



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

NÚCLEO DE TECNOLOGIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PANORAMA DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO NAS RODOVIAS
FEDERAIS DE PERNAMBUCO: DESENVOLVIMENTO DE UM
SISTEMA DE INFORMAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO

POR

MATEUS ALVES MARTINS

Orientador: Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez.

CARUARU, 2017

MATEUS ALVES MARTINS

**PANORAMA DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO NAS RODOVIAS
FEDERAIS DE PERNAMBUCO: DESENVOLVIMENTO DE UM
SISTEMA DE INFORMAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação do Curso de
Engenharia Produção do Centro Acadêmico
do Agreste - CAA, da Universidade Federal
de Pernambuco - UFPE, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: **pesquisa
operacional**

Orientador: Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez

Caruaru, Dezembro / 2017

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva CRB/4 - 1223

M386p Martins, Mateus Alves.

Panorama dos acidentes de trânsito nas rodovias federais de Pernambuco:
desenvolvimento de um sistema de informação. / Mateus Alves Martins. – 2017.
98f.;il.: 30 cm.

Orientador: Thalles Vitelli Garcez.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de
Pernambuco, CAA, Engenharia de Produção, 2017.

Inclui Referências.

1. Acidentes de trânsito (Pernambuco). 2. Sistemas de recuperação da informação -
Rodovias. 3. Acidentes - Prevenção (Pernambuco). 4. Levantamento de trânsito
(Pernambuco). I. Garcez, Thalles Vitelli (Orientador). II. Título.

658.5 CDD (23. ed.)

UFPE (CAA 2017-259)

MATEUS ALVES MARTINS

**PANORAMA DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO NAS RODOVIAS
FEDERAIS DE PERNAMBUCO: DESENVOLVIMENTO DE UM
SISTEMA DE INFORMAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação do Curso de
Engenharia Produção do Centro Acadêmico
do Agreste - CAA, da Universidade Federal
de Pernambuco - UFPE, em cumprimento
às exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia de Produção.
Área de concentração: **pesquisa
operacional**

A banca examinadora composta pelos professores abaixo, considera o candidato
APROVADO com nota _____.

Caruaru, 07 de dezembro de 2017.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez: _____

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Orientador)

Prof.^a Dr.^a Marcele Elisa Fontana: _____

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Avaliador)

Prof.^a Dr.^a Marcella Maia Bezerra de Araújo Urtiga: _____

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Avaliador)

Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez: _____

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Coordenador da disciplina de TCC)

RESUMO

Devido ao expressivo número de acidentes de trânsito, adicionado as suas consequências físicas, psicológicas e financeiras, destacando-se como um problema de caráter mundial, este trabalho realiza um levantamento dos dados referentes aos acidentes ocorridos nas rodovias federais de Pernambuco, entre os anos de 2007 a 2016, realizando uma análise descritiva e exploratória dos mesmos. Os resultados deste estudo estão divididos em três etapas. Na primeira etapa tiveram-se como resultados da análise descritiva informações sobre os perfis: (i) das ocorrências dos acidentes, (ii) das pessoas, (iii) dos veículos, (iv) dos condutores envolvidos e (v) dos acidentes graves. Na segunda etapa foi realizada a análise exploratória dos dados, sendo utilizada a análise de correspondência e *cluster*, desta análise gerou-se informações sobre as configurações: (i) do perfil dos envolvidos, (ii) do perfil dos condutores, (iii) dos veículos, (iv) da localização dos acidentes e (v) das configurações mais gerais dos acidentes. Para a terceira etapa, foi criado um protótipo de um sistema de informação, o qual contém informações geradas nas duas primeiras etapas sobre as causas dos acidentes, tipos de acidentes e estado físico. Os resultados são mostrados de acordo com o sexo, idade, veículo e trecho informados pelos usuários, tendo este sistema como objetivo: (i) auxiliar o poder público no processo de tomada de decisão e formação de políticas para a melhoria das rodovias, (ii) auxiliar os condutores conscientizando-os sobre a situação dos trechos de acordo com a causa, o tipo de acidente e estado físico. É esperado que este trabalho torne-se uma fonte de informação sobre a acidentalidade em Pernambuco e que possa ser utilizada tanto com inspiração para a criação de um sistema de informação relacionado ao tema, como também para a criação de ações preventivas e mitigatórias, sejam elas ações por parte do poder público ou da própria sociedade, medidas essas que atuem de forma a diminuir o risco de acidentes, seja nas consequências ou na probabilidade de ocorrência.

Palavras-chave: Acidente de trânsito. Análise descritiva. Análise exploratória. Pernambuco. Rodovias federais. Sistema de informação.

ABSTRACT

Due to the significant number of traffic accidents, added to its physical, psychological and financial consequences, standing out as a world-wide problem, this work carries out a survey of the data concerning the accidents occurred in the federal highways of Pernambuco, between the years of 2007 to 2016, conducting a descriptive and exploratory analysis of the same. The results of this study are divided into three stages. In the first stage the results of the descriptive analysis included information on the profiles: (i) the occurrence of accidents, (ii) people, (iii) vehicles, (iv) drivers involved and (v) serious accidents. In the second stage, the exploratory analysis of the data was performed, using the correspondence and cluster analysis; from this analysis information was generated on the configurations: (i) the profile of the participants; (ii) the profile of the drivers; vehicles, (iv) the location of accidents, and (v) the more general configurations of accidents. For the third step, a prototype of an information system was created, which contains information generated in the first two stages on the causes of accidents, types of accidents and physical state. The results are shown according to the gender, age, vehicle and excerpt reported by the users, and this system aims to: (i) assist public power in the decision-making process and policy formation for highway improvement; (ii) to assist the drivers by making them aware of the situation of the stretches according to the cause, type of accident and physical condition. It is expected that this work will become a source of information about accidentality in Pernambuco and that can be used both with inspiration for the creation of an information system related to the theme, as well as for the creation of preventive and mitigating actions, be they actions by the public authority or by the company itself, which act in such a way as to reduce the risk of accidents, either in the consequences or in the probability of occurrence.

Keywords: Traffic accident. Descriptive analysis. Exploratory analysis. Pernambuco. Federal highways. Information system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1 - Número de ocorrências por ano	30
Figura 5.2 – Ocorrências por dia da semana	31
Figura 5.3 – Fase do dia	31
Figura 5.4 – Uso do solo por tipo de pista e ocorrência de acidentes	33
Figura 5.5- Causa dos acidentes	34
Figura 5.6 – Tipo de acidente	34
Figura 5.7- N° de envolvidos por ano.....	35
Figura 5.8 – N° de pessoas por faixa etária	36
Figura 5.9 – Participação dos estados físicos	36
Figura 5.10 – Faixas etárias dos condutores do sexo masculino e feminino.....	37
Figura 5.11- N° de condutores por ano.....	38
Figura 5.12 – Estado físico dos condutores do sexo masculino	39
Figura 5.13 – Estado físico dos condutores do sexo feminino	39
Figura 5.14- Estado físico dos tipos envolvidos.....	40
Figura 5.15- Porcentagem de feridos graves e mortos por ano	41
Figura 5.16 - Estado físico vs. Sexo/Idade	45
Figura 5.17- Estado físico vs. Sexo/Idade (condutores).....	46
Figura 5.18 - Sexo/Idade vs. Causa do acidente.....	47
Figura 5.19 - Sexo/idade vs. Tipo de acidente	48
Figura 5.20 - Tipo veículo vs. causa do acidente	49
Figura 5.21 - Tipo veículo vs. Estado físico.....	50
Figura 5.22 - BR vs. Causa.....	51
Figura 5.23 - BR vs. Tipo de acidente.....	52
Figura 5.24 - BR vs. Estado físico.....	53
Figura 5.25 - Dia da semana vs. Classificação do acidente.....	54
Figura 5.26 - Causa vs. estado físico	55
Figura 5.27 - Tipo acidente vs. estado físico.....	56
Figura 5.28 - Uso do solo/tipo de pista vs. classificação do acidente	57
Figura 5.29 - Causa vs. Tipo acidente	58
Figura 5.30 – SI: Página inicial	59
Figura 5.31 – SI: Possíveis opções de input	59

Figura 5.32 – SI: Menu.....	60
Figura 5.33 – SI: análise descritiva por Trecho.....	61
Figura 5.34 – SI: análise descritiva do Perfil do condutor	62
Figura 5.35 – SI: análise descritiva do Trecho x Perfil do condutor	63
Figura 5.36 – SI: análise descritiva do Trecho x veículo	63
Figura 5.37 – SI: análise descritiva do Trecho x Perfil do condutor x Veículo	64
Figura 5.38 – SI: resultado das associações (perfil do condutor).....	65
Figura 5.39 - SI: resultado das associações (perfil do condutor e trecho).....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1- Quantidade de acidentes por BR	32
Tabela 5.2- Mortos e feridos graves por tipo de acidente	41
Tabela 5.3- Mortos e feridos por causa	42
Tabela 5.4 – Mortos e feridos graves por BR.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1 - Variáveis e suas categorias.....	44
---	----

SUMÁRIO

1	<i>INTRODUÇÃO</i>	12
1.1	OBJETIVOS	14
1.2	JUSTIFICATIVA	14
1.3	ESTRUTURA	15
2	<i>METODOLOGIA</i>	16
2.1	CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO	16
2.2	OBTENÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS	16
2.3	MÉTODOS ESTATÍSTICOS	17
2.3.1	Análise descritiva	17
2.3.2	Análise exploratória	18
2.4	SISTEMA DE INFORMAÇÃO	18
3	<i>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</i>	19
3.1	ESTATÍSTICA GERAL	19
3.1.1	Análise descritiva	19
3.1.1	Análise exploratória	20
3.2	SISTEMA DE INFORMAÇÃO	22
4	<i>REVISÃO DA LITERATURA</i>	24
4.1	ACIDENTES RODOVIÁRIOS	24
4.2	ANÁLISE DESCRITIVA	26
4.3	ANÁLISE EXPLORATÓRIA	27
4.4	SISTEMA DE INFORMAÇÃO	28
5	<i>RESULTADOS E DISCUSSÕES</i>	30
5.1	ANÁLISE DESCRITIVA	30
5.1.1	Perfil dos acidentes	30
5.1.2	Perfil das pessoas	35
5.1.3	Perfil dos veículos	37
5.1.4	Perfil dos condutores	37
5.1.5	Perfil dos acidentes graves	39

5.2	ANÁLISE EXPLORATÓRIA	44
5.2.1	Configuração do perfil dos envolvidos.....	44
5.2.2	Configuração do perfil dos condutores.....	46
5.2.3	Configuração dos veículos	49
5.2.4	Configuração da localização do acidente	50
5.2.5	Configurações gerais dos acidentes.....	53
5.3	SISTEMA DE INFORMAÇÃO	58
6	CONCLUSÃO	67
6.1	PRINCIPAIS RESULTADOS.....	67
6.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
6.3	RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	69
	REFERÊNCIAS.....	70
	APÊNDICE A – Análise descritiva	76
	APÊNDICE B – Análise de correspondência	79
	APÊNDICE C – Dendrogramas	88
	APÊNDICE D – Sistema de informação.....	95
	ANEXO A – Fórmulas da análise de correspondência	96

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes rodoviários constituem um importante problema de saúde pública e desenvolvimento no mundo, resultando em um elevado número de mortos, feridos e custos significativos de saúde e socioeconômicos (MORAIS *et al.*, 2013; WHO, 2017a). No ano de 2015, 1,3 milhões de pessoas foram mortas por conta desse sinistro, sendo cerca de 76% dos envolvidos homens e meninos; colocando assim, acidentes de trânsito na décima posição do ranking mundial de causas de mortes (WHO, 2017b). Se nenhuma medida for tomada, é previsto que se torne a sétima do ranking até 2030 (WHO, 2016).

Todos os dias, mais do que 3.400 pessoas morrem em estradas e dezenas de milhões ficam feridas ou invalidadas todos os anos, sendo que os usuários mais vulneráveis do trânsito são crianças, pedestres, ciclistas e pessoas idosas (WHO, 2017c). Por ano, aproximadamente 1,25 milhões de pessoas morrem em acidentes de trânsito e 50 milhões ficam feridas em todo o mundo, sendo que quase metade (49%) dos mortos são pedestres, ciclistas e motociclistas, para os jovens entre 15 a 29 anos, acidentes de trânsito é a principal causa de mortes (WHO, 2017a). Entre 20 a 50 milhões de pessoas de pessoas envolvidas no sinistro não sofrem ferimentos fatais, entretanto muitos ficam com alguma sequela, sendo que cerca de 90% das fatalidades ocorrem em países de baixa ou média renda (WHO, 2016).

Já no Brasil, mais de 43.800 pessoas morrem em acidentes de trânsito por ano, sendo a principal causa de morte, lesões e hospitalização, resultando em elevados custos econômicos e sociais; pedestres, motociclistas e ciclistas possuem juntos uma participação por volta de 52% do total de mortos no trânsito, sendo assim os mais vulneráveis das estradas brasileiras (WHO, 2013). No ano de 2013, por exemplo, ocorreu em torno de 46.365 mortes por acidentes no Brasil, fato que deixou o país na terceira posição do ranking mundial de mortes em acidentes de trânsito, quando desconsiderado a quantidade total de habitantes (WHO, 2015). Já em 2014, ocorreu uma faixa de 50 mil mortes e aproximadamente 500 mil feridos em estradas brasileiras, deixando o país em quinto lugar no ranking mundial de acidentes de trânsito (SPUTNIK BRASIL, 2015).

São vários os fatores que estão relacionados às vias, aos usuários, ao ambiente e aos veículos que podem aumentar o risco de acidentes de trânsito, dentre eles estão: Condições meteorológicas desfavoráveis, defeitos na via, desatenção por parte de pedestres e condutores, excesso de velocidade, ultrapassagem indevida, desobediência à sinalização, defeito mecânico no veículo, animais na pista, uso de álcool e a falta de atenção; sendo esse último o maior responsável pelos acidentes (CHAGAS; NODARI; LINDAU, 2012). De acordo com WHO

(2017c), os principais fatores de risco do comportamento humano são: excesso de velocidade, ingestão de álcool, falta de uso de capacetes por parte dos motociclistas, falta de uso do cinto de segurança e barreiras para crianças.

Além das perdas irreparáveis de vidas humanas, das sequelas e traumas da vítima, e do impacto imensurável nas famílias afetadas e nas comunidades em que os envolvidos viveram, os acidentes de trânsito representam altos custos monetários para toda a sociedade, os custos sociais e econômicos representam entre 1% a 2% do Produto Interno Bruto (PIB) das economias nacionais (ANDI *et al.*, 2014).

Em 2014, os cerca 170 mil acidentes de trânsito geraram um custo de R\$ 12,3 bilhões para o Brasil, sendo que, dessas ocorrências, 64,7% estavam associados às vítimas dos acidentes, como cuidados com a saúde e perda de produção devido às lesões ou morte e 34,7% estavam relacionados aos veículos, como danos materiais, perda de cargas e procedimentos de remoção dos veículos acidentados (IPEA, 2015). Massaú & Rosa (2016), em um artigo original, ressaltam os custos e despesas em acidentes de trânsito no Brasil, colocando que as despesas destinadas ao atendimento e tratamento das vítimas das ocorrências como um agravante para a garantia do direito à saúde.

Por conta da gravidade do cenário, em novembro de 2009, foi realizada a Primeira Conferência Mundial Ministerial sobre Segurança Viária: Tempo de Agir, que reuniu representantes dos países membros da ONU (o qual inclui também o Brasil), foi recomendado então à criação de uma campanha mundial pela redução dos acidentes de trânsito. Sendo assim, em 2010, proclamou-se a “Década de Ações para a Segurança no Trânsito”, referente aos anos de 2011 a 2020, na qual os países membros da ONU deveriam elaborar um plano diretor, definindo políticas, programas, ações e metas visando reduzir o número de acidentes de trânsito em 50% e preservar cinco milhões de vidas, combatendo as causas da acidentalidade, considerando cinco pilares: fiscalização, infraestrutura, segurança veicular, educação e saúde (OLIVEIRA, 2016).

Algumas das leis criadas no Brasil durante essa década foram: Lei nº 12.760, de 2012, que modifica a antiga Lei Seca; Lei nº 12.971, de 2014, que traz modificações no que se refere ao consumo de álcool, tornando mais severas as punições de algumas condutas perigosas à segurança do trânsito, Lei nº 12.977, de 2014, que regula e disciplina a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres; Lei nº 13.103, de 2015, que disciplina a jornada de trabalho e o tempo de direção do motorista profissional (OLIVEIRA, 2016).

De acordo com a autora, iniciativas como: SAMU 192, Vida no Trânsito, Parada – Um Pacto pela Vida e o Programa Rodo Vida da Polícia Rodoviária Federal, foram outras iniciativas criadas pelo Poder Executivo com o objetivo de aumentar a segurança no trânsito.

1.1 Objetivos

O conhecimento e a análise da realidade dos acidentes podem auxiliar no planejamento de programas de prevenção adequados à realidade da rodovia. Portanto, pretende-se desenvolver uma análise descritiva e exploratória dos acidentes de trânsito, analisando perfis da acidentalidade e de seus fatores envolvidos nas rodovias federais de Pernambuco; assim como, através dos resultados dessas análises, criar uma proposta de Sistema de Informação (SI), que possa auxiliar na tomada de decisão, tanto por parte de condutores, quanto para o poder público ou privado.

Este estudo tem como principal objetivo a caracterização dos acidentes ocorridos nas rodovias federais de Pernambuco, para por meio deles, criar um protótipo de SI, através do desenvolvimento de uma análise do banco de dados de acidentes em rodovias federais no período de 2007 a 2016, disponibilizados pela Polícia Rodoviária Federal.

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram realizados:

- Contribuir na revisão de literatura sobre principais problemáticas e diferentes perfis estatísticos nacionais e internacionais da acidentalidade;
- Identificar, na base de dados referentes aos acidentes rodoviários federais, aqueles pertinentes ao estado de Pernambuco e tratar os dados e suas inconsistências;
- Identificar e descrever perfis estatísticos dos acidentes, das pessoas e dos veículos envolvidos em acidentes nas rodovias federais pernambucanas;
- Analisar as possíveis associações entre as variáveis referentes aos acidentes;
- Propor um SI que facilite o acesso à informação dos resultados deste estudo, auxiliando assim a tomada de decisão.

1.2 Justificativa

A grande quantidade de pessoas mortas e feridas, juntamente as consequências financeiras, adicionado a poucas análises atualizadas dos acidentes no estado de Pernambuco e a falta de um SI voltado para o estado que possa auxiliar o setor público e condutores, justifica a criação deste trabalho, o qual concentra-se em oferecer subsídios para decisores através da disponibilização das análises aqui realizadas em um sistema mais dinâmico, aumentando assim a facilidade ao acesso de informações relevantes ao tema.

Tem-se então como finalidade identificar e mostrar o cenário da acidentalidade nas rodovias federais pernambucanas, podendo assim, criar uma base de conhecimento sobre acidentes, realizando uma análise descritiva e exploratória das ocorrências nas rodovias de Pernambuco, ao mesmo tempo em que propõe a facilitação do acesso a essas informações através do SI. Como resultado da pesquisa, espera-se deixar a disposição uma visão geral do panorama dos acidentes em Pernambuco além da própria proposta de um SI específico para o estado, podendo auxiliar futuras decisões e ações corretivas e preventivas, de modo a diminuir o risco de acidentes em rodovias de Pernambuco, seja na probabilidade de ocorrência ou na consequência de tais acontecimentos.

1.3 Estrutura

A proposta de trabalho apresentada está organizada em seis capítulos. Essa estrutura foi definida com o intuito de permitir uma visão geral da acidentalidade no trânsito e promover uma melhor compreensão do estudo.

No primeiro capítulo é apresentada uma introdução, contextualizando a problemática. Além de estabelecer os objetivos do trabalho e sua justificativa.

O capítulo dois apresenta a metodologia utilizada no trabalho, mostrando a natureza da pesquisa, e os métodos e procedimentos utilizados.

O terceiro capítulo denota os conceitos dos métodos utilizados, conhecimento esse advindo principalmente da bibliografia estudada para a produção deste trabalho, formando assim a fundamentação teórica.

No quarto capítulo está a revisão da literatura. Nela são expostas as publicações científicas mais atuais relevantes ao tema e aos métodos, ou seja, o que e como a comunidade científica tem estudado.

O capítulo cinco retrata os resultados obtidos a partir metodologia executada. Nele são descritos os resultados da análise descritiva, da análise exploratória e mostra o SI criado.

No último capítulo são apontadas as considerações finais, na qual relacionam-se os objetivos traçados com os resultados alcançados. Além disso, são propostas possibilidades de continuação da pesquisa e futuros trabalhos.

2 METODOLOGIA

Este capítulo de acordo com os objetivos traçados apresenta a abordagem da pesquisa, o método científico e a natureza. Mostram-se também quais dados foram utilizados e como foram obtidos, juntamente de como foi realizado o seu tratamento. Por fim, apresenta-se os métodos utilizados para gerar os resultados.

2.1 Características do estudo

A princípio foi realizada uma revisão bibliográfica dos temas referentes ao trabalho, seguida pela identificação e tratamento dos dados alusivos aos acidentes rodoviários federais pernambucanos, e por fim uma análise descritiva e exploratória dos perfis estatísticos dos acidentes, das pessoas e dos veículos envolvidos em acidentes nas rodovias federais pernambucanas, assim como a criação de um SI.

Para o embasamento teórico, utilizou-se um levantamento bibliográfico, tanto por meio de livros quanto por artigos científicos, de modo a encontrar as metodologias que melhor se adaptassem à realidade do problema tratado, além de introduzir e ampliar conceitos teóricos utilizados neste trabalho.

Este estudo foi abordado de forma quantitativa, visto que traduziu os dados em informações numéricas. O método científico é indutivo. Quanto aos fins, a natureza da pesquisa foi descritiva e exploratória, já que buscou descrever as características dos acidentes e das pessoas, bem como encontrar associações e configurações das ocorrências e de seus fatores envolvidos, traçando os perfis dos envolvidos, dos condutores, dos veículos, da localização e configurações gerais dos acidentes, sendo uma pesquisa aplicada, já que gerou conhecimento para a criação de possíveis soluções do tema trabalhado.

2.2 Obtenção e tratamento dos dados

Sobre a identificação e obtenção dos dados, o acesso à informação está previsto na Constituição Federal, de acordo com a Lei de Acesso a Informação Pública (Lei nº 12.527/2011), sancionada em 2011, a qual regulamenta o acesso aos dados e informações de posse do governo.

Para este estudo foi utilizado os dados abertos criados pela Polícia Rodoviária Federal (PRF) (PRF, 2017), localizados no próprio site da PRF, os mesmos encontravam-se compactados e no formato CSV (*comma-separated values*), estando agrupados por ocorrência

e por pessoa, e separados por ano (de 2007 a 2016). Para utilizá-los foi necessária então a descompactação dos arquivos e conversão para o formato XLSX. Além desse conjunto de dados, foram utilizados os dados contidos no Portal Brasileiro de Dados Abertos (BRASIL, 2014), esses encontravam-se desatualizados (2007 a 2012), porém continham informações sobre a categoria trecho necessárias para o SI.

Ambos os bancos de dados passaram por uma filtragem para que fossem obtidos somente os acidentes rodoviários ocorridos em Pernambuco, para tanto foi utilizada a linguagem de programação VBA (*Visual Basic for Applications*), aplicada no Microsoft Excel 2010 através de macros. Procedimento semelhante foi utilizado para unir os dois bancos em um, adicionando assim a informação do trecho e preenchendo as demais ocorrências com essa informação, com base no quilômetro. Todas as informações separadas por ano foram unidas em um único arquivo, de forma a trata-las e padronizá-las.

Além das variáveis já existentes, foram criadas as variáveis: Sexo/Idade e Uso do solo/Tipo de pista.

2.3 Métodos estatísticos

No que se refere aos métodos estatísticos, para a descrição dos acidentes, foi utilizado à análise descritiva. Já para a abordagem exploratória, estudando a associação entre as variáveis, foi utilizado à análise de correspondência e à análise de *cluster*.

2.3.1 Análise descritiva

A análise descritiva foi utilizada, pois ela permite uma melhor organização e sintetização dos dados, facilitando assim a compreensão do fenômeno estudado.

Mesmo com a perda de informação devido à sintetização, este método torna-se útil, já que, além da organização, ele permite que os dados sejam apresentados de formas mais clara e simples, permitindo o rápido e fácil entendimento do objeto de estudo. A descrição aconteceu por meio de textos, gráficos e tabelas a disposição de compreender melhor o comportamento das variáveis.

Para a realização desta etapa, foi utilizado o Microsoft Excel 2010. O levantamento das frequências das variáveis foi feito a partir de tabelas dinâmicas, as quais facilitavam o acesso às frequências e, conseqüentemente, facilitavam a criação dos gráficos e tabelas.

2.3.2 Análise exploratória

Para a metodologia exploratória, utilizou-se a metodologia da análise de correspondência que, segundo Greenacre (2007), consiste em uma técnica estatística útil para a análise de dados categóricos na forma de frequência numérica, resultando em uma forma gráfica simples que permite uma interpretação e compreensão mais rápida dos dados. Tal método tem como objetivo determinar a associação entre as linhas e colunas de uma tabela de contingência, expondo como as variáveis estão relacionadas.

Aliado a análise de correspondência, utilizou-se a análise de *cluster*. Ela foi utilizada com as coordenadas das variáveis geradas pela análise de correspondência, tendo como objetivo facilitar e reforçar matematicamente, quais variáveis estão “próximas” (associadas), por meio da criação de grupos (*cluster*). Os gráficos gerados pela análise de correspondência, apesar de ser simples, podem apresentar eixos com escalas diferentes, podendo gerar interpretações precipitadas. O método utilizado na análise de *cluster* foi o método hierárquico do vizinho mais próximo e a medida de dissimilaridade foi a distância euclidiana. A ferramenta utilizada para ambos os métodos foi o *software* STATISTICA 10.

2.4 Sistema de informação

Para a criação do protótipo do SI foi utilizado o Microsoft Excel 2010. O sistema foi criado em planilhas eletrônicas através de macros, com base na linguagem de programação VBA e com o uso de fórmulas lógicas criadas dentro das próprias planilhas do Excel.

Os dados e informações a serem mostradas como *output* do sistema são advindos da análise descritiva e exploratória filtradas de acordo com as informações fornecidas pelo usuário. Dentre elas estão gráficos, informações descritivas, associações e a qualidade da informação.

O SI criado é um sistema com diálogo em forma de pergunta e resposta combinado com a forma de menu, onde são levantadas questões sobre o sexo do condutor, a idade, o veículo utilizado, as BRs e os trechos da BR os quais os condutores desejam utilizar, todas as respostas possíveis já estão no sistema, só basta o usuário selecionar, evitando assim que haja erros por parte do usuário, de acordo com as respostas a informação será disponibilizada; após responder as questões, o usuário será encaminhado para um menu, onde ele selecionará quais as informações quer ver.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Estatística Geral

Quando se está lidando com uma extensa listagem de dados, com muitas características a serem investigadas, é praticamente impossível obter-se alguma conclusão apenas olhando, sem nenhuma organização e síntese prévia desses dados (REIS & REIS, 2002). Nesse contexto, entra a estatística, que tem como base um conjunto de dados e é constituída de métodos para recolher, organizar, explorar, descrever e interpretar o conjunto de dados (SILVESTRE, 2007).

Para Moraes (2005), a estatística é um ramo da matemática, que busca proporcionar métodos e técnicas de pesquisa que objetivam planificação de experiências, recolha e organização de dados, a inferência, o processamento, a análise e a disseminação de informação, proporcionando conclusões e previsões.

Dentro dos métodos estatísticos estão a análise descritiva e a exploratória.

3.1.1 Análise descritiva

A análise descritiva deve ser a fase inicial do processo de estudo de dados, sendo utilizada para organizar, resumir e descrever aspectos de um conjunto de características observadas ou compará-las entre dois ou mais conjuntos (REIS & REIS, 2002). É de interesse da análise descritiva, buscar a medida das características dos elementos de toda a população e possui como fim a obtenção do valor exato das grandezas respeitantes à população com base nas observações realizadas em toda a população (SILVESTRE, 2007).

A organização do conjunto de dados é realizada por ferramentas descritivas, geralmente números, tabelas, gráficos, porcentagens, índices e médias (MORAIS, 2005; REIS & REIS, 2002). Na interpretação dos dados, deve-se fazer um resumo verbal ou numérico ou através de métodos gráficos, descrevendo, assim, suas principais características, o método mais adequado dependerá da natureza dos dados, que podem ser qualitativos ou quantitativos (MORAIS, 2005).

Ainda de acordo com Moraes (2005), os dados qualitativos identificam alguma qualidade, categoria ou característica, susceptível de classificação, sendo sumarizados por meio de contagens, proporções, porcentagens e taxas. Já os dados quantitativos são características passíveis de serem medidas, podendo ser discretas ou contínuas, esse tipo de

variável é flexível e pode ser transformada em variáveis qualitativas. No presente trabalho, a maioria das variáveis no conjunto de dados são qualitativas.

3.1.1 Análise exploratória

Como neste trabalho pretende-se também obter simultaneamente valores de vários aspectos relevantes, através dos dados multivariados com o objetivo de encontrar possíveis associações entre variáveis presentes em conjuntos de dados, faz-se uso da análise exploratória, mais especificamente, da análise de correspondência e análise de *cluster*. Tal fato só é possível, pois o conjunto de dados analisado é categórico e multivariado, ou seja, é possível obter simultaneamente valores de vários aspectos relevantes.

A análise de correspondência consiste em uma técnica de análise multivariada, que faz uso de dados categóricos e permite analisar por meio de gráficos as relações existentes entre as variáveis (GREENACRE, 2007). Esta técnica é utilizada em uma tabela de contingência de duas vias, ela possui a frequência de cada categoria, proporcionando que categorias de linhas e colunas, sejam plotadas em um gráfico ao mesmo tempo, possibilitando determinar o grau associação global das linhas e colunas, indicando como as variáveis estão relacionadas, as posições ocupadas pelas variáveis no gráfico serão assumidas de acordo com a associação e a similaridade entre elas, caso estejam próximas, existe uma associação ou similaridade, do contrário estarão distantes (BEH & LOMBARDO, 2014; GREENACRE, 2007).

Para Beh & Lombardo (2014), o centro da análise de correspondência está na necessidade de reduzir o espaço multidimensional para o mínimo possível de dimensões, ao mesmo tempo em que captura as possíveis associações e maximiza a variação dentro de cada conjunto categórico. Neste estudo, será feita relações par a par entre as variáveis, utilizando duas dimensões, de modo a se obter uma boa qualidade e visibilidade na representação.

As formulações e demais pontos algébricos e geométricos encontram-se no (Anexo A), já o significado de algumas das variáveis envolvidas na análise de correspondência podem ser encontradas no (Apêndice B).

Como segunda etapa da análise exploratória, tem-se a análise de *cluster*. Ela tem como objetivo agrupar elementos de dados baseando-se na similaridade entre eles, buscando obter-se homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre eles, a medida de similaridade é normalmente expressa como uma função distância (DONI, 2004).

Alguns exemplos de medidas de distância são: distância euclidiana, distância euclidiana quadrática, distância de Manhattan, distância de Chebychev; para este trabalho foi utilizado à

distância euclidiana, que consiste na distância geométrica no espaço multidimensional (DONI, 2004) e é representada pela Fórmula 3.1:

$$d(x, y) = \left[\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.1)$$

onde $d(x, y)$ é a distância euclidiana entre o ponto x e o ponto y ; x_i é a coordenada do ponto x na dimensão i ; y_i é a coordenada do ponto y na dimensão i ; e, n é o número de dimensões.

As técnicas de agrupamento podem ser divididas em duas: hierárquico e não-hierárquico. A técnica hierárquica compreende em sucessivos agrupamentos ou divisões de elementos, em que os elementos são agregados ou desagregados, já a não-hierárquica agrupa elementos em K grupos, em que K é a quantidade de grupos definida previamente (ALBUQUERQUE *et al.*, 2006).

Dentre os métodos hierárquicos estão: vizinho mais próximo, vizinho mais distante, ligação por média, ligação por centroide, ligação por mediana e método de Ward (DONI, 2004). O tipo de agrupamento utilizado neste trabalho foi uma técnica hierárquica, mais precisamente o método do vizinho mais próximo. Como aponta Valli (2002), o método do vizinho mais próximo usa a distância mínima entre os elementos dos grupos como regra para o agrupamento, ele é um algoritmo que une os grupos que possuem a menor distância em cada etapa, até possuir um único grupo.

O método possui como características (ANDERBERG, 1973 *apud* DONI, 2004):

- Em geral, grupos muito próximos podem não ser identificados;
- Permite detectar grupos de formas não-elípticas;
- Apresenta pouca tolerância a ruído, pois tem tendência a incorporar os ruídos em um grupo já existente;
- Apresenta bons resultados tanto para distâncias Euclidianas quanto para outras distâncias;
- Tendência a formar longas cadeias (encadeamento).

Os grupos são normalmente representados por um diagrama bi-dimensional chamado de dendrograma que, segundo Linden (2009), é a forma mais usual de representação dos resultados de algoritmos hierárquicos, mostrando intuitivamente a ordem do agrupamento, sendo que quanto mais alto a linha ligando dois grupos, mais tarde foi feito seu agrupamento. Essa representação serve para determinar em que etapa se deve parar, definindo quais serão os grupos formados, através de uma decisão subjetiva que é realizada de acordo o objetivo da análise e o número de grupos desejados.

3.2 Sistema de informação

Antes de falar sobre o SI, é necessário apresentar alguns conceitos importantes para ele, como dados, informação e sistemas.

De acordo com Almeida & Ramos (2001), “dados são fatos sobre um objeto ou conceito, informação são dados que foram organizados, refinados e se apresentam de uma forma tal que podem ser usados para facilitar o processo de tomada de decisão presente ou futura”. Na visão de Stair & Reynolds (2011), dados são fatos crus, e quando são organizados de tal maneira que passam a ter significado, eles se tornam informação, sendo informação definida como “conjunto de fatos organizados de tal maneira que possuem valor adicional, além do valor dos fatos individuais” e essa transformação é realizada por um processo, sendo este um conjunto de tarefas realizadas para alcançar um resultado definido.

Para as informações serem realmente úteis, é necessário conhecimento, que “é a consciência e a compreensão de um conjunto de informações e os modos como essas informações podem ser úteis para apoiar uma tarefa específica ou para chegar a uma decisão” (STAIR & REYNOLDS, 2011). Vale salientar que apenas as pessoas através de sua interpretação possuem a capacidade de transformar um dado em informação (MATTOS, 2005).

Já o sistema são um conglomerado de elementos que interagem para alcançar objetivos, os elementos e os relacionamentos entre eles determinam o funcionamento do sistema, o qual possuem entradas, mecanismos de processamento, saídas e realimentação (STAIR & REYNOLDS, 2011).

Tendo conhecimento desses conceitos mais simples, é possível entender que SI nada mais é que um sistema focado no processamento de dados ou informações (MATTOS, 2005), mais precisamente é um conjunto de elementos inter-relacionados que coleta (entrada), manipula (processo), armazena e disseminam dados e informações (saída) (STAIR & REYNOLDS, 2011), sendo que essa saída está associada a uma decisão (ALMEIDA & RAMOS, 2001).

Um SI é caracterizado por fornecer acesso rápido a informação, lidar com grandes volumes de dados de fontes diferentes, fornecer relatório e flexibilidade na apresentação e oferecer orientação textual e gráfica, apoiando a análise em detalhes (STAIR & REYNOLDS, 2011).

No SI estão presentes um banco de dados e uma base de modelos que possuem a interface de usuário, permitindo que os usuários manipulem e acessem facilmente o sistema (STAIR & REYNOLDS, 2011).

