



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS**

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS - CCET**

**DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA E CIÊNCIAS ATUARIAIS – DECAT**

**PERFIL DE OCORRÊNCIA DE TRÂNSITO NA BR- 101 EM SERGIPE: UMA  
APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA**

**DANIEL FRANCISCO MARANHÃO EVANGELISTA**

**São Cristóvão – SE**

**2017**

# **DANIEL FRANCISCO MARANHÃO EVANGELISTA**

Monografia apresentada ao Departamento de Estatística e Ciências Atuariais da Universidade Federal de Sergipe, como um dos pré-requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Estatística.

Orientador: **Prof. Dr. Ulisses Vieira Guimarães**

**São Cristóvão – SE**

**2017**

# DANIEL FRANCISCO MARANHÃO EVANGELISTA

## PERFIL DE OCORRÊNCIA DE TRÂNSITO NA BR- 101 EM SERGIPE: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA

Apresentada em:

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Ulisses Vieira Guimarães (UFS)

Orientador

---

(UFS)

José Rodrigo Santos Silva

Examinador

---

(UFS)

Allan Robert da Silva

Examinador

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que sempre vive comigo, ajudando em todas as dificuldades e me dando forças para chegar ao fim desta caminhada.

Dedico esta e todas as minhas conquistas a meus pais, Daniel Santos Evangelista e Jaqueline Inez Maranhão Evangelista, por todo apoio nos momentos bons e nos momentos ruins, a todo o investimento desde a Educação Infantil até a conclusão desta graduação. Aos meus irmãos Emmanuel, Alexandre e Dayane.

A minha tia Magda Evangelista pela moradia nesses longos anos, com muita paciência e sabedoria para lidar com a minha personalidade.

Ao Prof. Dr. Ulisses Vieira Guimarães pela paciência na orientação, pela didática nas matérias lecionadas do curso, correções e incentivo que tornaram possível a elaboração desta monografia. Ao professor Daniel, Rodrigo, Allan e todos os demais docentes do departamento com que fui inspirado.

A um grande amigo que fortemente influenciou minha conduta moral e visão do curso, Rômulo Coutinho Araújo, agiu como um irmão.

Aos meus colegas do Departamento de Estatística e Ciências Atuariais: Alberth Amorim, Flávio, Carlos Henrique (Harper), Mágilla, Antônio Guimarães e André Santana, conviver com vocês foi muito produtivo, tenho certeza que estaremos sempre em contato.

Nesta longa caminhada tive o privilégio de ter ao meu lado pessoas iluminadas e essenciais que já fizeram parte do meu círculo social, no transcorrer de cada etapa. Agradeço aos que fizeram de mim a pessoa de hoje, mesmo que não tenhamos mais contato. Por fim, a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*Eu faço da dificuldade a minha motivação. A volta por cima, vem na continuação.*

*Charlie Brown Jr*

## RESUMO

Os índices de acidentes mundiais vêm crescendo cada vez mais, sendo a principal causa de óbito entre jovens-adultos. O trabalho buscou caracterizar o perfil de ocorrência no trânsito, utilizando de análise descritiva e da técnica exploratória análise de correspondência. As variáveis categóricas estudadas foram: *Tipos de acidente*, *Causas do acidente*, *Condição meteorológica*, *Classificação das vítimas* e *Km*. Foram extraídos mapas dimensionais com fator explicativo maior que 70 % para retenção das dimensões, que caracterizaram através de vários modelos as ocorrências desses acidentes e estrutura lógica para algumas categorias. A falta de atenção esteve associada em todos os tipos de acidentes em Sergipe. Foi possível caracterizar três diferentes fatores: Falha humana sendo o maior de todos, meio ambiente e veículo em menores proporções.

**Palavras-chave:** Acidentes, Análise de Correspondência, Mapa Dimensional.

## ABSTRACT

The worldwide accident rates have been increasing, being the main cause of death among young adults. The study sought to characterize the profile of occurrence in traffic, using descriptive analysis and the exploratory technique of correspondence analysis. The categorical variables studied were: Accident types, Causes of accidents, Meteorological conditions, Classification of victims and Km. Dimensional maps with explanatory factor greater than 70% were retained for dimension retention, characterizing the occurrence of these accidents through various models and logical structure for some categories. The lack of attention was associated with all types of accidents in Sergipe. It was possible to characterize three different factors: Human failure being the largest of all, nature environment and vehicle in smaller proportions.

**Keywords:** Accidents, Correspondence Analysis, Dimensional Map.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Exemplos de Rodovias Radiais.....	18
Figura 2- Exemplos de Rodovias Longitudinais .....	19
Figura 3- Exemplos de Rodovias Transversais .....	19
Figura 4- Exemplos de Rodovias Diagonais .....	20
Figura 5- BR- 101 .....	21
Figura 6- BR- 101 SE.....	21
Figura 7- Exemplo de mapa perceptual .....	27
Figura 8- Causas de acidentes por ocorrência em SE 2015.....	34
Figura 9- Tipos de acidentes em 2015 no Brasil e Sergipe pela BR- 101 .....	35
Figura 10- Classificação dos acidentes nos quilômetros de SE em 2015.....	36
Figura 11- Classificação das vítimas quanto ao tipo .....	38
Figura 12- Mapeamento tridimensional (pacote rgl).....	40
Figura 13- Condição meteorológica quanto ao tipo .....	42
Figura 14- Mapa com as causas e fases do dia .....	43
Figura 15- Mapa de associação da causa do acidente com a condição meteorológica .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Exemplo hipotético de uma matriz de contingência .....	25
Tabela 2- Exemplo de tabela de Burt .....	26
Tabela 3- Matriz de correspondência .....	29
Tabela 4- Matriz de contingência do Tipo x Classificação do acidente .....	37
Tabela 5- Dimensionalidade da AC tipo x classificação .....	38
Tabela 6- Tipos de acidentes x Causas do acidente em SE .....	39
Tabela 7- Inércias dos auto-valores Tipo x Causa .....	39
Tabela 8- Tipo do acidente x Condição meteorológica em SE .....	41
Tabela 9- Autovalores da AC Tipo x Condição .....	41
Tabela 10- Causa do acidente x Fase do dia em SE .....	42
Tabela 11- Autovalores da AC Causas x Fase .....	43
Tabela 12- Causa x Condição meteorológica .....	44
Tabela 13- Autovalores da Causa x Condição meteorológica .....	44



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Análise de correspondência  
ACM – Análise de correspondência múltipla  
ATa – Atropelamento de animal  
ATp – Atropelamento de pessoa  
CAp – Capotamento  
CFr – Colisão frontal  
CLa – Colisão lateral  
COb – Colisão com objeto fixo  
COm – Colisão com objeto móvel  
CTn – Colisão transversal  
CTra – Colisão traseira  
DEc – Derramamento de carga  
DEv – Danos eventuais  
DM – Defeito mecânico no veículo  
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
DO – Dormiu  
DS – Desobediência à sinalização  
DV – Defeito na via  
DVSG – Decomposição em Valores Singulares Generalizados  
FA – Falta de atenção  
IA – Ingestão de álcool  
INd – Incêndio  
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada  
NE – Nordeste  
NG – Não guardar distância de segurança  
NO – Noroeste  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
PRF – Polícia Rodoviária Federal  
QMo – Queda de Motocicleta/ bicicleta  
SE – Sudeste  
Semvítimas – Sem vítimas

SO – Sudoeste

SPi – Saída da pista

TOM – Tombamento

UI – Ultrapassagem indevida

VI – Velocidade incompatível

VitimasFa – Vítimas fatais

VitimasFe – Vítimas feridas

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO .....	13
1.1 OBJETIVOS .....	14
1.1.1 Geral .....	14
1.1.2 Específicos .....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 CONCEITO E DEFINIÇÃO DE ACIDENTE .....	15
2.2 ACIDENTES DE TRÂNSITO .....	15
2.3 TIPOS DE ACIDENTE DE TRÂNSITO .....	15
2.4 FATORES GERADORES DE ACIDENTES .....	17
◇ Fator humano.....	17
◇ Fator via.....	17
◇ Fator meio ambiente.....	17
◇ Fator veículo.....	17
2.5 RODOVIAS FEDERAIS.....	18
2.6 TIPOS DE RODOVIA.....	18
2.7 RODOVIA FEDERAL BR- 101 .....	20
2.8 RODOVIA FEDERAL BR- 101 SERGIPE .....	21
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA .....	24
4.1.1 Variáveis Qualitativas .....	24
4.1.2 Tabelas de Contingência .....	24
◦ Tabela Simples .....	24
◦ Tabela de Burt .....	25
4.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA .....	26
4.2.1 Objetivos .....	28
4.2.2 Suposições.....	28
4.2.3 Procedimento.....	29
▪ Matriz de correspondência.....	29
▪ Perfil Linha e Coluna.....	29

▪ Massa .....	30
4.2.4 Aproximação da matriz de correspondências.....	30
4.2.5 Inércia.....	31
4.2.6 Dimensionalidade.....	31
4.2.7 Interpretação dos Resultados.....	32
4.3 TIPO DE PESQUISA .....	32
4.3.1 Dados Utilizados.....	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
5.1 Análise de correspondência .....	36
5.1.1 Tipo de acidente x Classificação da vítima.....	37
5.1.2 Tipo do Acidente x Causa do Acidente.....	39
5.1.3 Tipo do Acidente x Condição Meteorológica .....	40
5.1.4 Causa do acidente x Fase do dia .....	42
5.1.5 Causa do acidente x Condição meteorológica.....	44
6. CONCLUSÕES .....	46
7. REFERÊNCIAS .....	47

## 1- INTRODUÇÃO

O acidente de trânsito é uma das principais causas de óbito no mundo, sendo a principal causa de morte por causas externas. Segundo a Organização Mundial da Saúde é a décima primeira causa mais importante de todas as mortes e o nono fator que contribui para a carga mundial de morbidade. São 1,25 milhão de mortes por ano em decorrência de colisões no trânsito, outras centenas de milhares feridas. Com algumas se tornando permanentemente incapacitadas (OMS, 2015).

