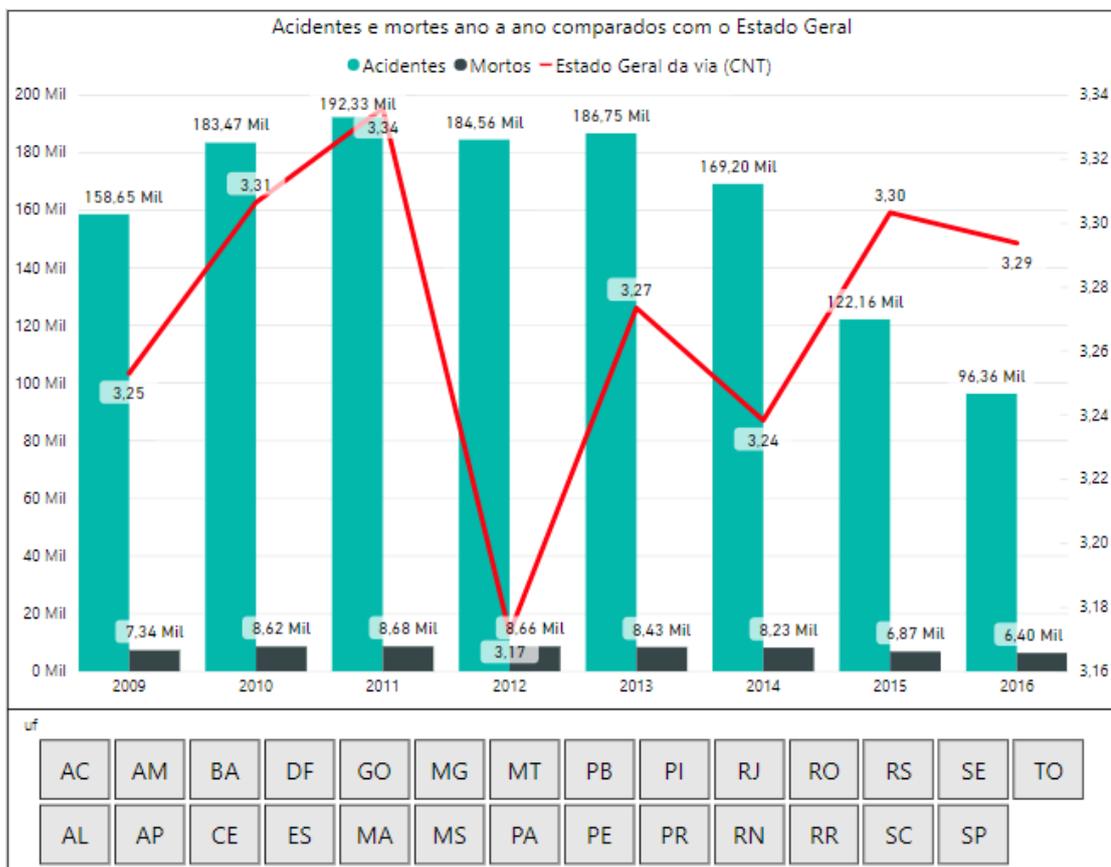
5.1 ACIDENTES E MORTES ANO A ANO COMPARADOS COM O *ESTADO GERAL*

Para auxiliar a análise do confronto, foi utilizado o filtro unidade federativa, pois se tornará possível verificar a diferença do comportamento dos dados a nível nacional dos dados a nível estadual. Pode-se observar que nos três primeiros anos (2009 a 2011) há um aumento significativo no número total de acidentes no Brasil (aproximadamente 16%) e a média nacional da nota para o estado geral da rodovia também aumentou, ou seja, a qualidade geral da via melhorou. O número de mortos nos anos inicialmente analisados também aumentou.

No ano subsequente ao período anteriormente citado, houve um decréscimo no número total de incidentes (4%) e a nota para o estado geral também reduziu, ou seja, os acidentes e o número de mortos acompanharam a queda da qualidade geral da via. Para o ano de 2013 o estado geral da rodovia progrediu e o número de acidentes acompanhou o aumento.

O comportamento do gráfico de barras com a linha permite identificar que há uma relação direta entre as variáveis analisadas. Infere-se, então, que há grande possibilidade dos usuários se sentirem mais seguros conforme a qualidade geral da rodovia melhora, logo, arriscariam mais ao volante.

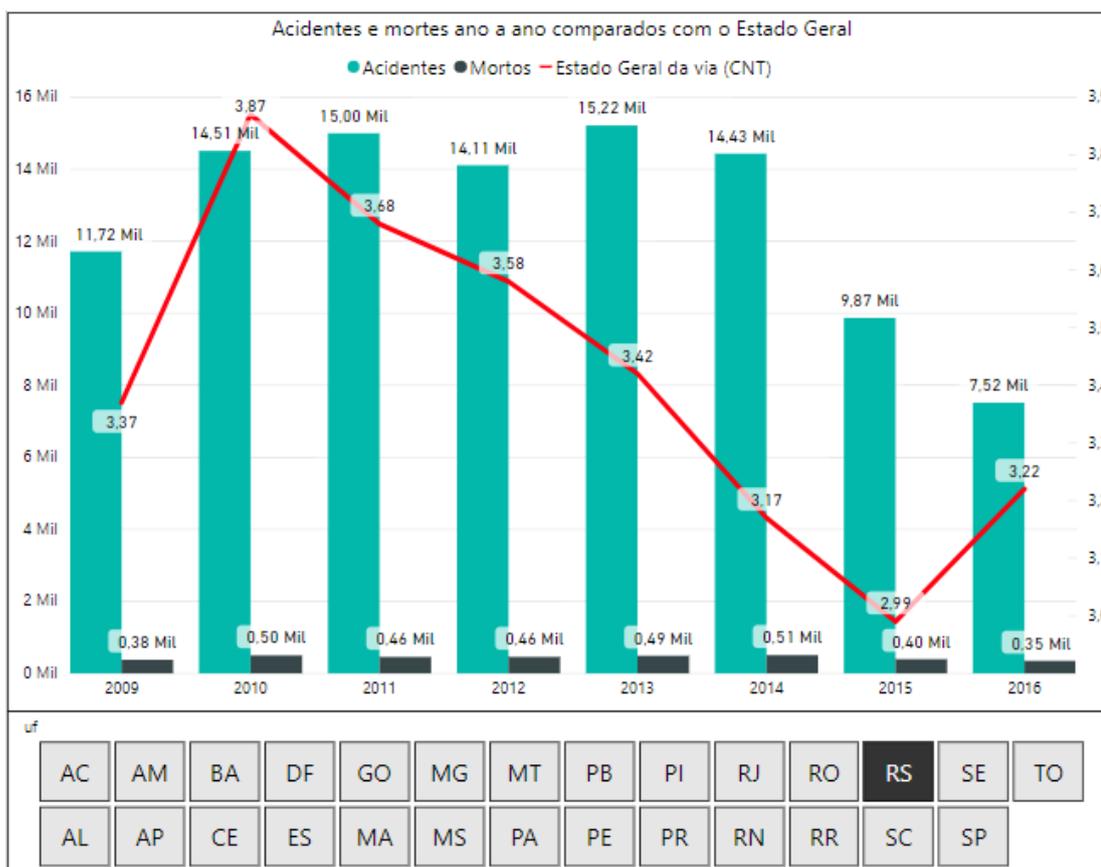
Figura 18 - Acidentes e mortes ano a ano comparados com o Estado Geral



fonte: (autor, 2018)

Uma segunda análise foi realizada, selecionando somente um estado isolado, a fim de comparar os comportamentos dos dados. Optou-se por filtrar os dados escolhendo somente as informações relativas ao estado do Rio Grande do Sul e notou-se mudança na configuração da linha ao filtrar, porém o resultado final foi semelhante ao âmbito nacional conforme segue Figura 19.

Figura 19 - Acidentes e mortes ano a ano comparados com Estado Geral no RS



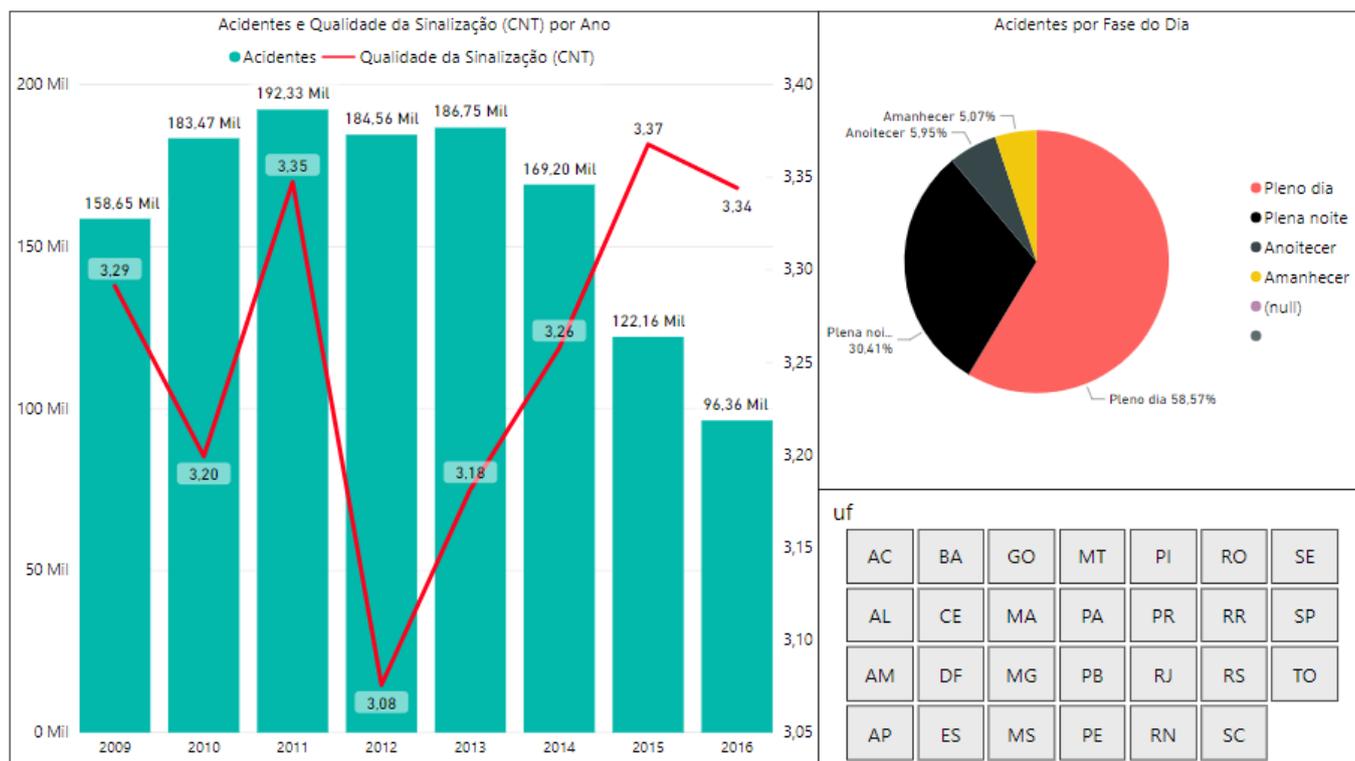
fonte: (autor, 2018)

5.2 ACIDENTES COMPARADOS COM A *QUALIDADE DA SINALIZAÇÃO E FASE DO DIA* POR ANO E ESTADO

Dois gráficos, sendo um com o total de acidentes e nota média da qualidade da sinalização para aquele respectivo ano e outro com a porcentagem de acidentes em todo período estudado por fase do dia. Juntamente com os gráficos foi inserido um filtro de unidade federativa para que se possa comparar estado por estado após análise do comportamento nacional como um todo.

