TCC_Redes_Neurais_para_Classificação_da_Gravidade_de_Acidentes

February 6, 2021

####

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

####

NÚCLEO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

####

Pós-graduação Lato Sensu em Ciência de Dados e Big Data

#

Modelos de classificação da gravidade de acidentes em rodovias federais brasileiras através de algoritmos de redes neurais

####

Ramon Batista de Araújo

####

Belo Horizonte, 2021

0.0.1 Resumo

Os acidentes de trânsito são um problema sério de saúde pública no planeta (MÁSILKOVÁ, 2017). Segundo dados da PRF (Polícia Rodoviária Federa), em 2016 acoteceram por volta de 96 mil acidentes, com 87 mil pessoas feridas e 6.398 óbitos, somente em rodovias federais brasileiras. Além disso, esses acidentes geraram mais de 12,3 bilhões de reais em custos para os cofres brasileiros. (BRASIL, 2018). De acorodo com o último relatório de década da OMS (Organização Mundial de Saúde) acidentes de trânsito é a 8ª principal causa de mortes no mundo e a principal entre pessoas de 5 a 29 anos. São 1,35 milhões de vidas perdidas por ano em acidentes de trânsito (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018).

Técnicas como machine learning podem extrair conhecimento, auxiliando-os pesquisadores e gestores da área em tomadas de decisões. Os algoritmos de aprendizado de máquina de redes neurais são capazes de classificar a gravidade de um acidente de trânsito, como usado por diversos profissionais em todo mundo. Assim sendo, este estudo tem como objetivo classificar a gravidade dos acidentes de trânsito em rodovias federais brasileiras utilizando de redes neurais. Além disso, complementar os trabalhos já realizados descritos no relatório desse projeto, incluindo na análise novos atributos como a marca, idade e a potência do motor do veículo.

Esse estudo comparou quatro modelos de redes neurais, modelo com dados desbalanceados, com dados balanceados, modelo otimizado desbalanceado e modelo otimizado balanceado, conforme procedimento abaixo.

0.1 Importação das bibliotecas

[1]:
```
#Instalação das bibliotecas (se necessário)
# !pip install pandas
# !pip install numpy
# !pip install holidays
# !pip install imblearn
# !pip install seaborn
# !pip install matplotlib
# !pip install sklearn
```

[2]:
```
#Importação das bibliotecas e módulos

#Tratamentos dos dados
import pandas as pd
import numpy as np

#Balancemaneto
from imblearn.under_sampling import NearMiss

#Datas
from datetime import datetime

#Feriados
from pandas.tseries import holiday
import holidays

#Gráficos
import seaborn as sns
import matplotlib as mpl
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib import colors
from matplotlib.ticker import PercentFormatter

#Seleção de Variáveis
from sklearn.feature_selection import SelectKBest
from sklearn.feature_selection import chi2
from sklearn.model_selection import cross_val_score, train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler


#Modelo de Redes Neurais
from sklearn.neural_network import MLPClassifier
```

```
#Avaliação do Modelo
from sklearn.metrics import classification_report,confusion_matrix
from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn.metrics import roc_auc_score

#Otimizando Modelo
from sklearn.model_selection import GridSearchCV
```

0.2 Importando os datasets

0.2.1 Dados de acidentes da Polícia Rodoviária Federal

[3]:
```
#Acidentes de 2017
df17 = pd.read_csv('acidentes2017.csv', sep=';')

df17.head()
```

[3]:

	id	pesid	data_inversa	dia_semana	horario	uf	br	km	municipio	causa_principal	…	sexo	ilesos	feridos_leves	feridos_graves	mortos	latitude	longitude	regional	delegacia	uop
0	8	1.0	01/01/2017	domingo	00:00:00	PR	376.0	112	PARANAVAI	Sim	…	Masculino	0	0	1	0	-23,09880731	-52,38789369	SR-PR	DEL7/7	UOP05/PR
1	9	955.0	01/01/2017	domingo	00:01:00	SC	101.0	234	PALHOCA	Sim	…	Masculino	1	0	0	0	-27,8101	-48,6357	SR-SC	DEL8/1	UOP02/SC
2	11	2.0	01/01/2017	domingo	00:00:00	PR	153.0	56,9	SANTO ANTONIO DA PLATINA	Sim	…	Feminino	0	1	0	0	-23,36951985	309,9351311	SR-PR	DEL7/7	UOP07/PR
3	11	3.0	01/01/2017	domingo	00:00:00	PR	153.0	56,9	SANTO ANTONIO DA PLATINA	Sim	…	Masculino	0	1	0	0	-23,36951985	309,9351311	SR-PR	DEL7/7	UOP07/PR
4	12	1499.0	01/01/2017	domingo	00:00:00	GO	153.0	435	ANAPOLIS	Sim	…	Masculino	0	0	1	0	-16,27473677	-48,96908998	SR-GO	DEL1/2	UOP01/GO

[5 rows x 37 columns]

[4]:
```
#Acidentes de 2018
df18 = pd.read_csv('acidentes2018.csv', sep=';')

df18.head()
```

```
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\IPython\core\interactiveshell.py:3071: DtypeWarning: Columns (0) have
mixed types.Specify dtype option on import or set low_memory=False.
  has_raised = await self.run_ast_nodes(code_ast.body, cell_name,
```

[4]:

	id	pesid	data_inversa	dia_semana	horario	uf	br	km	\
0	99973	216523.0	01/01/2018	segunda-feira	00:20:00	RJ	116.0	303,5	
1	99973	216524.0	01/01/2018	segunda-feira	00:20:00	RJ	116.0	303,5	
2	99973	216532.0	01/01/2018	segunda-feira	00:20:00	RJ	116.0	303,5	
3	99973	216527.0	01/01/2018	segunda-feira	00:20:00	RJ	116.0	303,5	
4	99973	216530.0	01/01/2018	segunda-feira	00:20:00	RJ	116.0	303,5	

	municipio	causa_principal	…	sexo	ilesos	feridos_leves	\
0	RESENDE	Sim	…	Masculino	0	0	
1	RESENDE	Sim	…	Feminino	0	0	
2	RESENDE	Sim	…	Masculino	1	0	
3	RESENDE	Sim	…	Feminino	0	0	
4	RESENDE	Sim	…	Masculino	0	0	

	feridos_graves	mortos	latitude	longitude	regional	delegacia	uop
0	1	0	-22,46937	-44,44705	SR-RJ	DEL5/7	UOP03/RJ
1	1	0	-22,46937	-44,44705	SR-RJ	DEL5/7	UOP03/RJ
2	0	0	-22,46937	-44,44705	SR-RJ	DEL5/7	UOP03/RJ
3	1	0	-22,46937	-44,44705	SR-RJ	DEL5/7	UOP03/RJ
4	1	0	-22,46937	-44,44705	SR-RJ	DEL5/7	UOP03/RJ

[5 rows x 37 columns]

[5]:
```
#Acidentes de 2019
df19 = pd.read_csv('acidentes2019.csv', sep=';')

df19.head()
```

```
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\IPython\core\interactiveshell.py:3071: DtypeWarning: Columns (0) have
mixed types.Specify dtype option on import or set low_memory=False.
  has_raised = await self.run_ast_nodes(code_ast.body, cell_name,
```

[5]:

	id	pesid	data_inversa	dia_semana	horario	uf	br	km	\
0	182210	402103.0	01/01/2019	terça-feira	01:30:00	SP	116.0	218	
1	182210	402106.0	01/01/2019	terça-feira	01:30:00	SP	116.0	218	
2	182210	402104.0	01/01/2019	terça-feira	01:30:00	SP	116.0	218	
3	182210	402102.0	01/01/2019	terça-feira	01:30:00	SP	116.0	218	

```
4  182211  402126.0   01/01/2019  terça-feira  01:30:00  PR  373.0  177,3

      municipio causa_principal  …       sexo  ilesos feridos_leves  \
0     GUARULHOS             Sim  …  Masculino       0             1
1     GUARULHOS             Sim  …  Masculino       0             1
2     GUARULHOS             Sim  …   Feminino       0             1
3     GUARULHOS             Sim  …  Masculino       0             1
4  PONTA GROSSA             Sim  …  Masculino       0             1

  feridos_graves mortos      latitude     longitude regional delegacia  \
0              0      0  -23,46052014  -46,48772478    SR-SP    DEL6/1
1              0      0  -23,46052014  -46,48772478    SR-SP    DEL6/1
2              0      0  -23,46052014  -46,48772478    SR-SP    DEL6/1
3              0      0  -23,46052014  -46,48772478    SR-SP    DEL6/1
4              0      0  -25,05533957  -50,22776753    SR-PR    DEL7/3

        uop
0  UOP01/SP
1  UOP01/SP
2  UOP01/SP
3  UOP01/SP
4  UOP01/PR

[5 rows x 37 columns]
```