Dos óbitos, 90 % ocorrem nos países de média e baixa renda. Metade de todas as mortes por lesões no trânsito são de pedestres, ciclistas e motociclistas. As chances de um pedestre adulto morrer por um carro a 50 km/h são menores que 20%, enquanto que, por um carro a 80 km/h, a probabilidade de morte vai a 60 %, mostrando a importância da sinalização e fiscalização na redução da velocidade pelo código de trânsito (OMS, 2015). No Brasil, segundo relatório da OMS em 2013, mais de 41 mil pessoas perderam a vida nas estradas e ruas, sendo que o número de acidentes no país deu um salto de 19/100 mil habitantes em 2009 para 23,4/100 mil, sendo o maior registro da América do sul.

Para o Observatório Nacional de Segurança Viária (2017), 90 % dos acidentes são causados pelo fator falhas humanas, que envolve desde a falta de atenção do condutor até o desrespeito à legislação. 5 % é o fator veículo, as falhas mecânicas que também devem ser atribuídas a responsabilidade humana e 5 % o fator via, que envolve estradas mal sinalizadas, mal projetadas e malconservadas.

## **1.1 OBJETIVOS**

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram estabelecidos os seguintes objetivos:

### **1.1.1 Geral**

Caracterizar o perfil de ocorrências de trânsito na BR- 101 compreendido no trecho de km 0-206, através da análise de correspondência.

### **1.1.2 Específicos**

- ✓ Realizar a análise descritiva dos dados de forma a visualizar as maiores ocorrências por categorias;
- ✓ Gerar o mapa dimensional na análise de correspondência afim de observar os fatores geradores de acidentes;
- ✓ Comparar os modelos encontrados buscando relações de dependência para uma mesma variável categórica;
- ✓ Dispor informações para a polícia rodoviária de conscientização no trânsito.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CONCEITO E DEFINIÇÃO DE ACIDENTE

A Organização Mundial da Saúde define acidente como sendo um evento que independe da vontade do ser humano, é causado por um fator externo, que atua de forma súbita e deixa ferimentos físicos e/ou mentais (OMS, 2015).

### 2.2 ACIDENTES DE TRÂNSITO

É um evento não intencional que produz ferimentos ou danos. Podendo ser descrito como um evento que envolve ao menos um veículo que circula normalmente por uma via, sendo motorizado ou não (Gold, 1998).

Classificação dos acidentes de trânsito segundo IPEA (2015):

- Acidentes com vítimas fatais: acidentes em que há pelo menos um morto;
- Acidentes com vítimas feridas: acidentes em que há pelo menos um ferido, mas não mortos;
- Acidentes sem vítimas: acidentes em que todos os envolvidos saíram ilesos.

### 2.3 TIPOS DE ACIDENTE DE TRÂNSITO

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) através da NBR-10697/89 atualmente em vigor, tem como critério para classificar o tipo de acidente adotando o primeiro evento relacionado com o veículo precursor da ocorrência como referência na interpretação (DNIT, 2015).

Os tipos de acidente são:

1. Choque com objeto fixo: Colisão de veículo motorizado com objeto estacionário ou fixo (postes, meio-fio, etc.), presentes na área da via destinada ao trânsito de veículos. Exceto veículo estacionado.
2. Capotagem: Caracterizado pelo fato do veículo girar sobre si independentemente da posição que ele pare, rodas para cima, de lado ou rodas para baixo originalmente.

3. Atropelamento: Colisão de veículo motorizado com pessoa a pé ou conduzindo animal ou veículo não motorizado, na área da via destinada ao trânsito de veículos.
4. Atropelamento de animal: Colisão de veículo motorizado com animal solto na área de influência da rodovia.
5. Choque com veículo estacionado: Colisão entre pelo menos dois veículos motorizados, um em movimento e outro estacionado, na área da via destinada ao trânsito de veículos.
6. Colisão traseira: Colisão entre pelo menos dois veículos motorizados, onde um está à frente do outro, o impacto se dá com a parte traseira do veículo.
7. Abalroamento no mesmo sentido: Colisão entre pelo menos dois veículos motorizados que trafeguem no mesmo sentido, quando o impacto se dá entre as laterais dos veículos envolvidos.
8. Colisão frontal: Colisão entre pelo menos dois veículos motorizados que trafeguem em sentido contrário, o impacto se dá com a parte frontal de ambos os veículos envolvidos.
9. Abalroamento em sentido oposto: Colisão entre pelo menos dois veículos motorizados que trafeguem em sentido contrário, quando o impacto se dá entre as laterais dos veículos.
10. Abalroamento transversal: Colisão entre pelo menos dois veículos motorizados que trafeguem em sentido perpendicular (usualmente em cruzamento de fluxos), o impacto se dá com a parte frontal de um com a lateral do outro.
11. Tombamento: Ocorrência que se caracteriza pelo fato do veículo motorizado tombar sem ter girado sobre si, ficando, usualmente, de lado.
12. Saída de pista: Ocorrência onde o veículo motorizado projeta-se para fora da área destinada ao tráfego de veículos, sem que tenha colidido, tombado ou capotado dentro da referida área.
13. Queda de veículo: Ocorrência em que uma das vítimas do veículo motorizado tenha caído quando em movimento, na área da via destinada ao trânsito de veículos.



14. Atropelamento e fuga: Colisão de veículo motorizado com pessoa a pé, conduzindo animal ou veículo não motorizado, na qual o condutor do veículo motorizado tenha se ausentado do local da ocorrência.

15. Outros: Situações onde não são enquadráveis as classes descritas.

## **2.4 FATORES GERADORES DE ACIDENTES**

A NBR- 10697/89 define os fatores isoladamente, subdivididos em quatro grupos.

### **◇ Fator humano**

Quando o comportamento do homem como pedestre, condutor ou qualquer outra condição, contribui para a ocorrência do crime.

### **◇ Fator via**

Quando uma deficiência na via ou sua sinalização contribui para a ocorrência do acidente.

### **◇ Fator meio ambiente**

Quando fatores do meio ambiente ou da natureza prejudicam a segurança do trânsito, contribuindo para a ocorrência do acidente.

### **◇ Fator veículo**

Quando a falha mecânica no veículo contribui para a ocorrência do acidente, sem que tenha havido negligência na manutenção ou fabricação.

## 2.5 RODOVIAS FEDERAIS

O Brasil apresenta uma malha de rodovias sob a fiscalização da PRF de aproximadamente 71 mil quilômetros (IPEA, 2015). As rodovias federais são definidas pela nomenclatura da sigla BR, seguida por três algarismos. O Plano Nacional de Viação previsto na lei 12.379 de 06/01/11 estabelece que o primeiro algarismo indique o tipo da rodovia e os outros dois algarismos definam a posição em relação à capital federal e aos limites do país.

## 2.6 TIPOS DE RODOVIA

➤ Rodovias Radiais: Iniciam a partir da capital federal (Brasília) em direção aos extremos do país, crescendo no sentido horário. Varia de 05 a 95 com razão 05. Nomenclatura: BR-0XX.

Figura 1- Exemplos de Rodovias Radiais



Fonte: DNIT (2016)

➤ Rodovias Longitudinais: Cortam o país na vertical Norte-Sul. Varia do extremo leste (início) ao extremo oeste (fim), partindo do 00 até 50 na capital federal e seguindo a oeste após a capital variando de 50-99. Nomenclatura: BR-1XX.

Figura 2- Exemplos de Rodovias Longitudinais



Fonte: DNIT (2016)

➤ Rodovias Transversais: Cortam o país na horizontal Leste-Oeste. Partindo do extremo norte 00 até 50, na capital federal, e de 50 a 99 até o extremo sul. Nomenclatura: BR-2XX.

Figura 3- Exemplos de Rodovias Transversais



Fonte: DNIT (2016)

➤ Rodovias Diagonais: Apresentam até dois modos de orientação, Noroeste-Sudeste ou Nordeste-Sudoeste. Orientação na direção NO-SE varia em números pares do extremo Noroeste (00) até Brasília (50), e da capital ao extremo Sudeste (98). A orientação na direção

NE-SO varia em números ímpares do extremo nordeste (00) até Brasília (51), e da capital até o extremo Sudeste (99). Nomenclatura: BR-3XX.

Figura 4- Exemplos de Rodovias Diagonais



Fonte: DNIT (2016)

➤ Rodovias de Ligação: Estão associadas a qualquer direção. Tendo como principais objetivos a ligação entre rodovias federais e de rodovias federais às cidades, como também as fronteiras internacionais. Nomenclatura: BR-4XX.

## 2.7 RODOVIA FEDERAL BR- 101

A rodovia Governador Mário Covas (Lei nº 10.292/2001), denominada BR- 101 (Figura 5) é uma rodovia federal, do tipo longitudinal. Uma das mais extensas, são 4.551,4 quilômetros. Inicia na cidade de Touros (Rio Grande do Norte) até o seu limite em São José do Norte (Rio Grande do Sul).

Figura 5- BR- 101



Fonte: O autor, VGeo 1.0 (DNIT).

## 2.8 RODOVIA FEDERAL BR- 101 SERGIPE

Em cada Unidade da Federação em que passa a mesma rodovia federal, o quilômetro é zerado. No estado de Sergipe o trecho que corresponde a BR-101 (Figura 6) inicia em Propriá do km 0 até Cristinápolis no km 206.

Figura 6- BR- 101 SE



Fonte: O autor, VGeo 1.0 (DNIT).

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

Balbo (2011) buscou relacionar os diferentes tipos de acidentes com as condições de pista, tipos de acostamento, condições meteorológicas, sentido da rodovia, entre outras. O método utilizado para determinar essas relações foi a Análise Fatorial. O autor constatou que o condutor é o maior problema quanto aos acidentes de trânsito na BR-277, outras condições influenciaram, mas de forma bem menos representativas.