Quando analisados os valores nacionalmente (nota da sinalização sendo uma média aritmética dos estados) não foi possível encontrar um padrão bem definido das variações dos números de acidentes pela qualidade da sinalização, pois entre 2009 e 2010 a nota reduziu e o número de ocorrências aumentou. Já entre 2010 e 2011 a sinalização melhorou, porém, a quantidade de acidentes aumentou, o contrário ocorre entre o ano de 2011 e 2012 em que a sinalização decresce juntamente com o número de incidentes.

Figura 20 - Acidentes comparados à qualidade da sinalização por ano e fase do dia

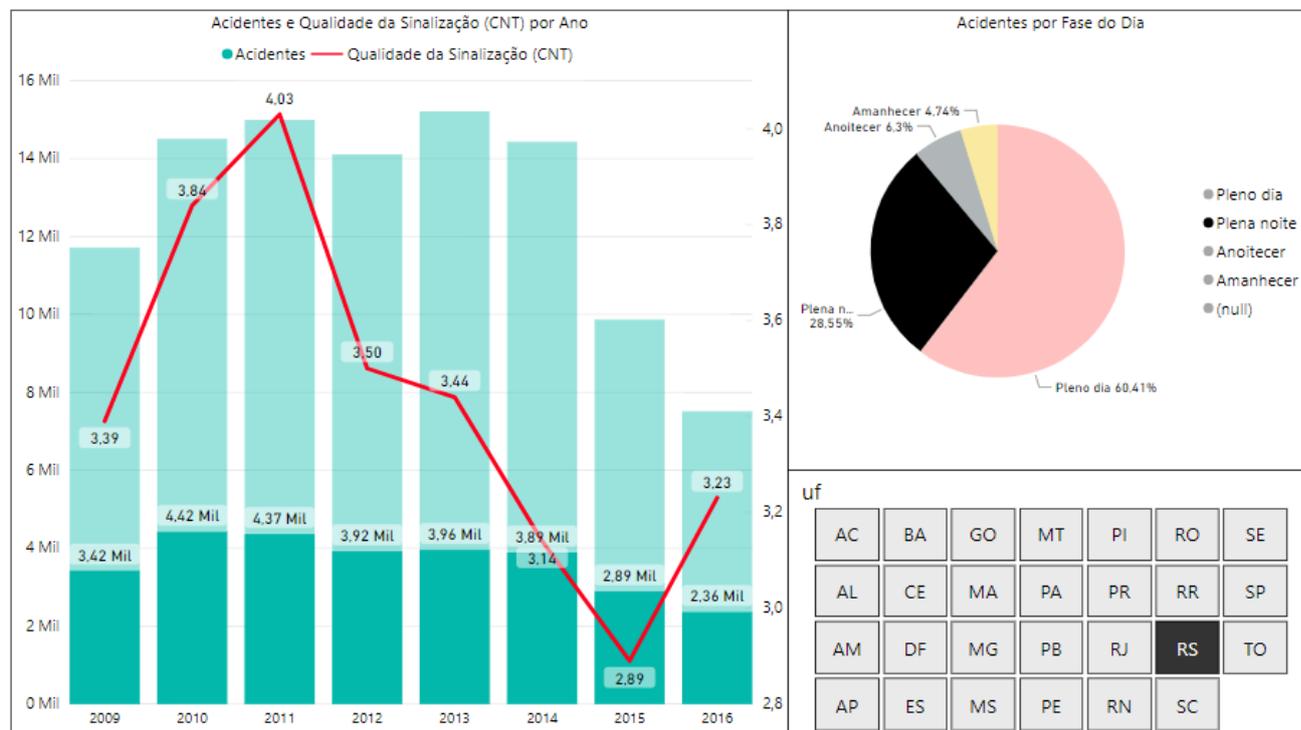


fonte: (autor, 2018)

Para que se fizesse uma observação mais detalhada, escolheu-se o Rio Grande do Sul para filtro dos dados, alterando, assim, as informações inseridas para visualização no gráfico. Tendo em vista a importância da sinalização horizontal, sobretudo à noite, selecionou-se a fatia que corresponde aos acidentes ocorridos em plena noite para realçar o impacto da sinalização na segurança da rodovia.

Porém, novamente o comportamento do gráfico se torna parecido com a média nacional, qualidade da sinalização melhorando e o número de acidentes se elevando. Conforme segue Figura 21 elucidando visualmente a situação acima descrita.

Figura 21 - Acidentes comparados à qualidade da sinalização por ano e fase do dia no RS



fonte: (autor, 2018)

5.3 ACIDENTES E *TRAÇADO DA VIA* COMPARADOS COM A *QUALIDADE DA GEOMETRIA* EM SC

O estudo realizado com os dados envolvendo os acidentes ocorridos no estado de Santa Catarina ao longo dos 8 anos, e filtrados para que somente incidentes registrados em trechos curvos fossem contabilizados, pôde apontar uma provável relação direta com a qualidade da Geometria das rodovias medida pela CNT. A variação dos valores das notas impacta no número de ocorrências registradas naquele estado.

Para o primeiro ano, a qualidade da geometria melhorou cerca de 12% e o número de acidentes subiu 6,5%, já nos 3 anos subsequentes houve uma queda de aproximadamente 18% da nota da rodovia e uma redução de 14,5% da quantidade de acidentes registrados. Após essa queda houve uma melhora significativa da nota no ano seguinte (2013), mas os incidentes também aumentaram.

No período compreendido entre 2013 e 2016 a nota atribuída à geometria caiu juntamente com o número de acidentes. Confirmou-se, então, uma relação próxima na variação entre acidentes em trechos curvos e qualidade da geometria das rodovias federais brasileiras para o estado estudado.

Figura 22 - Acidentes em trechos curvos comparados à qualidade da geometria em SC



fonte: (autor, 2018)

5.4 ACIDENTES POR CAUSA DO ACIDENTE CONFRONTADOS COM A SEVERIDADE

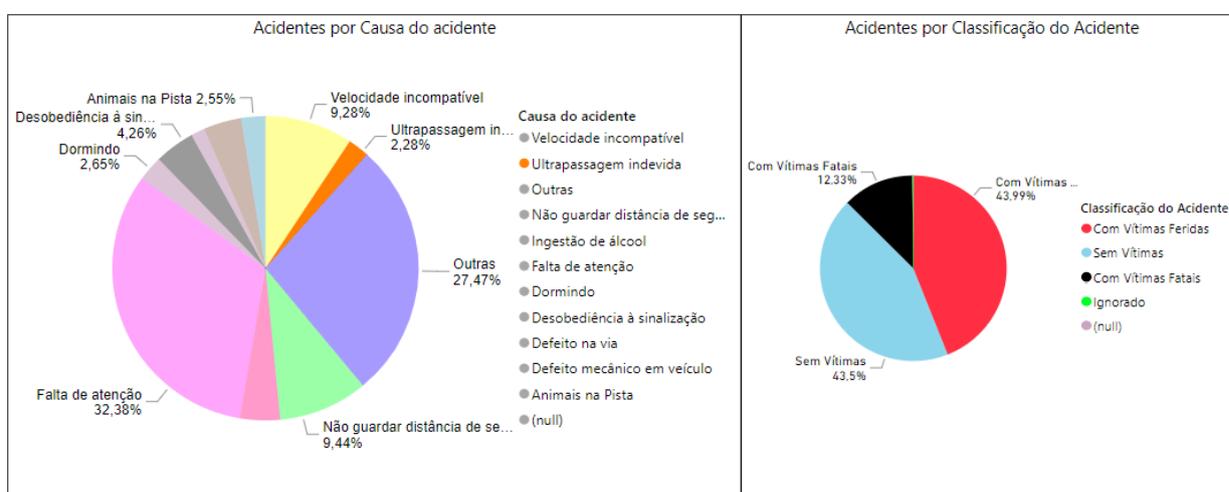
A fim de encontrar causas dos acidentes com maior número de vítimas fatais foram elaborados dois gráficos para serem confrontados entre si. Dois gráficos em forma de pizza em que um é possível identificar a causa do acidente e o outro a severidade, foram configurados para filtrarem os dados ao se escolher uma causa específica.

Ultrapassagem indevida e ingestão de álcool foram as causas escolhidas para se analisar a gravidade. As multas referentes a essas causas foram reajustadas, subindo consideravelmente o

valor a ser pago, em novembro de 2016, evidenciando, assim, a preocupação do Estado com essas motivações de acidentes.

Nota-se que para todos os acidentes registrados pela PRF entre os anos 2009 e 2016 (1293478 registros), os que possuem registro de ultrapassagem indevida como causador do incidente correspondem a 2,28% do total. Para as ocorrências envolvendo essa causa de acidente, contabiliza-se 12,33% de vítimas fatais e somente 43,5% sem vítimas.

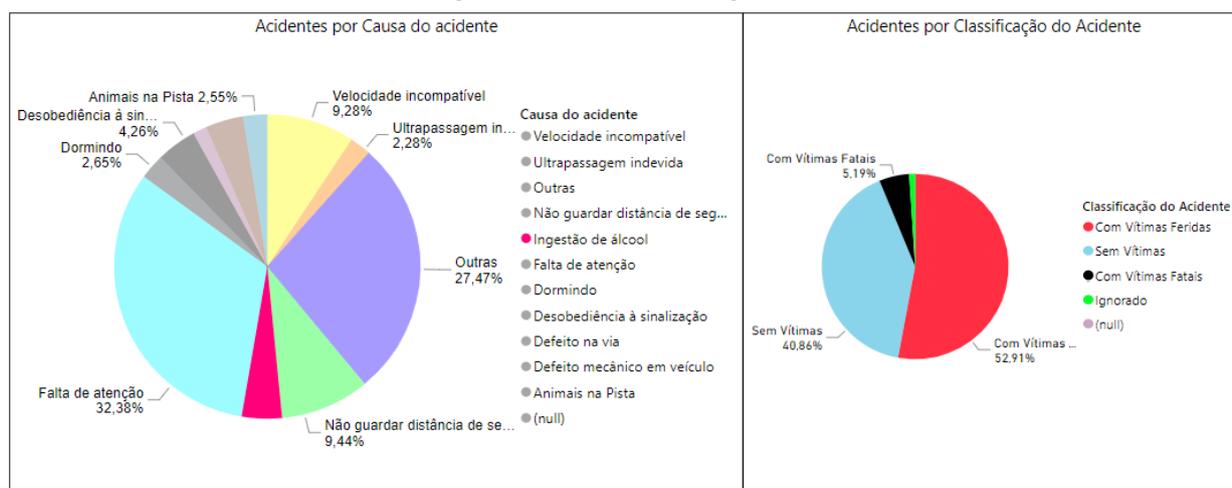
Figura 23 - Gravidade da ultrapassagem indevida



fonte: (autor, 2018)

Acidentes em que a ingestão do álcool foi registrada como causa principal compreendem 4,23% do total. As vítimas fatais dentre os registros por embriaguez condizem 5,19% e 40,86% correspondem a esses acidentes sem vítimas.