[6]:
```
#Acidentes de 2020
df20 = pd.read_csv('acidentes2020.csv', sep=';')

df20.head()
```

[6]:
```
        id     pesid data_inversa    dia_semana   horario  uf     br     km  \
0  260031  578986.0   01/01/2020  quarta-feira  01:00:00  TO  153.0  678,1
1  260031  578986.0   01/01/2020  quarta-feira  01:00:00  TO  153.0  678,1
2  260031  578991.0   01/01/2020  quarta-feira  01:00:00  TO  153.0  678,1
3  260031  578991.0   01/01/2020  quarta-feira  01:00:00  TO  153.0  678,1
4  260031  578987.0   01/01/2020  quarta-feira  01:00:00  TO  153.0  678,1

  municipio causa_principal  …       sexo  ilesos feridos_leves  \
0    GURUPI             Sim  …   Feminino       0             0
1    GURUPI             Sim  …   Feminino       0             0
2    GURUPI             Sim  …   Feminino       0             0
3    GURUPI             Sim  …   Feminino       0             0
4    GURUPI             Sim  …  Masculino       0             0

  feridos_graves mortos      latitude     longitude regional delegacia  uop
0              1      0  -11,77460203  -49,10744996    SR-TO  UOP01/TO  NaN
1              1      0  -11,77460203  -49,10744996    SR-TO  UOP01/TO  NaN
```

```
2              1      0  -11,77460203  -49,10744996    SR-TO  UOP01/TO  NaN
3              1      0  -11,77460203  -49,10744996    SR-TO  UOP01/TO  NaN
4              1      0  -11,77460203  -49,10744996    SR-TO  UOP01/TO  NaN

[5 rows x 37 columns]
```

0.2.2 Dados das características do veículo pelo Renavam

[7]:
```
#Características dos Veículos
dfpot = pd.read_csv('potencia.csv', sep='","', encoding='utf-8')

dfpot.head()
```

```
<ipython-input-7-28f64578d2d8>:2: ParserWarning: Falling back to the 'python'
engine because the 'c' engine does not support regex separators (separators > 1
char and different from '\s+' are interpreted as regex); you can avoid this
warning by specifying engine='python'.
  dfpot = pd.read_csv('potencia.csv', sep='","', encoding='utf-8')
```

[7]:
```
   Tipo Veículo,"Código Marca Modelo Veículo              Marca Modelo  \
0                        "AUTOMOVEL,""200605       I/FORD F SERIES F68
1                        "AUTOMOVEL,""114358  A.GUGELMIN/F.PROPRIA BUG
2                        "AUTOMOVEL,""114396  A.SALVADOR/F.PROPRIA AUT
3                        "AUTOMOVEL,""132599                     ADAMO
4                        "AUTOMOVEL,""132599                     ADAMO

   Ano Fabricação Veículo Combustível Veiculo  Potência Veículo - Frota Atual  \
0                    2009     ALCOOL/GASOLINA                              75
1                    2008            GASOLINA                              85
2                    2014            GASOLINA                              86
3                    1962            GASOLINA                              46
4                    1972            GASOLINA                              65

   Eixos Veículo - Frota Atual  Cilindradas Veículo - Frota Atual  \
0                            0                                1000
1                            0                                   0
2                            0                                   0
3                            0                                   0
4                            0                                   4

  Qtd. Veículos Frota Atual"""
0                         1"""
1                         1"""
2                         1"""
3                         1"""
4                         1"""
```

0.3 Processamento dos dados de acidentes

0.3.1 Informações Acidentes 2017

[8]:
```
#Informações do dataset Acidentes 2017
df17.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 349067 entries, 0 to 349066
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      349067 non-null  int64
 1   pesid                   319292 non-null  float64
 2   data_inversa            349067 non-null  object
 3   dia_semana              349067 non-null  object
 4   horario                 349067 non-null  object
 5   uf                      349067 non-null  object
 6   br                      348546 non-null  float64
 7   km                      348546 non-null  object
 8   municipio               349067 non-null  object
 9   causa_principal         349067 non-null  object
 10  causa_acidente          349067 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     349067 non-null  int64
 12  tipo_acidente           349067 non-null  object
 13  classificacao_acidente  349067 non-null  object
 14  fase_dia                349067 non-null  object
 15  sentido_via             349067 non-null  object
 16  condicao_metereologica  349067 non-null  object
 17  tipo_pista              349067 non-null  object
 18  tracado_via             349067 non-null  object
 19  uso_solo                349067 non-null  object
 20  id_veiculo              349062 non-null  float64
 21  tipo_veiculo            349067 non-null  object
 22  marca                   336224 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo  334697 non-null  float64
 24  tipo_envolvido          349067 non-null  object
 25  estado_fisico           349067 non-null  object
 26  idade                   286177 non-null  float64
 27  sexo                    349067 non-null  object
 28  ilesos                  349067 non-null  int64
 29  feridos_leves           349067 non-null  int64
 30  feridos_graves          349067 non-null  int64
 31  mortos                  349067 non-null  int64
 32  latitude                349067 non-null  object
 33  longitude               349067 non-null  object
 34  regional                349067 non-null  object
 35  delegacia               349067 non-null  object
 36  uop                     332235 non-null  object
```

```
dtypes: float64(5), int64(6), object(26)
memory usage: 98.5+ MB
```

[9]:
```
#Conferência de valores únicos dos Acidentes 2017
df17.nunique()
```

[9]:
```
id                          89557
pesid                      204377
data_inversa                  365
dia_semana                      7
horario                      1358
uf                             27
br                            115
km                           8531
municipio                    1835
causa_principal                 2
causa_acidente                 23
ordem_tipo_acidente             9
tipo_acidente                  16
classificacao_acidente          3
fase_dia                        4
sentido_via                     3
condicao_metereologica         10
tipo_pista                      3
tracado_via                    10
uso_solo                        2
id_veiculo                 164608
tipo_veiculo                   25
marca                        6562
ano_fabricacao_veiculo         66
tipo_envolvido                  6
estado_fisico                   5
idade                         143
sexo                            4
ilesos                          2
feridos_leves                   2
feridos_graves                  2
mortos                          2
latitude                    75970
longitude                   75832
regional                       27
delegacia                     173
uop                            80
dtype: int64
```

0.3.2 Informações Acidentes 2018

[10]:
```
#Informações do dataset Acidentes 2018
df18.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 324809 entries, 0 to 324808
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      324809 non-null  object
 1   pesid                   299277 non-null  float64
 2   data_inversa            324809 non-null  object
 3   dia_semana              324809 non-null  object
 4   horario                 324809 non-null  object
 5   uf                      324809 non-null  object
 6   br                      324257 non-null  float64
 7   km                      324257 non-null  object
 8   municipio               324809 non-null  object
 9   causa_principal         324809 non-null  object
 10  causa_acidente          324809 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     324754 non-null  float64
 12  tipo_acidente           324754 non-null  object
 13  classificacao_acidente  324809 non-null  object
 14  fase_dia                324809 non-null  object
 15  sentido_via             324809 non-null  object
 16  condicao_metereologica  324809 non-null  object
 17  tipo_pista              324809 non-null  object
 18  tracado_via             324809 non-null  object
 19  uso_solo                324809 non-null  object
 20  id_veiculo              324809 non-null  int64
 21  tipo_veiculo            324809 non-null  object
 22  marca                   311669 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo  309128 non-null  float64
 24  tipo_envolvido          324809 non-null  object
 25  estado_fisico           324809 non-null  object
 26  idade                   263305 non-null  float64
 27  sexo                    324809 non-null  object
 28  ilesos                  324809 non-null  int64
 29  feridos_leves           324809 non-null  int64
 30  feridos_graves          324809 non-null  int64
 31  mortos                  324809 non-null  int64
 32  latitude                324809 non-null  object
 33  longitude               324809 non-null  object
 34  regional                324809 non-null  object
 35  delegacia               324809 non-null  object
 36  uop                     308467 non-null  object
dtypes: float64(5), int64(5), object(27)
```

```
memory usage: 91.7+ MB
```