A interação do SI com o usuário se dar por meio de um diálogo, que pode ser através de relatórios programados, indivíduo intermediário, analista de apoio, perguntas e respostas, menu, linguagens de comando, entrada/saída e combinação (ALMEIDA & RAMOS; 2001). Neste trabalho são utilizados perguntas e respostas e o menu, que como aponta o autor, no primeiro o sistema faz perguntas e o usuário as responde, baseado nessas respostas a informação é gerada, já o segundo apresenta algumas opções e o usuário selecionará uma, baseado na escolha o usuário recebe ou uma resposta ou é transferido para outro menu.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Acidentes rodoviários

Por ser um problema de saúde pública, a atenção dada pela comunidade científica para o problema de acidentes de trânsito é grande, principalmente quando se fala de produção científica internacional, tendo assim sempre artigos atuais sobre o tema e com metodologias diferentes.

No âmbito internacional, temos a pesquisa de George & Athanasios & George (2017), eles investigaram a gravidade de acidentes rodoviários ocorridos na Grécia por tipo de veículo através de uma regressão lognormal, nele é mostrado que acidentes que ocorrem com boas condições climáticas e ocorrências durante a noite estão associados a acidentes mais graves, e também que a gravidade do tipo de acidente é diferente de acordo com o tipo de veículo, sendo os motociclistas os que possuem maior vulnerabilidade no trânsito. Másilková (2017), através de uma análise de documentos na República Checa, comenta em seu artigo que os principais afetados pelos os acidentes são os que estão diretamente ligados às ocorrências (os acidentados) e a sua família, além da consequência para saúde, seja física ou psicológica dos acidentados, esses sinistros muitas vezes levam a lesões que incapacitam as vítimas, causando impactos em toda sua esfera social, pois o mesmo pode perder o emprego, passar por dificuldades financeiras e perda de amenidade, afetando assim também os mais próximos da vítima.

Já no que se refere à produção científica nacional sobre o tema, Bôas & da Silva (2015), através de um levantamento literário e descritivo de pesquisas relacionadas a acidentes de trânsito no Brasil, comentam que existe um baixo número de publicações científicas voltadas para a problemática de acidentes de trânsito, ficando abaixo dos 10% do total de publicações, além de não possuir trabalhos que utilizassem da interdisciplinaridade para primar por soluções multidisciplinares às questões do trânsito, no mesmo artigo, os autores verificam uma relação forte entre o trânsito e a segurança pública, como também foi constatados graves impactos e consequências de acidentes e violências no trânsito nos setores econômico, social e político de amplas e mínimas visibilidades. Os próximos artigos mostrados nesta seção serão todos do Brasil e o mais atualizado possível, visto que possuem conclusões que podem representar também o atual estado da problemática em Pernambuco.

Santos *et al.* (2016), analisou os acidentes de trânsito envolvendo óbitos de idosos, como resultados tem-se que 57,3% dos mortos foram pedestres, 49,6% morreram no próprio

local do acidente, e a maior causa foi o politraumatismo, maior parte dos óbitos estão na área urbana, com aglomerado de bairros com alta ocorrência de acidente.

Batistão & Tachibana & da Silva (2016) realizam um mapeamento no trecho km 493 a 592 da rodovia SP-270 (Raposo Tavares), do período de 2007 a 2013 de trechos rodoviários críticos, descobrindo que 30% do trecho é responsável por 70% das ocorrências, a identificação de trechos críticos facilita o processo de tomada de decisão, a partir da priorização dos trechos mais críticos.

Batistão & Flores & da Silva (2017) pesquisaram sobre as ocorrências nas rodovias estaduais do oeste paulista, apontando uma maior quantidade de acidentes nos meses de férias escolares e no período da noite em cinco dos municípios da região estudada.

De Carvalho (2016) a partir de uma análise do sistema de informação do Ministério da Saúde constata que: motociclistas apresentaram as maiores taxa de crescimento de vítimas, a região Nordeste possui uma das maiores taxas de crescimento de mortes aliado a uma alta taxa de crescimento da frota de veículos, além de colocar como importante a priorização de sistemas de gestão e fiscalização do trânsito, identificação dos pontos críticos e redução da velocidade de tráfego.

E por último tem-se o estudo de Silva & Menezes & Neder (2015), eles realizaram uma pesquisa sobre a influência da qualidade da malha rodoviária brasileira sobre os acidentes de trânsito. Nele é verificado se a falta de uma boa infraestrutura rodoviária aumenta o número de acidentes, tal premissa torna-se falsa, visto que em rodovias com melhor qualidade, os condutores dedicam uma menor atenção, além de aumentar a velocidade e o fluxo médio de veículos, devido a isso, foi recomendado que o foco dos investimentos seja na sinalização e campanhas de educação no trânsito, para se ter um melhor proveito de uma boa malha rodoviária.

Já quando filtrado para estudos específicos para o estado de Pernambuco, a quantidade de pesquisas atuais são mínimas, dentre elas estão o estudo de Jardim *et al.* (2017), que analisa os acidentes de trânsito ocasionados por animais nas rodovias federais do estado de Pernambuco nos anos de 2012 a 2014, e tem como principais resultados que: a maioria dos acidentes são ocasionados por automóveis (46,9%), ocorrem na BR 232 (37,5%), em pista simples (72,8%), fase de plena noite (65,7%), e no perímetro rural (72,2%).

Outros estudos voltados para Pernambuco são: os de Lima & Garcez (2015a, 2015b, 2016), nos quais, o primeiro aborda apenas a análise de acidentes na BR-232/PE nos anos de 2007 a 2012, o segundo consiste em uma dissertação de mestrado que realiza um estudo descritivo e exploratório abrangendo os acidentes de todo o estado pernambucano nos anos de

2007 a 2012 e o terceiro possui os mesmos objetos de pesquisa, focando mais no estudo exploratório dos mesmos; e por último o artigo científico de Martins & Garcez (2017), no qual são levantadas as informações de forma descritiva sobre os perfis dos condutores, dos envolvidos, dos acidentes em geral e dos acidentes com vítimas graves e mortas no intervalo de 2007 até agosto de 2015.

O presente trabalho tem como referências principais esses quatro últimos estudos, diferenciando-se nos resultados deles por acrescentar todo o ano de 2015 e 2016. Este trabalho também se difere dos demais em relação à análise exploratória de dados, através do uso da análise de correspondência aliada a uma análise de *cluster*, ao mesmo tempo em que não são feitas algumas relações diferentes as já realizadas. Por fim diferencia-se principalmente pela criação de um protótipo de um SI voltado para o apoio à decisão nos mais diferentes contextos que podem envolver os condutores, empresas privadas e o poder público.

4.2 Análise descritiva

Como já mencionado, a análise descritiva é a fase inicial do processo de estudo de dados (REIS & REIS, 2002), sendo necessária para a maioria dos tratamentos de dados.

Alguns dos estudos que focam na análise descritiva são: o de Massau & da Rosa (2016), que utiliza da análise descritiva em acidentes rodoviários no Brasil para fornecer informações sobre estado físico das vítimas, causas dos acidentes, e custos envolvidos de modo que se pudesse visualizar a importância da prevenção de acidentes no trânsito como política social de saúde pública, demonstrando também que a garantia do direito à saúde é um desafio agravado pelas despesas destinadas ao atendimento e tratamento das vítimas de acidentes de trânsito.

Bacchieri e Barros (2011) utiliza desse método para descrever a situação dos acidentes de trânsito no Brasil, desde a implementação do Código de Trânsito Brasileiro de 1998 até o ano de 2010, o trabalho identifica como principais problemas do trânsito brasileiro o aumento do número absoluto de mortos e taxas de mortalidade, crescimento da frota de motocicletas e do uso de álcool.

Souza *et al.* (2007) faz uso da análise descritiva para a realização do estudo sobre a mortalidade por acidentes de transporte terrestre no Brasil em 2003, dentre os principais resultados teve-se que a região Sudeste é responsável pela maior parte dos óbitos (41%), brancos, pardos e pretos apresentaram as maiores taxas de mortalidade (19, 16 e 15 por 100 mil, respectivamente), a maioria dos pedestres vítimas de atropelamento foram os pretos em ambos os sexos, para acidentes de motocicleta a maior taxa foi para brancos do sexo

masculinas e pessoas pardas do sexo feminino, já quando ocorre com ocupante de automóvel a maioria foram indivíduos brancos do sexo masculino e feminino.

Outros artigos que fazem uso desta abordagem e que já foram citados aqui são os trabalhos de: Martins & Garcez (2017), Lima & Garcez (2015a, 2015b), Jardim *et al.* (2017), Santos *et al.* (2016) e Bôas & da Silva (2015).

4.3 Análise exploratória

A análise de correspondência permite encontrar possíveis associações entre variáveis categóricas, tendo isso em vista, Das & Sun (2015) utilizaram em seu artigo a análise de correspondência para realizar um estudo sobre possíveis associações para acidentes rodoviários fatais do tipo em que o veículo sai da estrada, em Louisiana, chegando ao seguinte resultado: os motoristas de caminhões leves, motoristas em rodovias estatais indivisíveis, motoristas do sexo masculino com passageiros no período da madrugada, motoristas idosos do sexo feminino (65 a 74 de idade) em veículos sem passageiros e os motoristas com baixo tempo de reação devido a condução com deficiência foram estreitamente associado a ocorrências fatais de saída de pista.

Billot-Grasset & Amoros & Hours (2016) em seu estudo como o comportamento do ciclista afeta as configurações de acidentes envolvendo bicicletas, também fizeram uso da análise de correspondência para verificar a consistência da tipologia criada, e para obter uma visão adicional sobre o comportamento do condutor por meio da projeção de variáveis suplementares, através dela foi descoberto que fatores como mau tempo, período noturno, consumo de álcool e velocidade são variáveis que contribuem para acidentes envolvendo ciclistas.

Outros trabalhos que utilizam do método são: o estudo de Mitchell *et al.* (2015), D'Avila *et al.* (2015) e os já citados Lima & Garcez (2015b, 2016).

Assim como a análise de correspondência, a análise de *cluster* permite interpretar associações entre variáveis, através da criação de grupos. Nitsche *et al.* (2017), através da análise de *cluster* aplicada a um banco de dados de acidentes de carros em junções rodoviárias, criou treze grupos de acidentes para junções em T e seis aglomerados de colisão para encruzilhada, revelando características de colisão comuns, que foram a base para as descrições dos cenários. Theofilatos *et al.* (2017) utiliza da análise de cluster para dividir o tráfego em grupos significativos e assim, investigar seus impactos na probabilidade de acidente e gravidade do acidente de duas principais estradas de Atena, para posteriormente utilizar de uma análise discriminante e regressão logística bayesiana.

Depaire & Wets & Vanhoof (2008), Anderson (2009) e de Ona *et al.* (2013) são exemplos de autores que também utilizaram do método em acidentes rodoviários.

Aplicações simultâneas dos dois métodos abordados podem ser vistas no livro de Greenacre (2007), Le Roux & Rouanet (2010), Murtagh (2005), Greenacre & Blasius (2006) e Greenacre (1984).

4.4 Sistema de informação

Sistemas de informações podem ter diversas utilidades no que se refere à problemática de acidentes rodoviários. Ryder *et al.* (2017), em seu estudo sobre prevenção de acidentes, utiliza um SAD que fornece avisos aos motoristas sobre os pontos frequentes de acidentes baseados em análises de localização aplicados a um conjunto de dados de acidentes históricos nacionais, o sistema foi testado com 57 motoristas da Suécia, sendo mostrado que esses avisos resultam em uma melhoria significativa no comportamento do motorista ao longo do tempo, onde a eficácia do sistema está depende da personalidade do motorista.

Fancello & Carta & Fadda (2015) teve como objetivo desenvolver um procedimento para apoiar as administrações públicas no planejamento de intervenções de segurança na malha rodoviária, utilizando o SAD, na qual faz uso da análise de concordância para determinar quais seções exigem intervenções para melhoria das condições de condução seguras.

Korchagin *et al.* (2017) propõem em seu trabalho um sistema de informação o qual denominam por ROAD (*Road Accident Consequences Elimination subsystem*) que visa diminuir o número de acidentes e lesões associadas ao transporte rodoviário; minimizar os danos infligidos por acidentes rodoviários; diminuir o risco de qualquer tipo de ocorrência; melhorar a eficiência e segurança ecológica da manutenção do transporte rodoviário, o mesmo inclui: informação, subsistemas de monitoramento e recursos, baseando-se em um subsistema de informação altamente eficiente que fornece a interação entre os subsistemas de monitoramento e recursos unificados por entidades comuns de gerenciamento.

Török & Pauer & Berta (2017) analisa o impacto de um SI Rodoviário na segurança no trânsito. Eles destacam que a disponibilização de informações sobre os trechos críticos permite o aumento da segurança nas rodovias. De acordo com os resultados fornecidos, as categorias de "colisão entre veículos em movimento na direção de cruzamento" e "omissão de dar o direito de passagem" podem ser influenciadas pelo sistema de informação.

Dentre outros trabalhos estão o de Tripodi *et al.* (2012) que desenvolveu um SAD para selecionar medidas de segurança para reduzir o risco de acidentes em rodovias no Brasil e na

Índia; e o estudo de Olga & Luca (2012), onde desenvolve-se um SI integrado a um SAD já existente, permitindo a avaliação de impacto nas intervenções de segurança rodoviária que envolvem uma modificação das condições de tráfego.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados presentes neste capítulo correspondem a um total de 62.594 acidentes de trânsito ocorridos no estado de Pernambuco envolvendo 139.385 pessoas, entre os anos de 2007 a 2016.

5.1 Análise descritiva

5.1.1 Perfil dos acidentes

A Figura 5.1 demonstra a quantidade de acidentes por ano, nela é possível observar que de 2007 a 2011 o número de ocorrências é crescente, tendo seu pico no ano de 2011, com 8.230 sinistros; de 2012 a 2014 houve uma estabilização, ficando sempre na faixa dos 7 mil acontecimentos; já nos últimos dois anos, foram registrados os dois dos três menores índices de acidentes por ano, com grande destaque para o ano de 2016, onde foram registrados 3.623 acidentes, valor esse que representa uma diferença de 1.142 ocorrências para o ano 2007 (o segundo ano com a menor quantidade de ocorrências) e 4.607 para o ano 2011. Em contrapartida a este fato, tem-se que quando levado a classificação de acidentes em consideração, é em 2016 onde existe a maior parcela de acidentes com vítimas feridas ou fatais, com aproximadamente 55% e 9% respectivamente, contra uma média de 35% e 5% dos outros anos.

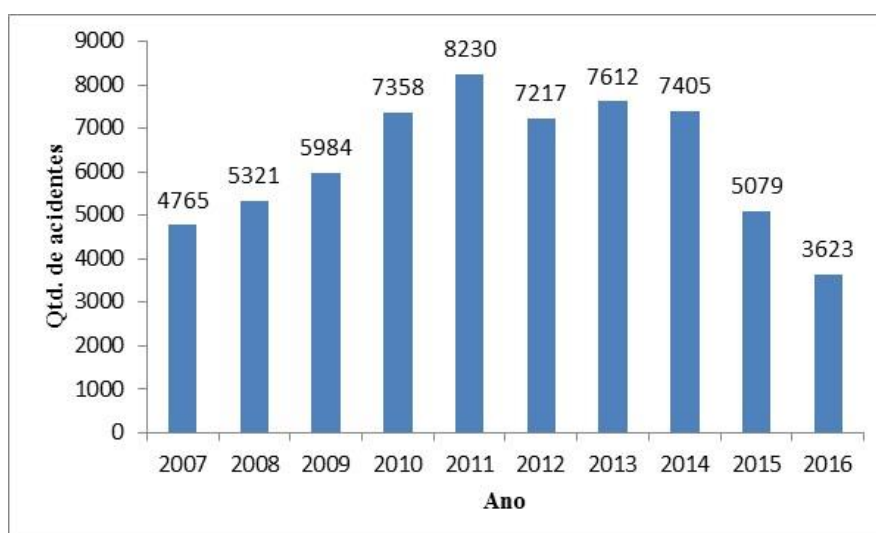


Figura 5.1 - Número de ocorrências por ano
Fonte: o autor (2017)

Quando os acidentes são separados pelo dia da semana (vide Figura 5.2), os mesmos encontram-se distribuídos de forma proporcional, uma curiosidade é que os picos de acidentes

ocorrem na segunda-feira (15,32%) e na sexta-feira (15,81%), ou seja, no primeiro e no último dia útil da semana. Balanceamento parecido ocorre quando separados por trimestre, onde o ápice ocorre no 2º trimestre (26,25%) e o seu declínio no 3º trimestre (23,97%).

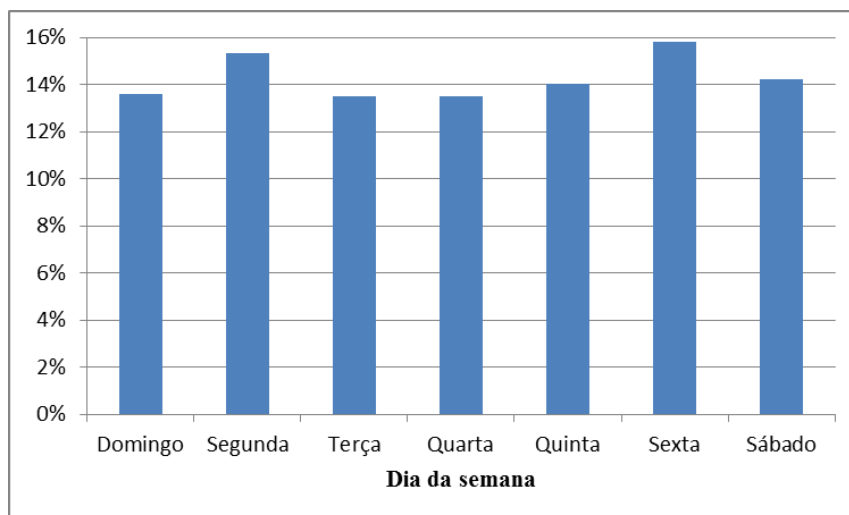


Figura 5.2 – Ocorrências por dia da semana
Fonte: o autor (2017)

O dia foi dividido em quatro fases, sendo elas o amanhecer, pleno dia, plena noite e anoitecer, sendo no pleno dia onde ocorre mais da metade dos sinistros (37.429) e a plena noite é o segundo colocado com 18.782 acidentes, tal fato justifica-se pela maior quantidade de veículos rodando nesses horários, sendo a quantidade de ocorrências proporcional ao número de veículos circulando. As ocorrências por fase do dia é representado na Figura 5.3.

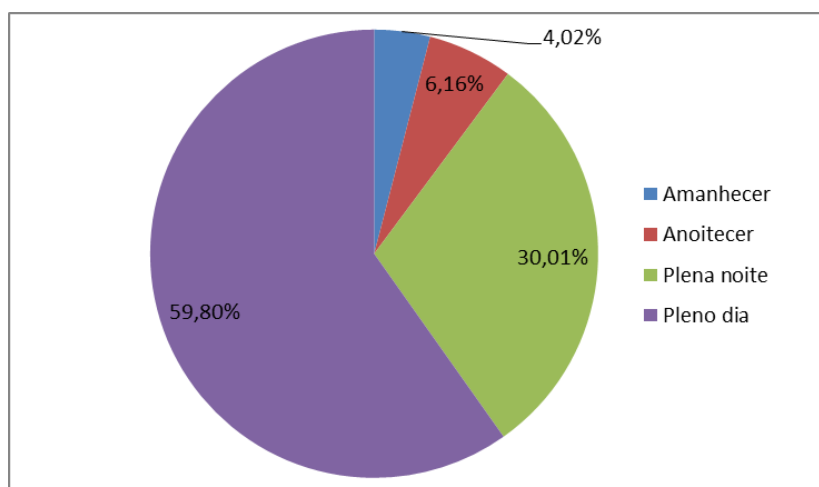


Figura 5.3 – Fase do dia
Fonte: o autor (2017)

No que se refere à localização, os acidentes estão distribuídos entre as 11 rodovias federais, sendo as duas BRs com maiores participações a BR 101/PE e BR 232/PE, juntas são responsáveis por cerca de 69,63% dos acidentes, a terceira maior é a BR 104/PE, com participação de 6,83%; as demais BRs possuem uma porcentagem menor que 5% (ver Tabela 5.1). Vale destacar que a união das nove rodovias federais com menor número de ocorrências é inferior a BR 101/PE em 12,26%, e supera a BR 232/PE em apenas 3,35%; destacando, assim, a gravidade dessas duas rodovias, principalmente a BR101/PE.

Quando levado em consideração a extensão da rodovia, as três BRs com maior número de ocorrências mantêm sua posição e a diferença entre a criticidade em termos de ocorrência por parte da BR 101/PE, perante as demais, torna-se ainda mais evidente, possuindo por exemplo, cerca de 82 acidentes por km a mais do que a BR 232/PE, que é a segunda rodovia mais crítica. A obtenção da extensão das rodovias foi feita com base no *Google Maps*, sendo assim valores aproximados.

Tabela 5.1- Quantidade de acidentes por BR

BR	Quantidade	Participação	km	Quantidade/km
BR-101/PE	26677	42,62%	237	112,56
BR-232/PE	16908	27,01%	552	30,63
BR-104/PE	4276	6,83%	149	28,70
BR-428/PE	3091	4,94%	190	16,26
BR-408/PE	2635	4,21%	106	24,86
BR-423/PE	2445	3,91%	178	13,74
BR-407/PE	2336	3,73%	130	17,97
BR-316/PE	1812	2,90%	472	3,83
BR-424/PE	1278	2,04%	135	9,46
BR-116/PE	778	1,24%	92,8	8,38
BR-110/PE	354	0,57%	46,4	7,63

Fonte: o autor (2017)

As rodovias federais abordadas neste estudo passam por 98 cidades de Pernambuco. É a capital do estado (Recife) a cidade com maior número de ocorrências registradas, sendo responsável por uma parcela de 18,70% dos acidentes, valor esse que representa mais que o dobro do segundo município, que é Jaboatão dos Guararapes com 8,32%. Informações sobre a quantidade de acidentes de todas as cidades envolvidas podem ser encontradas no (Apêndice A).

Analisando os tipos dos locais onde ocorrem os acidentes, em pistas simples aconteceram 29.806 ocorrências, 6.359 em múltiplas e 26.429 em pistas duplas. Quando

adicionados a essa informação o tipo do solo (Figura 5.4), tem-se que apenas no tipo de pista simples, a parcela do solo rural (51,08%) supera o solo urbano (48,92%), nos demais, o solo urbano é soberano, principalmente quando são pistas múltiplas. Além disso, no que se refere ao traçado da via, 81,08% dos sinistros ocorreram em retas, 15,37% em curvas e 3,54% em cruzamentos; fato esse justificado pela maior parte das rodovias em Pernambuco serem retas.

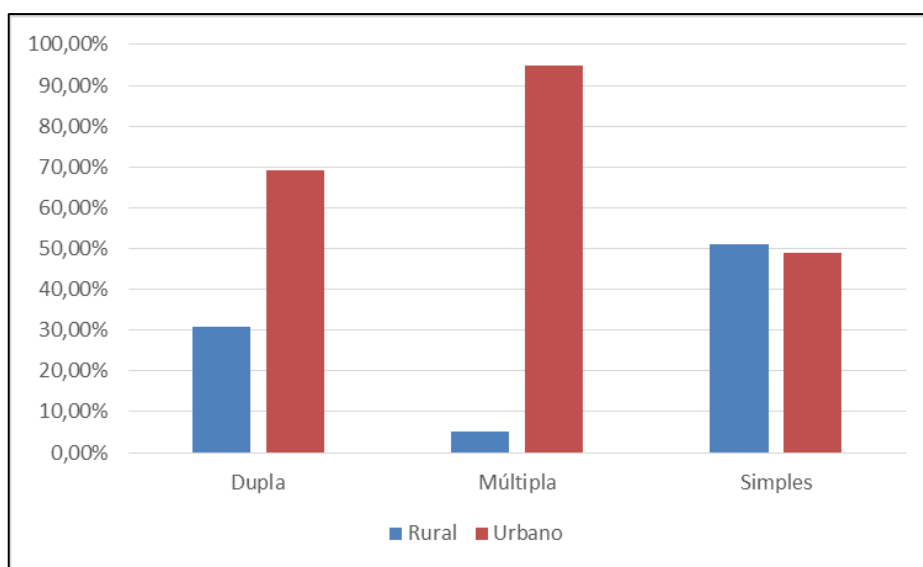


Figura 5.4 – Uso do solo por tipo de pista e ocorrência de acidentes
Fonte: o autor (2017)

A Figura 5.5 representa a quantidade de acidentes por causa. Nela é possível observar que são sete as causas de responsabilidade direta do condutor, são elas: falta de atenção (36,85%), não guardar distância de segurança (8,27%), ingestão de álcool (4,29%), desobediência à sinalização (3,70%), velocidade incompatível (3,58%), ultrapassagem indevida (2,42%) e dormindo (2,28%), juntas são responsáveis por 61,39% dos acidentes. Já as ocorrências causadas por defeito na via, causa essa de maior responsabilidade do governo, possui 1.689 (2,70%); informações essas que demonstram que, quem mais causa acidentes e quem mais pode evita-los são os próprios condutores. Destaca-se que a segunda causa mais frequente no banco de dados é classificada como “outras”, com participação de 26,81%, não sendo possível identificar quais são exatamente as causas que são classificadas assim ou se são classificadas como “outras” as causas que não foram possíveis ser identificadas na hora da coleta dos dados.

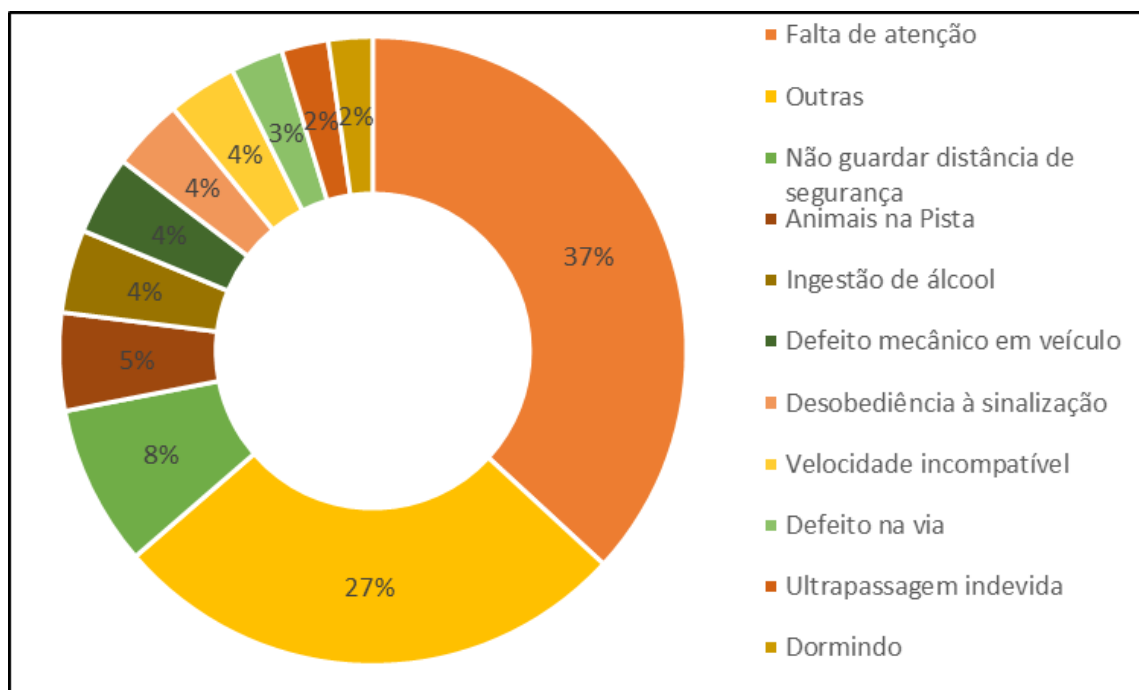


Figura 5.5- Causa dos acidentes
Fonte: o autor (2017)

Existem dezesseis tipos diferentes de acidentes, sendo os mais comuns a colisão traseira (29,38%) e a colisão lateral (21,18%), juntas somam mais da metade da frequência do tipo de acidente. As informações sobre as frequências dos tipos de acidentes podem ser vistas na Figura 5.6.

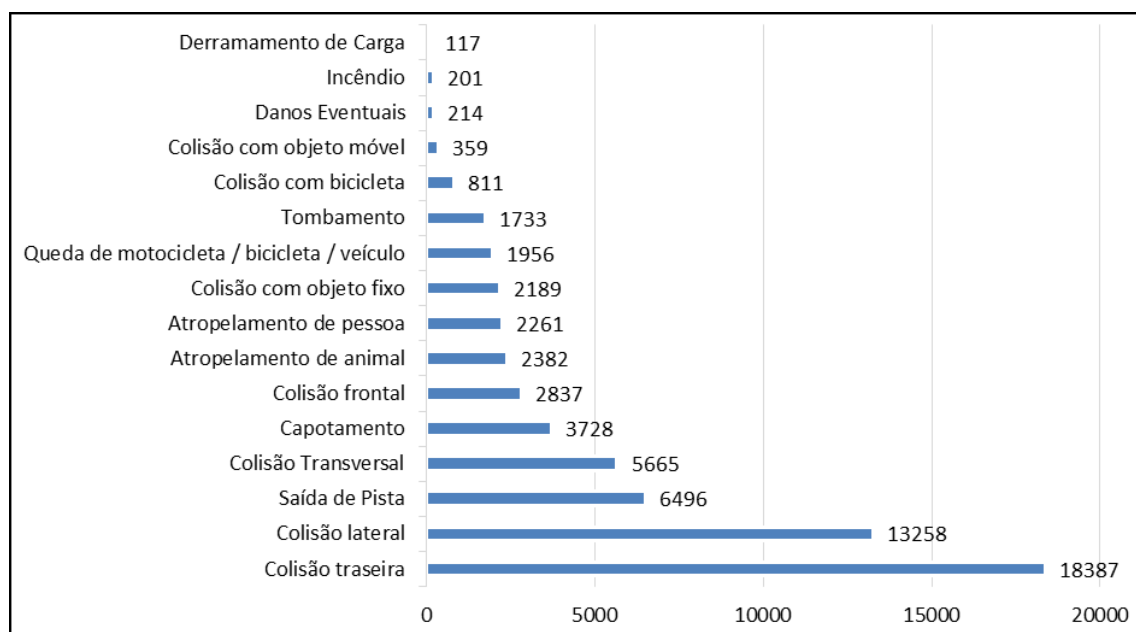


Figura 5.6 – Tipo de acidente
Fonte: o autor (2017)

5.1.2 Perfil das pessoas

O comportamento da quantidade de pessoas envolvidas em acidentes por ano (Figura 5.7) segue a mesma tendência da quantidade de ocorrências por ano, possuindo, assim, comportamento crescente de 2007 a 2011, saindo de 10.112 envolvidos até o pico de 18.260. Após o pico, os anos de 2012 a 2014 possuem comportamento semelhante a 2010, ficando em um intervalo de 16.000 a 17.100. Como destaque tem-se o decréscimo significativo nos últimos dois anos, onde 2015 possui o terceiro menor número de envolvidos em acidentes e 2016 é o ano com a menor quantidade de envolvidos, com 8.220, valor esse, menor em 18,71% comparado com 2007 (2º melhor ano). Quando levado em consideração o número de ocorrências por ano, 2007 é o ano que tem uma menor média de envolvidos por acidentes (2,12 pessoas por ocorrência), esse valor tende a crescer de forma quase que logarítmica ao longo dos anos, com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,9823 quando excluído o ano de 2010 que é o ano que possui maior razão (2,29), sendo um “ponto fora da curva”, quando o mesmo é adicionado à análise de linha de tendência, o coeficiente cai para 0,6984.

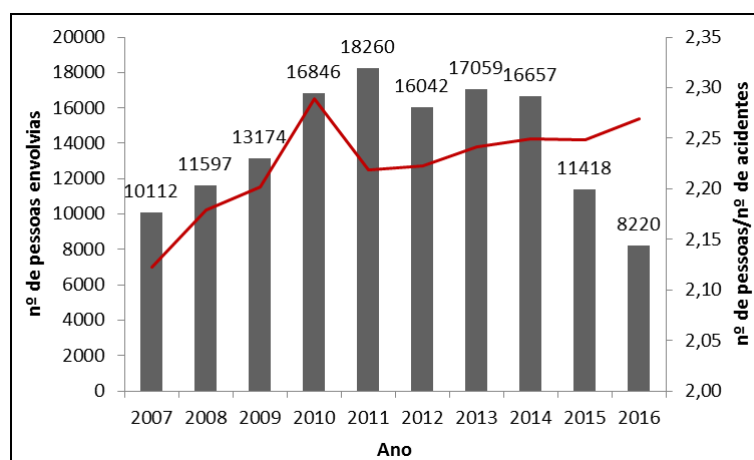


Figura 5.7- Nº de envolvidos por ano
Fonte: o autor (2017)

Dentre as 139.385 pessoas envolvidas em acidentes, 81,85% são condutores, 16,21% são passageiros, 1,90% são pedestres e 0,04% classificados como outros (autor, cavaleiro, ciclista, vítima). Além disso, 79,42% das pessoas são homens, 14,45% são mulheres e os demais são classificados como não informados ou inválidos.

Observando a faixa etária dos envolvidos, a maioria está dentro de uma faixa de 30 a 44 anos, seguida pelas faixas de 15 a 29 anos e 45 a 59 anos, com respectivamente 47.050, 33.564 e 24.054 pessoas com idades dentro dessas faixas, sendo 29 anos a idade mais comum, com uma frequência de 3.852. Em todas as faixas etárias o sexo masculino é predominante,

com destaque à faixa de 45 a 59, na qual 88,86% são homens e 11,14% mulheres, a menor diferença ocorre entre os 5 a 14 anos, com 55,92% dos envolvidos sendo homens e 44,08% de mulheres, a Figura 5.8 faz a relação entre a idade e o sexo dos envolvidos.

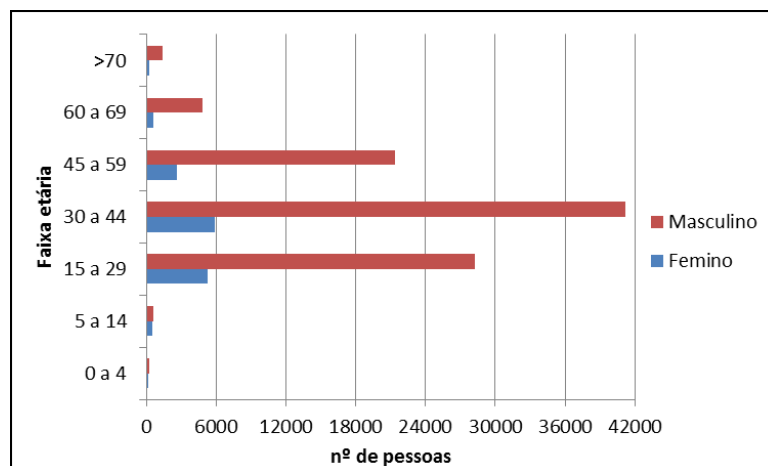


Figura 5.8 – N° de pessoas por faixa etária

Fonte: o autor (2017)

Dos 62.594 acidentes, 57,37% são classificados como sem vítimas, 36,06% com vítimas feridas, e 5,59% resultaram em vítimas fatais, restando 1,01% de ignorados. Como consequência dessas ocorrências, houve 4.187 mortes, 11.846 pessoas ficaram feridas gravemente, 89.505 ilesos, 25.390 feridos levemente e 8.450 foram ignorados, a Figura 5.9 mostra a parcela que cada estado físico assumiu diante do total de pessoas envolvidas.