Figura 24 - Gravidade da ingestão de álcool



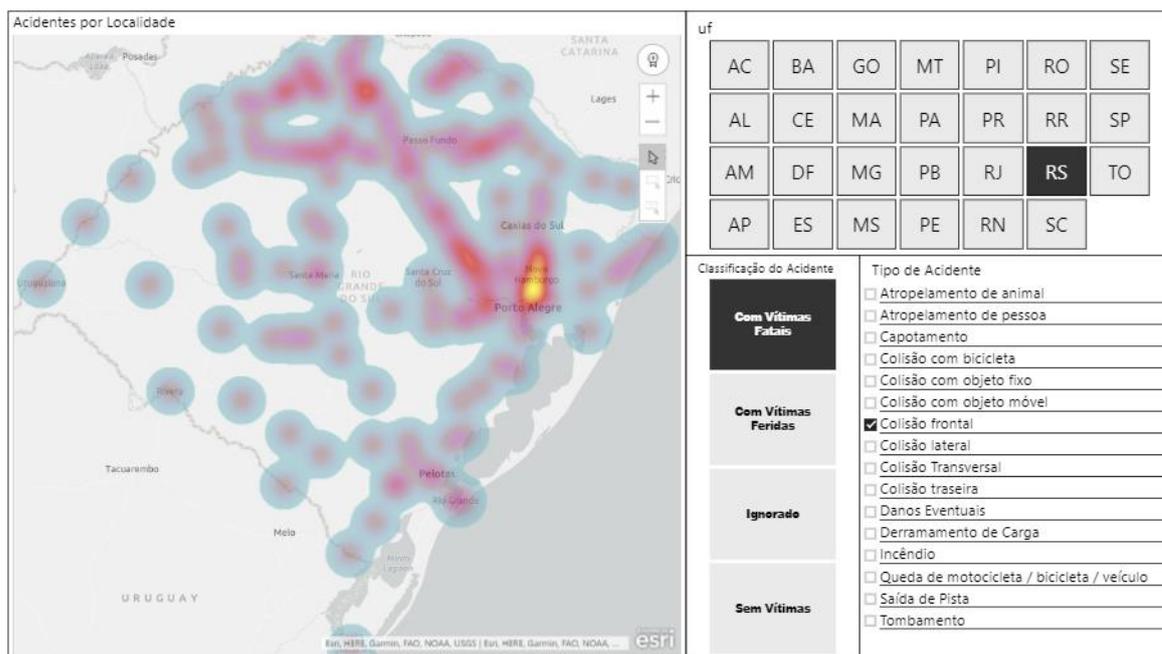
fonte: (autor, 2018)

5.5 VÍTIMAS FATAIS POR COLISÃO FRONTAL EM GRÁFICO EM FORMA DE MAPA

Foram confrontados os acidentes de colisão frontal com vítimas fatais no estado do Rio Grande do Sul para se identificar em qual região há mais incidência desse tipo de incidente. Por meio do uso de gráfico em forma de mapa de calor, que evidencia por cor as áreas de concentração de dados, foi possível observar que os acidentes com vítimas fatais por colisão frontal ocorrem em regiões próximas à serra.

Para localidades próximas à serra, os acidentes ocorrem com certa frequência por colisão frontal devido a ultrapassagem em locais de pista simples, tipo de pista que torna a ação mais arriscada.

Figura 25 - Acidentes por colisão frontal com vítimas fatais no RS



fonte: (autor, 2018)

5.6 ACIDENTES, CAUSAS DOS ACIDENTES E QUALIDADE DO PAVIMENTO POR ANO EM SP

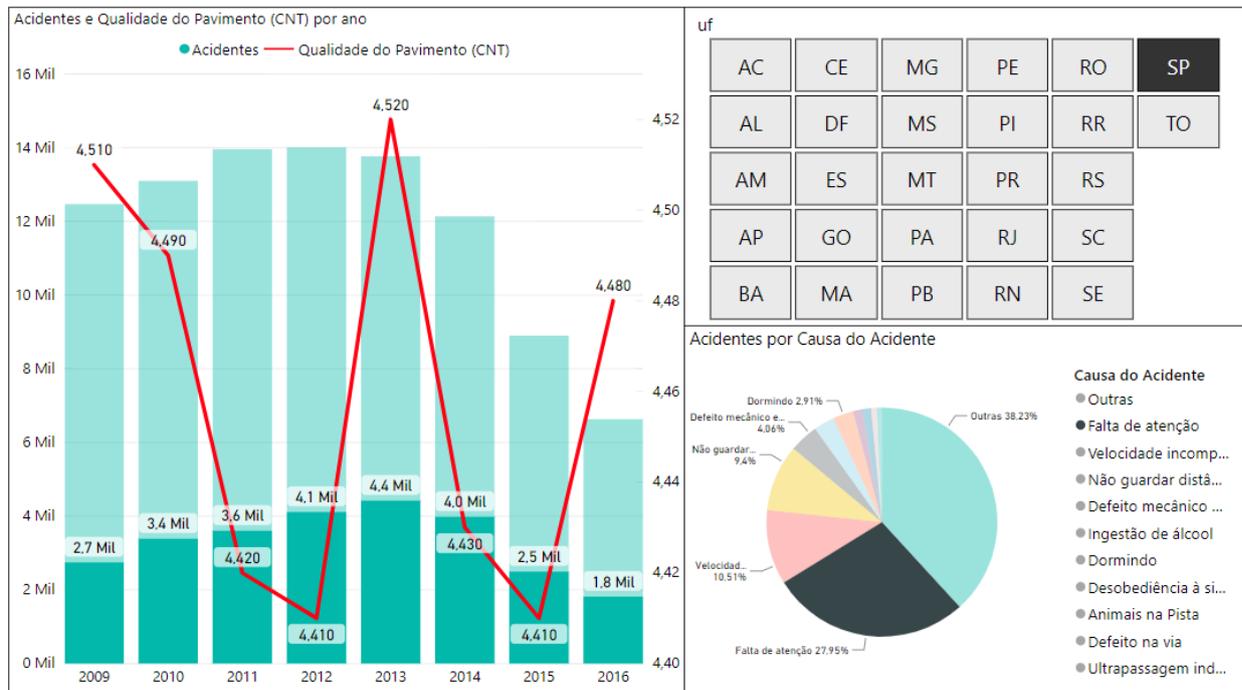
O confronto foi realizado para identificar correlação entre a qualidade do pavimento, segundo a CNT, e a quantidade de acidentes ocorridos no estado de São Paulo. Para auxiliar e tornar mais dinâmico o estudo, colocou-se um gráfico de pizza contendo as causas dos acidentes para aquele estado e suas respectivas porcentagens para todo período, compreendido entre os anos 2009 e 2016.

Entre 2009 e 2012 a nota atribuída pela CNT para o pavimento das rodovias federais brasileiras do estado de São Paulo teve uma queda de 4,51 para 4,41, para o mesmo período o número de acidentes se elevou de 12,5 mil para 14,0 mil. Há uma melhoria no pavimento entre os anos 2012 e 2013, saltando de 4,41 para 4,52, e conseqüentemente uma redução do número de acidentes.

Para o intervalo entre 2013 e 2015 a nota da CNT retorna a cair, porém o número de acidentes continua reduzindo, 13,8 mil acidentes para 8,9 mil. Observando-se ano a ano, para o período acima analisado, causas de acidente é possível identificar que incidentes por falta de atenção estão reduzindo. Infere-se, então, que em um pavimento com uma qualidade mais baixa os

usuários tendem a prestar mais atenção na via, conseqüentemente reduzindo o número de acidentes.

Figura 26 - Acidente e falta de atenção comparados à qualidade do pavimento ano a ano em SP



fonte: (autor, 2018)

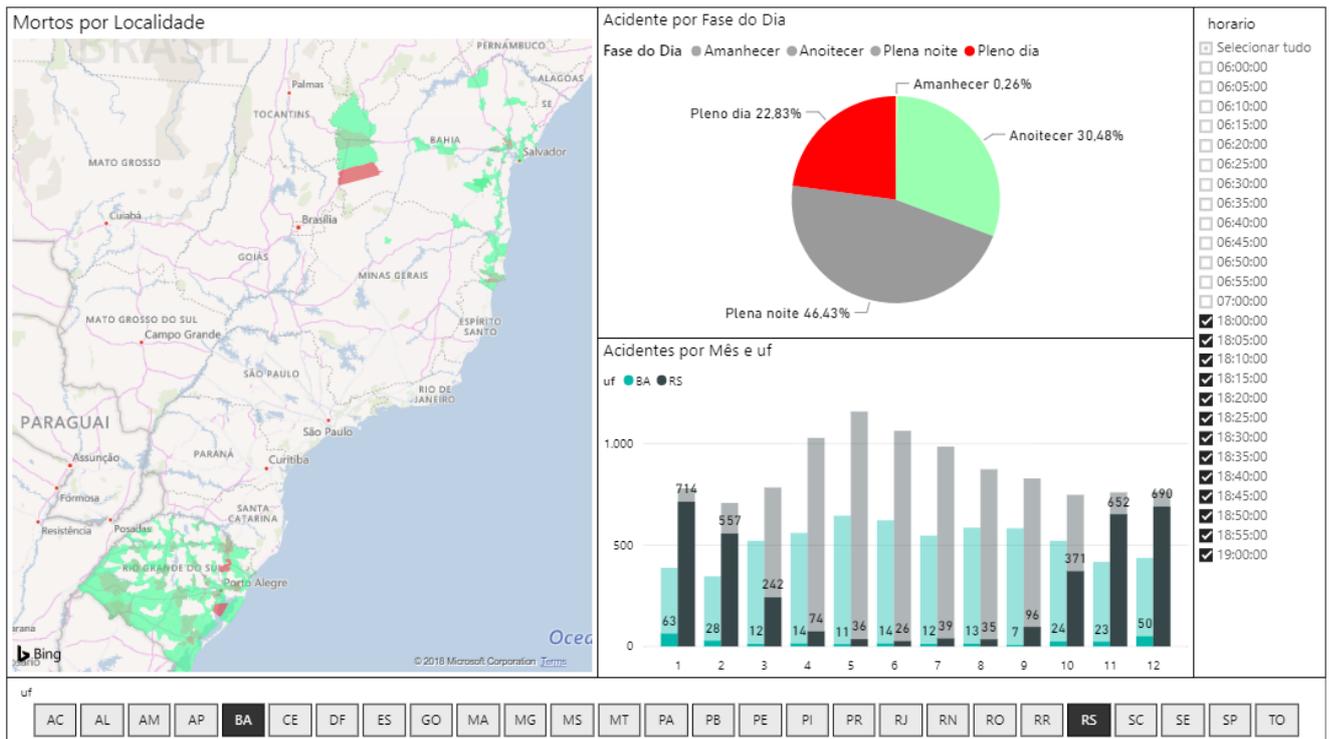
5.7 MORTOS POR LOCALIDADE E ACIDENTES POR *FASE DO DIA*, MÊS, ESTADO E HORÁRIO

Confronto elaborado com os objetivos de mostrar em um mapa, que varia a cor da região conforme a densidade de dados, o número de mortos nos acidentes e, assim, identificar regiões críticas no Brasil, e de fundamentar a divergência entre os dados da fase do dia e horário do acidente para diferentes estados quando utilizados separadamente. Dado que a incidência de raios solares no Brasil é desparelha devido a grande extensão territorial, tendo diferentes situações para um mesmo horário do dia.

Os estados selecionados para o estudo foram o Rio Grande do Sul e a Bahia, já os horários foram entre 18 e 19 horas, que para o RS ainda é dia nos meses do verão e praticamente plena noite para a BA. Selecionou-se pleno dia para ser realçado e observou-se que para o estado do Rio Grande do Sul há um alto número de acidentes entre os meses de dezembro e fevereiro, e

um número muito baixo de incidentes para o mesmo período no estado da Bahia. Justifica-se, então, a necessidade de analisar os dados com cautela quando forem separados, uma vez que há divergência nos dados da fase do dia por questões geográficas.