[11]:
```
#Conferência de valores únicos dos Acidentes 2018
df18.nunique()
```

[11]:
```
id                          69319
pesid                      164853
data_inversa                  365
dia_semana                      7
horario                      1292
uf                             27
br                            113
km                           8047
municipio                    1782
causa_principal                 2
causa_acidente                 24
ordem_tipo_acidente            11
tipo_acidente                  16
classificacao_acidente          3
fase_dia                        4
sentido_via                     3
condicao_metereologica          9
tipo_pista                      3
tracado_via                    10
uso_solo                        2
id_veiculo                 129475
tipo_veiculo                   25
marca                        6331
ano_fabricacao_veiculo         64
tipo_envolvido                  6
estado_fisico                   5
idade                         127
sexo                            4
ilesos                          2
feridos_leves                   2
feridos_graves                  2
mortos                          2
latitude                    52016
longitude                   52140
regional                       27
delegacia                     183
uop                            90
dtype: int64
```

0.3.3 Informações Acidentes 2019

[12]:
```
#Informações do dataset Acidentes 2019
df19.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 331666 entries, 0 to 331665
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      331666 non-null  object
 1   pesid                   307223 non-null  float64
 2   data_inversa            331666 non-null  object
 3   dia_semana              331666 non-null  object
 4   horario                 331666 non-null  object
 5   uf                      331666 non-null  object
 6   br                      331291 non-null  float64
 7   km                      331291 non-null  object
 8   municipio               331666 non-null  object
 9   causa_principal         331666 non-null  object
 10  causa_acidente          331666 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     331626 non-null  float64
 12  tipo_acidente           331626 non-null  object
 13  classificacao_acidente  331666 non-null  object
 14  fase_dia                331666 non-null  object
 15  sentido_via             331666 non-null  object
 16  condicao_metereologica  331666 non-null  object
 17  tipo_pista              331666 non-null  object
 18  tracado_via             331666 non-null  object
 19  uso_solo                331666 non-null  object
 20  id_veiculo              331666 non-null  int64
 21  tipo_veiculo            331666 non-null  object
 22  marca                   317602 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo  314393 non-null  float64
 24  tipo_envolvido          331666 non-null  object
 25  estado_fisico           331666 non-null  object
 26  idade                   269798 non-null  float64
 27  sexo                    331666 non-null  object
 28  ilesos                  331666 non-null  int64
 29  feridos_leves           331666 non-null  int64
 30  feridos_graves          331666 non-null  int64
 31  mortos                  331666 non-null  int64
 32  latitude                331666 non-null  object
 33  longitude               331666 non-null  object
 34  regional                331666 non-null  object
 35  delegacia               331666 non-null  object
 36  uop                     314468 non-null  object
dtypes: float64(5), int64(5), object(27)
```

```
memory usage: 93.6+ MB
```

[13]:
```
#Conferência de valores únicos dos Acidentes 2019
df19.nunique()
```

[13]:
```
id                          67464
pesid                      162299
data_inversa                  365
dia_semana                      7
horario                      1304
uf                             27
br                            115
km                           7918
municipio                    1767
causa_principal                 2
causa_acidente                 24
ordem_tipo_acidente            11
tipo_acidente                  16
classificacao_acidente          3
fase_dia                        4
sentido_via                     3
condicao_metereologica         10
tipo_pista                      3
tracado_via                    10
uso_solo                        2
id_veiculo                 125660
tipo_veiculo                   24
marca                        6308
ano_fabricacao_veiculo         64
tipo_envolvido                  6
estado_fisico                   5
idade                         122
sexo                            4
ilesos                          2
feridos_leves                   2
feridos_graves                  2
mortos                          2
latitude                    37325
longitude                   37329
regional                       28
delegacia                     173
uop                            86
dtype: int64
```

0.3.4 Informações Acidentes 2020

[14]:
```
#Informações do dataset Acidentes 2020
df20.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 93731 entries, 0 to 93730
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count  Dtype
---  ------                  --------------  -----
 0   id                      93731 non-null  int64
 1   pesid                   86314 non-null  float64
 2   data_inversa            93731 non-null  object
 3   dia_semana              93731 non-null  object
 4   horario                 93731 non-null  object
 5   uf                      93731 non-null  object
 6   br                      93550 non-null  float64
 7   km                      93550 non-null  object
 8   municipio               93731 non-null  object
 9   causa_principal         93731 non-null  object
 10  causa_acidente          93731 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     93731 non-null  int64
 12  tipo_acidente           93731 non-null  object
 13  classificacao_acidente  93731 non-null  object
 14  fase_dia                93731 non-null  object
 15  sentido_via             93731 non-null  object
 16  condicao_metereologica  93731 non-null  object
 17  tipo_pista              93731 non-null  object
 18  tracado_via             93731 non-null  object
 19  uso_solo                93731 non-null  object
 20  id_veiculo              93731 non-null  int64
 21  tipo_veiculo            93731 non-null  object
 22  marca                   89855 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo  88910 non-null  float64
 24  tipo_envolvido          93731 non-null  object
 25  estado_fisico           93731 non-null  object
 26  idade                   76156 non-null  float64
 27  sexo                    93731 non-null  object
 28  ilesos                  93731 non-null  int64
 29  feridos_leves           93731 non-null  int64
 30  feridos_graves          93731 non-null  int64
 31  mortos                  93731 non-null  int64
 32  latitude                93731 non-null  object
 33  longitude               93731 non-null  object
 34  regional                93731 non-null  object
 35  delegacia               93731 non-null  object
 36  uop                     91098 non-null  object
dtypes: float64(4), int64(7), object(26)
```

```
memory usage: 26.5+ MB
```

[15]:
```
#Conferência de valores únicos dos Acidentes 2020
df20.nunique()
```

[15]:
```
id                          15709
pesid                       37936
data_inversa                   91
dia_semana                      7
horario                       791
uf                             27
br                            109
km                           4972
municipio                    1483
causa_principal                 2
causa_acidente                 24
ordem_tipo_acidente             8
tipo_acidente                  16
classificacao_acidente          3
fase_dia                        4
sentido_via                     3
condicao_metereologica          8
tipo_pista                      3
tracado_via                    10
uso_solo                        2
id_veiculo                  28944
tipo_veiculo                   22
marca                        3815
ano_fabricacao_veiculo         60
tipo_envolvido                  6
estado_fisico                   5
idade                         111
sexo                            4
ilesos                          2
feridos_leves                   2
feridos_graves                  2
mortos                          2
latitude                    11221
longitude                   11221
regional                       28
delegacia                     174
uop                            99
dtype: int64
```

0.3.5 Concatenção e tratamentos dos datasets de acidentes

[16]:
```
#Concatenando datasets de Acidentes
df = pd.concat([df17, df18, df19, df20])

df.head()
```