Lima (2015) descreve e analisa os acidentes ocorridos nas rodovias federais do estado de Pernambuco, entre os anos 2007-2012. Para a análise dos resultados, utilizou a análise descritiva e exploratória, através da análise de correspondência simples e múltipla. Diante das análises exploratórias identificou que a BR-101 é a rodovia federal com maior número de acidentes no estado de Pernambuco, cerca de 45% do total de ocorrências. Identificou o perfil do jovem, solteiro, do sexo masculino que ingeriu álcool, com nível médio de escolaridade que sofreu lesões graves, como um dos perfis que melhor explicam os condutores envolvidos nos acidentes. Os resultados evidenciaram, também, os principais perfis dos acidentes, entre eles estão as colisões laterais e traseiras, ocorridas na BR-101, pela manhã, ocasionadas por falta de atenção e por não guardar distância de segurança.

Sehaber (2013) objetivou analisar os acidentes de trânsito ocorridos na rodovia federal BR-376, no período de 01/01/2009 a 30/04/2012, a fim de encontrar variáveis que apontassem as inter-relações entre os dados de ocorrência da Polícia Federal Rodoviária do Paraná. Utilizou da análise de componentes principais, análise fatorial exploratória e a análise de correlação canônica a fim de encontrar os quilômetros mais críticos associados às principais variáveis latentes e aos pares de correlação canônica. Decidiu dividir os conjuntos de dados em dois grupos, pois haviam duas regiões com maiores incidências de acidentes que as características de uma região poderiam diferir da outra. A análise de correlação canônica mostrou que a correlação entre os conjuntos acidentes na rodovia, veículos e os conjuntos de acidentes na rodovia e condutores foi próxima de 1, ou seja, esses conjuntos são fortemente correlacionados. Os scores canônicos da análise fatorial e da correlação canônica evidenciou os quilômetros 176 e 668 como os pontos mais críticos com relação as variáveis observadas.

Bogo (2011) aplicou a análise de correlação canônica e análise de agrupamentos nos dados dos acidentes registrados na rodovia BR-116, no trecho que compreende o estado do Paraná. Foram utilizados dados obtidos da Polícia Rodoviária Federal do Paraná dos acidentes ocorridos nos anos de 2007, 2008 e 2009. A aplicação da correlação canônica foi realizada

para verificar as relações existentes entre dois grupos de variáveis referentes aos acidentes: tipos de acidentes, causas de acidentes, condições meteorológicas, fases do dia e características da pista. A análise de agrupamento foi feita, utilizando o método das k-médias, para agrupar os quilômetros da rodovia considerando todas as variáveis utilizadas na correlação canônica. O autor verificou uma forte correlação entre os tipos de acidentes e causas de acidentes, o que implica que a imprudência do motorista ou até mesmo a falta de experiência resultam em mais acidentes. Alguns acidentes também ocorreram devidos as condições meteorológicas, apesar de pouco representativos comparado a falha humana.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Nesta seção, serão apresentados a metodologia, o conjunto de dados utilizado na análise de correspondência, bem como o software utilizado.

### **4.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA**

A Estatística Descritiva por meio de gráficos e tabelas se preocupa com a organização, apresentação e sintetização de dados. Posicionada na etapa inicial da análise, destinada a obter informações que indicam possíveis modelos a serem utilizados numa fase final que seria a chamada inferência estatística (MEDRI, 2011).

A seguir são apresentados algumas definições e conceitos de análise exploratória por Medri.

#### **4.1.1 Variáveis Qualitativas**

Segundo Medri (2011), ao se fazer um estudo estatístico de um determinado fato ou grupo, tem-se que considerar o tipo de variável. Pode ter variáveis qualitativas ou variáveis quantitativas.

As variáveis qualitativas são por natureza, dados não numéricos. A variável assume “valores” em categorias, classes ou rótulos. Apesar de ser considerada de baixo nível de mensuração, do ponto de vista da aplicação de instrumental estatístico, a variável qualitativa oferece um vasto espectro de aplicação nas ciências sociais e do comportamento. Variáveis qualitativas denotam características individuais das unidades sob análise, tais como sexo, estado civil, naturalidade, raça, grau de instrução, dentre outras, permitindo estratificar as unidades para serem analisadas de acordo com outras variáveis.

#### **4.1.2 Tabelas de Contingência**

##### **◦ Tabela Simples**

A representação das informações por intermédio de uma tabela é uma apresentação tabular numérica de dados. Uma tabela é uma maneira bastante eficiente de mostrar os dados levantados e que facilita a sua compreensão e interpretação. Para organizar uma série estatística ou uma distribuição de frequências, existem algumas normas nacionais ditadas pela



Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) as quais devem ser respeitadas (MEDRI, 2011).

Para REIS (2017), a tabela de contingência é chamada de distribuição conjunta entre as variáveis. A marginal é o somatório das frequências das células por linha ou coluna disposta em totais em uma tabela de contingência. Na Tabela 1, as marginais linha são: 258, 216 e 474. As marginais colunas são os totais 363, 27 e 84.

Tabela 1- Exemplo hipotético de uma matriz de contingência

Gênero	Função			Total
	Escritório	Serviços Gerais	Gerência	
Masculino	157	27	74	258
Feminino	206	0	10	216
Total	363	27	84	474

Fonte: REIS (2017)

Com a matriz de contingência, queremos descrever o grau de associação existente entre elas, sendo possível avaliar a "força" do relacionamento, e caso haja uma associação forte pode-se prever os valores de uma variável através da outra. Se as variáveis forem independentes (ou seja, a associação entre elas for fraca), as frequências na tabela de contingências devem distribuir-se de forma a seguir o padrão dos totais marginais. Se, porém, houver uma associação entre as variáveis, elas forem dependentes, as frequências deverão seguir algum padrão diferente daquele apresentado pelos totais marginais (REIS, 2017).

#### ◦ Tabela de Burt

Considerando a tabela disjuntiva completa  $Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_q, \dots, Z_Q]$ , a matriz quadrada  $\mathbf{B} = Z^T Z$  é chamada matriz de 'Burt'. Sua terminologia foi designada em 1950 no artigo de Burt (NAITO, 2007).

Esta matriz apresenta a seguinte estrutura:

$$B(Z^T Z) = \begin{bmatrix} Z_1^T Z_1 & Z_1^T Z_2 & \dots & Z_1^T Z_Q \\ Z_2^T Z_1 & Z_2^T Z_2 & \dots & Z_2^T Z_Q \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_Q^T Z_1 & Z_Q^T Z_2 & \dots & Z_Q^T Z_Q \end{bmatrix}$$

Cada submatriz de B da forma  $Z_q^T Z_q$  é uma matriz diagonal, seus elementos são respectivamente iguais à soma das colunas da matriz  $Z_q$ , enquanto cada submatriz da forma  $Z_q^T Z_{q_l}$  ( $q \neq q_l$ ) é uma tabela de contingência bidimensional relativa do cruzamento das duas variáveis. Com a matriz de Burt é possível comparar todos os pares de variáveis, sendo uma vantagem em relação a matriz Z (disjunta completa).

Tabela 2- Exemplo de tabela de Burt

		Classificação		Fase		Condição Meteorológica	
		Fatais	Feridas	Noite	Dia	Céu Claro	Chuva
Classificação	Fatais	18	0	10	8	17	1
	Feridas	0	172	86	86	145	27
Fase	Noite	10	86	96	0	84	12
	Dia	8	86	0	94	78	16
Condição Meteorológica	Céu Claro	17	145	84	78	162	0
	Chuva	1	27	12	16	0	28

O autor (2017)

A tabela de Burt (Tabela 2) é uma matriz simétrica muito usada em análise de marketing para desenvolver e interpretar perfis de clientes. Ajuda a visualizar e analisar relações entre variáveis categóricas, tendo uma coluna e uma linha para cada nível de cada variável categórica. A tabela serve como base para análise de correspondência múltipla (GREENACRE, 1984).

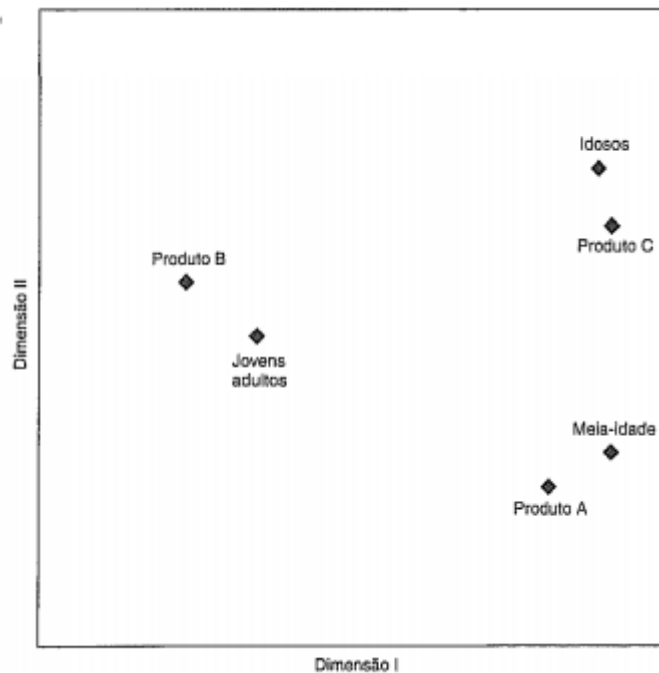
## 4.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA

A análise de correspondência (AC) é uma técnica exploratória multivariada de interdependência e de abordagem composicional, que facilita o mapeamento perceptual de objetos em um conjunto de atributos não-métricos.

“Atualmente, Hirschfeld (1935) é reconhecido como o fundador do método, embora existam trabalhos pioneiros publicados por Fisher (1940) no campo da Biometria, e, por Horst (1935) e Guttman (1941) em Psicometria. Foi este conjunto de artigos que permitiu o desenvolvimento de diversos métodos semelhantes por escolas distintas. Os seguidores de Fisher, na área da Biometria, desenvolveram o método conhecido como Reciprocal Averaging (curiosamente, nome sugerido pelo Psicologista Horst, 1935) e os seguidores de Guttman, no campo da Psicometria, o método Dual Scaling (ou Optimal Scaling). Contudo, foi apenas na década de 60, numa área totalmente diferente (em Linguística), pelo génio de Bénézecri, que teve origem a forma geométrica dos métodos anteriormente descritos, ao qual o próprio deu o nome de Análise de Correspondências, finalizando a sua investigação com uma excelente obra em 1973 (NAITO, 2007).”