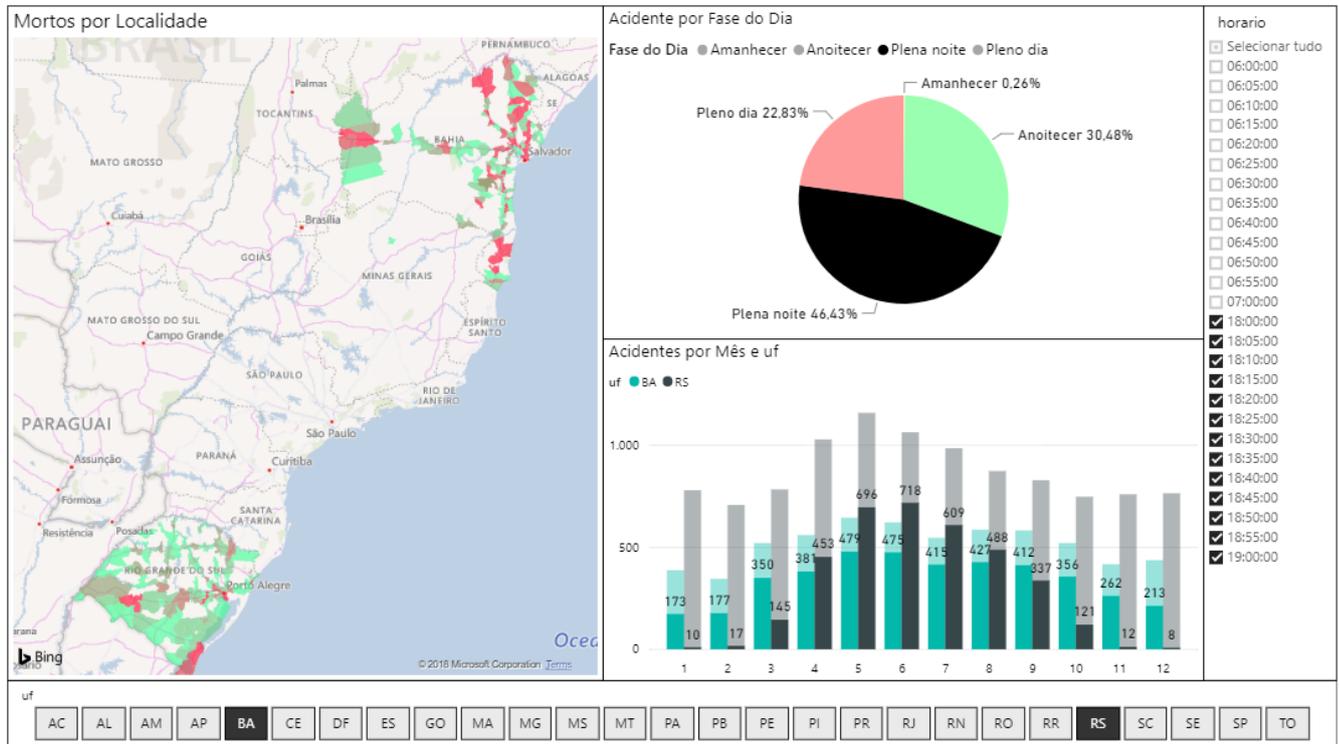
Figura 27 - Mortos por localidade e acidentes em pleno dia por mês, estado e horário



fonte: (autor, 2018)

Para ratificar a diferença entre a variável hora, selecionou-se acidentes em plena noite e se pode observar que para o estado do Rio Grande do Sul nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro o número de incidentes registrados foi relativamente menor comparado à Bahia. Conforme:

Figura 28 - Mortos por localidade e acidentes em plena noite por mês, estado e horário



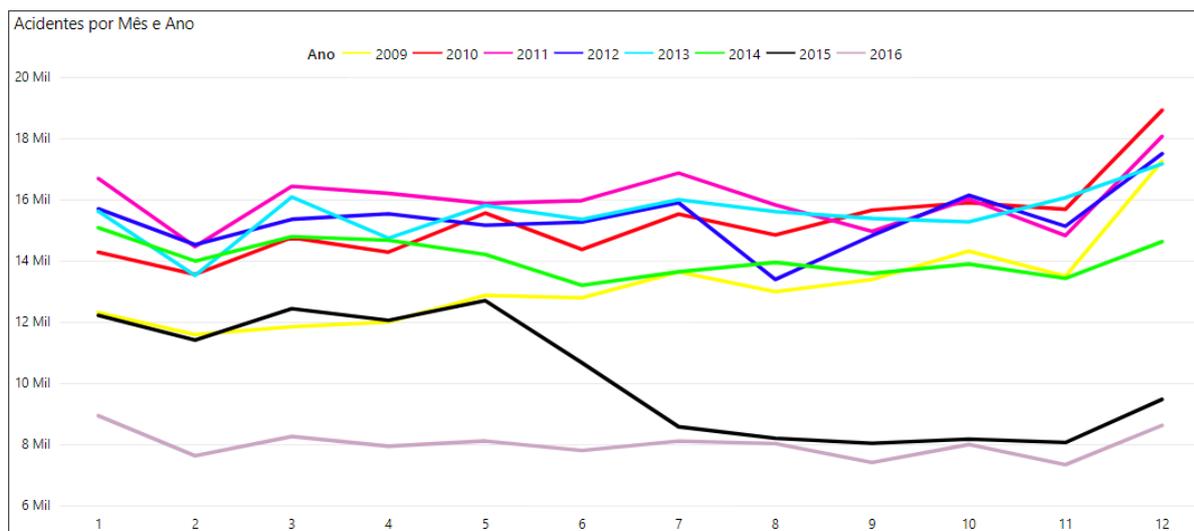
fonte: (autor, 2018)

5.8 ACIDENTES E CLASSIFICAÇÃO DE ACIDENTES POR MÊS E ANO NO BRASIL

Tem por objetivo observar a sazonalidade dos acidentes, mês a mês, para cada ano (entre os anos 2009 e 2016) e o comportamento da gravidade desses acidentes. Colocou-se um filtro para selecionar unidades federativas caso se deseje realizar estudos mais detalhados, mas para a presente análise o autor optou por utilizar os dados de todo o Brasil.

A primeira observação, sem filtro, mostrou que há um aumento no número de acidentes para os meses de novembro, dezembro e janeiro, início do verão e das férias escolares, porém, sempre há uma leve redução no total de acidentes de um ano para o outro. É válido ressaltar que há uma queda brusca no número de acidentes entre maio e setembro de 2015, cerca de 32,4%, conforme mostra a Figura 29.

Figura 29 - Sazonalidade dos acidentes entre 2009 e 2016



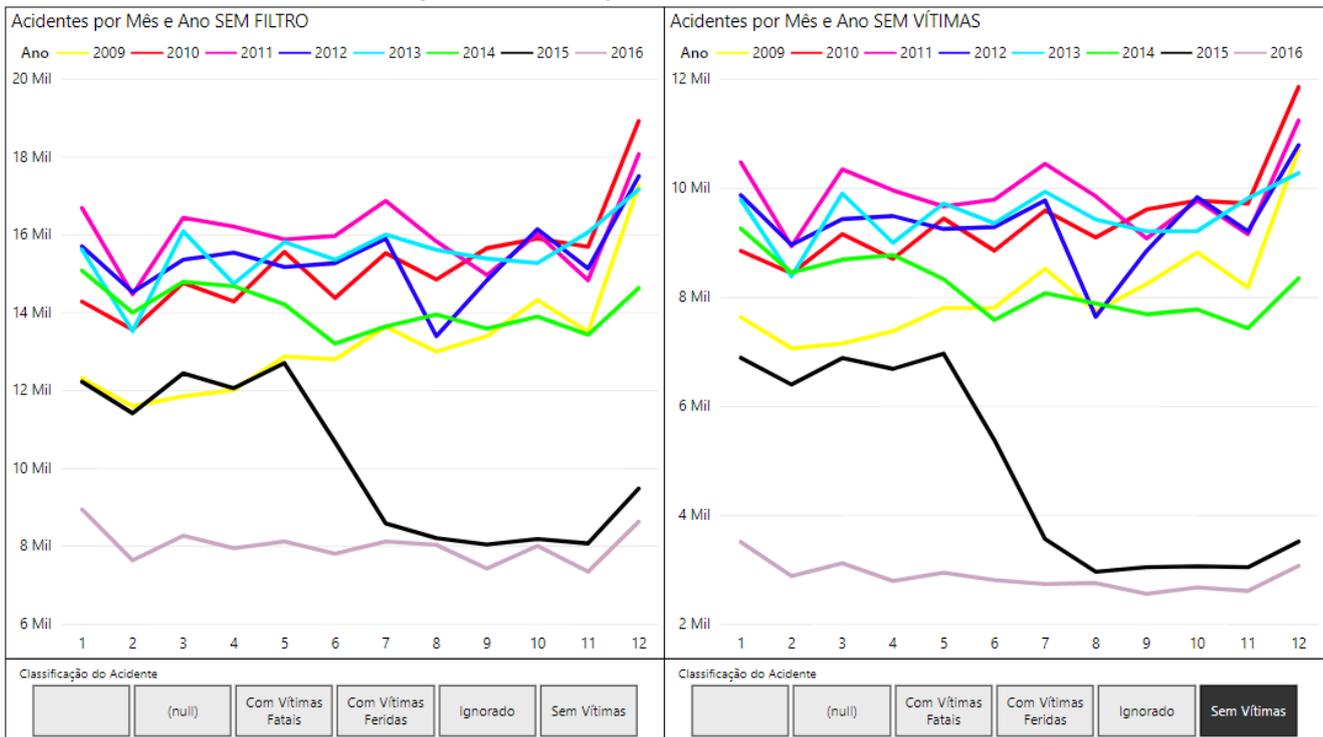
fonte: (autor, 2018)

Em uma visita à sede da Polícia Rodoviária Federal em Porto Alegre no Rio Grande do Sul, o autor foi informado por um colaborador que a partir de um determinado período, sem precisão de datas, a PRF modificou seu critério de atendimento a acidentes. Os chamados, a partir dessa determinada data, só seriam atendidos em caso de paralisação dos carros no meio da via ou acidentes com vítimas.

Aplicou-se, então, o filtro classificação do acidente a fim de identificar alguma mudança no gráfico devido à informação relatada pelo policial durante a visita do autor. Primeiramente selecionou-se acidentes sem vítimas, e se notou poucas mudanças no comportamento do gráfico, praticamente o mesmo padrão que a análise sem filtro e um distanciamento entre as linhas dos anos 2015 e 2016 em relação ao restante, conforme mostra a Figura 30. Esse distanciamento é resultante de uma redução do número de acidentes sem vítimas para os anos de 2015 e 2016.

Entretanto, há a possibilidade de o número de acidentes reportados terem reduzido e não a quantidade real, uma vez que a PRF modificou o critério para atendimento e registro de acidentes, podendo existir certa divergência entre as informações compiladas. Uma outra análise foi realizada para fundamentar a hipótese assumida anteriormente acima.