[16]:
```
    id   pesid data_inversa dia_semana   horario  uf     br    km  \
0   8     1.0   01/01/2017    domingo  00:00:00  PR  376.0   112
1   9   955.0   01/01/2017    domingo  00:01:00  SC  101.0   234
2  11     2.0   01/01/2017    domingo  00:00:00  PR  153.0  56,9
3  11     3.0   01/01/2017    domingo  00:00:00  PR  153.0  56,9
4  12  1499.0   01/01/2017    domingo  00:00:00  GO  153.0   435

                  municipio causa_principal  …       sexo  ilesos  \
0                 PARANAVAI             Sim  …  Masculino       0
1                   PALHOCA             Sim  …  Masculino       1
2  SANTO ANTONIO DA PLATINA             Sim  …   Feminino       0
3  SANTO ANTONIO DA PLATINA             Sim  …  Masculino       0
4                  ANAPOLIS             Sim  …  Masculino       0

  feridos_leves feridos_graves mortos      latitude     longitude regional  \
0             0              1      0  -23,09880731  -52,38789369    SR-PR
1             0              0      0     -27,8101     -48,6357    SR-SC
2             1              0      0  -23,36951985   309,9351311    SR-PR
3             1              0      0  -23,36951985   309,9351311    SR-PR
4             0              1      0  -16,27473677  -48,96908998    SR-GO

  delegacia       uop
0    DEL7/7  UOP05/PR
1    DEL8/1  UOP02/SC
2    DEL7/7  UOP07/PR
3    DEL7/7  UOP07/PR
4    DEL1/2  UOP01/GO

[5 rows x 37 columns]
```

[17]:
```
#Informações do dataset de acidentes
df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 1099273 entries, 0 to 93730
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count    Dtype
---  ------                  --------------    -----
 0   id                      1099273 non-null  object
 1   pesid                   1012106 non-null  float64
 2   data_inversa            1099273 non-null  object
```

```
 3   dia_semana               1099273 non-null  object
 4   horario                  1099273 non-null  object
 5   uf                       1099273 non-null  object
 6   br                       1097644 non-null  float64
 7   km                       1097644 non-null  object
 8   municipio                1099273 non-null  object
 9   causa_principal          1099273 non-null  object
 10  causa_acidente           1099273 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente      1099178 non-null  float64
 12  tipo_acidente            1099178 non-null  object
 13  classificacao_acidente   1099273 non-null  object
 14  fase_dia                 1099273 non-null  object
 15  sentido_via              1099273 non-null  object
 16  condicao_metereologica   1099273 non-null  object
 17  tipo_pista               1099273 non-null  object
 18  tracado_via              1099273 non-null  object
 19  uso_solo                 1099273 non-null  object
 20  id_veiculo               1099268 non-null  float64
 21  tipo_veiculo             1099273 non-null  object
 22  marca                    1055350 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo   1047128 non-null  float64
 24  tipo_envolvido           1099273 non-null  object
 25  estado_fisico            1099273 non-null  object
 26  idade                    895436 non-null   float64
 27  sexo                     1099273 non-null  object
 28  ilesos                   1099273 non-null  int64
 29  feridos_leves            1099273 non-null  int64
 30  feridos_graves           1099273 non-null  int64
 31  mortos                   1099273 non-null  int64
 32  latitude                 1099273 non-null  object
 33  longitude                1099273 non-null  object
 34  regional                 1099273 non-null  object
 35  delegacia                1099273 non-null  object
 36  uop                      1046268 non-null  object
dtypes: float64(6), int64(4), object(27)
memory usage: 318.7+ MB
```

[18]:
```
#Remoção de valores ausentes
df = df.dropna()

df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 830291 entries, 0 to 93730
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                   Non-Null Count   Dtype
---  ------                   --------------   -----
 0   id                       830291 non-null  object
```

```
 1   pesid                   830291 non-null  float64
 2   data_inversa            830291 non-null  object
 3   dia_semana              830291 non-null  object
 4   horario                 830291 non-null  object
 5   uf                      830291 non-null  object
 6   br                      830291 non-null  float64
 7   km                      830291 non-null  object
 8   municipio               830291 non-null  object
 9   causa_principal         830291 non-null  object
 10  causa_acidente          830291 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     830291 non-null  float64
 12  tipo_acidente           830291 non-null  object
 13  classificacao_acidente  830291 non-null  object
 14  fase_dia                830291 non-null  object
 15  sentido_via             830291 non-null  object
 16  condicao_metereologica  830291 non-null  object
 17  tipo_pista              830291 non-null  object
 18  tracado_via             830291 non-null  object
 19  uso_solo                830291 non-null  object
 20  id_veiculo              830291 non-null  float64
 21  tipo_veiculo            830291 non-null  object
 22  marca                   830291 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo  830291 non-null  float64
 24  tipo_envolvido          830291 non-null  object
 25  estado_fisico           830291 non-null  object
 26  idade                   830291 non-null  float64
 27  sexo                    830291 non-null  object
 28  ilesos                  830291 non-null  int64
 29  feridos_leves           830291 non-null  int64
 30  feridos_graves          830291 non-null  int64
 31  mortos                  830291 non-null  int64
 32  latitude                830291 non-null  object
 33  longitude               830291 non-null  object
 34  regional                830291 non-null  object
 35  delegacia               830291 non-null  object
 36  uop                     830291 non-null  object
dtypes: float64(6), int64(4), object(27)
memory usage: 240.7+ MB
```

[19]:
```
#Remoção de valores duplicados
df = df.drop_duplicates()

df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 830290 entries, 0 to 93730
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
```

```
---  ------                   --------------   -----
 0   id                       830290 non-null  object
 1   pesid                    830290 non-null  float64
 2   data_inversa             830290 non-null  object
 3   dia_semana               830290 non-null  object
 4   horario                  830290 non-null  object
 5   uf                       830290 non-null  object
 6   br                       830290 non-null  float64
 7   km                       830290 non-null  object
 8   municipio                830290 non-null  object
 9   causa_principal          830290 non-null  object
 10  causa_acidente           830290 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente      830290 non-null  float64
 12  tipo_acidente            830290 non-null  object
 13  classificacao_acidente   830290 non-null  object
 14  fase_dia                 830290 non-null  object
 15  sentido_via              830290 non-null  object
 16  condicao_metereologica   830290 non-null  object
 17  tipo_pista               830290 non-null  object
 18  tracado_via              830290 non-null  object
 19  uso_solo                 830290 non-null  object
 20  id_veiculo               830290 non-null  float64
 21  tipo_veiculo             830290 non-null  object
 22  marca                    830290 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo   830290 non-null  float64
 24  tipo_envolvido           830290 non-null  object
 25  estado_fisico            830290 non-null  object
 26  idade                    830290 non-null  float64
 27  sexo                     830290 non-null  object
 28  ilesos                   830290 non-null  int64
 29  feridos_leves            830290 non-null  int64
 30  feridos_graves           830290 non-null  int64
 31  mortos                   830290 non-null  int64
 32  latitude                 830290 non-null  object
 33  longitude                830290 non-null  object
 34  regional                 830290 non-null  object
 35  delegacia                830290 non-null  object
 36  uop                      830290 non-null  object
dtypes: float64(6), int64(4), object(27)
memory usage: 240.7+ MB
```

[20]:
```
#Conferência de valores únicos dos Acidentes 2020
df.nunique()
```

[20]:
```
id                      218640
pesid                   478434
data_inversa              1186
```

```
dia_semana                   7
horario                   1430
uf                          27
br                         124
km                        9341
municipio                 1921
causa_principal              2
causa_acidente              24
ordem_tipo_acidente         11
tipo_acidente               16
classificacao_acidente       3
fase_dia                     4
sentido_via                  2
condicao_metereologica      10
tipo_pista                   3
tracado_via                 10
uso_solo                     2
id_veiculo              343152
tipo_veiculo                21
marca                     7721
ano_fabricacao_veiculo      68
tipo_envolvido               4
estado_fisico                4
idade                      181
sexo                         3
ilesos                       2
feridos_leves                2
feridos_graves               2
mortos                       2
latitude                148514
longitude               148965
regional                    27
delegacia                  163
uop                        101
dtype: int64
```

[21]:
```
#Backup DatraFrame
df2 = df
```

0.3.6 Explorando os atributos

[22]:
```
#Verificando varívael id
df2['id'].value_counts()
```

[22]:
```
48048     1204
142787     726
120498     720
```

```
158551     616
31281      444
           …
61417        1
135600       1
61415        1
61414        1
8            1
Name: id, Length: 218640, dtype: int64
```