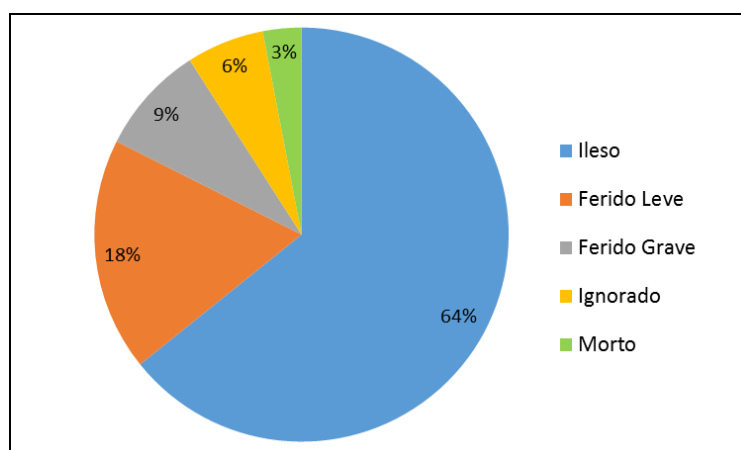


Figura 5.9 – Participação dos estados físicos

Fonte: o autor (2017)

Em 20,36% dos casos há apenas uma pessoa envolvida, em 55,51% há duas pessoas, em 15,33% são três pessoas e nos demais casos há quatro ou mais pessoas.

5.1.3 Perfil dos veículos

Existem 25 tipos diferentes de veículos envolvidos em acidentes. Os com maiores participações são os automóveis com 46,93%, motocicletas com 12,65% e o caminhão com 11,71%; porém os motociclistas são os que mais morrem ou ficam feridos gravemente, com 1.121 mortos e 3.527 feridos graves contra 516 mortos e 1.601 feridos graves que conduziam automóveis, o (Apêndice A) identifica a frequência de todos os veículos. Em 58,52% dos casos existem dois veículos envolvidos, em 31,19% possui um veículo e em 8,04% são três.

5.1.4 Perfil dos condutores

Dos 114.091 condutores presentes no banco de dados, a grande maioria é do sexo masculino, com participação de 85,41%, sendo então 7,80% do sexo feminino e os demais a informação é inválida ou não informada. Os adultos (idade entre 30 a 59 anos) são os que mais estão presentes em acidentes como condutores, com participação de 56,575, seguidos por jovens (15 a 29 anos) com 24,09% e só então vêm os idosos (5,21%), sobrando assim os não preenchidos e as crianças (0,11%). A Figura 5.10 representa a participação das faixas etárias dentro do tipo de sexo dos condutores, onde os dados inválidos, não informados ou de crianças foram excluídos para a análise; nela é possível observar que ambos os grupos possuem comportamentos semelhantes, sendo a maior diferença para jovens e idosos, onde para jovens a diferença é de 3,57% e para idosos de 2,42%.

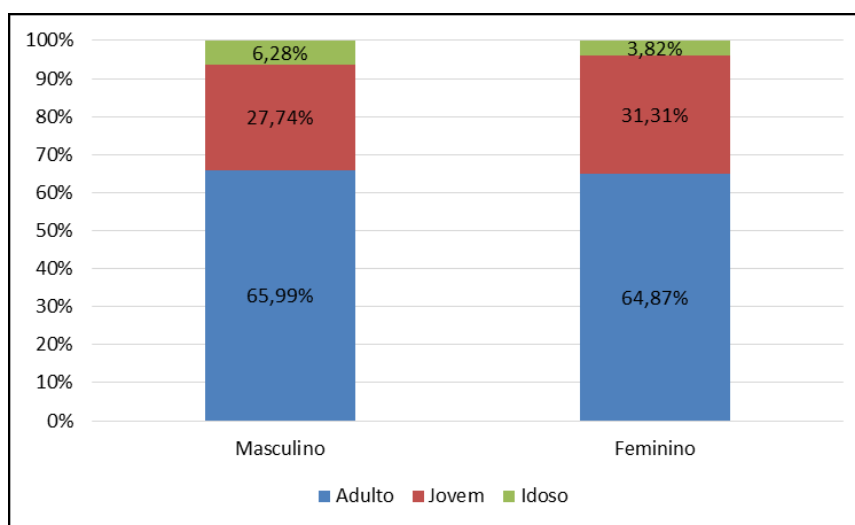


Figura 5.10 – Faixas etárias dos condutores do sexo masculino e feminino
Fonte: o autor (2017)

Na Figura 5.11 é possível constatar que a participação dos grupos masculino e feminino entre os envolvidos em acidentes como condutores permanecem quase que constantes ao longo dos anos, sendo que no ano de 2016 (ano com menor número de ocorrências) é também o ano em que há uma queda na participação das mulheres e consequentemente um aumento na participação dos homens. Além disso, nota-se também que os três primeiros anos, a participação da mulher é menor que 8%, no ano seguinte (2010) a participação das mulheres aumenta para 8,54%, e a partir de 2011 a porcentagem de mulheres motoristas envolvidas em ocorrências aumenta até o ano de 2014, onde atinge seu pico de 9,56%, esse intervalo de 2010 a 2014 é também o intervalo onde há um maior número de condutores envolvidos, porém em contrapartida o ano de 2015 (terceiro menor em número de condutores envolvidos) possui a segunda maior participação das mulheres (9,26%). Ao longo de todo o período estudado, a participação nos acidentes dos condutores do sexo masculino sempre é maior que 90% das ocorrências registradas. Provavelmente, essa grande porcentagem é devido ao maior número de condutores masculinos que utilizam as rodovias.

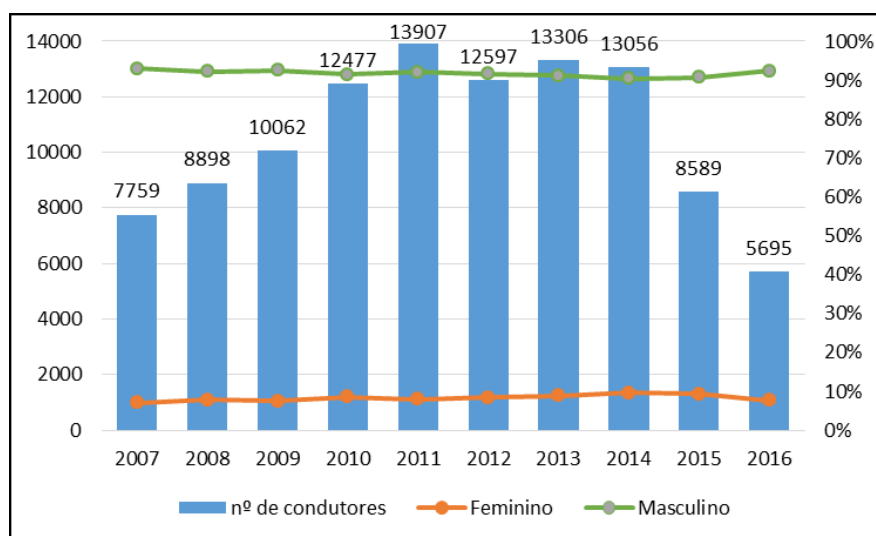


Figura 5.11- Nº de condutores por ano

Fonte: o autor (2017)

Dentre os condutores, como pode ser visto na Figura 5.12 e Figura 5.13, a maioria consegue se livrar sem nenhuma consequência ou apenas uma consequência leve, comparando as duas figuras, é possível notar que a parcela de feridos graves e mortos é maior nos homens, com respectivamente 6,45% e 2,21% contra 3,75% e 0,58% das mulheres, apesar de não ser uma diferença grande, isso representa uma diferença de 5.952 (6.286-334) de feridos graves e 2.099 (2.151-52) de perdas humanas, demonstrando assim que a consequência maior recai mais frequentemente em pessoas do sexo masculino.

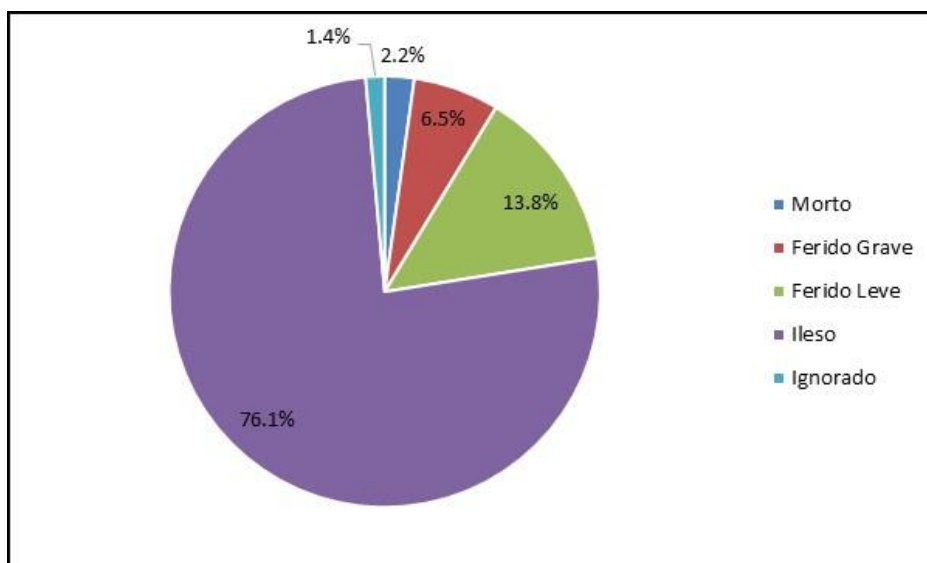


Figura 5.12 – Estado físico dos condutores do sexo masculino
Fonte: o autor (2017)

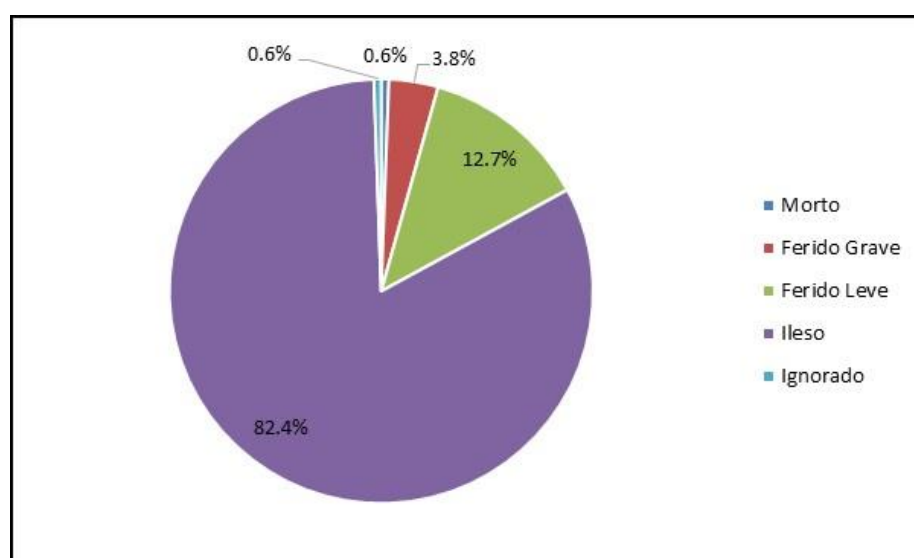


Figura 5.13 – Estado físico dos condutores do sexo feminino
Fonte: o autor (2017)

5.1.5 Perfil dos acidentes graves

A maioria das mortes e ferimentos graves ocorre com os condutores, com cota de 53,69% e 56,68%, respectivamente, visto que, é o grupo que mais possuem envolvidos em acidentes, seguido pelo grupo de passageiros e pedestres. Porém, quando levado em consideração a quantidade de condutores, pedestres e passageiros, normalizando os mesmos, o que possui uma maior percentagem de mortos e gravemente feridos são os pedestres, com respectivamente 29,25% e 38,32% dos 2.646 pedestres envolvidos; ou seja, a consequência

mais comum para o pedestre ou é um ferimento grave ou a morte. Já entre os 22.592 passageiros envolvidos, 18,19% ficaram feridos gravemente e 5,14% mortos; sendo assim, pedestres estão sujeitos a piores consequências e quando há ocorrências com condutores e passageiros, normalmente os passageiros possuem consequência maior que o condutor. A Figura 5.14 representa a divisão em mortos, feridos graves, leves, ileso e ignorados de cada grupo.

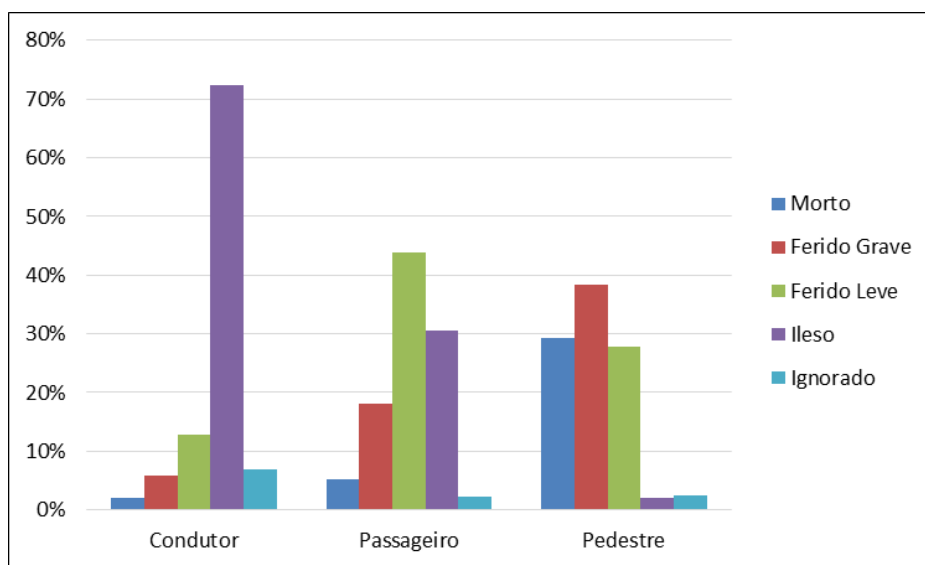


Figura 5.14- Estado físico dos tipos envolvidos
Fonte: o autor (2017)

Quando comparado o total de mortos e gravemente feridos pela quantidade total de pessoas envolvidas por ano, tem-se que a participação ao longo dos anos de mortos aumentou em torno de 1,18% (de 3,52% passou a ser 4,70%), enquanto a de feridos gravemente aumentou em 2,31% (de 9,86% para 12,17%). A Figura 5.15 representa a evolução da participação de mortos e feridos graves ao longo dos anos, onde os anos com maior número de pessoas envolvidas possuem as menores participações de feridos graves e mortos, e os anos com menor número de envolvidos (2007, 2015 e 2016) possuem a maior porcentagem de pessoas mortas e feridas graves, principalmente no ano de 2016, que é com menor quantidade de envolvidos (8.220), possui a maior cota de feridos graves (12,17%) e mortos (4,70%). Em média, aproximadamente 418 pessoas morrem e 1.210 ficam gravemente feridas em Pernambuco vítimas de acidentes de trânsito considerando todo o intervalo de tempo estudado.

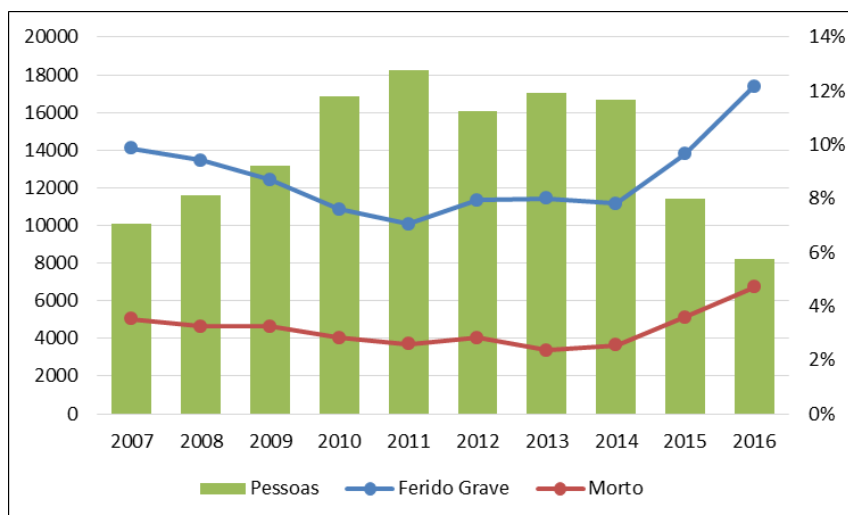


Figura 5.15- Porcentagem de feridos graves e mortos por ano
Fonte: o autor (2017)

Como pode ser identificado na Tabela 5.2, o tipo de acidente que mais mata ou deixa feridos graves é a colisão frontal, com um total de 1.166 mortes e 1.985 feridos gravemente e a segunda maior em termos de mortos e feridos graves por total de acidentes do tipo, com 13,10% e 22,30%, ficando só atrás do atropelamento de pessoas, que possui valores de 15,08% de mortos e 21,54% de feridos graves.

Tabela 5.2- Mortos e feridos graves por tipo de acidente

Tipo de acidente	Morto	% Morto	Ferido Grave	% Ferido Grave	Total
Colisão frontal	1166	13,10%	1985	22,30%	8902
Colisão traseira	383	0,80%	1627	3,40%	47850
Colisão lateral	351	1,14%	1589	5,16%	30770
Colisão Transversal	264	1,91%	1447	10,49%	13794
Atropelamento de pessoa	763	15,08%	1090	21,54%	5061
Saída de Pista	307	2,92%	1086	10,33%	10512
Capotamento	311	4,66%	927	13,88%	6677
Queda de veículo	132	4,66%	594	20,97%	2833
Colisão com objeto fixo	129	3,78%	440	12,91%	3409
Atropelamento de animal	112	3,18%	363	10,29%	3526
Colisão com bicicleta	173	9,57%	336	18,59%	1807
Tombamento	64	2,44%	251	9,56%	2625
Colisão com objeto móvel	25	3,13%	92	11,53%	798
Danos Eventuais	4	1,07%	11	2,93%	375
Derramamento de Carga	2	1,15%	4	2,30%	174
Incêndio	1	0,37%	4	1,48%	271
Total	4187		11846		

Fonte: o autor (2017)

Para a causa do acidente (Tabela 5.3), a falta de atenção é a causa conhecida com maior número de mortos (893) e feridos graves (3.412), isso deve-se ao fato de também ela ser a com maior número de pessoas acidentadas por essa causa; porém é a ultrapassagem indevida a causa que possui a maior participação de mortos e feridos graves considerando a quantidade de pessoas por causa, com 7,06% de mortos e 14,72% de feridos gravemente, fatos esses que reforçam a gravidade da irresponsabilidade das pessoas envolvidas. Não guardar distância de segurança, que é a terceira maior em quantidade, é ao mesmo tempo a menor com probabilidade que acidentes causados por ela resulte em mortos (0,30%) ou feridos graves (1,88%). As causas classificadas como “outras” são as que possuem maior quantidade de mortos e feridos graves, porém as mesmas não são exemplificadas mesmo seu conjunto tendo grande impacto, ficando assim desconhecido um conjunto de causas que pode ser relevante, não sabendo assim se foi devido à falta de informação por parte da coleta dos dados ou se é um grupo de causas com participações individuais menores.

Tabela 5.3- Mortos e feridos por causa

Causa	Mortos	%Mortos	Feridos Graves	%Feridos Graves	Total
Outras	1828	5,21%	3864	11,02%	35054
Falta de atenção	893	1,66%	3412	6,35%	53763
Ingestão de álcool	324	5,00%	945	14,57%	6484
Desobediência à sinalização	177	3,08%	680	11,84%	5743
Ultrapassagem indevida	301	7,06%	628	14,72%	4266
Velocidade incompatível	234	5,02%	568	12,17%	4666
Animais na Pista	134	2,64%	474	9,33%	5078
Defeito mecânico em veículo	93	1,75%	451	8,47%	5323
Dormindo	124	4,65%	334	12,53%	2666
Não guardar distância de segurança	40	0,30%	250	1,88%	13288
Defeito na via	39	1,28%	240	7,86%	3053

Fonte: o autor (2017)

A BR-232 é o local mais crítico, sendo responsável por 1.236 mortes, e 3.682 feridos graves, seguido pela BR-101 responsável por 3.168 e 953 de feridos graves e mortos, sendo que a BR-101 possui uma quantidade maior de pessoas envolvidas em acidentes do que na BR-232, mostrando assim a criticidade da BR-232. Quando levado em consideração o total de acidentes por BR, é a BR-110 a mais grave, possuindo 20% de feridos graves e 8,78% de mortes do total de 820 pessoas acidentadas, e do lado oposto está a BR-407, com 8,07% de feridos graves e 1,79% de mortos. Na Tabela 5.4, estão as informações sobre mortos e feridos graves por rodovia federal.

Tabela 5.4 – Mortos e feridos graves por BR

BR	Feridos Graves	%Feridos Graves	Mortos	%Mortos	Total
101	3168	5,46%	953	1,64%	58053
232	3682	9,67%	1236	3,25%	38076
104	966	9,88%	401	4,10%	9781
428	735	10,37%	200	2,82%	7087
408	632	10,33%	245	4,01%	6117
423	778	13,96%	340	6,10%	5573
407	416	8,07%	92	1,79%	5153
316	620	15,20%	332	8,14%	4079
424	519	17,79%	228	7,82%	2917
116	166	9,66%	87	5,06%	1719
110	164	20,00%	72	8,78%	820

Fonte: o autor (2017)

Quanto às cidades, mesmo sendo Recife o município com a maior quantidade de acidentes, é Caruaru a localidade com maior número de óbitos, com 261 mortes, enquanto Recife possui 205 mortes; Caruaru ultrapassa também Jaboatão dos Guararapes e Petrolina, cidades essas com uma maior quantidade de pessoas envolvidas em acidentes do que Caruaru, a tabela completa pode ser encontrada no (Apêndice A). Situação semelhante ocorre quando analisado o tipo de veículo, onde automóveis se envolvem mais em acidentes, porém é a motocicleta, a que possui o maior número de mortos e feridos graves, são eles 1.373 mortos e 4.648 feridos graves, contra 1.050 mortos e 3.379 feridos graves em automóveis, destacando assim os motociclistas com alvos mais frágeis.

Pessoas entre 30 a 44 anos são as que mais morrem, com 1.183 casos, seguido por 15 a 29 com 1.168; quando se trata de ferimentos graves, o papel se inverte e pessoas com 15 a 29 são maioria, com 3.667 enquanto o outro grupo possui 3.273. Porém, quando é considerado o valor total de cada faixa etária os maiores de 70 anos são os que mais morreram, em 8,20% dos casos houve morte, e a com menor parcela é a de 30 a 44 anos, com 2,51% dos acontecidos resultando em morte.

Em 59.106 ocorrências nenhuma pessoa foi morta, em 3.032 apenas uma pessoa morreu, em 340 duas pessoas morreram, e em 116 três ou mais pessoas morreram. Para acidentes com feridos graves, em 53.620 sinistros, nenhum cidadão ficou ferido, em 7.079 apenas um ficou ferido, em 1.410 ficaram feridos duas pessoas e três ou mais pessoas ficaram feridas em 486 das vezes.

5.2 Análise exploratória

Na análise de correspondência tem-se como principal *output* as coordenadas de cada variável e sua respectiva qualidade, que é o coeficiente que dá o quanto cada ponto está, ou não, bem representado no subespaço considerado, a representação é considerada boa, quando sua qualidade possui valor próximo a 1; sendo assim, para esta seção, o valor da qualidade em sua maioria encontram-se próximos ao valor de referência. No (Apêndice B) é possível encontrar a qualidade de todos os pontos, além de também possuir outras variáveis envolvidas nas análises aqui realizadas.

Para a análise de agrupamento foi utilizado o método do vizinho mais próximo, e como medida de dissimilaridade utilizou-se a distância euclidiana, na verificação do número de *clusters* fez-se uso do dendrograma. Os dendrogramas de todas as análises de *cluster* encontram-se no (Apêndice C).

O Quadro 5.1 mostra as variáveis e suas respectivas categorias usadas nesta seção.

Quadro 5.1 - Variáveis e suas categorias

Variável	Categorias
Estado Físico	Ferido Grave, Ferido Leve, Morto e Ileso.
Idade/sexo	Masculino adulto (MA), Masculino criança (MC), Masculino idoso (MI), Masculino jovem (MJ), Feminino adulto (FA), Feminino criança (FC), Feminino idoso (FI) e Feminino jovem (FJ).
Classificação do acidente	Com vítimas fatais, Com vítimas feridas e Sem vítimas.
Causa	Animais na pista (AP), Defeito mecânico em veículo (DMV), Defeito na via (DV), Desobediência à sinalização (DS), Dormindo (D), Falta de atenção (FA), Ingestão de álcool (IA), Não guardar distância de segurança (NGD), Outras (O), Ultrapassagem indevida (UI), Velocidade incompatível (VI).
Tipo de acidente	Atropelamento de animal (AA), Atropelamento de pessoa (AP), Capotamento (C), Colisão com bicicleta (CB), Colisão com objeto fixo (COF), Colisão com objeto móvel (COM), Colisão frontal (CF), Colisão lateral (CL), Colisão Transversal (CTN), Colisão traseira (CT), Danos Eventuais (DE), Derramamento de Carga (DC), Incêndio (I), Queda de motocicleta / bicicleta / veículo (Q), Saída de Pista (SP), Tombamento (T).
Tipo veículo	Automóvel, Caminhão, Caminhão-Trator, Caminhonete, Camioneta, Motocicleta, Ônibus.
Dia da semana	Segunda, Terça, Quarta, Quinta, Sexta, Sábado, Domingo.
Trimestre	1º, 2º, 3º, 4º.
Uso do solo/tipo de pista	Rural dupla (RD), Rural múltipla (RM), Rural simples (RS), Urbano dupla (UD), Urbano múltipla (UM), Urbano simples (US).

5.2.1 Configuração do perfil dos envolvidos

A Figura 5.16 mostra as proximidades entre os estados físicos e os sexos do envolvidos aliado as suas respectivas faixas etárias. Os pontos são separados em três grupos distintos, no primeiro tem-se que homens e mulheres crianças possuem perfis parecidos, porém não existe

uma relação direta com nenhum estado físico, entretanto as consequências mais próximas a eles são ferimentos graves ou leves e a morte, estando assim no lado oposto a categoria dos ilesos, isso se deve ao fato de que este grupo são em sua maioria pedestres ou passageiros. No segundo *cluster* tem-se que homens jovens possuem perfis parecidos com mulheres jovens e principalmente as adultas, e essas pessoas estão relacionadas aos ferimentos graves e leves. E por último os homens idosos e adultos destacam-se por terem maior relação com o estado físico ileso, com maior correspondência para com os adultos. As mulheres idosas não se encaixaram em nenhum dos grupos, porém sua maior associação com um dos estados físicos é a pior das consequências, a morte.

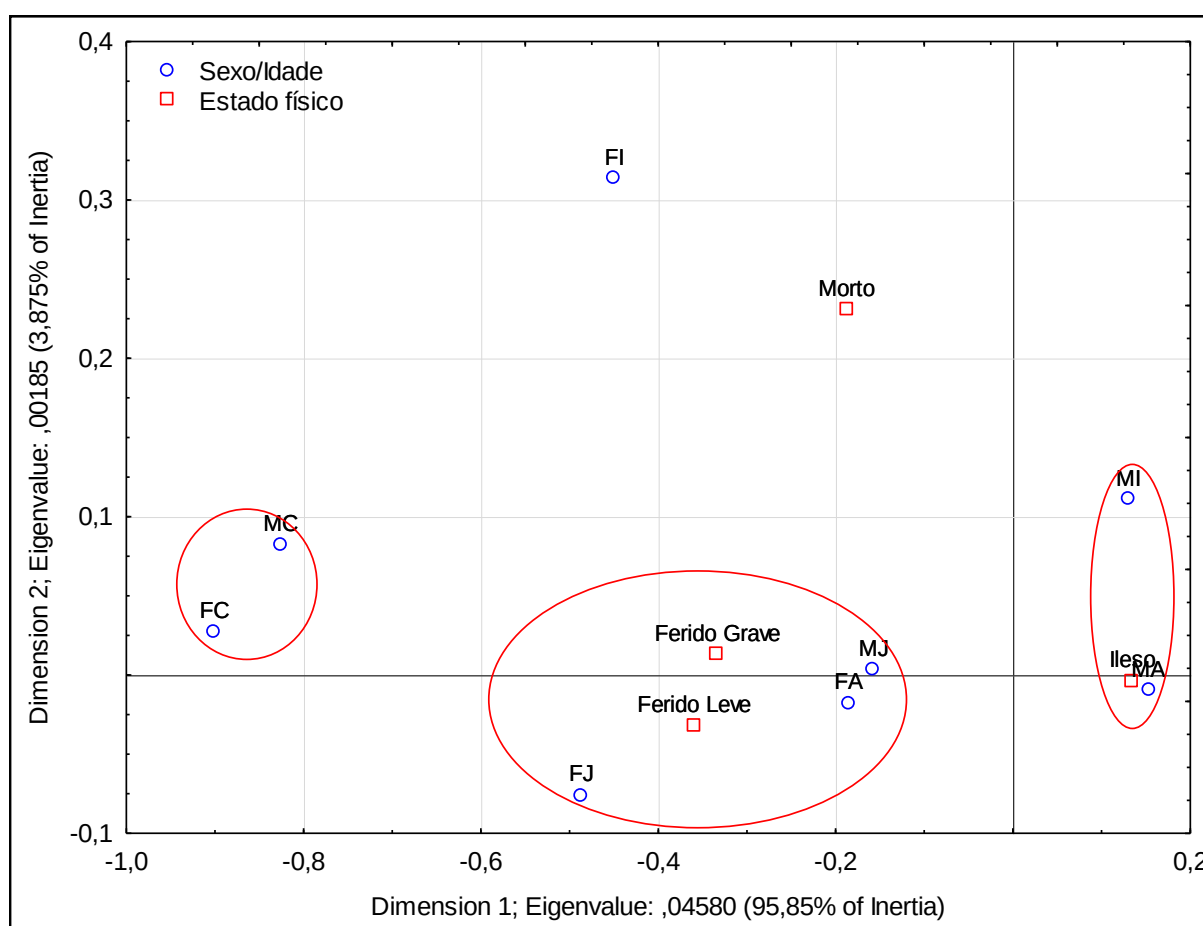


Figura 5.16 - Estado físico vs. Sexo/Idade

Fonte: o autor (2017)

Pode-se também destacar através da análise de dados, que as pessoas envolvidas do sexo feminino, tanto jovens quanto adultas, estão mais associadas à condição de não condutor (passageiro), enquanto os envolvidos do sexo masculino, tanto jovens como adultos, a condição de motorista.

quanto adultos, normalmente envolvem-se em acidentes causados pela desobediência à sinalização e devido a velocidade incompatível com o permitido, principalmente por parte dos jovens, a causa “outras” também está presente nesse grupo. Para todos os condutores do sexo feminino, independente da idade, não foi encontrado nenhuma forte relação a algum tipo de causa específica, porém as duas faixas etárias mais novas demonstram perfis parecidos. Os homens mais idosos não foram alocados a um *cluster* específico, porém, aumentando a tolerância da distância utilizada, o mesmo se aproxima mais da falta de atenção e defeito na via; os últimos grupos formados possuem as causas: a falta de atenção e defeito na via, animais na pista e defeito mecânico no veículo, ultrapassagem indevida e dormindo, esses possuem perfis parecidos, porém não possuem uma forte relação com algum sexo e idade em específico. As demais causas não possuem proximidade suficiente para justificar algum tipo de associação. Esta análise mostra mais uma vez um menor cuidado por parte dos homens no trânsito.

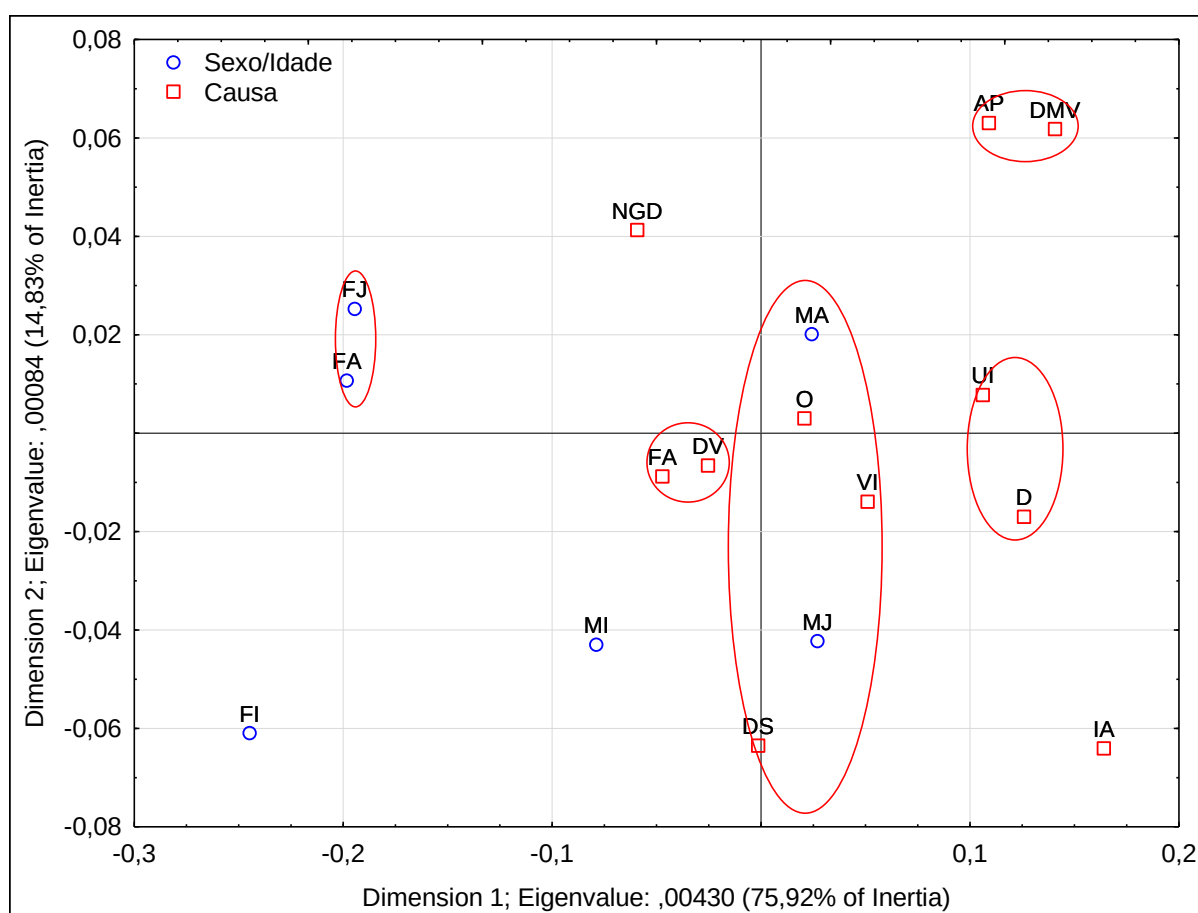


Figura 5.18 - Sexo/Idade vs. Causa do acidente
Fonte: o autor (2017)

Sexo/idade vs. Tipo de acidente – Para a relação do sexo/idade com o tipo de acidente (vide Figura 5.19), foi constatado que acidentes do tipo colisão com bicicleta estão mais associados a jovens do sexo masculino; os tipos colisão lateral, colisão frontal, saída de pista, colisão transversal e colisão traseira encontram-se mais associados a pessoas do sexo masculino idosas e adultas. Já para as pessoas do sexo feminino, nota-se que as três faixas etárias possuem perfis semelhantes, porém não existe nenhum tipo de acidente em específico que tenha uma relação forte com elas, sendo que a menor associação com tipos de acidentes é com a queda de veículo. É possível notar também que os tipos de ocorrência de colisão com objeto móvel e danos eventuais assim como capotamento e colisão com objeto fixo, possuem perfis parecidos. Os tipos de acidentes restantes (colisão frontal, tombamento, atropelamento de pessoas, atropelamento de animal, incêndio, queda de veículo e derramamento de carga) não possuem proximidade suficiente para participarem de algum *cluster* até a iteração realizada.