Com o mapa perceptual, é possível avaliar associações entre produtos e clientes, pesquisa de mercado, etc. Segundo Hair (2009), em sua forma mais básica a AC emprega uma tabela de contingência, na qual é feita uma tabulação cruzada de duas variáveis categóricas, transformando dados não-métricos em um nível métrico para análise no mapa dimensional (Figura 7). O autor gerou um mapa de correspondência para duas dimensões, com as variáveis Faixa etária e Produtos ofertados. É notório que o grupo etário de jovens está mais próximo ao Produto B, a Meia-idade está mais próxima ao Produto A, e os idosos estão mais associados ao Produto C.

Figura 7- Exemplo de mapa perceptual



Fonte: Adaptado de Hair (2009).

### 4.2.1 Objetivos

Confrontados com a necessidade de quantificar dados qualitativos, pesquisadores veem a análise de correspondência e sua habilidade de acomodar tanto dados não-métricos quanto dados não-lineares. Através da redução dimensional por combinação linear, existe uma rotação no conjunto de coordenadas que melhor explica a variabilidade dos dados em poucas coordenadas, de forma que o primeiro eixo irá reter a maior variância de todos, sendo entre eles ortogonais. As demais irão explicar o que ainda não foi avaliado pela primeira coordenada e assim por diante (HAIR, 2009).

### 4.2.2 Suposições

Para execução da técnica de correspondência é exigido apenas uma tabulação cruzada de dados positivos, como a tabela de contingência. Para a análise de correspondência múltipla (ACM), onde ocorre mais de duas variáveis em forma matricial, o procedimento é estendido de forma que todas as categorias são colocadas no mesmo espaço multidimensional como nas matrizes concatenada, disjunta completa e de Burt (HAIR, 2009).

A análise de correspondência compartilha de liberdade em pressupostos. A utilização de dados estritamente não-métricos pode representar relações lineares e não-lineares igualmente bem. O pesquisador, porém, não deve negligenciar esforços que garantirão a comparabilidade de objetos, e por ser composicional, a completude dos atributos (HAIR,2009).

O teste de qui-quadrado de independência, para Reis (2017), é uma das estatísticas mais interessantes de se estudar o relacionamento entre variáveis qualitativas. Possibilita constatar se as colunas são independentes das linhas em uma tabela de contingência.

A hipótese nula (H0) diz que não há associação entre as variáveis (linhas e colunas). A alternativa (H1), existe dependência entre as linhas e colunas da tabela.

$$X^2 = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^C \left[ \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \right]$$

$$E_{ij} = \frac{\text{marginal linha } i \times \text{marginal coluna } j}{\text{Total Geral}}$$

Onde  $E_{ij}$  é frequência esperada, sob condição de independência.  $O_{ij}$  é a frequência observada. L e C são as linhas e colunas da tabela de contingência. O  $X^2$  vem ser a soma total

das distâncias, sabendo que se for maior do que se espera, a hipótese nula não é aceita, concordando que existe dependência entre as variáveis.

### 4.2.3 Procedimento

Segundo Naito (2007), existem duas formas de se obter as mesmas soluções da AC. A primeira baseia-se na aproximação pela matriz de correspondência, e a outra pela aproximação dos perfis linha ou coluna, justificando o nome da técnica.

#### ▪ Matriz de correspondência

Através da tabela de contingência, pode-se construir a matriz de correspondência  $P$  (Tabela 3), dada pela divisão de cada célula pelo total de frequências observadas ( $n$ ) (GONÇALVES, 2009).

Tabela 3- Matriz de correspondência

A	B				Total Linha
	1	2	...	J	
1	$P_{11}$	$P_{12}$	...	$P_{1j}$	$P_{1+}$
2	$P_{21}$	$P_{22}$	...	$P_{2j}$	$P_{2+}$
...	...	...	...	...	...
i	$P_{i1}$	$P_{i2}$	...	$P_{ij}$	$P_{i+}$
Total Coluna	$P_{+1}$	$P_{+2}$	...	$P_{+j}$	1

Fonte: Gonçalves (2009)

Em que  $P_{ij}=n_{ij}/N$  ;  $P_{i+} = n_{i+}/N$  ;  $P_{+j} = n_{+j}/N$ .

#### ▪ Perfil Linha e Coluna

Para comparar as variáveis categóricas, é preciso definir uma nuvem de pontos provenientes do perfil linha (R) ou perfil coluna (C) da matriz de correspondência (FARIA, 1993). Da seguinte forma:

$$R = P_{i1}/P_{i+} \quad P_{i2}/P_{i+} \quad \dots \quad P_{ij}/P_{i+}$$

$$C = P_{1j}/P_{+j} \quad P_{2j}/P_{+j} \quad \dots \quad P_{ij}/P_{+j}$$

Temos que os perfis serão as matrizes formada pelos vetores compostos pelo total de cada célula da matriz  $P$  pelos totais referentes às marginais da matriz  $P$ .

#### ▪ Massa

Segundo Gonçalves (2009), com os valores correspondentes aos totais marginais de cada linha e coluna da matriz de correspondência  $P$ , definem-se os vetores de massas das linhas  $r$  e o vetor de massas das colunas  $c$ , respectivamente como segue:

$$r = [P_{1+} \quad P_{2+} \quad P_{3+} \quad \dots \quad P_{i+}]^T$$

$$c = [P_{+1} \quad P_{+2} \quad P_{+3} \quad \dots \quad P_{+j}]^T$$

Com os vetores de massas das linhas e colunas ( $r$  e  $c$ ), pode-se definir as matrizes  $D_r$  e  $D_c$ , que são matrizes diagonais contendo os elementos de  $r$  e  $c$  respectivamente. Assim:

$$D_r = \text{diag}(r) \text{ e } D_c = \text{diag}(c)$$

#### 4.2.4 Aproximação da matriz de correspondências

Através do método dos mínimos quadrados ponderados, tem-se o objetivo de redimensionar um subespaço com dimensão preferível até 3, de forma a facilitar a visualização gráfica, e melhor descreva o conjunto de dados com a menor perda de informação possível (FARIA, 1993).

Para Naito (2007), utilizando da DVSG (Decomposição em valores singulares generalizados) pretende-se aproximar a matriz  $P$  com as métricas  $D_r^{-1} D_c^{-1}$  padronizadas por uma matriz  $\hat{P}$  de dimensão  $\lambda$  que minimize a distância entre eles. Sendo a melhor aproximação  $\hat{P} = rc^T$ , solução trivial e de característica 1. Mas, por levar em consideração somente as marginais de  $P$ , deve-se aproximar em uma matriz centrada:

$$P^* = P - \hat{P}.$$

De modo que a solução da DVS é dada pela matriz dos resíduos padronizados:

$$P^* = UD_{\alpha}V^T$$

$$Dr^{-1/2} (P - rc^T) Dc^{-1/2} = UD_{\alpha}V^T$$

Sendo  $U$  e  $V$  o conjunto de vetores singulares a esquerda e direita respectivamente de  $P^*$ , de modo a formarem uma base ortonormal,  $U^T U = I = V^T V$ .  $D_{\alpha}$  corresponde à matriz diagonal dos autovalores.

#### 4.2.5 Inércia

Inércia em AC é usada de modo análogo à definição de “momento de inércia<sup>1</sup>” em mecânica. Temos uma medida relativa de qui-quadrado que pode ser relacionada com qualquer contagem de frequência (NAITO, 2007).

$$I = \frac{X^2}{N}$$

Definida como uma medida de dispersão entre as variáveis da tabela dada pelo qui-quadrado de Pearson  $X^2$  dividido pelo total das frequências  $N$ .

#### 4.2.6 Dimensionalidade

Para avaliar o número de dimensões, os autovalores são obtidos para cada dimensão indicando a contribuição relativa da mesma na explicação da variância nas categorias. Segundo Hair (2009), a soma da inércia total da nuvem dos eixos é igual ao somatório dos autovalores. O número máximo de dimensões que pode ser estimado é um a menos do que o menor número de linhas ou colunas. Adicionar uma dimensão aumenta a variação explicada, mas em significância decrescente. A primeira dimensão explica a maior parte da variância e assim sucessivamente. Adicionar dimensões aumenta a complexidade na interpretação, mapas perceptuais com mais de três dimensões se tornam complexos para estudo. Cabe ao

---

<sup>1</sup> Momento de inércia: Cada partícula de um objeto físico contém uma certa massa  $m$  e está a uma certa distância  $d$  do centro de gravidade (centroide). É o  $\sum m.d^2$  de todas as partículas do objeto.

pesquisador, equilibrar a explicação da variância com a quantidade de dimensões. O autor indica reter dimensões que possuem inércia maiores que 0,2.

#### **4.2.7 Interpretação dos Resultados**

Para Hair (2009), após a dimensionalidade sido estabelecida, o analista se defronta com duas tarefas: interpretação e avaliação do grau de associação entre categorias, dentro de linha/coluna ou entre linhas e colunas para compreensão a respeito das dimensões associadas a um conjunto específico de categorias. Após, identificar a associação de uma categoria com outras, feito visualmente no mapa pelas novas coordenadas da DVSG.

O pesquisador deve entender o significado real dos resultados em termos das categorias, analisando a natureza inferencial com estrita confiança na representatividade e generalidade da amostra e objetos.

### **4.3 TIPO DE PESQUISA**

A pesquisa constitui de análise exploratória dos dados, para caracterização estrutural dessas ocorrências pela associação da técnica análise de correspondência.