[23]:
```
#Verificando varívael pesid
df2['pesid'].value_counts()
```

[23]:
```
312034.0    242
312038.0    242
359244.0     84
359241.0     84
359242.0     84
            …
81883.0      1
20471.0      1
81885.0      1
265748.0     1
2.0          1
Name: pesid, Length: 478434, dtype: int64
```

[24]:
```
#Verificando varívael data
df2['data_inversa'].value_counts()
```

[24]:
```
23/12/2017    1983
24/03/2018    1910
22/06/2017    1906
08/03/2020    1575
22/02/2020    1444
              …
28/05/2018     303
25/05/2018     296
26/05/2018     265
29/05/2018     214
26/03/2020     206
Name: data_inversa, Length: 1186, dtype: int64
```

[25]:
```
#Verificando varívael horário
df2['horario'].value_counts()
```

[25]:
```
18:30:00    11733
18:00:00    11541
```

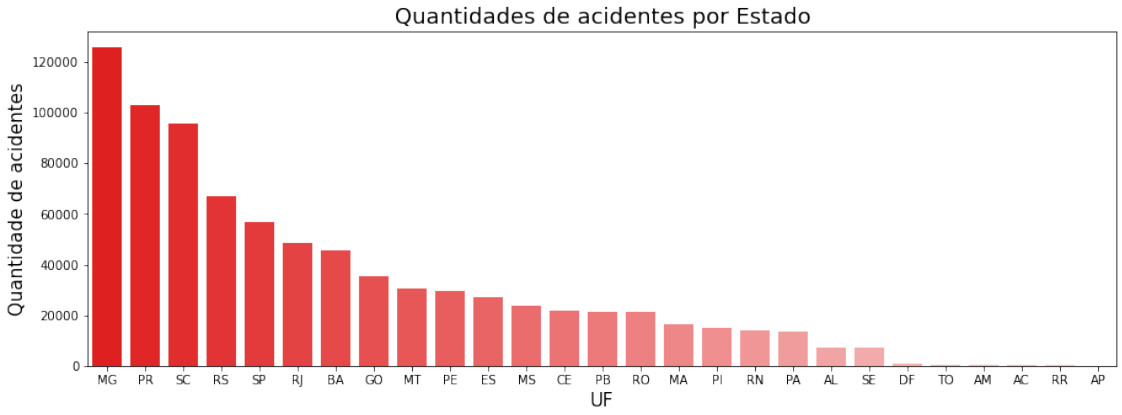
```
19:00:00    11320
17:00:00    10259
16:00:00     9110
            …
02:01:00        1
00:41:00        1
03:02:00        1
02:57:00        1
02:36:00        1
Name: horario, Length: 1430, dtype: int64
```

[26]:
```
#Verificando varívael UF
df2['uf'].value_counts()
```

[26]:
```
MG    125844
PR    103017
SC     95676
RS     67128
SP     56716
RJ     48445
BA     45679
GO     35614
MT     30502
PE     29393
ES     27297
MS     23838
CE     21600
PB     21514
RO     21302
MA     16647
PI     15084
RN     14163
PA     13735
AL      7419
SE      7355
DF      1086
TO       371
AM       342
AC       226
RR       199
AP        98
Name: uf, dtype: int64
```

[27]:
```
#Gráfico por Estado
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(15,5)) #Tamanho
sns.countplot(x='uf', #variável
```

```
              order=df2['uf'].value_counts().index, #ordem descrente
              data=df2, #dataframe
              palette=cores,) #paleta de cores
plt.xlabel('UF',fontsize=15)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=15)
plt.title('Quantidades de acidentes por Estado',fontsize=18)
plt.savefig('quant_acid_uf.svg', format='svg')
```



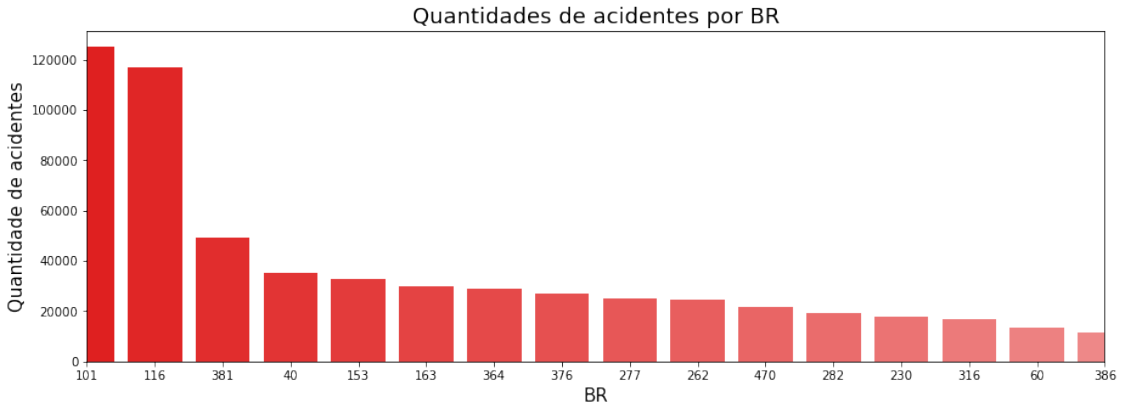
[28]:
```
#Verificando varívael BR
df2['br'].value_counts()
```

[28]:
```
101.0    125179
116.0    117080
381.0     49232
40.0      35073
153.0     32875
          ...
477.0         2
383.0         2
473.0         2
498.0         1
401.0         1
Name: br, Length: 124, dtype: int64
```

[29]:
```
#Convertendo em inteiro
df2['br'] = df2['br'].astype(int)
```

[30]:
```
#Gráfico por BR
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(15,5)) #Tamanho
sns.countplot(x='br', #variável
              order=df2['br'].value_counts().index, #ordem descrente
```

```
            data=df2, #dataframe
            palette=cores,) #paleta de cores
plt.xlabel('BR',fontsize=15)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=15)
plt.title('Quantidades de acidentes por BR',fontsize=18)
plt.xlim(0,15)
plt.savefig('quant_acid_br.svg', format='svg')
```



[31]:
```
#Verificando varívael Km
df2['km'].value_counts()
```

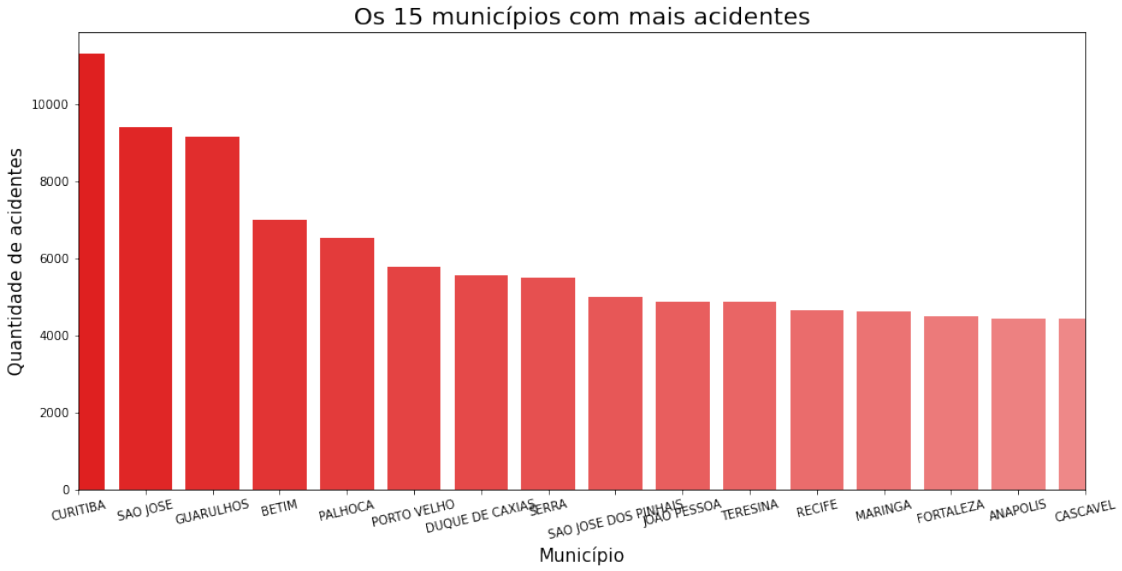
[31]:
```
1        2382
3        2199
4        2003
2        1890
5        1781
         …
395,7       1
918,8       1
894,5       1
917,2       1
833,4       1
Name: km, Length: 9341, dtype: int64
```