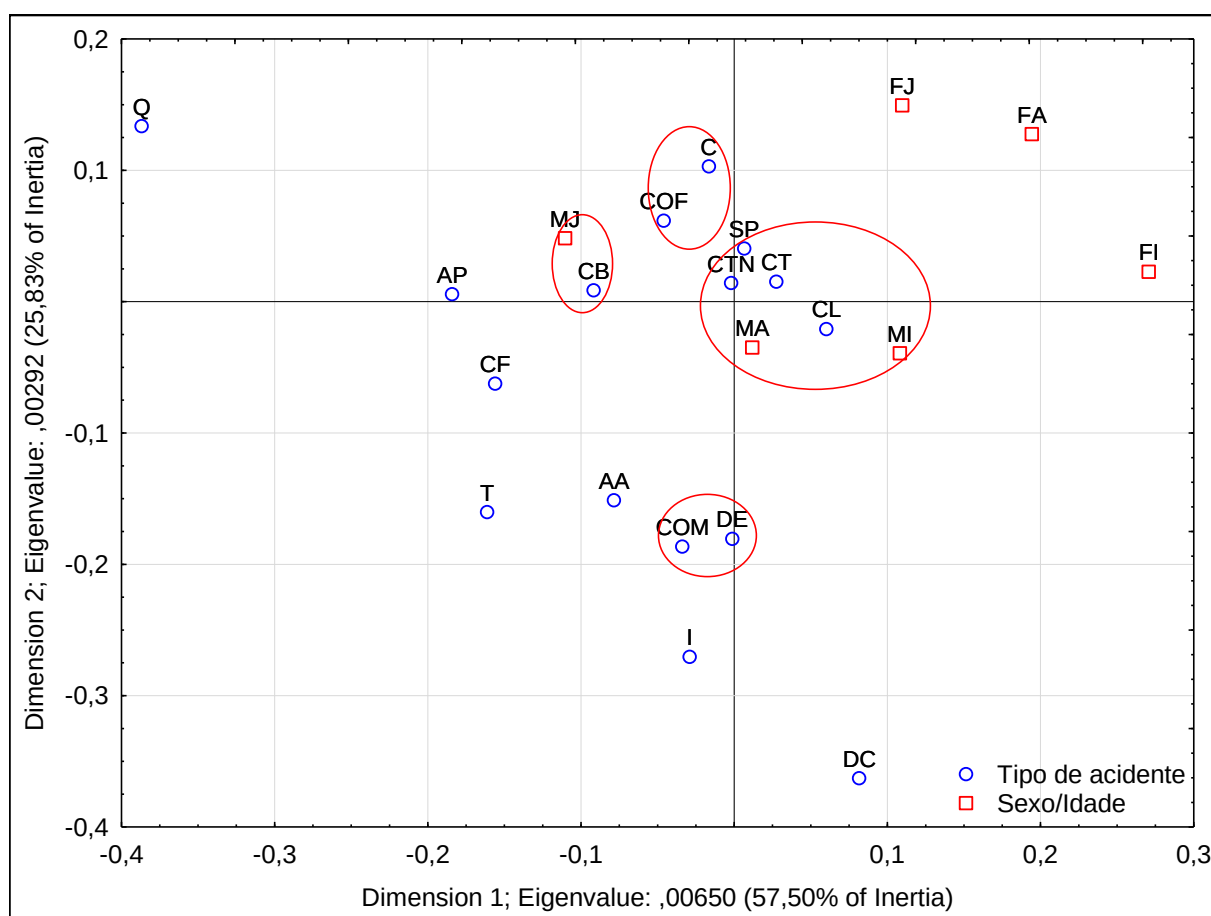


Figura 5.19 - Sexo/idade vs. Tipo de acidente
Fonte: o autor (2017)

5.2.3 Configuração dos veículos

Tipo veículo vs. Causa – Nessa associação destacam-se três grupos (vide Figura 5.20). O primeiro é o grupo que contém a camioneta e o ônibus, eles mostram uma relação com acidentes causados por falta de atenção, ultrapassagem indevida e por “outras”; o outro grupo é o dos automóveis e caminhonetes, os quais possui associação com acidentes que envolvem animais na pista, principalmente por parte dos automóveis. O terceiro mostra uma relação entre os motociclistas e a desobediência da sinalização, evidenciando, assim, uma imprudência maior por parte dos condutores desse veículo. No quarto grupo tem-se a participação das causas: velocidade incompatível e não guardar distância de segurança, mostrando assim que elas possuem perfis semelhantes, entretanto não existe nenhum tipo de veículo próximo suficiente a eles para estarem no mesmo grupo, sendo os tipos de veículos mais próximos desse *cluster* o automóvel e a caminhonete. As causas: defeito mecânico no veículo, dormindo, defeito na via, ingestão de álcool; e os tipos de veículo: caminhão e caminhão trator não estão associadas diretamente a outras variáveis.

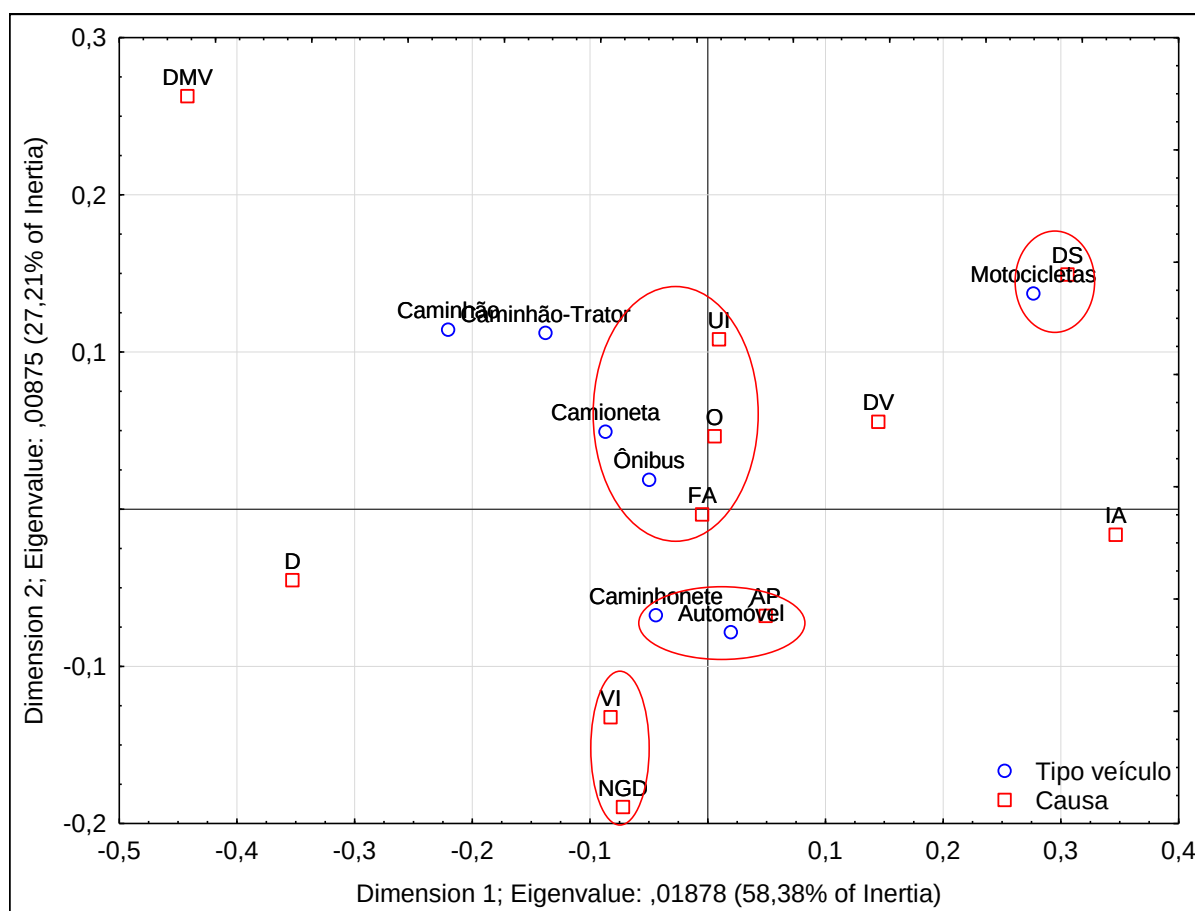


Figura 5.20 - Tipo veículo vs. causa do acidente
Fonte: o autor (2017)

Tipo veículo vs. Estado físico – Quando realizada a correspondência entre o tipo de veículo que o condutor utiliza e o seu estado físico (vide Figura 5.21), são gerados dois grupos, e, como é de se esperar, de acordo com o senso comum, em um grupo encontram-se os motociclistas, que está distante do outro grupo que contém todos os outros veículos. Os motociclistas estão mais associados aos acidentes com alguma consequência física, ficando associado tanto a acidentes que causem ferimento graves quanto para ocorrências que levam ao óbito, ferimentos leves também estão associados a esse grupo, porém com menor grau de relação; restando, assim, para os outros tipos de veículos (camioneta, caminhonete, caminhão, caminhão-trator e ônibus), uma maior relação com o estado físico ileso, com destaque para o veículo do tipo automóvel, que é o mais próximo.

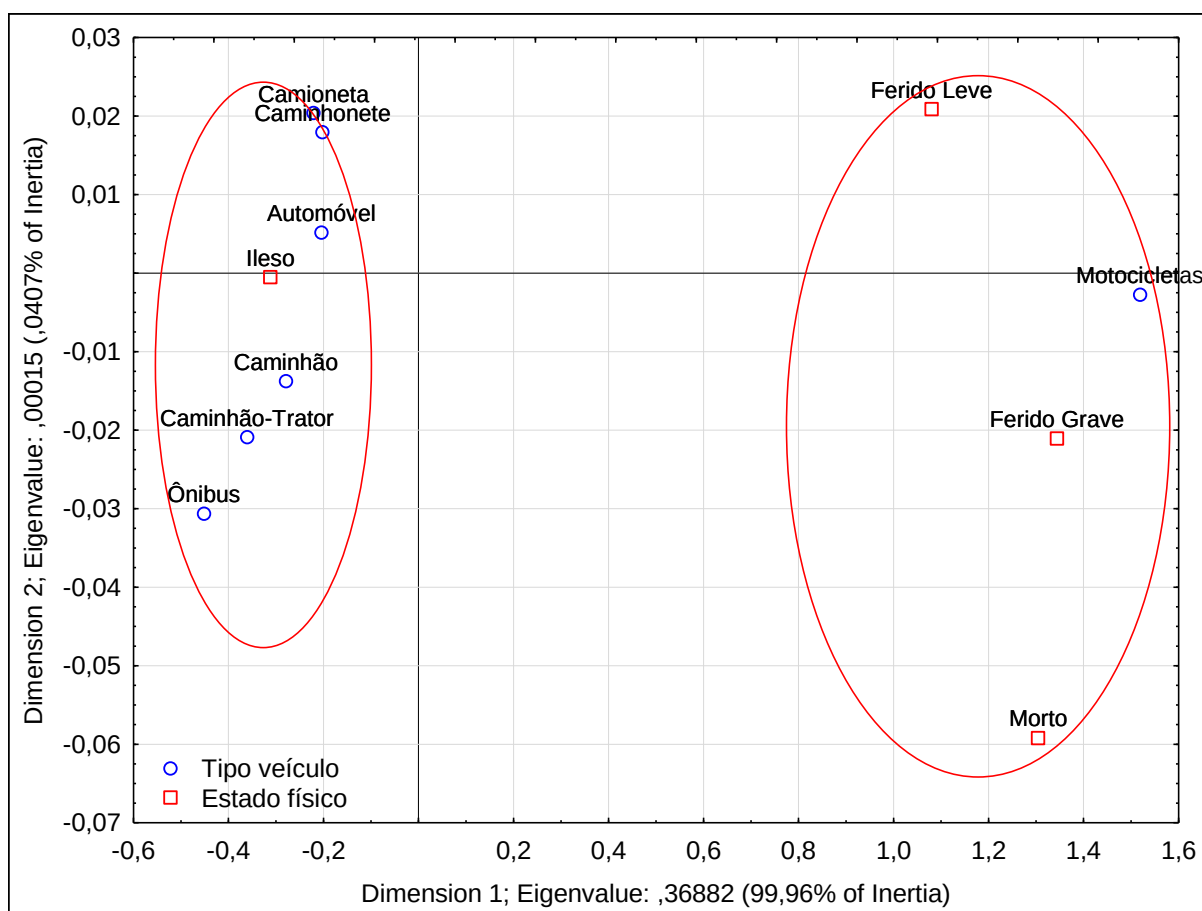


Figura 5.21 - Tipo veículo vs. Estado físico

Fonte: o autor (2017)

5.2.4 Configuração da localização do acidente

BR vs. Causa – a realização da correspondência entre a BR e a causa do acidente (vide Figura 5.22) mostra que os acidentes ocorridos na BR 407/PE possui uma associação com a

desobediência à sinalização; as ocorrências da BR 101/PE possuem relação com a falta de atenção; a BR 408/PE possui correspondência com os acidentes causados pela velocidade incompatível e também a causa denominada “outros”; por fim tem-se o último e maior grupo formado, o qual contém as BRs 104/PE, 232/PE, 423/PE e 424/PE, que além de possuírem perfis semelhantes, elas mostram uma relação com as seguintes causas: ultrapassagem indevida, defeito mecânico em veículo e dormindo, as BRs: 110/PE, 116/PE, 316/PE e 428/PE, assim como as causas: defeito no veículo, não guardar distância de segurança e animais na pista não se aproximaram o suficiente de outras BRs ou causas de modo a criar um novo *cluster* ou possuírem relação aparente.

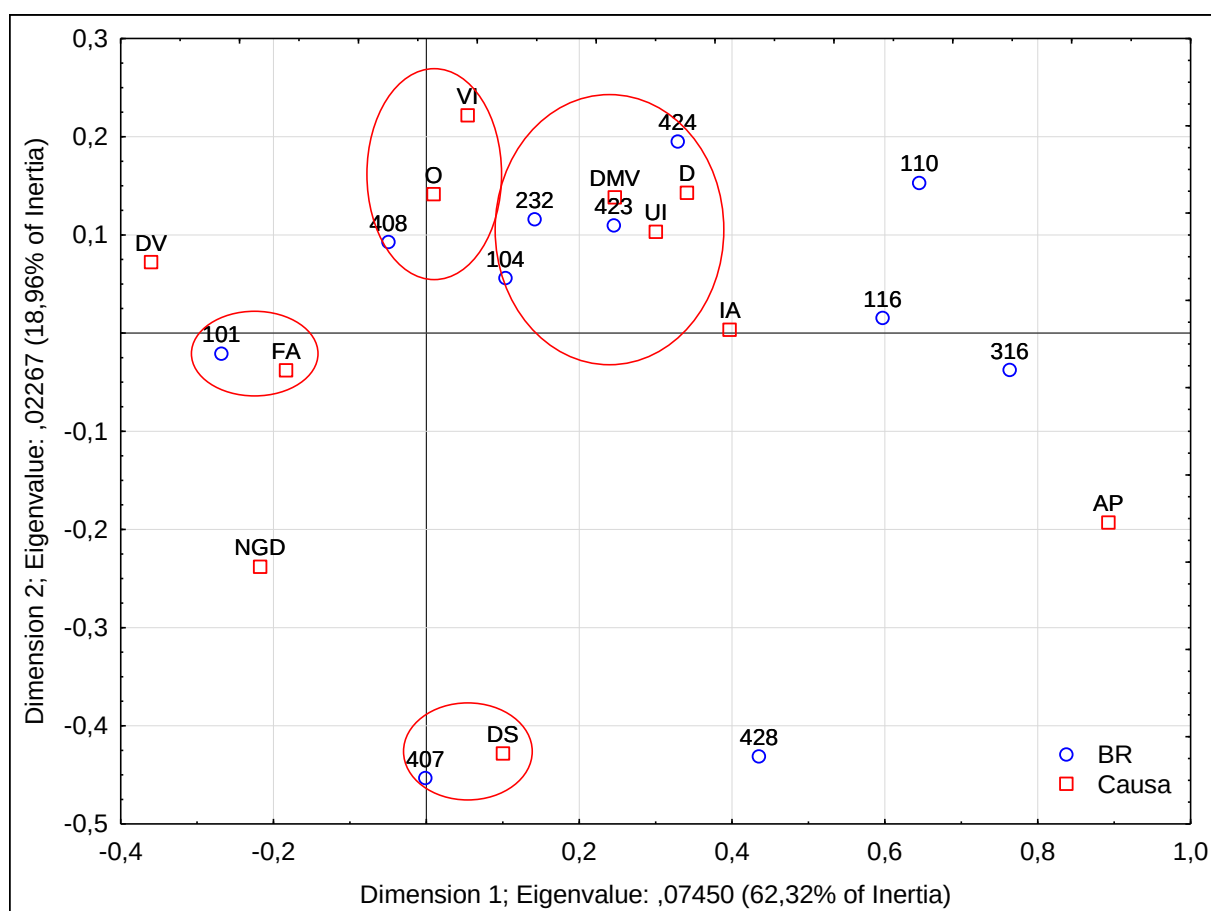


Figura 5.22 - BR vs. Causa

Fonte: o autor (2017)

BR vs. Tipo de acidente – A Figura 5.23 mostra a correspondência entre a BR em que ocorreram os acidentes e seu respectivo tipo de acidente. A BR 104/PE e a 408/PE possuem perfis semelhantes, porém não foi possível associá-las a um tipo de acidente específico; a BR 232/PE tem forte relação com acidentes ocorridos em saída de pista; já a BR 116/PE e 424/PE além de possuir perfis semelhantes no que se refere aos tipos de acidentes em geral, elas

possuem correspondência com a colisão frontal e incêndios; por último tem-se que a BR 101/PE mostra uma associação com os seguintes tipos de acidentes: colisão lateral, colisão traseira, danos eventuais e derramamento de carga; as BRs: 110/PE, 316/PE, 428/PE, 423/PE e 407/PE, assim como os tipos de acidentes de: colisão com objeto fixo, capotamento, colisão com bicicleta, colisão transversal e atropelamento de animal, não possuem variáveis associadas ou perfis semelhantes.

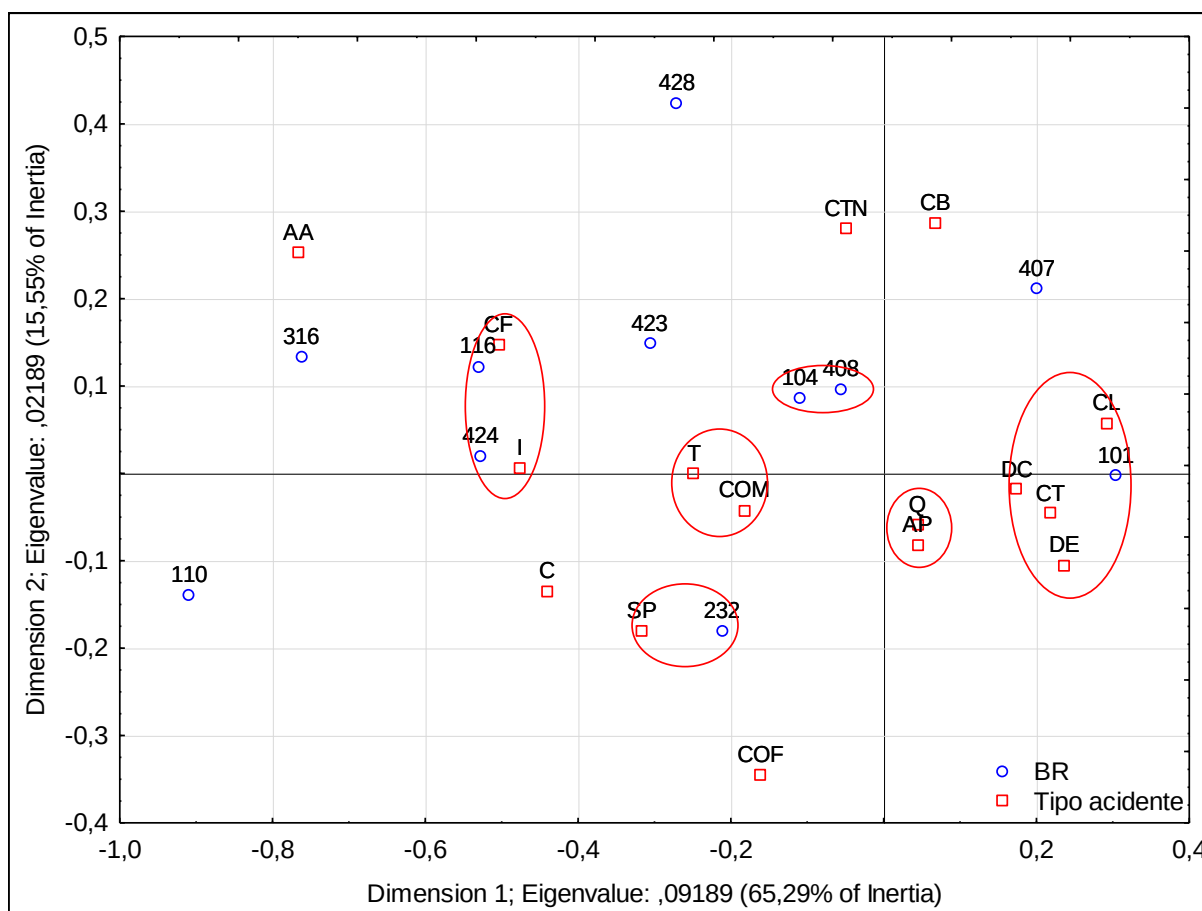


Figura 5.23 - BR vs. Tipo de acidente

Fonte: o autor (2017)

BR vs. Estado físico – a Figura 5.24 representa o gráfico da correspondência entre a BR onde ocorreu o acidente e o estado físico dos envolvidos. É possível constatar que as BRs que estão com maior relação com as ocorrências que resultam em vítimas ilesas, são as BRs 407/PE e 101/PE; para as vítimas que ficaram com o estado físico grave, a única BR do estado de Pernambuco que mostra-se associada a esse estado físico é a BR 423/PE; o ferimento leve está relacionado as BRs: 428/PE, 232/PE, 408/PE, 104/PE e 116/PE; a pior das consequências (a morte) possui correspondência com as BRs 316/PE e 424/PE, caracterizando as mesmas como BRs que se deve ter maior cautela ao trafegar, não necessariamente por ter

um maior número de mortos, mas sim por que quando ocorre um acidente, o mesmo normalmente está mais associado ao óbito do que as outras BRs; a única BR que não está dentro de nenhum *cluster* é a BR 110/PE.

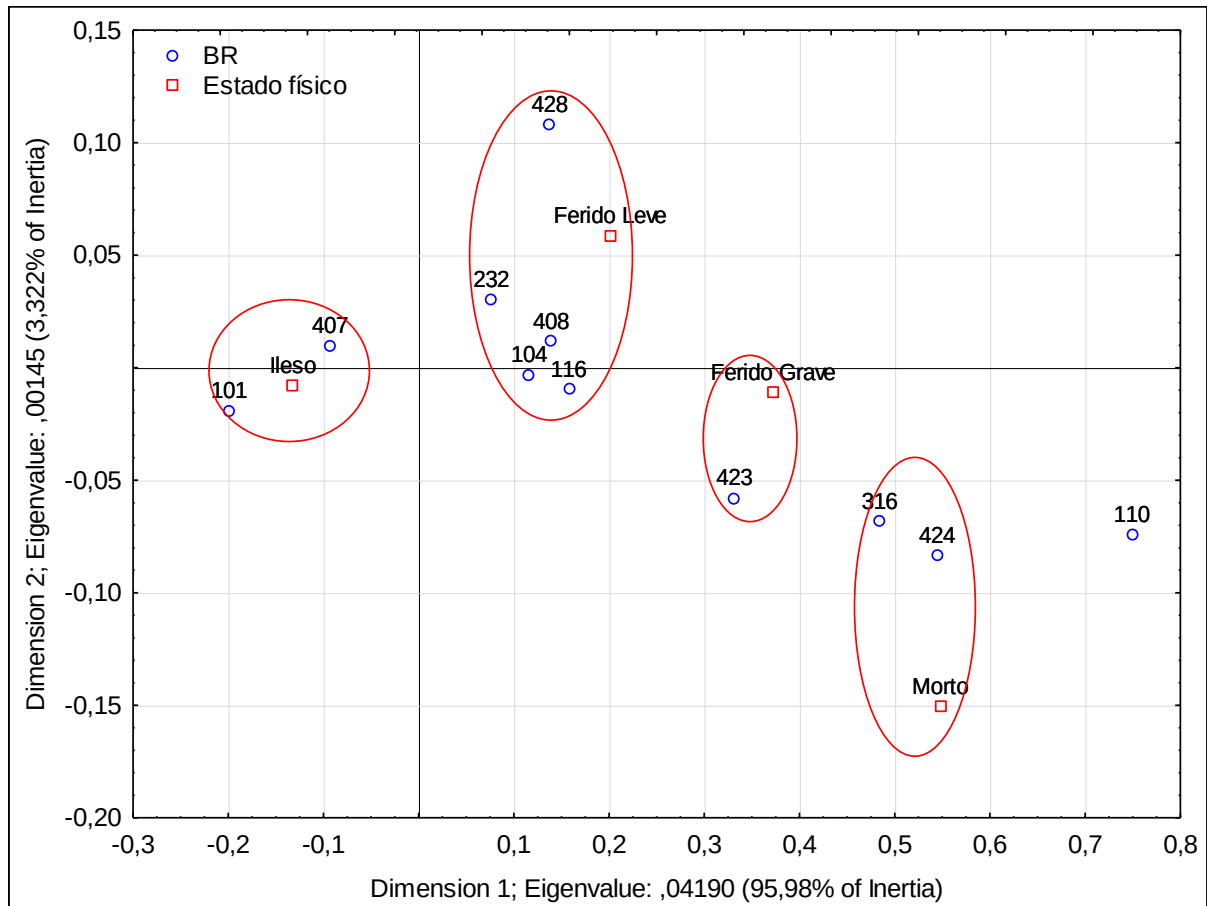


Figura 5.24 - BR vs. Estado físico
Fonte: o autor (2017)

5.2.5 Configurações gerais dos acidentes

Dia da semana vs. classificação do acidente – quando observado como a classificação dos acidentes comporta-se durante os dias da semana (Figura 5.25), tem-se três principais *clusters*. O primeiro grupo mostra uma correspondência entre os acidentes sem vítimas com os dias: segunda, terça, quarta, quinta e sexta, ou seja, os dias úteis; situação oposta a essa ocorre com os dias do final de semana, onde o sábado associa-se ao segundo pior tipo de ocorrência, que são os acidentes que resultam em vítimas feridas, já o domingo relaciona-se com as ocorrências que têm com consequência vítimas fatais, esta última associação entre o domingo e as vítimas fatais não é tão forte, porém como se tratar da pior das classificações, é importante considerá-la.

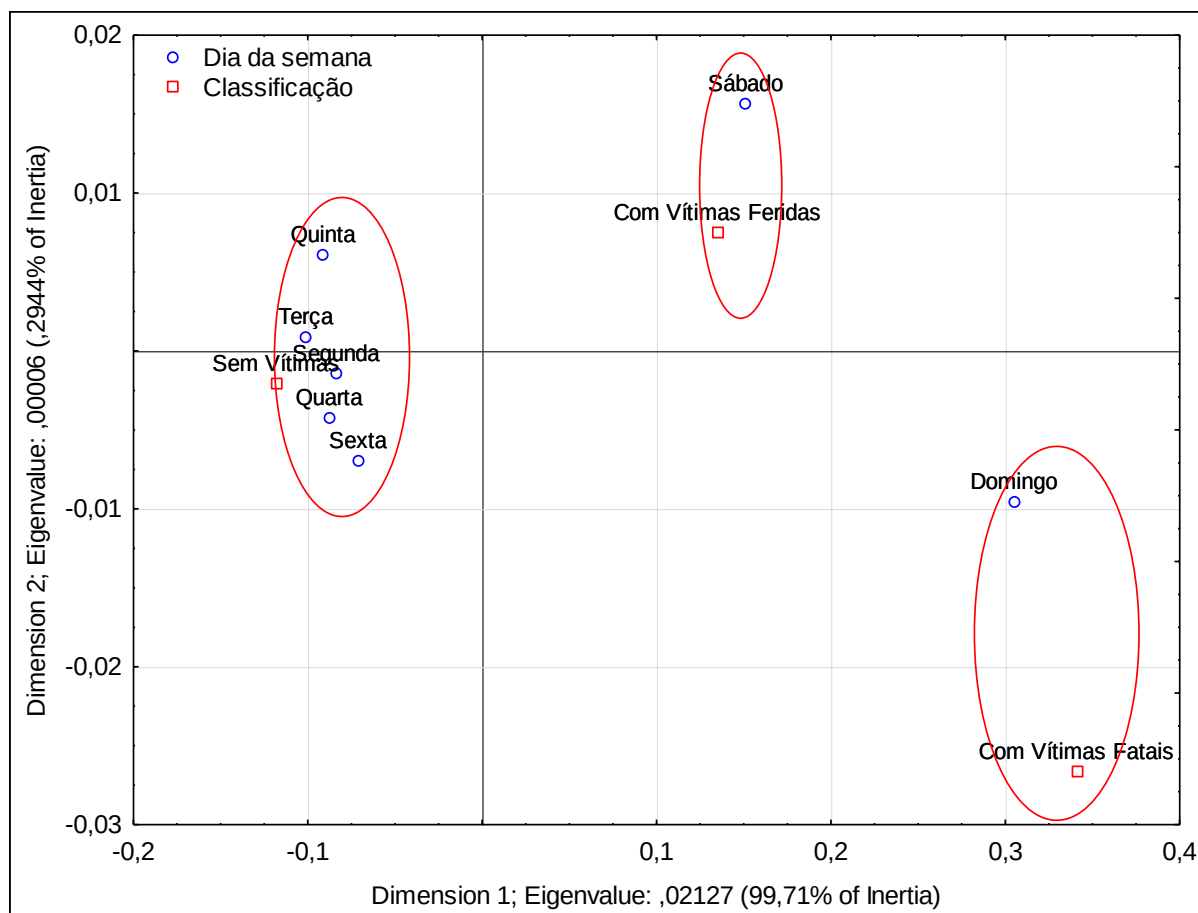


Figura 5.25 - Dia da semana vs. Classificação do acidente
 Fonte: o autor (2017)

Causa vs. estado físico – Como pode ser observado na Figura 5.26 os tipos de estados físicos encontram-se em diferentes *clusters*. Ocorrências que possuem entre os envolvidos, pessoas com ferimentos graves apresentam associação com as causas ultrapassagem indevida e a ingestão de álcool, feridos leves apesar de não necessariamente ter formado um grupo, possui uma maior proximidade com acidentes causados por condutores dormindo, e as ocorrências que resultam em pessoas com o estado físico ileso estão associados com a causa por falta de atenção; as demais causas (dormindo, desobediência a sinalização, animais na pista e não guardar distância de segurança) e os estados físicos restantes (feridos leve e morto), não encontram-se dentro de um *cluster*. Vale lembrar que a falta de atenção é a causa mais comum de acidentes, condutores dormindo é a mais incomum, ultrapassagem indevida é a segunda mais incomum e por último, acidentes causados pelo álcool é a quinta mais frequente.

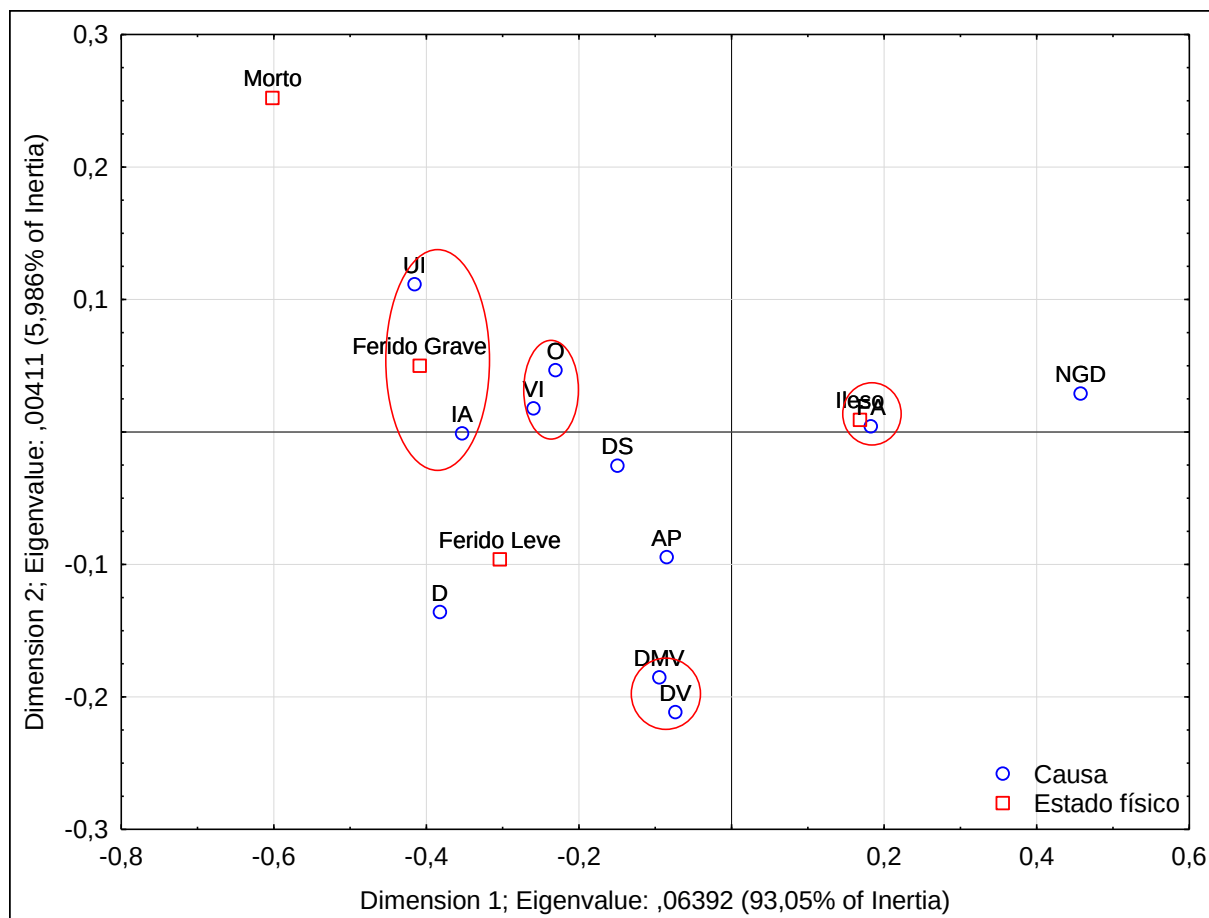


Figura 5.26 - Causa vs. estado físico
Fonte: o autor (2017)

Tipo acidente vs. estado físico – No que se refere ao estado físico dos indivíduos de acordo com o tipo de acidente ocorrido (Figura 5.27), cada estado físico pertence a diferentes grupos, com exceção dos mortos e feridos graves que estão juntos. São vários os tipos de acidentes que possuem correspondência com o estado ileso, são eles: incêndio, danos eventuais, derramamento de carga, colisão traseira e colisão lateral; já para ferimento leve, existem 4 tipos de acidentes associados a ele: capotamento, tombamento, saída de pista e colisão com objeto físico; se tratando dos ferimentos graves e mortos, estão presentes a colisão com bicicleta, as colisões frontais e o atropelamento de pessoa, caracterizando assim, esses tipos de acidentes como os mais perigosos; o único tipo de acidente o qual não encontrasse dentro de nenhum grupo e consequentemente também não possui uma associação relevante com nenhum estado físico são os acidentes do tipo queda de veículo. Vale ressaltar que a colisão frontal é o sexto tipo de acidente mais comum, o atropelamento de pessoas é a oitava e a colisão com bicicleta é a décima segunda.