#### **4.3.1 Dados Utilizados**

Os dados utilizados neste estudo se encontram disponíveis no site da Polícia Rodoviária Federal no formato csv. Caracterizam os acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias federais do Brasil no ano de 2015. Na planilha, se encontram as seguintes informações:

- Código de referência na ocorrência (ID);
- A data com o horário e as condições climáticas;
- Unidade da Federação, município, rodovia, localização no quilômetro;
- Causa do acidente, tipo de acidente, classificação do acidente;
- Fase do dia, sentido da via, tipo da pista, traçado da via, tipo de solo;



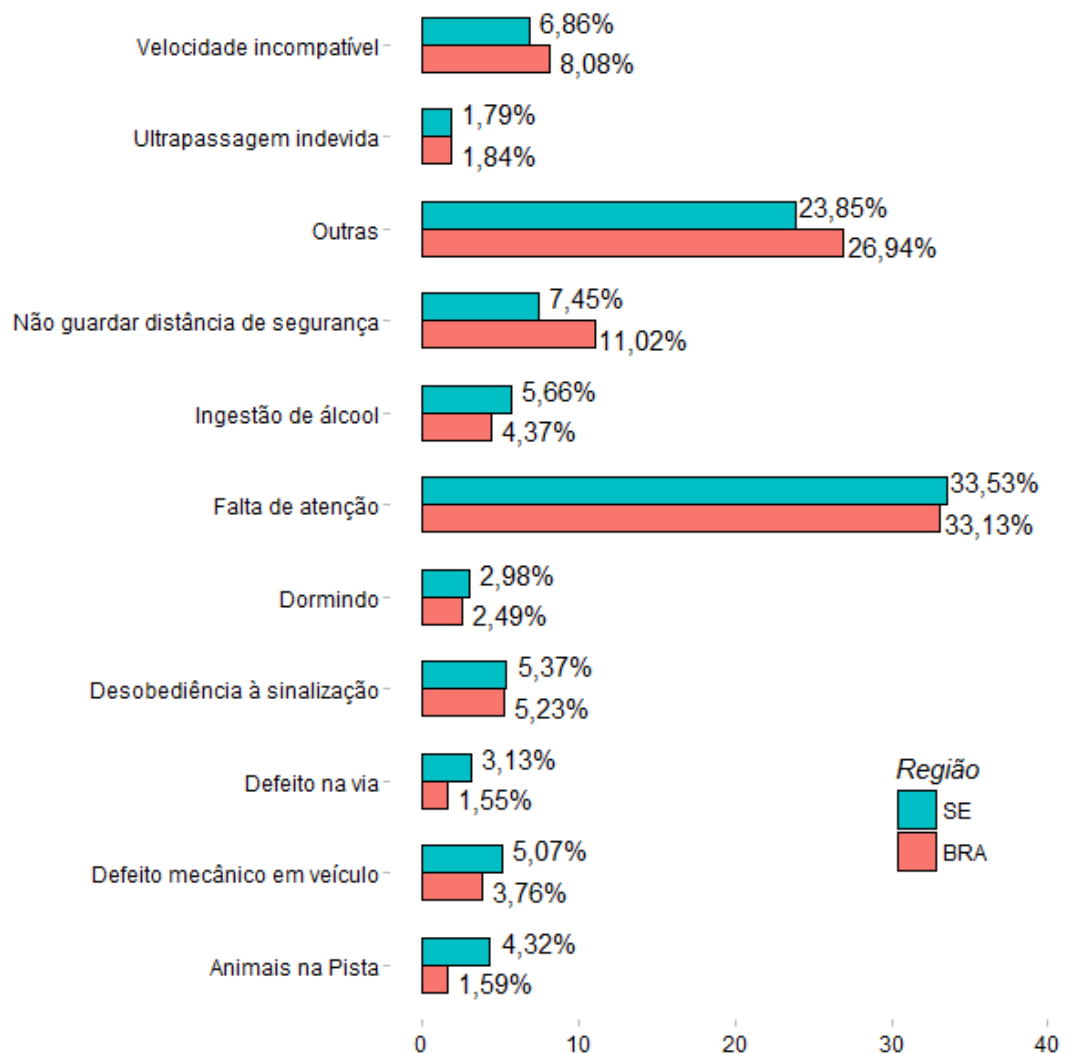
- Número de envolvidos, mortos, feridos, ilesos, ignorados e veículo.

Após obter a matriz de ocorrências de acidentes, obteve-se uma nova matriz com os dados categóricos de interesse para aplicação da Análise de Correspondência. Para aplicação da AC, foram avaliados diversos modelos de correspondência simples e múltipla no R 3.3.3, pacotes *MVar.pt*, *GGplot2*, *rgl* e *ca*.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No ano de 2015, foram 122.161 acidentes em todo o país, destes, 21.064 foram somente na BR-101 compreendendo 17,3 % do total de ocorrências. Destes 21.064, 671 ocorreram em Sergipe, representando 62 % dos acidentes nas rodovias federais do Estado. Analisando a Figura 8, vemos as causas de acidentes mais influentes no estado de Sergipe e em todo o país pela BR-101:

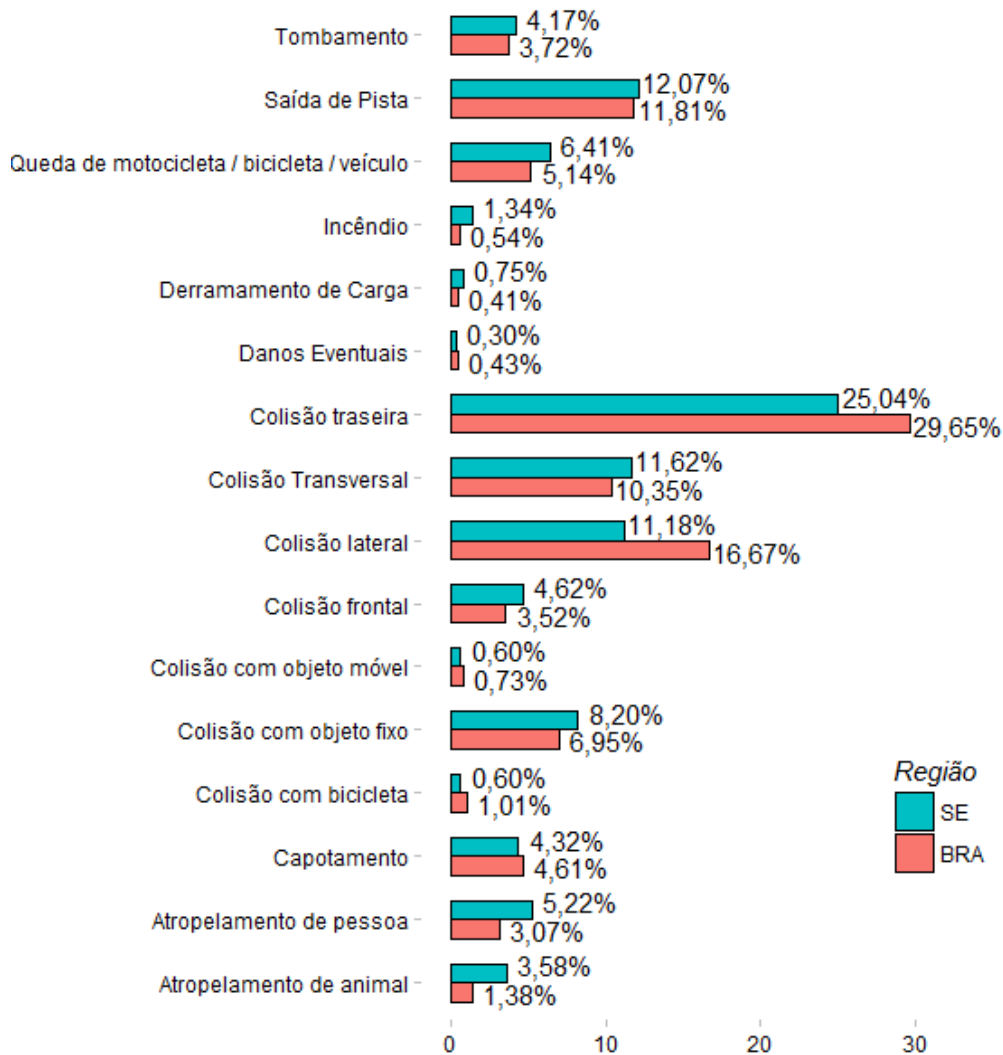
Figura 8- Causas de acidentes por ocorrência em SE 2015



Observamos que as causas de acidentes que mais se destacam tanto na macro como na microrregião é a *Falta de atenção* e *Outras*. Esta última por ser uma categoria de muita ocorrência, sua discriminação carece de informação por não existir uma causa específica