[32]:
```
#Verificando varívael Cidade
df2['municipio'].value_counts()
```

[32]:
```
CURITIBA                    11331
SAO JOSE                     9412
GUARULHOS                    9172
BETIM                        6996
PALHOCA                      6538
```

```
                                ...
COXILHA                           1
MANGUEIRINHA                      1
SENADOR ALEXANDRE COSTA           1
MANICORE                          1
SAO LUIS GONZAGA DO MARANHAO      1
Name: municipio, Length: 1921, dtype: int64
```

[33]:
```
#Gráfico por Município
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(15,7)) #Tamanho
sns.countplot(x='municipio', #variável
              order=df2['municipio'].value_counts().index, #ordem descrente
              data=df2, #dataframe
              palette=cores,) #paleta de cores
plt.xlabel('Município',fontsize=15)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=15)
plt.title('Os 15 municípios com mais acidentes',fontsize=20)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.xlim(0,15)
plt.savefig('quant_acid_municipio.svg', format='svg')
```



[34]:
```
#Verificando varívael Causa Principal
df2['causa_principal'].value_counts()
```

[34]:
```
Sim    663184
Não    167106
Name: causa_principal, dtype: int64
```

[35]:
```
#Selecionando somente causas principais
df2 = df2.loc[df2['causa_principal'] == 'Sim']

df2.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 663184 entries, 0 to 93730
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                   Non-Null Count   Dtype
---  ------                   --------------   -----
 0   id                       663184 non-null  object
 1   pesid                    663184 non-null  float64
 2   data_inversa             663184 non-null  object
 3   dia_semana               663184 non-null  object
 4   horario                  663184 non-null  object
 5   uf                       663184 non-null  object
 6   br                       663184 non-null  int32
 7   km                       663184 non-null  object
 8   municipio                663184 non-null  object
 9   causa_principal          663184 non-null  object
 10  causa_acidente           663184 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente      663184 non-null  float64
 12  tipo_acidente            663184 non-null  object
 13  classificacao_acidente   663184 non-null  object
 14  fase_dia                 663184 non-null  object
 15  sentido_via              663184 non-null  object
 16  condicao_metereologica   663184 non-null  object
 17  tipo_pista               663184 non-null  object
 18  tracado_via              663184 non-null  object
 19  uso_solo                 663184 non-null  object
 20  id_veiculo               663184 non-null  float64
 21  tipo_veiculo             663184 non-null  object
 22  marca                    663184 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo   663184 non-null  float64
 24  tipo_envolvido           663184 non-null  object
 25  estado_fisico            663184 non-null  object
 26  idade                    663184 non-null  float64
 27  sexo                     663184 non-null  object
 28  ilesos                   663184 non-null  int64
 29  feridos_leves            663184 non-null  int64
 30  feridos_graves           663184 non-null  int64
 31  mortos                   663184 non-null  int64
 32  latitude                 663184 non-null  object
 33  longitude                663184 non-null  object
 34  regional                 663184 non-null  object
 35  delegacia                663184 non-null  object
 36  uop                      663184 non-null  object
dtypes: float64(5), int32(1), int64(4), object(27)
```

```
memory usage: 189.7+ MB
```

[36]:
```
#Valores únicos
df2.nunique()
```

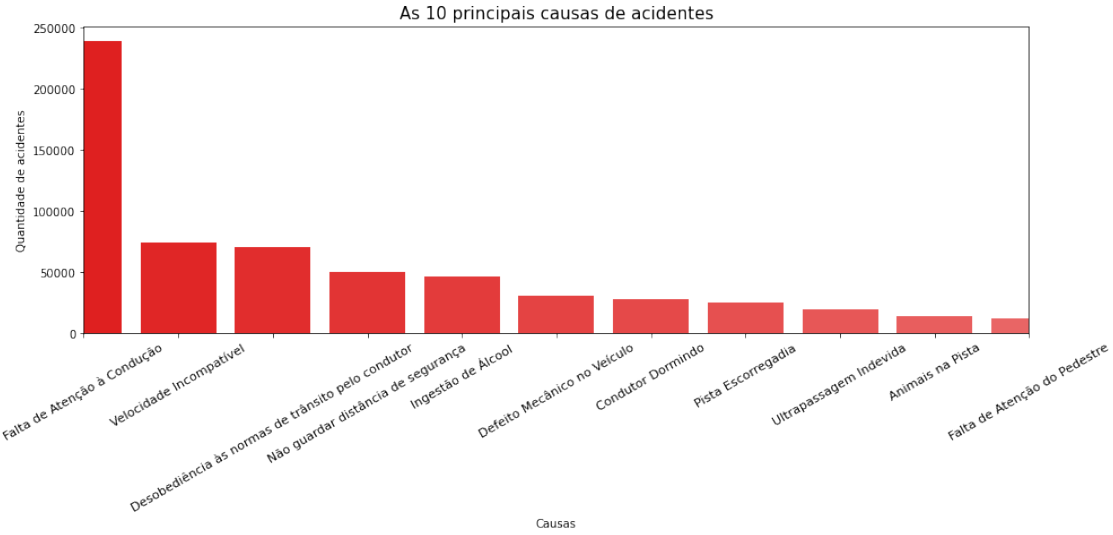
[36]:
```
id                          218640
pesid                       478434
data_inversa                  1186
dia_semana                       7
horario                       1430
uf                              27
br                             124
km                            9341
municipio                     1921
causa_principal                  1
causa_acidente                  24
ordem_tipo_acidente             11
tipo_acidente                   16
classificacao_acidente           3
fase_dia                         4
sentido_via                      2
condicao_metereologica          10
tipo_pista                       3
tracado_via                     10
uso_solo                         2
id_veiculo                  343152
tipo_veiculo                    21
marca                         7721
ano_fabricacao_veiculo          68
tipo_envolvido                   4
estado_fisico                    4
idade                          181
sexo                             3
ilesos                           2
feridos_leves                    2
feridos_graves                   2
mortos                           2
latitude                    148514
longitude                   148965
regional                        27
delegacia                      163
uop                            101
dtype: int64
```

[37]:
```
#Verificando varívael Causa do Acidente
df2['causa_acidente'].value_counts()
```

[37]:
```
Falta de Atenção à Condução
239349
Velocidade Incompatível
74414
Desobediência às normas de trânsito pelo condutor
70256
Não guardar distância de segurança
50489
Ingestão de Álcool
46996
Defeito Mecânico no Veículo
31091
Condutor Dormindo
28314
Pista Escorregadia
25212
Ultrapassagem Indevida
19901
Animais na Pista
14070
Falta de Atenção do Pedestre
12853
Avarias e/ou desgaste excessivo no pneu
9401
Defeito na Via
9077
Mal Súbito
5839
Restrição de Visibilidade
5437
Objeto estático sobre o leito carroçável
4795
Sinalização da via insuficiente ou inadequada
2806
Carga excessiva e/ou mal acondicionada
2690
Fenômenos da Natureza
2388
Agressão Externa
1969
Ingestão de álcool e/ou substâncias psicoativas pelo pedestre
1800
Deficiência ou não Acionamento do Sistema de Iluminação/Sinalização do Veículo
1793
Desobediência às normas de trânsito pelo pedestre
1631
Ingestão de Substâncias Psicoativas
```

```
613
Name: causa_acidente, dtype: int64
```