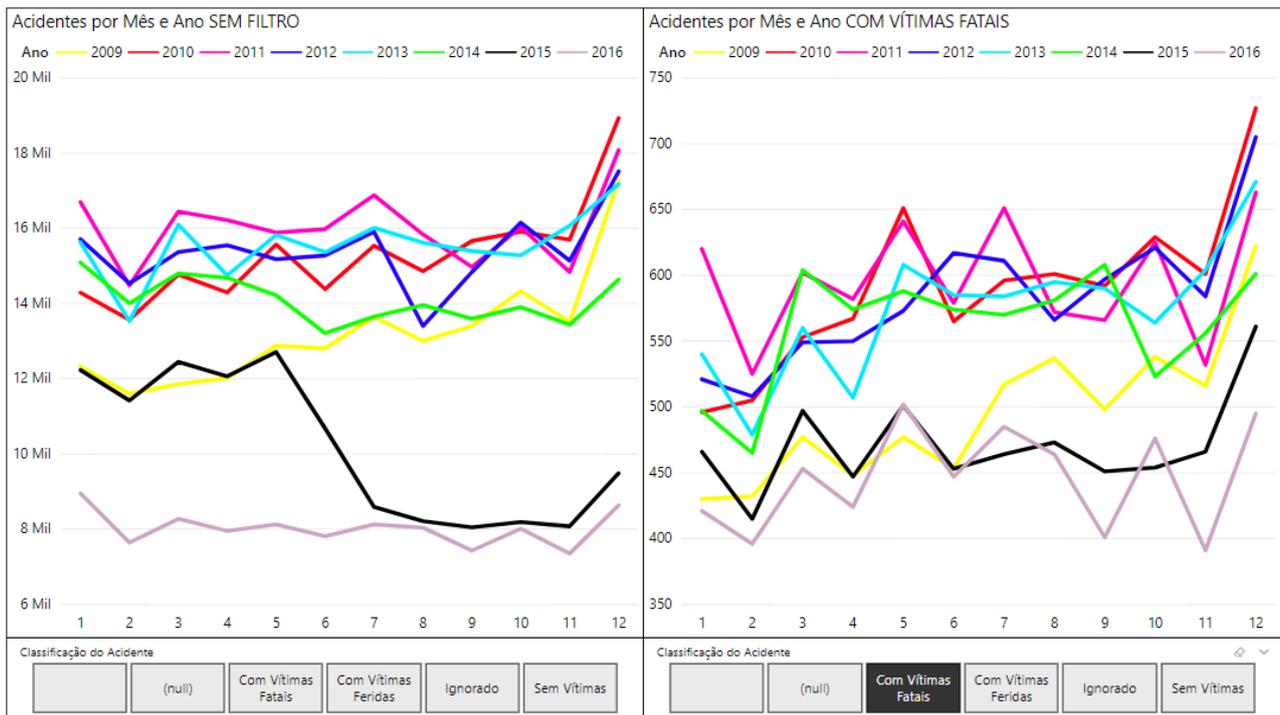
Figura 30 - Diferença entre acidentes totais e sem vítimas



fonte: (autor, 2018)

Foi selecionado o filtro de acidentes com vítimas fatais para verificar o comportamento dos acidentes ao longo dos anos. Infere-se que o número de acidentes com vítimas fatais não reduziu significativamente em comparação ao gráfico sem filtro (ver Figura 31), logo, essa redução aparente dos acidentes se deve ao novo critério adotado pela polícia rodoviária federal e não um decréscimo real.

Figura 31 - Diferença entre acidentes totais e com vítimas fatais



fonte: (autor, 2018)

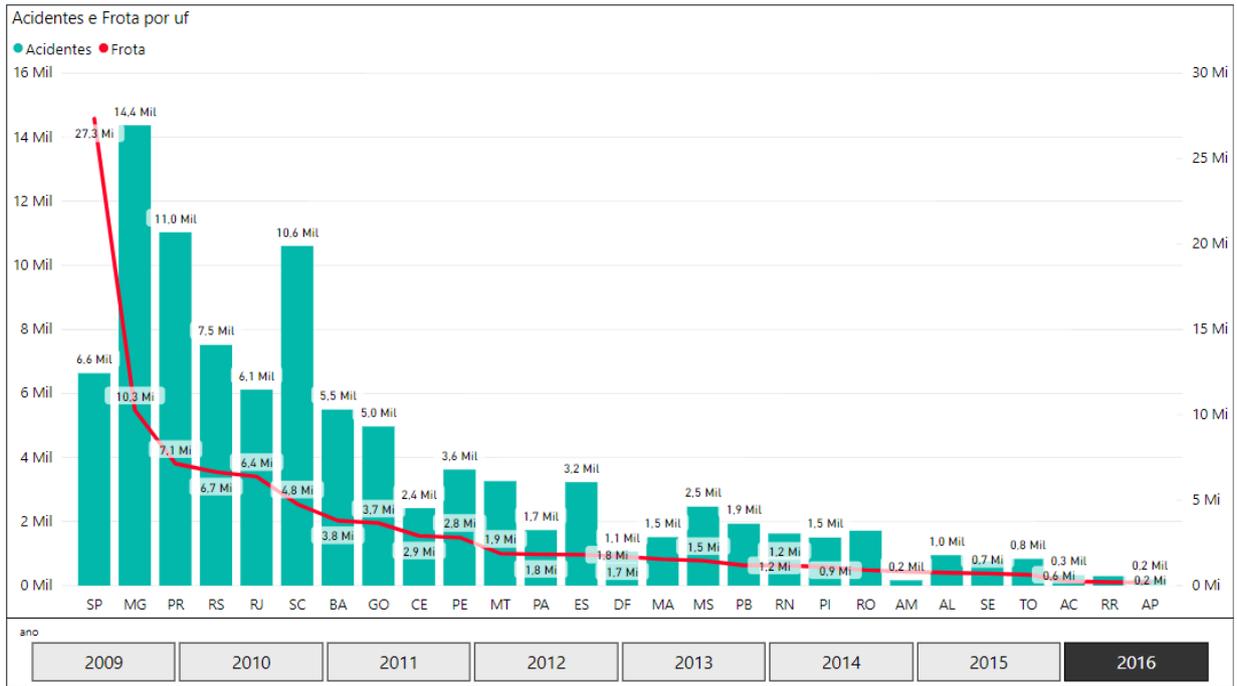
5.9 ACIDENTES POR UNIDADE FEDERATIVA RELATIVIZADOS COM A FROTA

Com o propósito de relativizar os dados dos acidentes, criou-se o confronto de acidentes por unidade federativa comparados à frota veicular máxima referente ao respectivo estado. Foi criado um filtro de lista para selecionar os anos a serem estudados.

Foi selecionado o ano de 2016 para realizar esse confronto e a análise concentrada nos estados de Minas Gerais e São Paulo. A frota do estado de Minas Gerais é aproximadamente dez milhões e trezentos mil veículos, já em São Paulo a quantidade de veículos é cerca de vinte e sete milhões e trezentos mil.

Em relação ao número de acidentes, Minas Gerais registrou 14.371 incidentes, enquanto que em São Paulo a marca é de 6.632 ocorrências. Realizando uma divisão de acidentes por veículos, com intuito de identificar certa proporção entre os estados, é constatado que Minas Gerais é mais violenta no trânsito que São Paulo. No estado mineiro há maior ocorrência de acidentes em rodovias federais brasileiras por quantidade de automóveis quando comparada ao estado de SP (maior frota), conforme segue Figura 32.

Figura 32 - Acidentes por estado comparados à frota veicular



fonte: (autor, 2018)

6 CONCLUSÕES

Mortes no trânsito, segundo a OMS em 2015, poderão ser a sétima causa de óbitos no mundo, na próxima década, caso nenhuma ação ou políticas públicas sejam tomadas para conter esse problema que atinge mais de um milhão de pessoas por ano. O Brasil se configura como o quinto país com maior número de vítimas no trânsito, cerca de 23,4 mortes a cada 100.000 habitantes, ressaltando, assim, a importância de se avaliar constantemente a segurança viária das estradas existentes.

Estudos mais aprofundados são necessários para que se encontre soluções estruturadas e se projete de maneira eficiente as mudanças fundamentais à segurança viária. As informações colhidas em campo pelos órgãos responsáveis por registrarem os acidentes deverão seguir um modelo padrão e serem mais fidedignas possíveis à realidade, assim, as análises posteriormente realizadas com os dados contribuirão para uma base de pesquisa mais estruturada.

Estima-se que ao longo de 20 meses a quantidade de informações no mundo dobra e o número de banco de dados aumenta com maior velocidade. À medida que se agrega maior volume de informações sobre um determinado assunto, maior a probabilidade de desenvolver um modelo próximo à realidade.

Entretanto, as informações inseridas no *big data* devem estar organizadas e classificadas de maneira a facilitar a compilação das mesmas em programas de mineração de dados. Para o presente trabalho de conclusão de curso foram utilizados bancos de dados da polícia rodoviária federal, da confederação nacional do transporte e do IBGE, contendo informações sobre os acidentes de trânsito em rodovias federais, qualidade das rodovias federais e frota veicular estadual respectivamente. Uma base de dados mais desagregada carrega maior número de detalhes dentro das informações e permite que as pesquisas realizadas sejam mais precisas, por exemplo, informações sobre os acidentes como: latitude, longitude, inclinação da rodovia, presença de faixa adicional, tipo e cor do automóvel, dentre outros aspectos.

Compilou-se em uma única planilha todos os dados levantados, já organizados e filtrados, para que simplificasse as análises a serem realizadas. Identificou-se que algumas informações de alguns acidentes não estão completas, os acidentes em questão foram desconsiderados para o presente estudo.

Para auxiliar na construção dos diversos confrontos a serem realizados, os dados foram estruturados em diferentes dimensões, são as seguintes: (i) temporal, (ii) espacial, (iii) climática, (iv) classificação da rodovia e (v) características do acidente. Os confrontos visam encontrar relações entre as diversas informações contidas na base de dados.

Os confrontos foram processados pela ferramenta de análise de dados, Power BI, com o auxílio de gráficos, mapas e filtros. Os tipos de gráficos utilizados para o estudo foram de coluna, de barra, de pizza e de linha, que possibilitaram encontrar correlações entre as informações da planilha e identificar divergências. Já os filtros permitiram que as análises realizadas pudessem ser elaboradas com diferentes especificidades, tornando os confrontos mais precisos.

As diferentes análises prévias permitiram identificar que rodovias com qualidade do pavimento melhor possuem maior número de acidentes, acredita-se que os usuários se sintam mais seguros e reduzam a atenção ou, até mesmo, arrisquem mais em situações perigosas. A mudança nos critérios de atendimento e registro da PRF em situações de acidente puderam ser confirmadas na análise de acidentes por mês e estado ano a ano. Houve uma redução considerável no número total de acidentes no ano de 2015, entretanto os acidentes com vítimas, que se enquadram no novo critério adotado, não reduziram, confirmando assim que há uma divergência dos dados se analisados separadamente. Por outro lado, algumas análises não permitiram inferir algum resultado consistente.

Embora os resultados dos confrontos ora indiquem divergências entre os mesmos, ora convergência, não permitindo, assim, uma conclusão geral, a relevância desse trabalho é a construção de uma ferramenta com alto potencial de análise. O presente projeto será disponibilizado para o Laboratório de Sistemas de Transporte da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para que se faça uso do mesmo em futuras pesquisas e observações.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.697**: Pesquisa em acidentes de trânsito: terminologia. Brasília, 1989. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.898**: Relatório de acidente de trânsito. Brasília, 1993. 21p.

GOLD, P. A. Segurança de Trânsito – **Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes**. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Washington D.C., 1998.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Safety on Roads**. What's the Vision? Paris, 2002. Disponível em: <<https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/02safetyonroads.pdf>> Acesso em: Nov. 2017.

BACHMAN, C. W. The evolution of storage structures. **Communications of the ACM**, [s. l.], v. 15, n. 7, p. 628–634, 1972.

CAMPBELL-KELLY, M. et al. **Computer: a history of the information machine**. Third edition ed. Boulder, CO: Westview Press, A Member of the Perseus Books Group, 2014.

CHANG, L.-Y.; CHIEN, J.-T. Analysis of driver injury severity in truck-involved accidents using a non-parametric classification tree model. **Safety Science**, [s. l.], v. 51, n. 1, p. 17–22, 2013.

CODD, E. F. A relational model of data for large shared data banks. **Communications of the ACM**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 64–69, 1970.