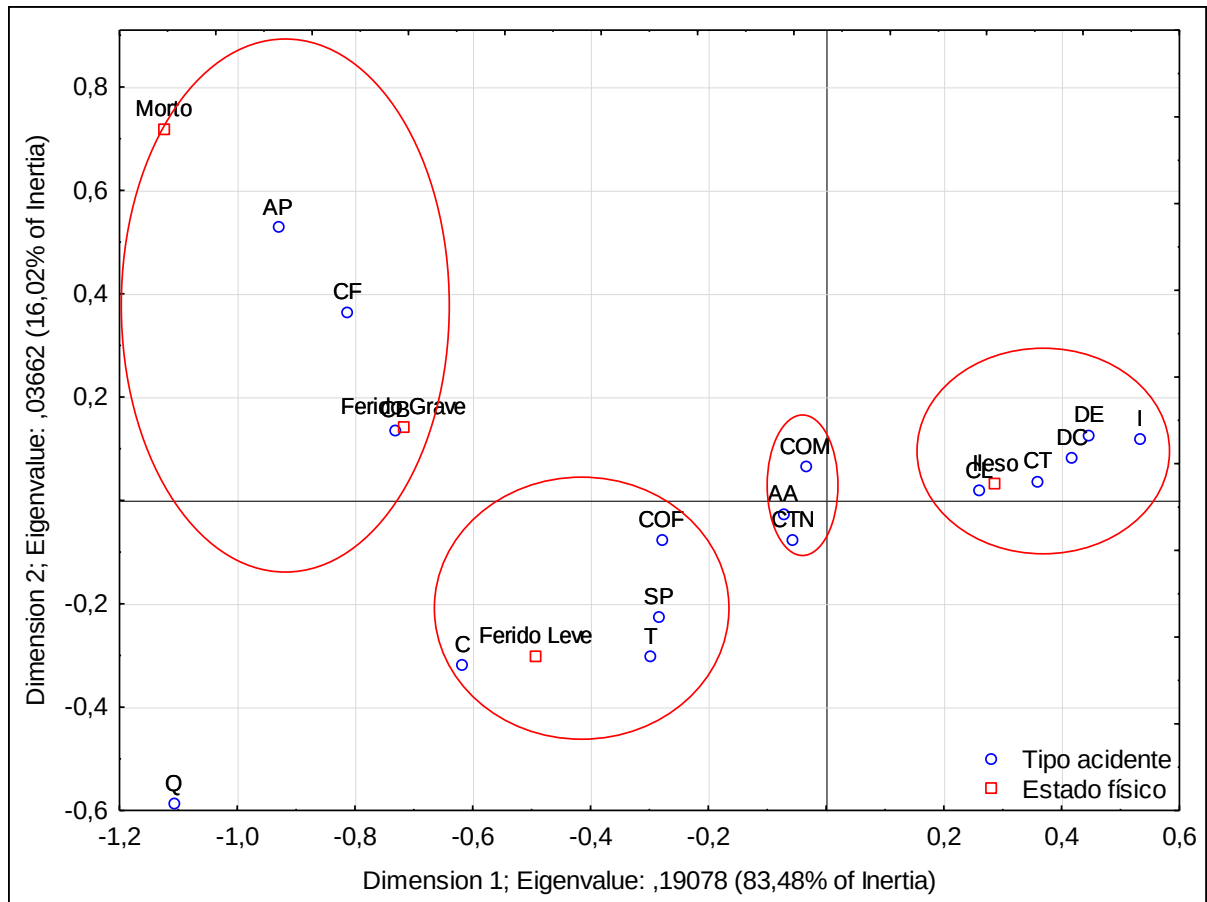


Figura 5.27 - Tipo acidente vs. estado físico

Fonte: o autor (2017)

Uso do solo/tipo de pista vs. classificação do acidente – Na Figura 5.28 observa-se que solos rurais com pistas duplas ou múltiplas, assim como as urbanas simples possuem correspondência com as ocorrências que resultam em vítimas feridas; os solos urbanos aliados ao tipo de pista múltipla ou dupla associam-se com acidentes sem vítimas; sobrando assim apenas o solo rural com o tipo de pista simples, o qual não possui relação forte com nenhuma das classificações, mas vale notar que caso seja aumentado o limite de tolerância das distâncias euclidianas, ela possuiria uma relação com as ocorrências que resultam em vítimas fatais, ambas encontram-se no mesmo quadrante, quadrante esse que possui apenas as duas categorias. Estes resultados mostram uma maior “segurança” nas áreas urbanas quando as mesmas vias múltiplas ou duplicadas, já as ocorrências em solos rurais mostram-se mais preocupantes, independente do tipo de pista.

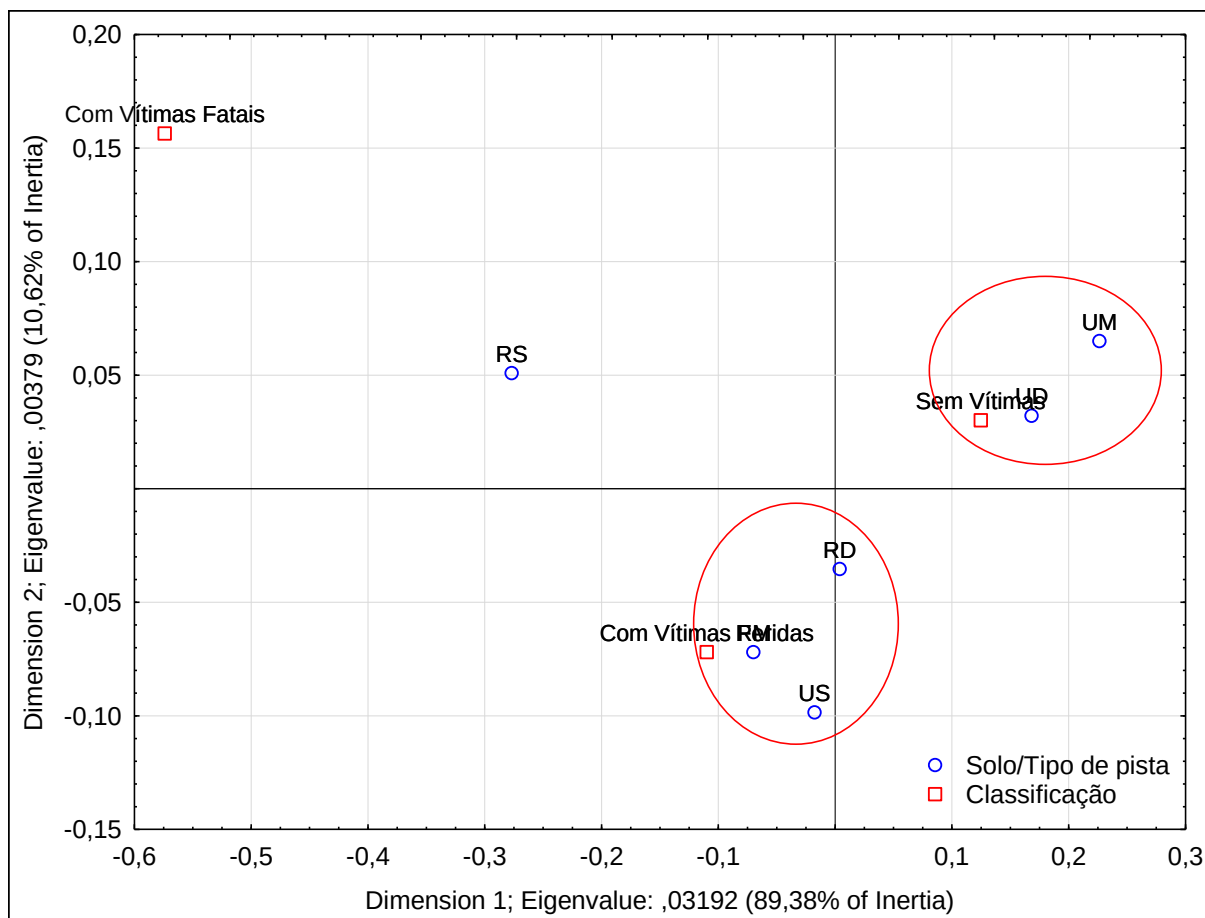


Figura 5.28 - Uso do solo/tipo de pista vs. classificação do acidente
Fonte: o autor (2017)

Causa vs. Tipo acidente – Para esta análise foi eliminada a causa animais na pista, e os seguintes tipos de acidente: derramamento de carga, incêndio, danos eventuais, colisão com objeto móvel, colisão com bicicleta e atropelamento de animal; estas variáveis foram excluídas para se ter uma melhor visualização do gráfico, sendo as mesmas ou pouco frequentes, ou muito isoladas (animais na pista e atropelamento de animal), aumentando a escala necessária. A Figura 5.29 mostra três grupos com relações entre causa e tipo de acidente. A princípio tem-se que defeito mecânico em veículo e defeito na via, estão relacionadas com capotamento, saída de pista, tombamento, colisão com objeto físico e queda veículo, causas como velocidade incompatível e dormindo encontram-se próximas a esse grupo. Por fim tem-se as associações que se mostram mais interessantes, a primeira delas é a relação da ultrapassagem indevida com a colisão frontal, e a segunda é a correspondência entre a ingestão de álcool e o atropelamento de pessoas, ambas são importantes, pois como já abordado, a colisão frontal e o atropelamento de pessoas é o tipo de acidente que possui as piores consequências.

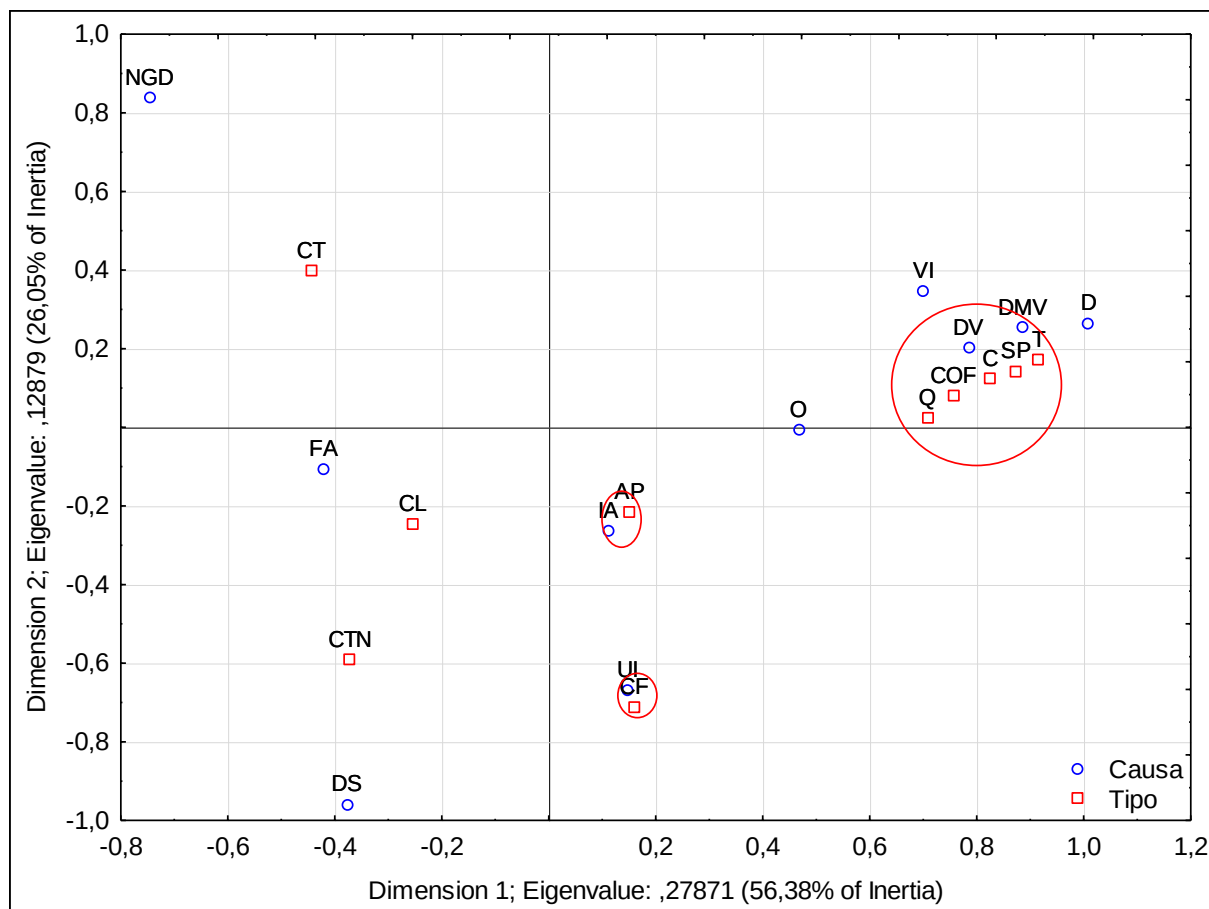


Figura 5.29 - Causa vs. Tipo acidente

Fonte: o autor (2017)

Outras informações quanto à classificação dos acidentes são: ocorrências sem vítimas possui correspondência com pistas com traçado reto e também com acontecidos na parte do pleno dia, já ocorrências com vítimas feridas tem relação com curvas e o anoitecer.

5.3 Sistema de informação

O SI utilizará os resultados advindos das seções anteriores deste trabalho. Pretende-se, com a utilização do SI, nortear a tomada de decisão dos usuários (condutores), sociedade e poder público, facilitando a interpretação dos dados e informações contidas nos bancos de dados.

Como uma proposta inicial, o SI mostrará os resultados de acordo com o perfil do condutor (sexo e idade), o veículo e o trecho escolhido. Como pode ser visto na Figura 5.30, na página inicial do sistema encontram-se espaços os quais serão preenchidos pelo usuário de acordo com seu perfil e necessidades. Todas as opções possíveis já estão listadas, bastando, assim, apenas o usuário selecionar uma delas, como demonstrado na Figura 5.31. Ainda na

Capítulo 5

Resultados e discussões

página inicial estão os botões de “Limpar” o qual serve para apagar as lacunas preenchidas e o botão de “Executar” o qual tem como função executar o algoritmo e enviar o usuário para o menu.

[illegible]

Figura 5.30 – SI: Página inicial
Fonte: o autor (2017)

INFORMAÇÕES PESSOAIS	
Sexo	-
Idade	Masculino Feminino
Veículo	-

INFORMAÇÕES PESSOAIS	
Sexo	-
Idade	-
Veículo	15 a 29 30 a 59 >60

RODOVIAS LONGITUDINAIS	
BR	-
Trecho	101 104 110 116

RODOVIAS LONGITUDINAIS	
BR	101
Trecho	- DIV PB/PE - ENTR PE-062 (GOIANA) ENTR BR-101 (KM 823) (VIADUTO SOBRE LINHA FÉRREA) ENTR BR-232 (RECIFE) - ENTR PE-007 (RECIFE) ENTR PE-007 (RECIFE) - PRAZERES (ENTR ANTIGA BR-10 ENTR PE-015 (P/PAULISTA) - VIADUTO SOBRE AVENIDA (C ENTR PE-025 (P/USINA BOM JESUS) - ENTR PE-037 (P/DI ENTR PE-035 (IGARASSÚ) - ENTR PE-015 (P/PAULISTA) ENTR PE-037 (P/DISTRITO INDUSTRIAL DO CABO) - VIAD

Figura 5.31 – SI: Possíveis opções de input
Fonte: o autor (2017)

A Figura 5.32 representa o menu no qual o usuário pode escolher qual resultado ele quer ver. O decisor pode escolher entre 7 opções, que são: i) ver quais são as associações do seu perfil de condutor e veículo, tanto de forma geral quanto específico para o trecho (Associações); ii) ir para as informações referidas somente ao trecho (Trecho); iii) ser direcionado para as informações referentes ao seu perfil de condutor de acordo com o trecho (Trecho x Condutor); iv) ver *outputs* gerados para o seu perfil de condutor, independente do trecho escolhido (Condutor); v) ir para as informações que relacionam o trecho e o veículo escolhido (Trecho x Veículo); vi) ser direcionado para a aba que contém as informações específicas para seu perfil e veículo escolhido dentro do trecho determinado (Trecho x Condutor x Veículo); e por último, vii) tem-se o botão que direciona para a tela inicial (Página inicial).

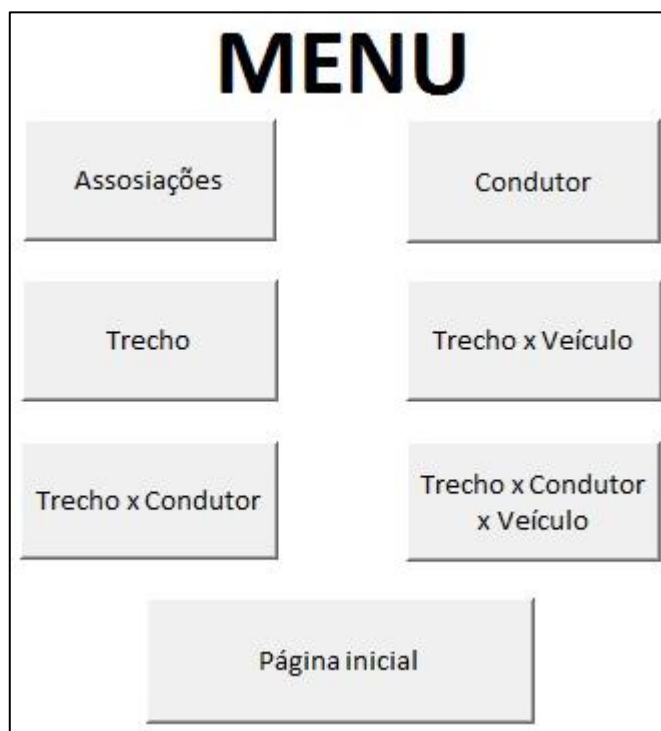


Figura 5.32 – SI: Menu

Para exemplificar uma situação prática do uso do SI, foi considerado um condutor do sexo masculino, com idade entre 15 a 29 anos, o tipo de veículo é um automóvel; que utilizará o trecho “ENTRE PE-035 (IGARASSÚ) - ENTRE PE-015 (P/PAULISTA)” da BR 101/PE.

O SI mostrará diversos resultados ao usuário, tais como: visão geral descritiva das estatísticas relacionada ao perfil do condutor, tipo de veículo e trecho da BR (Figura 5.33 a Figura 5.37).

A Figura 5.33 mostra o conteúdo da aba “Trecho”, nela é possível ver os dados referentes a o número de pessoas envolvidas em acidentes naquele trecho e a participação que esse valor representa para o estado de Pernambuco, os tipos de acidentes, suas frequências e respectivas participações, a quantidade de condutores envolvidos e o que isso representa quando levado em consideração o total de envolvidos, a quantidade de ocorrências naquele trecho e a participação que esse valor representa para o estado de Pernambuco, as causas juntamente com suas frequências e participações, e por fim tem-se três gráficos em forma de pizza, que são: o do estado físico dos envolvidos, o estado físico dos condutores e a classificação dos acidentes.

Como análise dessas informações, no exemplo aplicado, o usuário facilmente percebe no trecho em estudo que: cerca de 7% das pessoas envolvidas em acidentes no estado de Pernambuco ocorreram em acidentes neste trecho, sendo que cerca de 80% das pessoas ficaram ilesas; da mesma forma, este trecho envolveu cerca de 7% de todas ocorrências já ocorridas nas rodovias federais de Pernambuco, com cerca de 70% sem vítimas; tendo como tipos principais de acidentes por colisão lateral (38,09%), colisão traseira (33,44%) e colisão transversal (12,82%); com cerca de 84% dos condutores envolvidos ficaram ilesos após o acidente; e a principal causa dada por falta de atenção cerca de 58%.

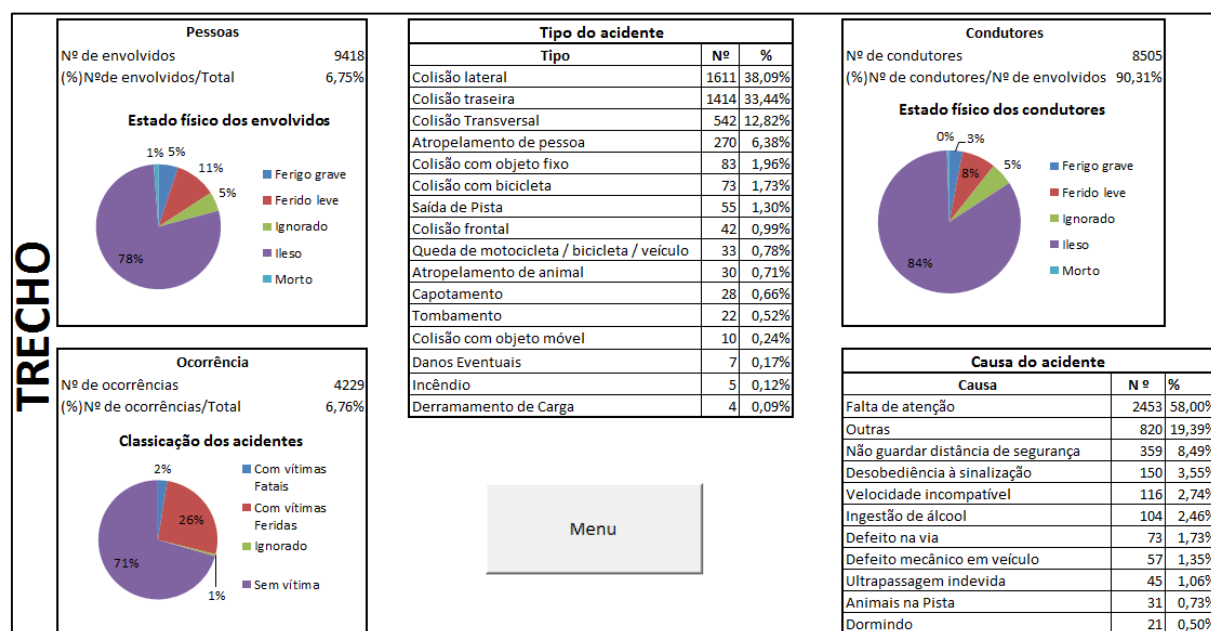


Figura 5.33 – SI: análise descritiva por Trecho
Fonte: o autor (2017)

Na Figura 5.34 é possível observar a tela do “Perfil do Condutor”, nela tem-se como *outputs* o número de condutores de todo o estado de Pernambuco com o perfil indicado e a

distribuição do estado físico dos mesmos através do gráfico em forma de pizza, há também duas tabelas, a primeira contém todas as causas, as frequências das causas e sua respectiva participação de acordo com o perfil do condutor determinado no início, de modo parecido encontram-se os tipos de acidentes, com suas quantidades de aparições e respectiva participação em forma de porcentagem.

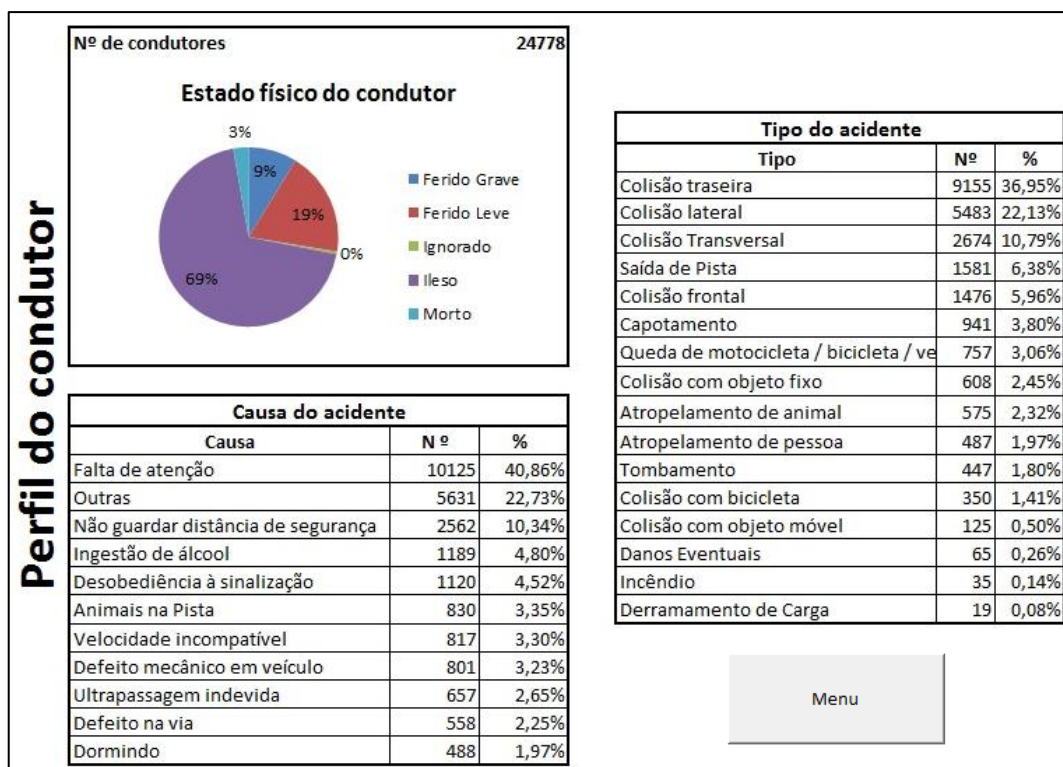


Figura 5.34 – SI: análise descritiva do Perfil do condutor
Fonte: o autor (2017)

Já a Figura 5.35 representa a aba referente ao cruzamento do “Trecho x Condutor”, nela é relacionado o perfil do condutor (sexo e idade) com o trecho escolhido, os resultados de forma geral são os mesmos mostrados na Figura 5.34, demonstrando assim de forma quantitativa o número de condutores com aquele perfil específico, envolvidos em acidentes no trecho selecionado, além disso, é mostrado também o gráfico da parcela que cada estado físico possui para o grupo dos condutores com aquele perfil e por fim, são mostradas as duas tabelas, uma com informações quantitativas sobre as causas dos acidentes e a outra sobre os tipos de acidentes, porém, estão agora restringidos apenas para aquele trecho e perfil do condutor em específico, acrescenta-se também como informação disponibilizada na página, a participação que o perfil do condutor escolhido possui em relação ao número total de condutores envolvidos, restrito ao trecho escolhido.

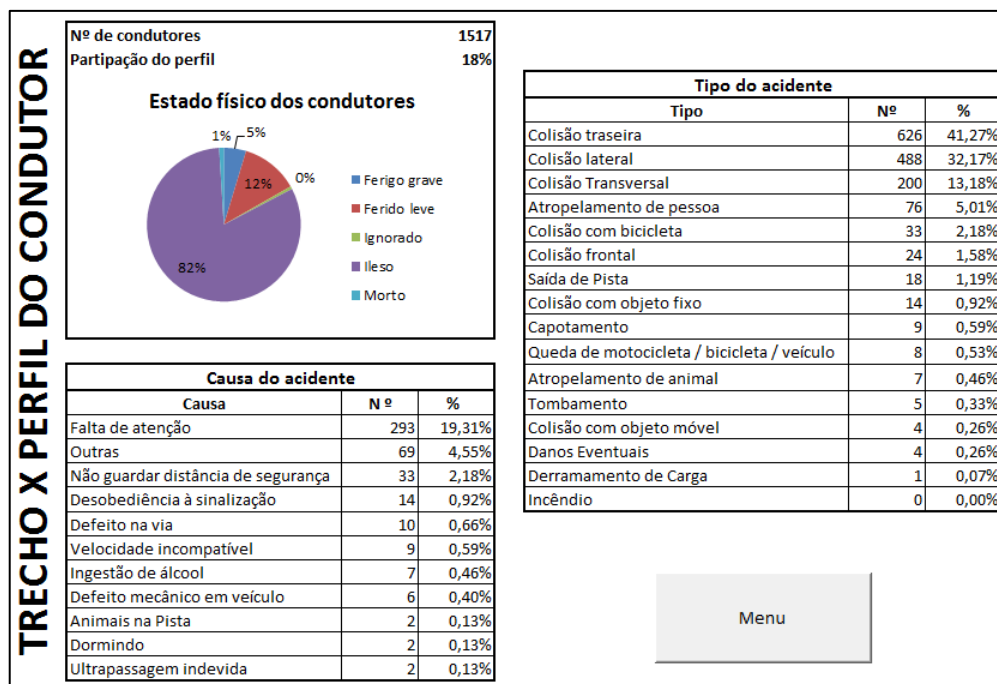


Figura 5.35 – SI: análise descritiva do Trecho x Perfil do condutor

Fonte: o autor (2017)

Na Figura 5.36 tem-se a tela da “Trecho x Veículo” a qual possui os mesmos resultados mencionados anteriormente só que referência a relação do trecho com o veículo escolhido, o mesmo vale para a Figura 5.37, esta com os resultados da relação ao trecho com o perfil do condutor e o veículo escolhido mostrados na tela “Trecho x Condutor x Veículo”.

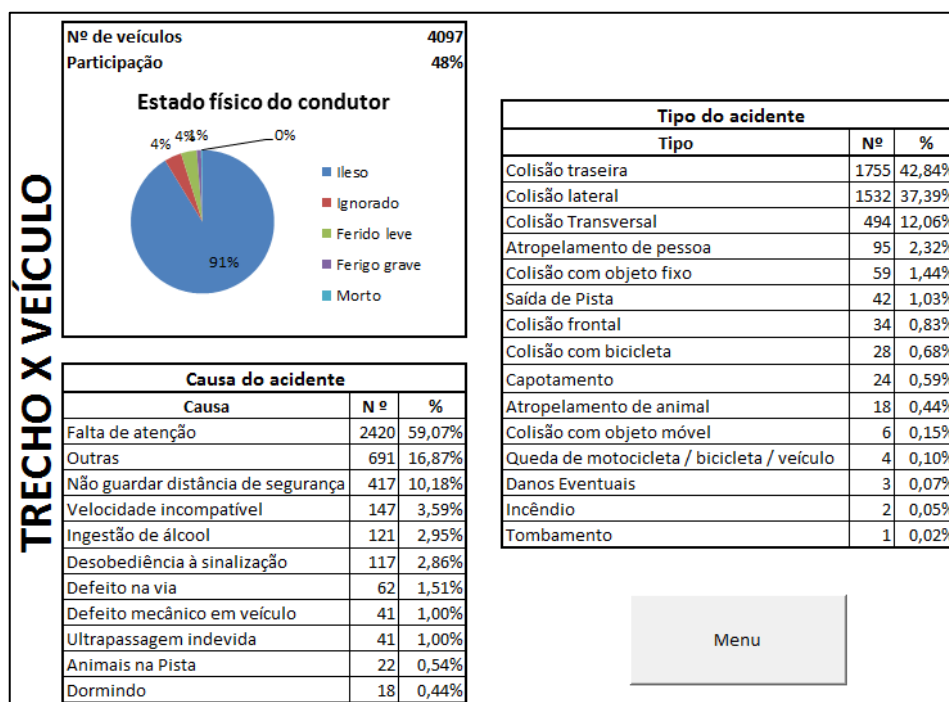


Figura 5.36 – SI: análise descritiva do Trecho x veículo

Fonte: o autor (2017)

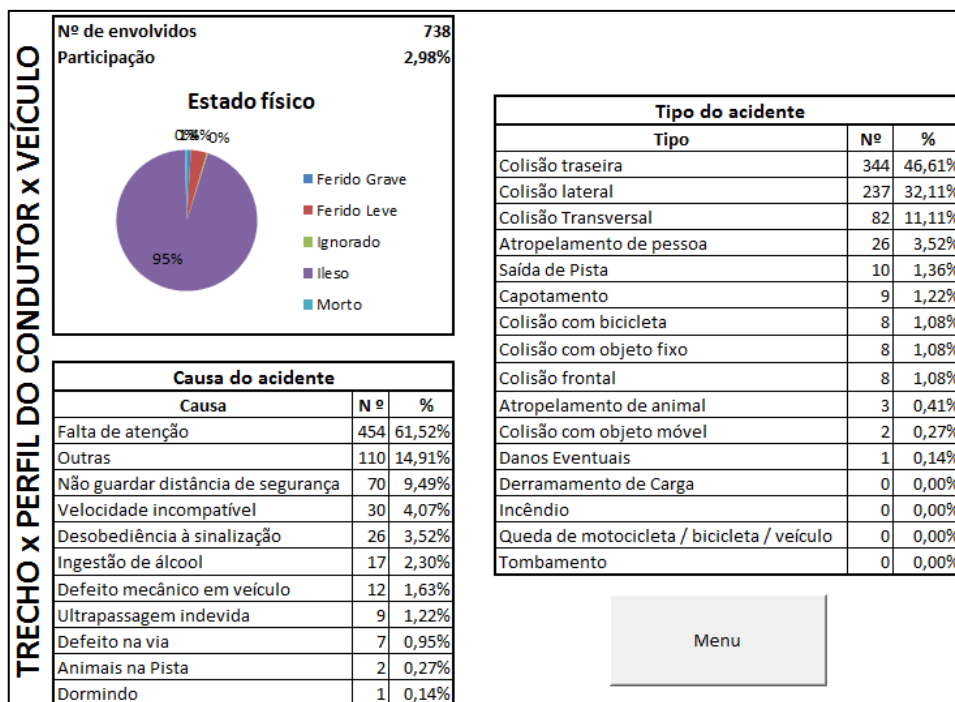


Figura 5.37 – SI: análise descritiva do Trecho x Perfil do condutor x Veículo

Fonte: o autor (2017)

Em todas as telas com exceção da tela inicial, há um botão chamado “Menu”, ao apertá-lo o usuário será direcionado para o menu principal.

Partindo das análises exploratórias dos dados, tem-se os resultados gerados na aba “Associações” podem ser vistos na Figura 5.38 e na Figura 5.39. Os resultados das associações do perfil do condutor (sexo/idade) (vide Figura 5.38) com as causas, tipos de acidentes e estado físico, na primeira coluna além do perfil do condutor, estão às qualidades do referido ponto dentro da análise de correspondência; na segunda coluna estão listadas as variáveis (causas, estado físico, tipo de acidente); na terceira coluna está a distância euclidiana (proveniente da análise cluster) entre o ponto analisado e o perfil do condutor, essa distância é normalizada para ficar entre 0 e 1 sendo colocada na quarta coluna; na quinta coluna está a ordem da variável que mais está associada aquele perfil inserido pelo usuário (em ordem decrescente); na sétima coluna encontra-se a descrição do grau de associação que o valor normalizado possui; e na última coluna estão as qualidades dos pontos dentro da análise de correspondência – a qualidade dos pontos corresponde a quanto cada ponto está, ou não, bem representado no subespaço definido pelo maior número de dimensões, representando a proporção da contribuição de cada ponto para inércia total.

Vale dizer que na coluna da normalização, os valores foram divididos em percentis, com valor mínimo de 25%, médio de 50% e máximo de 75%, utilizando para isso uma escala tricolor.

Como análise dessas informações, no exemplo aplicado, o usuário facilmente percebe que seu perfil de condutor está fortemente associado as causas de “desobediência a sinalização” (1º.), “velocidade incompatível” (2º.) e “outras” (3º.), sendo que a causa “velocidade incompatível” possui uma qualidade baixa (0,586). Portanto, deve-se considerar que essa associação não tem uma boa representação pelos dados ocorridos. Além disso, avaliando o perfil do condutor pelo estado físico decorrente do acidente é fortemente associado a ferimentos leves (1º.) e graves (2º.); com os tipos de acidentes fortemente associados com “colisão com bicicleta” (1º.), “colisão com objeto fixo” (2º.), “atropelamento de pessoas” (3º.), etc. Da mesma forma, observa-se que a qualidade da representação do tipo “colisão com bicicleta” é muito baixa (0,185), portanto, deve-se ter bastante atenção ao usar essa informação.