[38]:
```
#Gráfico das Causas de Acidentes
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(15,5)) #Tamanho
sns.countplot(x='causa_acidente', #variável
              order=df2['causa_acidente'].value_counts().index, #ordem descrente
              data=df2, #dataframe
              palette=cores,) #paleta de cores
plt.xlabel("Causas",fontsize=10)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=10)
plt.title('As 10 principais causas de acidentes',fontsize=15)
plt.xticks(fontsize=11,rotation=30)
plt.xlim(0,10)
plt.savefig('causa.svg', format='svg')
```



[39]:
```
#Verificando varívael Ordem do Acidente
df2['ordem_tipo_acidente'].value_counts()
```

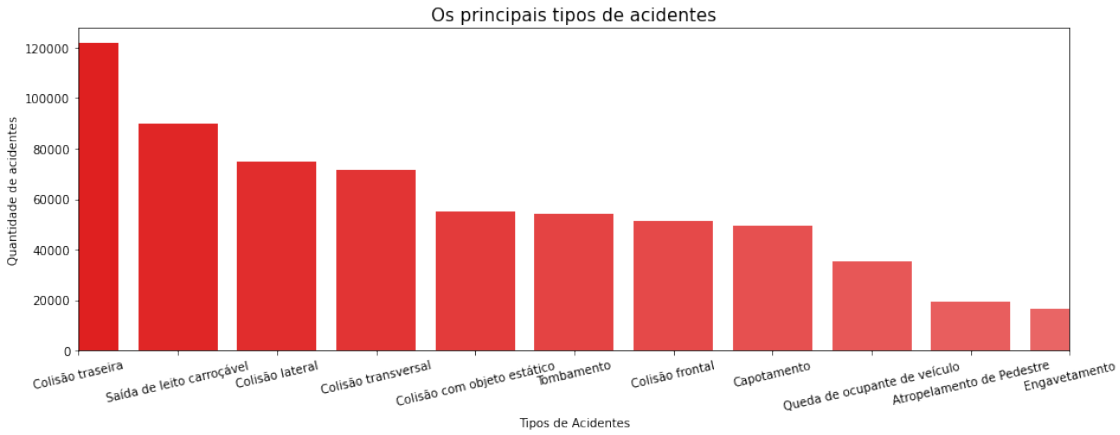
[39]:
```
1.0    480122
2.0    132793
3.0     37834
4.0      8316
5.0      2549
6.0       900
7.0       335
8.0       153
9.0        70
```

```
10.0        61
11.0        51
Name: ordem_tipo_acidente, dtype: int64
```

[40]:
```
#Verificando varívael Tipo de acidente
df2['tipo_acidente'].value_counts()
```

[40]:
```
Colisão traseira                    121642
Saída de leito carroçável            90008
Colisão lateral                      74672
Colisão transversal                  71736
Colisão com objeto estático          54990
Tombamento                           54172
Colisão frontal                      51486
Capotamento                          49613
Queda de ocupante de veículo         35597
Atropelamento de Pedestre            19534
Engavetamento                        16661
Atropelamento de Animal               7592
Incêndio                              5436
Derramamento de carga                 4242
Colisão com objeto em movimento       4159
Danos eventuais                       1644
Name: tipo_acidente, dtype: int64
```

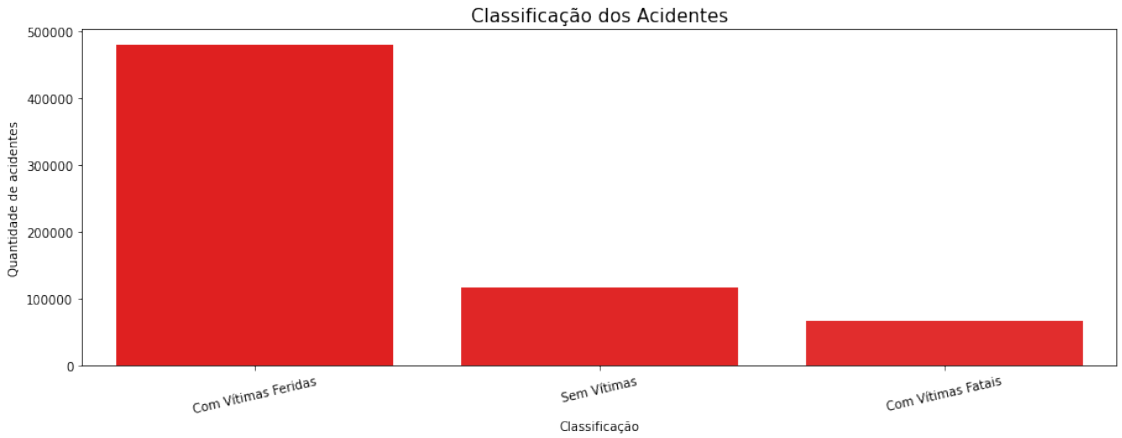
[41]:
```
#Gráfico dos tipos de acidente
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(15,5)) #Tamanho
sns.countplot(x='tipo_acidente', #variável
              order=df2['tipo_acidente'].value_counts().index, #ordem descrente
              data=df2, #dataframe
              palette=cores,) #paleta de cores
plt.xlabel("Tipos de Acidentes",fontsize=10)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=10)
plt.title('Os principais tipos de acidentes',fontsize=15)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.xlim(0,10)
plt.savefig('tipo.pdf', format='pdf')
```



[42]:
```
#Verificando varívael Classificação do acidente
df2['classificacao_acidente'].value_counts()
```

[42]:
```
Com Vítimas Feridas    479564
Sem Vítimas            117568
Com Vítimas Fatais      66052
Name: classificacao_acidente, dtype: int64
```

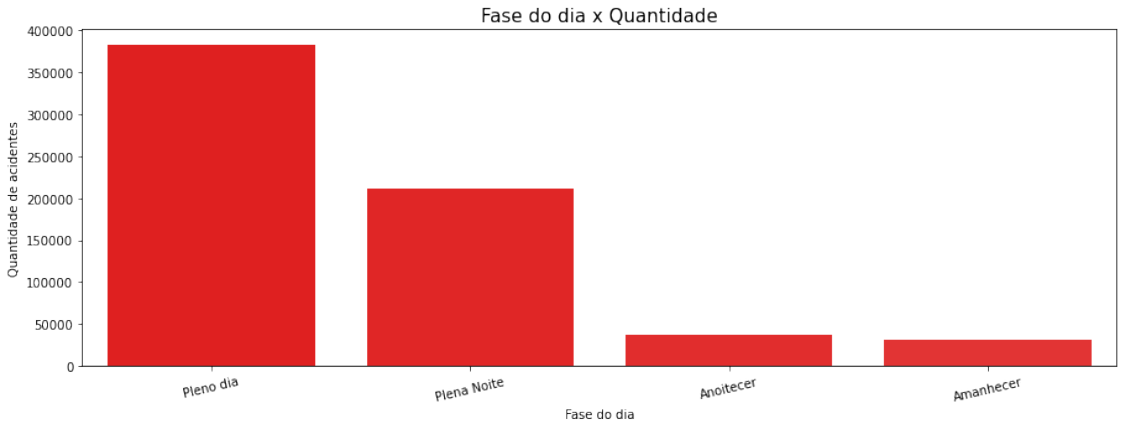
[43]:
```
#Gráfico da Classificação do acidente
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(15,5)) #Tamanho
sns.countplot(x='classificacao_acidente', #variável
              order=df2['classificacao_acidente'].value_counts().index, #ordem␣
 ↪descrente
              data=df2, #dataframe
              palette=cores,) #paleta de cores
plt.xlabel("Classificação",fontsize=10)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=10)
plt.title('Classificação dos Acidentes',fontsize=15)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.savefig('classificacao.svg', format='svg')
```



[44]:
```
#Verificando varívael fase do dia
df2['fase_dia'].value_counts()
```

[44]:
```
Pleno dia      382461
Plena Noite    211767
Anoitecer       37101
Amanhecer       31855
Name: fase_dia, dtype: int64
```