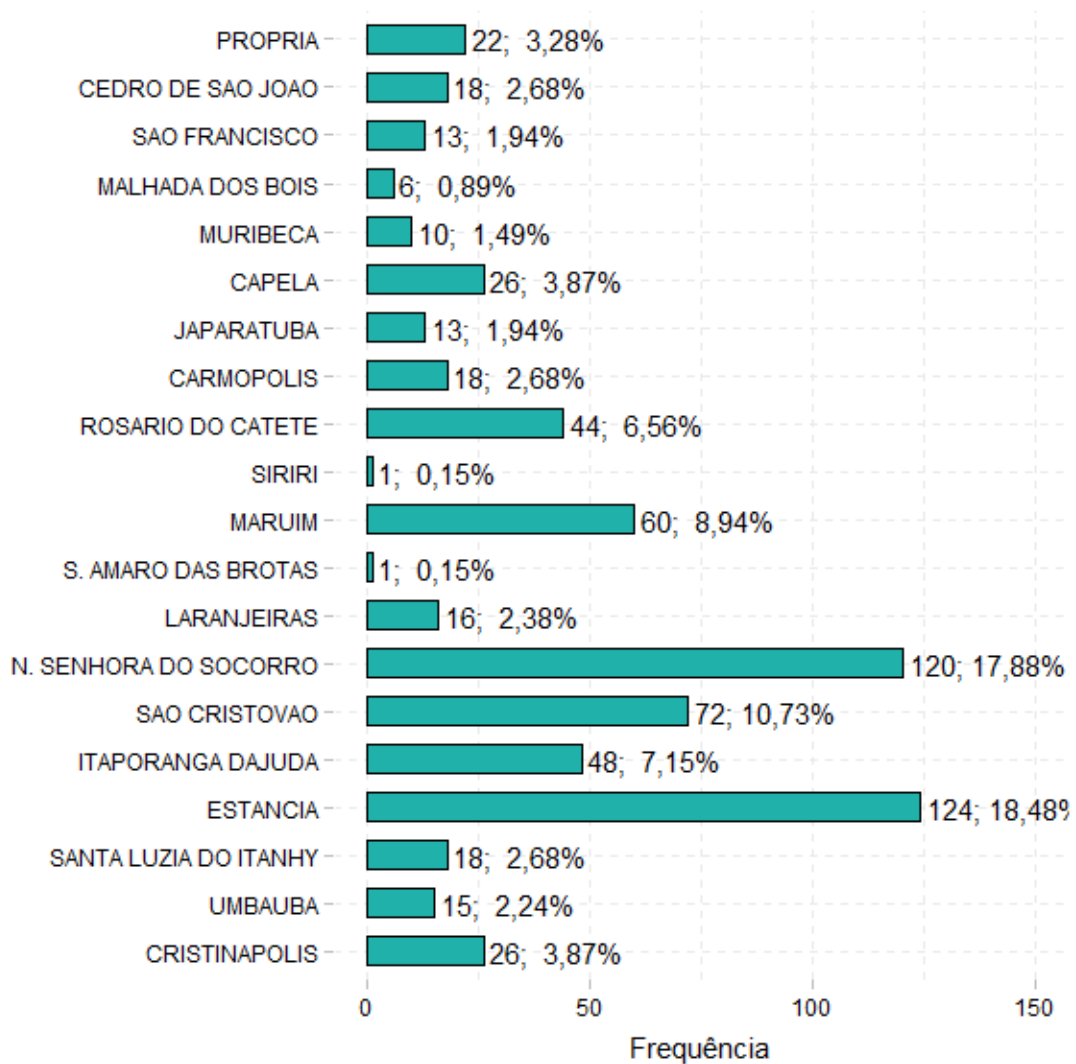
associada. Acidentes por *Ultrapassagem indevida* e *Dormindo* são os menos presentes e como divergente entre as regiões, temos em Sergipe a categoria *Animais na pista* ocorrendo proporcionalmente um pouco mais do que no Brasil. O estado como amostra, parece representar muito bem a sua população. Podemos ver também os tipos de acidentes na BR 101:

Figura 9- Tipos de acidentes em 2015 no Brasil e Sergipe pela BR- 101



Na Figura 9, mais de  $\frac{1}{4}$  das ocorrências foram *Colisão traseira*, sendo as menos frequentes: *Incêndio*, *Derramamento de Carga*, *Danos Eventuais*, *Colisão com objeto móvel* e *Colisão com bicicleta*. Com mais divergência entre Sergipe (SE) e Brasil (BRA) está a colisão lateral que é o abalroamento em mesmo sentido ou por sentidos opostos. Olhando agora para os trechos correspondentes a cada município na BR-101 em Sergipe:

Figura 10- Classificação dos acidentes nos quilômetros de SE em 2015



Verifica-se na Figura 10, que a frequência de acidentes se concentra nos trechos de quilômetros correspondentes a Nossa Senhora do Socorro (84-95) e Estância (130-160) somando mais de 1/3 das ocorrências pela proximidade aos centros urbanos e industriais, tendo a menor frequência nos interiores e proximidades as divisas.

### 5.1 Análise de correspondência

Neste estudo, a análise de correspondência foi avaliada em modelos para duas e três variáveis. As variáveis categóricas utilizadas na AC foram: *Tipos de acidente*, *Causas do acidente*, *Classificação do acidente*, *Condição climática*. Aplicou-se no software *R*, a análise de correspondência múltipla para verificar associação entre três variáveis categóricas. Os modelos parcimoniosos provaram ser melhores para caracterizar o perfil das ocorrências,

sendo apresentados então, resultados em correspondências simples de dupla entrada com significância estatística para o teste de qui-quadrado (p-valor menor que 0,05) para dependência nos modelos. Na aplicação da AC, foi feita a aproximação pela matriz de correspondência, após foi feito a decomposição dos valores singulares generalizados, sendo encontradas as novas coordenadas no plano redimensionado.

### 5.1.1 Tipo de acidente x Classificação da vítima

Houve o interesse de avaliar os tipos de acidente que mais causam fatalidades as vítimas, sendo apresentado nesse primeiro caso a variável *classificação da vítima* sem a categoria *ignorado*.

Com a matriz de contingência (Tabela 4), temos que 57 % das ocorrências são de vítimas ilesas (Sem Vítimas) e 40 % por vítimas feridas, do total no ano de 2015, 4 % foram mortes.

Tabela 4- Matriz de contingência do Tipo x Classificação do acidente

	CLASSIFICAÇÃO			Total
	SemVitim	VitimasFa	VitimasFe	
ATa	14	1	8	23
ATp	0	3	18	21
CAP	11	1	9	21
CFr	3	5	9	17
CLa	41	1	22	64
COb	22	0	7	29
COM	4	0	0	4
CTn	29	2	40	71
CTra	110	4	37	151
DEc	1	0	0	1
DEv	1	0	0	1
INd	6	0	0	6
QMo	1	1	28	30
SPi	36	1	15	52
TOM	9	0	8	17
Total	288	19	201	508

Fonte: Autor (2017)

No plano aproximado bidimensional, retendo toda a inércia acumulada conforme a Tabela 5:

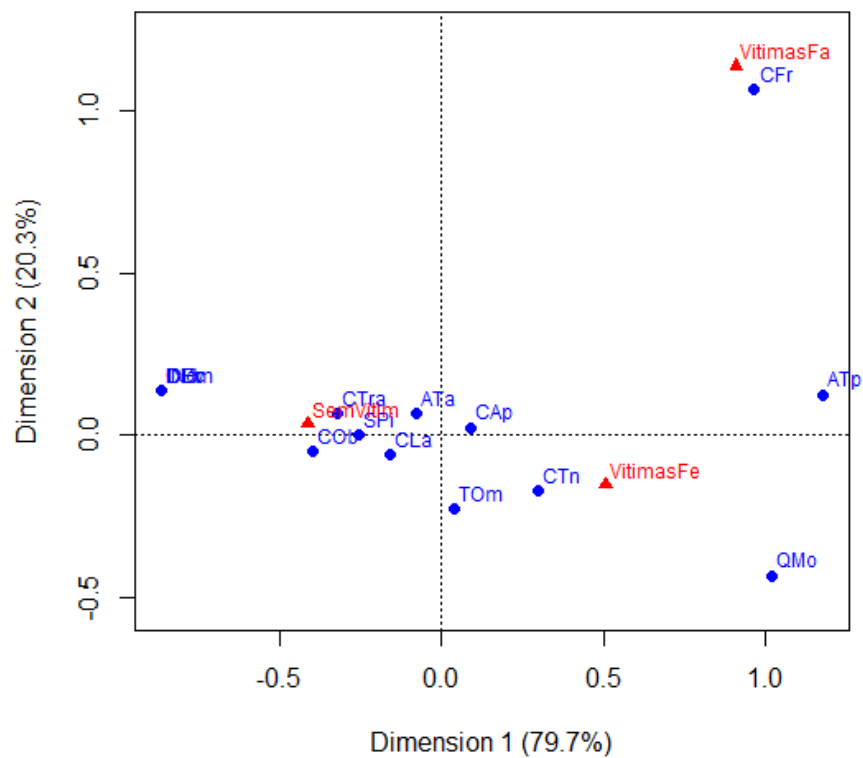
Tabela 5- Dimensionalidade da AC tipo x classificação

Dimensão	Autovalor	Inércia %	Acumulado %
1	0,230168	79,7	79,7
2	0,058552	20,3	100,0
Total:	0,288720	100,0	

Fonte: Autor (2017)

Retratando no mapa de correspondência (Figura 11), existe uma associação muito clara para as vítimas no trânsito rodoviário de Sergipe.

Figura 11- Classificação das vítimas quanto ao tipo



A colisão frontal (CFr) é de longe a maior responsável pela fatalidade (VitimasFa). É possível ainda caracterizar outros dois tipos de acidentes associados: A colisão transversal (CTn), levando a maior proporção de vítimas feridas (VitimasFe); Colisão traseira (CTra) sendo a mais próxima de sair ileso em um acidente.

### 5.1.2 Tipo do Acidente x Causa do Acidente

A segunda análise buscou associar que tipo de acidente estaria sendo caracterizado por determinada causa. Na Tabela 6 é possível visualizar as ocorrências do tipo do acidente pela causa

Tabela 6- Tipos de acidentes x Causas do acidente em SE

	CAUSA										Total
	AP	DM	DO	DS	DV	FA	IA	NG	UI	VI	
ATa	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
ATp	0	0	0	3	1	12	3	0	0	2	21
CAP	1	4	1	0	3	4	0	0	0	8	21
CFr	0	1	4	5	1	2	1	0	3	0	17
CLa	0	0	1	0	2	44	3	3	1	2	64
COB	1	4	2	0	3	8	6	0	0	6	30
COM	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
CTn	0	1	0	14	0	51	2	0	2	1	71
CTra	2	1	3	4	0	72	10	46	2	11	151
DEc	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
DEv	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
INd	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
QMo	0	4	0	0	4	11	9	1	0	1	30
SPi	1	4	8	2	5	14	4	0	4	11	53
TOm	0	3	1	0	2	7	0	0	0	4	17
Total	29	34	20	36	21	225	38	50	12	46	511

Fonte: Autor (2017)

Na Tabela 7 estão os auto-valores das respectivas dimensões e seu percentual de inércia.