GALANTE, R. de M. **Um modelo de evolução de esquemas conceituais para bancos de dados orientados a objetos com o emprego de versões**. 1998. Dissertação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação., Brasil, 1998. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/26388>>

HAN, J.; KAMBER, M. **Data mining: concepts and techniques**. 2nd ed ed. Amsterdam ; Boston : San Francisco, CA: Elsevier ; Morgan Kaufmann, 2006.

HAND, D. J.; MANNILA, H.; SMYTH, P. **Principles of data mining**. Cambridge, Mass: MIT Press, 2001.

KUMAR, S.; TOSHNIWAL, D.; PARIDA, M. A comparative analysis of heterogeneity in road accident data using data mining techniques. **Evolving Systems**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 147–155, 2017.

LI, L.; SHRESTHA, S.; HU, G. Analysis of road traffic fatal accidents using data mining techniques. In: 2017, **Anais...** : IEEE, 2017. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7965753/>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

LI, Y.; HUANG, J. Safety Impact of Pavement Conditions. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, [s. l.], v. 2455, p. 77–88, 2014.

MICROSOFT. **Como o Power BI Desktop funciona. Introdução ao Power BI Desktop**, 2017. Disponível em: <<https://powerbi.microsoft.com/pt-br/documentation/powerbi-desktop-getting-started/>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. **Global status report on road safety 2015**. Geneva (Switzerland): World Health Organization, 2015.

PEDEN, M. M.; WORLD HEALTH ORGANIZATION (EDS.). **World report on road traffic injury prevention**. Geneva: World Health Organization, 2004.

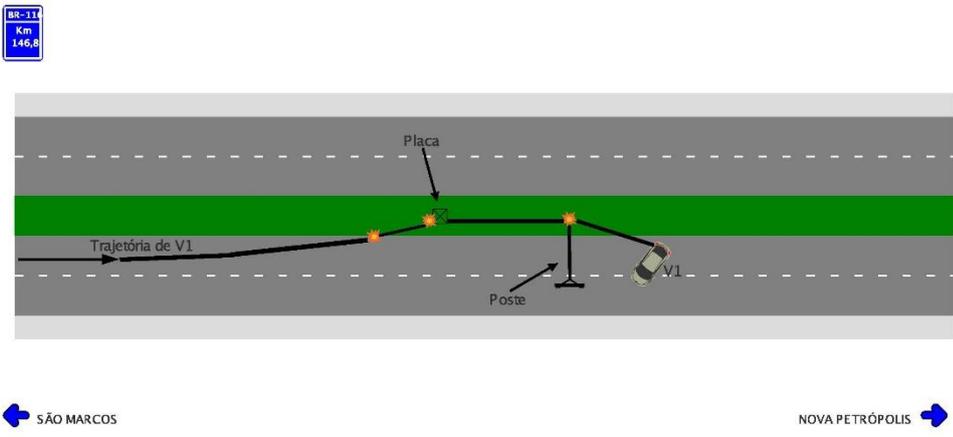
TAVAKOLI KASHANI, A.; RABIEYAN, R.; BESHARATI, M. M. A data mining approach to investigate the factors influencing the crash severity of motorcycle pillion passengers. **Journal of Safety Research**, [s. l.], v. 51, p. 93–98, 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020**, 2011. Disponível em: <http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_english.pdf?ua=1>

IBGE. **Frota**, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

ANEXO 1 – EXEMPLO DE BAT

	MINISTÉRIO DA JUSTIÇA DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO			PROTOCOLO:
				STATUS:
INFORMAÇÕES GERAIS				
POLICIAL/MATRICULA:			DATA/HORA:	
Na Rodovia				
MUNICÍPIO/UF:				
BR:		KM:		SENTIDO:
DESCRITIVO DO LOCAL:				
ASPECTOS DO LOCAL E DO ATENDIMENTO				
FASE DO DIA:		CONDIÇÃO METEOROLÓGICA:		
TIPO DE VIA:		TIPO DE PISTA:		CONDIÇÃO DE PISTA:
TIPO DE PAVIMENTO:		ESTRUTURA VIÁRIA:		
LOCALIDADE URBANIZADA:		EXISTÊNCIA DE ACOSTAMENTO:		EXISTÊNCIA DE CANTEIRO CENTRAL:
IMAGEM PANORÂMICA - SENTIDO CRESCENTE 			IMAGEM PANORÂMICA - SENTIDO DECRESCENTE 	
IMAGEM DO LOCAL 				
DANO AO PATRIMÔNIO PÚBLICO: Dano a uma placa de regulamentação de velocidade R-19. Dano a um poste de iluminação pública no canteiro central da rodovia.				
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES DO ACIDENTE:				
DOCUMENTO ASSINADO DIGITALMENTE PELO PRF XXXX, MATRÍCULA 00000 DATA/HORA DE ENCERRAMENTO DA OCORRÊNCIA: 12/11/2017 07:41 NÚMERO DE CONTROLE: A1B2C3D4E5F6G7H8I9 VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: www.prf.gov.br/novobat/autenticar				

	MINISTÉRIO DA JUSTIÇA DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO		PROTOCOLO: XXXXXXXXXX
			STATUS:
IMAGEM ADICIONAL			
			
DINÂMICA			
Eventos Sucessivos			
Ordem	Tipo de Evento	Veiculos Envolvidos	
1	Saída de leito carroçável	V1	
2	Colisão com objeto estático	V1	
Croqui			
			
DOCUMENTO ASSINADO DIGITALMENTE PELO PRF XXXX, MATRÍCULA 000000			
DATA/HORA DE ENCERRAMENTO DA OCORRÊNCIA: 12/11/2017 07:41		NÚMERO DE CONTROLE: A1B2C3D4E5F6G7H8I9	
VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: www.prf.gov.br/novobat/autenticar			Página 2 de 9

	MINISTÉRIO DA JUSTIÇA DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO		PROTOCOLO: XXXXXXXXXX
			STATUS:
Narrativa			
DOCUMENTO ASSINADO DIGITALMENTE PELO PRF XXXX, MATRÍCULA 00000 DATA/HORA DE ENCERRAMENTO DA OCORRÊNCIA: 12/11/2017 07:41 NÚMERO DE CONTROLE: A1B2C3D4E5F6G7H8I9 VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: www.prf.gov.br/novobat/autenticar			

		MINISTÉRIO DA JUSTIÇA DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODoviÁRIA FEDERAL BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO				PROTOCOLO: XXXXXXXXXX	
						STATUS:	
VEÍCULOS							
SEQUENCIAL:		PLACA:		MARCA/MODELO:		ANO FABRICAÇÃO:	
SITUAÇÃO:				TIPO DE VEICULO:			
CHASSI:		RENAVAM:		PAIS: BRASIL			
ESPÉCIE:		CATEGORIA:		MANOBRA NO MOMENTO DO ACIDENTE:			
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:							
NOME DO PROPRIETÁRIO:				CPF/CNPJ:			
Dados de Endereço							
LOGRADOURO:						NUMERO:	
COMPLEMENTO:					BAIRRO:		
MUNICIPIO/UF:							
TELEFONE:				EMAIL:			
Dados da Carga							
DESCRIÇÃO E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:							
Encaminhamento							
MOTIVO:				TIPO DE RECEPTOR:			
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:							
IMAGEM COMPLEMENTAR				IMAGEM ADICIONAL			
							
DOCUMENTO ASSINADO DIGITALMENTE PELO PRF XXXX, MATRÍCULA 00000 DATA/HORA DE ENCERRAMENTO DA OCORRÊNCIA: 12/11/2017 07:41 NÚMERO DE CONTROLE: A1B2C3D4E5F6G7H8I9 VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: www.prf.gov.br/novobat/autenticar							
						Página 4 de 9	

	MINISTÉRIO DA JUSTIÇA DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODoviÁRIA FEDERAL BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO			PROTOCOLO: XXXXXXXXXX
				STATUS:
PESSOAS				
SEQUENCIAL/PLACA/MARCA/MODELO:			ENVOLVIMENTO:	
NOME:		CPF:	DATA DE NASCIMENTO:	
Nº DE IDENTIFICAÇÃO:		ÓRGÃO EXPEDIDOR:	SEXO:	
ESTADO CIVIL:		NOME DA MÃE:		
Dados de Endereço				
LOGRADOURO:			NUMERO:	
COMPLEMENTO:			BAIRRO:	
MUNICÍPIO/UF:				
TELEFONE:		EMAIL:		
Circunstâncias				
ESTADO FÍSICO:		USAVA CINTO DE SEGURANÇA:		
USAVA CAPACETE:		USAVA DISPOSITIVO PARA RETENÇÃO DE CRIANÇAS:		
TESTE DO ETILÔMETRO FOI POSSIVEL:		RESULTADO DO TESTE:	RECUSOU-SE A REALIZAR O TESTE:	
DESCRIÇÃO DA IMPOSSIBILIDADE DE REALIZAÇÃO DO TESTE:				
VISÍVEIS SINAIS DE EMBRIAGUEZ:		SINAIS DE USO DE SUBSTÂNCIAS PSICOATIVAS:		
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES DA PESSOA ENVOLVIDA:				
DOCUMENTO ASSINADO DIGITALMENTE PELO PRF XXXX, MATRÍCULA 00000 DATA/HORA DE ENCERRAMENTO DA OCORRÊNCIA: 12/11/2017 07:41 NÚMERO DE CONTROLE: A1B2C3D4E5F6G7H8I9 VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: www.prf.gov.br/novobat/autenticar				
			Página 5 de 9	

	MINISTÉRIO DA JUSTIÇA DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODoviÁRIA FEDERAL BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO		PROTOCOLO: 17086893B01
			STATUS: Encerrado
PESSOAS			
SEQUENCIAL/PLACA/MARCA/MODELO:		ENVOLVIMENTO:	
NOME:		CPF:	DATA DE NASCIMENTO:
Nº DE IDENTIFICAÇÃO:		ÓRGÃO EXPEDIDOR:	SEXO:
ESTADO CIVIL:		NOME DA MÃE:	
Dados de Endereço			
LOGRADOURO:			NUMERO:
COMPLEMENTO:			BAIRRO:
MUNICÍPIO/UF:			
TELEFONE:		EMAIL:	
Circunstâncias			
ESTADO FÍSICO:		USAVA CINTO DE SEGURANÇA:	
USAVA CAPACETE:		USAVA DISPOSITIVO PARA RETENÇÃO DE CRIANÇAS:	
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES DA PESSOA ENVOLVIDA:			
DOCUMENTO ASSINADO DIGITALMENTE PELO PRF XXXX, MATRÍCULA 00000 DATA/HORA DE ENCERRAMENTO DA OCORRÊNCIA: 12/11/2017 07:41 NÚMERO DE CONTROLE: A1B2C3D4E5F6G7H8I9 VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: www.prf.gov.br/novobat/autenticar			
			Página 6 de 9



MINISTÉRIO DA JUSTIÇA
DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL
BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO



PROTOCOLO:
17086893B01

STATUS:
Encerrado

IMAGEM DA DECLARAÇÃO

Ministério da Justiça **TCO** **PRF**

Termo Circunstanciado de Ocorrência
Nº _____

DECLARAÇÃO

Autor Vítima Testemunha

NOME: _____

Caxias do Sul, 11 de Novembro de 2017

ENVOLVIDO

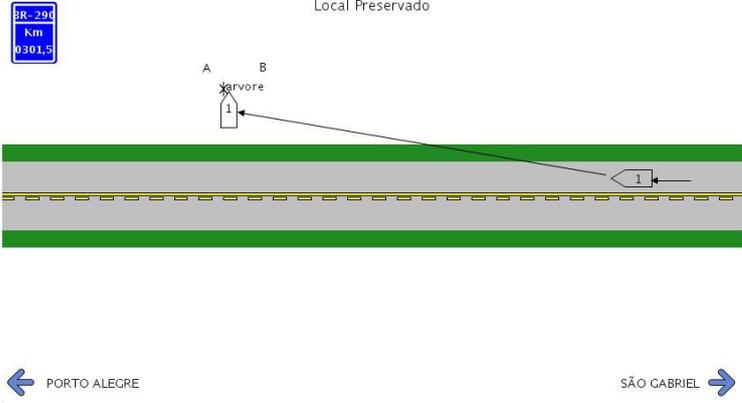
DOCUMENTO ASSINADO DIGITALMENTE PELO PRF XXXX, MATRÍCULA 00000
DATA/HORA DE ENCERRAMENTO DA OCORRÊNCIA: 12/11/2017 07:41 NÚMERO DE CONTROLE: A1B2C3D4E5F6G7H8I9
VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: www.prf.gov.br/novobat/autenticar Página 7 de 9

	MINISTÉRIO DA JUSTIÇA DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODoviÁRIA FEDERAL BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO		PROTOCOLO: 17086893B01		
			STATUS: Encerrado		
AVALIAÇÃO DE DANOS					
SEQUENCIAL/PLACA/MARCA/MODELO:			NUMERO DO BAT:		
NOME/MATRÍCULA DO AGENTE:			DATA/HORA: 11/11/2017 23:26		
		Item danificado no acidente			
Item	Descrição do Item	SIM	NÃO	NA	
1	Painel corta-fogo				
2	Longarina dianteira esquerda				
3	Caixa de roda dianteira esquerda				
4	Estrutura da soleira esquerda				
5	Air Bags Frontais				
6	Air Bags Laterais				
7	Estrutura da coluna dianteira esquerda				
8	Estrutura da coluna central esquerda				
9	Estrutura da coluna traseira esquerda				
10	Caixa de roda traseira esquerda				
11	Assoalho central esquerdo				
12	Longarina traseira esquerda				
13	Assoalho portamalás ou caçamba				
14	Longarina traseira direita				
15	Caixa de roda traseira direita				
16	Estrutura da coluna traseira direita				
17	Estrutura da soleira direita				
18	Estrutura da coluna central direita				
19	Estrutura da coluna dianteira direita				
20	Assoalho central direito				
21	Caixa de roda dianteira direita				
22	Longarina dianteira direita				
TOTAL GERAL (SIM + NA):			DIMENSÃO DA MONTA:		
DOCUMENTO ASSINADO DIGITALMENTE PELO PRF XXXX, MATRÍCULA 00000 DATA/HORA DE ENCERRAMENTO DA OCORRÊNCIA: 12/11/2017 07:41 NÚMERO DE CONTROLE: A1B2C3D4E5F6G7H8I9 VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: www.prf.gov.br/novobat/autenticar					

	MINISTÉRIO DA JUSTIÇA DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODoviÁRIA FEDERAL BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO		PROTOCOLO: XXXXXXXXXX
			STATUS:
IMAGEM DA FRENTE (V1)		IMAGEM DA TRASEIRA (V1)	
			
IMAGEM DA LATERAL ESQUERDA (V1)		IMAGEM DA LATERAL DIREITA (V1)	
			
DOCUMENTO ASSINADO DIGITALMENTE PELO PRF XXXX, MATRÍCULA 00000 DATA/HORA DE ENCERRAMENTO DA OCORRÊNCIA: 12/11/2017 07:41 NÚMERO DE CONTROLE: A1B2C3D4E5F6G7H8I9 VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: www.prf.gov.br/novobat/autenticar			
Página 9 de 9			

ANEXO 2 – EXEMPLO DE BR-BRASIL

 MINISTÉRIO DA JUSTIÇA Departamento de Polícia Rodoviária Federal Sistema de Informações Operacionais BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO	OCORRÊNCIA: Comunicação: * STATUS DA OCORRÊNCIA:		
DADOS GERAIS DA OCORRÊNCIA			
PRF: <input type="text"/>	Data/Hora do Acidente (hora local): <input type="text"/>	BR: <input type="text"/>	KM: <input type="text"/>
Município/UF: <input type="text"/>	Tipo de Acidente: <input type="text"/>	Sentido da Via: <input type="text"/>	
Fase do dia: <input type="text"/>	Condições da Pista: <input type="text"/>	Restrições de Visibilidade: <input type="text"/>	
Sinalização existente: <input type="text"/>	Sinalização luminosa: <input type="text"/>	Condição meteorológica: <input type="text"/>	
Houve danos ao patrimônio da União? <input type="checkbox"/>	Data e horário da solicitação: <input type="text"/>		
Houve solicitação de perícia? <input type="checkbox"/>	Data e horário do <input type="text"/>		
A perícia compareceu ao local do sinistro? <input type="checkbox"/>			
DESCRIÇÃO DOS DANOS AO PATRIMÔNIO DA UNIÃO:			
<input type="text"/>			
Houve danos ao patrimônio de terceiros? <input type="checkbox"/>			
DESCRIÇÃO DOS DANOS AO PATRIMÔNIO DE TERCEIROS:			
<input type="text"/>			
Houve danos ao ambiente? <input type="checkbox"/>			
DESCRIÇÃO DOS DANOS AO AMBIENTE:			
<input type="text"/>			
CONDIÇÃO DA RODOVIA			
Uso do Solo: <input type="text"/>			
Tipo de Localidade: <input type="text"/>			
Existe acostamento? <input type="checkbox"/>	Estado de Conservação: <input type="text"/>	Há desnível? <input type="checkbox"/>	É pavimentado? <input type="checkbox"/>
Largura (m): <input type="text"/>	Possui defesa? <input type="checkbox"/>	Possui meio-fio? <input type="checkbox"/>	Possui sarjeta? <input type="checkbox"/>
Existe canteiro central? <input type="checkbox"/>	Estado de Conservação: <input type="text"/>	Largura (m): <input type="text"/>	Tipo de inclinação: <input type="text"/>
Obstáculo ao Cruzamento: <input type="text"/>	Estado de Conservação do Obstáculo: <input type="text"/>		
Faixa de Domínio - Estado de Conservação: <input type="text"/>	Ocupação: <input type="text"/>		
Cerca: <input type="text"/>	Pista de Rolamento - Estado de Conservação: <input type="text"/>	Tipo: <input type="text"/>	Qtd. de Faixas: <input type="text"/>
Tipo de Pavimento: <input type="text"/>	Perfil: <input type="text"/>	Traçado: <input type="text"/>	Curva Vertical: <input type="text"/>
Superlargura: <input type="text"/>	Largura da Pista (m): <input type="text"/>	Estreitamento: <input type="text"/>	Superelevação: <input type="text"/>
TEXTO DESCRITIVO DA CONDIÇÃO DA RODOVIA:			
<input type="text"/>			
VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: http://www.dprf.gov.br			
DATA/HORA DA EXPEDIÇÃO: NÚMERO DE CONTROLE:			
<input type="text"/>			
* Somente possuem valor legal as ocorrências em que o status seja "ENCERRADA"			
Página 1 de 6			

 <p>MINISTÉRIO DA JUSTIÇA Departamento de Polícia Rodoviária Federal Sistema de Informações Operacionais BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO</p>	<p>OCORRÊNCIA: _____</p> <p>Comunicação: _____</p> <p>* STATUS DA OCORRÊNCIA: _____</p>																														
CROQUI																															
Local Preservado																															
	<p>LEGENDA:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td> Automóvel</td> <td> Trem</td> </tr> <tr> <td> Veículo Trator</td> <td> Conjugado</td> </tr> <tr> <td> Pedestre</td> <td> Objeto Fixo</td> </tr> <tr> <td> Ponto B</td> <td> Ponto A'</td> </tr> <tr> <td> Ponto P</td> <td> Ponto A</td> </tr> <tr> <td> Ponto C</td> <td> Antes da Colisão</td> </tr> <tr> <td> Ônibus</td> <td> Marca de Frenagem</td> </tr> <tr> <td> Animal</td> <td> Veículo Ausente</td> </tr> <tr> <td> Capotagem</td> <td> Reboque/Semi-reboque</td> </tr> <tr> <td> Caminhão</td> <td> Triângulo de Amarração</td> </tr> <tr> <td> Tombamento</td> <td> Veículo de 2 ou 3 rodas</td> </tr> <tr> <td> Incêndio</td> <td> Marcha à frente</td> </tr> <tr> <td> Local da colisão</td> <td> Patinagem ou Derrapagem</td> </tr> <tr> <td> Marcha à ré</td> <td> Depois da Colisão</td> </tr> <tr> <td> Placa de Trânsito</td> <td></td> </tr> </table>	Automóvel	Trem	Veículo Trator	Conjugado	Pedestre	Objeto Fixo	Ponto B	Ponto A'	Ponto P	Ponto A	Ponto C	Antes da Colisão	Ônibus	Marca de Frenagem	Animal	Veículo Ausente	Capotagem	Reboque/Semi-reboque	Caminhão	Triângulo de Amarração	Tombamento	Veículo de 2 ou 3 rodas	Incêndio	Marcha à frente	Local da colisão	Patinagem ou Derrapagem	Marcha à ré	Depois da Colisão	Placa de Trânsito	
Automóvel	Trem																														
Veículo Trator	Conjugado																														
Pedestre	Objeto Fixo																														
Ponto B	Ponto A'																														
Ponto P	Ponto A																														
Ponto C	Antes da Colisão																														
Ônibus	Marca de Frenagem																														
Animal	Veículo Ausente																														
Capotagem	Reboque/Semi-reboque																														
Caminhão	Triângulo de Amarração																														
Tombamento	Veículo de 2 ou 3 rodas																														
Incêndio	Marcha à frente																														
Local da colisão	Patinagem ou Derrapagem																														
Marcha à ré	Depois da Colisão																														
Placa de Trânsito																															
<p>← PORTO ALEGRE</p> <p>SÃO GABRIEL →</p>																															
<p>Latitude do Ponto C: _____ Longitude do Ponto C: _____</p> <p>Referência do Ponto A/A': _____ Referência do Ponto B: _____</p> <p>Distância AB (m): _____ Distância AC (m): _____ Distância BC (m): <input type="text" value="7,3"/></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>VEÍCULO</th> <th>P1</th> <th>DISTÂNCIA P1-A (m)</th> <th>DISTÂNCIA P1-B (m)</th> <th>P2</th> <th>DISTÂNCIA P2-A (m)</th> <th>DISTÂNCIA P2-B (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		VEÍCULO	P1	DISTÂNCIA P1-A (m)	DISTÂNCIA P1-B (m)	P2	DISTÂNCIA P2-A (m)	DISTÂNCIA P2-B (m)																							
VEÍCULO	P1	DISTÂNCIA P1-A (m)	DISTÂNCIA P1-B (m)	P2	DISTÂNCIA P2-A (m)	DISTÂNCIA P2-B (m)																									
<p>Narrativa da Ocorrência:</p> <p>Devido a pista molhada, o condutor perdeu o controle do veículo, vindo a sair da pista chocando-se contra uma árvore.</p>																															
<p>VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: http://www.dprf.gov.br</p>																															
<p>DATA/HORA DA EXPEDIÇÃO: _____</p> <p>NÚMERO DE CONTROLE: _____</p>																															
<p><small>* Somente possuem valor legal as ocorrências em que o status seja "ENCERRADA"</small></p>																															
<p><small>Página 2 de 6</small></p>																															