PERFIL CONDUTOR		Dist.	Norm.	Ordem	Descrição	Qual.
MJ	CAUSA					
0,897	Falta de atenção	0,081	0,163	5º.	Fortemente associado a 'Falta de atenção'	0,902
	Outras	0,046	0,072	3º.	Fortemente associado a 'Outras'	0,887
	Não guardar distância de segurança	0,120	0,262	8º.	Moderadamente forte associado a 'Não guardar distância de segurança'	0,806
	Defeito na via	0,063	0,117	4º.	Fortemente associado a 'Defeito na via'	0,498
	Ingestão de álcool	0,139	0,310	10º.	Moderadamente forte associado a 'Ingestão de álcool'	0,997
	Ultrapassagem indevida	0,094	0,195	6º.	Fortemente associado a 'Ultrapassagem indevida'	0,956
	Desobediência à sinalização	0,035	0,046	1º.	Fortemente associado a 'Desobediência à sinalização'	0,846
	Velocidade incompatível	0,037	0,050	2º.	Fortemente associado a 'Velocidade incompatível'	0,586
	Defeito mecânico em veículo	0,154	0,349	11º.	Moderadamente forte associado a 'Defeito mecânico em veículo'	0,894
	Animais na Pista	0,134	0,297	9º.	Moderadamente forte associado a 'Animais na Pista'	0,994
	Dormindo	0,102	0,216	7º.	Fortemente associado a 'Dormindo'	0,867
	ESTADO FÍSICO					
1,000	Ferido Grave	0,081	0,122	2º.	Fortemente associado a 'Ferido Grave'	0,995
	Ferido Leve	0,045	0,062	1º.	Fortemente associado a 'Ferido Leve'	0,999
	Illeso	0,289	0,467	4º.	Moderadamente forte associado a 'Illeso'	1,000
	Morto	0,189	0,301	3º.	Moderadamente forte associado a 'Morto'	0,994
	TIPO DE ACIDENTE					
0,978	Colisão Transversal	0,114	0,112	5º.	Fortemente associado a 'Colisão Transversal'	0,024
	Colisão lateral	0,184	0,225	9º.	Fortemente associado a 'Colisão lateral'	0,961
	Colisão traseira	0,142	0,157	8º.	Fortemente associado a 'Colisão traseira'	0,707
	Colisão com bicicleta	0,044	0,000	1º.	Fortemente associado a 'Colisão com bicicleta'	0,185
	Queda de motocicleta	0,289	0,394	14º.	Moderadamente forte associado a 'Queda de motocicleta'	0,996
	Colisão frontal	0,120	0,122	7º.	Fortemente associado a 'Colisão frontal'	0,991
	Atropelamento de pessoa	0,085	0,066	3º.	Fortemente associado a 'Atropelamento de pessoa'	0,913
	Colisão com objeto fixo	0,066	0,035	2º.	Fortemente associado a 'Colisão com objeto fixo'	0,914
	Tombamento	0,215	0,274	11º.	Moderadamente forte associado a 'Tombamento'	0,962
	Atropelamento de animais	0,202	0,254	10º.	Moderadamente forte associado a 'Atropelamento de animais'	0,891
	Capotamento	0,109	0,104	4º.	Fortemente associado a 'Capotamento'	0,778
	Colisão com objeto móvel	0,247	0,326	12º.	Moderadamente forte associado a 'Colisão com objeto móvel'	0,979
	Incêndio	0,329	0,458	15º.	Moderadamente forte associado a 'Incêndio'	0,938
	Saída de Pista	0,117	0,118	6º.	Fortemente associado a 'Saída de Pista'	0,585
	Danos Eventuais	0,253	0,337	13º.	Moderadamente forte associado a 'Danos Eventuais'	0,956
	Derramamento de Carga	0,454	0,658	16º.	Moderadamente fraco associado a 'Derramamento de Carga'	0,918

Figura 5.38 – SI: resultado das associações (perfil do condutor)

Fonte: o autor (2017)

A Figura 5.39 mostra as mesmas informações descritas anteriormente, com a diferença que agora diz respeito às associações do perfil do condutor dentro do trecho escolhido, com a adição do nome do trecho escolhido na primeira linha e a qualidade da representação que aquele perfil possui relacionado às outras variáveis dentro daquele trecho em específico. O mesmo processo ocorre para o tipo de veículo escolhido pelo usuário e pode ser visto no (Apêndice D).

		Trecho ENTR PE-035 (IGARASSÚ) - ENTR PE-015 (P/PAULISTA)					0,834
PERFIL CONDUTOR		Qual.	Dist.	Norm.	Ordem	Descrição	Qual.
MJ	CAUSA						
0,897	Falta de atenção	0,902	0,098	0,065	5º	Fortemente associado a 'Falta de atenção'	0,901
	Outras	0,887	0,110	0,075	6º	Fortemente associado a 'Outras'	0,705
	Não guardar distância de segurança	0,806	0,127	0,088	7º	Fortemente associado a 'Não guardar distância de segurança'	0,474
	Defeito na via	0,498	0,621	0,489	11º	Moderadamente forte associado a 'Defeito na via'	0,959
	Ingestão de álcool	0,997	0,047	0,023	1º	Fortemente associado a 'Ingestão de álcool'	0,624
	Ultrapassagem indevida	0,956	0,048	0,024	2º	Fortemente associado a 'Ultrapassagem indevida'	0,280
	Desobediência à sinalização	0,846	0,058	0,032	4º	Fortemente associado a 'Desobediência à sinalização'	0,620
	Velocidade incompatível	0,586	0,130	0,090	8º	Fortemente associado a 'Velocidade incompatível'	0,797
	Defeito mecânico em veículo	0,894	0,049	0,025	3º	Fortemente associado a 'Defeito mecânico em veículo'	0,169
	Animais na Pista	0,994	0,471	0,368	10º	Moderadamente forte associado a 'Animais na Pista'	0,704
	Dormindo	0,867	0,131	0,091	9º	Fortemente associado a 'Dormindo'	0,050
	ESTADO FÍSICO						1,000
1,000	Ferido Grave	0,995	0,276	0,340	2º	Moderadamente forte associado a 'Ferido Grave'	0,977
	Ferido Leve	0,999	0,124	0,134	1º	Fortemente associado a 'Ferido Leve'	0,989
	Illeso	1,000	0,305	0,378	3º	Moderadamente forte associado a 'Illeso'	1,000
	Morto	0,994	0,427	0,543	4º	Moderadamente fraco associado a 'Morto'	0,991
	TIPO DE ACIDENTE						0,990
0,978	Colisão Transversal	0,024	0,216	0,236	6º	Fortemente associado a 'Colisão Transversal'	0,153
	Colisão lateral	0,961	0,327	0,375	14º	Moderadamente forte associado a 'Colisão lateral'	0,977
	Colisão traseira	0,707	0,158	0,162	2º	Fortemente associado a 'Colisão traseira'	0,929
	Colisão com bicicleta	0,185	0,193	0,206	5º	Fortemente associado a 'Colisão com bicicleta'	0,862
	Queda de motocicleta	0,996	0,285	0,323	13º	Moderadamente forte associado a 'Queda de motocicleta'	0,855
	Colisão frontal	0,991	0,163	0,169	4º	Fortemente associado a 'Colisão frontal'	0,936
	Atropelamento de pessoa	0,913	0,159	0,163	3º	Fortemente associado a 'Atropelamento de pessoa'	0,989
	Colisão com objeto fixo	0,914	0,251	0,279	10º	Moderadamente forte associado a 'Colisão com objeto fixo'	0,136

Figura 5.39 - SI: resultado das associações (perfil do condutor e trecho)

Fonte: o autor (2017)

Por se tratar de um protótipo, o SI encontra-se limitado, porém através deste protótipo é possível mostrar sua usabilidade e importância. Um SI como este serve tanto para condutores em geral, quanto para o poder público, para condutores ele pode auxiliar o condutor mostrando que tipos de causas e tipos de acidentes ele deve dedicar uma atenção maior, e o quanto aquele trecho por qual ele vai passar possui em acidentes e gravidades desses, podendo levar o condutor a trocar para uma rota mais “tranquila” caso o usuário seja muito avesso ao risco; já para o poder público, um sistema como esse facilita a tomada de decisão, através dele é possível verificar com facilidade as características principais do condutor, do trecho e do tipo de veículo, norteando assim decisões por parte dele, seja para priorização em quais trechos agir ou em qual perfil de condutor ele deve atuar para diminuir o risco de acidentes.

6 CONCLUSÃO

Este capítulo faz um breve resumo sobre os principais resultados, algumas considerações e propõe alguns trabalhos futuros relacionados ao tema.

6.1 Principais resultados

Como principais resultados da análise descritiva, teve-se a descrição dos perfis dos acidentes, das pessoas envolvidas, dos veículos e dos condutores referentes às ocorrências no estado de Pernambuco de 2007 a 2016.

Sobre os perfis dos acidentes foi evidenciada uma diminuição do número de ocorrências de 2013 a 2016; a maior parte dos acidentes ocorrem no período do pleno dia (58,80%); a BR-101/PE possui a maior parte dos acidentes (46,62%), sua posição se mantém mesmo quando levado em consideração sua extensão, resultando em 112,56 acidentes por quilômetro; Recife é o município com maior parcela de acidentes (18,70%); falta de atenção é a causa mais comum (36,85%) e colisão traseira é o tipo de acidente mais frequente (29,38%).

Para o perfil das pessoas a exemplo do número de ocorrências, a quantidade de pessoas envolvidas em acidentes também diminuiu do período de 2013 a 2016; ileso é o estado físico mais comum (64%) e dentro deste período houve um total de 4.187 mortes (3%) e 11.846 ferimentos graves (6%).

No que se refere ao perfil dos veículos, a maioria dos acidentes ocorrem com automóvel (46,93%) seguido por motocicletas (12,65%), porém motociclistas ultrapassam os condutores de automóvel tanto em número de feridos graves como em mortes.

Quanto ao perfil dos condutores, os homens mostram porcentagens maiores de mortos (2,2%) e feridos graves (6,5%) do que as mulheres que possuem uma participação de 0,6% de mortes e 3,8% de ferimentos graves.

Já para o perfil dos acidentes graves, os pedestres demonstraram ser o tipo de envolvido mais vulnerável no trânsito, e quando comparado condutores com passageiros, os passageiros possuem uma maior parcela de mortos (5,14%) e feridos graves (18,19%) do que os condutores; a colisão frontal é o tipo de acidentes que mais mata e deixa feridos graves, com respectivamente 1.166 mortes e 1.985 feridos graves; para as causas, a causa “outras” é a que mais mata e deixa feridos graves, seguido pela falta de atenção, porém quando levado em conta o número de ocorrência da causa, as principais causas são a ultrapassagem indevida e a ingestão de álcool, onde ultrapassagem indevida possui 7,06% de mortos e 14,72% de feridos

graves, enquanto 5% e 14,57% dos envolvidos em acidentes causados pela ingestão de álcool acabam mortos e feridos respectivamente.

Os resultados da análise exploratória foram divididos em cinco: configuração do perfil dos envolvidos, configuração dos condutores, configuração dos veículos, configuração da localização e as configurações gerais. A configuração dos envolvidos mostra que pessoas do sexo masculino estão associadas ao estado físico ileso e ferimentos leves e graves estão mais relacionados a pessoas jovens e mulheres adultas. A configuração dos condutores resulta que motoristas jovens do sexo masculino estão mais associados a ferimentos graves e leves, também a acidentes causados pela desobediência a sinalização e velocidade incompatível. O resultado da configuração dos veículos mostra principalmente uma associação entre motociclistas e ferimentos graves. A BR-101/PE que é a que possui maior número de ocorrências, de acordo com os resultados da configuração da localização ela possui associação com a causa falta de atenção e estado físico ileso.

Para as configurações gerais dos acidentes, os dias úteis da semana estão mais associados a ocorrências sem vítimas, já o sábado e o domingo estão associados a vítimas feridas e vítimas fatais, nessa ordem; a ultrapassagem indevida e a ingestão de álcool estão associados a ferimentos graves, reforçando a informação gerada na análise descritiva; a colisão frontal e a colisão com bicicleta possuem associação com acidentes graves; e por fim, ultrapassagem indevida está relacionado a colisão frontal, mostrando assim que a falta de cautela por parte dos condutores possuem consequências graves no trânsito.

De modo geral, percebe-se que o ser humano é o culpado mais frequente dos acidentes, e suas imprudências ao volante podem trazer consequências graves para os envolvidos no trânsito, sejam pedestres, passageiros ou outros condutores. Sendo assim, é necessário desenvolvimento de medidas preventivas e corretivas, sejam elas políticas de segurança, medidas socioeducativas, campanhas e investimentos nas rodovias, que de forma geral, consigam melhorar o comportamento do homem, diminuindo os riscos dos acidentes, seja na própria probabilidade de ocorrência ou na consequência do fato.

6.2 Considerações finais

As informações sobre os acidentes de trânsito são essenciais para a estruturação do conhecimento sobre o tema e através dele ser possível realizar um diagnóstico mais preciso, possibilitando entender as características e dimensão do problema, sendo que as informações são geradas por um processo de transformação dos dados, os quais na sua forma “crua” não possuem relevância.

Neste contexto, este trabalho atingiu seu objetivo em transformar os dados disponibilizados pela PRF em informações, através da análise descritiva e exploratória, não satisfeito com apenas essa transformação, este estudo propõe e cria o protótipo de um SI.

O protótipo mostrado neste trabalho cumpriu a sua proposta inicial, que é mostrar que é possível facilitar o acesso às informações sobre os trechos, condutores e veículos por meio de um sistema de informação interativo, de modo a auxiliar a tomada de decisões por parte do poder público o qual através da utilização de um SI como o proposto, pode nortear a priorização de suas ações de acordo com o trecho ou o tipo de condutor, além disso, o SI pode ser utilizado por condutores de forma geral, fazendo com que eles tomem conhecimento sobre informações dos acidentes por trecho ou de acordo com seu perfil, permitindo a conscientização dos motoristas sobre as principais causas e tipos de acidente associados ao seu perfil e ao trecho.

6.3 Recomendações de trabalhos futuros

Recomenda-se como estudos futuros que outros estudos similares sejam realizados em outros estados do Brasil, de modo a agregar conhecimento a um nível nacional, norteando assim, não só o governo ou condutores de um estado em específico, mas tendo impacto em todo o país. Além disso, indica-se que um SI como o proposto neste trabalho, seja criado e implantado de maneira integral, facilitando o acesso à informação e auxiliando em processos de tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. A.; FERREIRA, R. L.; SILVA, J. A. A. da; SANTOS, E. S; STOSIC, B.; SOUZA, A. L.. Estabilidade em análise de agrupamento: estudo de caso em ciência florestal. 2006.
- ALMEIDA, A. T.; RAMOS, F. S., (Org.). **Gestão da informação na competitividade das Organizações**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 16-17. 2002.
- ANDERSON, T. K. Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. **Accident Analysis & Prevention**, v. 41, n. 3, p. 359-364, 2009.
- ANDI – Comunicação e Direitos; OPS - Organização Pan-Americana da Saúde; MS- Ministério da Saúde. Álcool e direção- Brasília. DF. ISBN: 978-85-99118-42-9. Ano: 2014.
- BACCHIERI, G.; BARROS, A. J. D. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 5, p. 949-963, 2011.
- BASILE, O.; PERSIA, L.. Tools for assessing the safety impact of interventions on road safety. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 53, p. 682-691, 2012.
- BATISTÃO, M. D. C.; FLORES, E. F.; DA SILVA, J. F. C.. Geocodificação de Acidentes Rodoviários para Identificação de Trechos Críticos com Estatística Espacial. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 40, n. 2, p. 89-97, 2017.
- BATISTÃO, M. D. C.; TACHIBANA, V. M.; DA SILVA, J. F. C.. Mapeamento de trechos rodoviários críticos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 4, 2016.
- BEH, E. J.; LOMBARDO, R.. **Correspondence analysis: theory, practice and new strategies**. John Wiley & Sons, 2014.
- BILLOT-GRASSET, A.; AMOROS, E.; HOURS, M.. How cyclist behavior affects bicycle accident configurations?. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, v. 41, p. 261-276, 2016.
- BÔAS, E. F. V; DA SILVA, M. A. Trânsito e segurança pública: impactos e consequências. **Humanidades**, v. 4, n. 2, p.113-128, jul. 2015.

- BRASIL. Sistema BR-Brasil - Boletins de Ocorrências em Rodovias Federais - Conjuntos de dados - Portal Brasileiro de Dados Abertos. Ministério dos transportes. Brasil. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/acidentes-rodovias-federais>>. Acesso em: 30 jul. 2017.
- CHAGAS, D. M.; NODARI, C. T.; LINDAU, L. A. Lista de fatores contribuintes de acidentes de trânsito para pesquisa no Brasil. In: **Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes**. 2011. p. 2012-1.
- D'AVILA, S.; CAMPOS, A. C.; CALVALCANTE, G. M. S., SILVA, C. J. P.; NÓBREGA, L.M., FERREIRA, E.F.. Characterization of victims of aggression and transportation accidents treated at the Forensic Medicine and Dentistry Institute-Campina Grande, Paraíba, Brazil-2010. **Ciência & saúde coletiva**, v. 20, n. 3, p. 887-894, 2015.
- DA SILVA, G. J. C.; MENEZES, L. B.; NEDER, Henrique Dantas. Qualidade da malha rodoviária, custos econômicos associados e determinantes dos acidentes de trânsito no Brasil: avaliação e proposição de política. **Revista de Políticas Públicas**, v. 19, n. 1, p. 327-347, 2016.
- DE CARVALHO, C. H. R.. **Mortes por acidentes de transporte terrestre no Brasil: Análise dos sistemas de informação do Ministério da Saúde**. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2016.
- DE ONA, J.; LÓPEZ, G.; MUJALLI, R.; CALVO, F. J.. Analysis of traffic accidents on rural highways using Latent Class Clustering and Bayesian Networks. **Accident Analysis & Prevention**, v. 51, p. 1-10, 2013.
- DEPAIRE, B.; WETS, G.; VANHOOF, K.. Traffic accident segmentation by means of latent class clustering. **Accident Analysis & Prevention**, v. 40, n. 4, p. 1257-1266, 2008.
- DONI, M. V.. Análise de cluster: métodos hierárquicos e de particionamento. **Universidade Presbiteriana Mackenzie**, 2004.
- FANCELLO, G.; CARTA, M.; FADDA, P.. A decision support system for road safety analysis. **Transportation Research Procedia**, v. 5, p. 201-210, 2015
- GEORGE, Y.; ATHANASIOS, T.; GEORGE, P.. Investigation of road accident severity per vehicle type. **Transportation Research Procedia**, v. 25, p. 2081-2088, 2017.
- GREENACRE, M. J. **Correspondence Analysis in Practice**. 2. ed. [s.l.] Chapman and Hall/CRC, 2007.

GREENACRE, M. J. **Theory and applications of correspondence analysis**. 1984.

GREENACRE, M. J.; BLASIUS, J. (Ed.). **Multiple correspondence analysis and related methods**. CRC press, 2006.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Ipea traça panorama sobre acidentes nas rodovias federais, 2015. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=26284>. Acesso em: 10 abr. 2017.

JARDIM, J. M. M.; JÚNIOR, R. A. S.; PASCOAL, I. C.; OLIVEIRA, A. A. F.; JUNIOR, J. W. P.. Análise dos acidentes de trânsito ocasionados por animais nas rodovias federais do estado de Pernambuco, Brasil. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 11, n. 1, p. 76-84, 2017.

KORCHAGIN, V.; LJAPIN, S.; RIZAEVA, J.; KONOVALOVA, V.. Subsystem of Road Accident Consequences Elimination. Methodology of Subsystem Efficiency Improvement. **Transportation Research Procedia**, v. 20, p. 316-320, 2017.

LE ROUX, B.; ROUANET, H.. **Multiple correspondence analysis**. Sage, 2010.

LIMA, J. N.; GARCEZ, T. V.. Estudo exploratório dos acidentes nas rodovias federais do estado de Pernambuco (2007 – 2012). **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP/ABEPRO**, João Pessoa, 2016.

LIMA, J. N.; GARCEZ, T. V.. Análise dos acidentes de trânsito na BR-232 de 2007-2012: traçando perfis. **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP/ABEPRO**, Fortaleza, 2015a.

LIMA, J. N.; GARCEZ, T. V. **Acidentes nas rodovias federais Pernambucanas: um estudo descritivo e exploratório**. Dissertação (Dissertação em engenharia de produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru. 2015b.

LINDEN, R.. Técnicas de agrupamento. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, v. 4, p. 18-36, 2009.

- MARTINS, M. A.; GARCEZ, T. V.. Análise descritiva dos acidentes nas rodovias federais de Pernambuco (2007-2015). **XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP/ABEPRO**, Joinville, 2017.
- MÁŠILKOVÁ, M.. Health and social consequences of road traffic accidents. **Kontakt**, 2017.
- MASSAÚ, G. C.; DA ROSA, R. G.. Acidentes de trânsito e direito à saúde: prevenção de vidas e economia pública. **Revista de Direito Sanitário**, v. 17, n. 2, p. 30-47, 2016.
- MATTOS, A. C. M.. **Sistemas de informação: uma visão executiva**. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MEDRI, W.. Análise exploratória de dados. <http://www.uel.br/pos/estatisticaeducacao/textos_didaticos/especializacao_estatistica.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017, v. 15, p. 05-13, 2011.
- MITCHELL, R. J.; SENSERRICK, M.; BAMBACH, M. R.; MATTOS, G.. Comparison of novice and full-licensed driver common crash types in New South Wales, Australia, 2001–2011. **Accident Analysis & Prevention**, v. 81, p. 204-210, 2015.
- MORAIS, C.. Escalas de medida, estatística descritiva e inferência estatística. 2005.
- MORAIS NETO, O. L.; SILVA, M. M. A.; LIMA, C. M.; MALTA, D. C.; SILVA, J. B.. Projeto Vida no Trânsito: avaliação das ações em cinco capitais brasileiras, 2011-2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 3, p. 373–382, 2013.
- MURTAGH, F.. **Correspondence analysis and data coding with Java and R**. CRC Press, 2005.
- NITSCHKE, P.; THOMAS, P., STUETZ, R. WELSH, R.. Pre-crash scenarios at road junctions: a clustering method for car crash data. **Accident Analysis & Prevention**, v. 107, p. 137-151, 2017.
- OLIVEIRA, A. M. F.. ONU: década de ações para a segurança no trânsito 2011–2020. 2016.
- PRF – Polícia Rodoviária Federal. Acidentes, 2017. Disponível em: <<https://www.prf.gov.br/portal/dados-abertos/acidentes/acidentes>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

- REIS, E. A.; REIS, I. A.. Análise Descritiva de Dados. **Universidade Federal de Minas Gerais-Instituto de Ciências Exatas**, 2002.
- RIBEIRO DOS SANTOS, A. M.; RODRIGUES, R. A. P.; SANTOS, C. B.; CAMINITI, G. B.. Distribuição geográfica dos óbitos de idosos por acidente de trânsito. **Escola Anna Nery Revista de Enfermagem**, v. 20, n. 1, 2016.
- RYDER, B.; GAHR, B.; EGOLF, P.; DAHLINGER, A.; WORTMANN, F.. Preventing traffic accidents with in-vehicle decision support systems-The impact of accident hotspot warnings on driver behaviour. **Decision Support Systems**, 2017.
- SILVESTRE, A. L.. **Análise de dados e estatística descritiva**. Escolar editora, 2007.
- SOUZA, M. F. M.; MALTA, D. C.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; SILVA, M. M. A.; CARVALHO, M. S.; NETO, O. L. M.. Análise descritiva e de tendência de acidentes de transporte terrestre para políticas sociais no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, n. 1, p. 33-44, 2007.
- SPUTNIK BRASIL. Brasil é 5º no ranking internacional de acidentes no trânsito. 2015. Disponível em: <<https://br.sputniknews.com/brasil/201509182167335/>>. Acesso em: 10 abr. 2017.
- STAIR, R. M.; REYNOLDS, G. W.; DA SILVA, F. S. C.. **Princípios de sistemas de informação**. 9ª ed. São Paulo: Cengage Learning. 2011.
- STATSOFT. How To Group Objects Into Similar Categories, Cluster Analysis, 2017. Disponível em: < <http://www.statsoft.com/Textbook/Cluster-Analysis#d>>. Acesso em: 15 out. 2017.
- THEOFILATOS, A.; YANNIS, G.; VLAHOIANNI, E. I.; GOLIAS, J. C.. Modelling the effect of traffic regimes on safety of urban arterials: the case study of Athens. **Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)**, 2017.
- TÖRÖK, Á.; PAUER, G.; BERTA, T.. Analysing THE Impact of Road Information System on Traffic Safety. **Procedia Engineering**, v. 187, p. 712-721, 2017.
- TRIPODI, A. A.; PERSIA, L.; MASCIO, P. D.; CORAZZA, M. V.; MUSSO, A.. Decision Support System For Analysis Of Vulnerable Road Users Safety Issues: Results Of The

SAFERBRAIN Project. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 53, p. 841-850, 2012.

WHO - World Health Organization. Save LIVES: a road safety technical package. Violence and Injury Prevention, 2017a. Disponível em: <http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/save-lives-package/en/>. Acesso em: 20 nov. 2017.

WHO - World Health Organization. The top 10 causes of death. World Health Organization, 2017b. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

WHO - World Health Organization. Road traffic injuries. Violence and Injury Prevention, 2017c. Disponível em: <http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/en/>. Acesso em: 20 nov. 2017.

WHO - World Health Organization. Road traffic injuries. World Health Organization, 2016. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/>> Acesso em: 07 mar. 2017.

WHO - World Health Organization. Global Status Report on Road Safety 2015. **Injury prevention**, 2015.

WHO - World Health Organization. Road safety in Brazil. World Health Organization, 2013. Disponível em: <http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/countrywork/bra/en/> Acesso em: 10 abr. 2017.

VALLI, M.. Análise de cluster. **Augusto Guzzo Revista Acadêmica**, n. 4, p. 77-87, 2002.

APÊNDICE A – Análise descritiva

Tabela A1.1 – Número de ocorrências, feridos graves e mortos por município

Município	Número de ocorrências	Participação (%)	Feridos Graves	%Feridos Graves	Mortos	%Mortos	Total
Recife	11702	18,69%	937	3,47%	205	0,76%	27016
Jaboatão dos Guararapes	5207	8,32%	635	5,58%	174	1,53%	11379
Petrolina	4498	7,19%	888	8,74%	187	1,84%	10159
Caruaru	4363	6,97%	767	7,84%	261	2,67%	9787
Cabo de Santo Agostinho	3250	5,19%	496	7,30%	167	2,46%	6798
Igarassu	3114	4,97%	447	6,55%	128	1,88%	6825
Abreu e lima	2408	3,85%	226	4,27%	39	0,74%	5297
Gravata	1890	3,02%	391	9,89%	87	2,20%	3953
Garanhuns	1458	2,33%	451	13,65%	160	4,84%	3305
Goiana	1389	2,22%	197	6,97%	67	2,37%	2828
Paulista	1326	2,12%	185	6,38%	57	1,97%	2900
Vitoria de Santo Antão	1292	2,06%	252	9,15%	63	2,29%	2753
Serra Talhada	1159	1,85%	409	15,23%	83	3,09%	2686
Moreno	1115	1,78%	161	7,23%	40	1,80%	2228
Salgueiro	1112	1,78%	257	10,61%	109	4,50%	2422
Bezerros	1036	1,66%	224	10,14%	90	4,08%	2208
São Caitano	837	1,34%	190	9,79%	73	3,76%	1941
Paudalho	797	1,27%	222	11,54%	85	4,42%	1923
Arcoverde	752	1,20%	280	17,89%	85	5,43%	1565
São Lourenço da mata	750	1,20%	135	8,20%	51	3,10%	1646
Pombos	657	1,05%	158	10,90%	55	3,79%	1450
Escada	620	1,00%	110	8,89%	64	5,17%	1237
Sertânia	607	0,97%	211	18,05%	60	5,13%	1169
Belo jardim	545	0,87%	180	12,51%	75	5,21%	1439
Pesqueira	487	0,78%	218	16,86%	98	7,58%	1293
Ouricuri	486	0,78%	162	16,20%	67	6,70%	1000
Santa Maria da Boa Vista	406	0,65%	85	9,84%	34	3,94%	864
Belém de São Francisco	382	0,61%	73	8,73%	36	4,31%	836
Ribeirão	355	0,57%	95	13,87%	28	4,09%	685
Agrestina	354	0,57%	141	16,19%	50	5,74%	871
Cabrobó	341	0,54%	120	14,51%	39	4,72%	827
Toritama	318	0,51%	67	8,95%	16	2,14%	749
Lajedo	314	0,50%	103	14,23%	48	6,63%	724
Floresta	313	0,50%	77	11,32%	27	3,97%	680
Carpina	303	0,48%	76	10,60%	22	3,07%	717
Palmares	301	0,48%	85	12,23%	45	6,47%	695
Taquaritinga do norte	299	0,48%	148	19,55%	71	9,38%	757
Custodia	293	0,47%	151	21,70%	54	7,76%	696
Tacaimbó	273	0,44%	74	10,24%	48	6,64%	723
Araripina	271	0,43%	122	18,05%	92	13,61%	676
Jupi	267	0,43%	90	14,78%	44	7,22%	609
Ipojuca	248	0,40%	30	6,21%	17	3,52%	483
Caetés	232	0,37%	103	18,66%	46	8,33%	552
Cachoeirinha	222	0,36%	67	12,71%	45	8,54%	527
Panelas	204	0,33%	46	11,00%	64	15,31%	418
Sairé	197	0,32%	32	8,31%	15	3,90%	385
Sanharó	187	0,30%	62	12,73%	39	8,01%	487

(continuação)

Município	Número de ocorrências	Participação (%)	Feridos Graves	%Feridos Graves	Mortos	%Mortos	Total
Trindade	181	0,29%	80	19,70%	65	16,01%	406
Flores	167	0,27%	50	12,35%	31	7,65%	405
Petrolândia	160	0,26%	83	17,58%	36	7,63%	472
Águas Belas	157	0,25%	47	13,95%	32	9,50%	337
Gameleira	151	0,24%	41	13,90%	25	8,47%	295
Verdejante	148	0,24%	38	11,73%	18	5,56%	324
Pedra	146	0,23%	79	22,83%	27	7,80%	346
Parnamirim	142	0,23%	51	15,27%	38	11,38%	334
Nazaré da Mata	139	0,22%	56	16,97%	23	6,97%	330
Xexéu	131	0,21%	18	7,00%	10	3,89%	257
Quipapá	130	0,21%	33	12,00%	7	2,55%	275
Cupira	121	0,19%	32	11,68%	36	13,14%	274
Venturosa	118	0,19%	64	23,62%	32	11,81%	271
Lagoa grande	116	0,18%	33	12,69%	9	3,46%	260
Paranatama	116	0,18%	48	16,27%	32	10,85%	295
Jucati	115	0,18%	48	17,71%	13	4,80%	271
Orocó	103	0,16%	19	7,20%	24	9,09%	264
Ibimirim	101	0,16%	48	24,12%	19	9,55%	199
São João	92	0,15%	21	10,45%	5	2,49%	201
Saloá	89	0,14%	31	19,62%	12	7,59%	158
Aliança	87	0,14%	25	12,02%	19	9,13%	208
Tracunhaém	82	0,13%	29	14,72%	14	7,11%	197
Afrânio	78	0,13%	29	18,95%	12	7,84%	153
São José do Belmonte	78	0,14%	17	9,60%	13	7,34%	177
Jatobá	75	0,12%	33	18,03%	18	9,84%	183
Joaquim Nabuco	73	0,12%	10	7,41%	11	8,15%	135
Calumbi	67	0,11%	21	13,55%	13	8,39%	155
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
Outros	494	0,79%	126	32,39%	43	11,05%	389

Fonte: o autor (2017)

Tabela A1.2 – Número de ocorrências, mortos e feridos graves por veículo

Tipo Veículo	Número de Ocorrências	Participação (%)	Mortos	Participação dos mortos (%)	Feridos graves	Participação dos feridos graves (%)
Automóvel	53527	46,93%	516	0,96%	1601	2,99%
Motocicletas	14429	12,65%	1121	7,77%	3527	24,44%
Caminhão	13385	11,73%	117	0,87%	282	2,11%
Caminhão-Trator	8454	7,41%	50	0,59%	117	1,38%
Caminhonete	8224	7,21%	68	0,83%	251	3,05%
Camioneta	4535	3,98%	38	0,84%	116	2,56%
Ônibus	3719	3,26%	9	0,24%	17	0,46%
Não identificado	3137	2,75%	11	0,35%	28	0,89%
Microônibus	1451	1,27%	15	1,03%	36	2,48%
Bicicleta	974	0,85%	179	18,38%	328	33,68%
Motoneta	953	0,84%	67	7,03%	258	27,07%
Utilitário	523	0,46%	3	0,57%	14	2,68%
Ciclomotor	386	0,34%	36	9,33%	104	26,94%
Carroça	110	0,10%	9	8,18%	18	16,36%
Trator de rodas	74	0,06%	1	1,35%	1	1,35%
Semi-Reboque	65	0,06%	0	0,00%	0	0,00%
Caminhão-Tanque	50	0,04%	0	0,00%	2	4,00%
Reboque	34	0,03%	0	0,00%	1	2,94%
Triciclo	13	0,01%	1	7,69%	1	7,69%
Charrete	7	0,01%	2	28,57%	1	14,29%
Carro-de-mao	6	0,01%	0	0,00%	0	0,00%
Trator misto	5	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Quadriciclo	2	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Trator de esteiras	2	0,00%	0	0,00%	0	0,00%

Fonte: o autor (2017)

APÊNDICE B – Análise de correspondência

Para um melhor entendimento das próximas figuras, as quais são mostrados os *outputs* do *software* STATISTICA para a análise de correspondência, é importante conhecer o significado de cada coluna, logo abaixo é mostrado o que elas representam de acordo com a própria base conceitual fornecida pelo site do programa (STASOFT, 2017):

- Coordenada Dim. 1 e Dim. 2: correspondem às coordenadas onde os pontos das categorias estarão plotados no mapa;
- Massa: é a razão da frequência da variável pelo total de linhas (frequência relativa);
- Qualidade: é o coeficiente que dá o quanto cada ponto está, ou não, bem representado no subespaço considerado, sendo definido como a razão da distância quadrática do ponto de origem do número de dimensões escolhidas pela a distância quadrática da origem no espaço definido pelo maior número de dimensões, representando a proporção da contribuição de cada ponto para inércia total;
- Inércia Relativa: representa a proporção do total de inércia representado pelo ponto respectivo, sendo independentemente do número de dimensões escolhidas pelo usuário;
- Inércia da dimensão: é a contribuição relativa da linha ou coluna para a inércia da respectiva dimensão;
- Cosseno2 Dim.: esta coluna possui a qualidade de cada ponto por dimensão.