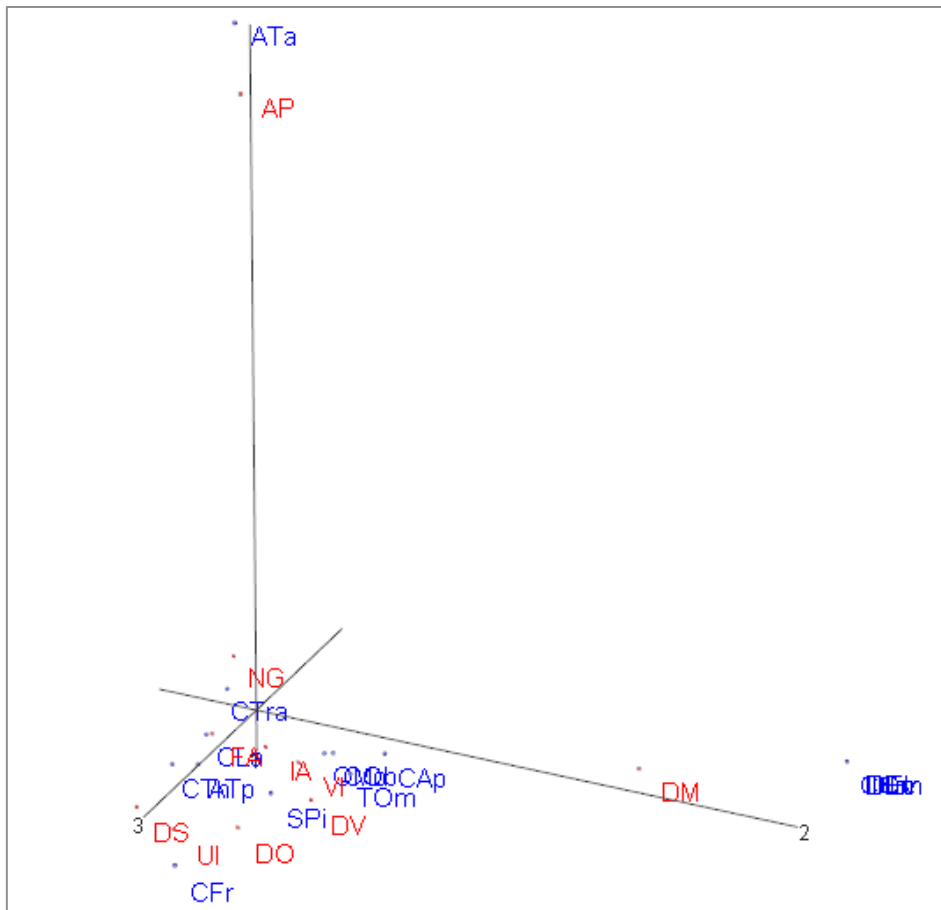
Tabela 7- Inércias dos auto-valores Tipo x Causa

Dimensão	Autovalor	Inércia %	Acumulado %	Histograma
1	0,822	42,8	42,8	*****
2	0,446	23,2	66,1	*****
3	0,235	12,3	78,3	***
4	0,181	9,4	87,7	**
5	0,127	6,6	94,3	**
6	0,073	3,8	98,2	*
7	0,031	1,6	99,7	
8	0,004	0,2	99,9	
9	0,001	0	100	
Total	1,919	100		

Fonte: Autor (2017)

Optou-se por pela escolha de três dimensões e reter 78 % de explicação das categorias, pela sua relevância na discriminância ortogonal, com as novas coordenadas que melhor representam o conjunto.

Figura 12- Mapeamento tridimensional (pacote rgl)



Interessante observar que a origem do novo sistema de coordenadas, Figura 12, se dá pelas categorias de maior inércia, sendo a maior delas a *falta de atenção* (FA). Esse mapa é muito importante, pois é possível admitir o maior grupo associado ao fator falha humana com exceção de *defeito na via* (DV), e outro grupo associado a um fator externo ao condutor (animais na pista (AP) causando atropelamentos de animais (ATa) e defeito mecânico no veículo (DM) causando Incêndios (INd), derramamento de carga (DEc), colisão com objeto móvel (COm) e danos eventuais (DEv)).

### 5.1.3 Tipo do Acidente x Condição Meteorológica

Quanto a condição meteorológica, 71 ocorrências (15 %) foram em chuva (Tabela 8).



Tabela 8- Tipo do acidente x Condição meteorológica em SE

		CONDIÇÃO METEOROLÓGICA				Total
		CeuClaro	Chuva	Nublado	Sol	
TIPO	ATa	11	3	6	0	20
	ATp	13	2	2	4	21
	CAP	8	11	2	0	21
	CFr	12	1	2	2	17
	CLa	41	6	12	5	64
	COB	17	5	5	1	28
	COM	2	1	0	1	4
	CTn	40	5	10	12	67
	CTra	80	15	29	20	144
	INd	4	0	1	1	6
	QMo	20	1	7	1	29
	SPi	24	16	6	4	50
	TOm	7	5	4	1	17
	Total	279	71	86	52	488

Fonte: Autor (2017)

Com 95 % de variabilidade retendo duas dimensões (Tabela 9), é possível avaliar o comportamento das respectivas categorias.

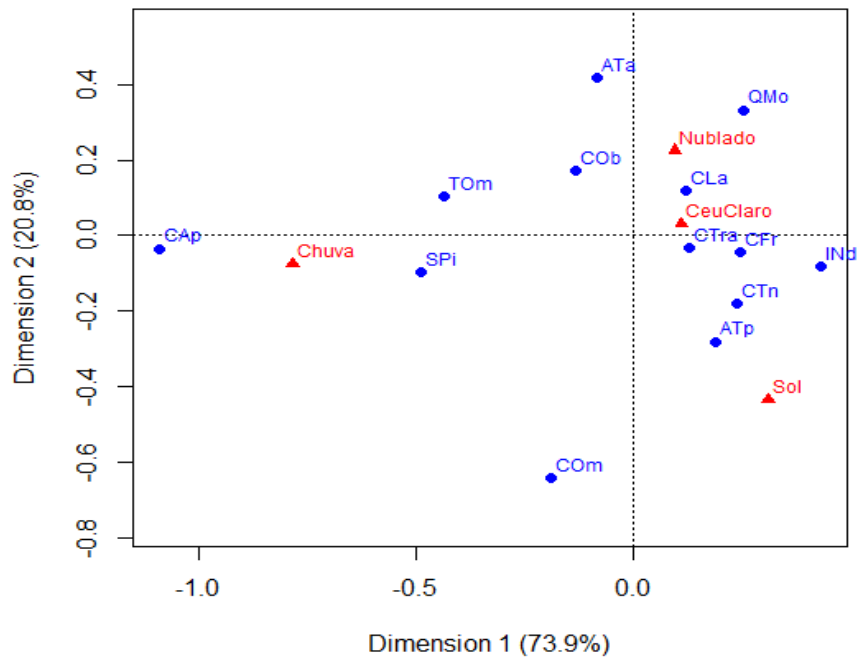
Tabela 9- Autovalores da AC Tipo x Condição

Dimensão	Autovalor	Inércia %	Acumulado %
1	0,108303	73,9	73,9
2	0,030545	20,8	94,8
3	0,007686	5,2	100
Total	0,146533	100	

Fonte: Autor (2017)

Julgando a estrutura desse mapa dimensional (Figura 13), percebe-se a associação de chuva com *capotamento*, *tombamento* e *saída de pista*. As demais condições meteorológicas não possuem associação com os acidentes, simplesmente por não alterarem a condição da via no tráfego.

Figura 13- Condição meteorológica quanto ao tipo



#### 5.1.4 Causa do acidente x Fase do dia

Para as ocorrências em fases do dia, conforme a Tabela 10: *amanhecer* corresponde a 7%, *anoitecer* 4 %, *plena noite* 31%, e com mais da metade dos acidentes *pleno dia* com 58% do total de contingência.

Tabela 10- Causa do acidente x Fase do dia em SE

CAUSA	FASE				Total
	Amanhecer	Anoitecer	PlenaNoite	PlenoDia	
AP	2	1	23	3	29
DM	3	1	5	25	34
DO	3	1	9	7	20
DS	1	1	13	21	36
DV	2	0	7	12	21
FA	11	12	54	148	225
IA	1	2	22	13	38
NG	4	3	9	34	50
UI	0	0	5	7	12
VI	6	1	11	28	46
Total	33	22	158	298	511

Fonte: Autor (2017)

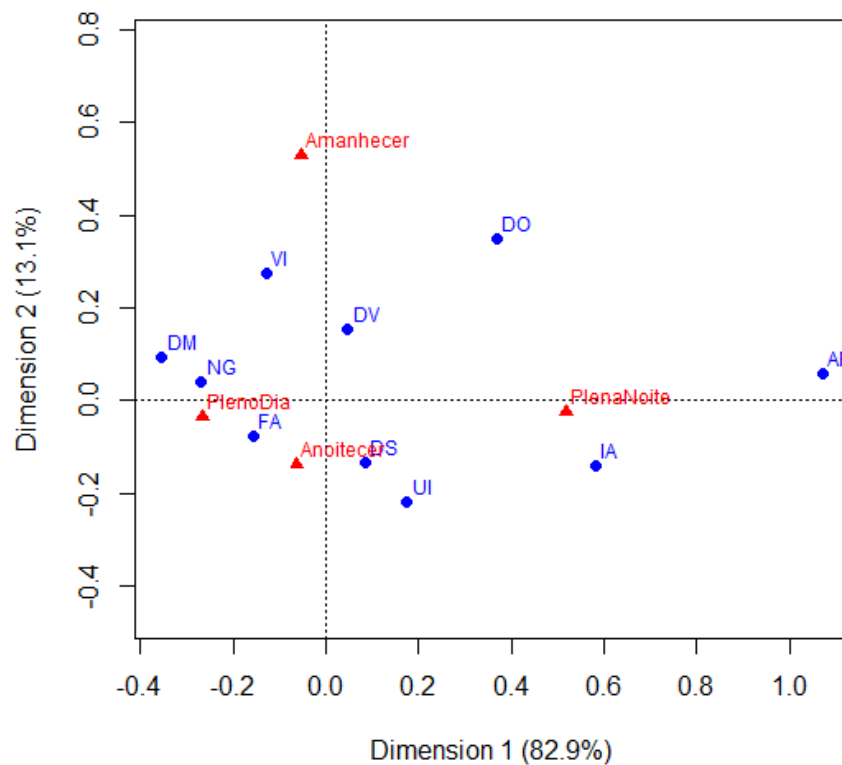
Com 96 % da variabilidade dos dados (Tabela 11), foi possível caracterizar um novo perfil.