 MINISTÉRIO DA JUSTIÇA Departamento de Polícia Rodoviária Federal Sistema de Informações Operacionais BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO	OCORRÊNCIA: Comunicação: _____ * STATUS DA OCORRÊNCIA: _____
VEÍCULOS ENVOLVIDOS	
Placa: _____ Sequencial: _____ Descrição: _____ Chassi: _____ Renavam: _____	
Marca/Modelo: _____ Cor: _____ Ano: _____ Tipo: _____ Emplacamento: _____	
Ocupantes: _____ Espécie: _____ Categoria: _____	
Proprietário: _____ CPF/CNPJ: _____	
Endereço: _____ CEP: _____	
Município/UF: _____ Telefones: _____	
Celular: _____	
COMBINAÇÃO DE VEÍCULO DE CARGA	
Placa U1: _____ Placa U2: _____ Placa U3: _____ Placa U4: _____	
Origem: _____ Destino: _____	
CIRCUNSTÂNCIA DO VEÍCULO	
Manobra do Veículo no Acidente: _____ Saída de Pista? <input type="checkbox"/> Derrapagem? <input type="checkbox"/> Capotagem? <input type="checkbox"/> Tombamento? <input type="checkbox"/>	
Colisão com Objeto Fixo: _____ Colisão com Objeto Móvel: _____ Incêndio? <input type="checkbox"/>	
Marcas de Frenagem (m): _____ Estado dos Pneus: _____	
Descrição do Recolhimento: _____	
DADOS DA CARGA	
Carregamento: _____ Houve Derramamento de Carga? <input type="checkbox"/> Extensão dos Danos: _____ Moeda: _____	
Valor Total da Carga: _____ R\$0,00 Produto Perigoso: _____	
Descrição da Carga: _____	
ENCAMINHAMENTO DO VEÍCULO	
Tipo de Receptor: _____ Data/Hora da Recepção (hora local): _____ Motivo: _____	
Responsável pela Recepção: _____	
Documento do Responsável: _____	
Município/UF: _____ Descrição do Encaminhamento: _____	
CONDUTOR ENVOLVIDO	
Veículo: _____	
Nome/Apelido: _____	
Data de Nascimento: _____ Sexo: _____ Estado Civil: _____	
Nome do Pai: _____	
Nome da Mãe: _____	
Endereço: _____ CEP: _____	
Município/UF: _____ Telefones: _____ Celular: _____	
Grau de Instrução: Superior _____	
Naturalidade: _____ Nacionalidade: _____ Ocupação Principal: _____	
CPF: _____ Documento de Identificação: _____ Órgão Expedidor: _____	
Origem: _____ Destino: _____	
Estado Físico: _____ Socorrido pela PRF? <input type="checkbox"/> Usava Cinto? <input type="checkbox"/> Usava Capacete? <input type="checkbox"/>	
Existe Declaração em Anexo? <input type="checkbox"/> Havia Vestígio de Ingestão de Álcool? <input type="checkbox"/>	
Transcrição da Declaração: _____	
Condutor é Habilitado? <input type="checkbox"/> Categoria CNH: _____ Registro CNH: _____ Primeira Habilitação: _____	
Validade CNH: _____ País CNH: _____ Dormia? <input type="checkbox"/> Km Percorridos: _____ Horas Dirigindo: _____	
Pertences: _____	
Informações Complementares: _____	
ENCAMINHAMENTO DO CONDUTOR	
Tipo de Receptor: _____ Responsável pela Recepção: _____	
Documento do Responsável: _____ Data/Hora da Recepção (hora local): _____	
Município/UF: _____ Motivo: _____	
Descrição do _____	
VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: http://www.dprf.gov.br DATA/HORA DA EXPEDIÇÃO: NÚMERO DE CONTROLE:	
* Somente possuem valor legal as ocorrências em que o status seja "ENCERRADA" Página 3 de 6	

 MINISTÉRIO DA JUSTIÇA Departamento de Polícia Rodoviária Federal Sistema de Informações Operacionais BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO	OCORRÊNCIA:
	Comunicação:
	* STATUS DA OCORRÊNCIA:

RELATÓRIO DE AVARIAS PARA CLASSIFICAÇÃO DO DANO EM AUTOMÓVEIS, CAMIONETAS, CAMINHONETES E UTILITÁRIOS			
Veículo:		Placa:	
Nome do Agente/Assinatura:		N° BOAT:	
Registro/Matricula do Agente:		Data:	

Item	Descrição do componente	Valor	Sim	Não	NA	Item	Descrição do componente	Valor	Sim	Não	NA
1	Teto	1				26	Longarina traseira esquerda	3			
2	Capô	1				27	Caixa de Roda traseira esquerda	3			
3	Painel corta fogo	3				28	Assoalho porta-malas / Assoalho	1			
4	Painel dianteiro	1				29	Caixa de rodas traseira direita	3			
5	Quadro / Suporte do motor	2				30	Longarina traseira direita	3			
6	Longarina Completa / Caixa de roda esq.	3				31	Chassi porção traseira (veiculos carga)	3			
7	Longarina Parcial / Avental esquerdo	1				32	Suspensão traseira direita	2			
8	Chassi porção dianteira (veiculos carga)	3				33	Lateral traseira direita	1			
9	Pára-lama dianteiro esquerdo	1				34	Coluna traseira externa direita	1			
10	Suspensão dianteira esquerda	2				35	Coluna traseira externa e estrutura direita	3			
11	Coluna dianteira externa esquerda	1				36	Porta traseira direita	1			
12	Coluna dianteira externa e estrutura esq.	3				37	Coluna central externa direita	1			
13	Porta dianteira esquerda	1				38	Coluna central externa e estrutura direita	3			
14	Soleira externa esquerda	1				39	Soleira externa direita	1			
15	Soleira externa e estrutura esquerda	3				40	Soleira externa e estrutura direita	3			
16	Assoalho central esquerdo	3				41	Assoalho central direito	3			
17	Coluna central externa esquerda	1				42	Porta dianteira direita	1			
18	Coluna central externa e estrutura esq.	3				43	Coluna dianteira externa direita	1			
19	Porta traseira esquerda	1				44	Coluna dianteira externa e estrutura direita	3			
20	Coluna traseira externa esquerda	1				45	Pára-lama dianteiro direito	1			
21	Coluna traseira externa e estrutura esq.	3				46	Suspensão dianteira direita	2			
22	Lateral traseira esquerda	1				47	Longarina completa / Caixa de roda dir.	3			
23	Suspensão traseira esquerda	2				48	Longarina parcial / Avental direito	1			
24	Tampa traseira	1									
25	Painel Traseiro / divisor	1									
								Soma de todos os pontos assinalados na coluna "SIM":			
								Soma de todos os pontos assinalados na coluna "NA":			
								Total de pontos "SIM" + "NA":			

ITENS NÃO PONTUÁVEIS							
Item	Descrição do componente	SIM	NÃO	Item	Descrição do componente	SIM	NÃO
49	Air Bag Motorista			55	Faróis		
50	Air Bag Passageiro			56	Lanternas (dianteiras, laterais, e/ou traseiras)		
51	Air Bag Lateral			57	Retrovisores externos (direito e/ou esquerdo)		
52	Local gravação VIN			58	Pára-choques (dianteiro e/ou traseiro)		
53	Pára-brisa			59	Rodas/pneus		
54	Vidros laterais e/ou traseiros						

CLASSIFICAÇÃO DO DANO DO VEÍCULO	
Assinale abaixo o campo que corresponde ao dano do veículo	
<input type="checkbox"/>	Dano de Pequena Monta: até 20 pontos, somando os pontos de todos os itens assinalados na colunas "SIM" e "NA".
<input type="checkbox"/>	Dano de Média Monta: de 21 a 30 pontos, somando os pontos de todos os itens assinalados na colunas "SIM" e "NA".
<input type="checkbox"/>	Dano de Grande Monta: acima de 30 pontos, somando os pontos de todos os itens assinalados na colunas "SIM" e "NA".
Observações:	
Quando o componente estiver danificado, assinalar com um X a coluna SIM Quando o componente não estiver danificado, ou não existir originalmente, assinalar com um X a coluna NÃO Caso não tenha sido possível avaliar se o componente foi ou não danificado no acidente, assinalar com um X a coluna NA.	
SIM = Item danificado no acidente NÃO = Item não danificado ou não existente NA = Item que não foi possível avaliar o dano (Não Avaliado)	

VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: <http://www.dprf.gov.br>

DATA/HORA DA EXPEDIÇÃO:
NÚMERO DE CONTROLE:

	MINISTÉRIO DA JUSTIÇA Departamento de Polícia Rodoviária Federal Sistema de Informações Operacionais BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO	OCORRÊNCIA: Comunicação: * STATUS DA OCORRÊNCIA:
VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: http://www.dprf.gov.br		
DATA/HORA DA EXPEDIÇÃO: NÚMERO DE CONTROLE:		
<small>* Somente possuem valor legal as ocorrências em que o status seja "ENCERRADA"</small>		



MINISTÉRIO DA JUSTIÇA
Departamento de Polícia Rodoviária Federal
Sistema de Informações Operacionais
BOLETIM DE ACIDENTE DE TRÂNSITO

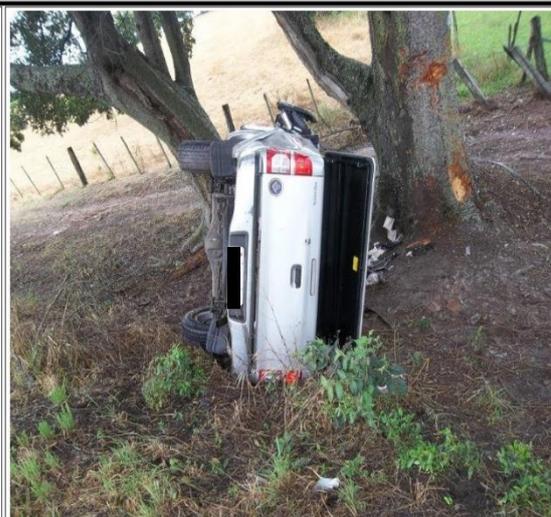
OCORRÊNCIA: _____
Comunicação: _____
* STATUS DA OCORRÊNCIA: _____

RELATÓRIO DE AVARIAS PARA CLASSIFICAÇÃO DO DANO EM AUTOMÓVEIS, CAMIONETAS, CAMINHONETES E UTILITÁRIOS

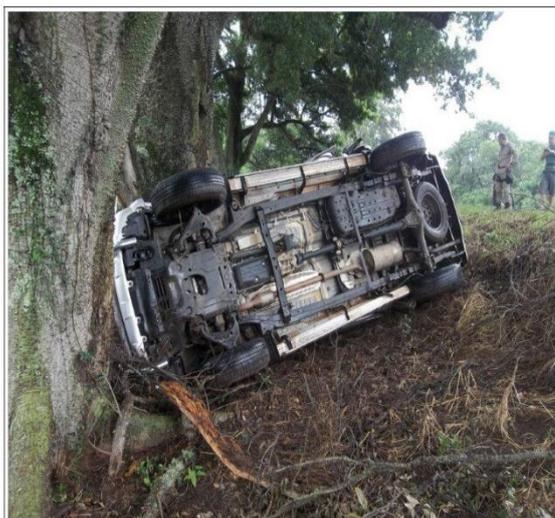
Veículo:	Placa:
Nome do Agente/Assinatura:	Nº BOAT:
Registro/Matricula do Agente:	Data:



Frente



Traseira



Lateral Esquerda



Lateral Direita

JUSTIFICATIVA

VERIFICAÇÃO DE AUTENTICIDADE NA INTERNET: <http://www.dprf.gov.br>

DATA/HORA DA EXPEDIÇÃO:
NÚMERO DE CONTROLE:

* Somente possuem valor legal as ocorrências em que o status seja "ENCERRADA"

Página 6 de 6