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
FC	1	-0,900720	0,027438	0,006109	0,995529	0,104280	0,108210	0,994606	0,002484	0,000923
MC	2	-0,826109	0,082661	0,008189	0,996169	0,118586	0,122027	0,986294	0,030219	0,009875
FJ	3	-0,486953	-0,075843	0,046781	0,998194	0,238207	0,242200	0,974553	0,145319	0,023641
MJ	4	-0,157210	0,003432	0,249019	0,995046	0,129501	0,134377	0,994572	0,001584	0,000474
FA	5	-0,184866	-0,017585	0,075272	0,999952	0,054324	0,056166	0,990985	0,012571	0,008967
MA	6	0,153066	-0,009762	0,551646	0,999595	0,271690	0,282194	0,995545	0,028392	0,004050
FI	7	-0,449628	0,313376	0,007800	0,987289	0,049661	0,034429	0,664500	0,413657	0,322789
MI	8	0,130115	0,110788	0,055183	0,999258	0,033751	0,020398	0,579284	0,365775	0,419974

Figura A2.1 – Sexo/Idade: Estado físico vs. Sexo/Idade

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Ferido Grave	1	-0,333246	0,012666	0,081186	0,989660	0,190925	0,196850	0,988232	0,007034	0,001428
Ferido Leve	2	-0,359379	-0,032000	0,175979	0,998674	0,480049	0,496242	0,990818	0,097317	0,007856
Ileso	3	0,134973	-0,003562	0,711937	1,000000	0,271615	0,283181	0,999304	0,004878	0,000696
Morto	4	-0,187536	0,231049	0,030898	0,997374	0,057411	0,023727	0,396117	0,890771	0,601256

Figura A2.2 – Estado físico: Estado físico vs. Sexo/Idade

Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
MJ	1	-0,220573	-0,001020	0,253403	0,999999	0,668468	0,709870	0,999977	0,000255	0,000021
FJ	2	0,006257	-0,124176	0,026876	0,970854	0,023203	0,000061	0,002459	0,400626	0,968394
FA	3	0,160037	-0,076827	0,055776	0,998773	0,095422	0,082254	0,811709	0,318258	0,187064
MA	4	0,065082	0,007121	0,603247	0,998705	0,140380	0,147124	0,986892	0,029568	0,011813
MI	5	0,113680	0,065801	0,057420	0,983474	0,054616	0,042727	0,736661	0,240343	0,246812
FI	6	0,308546	-0,058790	0,003277	0,978765	0,017911	0,017965	0,944476	0,010950	0,034289

Figura A2.3 – Sexo/Idade: Estado físico vs. Sexo/Idade (condutores)

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Ferido Grave	1	-0,294722	0,031707	0,059095	0,995305	0,282860	0,295555	0,983917	0,057431	0,011388
Ferido Leve	2	-0,236663	-0,042948	0,135429	0,999010	0,425236	0,436754	0,967159	0,241488	0,031851
Ileso	3	0,068647	0,000108	0,784949	0,999977	0,200560	0,212981	0,999974	0,000009	0,000002
Morto	4	-0,215148	0,187962	0,020527	0,994468	0,091344	0,054710	0,563999	0,701073	0,430469

Figura A2.4 – Estado físico: Estado físico vs. Sexo/Idade (condutores)

Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
MJ	1	0,027039	-0,042301	0,253577	0,896561	0,125978	0,043151	0,260063	0,540752	0,636498
FJ	2	-0,194458	0,025224	0,026844	0,942757	0,193476	0,236267	0,927156	0,020355	0,015600
FA	3	-0,198212	0,010623	0,055622	0,987030	0,392380	0,508644	0,984203	0,007480	0,002827
MA	4	0,024380	0,020099	0,603301	0,987753	0,107761	0,083468	0,588082	0,290449	0,399671
MI	5	-0,078752	-0,043000	0,057382	0,586105	0,139292	0,082833	0,451499	0,126444	0,134606
FI	6	-0,244684	-0,060995	0,003275	0,895148	0,041113	0,045637	0,842778	0,014520	0,052370

Figura A2.5 – Sexo/Idade: Sexo/Idade vs. Causa do acidente

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim.1	Coordin. Dim.2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim.1	Cosine ² Dim.1	Inertia Dim.2	Cosine ² Dim.2
FA	1	-0,047190	-0,008795	0,416614	0,901995	0,188086	0,215950	0,871715	0,038409	0,030281
NGD	2	-0,059190	0,041265	0,109575	0,805612	0,125141	0,089354	0,542117	0,222372	0,263495
DMV	3	0,140694	0,061744	0,034908	0,893555	0,162980	0,160837	0,749255	0,158601	0,144300
DS	4	-0,001405	-0,063486	0,040649	0,845856	0,034247	0,000019	0,000414	0,195259	0,845442
IA	5	0,164149	-0,064049	0,041100	0,997305	0,226109	0,257765	0,865532	0,200934	0,131773
O	6	0,020885	0,002971	0,225587	0,886754	0,020007	0,022903	0,869166	0,002373	0,017588
UI	7	0,106261	0,007763	0,025902	0,955665	0,054373	0,068076	0,950592	0,001860	0,005073
VI	8	0,051009	-0,013941	0,030671	0,586137	0,025858	0,018575	0,545397	0,007104	0,040740
DV	9	-0,025312	-0,006613	0,022095	0,498484	0,005361	0,003295	0,466638	0,001151	0,031846
AP	10	0,109207	0,063032	0,035010	0,994089	0,098955	0,097187	0,745673	0,165776	0,248415
D	11	0,125937	-0,016998	0,017889	0,867017	0,058883	0,066039	0,851504	0,006160	0,015513

Figura A2.6 – Causa do acidente: Sexo/Idade vs. Causa do acidente
Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim.1	Coordin. Dim.2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim.1	Cosine ² Dim.1	Inertia Dim.2	Cosine ² Dim.2
CTN	1	-0,001959	0,014025	0,102657	0,024305	0,074884	0,000061	0,000465	0,006912	0,023840
CL	2	0,060261	-0,020781	0,244469	0,961116	0,091370	0,136496	0,858965	0,036137	0,102151
CT	3	0,027650	0,015053	0,382606	0,707140	0,047409	0,044975	0,545470	0,029675	0,161671
CB	4	-0,091577	0,008600	0,011605	0,184951	0,046932	0,014964	0,183335	0,000294	0,001617
Q	5	-0,386805	0,133560	0,018575	0,996218	0,276028	0,427298	0,890095	0,113415	0,106123
CF	6	-0,155948	-0,062472	0,051231	0,991029	0,128982	0,191566	0,853985	0,068437	0,137044
AP	7	-0,183973	0,005683	0,015689	0,912828	0,051476	0,081644	0,911957	0,000173	0,000870
COF	8	-0,045924	0,061502	0,021993	0,913808	0,012535	0,007132	0,327118	0,028474	0,586690
T	9	-0,161202	-0,160311	0,017019	0,961908	0,080846	0,067999	0,483619	0,149713	0,478289
AA	10	-0,078440	-0,151324	0,024623	0,890758	0,070997	0,023294	0,188651	0,192997	0,702107
C	11	-0,016545	0,103063	0,035000	0,777510	0,043361	0,001473	0,019534	0,127252	0,757977
COM	12	-0,033769	-0,186440	0,005721	0,978944	0,018547	0,001003	0,031095	0,068065	0,947848
I	13	-0,028977	-0,270642	0,001781	0,937762	0,012437	0,000230	0,010628	0,044645	0,927134
SP	14	0,006571	0,040541	0,062488	0,585276	0,015921	0,000415	0,014984	0,035154	0,570292
DE	15	-0,001223	-0,180717	0,003132	0,955637	0,009462	0,000001	0,000044	0,035007	0,955593
DC	16	0,081690	-0,362857	0,001412	0,918226	0,018811	0,001449	0,044294	0,063648	0,873932

Figura A2.7 - Tipo acidente: Sexo/idade vs. Tipo de acidente
Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim.1	Coordin. Dim.2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim.1	Cosine ² Dim.1	Inertia Dim.2	Cosine ² Dim.2
MJ	1	-0,110273	0,048106	0,253577	0,978027	0,331776	0,474108	0,821658	0,200865	0,156369
FJ	2	0,109645	0,149387	0,026844	0,911450	0,089408	0,049619	0,319100	0,205051	0,592349
FA	3	0,194376	0,127594	0,055622	0,976959	0,272112	0,323114	0,682759	0,309953	0,294200
MA	4	0,011786	-0,034997	0,603301	0,795464	0,091439	0,012886	0,081032	0,252930	0,714432
MI	5	0,108227	-0,039488	0,057382	0,366403	0,183758	0,103340	0,323357	0,030626	0,043046
FI	6	0,270828	0,022660	0,003275	0,678735	0,031506	0,036933	0,674017	0,000576	0,004719

Figura A2.8 - Sexo/Idade: Sexo/idade vs. Tipo de acidente
Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Automóvel	1	0,019821	-0,078310	0,503674	0,944145	0,108230	0,010539	0,056845	0,352926	0,887300
Caminhão	2	-0,220361	0,114005	0,125949	0,948350	0,254176	0,325724	0,748112	0,187046	0,200238
Caminhão-Trator	3	-0,137766	0,112033	0,079550	0,728881	0,106993	0,080410	0,438738	0,114087	0,290143
Caminhonete	4	-0,044025	-0,067498	0,077386	0,229178	0,068178	0,007988	0,068398	0,040285	0,160779
Camioneta	5	-0,086732	0,049240	0,042673	0,689087	0,019152	0,017096	0,521120	0,011822	0,167967
Motocicletas	6	0,276713	0,137298	0,135773	0,996237	0,404326	0,553678	0,799427	0,292445	0,196810
Ônibus	7	-0,049493	0,018639	0,034995	0,078142	0,038945	0,004565	0,068436	0,001389	0,009706

Figura A2.9 – Tipo veículo: Tipo veículo vs. causa do acidente

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
AP	1	0,049158	-0,067954	0,033198	0,155695	0,046632	0,004272	0,053487	0,017516	0,102208
DMV	2	-0,441910	0,262795	0,033452	0,975337	0,281885	0,347912	0,720527	0,263969	0,254810
DV	3	0,144940	0,055501	0,021642	0,798587	0,020297	0,024214	0,696465	0,007617	0,102122
DS	4	0,305575	0,149217	0,040876	0,947277	0,155146	0,203276	0,764887	0,103994	0,182389
D	5	-0,352669	-0,045290	0,017342	0,850669	0,080134	0,114874	0,836868	0,004065	0,013802
FA	6	-0,004558	-0,003527	0,411741	0,009792	0,043422	0,000456	0,006124	0,000585	0,003668
IA	7	0,346659	-0,016362	0,041149	0,957510	0,160924	0,263358	0,955382	0,001259	0,002128
NGD	8	-0,071826	-0,189635	0,108353	0,955570	0,144968	0,029771	0,119887	0,445226	0,835683
O	9	0,005751	0,046363	0,234265	0,752125	0,021136	0,000413	0,011398	0,057537	0,740727
UI	10	0,009722	0,107919	0,026808	0,762183	0,012840	0,000135	0,006136	0,035675	0,756047
VI	11	-0,082570	-0,132521	0,031174	0,724491	0,032616	0,011319	0,202604	0,062556	0,521888

Figura A2.10 – Causa do acidentes: Tipo veículo vs. causa do acidente

Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Automóvel	1	-0,204053	0,005149	0,501706	0,999999	0,056651	0,056640	0,999363	0,088621	0,000636
Caminhão	2	-0,278893	-0,013784	0,122685	0,999530	0,025937	0,025873	0,997094	0,155329	0,002436
Caminhão-Trator	3	-0,360535	-0,020916	0,081701	0,999982	0,028879	0,028794	0,996627	0,238174	0,003354
Caminhonete	4	-0,201951	0,017946	0,078732	0,999126	0,008779	0,008706	0,991299	0,168958	0,007828
Camioneta	5	-0,220512	0,020381	0,042937	0,999043	0,005712	0,005661	0,990581	0,118839	0,008462
Motocicletas	6	1,519035	-0,002773	0,136602	1,000000	0,854257	0,854632	0,999997	0,007001	0,000003
Ônibus	7	-0,451462	-0,030650	0,035637	0,999557	0,019785	0,019694	0,994972	0,223077	0,004586

Figura A2.11 – Tipo veículo: Tipo veículo vs. Estado físico

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Ferido Grave	1	1,344420	-0,021065	0,058304	0,999941	0,285691	0,285730	0,999696	0,172391	0,000245
Ferido Leve	2	1,080439	0,020864	0,132400	0,999995	0,419032	0,419059	0,999622	0,384060	0,000373
Ileso	3	-0,311418	-0,000523	0,790367	1,000000	0,207736	0,207827	0,999997	0,001442	0,000003
Morto	4	1,304865	-0,059205	0,018928	0,999821	0,087541	0,087384	0,997767	0,442106	0,002054

Figura A2.12 – Estado físico: Tipo veículo vs. Estado físico

Fonte: o autor (2017)

Apêndice B

Análise de correspondência

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
101	1	-0,268100	-0,021125	0,426218	0,957451	0,269325	0,411203	0,951543	0,008391	0,005908
104	2	0,103493	0,056076	0,068318	0,212822	0,037206	0,009822	0,164520	0,009477	0,048302
110	3	0,645168	0,152899	0,005656	0,769492	0,027030	0,031599	0,728572	0,005833	0,040920
116	4	0,597249	0,015330	0,012430	0,895028	0,041468	0,059514	0,894439	0,000129	0,000589
232	5	0,141952	0,115780	0,270139	0,808000	0,093846	0,073063	0,485211	0,159754	0,322789
316	6	0,763473	-0,037814	0,028950	0,739146	0,191450	0,226502	0,737337	0,001826	0,001809
407	7	-0,001239	-0,453490	0,037322	0,752847	0,085286	0,000001	0,000006	0,338610	0,752842
408	8	-0,049492	0,092655	0,042099	0,231970	0,016752	0,001384	0,051493	0,015945	0,180477
423	9	0,245339	0,109390	0,039064	0,530453	0,044452	0,031560	0,442485	0,020622	0,087968
424	10	0,329050	0,195061	0,020419	0,688044	0,036325	0,029674	0,509129	0,034274	0,178915
428	11	0,435430	-0,431228	0,049385	0,989095	0,156860	0,125679	0,499343	0,405139	0,489751

Figura A2.13 – BR: BR vs. Causa

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
AP	1	0,892697	-0,192952	0,050328	0,909747	0,386014	0,538325	0,869142	0,082661	0,040605
DV	2	-0,360258	0,072246	0,026985	0,714224	0,042670	0,047009	0,686611	0,006214	0,027613
DS	3	0,100286	-0,428396	0,037035	0,718673	0,083449	0,004999	0,037338	0,299845	0,681335
D	4	0,341204	0,142830	0,022831	0,707177	0,036951	0,035677	0,601734	0,020548	0,105442
FA	5	-0,183490	-0,038073	0,368493	0,889235	0,121737	0,166527	0,852531	0,023564	0,036704
IA	6	0,397080	0,003272	0,042882	0,618532	0,091449	0,090754	0,618490	0,000020	0,000042
NGD	7	-0,217287	-0,238323	0,082729	0,814419	0,088383	0,052427	0,369687	0,207293	0,444732
O	8	0,009776	0,141467	0,268094	0,900119	0,050101	0,000344	0,004278	0,236697	0,895842
UI	9	0,300466	0,103219	0,024189	0,444924	0,045904	0,029312	0,397960	0,011369	0,046964
VI	10	0,054042	0,221633	0,035788	0,683800	0,022785	0,001403	0,038374	0,077555	0,645426
DMV	11	0,246776	0,138173	0,040645	0,890061	0,030557	0,033224	0,677624	0,034234	0,212437

Figura A2.14 - Causa: BR vs. Causa

Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
101	1	0,303792	-0,002318	0,426218	0,979110	0,285493	0,428079	0,979053	0,000105	0,000057
104	2	-0,109566	0,086416	0,068318	0,308767	0,030615	0,008925	0,190355	0,023309	0,118412
110	3	-0,908998	-0,138625	0,005656	0,782068	0,043449	0,050859	0,764292	0,004966	0,017775
116	4	-0,531214	0,122649	0,012430	0,605815	0,043336	0,038173	0,575155	0,008543	0,030660
232	5	-0,211655	-0,180007	0,270139	0,922895	0,160573	0,131700	0,535537	0,399928	0,387358
316	6	-0,762612	0,132901	0,028950	0,831608	0,148236	0,183232	0,807097	0,023363	0,024512
407	7	0,200593	0,211577	0,037322	0,700428	0,032185	0,016343	0,331562	0,076334	0,368866
408	8	-0,056123	0,096448	0,042099	0,143841	0,025897	0,001443	0,036385	0,017893	0,107456
423	9	-0,306515	0,148708	0,039064	0,622316	0,051771	0,039941	0,503745	0,039469	0,118571
424	10	-0,527829	0,020397	0,020419	0,597929	0,067706	0,061909	0,597037	0,000388	0,000892
428	11	-0,270740	0,424033	0,049385	0,802073	0,110738	0,039395	0,232284	0,405702	0,569789

Figura A2.15 – BR: BR vs. Tipo de acidente

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
AA	1	-0,765741	0,252871	0,038057	0,848842	0,207178	0,242852	0,765376	0,111185	0,083466
CF	2	-0,504241	0,146978	0,045327	0,669946	0,132625	0,125421	0,617483	0,044738	0,052463
AP	3	0,044679	-0,081372	0,036124	0,428965	0,005157	0,000785	0,099365	0,010929	0,329600
CTN	4	-0,049518	0,280222	0,090494	0,760115	0,068504	0,002415	0,023017	0,324666	0,737098
CT	5	0,217483	-0,045922	0,293769	0,955662	0,107923	0,151216	0,914872	0,028305	0,040789
CB	6	0,068085	0,286971	0,012957	0,578652	0,013841	0,000654	0,030836	0,048753	0,547816
COF	7	-0,161044	-0,344553	0,034974	0,797728	0,045064	0,009871	0,143028	0,189699	0,654700
C	8	-0,440937	-0,134633	0,059546	0,794988	0,113129	0,125993	0,727192	0,049314	0,067796
CL	9	0,291536	0,057754	0,211791	0,930085	0,142924	0,195900	0,894962	0,032277	0,035123
Q	10	0,043903	-0,059019	0,031251	0,229535	0,005235	0,000656	0,081767	0,004974	0,147768
SP	11	-0,316115	-0,179592	0,103787	0,863639	0,112876	0,112869	0,652906	0,152942	0,210733
T	12	-0,248722	0,000084	0,027688	0,444853	0,027360	0,018641	0,444852	0,000000	0,000000
COM	13	-0,182105	-0,042148	0,005736	0,340406	0,004183	0,002070	0,323098	0,000466	0,017308
DE	14	0,236934	-0,104874	0,003419	0,703663	0,002318	0,002089	0,588386	0,001718	0,115276
I	15	-0,477000	0,005903	0,003211	0,510088	0,010180	0,007952	0,510010	0,000005	0,000078
DC	16	0,174184	-0,018394	0,001869	0,271241	0,001502	0,000617	0,268249	0,000029	0,002991

Figura A2.16 – Tipo acidente: BR vs. Tipo de acidente

Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
101	1	-0,199109	-0,019024	0,417504	0,999969	0,382581	0,394990	0,990922	0,104188	0,009046
104	2	0,116046	-0,003155	0,069882	0,977842	0,022060	0,022458	0,977120	0,000480	0,000722
110	3	0,749133	-0,074436	0,005469	0,994310	0,071398	0,073243	0,984589	0,020894	0,009721
116	4	0,157535	-0,009617	0,012611	0,839343	0,008572	0,007468	0,836226	0,000804	0,003116
232	5	0,076316	0,030373	0,273799	0,999365	0,042337	0,038055	0,862712	0,174166	0,136653
316	6	0,484279	-0,068223	0,029422	0,990728	0,162693	0,164668	0,971449	0,094425	0,019279
407	7	-0,092948	0,009853	0,037229	0,814063	0,009151	0,007675	0,805017	0,002492	0,009046
408	8	0,139163	0,011739	0,043415	0,996673	0,019460	0,020065	0,989632	0,004125	0,007041
423	9	0,331850	-0,057807	0,039329	0,996793	0,102540	0,103357	0,967437	0,090618	0,029356
424	10	0,544645	-0,083619	0,020486	0,992521	0,143541	0,145017	0,969664	0,098765	0,022856
428	11	0,137677	0,108005	0,050855	0,999990	0,035667	0,023004	0,619029	0,409043	0,380961

Figura A2.17 – BR: BR vs. Estado físico

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Ferido Grave	1	0,372343	-0,011203	0,090482	0,985574	0,291791	0,299358	0,984682	0,007830	0,000891
Ferido Leve	2	0,201171	0,058655	0,193926	0,994344	0,196149	0,187288	0,916436	0,460032	0,077908
Ileso	3	-0,131983	-0,008104	0,683618	0,999968	0,273788	0,284177	0,996212	0,030959	0,003756
Morto	4	0,548049	-0,150775	0,031973	0,993029	0,238272	0,229177	0,923158	0,501179	0,069871

Figura A2.18 – Estado físico: BR vs. Estado físico

Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Quarta	1	-0,087805	-0,004261	0,135732	1,000000	0,049180	0,049209	0,997650	0,039256	0,002350
Terça	2	-0,101166	0,000879	0,135345	1,000000	0,064952	0,065139	0,999924	0,001667	0,000076
Domingo	3	0,304944	-0,009537	0,135038	1,000000	0,589344	0,590506	0,999023	0,195618	0,000977
Quinta	4	-0,091253	0,006063	0,140687	1,000000	0,055171	0,055090	0,995605	0,082369	0,004395
Sábado	5	0,151028	0,015669	0,141527	1,000000	0,152985	0,151803	0,989350	0,553418	0,010650
Sexta	6	-0,071132	-0,006977	0,158217	1,000000	0,037896	0,037645	0,990470	0,122674	0,009530
Segunda	7	-0,083744	-0,001430	0,153455	1,000000	0,050473	0,050607	0,999709	0,004997	0,000291

Figura A2.19 – Dia da semana: Dia da semana vs. Classificação do acidente

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Sem Vítimas	1	-0,118021	-0,002105	0,579520	1,000000	0,378592	0,379589	0,999682	0,040891	0,000318
Com Vítimas Fatais	2	0,341023	-0,026628	0,056301	1,000000	0,308865	0,307900	0,993940	0,635800	0,006060
Com Vítimas Feridas	3	0,135086	0,007466	0,364179	1,000000	0,312543	0,312511	0,996955	0,323310	0,003045

Figura A2.20 – Classificação do acidente: Dia da semana vs. Classificação do acidente

Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
O	1	-0,230424	0,046555	0,242176	0,989993	0,196797	0,201163	0,951166	0,127658	0,038827
VI	2	-0,259371	0,017792	0,033237	0,999949	0,032705	0,034980	0,995266	0,002559	0,004683
D	3	-0,382375	-0,136046	0,019922	0,991797	0,048167	0,045570	0,880355	0,089679	0,111442
AP	4	-0,084630	-0,094534	0,038019	0,999007	0,008919	0,004260	0,444451	0,082633	0,554556
FA	5	0,182752	0,004059	0,390432	0,996040	0,190678	0,204002	0,995549	0,001564	0,000491
DMV	6	-0,094605	-0,185361	0,039844	0,990654	0,025358	0,005579	0,204728	0,332957	0,785926
UI	7	-0,415336	0,111550	0,029868	0,999765	0,080435	0,080606	0,932501	0,090392	0,067265
IA	8	-0,353327	-0,001193	0,046460	0,975194	0,086584	0,090739	0,975183	0,000016	0,000011
NGD	9	0,457753	0,028899	0,096678	0,997135	0,296930	0,316922	0,993176	0,019638	0,003959
DV	10	-0,073476	-0,211545	0,022642	0,989938	0,016698	0,001912	0,106569	0,246431	0,883369
DS	11	-0,149646	-0,025566	0,040723	0,816763	0,016729	0,014267	0,793601	0,006473	0,023162

Figura A2.21 – Causa: Causa vs. estado físico

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Ferido Grave	1	-0,408642	0,049922	0,090467	0,974047	0,229151	0,236341	0,959724	0,054834	0,014323
Ferido Leve	2	-0,303524	-0,096310	0,193944	0,997019	0,287152	0,279527	0,905818	0,437526	0,091201
Illeso	3	0,168337	0,008922	0,683605	0,999996	0,282796	0,303057	0,997195	0,013235	0,002801
Morto	4	-0,601563	0,252106	0,031984	0,985995	0,200901	0,181075	0,838694	0,494404	0,147302

Figura A2.22 – Estado físico: Causa vs. estado físico

Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
C	1	-0,61729	-0,317759	0,047713	0,994333	0,101201	0,095295	0,786045	0,131556	0,208288
SP	2	-0,28345	-0,226126	0,075304	0,993031	0,043624	0,031712	0,606827	0,105149	0,386204
CTN	3	-0,05642	-0,075944	0,099550	0,624121	0,006247	0,001661	0,221967	0,015679	0,402154
AP	4	-0,93043	0,528279	0,032931	0,997852	0,165306	0,149430	0,754593	0,250968	0,243259
COF	5	-0,27950	-0,075564	0,024154	0,968891	0,009144	0,009890	0,902894	0,003766	0,065997
T	6	-0,29870	-0,303255	0,018990	0,982451	0,015324	0,008881	0,483797	0,047690	0,498654
CF	7	-0,81264	0,364019	0,063189	0,999629	0,219299	0,218723	0,832569	0,228650	0,167061
CT	8	0,35854	0,037310	0,345095	0,998149	0,196566	0,232521	0,987455	0,013118	0,010693
CL	9	0,26029	0,017914	0,222460	0,999360	0,066303	0,079003	0,994649	0,001949	0,004711
Q	10	-1,10801	-0,587735	0,020342	0,999409	0,140101	0,130902	0,779953	0,191888	0,219456
AA	11	-0,07294	-0,026434	0,026324	0,916448	0,000756	0,000734	0,810051	0,000502	0,106397
DE	12	0,44723	0,126455	0,002742	0,999708	0,002593	0,002875	0,925698	0,001198	0,074010
COM	13	-0,03503	0,064208	0,005744	0,373781	0,000360	0,000037	0,085728	0,000647	0,288053
CB	14	-0,73126	0,136861	0,012230	0,999936	0,029619	0,034279	0,966095	0,006256	0,033841
I	15	0,53195	0,118453	0,001940	0,999204	0,002523	0,002878	0,952000	0,000743	0,047204
DC	16	0,41752	0,082549	0,001291	0,989587	0,001034	0,001180	0,952359	0,000240	0,037228

Figura A2.23 – Tipo acidente: Tipo acidente vs. estado físico

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Ferido Grave	1	-0,71795	0,143031	0,090467	0,985698	0,215211	0,244423	0,948070	0,050540	0,037628
Ferido Leve	2	-0,49323	-0,300392	0,193944	0,998571	0,283420	0,247306	0,728396	0,477900	0,270175
Ileso	3	0,28756	0,032650	0,683605	0,999996	0,250520	0,296288	0,987268	0,019900	0,012727
Morto	4	-1,12448	0,719114	0,031984	0,993923	0,250848	0,211982	0,705426	0,451661	0,288497

Figura A2.24 – Estado físico: Tipo acidente vs. estado físico

Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
RD	1	0,004037	-0,035415	0,128791	1,000000	0,004581	0,000066	0,012824	0,042568	0,987176
RM	2	-0,069897	-0,072020	0,005230	1,000000	0,001475	0,000800	0,485049	0,007148	0,514951
RS	3	-0,276738	0,050816	0,242684	1,000000	0,537880	0,582189	0,967382	0,165138	0,032618
UD	4	0,168256	0,032030	0,292528	1,000000	0,240255	0,259414	0,965028	0,079086	0,034972
UM	5	0,226263	0,064935	0,096815	1,000000	0,150193	0,155259	0,923905	0,107574	0,076095
US	6	-0,017609	-0,098528	0,233952	1,000000	0,065616	0,002272	0,030954	0,598486	0,969046

Figura A2.25 – Uso do solo/tipo de pista: Uso do solo/tipo de pista vs. classificação do acidente

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
Sem Vítimas	1	0,124667	0,030099	0,579520	1,000000	0,266857	0,282133	0,944921	0,138347	0,055079
Com Vítimas Fatais	2	-0,573792	0,156432	0,056301	1,000000	0,557527	0,580644	0,930816	0,363055	0,069184
Com Vítimas Feridas	3	-0,109676	-0,072080	0,364179	1,000000	0,175616	0,137223	0,698364	0,498598	0,301636

Figura A2.26 – Classificação do acidentes: Uso do solo/tipo de pista vs. classificação do acidente

Fonte: o autor (2017)

Row Name	Row Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
D	1	1,008990	0,265392	0,024791	0,769795	0,070917	0,090556	0,719984	0,013558	0,049811
DMV	2	0,886635	0,253975	0,038977	0,884472	0,075835	0,109938	0,817402	0,019522	0,067070
DS	3	-0,377288	-0,958764	0,039690	0,804935	0,105894	0,020271	0,107933	0,283292	0,697002
DV	4	0,784413	0,201258	0,028546	0,572756	0,066124	0,063021	0,537381	0,008978	0,035375
FA	5	-0,420502	-0,106091	0,391874	0,905380	0,164686	0,248618	0,851199	0,034248	0,054181
IA	6	0,111523	-0,262199	0,044975	0,247552	0,029839	0,002007	0,037924	0,024008	0,209627
NGD	7	-0,746747	0,838242	0,089863	0,951449	0,240805	0,179795	0,420984	0,490288	0,530465
O	8	0,466645	-0,007285	0,276890	0,938070	0,130063	0,216337	0,937842	0,000114	0,000229
UI	9	0,147056	-0,667744	0,026060	0,410182	0,060088	0,002022	0,018974	0,090225	0,391208
VI	10	0,700209	0,346638	0,038334	0,849178	0,055749	0,067435	0,682030	0,035766	0,167148

Figura A2.27 – Causa: Causa vs. Tipo acidente

Fonte: o autor (2017)

Column Name	Column Number	Coordin. Dim. 1	Coordin. Dim. 2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim. 1	Cosine ² Dim. 1	Inertia Dim. 2	Cosine ² Dim. 2
AP	1	0,151881	-0,214178	0,039273	0,190314	0,028780	0,003250	0,063680	0,013989	0,126634
C	2	0,825345	0,122494	0,061195	0,976824	0,088234	0,149567	0,955772	0,007130	0,021053
CF	3	0,159712	-0,711644	0,048800	0,521450	0,100710	0,004466	0,025005	0,191899	0,496445
CL	4	-0,254372	-0,244542	0,229603	0,735842	0,078593	0,053305	0,382415	0,106614	0,353427
COF	5	0,756383	0,079904	0,037099	0,977977	0,044396	0,076155	0,967183	0,001839	0,010793
CT	6	-0,444986	0,397518	0,316493	0,983697	0,231737	0,224856	0,547096	0,388338	0,436601
CTN	7	-0,371881	-0,590586	0,098329	0,819842	0,118185	0,048791	0,232772	0,266307	0,587070
Q	8	0,707845	0,023263	0,033553	0,470947	0,072295	0,060319	0,470439	0,000141	0,000508
SP	9	0,873836	0,143653	0,106726	0,952584	0,177751	0,292402	0,927517	0,017101	0,025066
T	10	0,914932	0,171961	0,028929	0,855076	0,059317	0,086887	0,825901	0,006642	0,029175

Figura A2.28 – Tipo Acidente: Causa vs. Tipo acidente

Fonte: o autor (2017)

APÊNDICE C – Dendrogramas

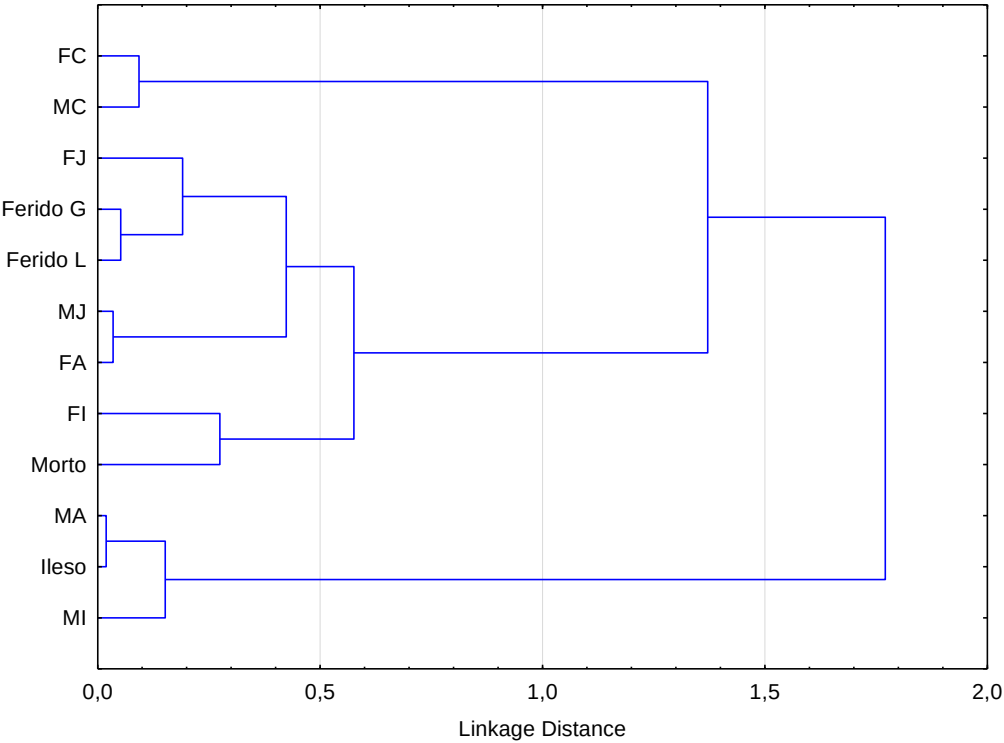


Figura A3.1 – Estado físico vs. Sexo/Idade
Fonte: o autor (2017)

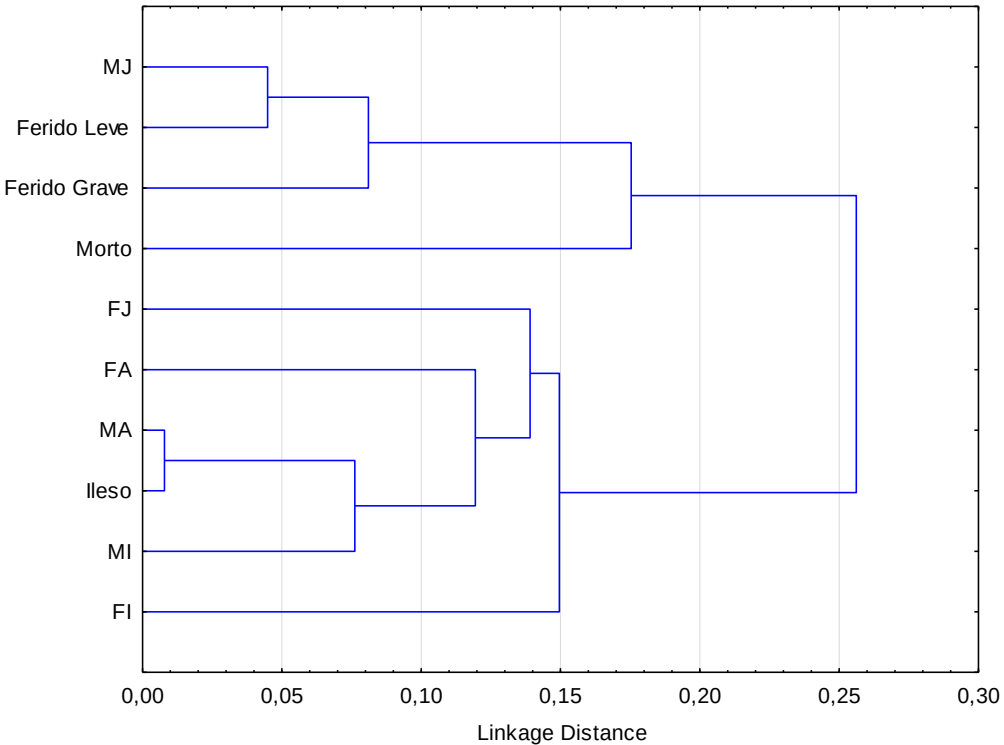


Figura A3.2 – Estado físico vs. Sexo/Idade (condutores)
Fonte: o autor (2017)