Dimensão	Autovalor	Inércia	
		%	Acumulado %
1	0,12478	82,9	82,9
2	0,019794	13,1	96
3	0,005963	4,0	100
Total	0,150537	100	

Fonte: Autor (2017)

Conforme a Figura 14, existe uma correspondência de ingestão de álcool com ocorrências em plena noite, o que justificaria uma intensificação da lei seca nesta fase do dia não só dentro das cidades como também nas rodovias.

Figura 14- Mapa com as causas e fases do dia



### 5.1.5 Causa do acidente x Condição meteorológica

A Tabela 12 permite estudar a causa do acidente perante o clima no ambiente da colisão, sendo que a maioria das ocorrências foram em céu claro, em torno de 57 %.

Tabela 12- Causa x Condição meteorológica

		CONDIÇÃO METEOROLÓGICA				Total
		CeuClaro	Chuva	Nublado	Sol	
CAUSA	AP	15	4	6	0	25
	DM	21	2	9	2	34
	DO	11	2	4	2	19
	DS	25	0	5	6	36
	DV	8	12	1	0	21
	FA	127	22	38	30	217
	IA	25	2	7	0	34
	NG	22	6	10	8	46
	UI	9	0	2	1	12
	VI	16	21	6	3	46
	Total	279	71	88	52	490

Fonte: Autor (2017)

Com apenas duas dimensões retidas, foi possível explicar 96,2 % do conjunto de dados (Tabela 13).

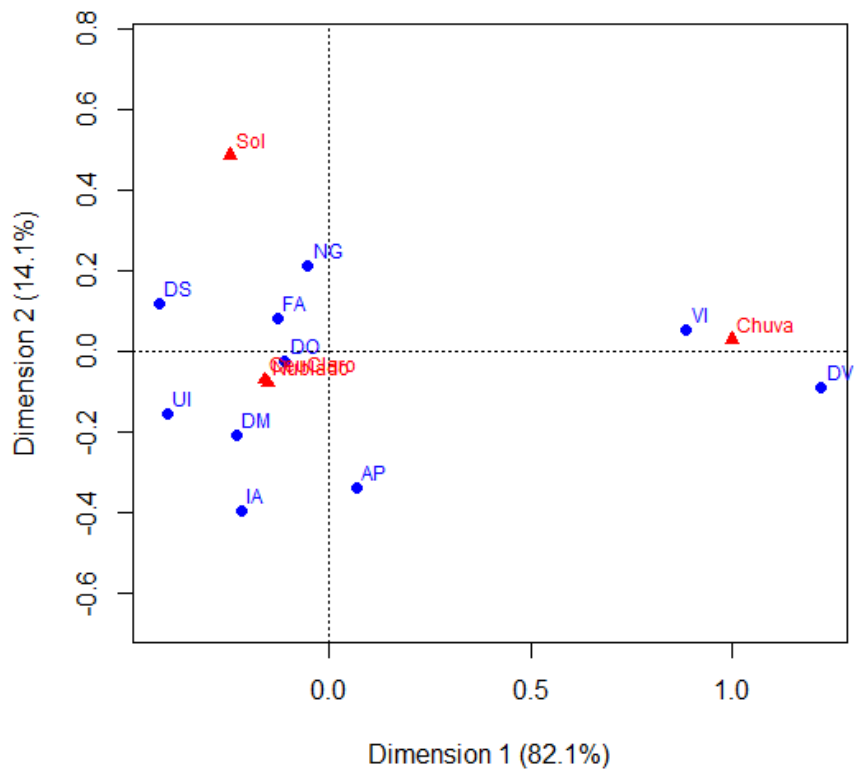
Tabela 13- Autovalores da Causa x Condição meteorológica

Dimensão	Autovalor	Inércia %	Acumulado %
1	0,169518	82,1	82,1
2	0,029067	14,1	96,2
3	0,00786	3,8	100
Total	0,206445	100	

Fonte: Autor (2017)

Neste modelo (Figura 15), foi associado chuva em conjunto com a velocidade incompatível, existe a perda de aderência dos pneus, responsável por acidentes. Em tempos de chuva também existe a probabilidade de ocorrer defeitos na via por erosões e deslizamentos de terra dificultando a vida do condutor.

Figura 15- Mapa de associação da causa do acidente com a condição meteorológica



## 6. CONCLUSÕES

Com a análise descritiva do conjunto de dados, foi possível visualizar as ocorrências de trânsito e o seu comportamento. A análise de correspondência por ser uma técnica exploratória de grande importância no estudo de dados de contagem e atributos, permitiu caracterizar os acidentes rodoviários na BR-101 do estado de Sergipe.

Existe uma concordância nas pesquisas de trânsito, que a falha humana é o maior fator associado. Com essa pesquisa, através da discriminação de quatro fatores, foi possível identificar a falha humana como forma de precaução, sendo a maior entre os demais fatores.

A categoria *outras* é a segunda maior causa de acidente não só no Estado, mas em todo o País. É uma perda de informação crucial para o entendimento de tantas ocorrências, que felizmente foi corrigida no mesmo período dessa monografia. A partir de 2017, a Polícia Rodoviária Federal descontinuou o sistema BR-Brasil que vinha desde 2007 categorizando as ocorrências de acidentes e desenvolveu um novo BAT (boletim de acidente de trânsito) que engloba novas categorias antes pertencidas a causa “outras” e agora estão devidamente enquadradas. Logo, para os próximos anos, pode-se aplicar o conteúdo desse trabalho e esperar resultados muito mais significativos em gerar perfis do que nos anos anteriores.

## 7. REFERÊNCIAS

- BALBO, F. A. N. **Análise multivariada aplicada aos acidentes da BR-277 entre janeiro de 2007 e novembro de 2009**. Curitiba, 2011. ONLINE. Acesso em julho 2017. Disponível em < <http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/26088>>
- BOGO, R. L. **Análise de Correlação Canônica e Análise de Agrupamento aplicada aos acidentes da br-116 entre janeiro de 2007 e novembro de 2009**. UFPR, 2011. <http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/26811>
- DNIT. **Anuário Estatístico das Rodovias Federais**. 2010. [ Online; acesso em 15 de janeiro de 2017]. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/estatisticas-de-acidentes/anuario-2010.pdf>>.
- DNIT. **Nomenclatura das rodovias federais**. [ Online; acesso em 15 de janeiro de 2017]. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/rodovias-federais/nomeclatura-das-rodovias-federais>>.
- FARIA, R. T. **Tratamento de dados multivariados através da análise de correspondência em rochas carbonáticas**. Unicamp. Janeiro de 1993. Acesso em julho de 2017. Disponível em <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/286828>>
- GOLD, P. A. (1998). **Segurança no Trânsito – Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes**. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Washington, EUA.
- GONÇALVES, M. Santos, S. R. **Aplicação da análise de correspondência à avaliação institucional**. Outubro de 2009. Acesso em julho de 2017. Disponível em <[http://www.fecilcam.br/nupem/anais\\_iv\\_epct/PDF/ciencias\\_exatas/07\\_GON%C3%87ALVES\\_SANTOS.pdf](http://www.fecilcam.br/nupem/anais_iv_epct/PDF/ciencias_exatas/07_GON%C3%87ALVES_SANTOS.pdf)>
- GREENACRE, M. J. **Theory and applications of correspondence analysis**. New York: Academic Press, 1984.
- HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. Tradução Adonai Schlup Sant'Anna. 6ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- IPEA. **Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras**. 2015. Online; acesso em 16 de janeiro de 2017. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7493/1/RP\\_Acidentes\\_2015.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7493/1/RP_Acidentes_2015.pdf)
- LEI Nº 10.292/2001 de 27/09/2001. **Denomina "Rodovia Governador Mário Covas" a BR-101**. Online; acesso em 19 de janeiro de 2017. Disponível em <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110292.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110292.htm)>

LEI Nº 12.379 de 06/01/2011. **Dos Subsistemas Federais de Viação.** Seção I. Capítulo III. Online; acesso em 19 de janeiro de 2017. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2011/Lei/L12379.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12379.htm)>

LIMA, J. N. **Acidentes nas Rodovias Federais Pernambucanas: Um Estudo Descritivo e Exploratório.** 2015. <http://www.repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17207>

MEDRI, W. **Análise exploratória de dados. Curso de Especialização “Lato Sensu” em Estatística.** Londrina/Pr, 2011. Acesso em 06 de julho de 2017. Disponível em <[http://www.uel.br/pos/estatisticaeducacao/textos\\_didaticos/especializacao\\_estatistica.pdf](http://www.uel.br/pos/estatisticaeducacao/textos_didaticos/especializacao_estatistica.pdf)>

NAITO, S. D. N. P. **Análise de correspondências generalizada.** Repositório da Universidade de Lisboa, 2007. Acesso em 01 de julho 2017. Disponível em <http://hdl.handle.net/10451/1230>

NBR-10697. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Pesquisa de acidentes de trânsito.** Junho de 1989.

ONSV. Observatório Nacional de Segurança Viária. **90% dos acidentes são causados por falhas humanas.** 15 julho de 2017.

OMS. **Global status report on road safety 2015: supporting a decade of action.** Genebra: WHO; 2015. Disponível em: <[http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2015/en/](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/)>

OMS. **Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action.** Genebra: WHO; 2013. Disponível em: <[http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013/en/index.html](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en/index.html)>

R CORE TEAM (2017). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <<https://www.R-project.org/>>

REIS, M. M. **Análise Bidimensional.** Cap. 3 e 10. Atualizado 2017. Acesso em 02 de julho 2017. Disponível em <<http://www.inf.ufsc.br/~marcelo.menezes.reis/Cap3.pdf>>.

SEHABER, V. F. **Análise Estatística Multivariada dos Acidentes de Trânsito da BR-376 no período entre os anos de 2009 e 2012.** UFPR, 2013 <<http://hdl.handle.net/1884/32018>>