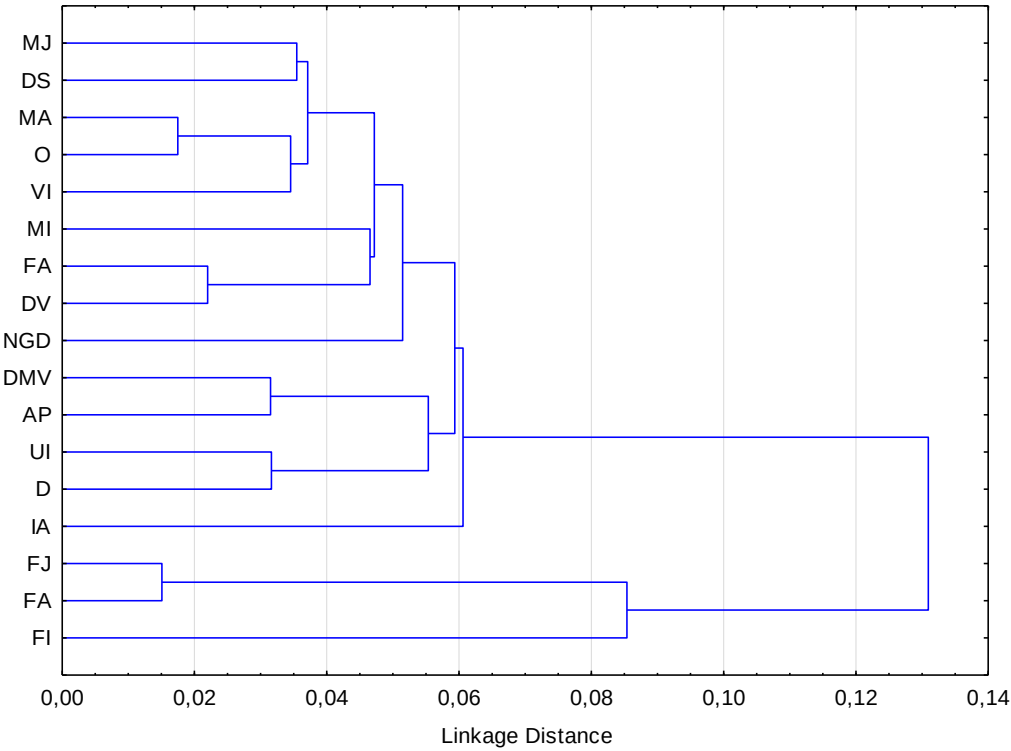


Figura A3.4 – Sexo/Idade vs. Causa do acidente
Fonte: o autor (2017)

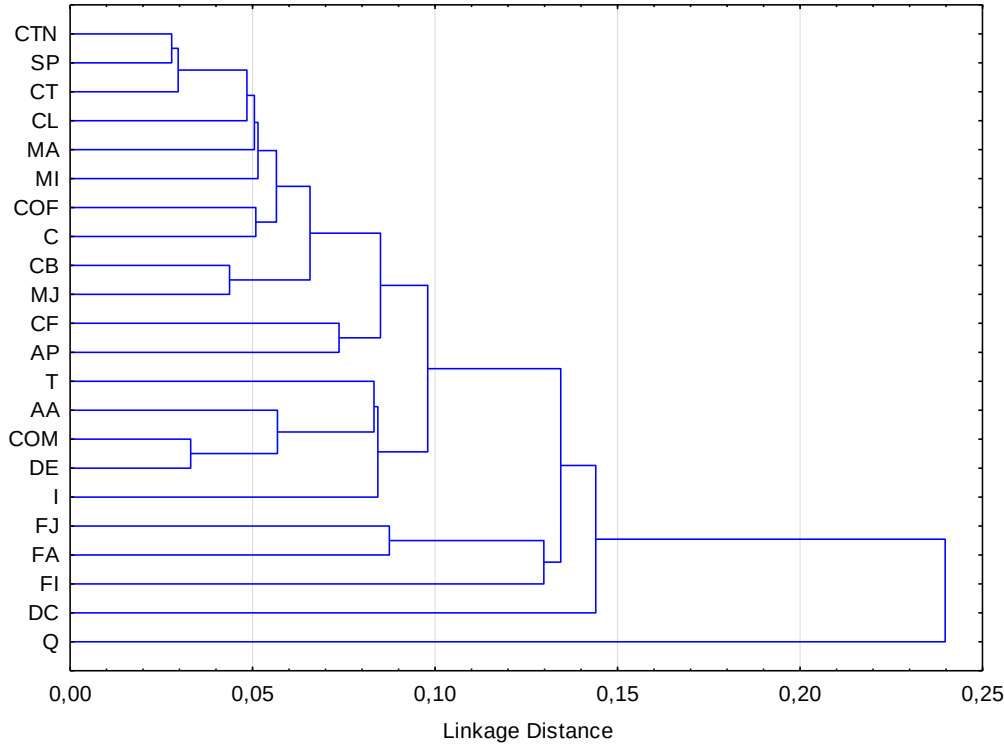


Figura A3.5 - Sexo/idade vs. Tipo de acidente
Fonte: o autor (2017)

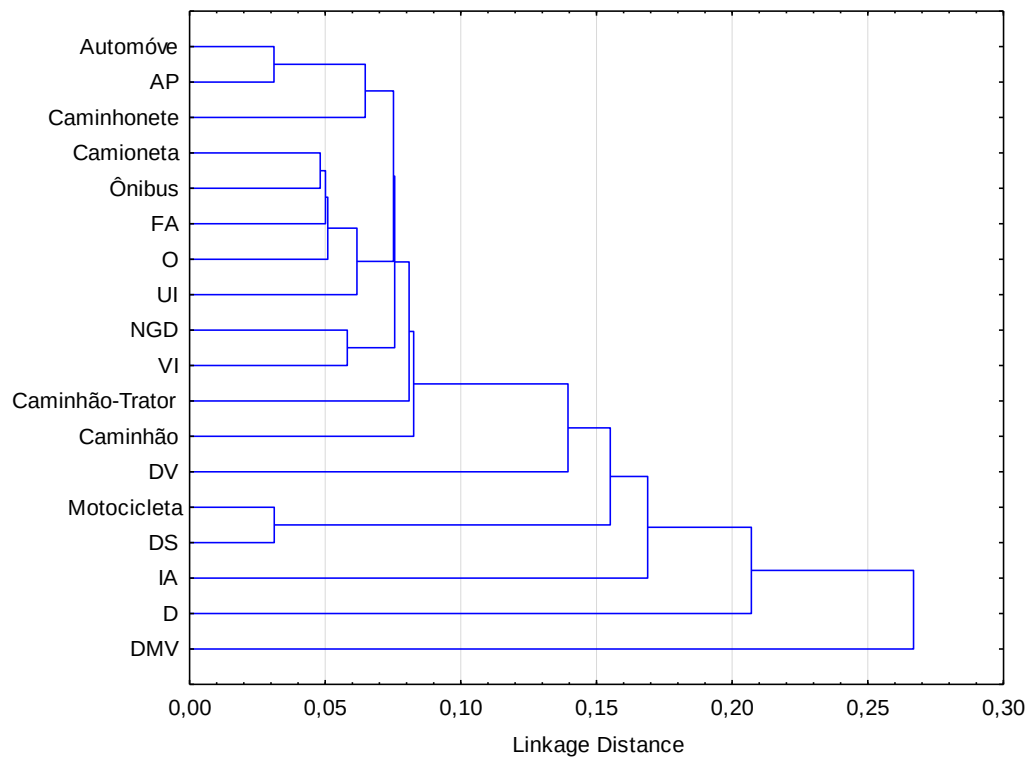


Figura A3.6 – Tipo veículo vs. causa do acidente

Fonte: o autor (2017)

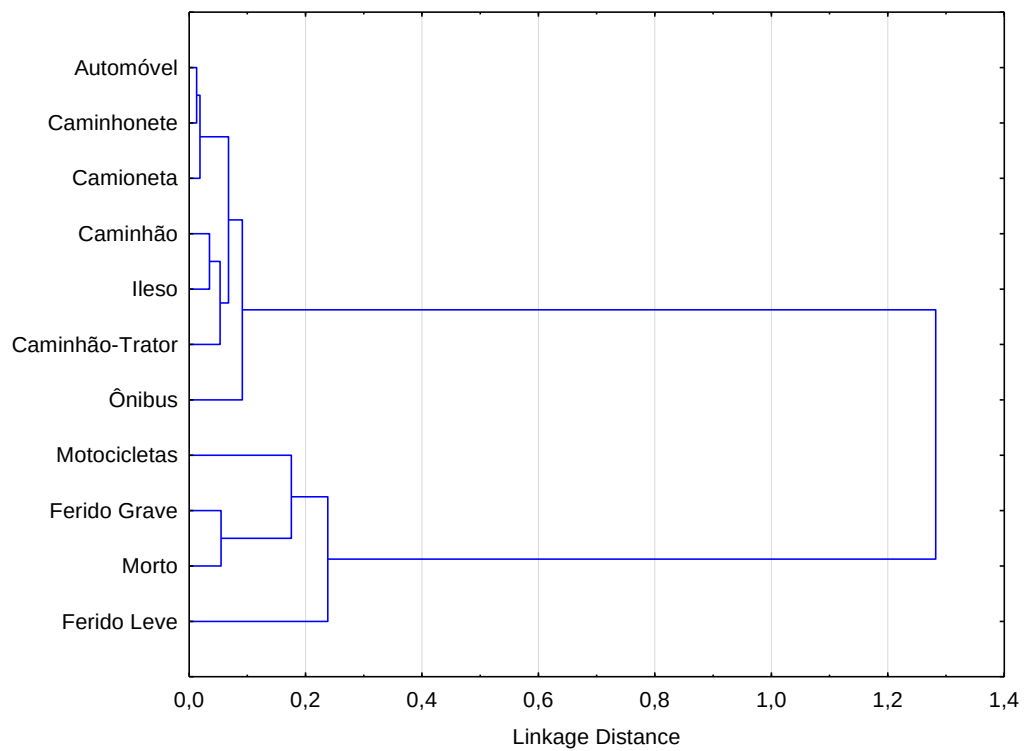


Figura A3.7– Tipo veículo vs. Estado físico

Fonte: o autor (2017)

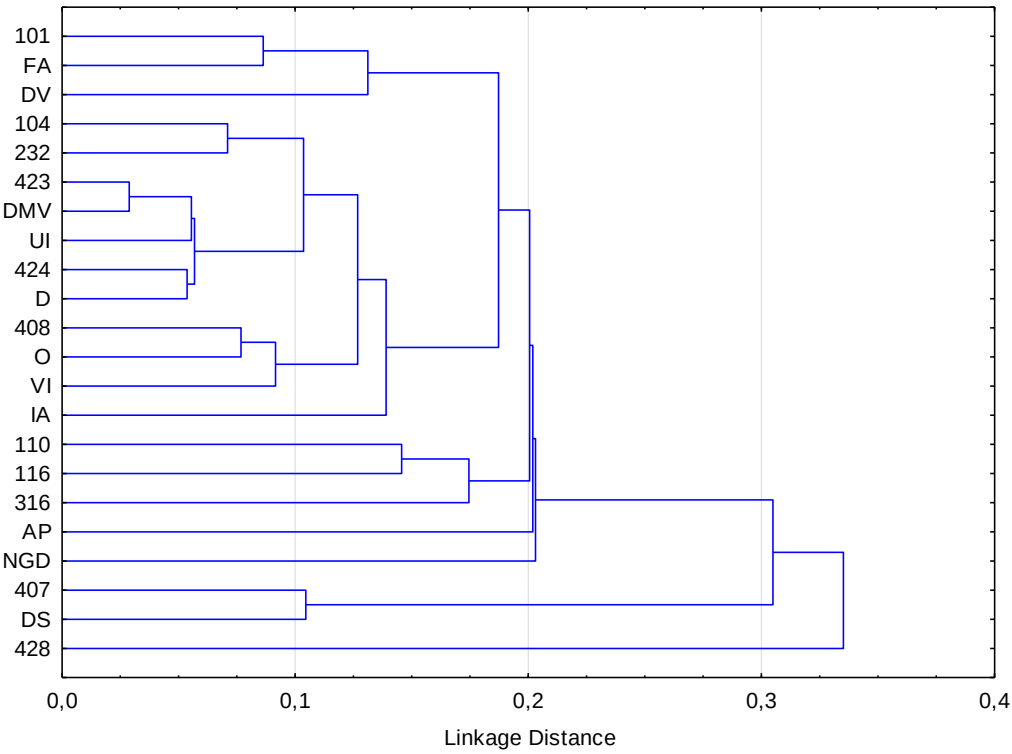


Figura A3.8 – BR vs. Causa
Fonte: o autor (2017)

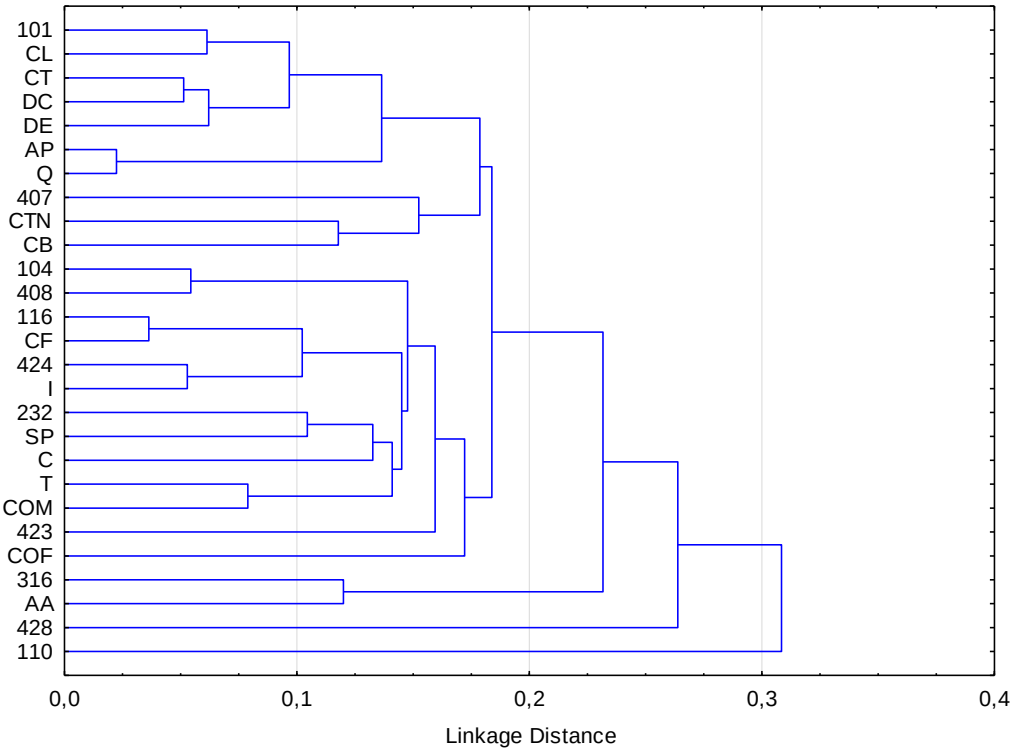


Figura A3.9 – BR vs. Tipo de acidente
Fonte: o autor (2017)

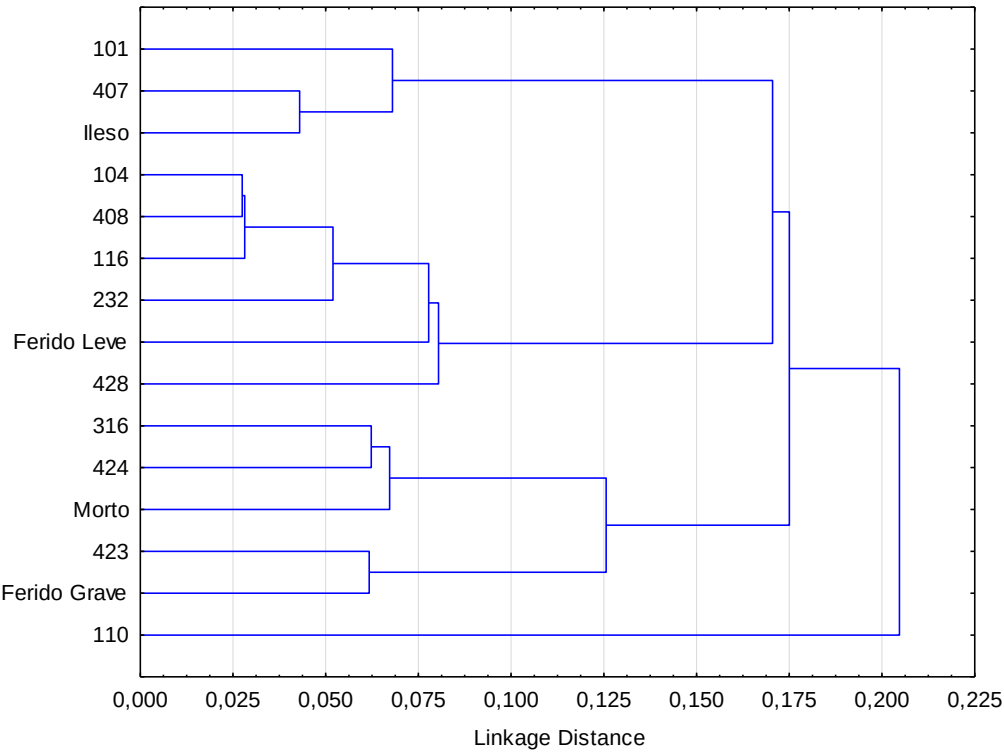


Figura A3.10 – BR vs. Estado físico
Fonte: o autor (2017)

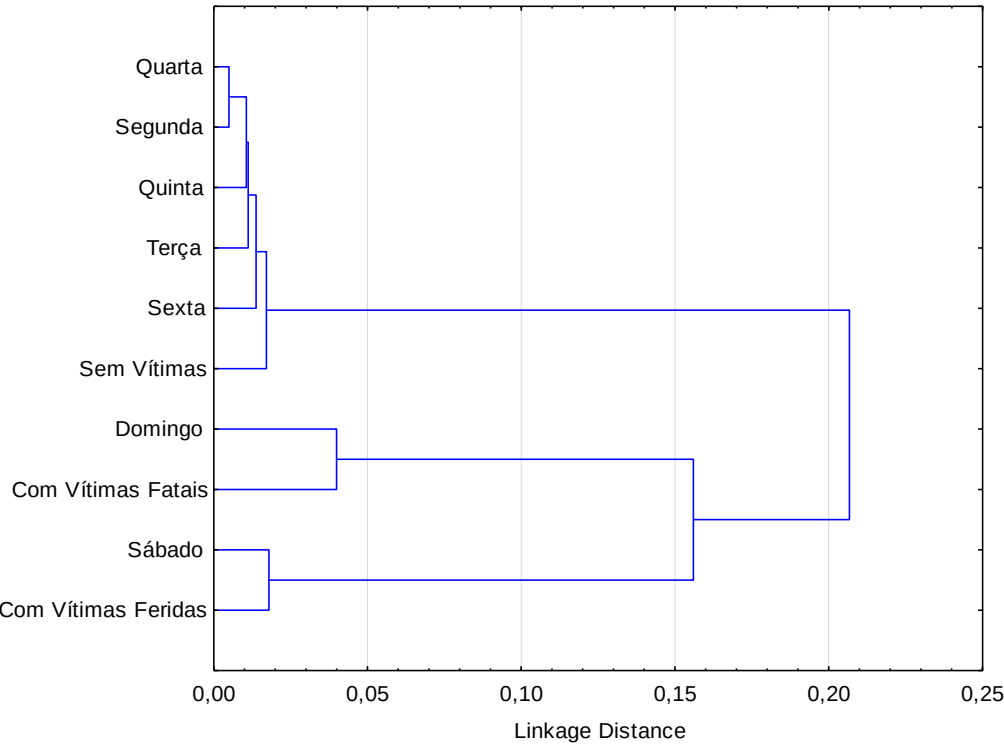


Figura A3.11 – Dia da semana vs. Classificação do acidente
Fonte: o autor (2017)

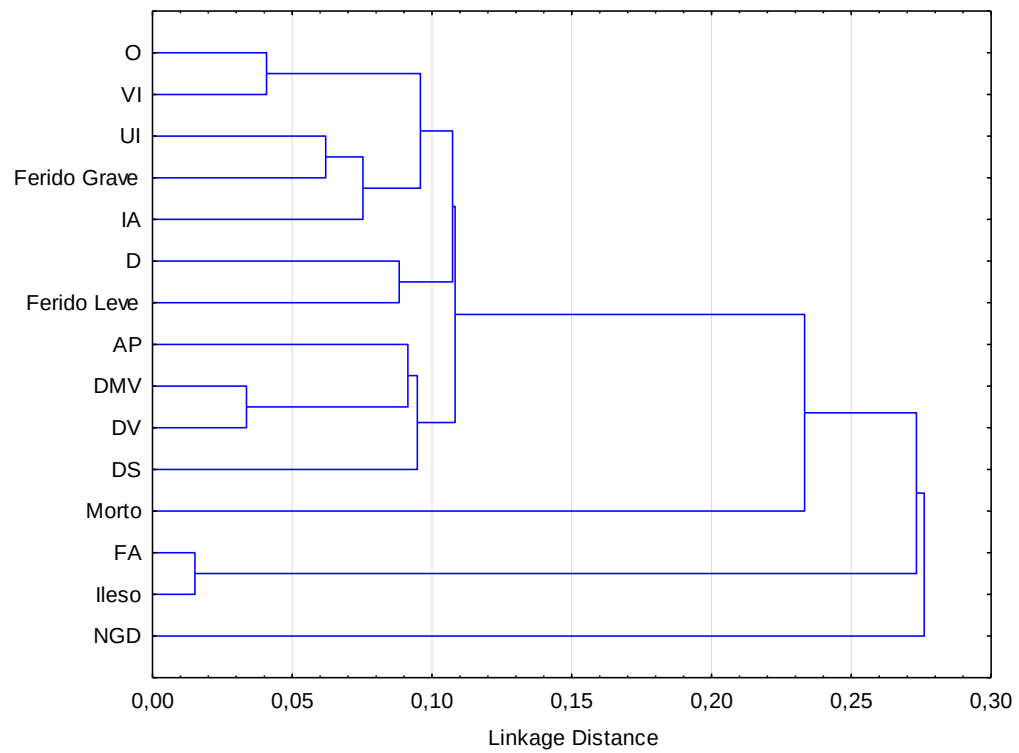


Figura A3.12 – Causa vs. estado físico

Fonte: o autor (2017)

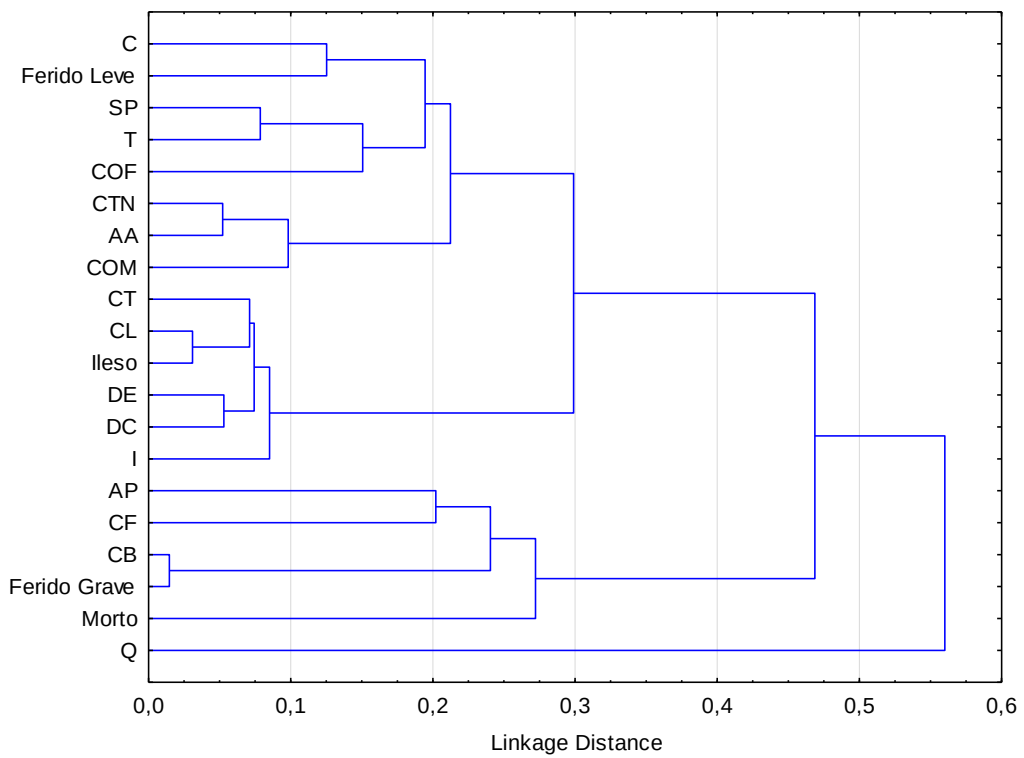


Figura A3.13 – Tipo acidente vs. estado físico

Fonte: o autor (2017)

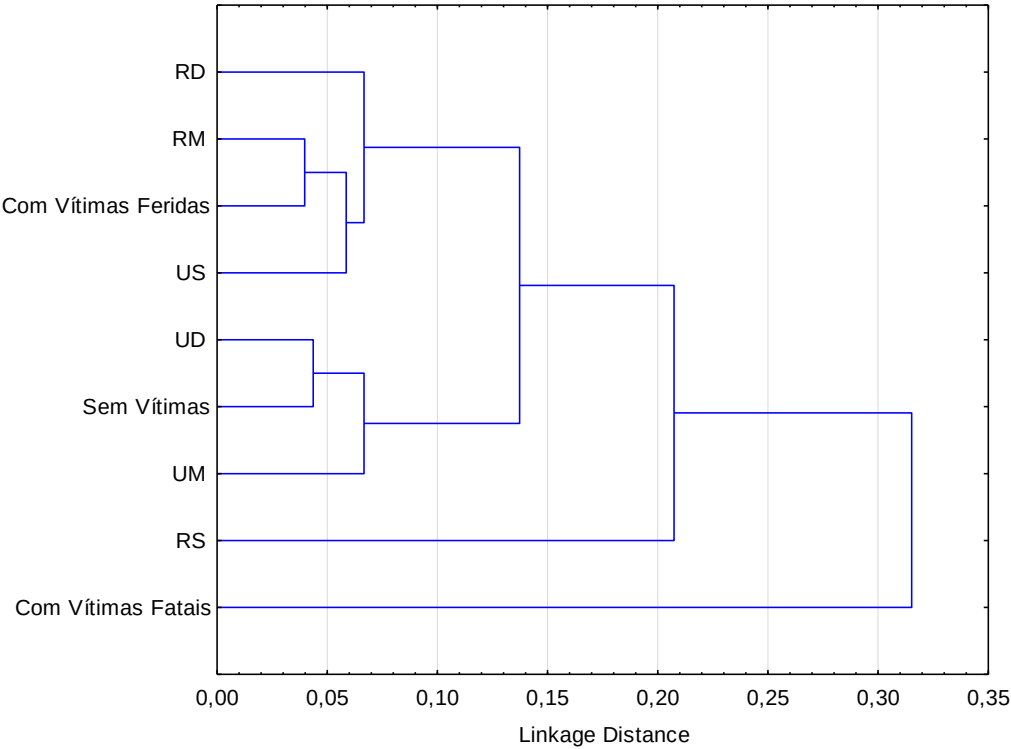


Figura A3.14 – Uso do solo/tipo de pista vs. classificação do acidente
Fonte: o autor (2017)

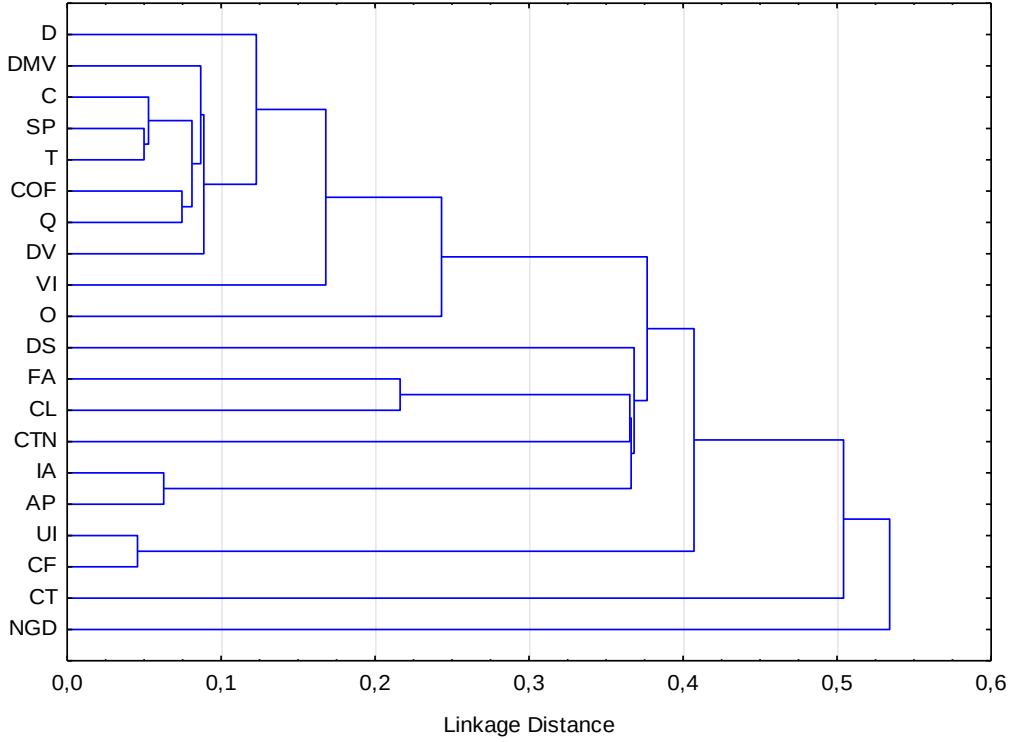


Figura A3.15 – Causa vs. Tipo acidente
Fonte: o autor (2017)

Figura A4.1 – Associações por veículo
Fonte: o autor (2017)

ANEXO A – Fórmulas da análise de correspondência

Esta seção consiste em um breve resumo sobre as fórmulas utilizadas para a realização da análise de correspondência, ela será baseada no livro de Greenacre (2007).

Tendo-se nas linhas I categorias da variável categórica A e J categorias da variável categórica B, nas colunas, representada por N, com n_{ij} elementos, onde: $i=1,..., I$ e $j=1,...,J$; os totais marginais das linhas (n_{i+}) e das colunas n_{+j} de N, serão:

$$n_{i+} = \sum_{j=1}^J n_{ij} \quad (A.1)$$

$$n_{+j} = \sum_{i=1}^I n_{ij} \quad (A.2)$$

Logo o total (n_{++}) será dado por:

$$n_{++} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J n_{ij} = n \quad (A.3)$$

A tabela de contingência ou matriz de frequências absolutas será:

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & \cdots & n_{1J} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{I1} & \cdots & n_{IJ} \end{bmatrix} = [n_{ij}]_{i \times j}, n_{ij} \geq 0 \quad (A.4)$$

A partir desta matriz será originada a matriz de frequência relativa, onde as frequências da matriz N são convertidas em frequências relativas p_{ij} , de modo que $\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J p_{ij} = 1$. Sendo assim, a matriz de frequências relativas, ou também denominada, matriz de correspondência, representada por P, será:

$$P = \frac{1}{n} N = [p_{ij}]_{i \times j}, 0 \leq p_{ij} \leq 1 \quad (A.5)$$

As frequências marginais das linhas (r_i) e colunas (c_j) da matriz P, serão expressas por:

$$r_i = \sum_{j=1}^J p_{ij} \quad (A.6)$$

$$c_j = \sum_{i=1}^I p_{ij} \quad (A.7)$$

Sendo assim, os vetores marginais serão:

$$r=(r_1,...,r_i)' \quad (A.9)$$

$$c=(c_1,...,c_j)' \quad (A.10)$$

A análise de correspondência utiliza de gráficos para auxiliar a visualização das relações entre as variáveis. No gráfico encontra-se uma nuvem de pontos. A nuvem de I pontos, definida em um espaço R^J , resultante das I linhas da matriz N , é representada de modo a se ter a frequência relativa de uma linha ao longo das categorias das colunas. Pode-se representar a i -ésima linha da matriz N no espaço J -dimensional considerando sua frequência relativa, também chamada de perfil de linha, como:

$$R_i = \left(\frac{n_{i1}}{n_{i+}}, \dots, \frac{n_{ij}}{n_{i+}}, \dots, \frac{n_{iJ}}{n_{i+}} \right) \quad (A.11)$$

De modo semelhante calcula-se o perfil da coluna C_j , dado por:

$$C_j = \left(\frac{n_{1j}}{n_{+j}}, \dots, \frac{n_{ij}}{n_{+j}}, \dots, \frac{n_{Ij}}{n_{+j}} \right) \quad (A.12)$$

A cada perfil atribui-se um peso, peso esse chamado de *massa*. A massa do i -ésimo perfil de linha, tal como a do j -ésimo perfil de coluna, são:

$$r_i = \frac{n_{i+}}{n} \quad (A.13)$$

$$c_j = \frac{n_{+j}}{n} \quad (A.14)$$

A dispersão entre os pontos de uma nuvem é medida pelo centroide, que consiste em uma média ponderada do conjunto de pontos, onde cada ponto é ponderado a partir da sua massa. A massa dos perfis linha e coluna são dadas por:

$$\bar{r} = \sum_{i=1}^I r_i \quad (A.15)$$

$$\bar{c} = \sum_{j=1}^J c_j \quad (A.16)$$

Sendo assim, o centroide da linha e coluna serão dados por:

$$\bar{R} = \frac{1}{\bar{r}} \sum_{i=1}^I r_i R_i \quad (A.17)$$

$$\bar{C} = \frac{1}{\bar{c}} \sum_{j=1}^J c_j C_j \quad (A.18)$$

A associação entre os perfis, pode ser medida através das distancias entre os pontos na nuvem, através da distância euclidiana ponderada, chamada *distância Qui-Quadrado* (χ^2). Ela

recebe. A distância qui-quadrado para nuvem dos perfis de linha e coluna são respectivamente:

$$D_{X^2}(R_i, \bar{R}) = \sum_{j=1}^J \left(\frac{n_{ij}}{n_{i+}} - \frac{n_{+j}}{n} \right)^2 \frac{n}{n_{+j}} \quad (A.19)$$

$$D_{X^2}(C_j, \bar{C}) = \sum_{i=1}^I \left(\frac{n_{ij}}{n_{+j}} - \frac{n_{i+}}{n} \right)^2 \frac{n}{n_{i+}} \quad (A.20)$$

A inércia serve como um quantificador de dispersão. A inércia do i -ésimo perfil de linha com relação ao centroide de $\mathbf{R}$ e a inércia do j -ésimo perfil de coluna com relação ao centroide de $\mathbf{C}$, são definidos por:

$$\ln_{\bar{R}}(R_i) = r_i d^2(R_i, \bar{R}) \quad (A.21)$$

$$\ln_{\bar{C}}(C_j) = r_j d^2(C_j, \bar{C}) \quad (A.22)$$

E a inércia total dos perfis linha e coluna são:

$$\ln_{\bar{R}}(R) = \sum_{i=1}^I \ln_{\bar{R}}(R_i) \quad (A.23)$$

$$\ln_{\bar{C}}(C) = \sum_{j=1}^J \ln_{\bar{C}}(C_j) \quad (A.24)$$