[45]:
```
#Gráfico da Fase do Dia
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(15,5)) #Tamanho
sns.countplot(x='fase_dia', #variável
              order=df2['fase_dia'].value_counts().index, #ordem descrente
              data=df2, #dataframe
              palette=cores,) #paleta de cores
plt.xlabel("Fase do dia",fontsize=10)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=10)
plt.title('Fase do dia x Quantidade',fontsize=15)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.savefig('fase.svg', format='svg')
```



[46]:
```
#Verificando varívael Sentido da Via
df2['sentido_via'].value_counts()
```

[46]:
```
Crescente      355928
Decrescente    307256
Name: sentido_via, dtype: int64
```

[47]:
```
#Verificando varívael Trçado da Via
df2['tracado_via'].value_counts()
```

[47]:
```
Reta                    394707
Curva                   113986
Não Informado            78873
Interseção de vias       29547
Desvio Temporário        19247
Rotatória                10892
Retorno Regulamentado     7072
Viaduto                   4319
Ponte                     3876
Túnel                      665
Name: tracado_via, dtype: int64
```

[48]:
```
#Removendo valores não informados
df2 = df2.loc[df2['tracado_via'] != 'Não Informado']

df2.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 584311 entries, 0 to 93730
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      584311 non-null  object
```

```
 1   pesid                   584311 non-null  float64
 2   data_inversa            584311 non-null  object
 3   dia_semana              584311 non-null  object
 4   horario                 584311 non-null  object
 5   uf                      584311 non-null  object
 6   br                      584311 non-null  int32
 7   km                      584311 non-null  object
 8   municipio               584311 non-null  object
 9   causa_principal         584311 non-null  object
 10  causa_acidente          584311 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     584311 non-null  float64
 12  tipo_acidente           584311 non-null  object
 13  classificacao_acidente  584311 non-null  object
 14  fase_dia                584311 non-null  object
 15  sentido_via             584311 non-null  object
 16  condicao_metereologica  584311 non-null  object
 17  tipo_pista              584311 non-null  object
 18  tracado_via             584311 non-null  object
 19  uso_solo                584311 non-null  object
 20  id_veiculo              584311 non-null  float64
 21  tipo_veiculo            584311 non-null  object
 22  marca                   584311 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo  584311 non-null  float64
 24  tipo_envolvido          584311 non-null  object
 25  estado_fisico           584311 non-null  object
 26  idade                   584311 non-null  float64
 27  sexo                    584311 non-null  object
 28  ilesos                  584311 non-null  int64
 29  feridos_leves           584311 non-null  int64
 30  feridos_graves          584311 non-null  int64
 31  mortos                  584311 non-null  int64
 32  latitude                584311 non-null  object
 33  longitude               584311 non-null  object
 34  regional                584311 non-null  object
 35  delegacia               584311 non-null  object
 36  uop                     584311 non-null  object
dtypes: float64(5), int32(1), int64(4), object(27)
memory usage: 167.2+ MB
```

[49]:
```
df2.nunique()
```

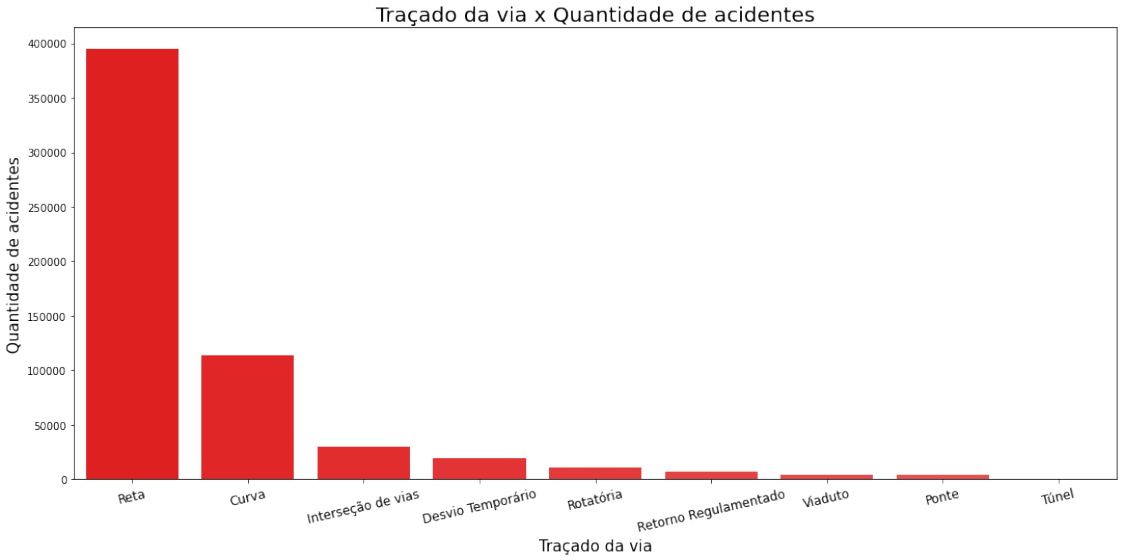
[49]:
```
id                      196718
pesid                   427519
data_inversa              1186
dia_semana                   7
horario                   1424
uf                          27
```

```
br                          122
km                         9226
municipio                  1909
causa_principal               1
causa_acidente               24
ordem_tipo_acidente          11
tipo_acidente                16
classificacao_acidente        3
fase_dia                      4
sentido_via                   2
condicao_metereologica       10
tipo_pista                    3
tracado_via                   9
uso_solo                      2
id_veiculo               307951
tipo_veiculo                 21
marca                      7503
ano_fabricacao_veiculo       67
tipo_envolvido                4
estado_fisico                 4
idade                       178
sexo                          3
ilesos                        2
feridos_leves                 2
feridos_graves                2
mortos                        2
latitude                 134737
longitude                135080
regional                     27
delegacia                   163
uop                         101
dtype: int64
```

[50]:
```
#Valores traçado da via
df2['tracado_via'].value_counts()
```

[50]:
```
Reta                     394707
Curva                    113986
Interseção de vias        29547
Desvio Temporário         19247
Rotatória                 10892
Retorno Regulamentado      7072
Viaduto                    4319
Ponte                      3876
Túnel                       665
Name: tracado_via, dtype: int64
```

[51]:
```
#Gráfico do Traçado da Via
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(18,8)) #Tamanho
sns.countplot(x='tracado_via', #variável
              order=df2['tracado_via'].value_counts().index, #ordem descrente
              data=df2, #dataframe
              palette=cores,) #paleta de cores
plt.xlabel("Traçado da via",fontsize=15)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=15)
plt.title('Traçado da via x Quantidade de acidentes',fontsize=20)
plt.xticks(fontsize=12,rotation=13)
plt.savefig('tracado.svg', format='svg')
```



[52]:
```
#Verificando varívael Uso do Solo
df2['uso_solo'].value_counts()
```

[52]:
```
Não    342714
Sim    241597
Name: uso_solo, dtype: int64
```

[53]:
```
#Verificando id do veículo
df2['id_veiculo'].value_counts()
```

[53]:
```
85973.0     231
86298.0     228
342242.0    204
325867.0    165
154030.0    164
```

```
...
84578.0       1
338311.0      1
338308.0      1
338307.0      1
8.0           1
Name: id_veiculo, Length: 307951, dtype: int64
```

[54]:
```
#Verificando tipo de veículo
df2['tipo_veiculo'].value_counts()
```

[54]:
```
Automóvel             268794
Motocicleta           104571
Caminhonete            54436
Caminhão-trator        48738
Caminhão               41346
Ônibus                 23315
Camioneta              15830
Motoneta               12187
Utilitário              6912
Micro-ônibus            5850
Semireboque             1009
Ciclomotor               986
Reboque                   96
Não Informado             84
Trator de rodas           60
Triciclo                  53
Outros                    24
Bicicleta                 13
Trator misto               4
Chassi-plataforma          2
Trem-bonde                 1
Name: tipo_veiculo, dtype: int64
```

[55]:
```
#Selecionando somente automóveis
df2 = df2.loc[df2['tipo_veiculo'] == 'Automóvel']

df2.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 268794 entries, 1 to 93699
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      268794 non-null  object
 1   pesid                   268794 non-null  float64
 2   data_inversa            268794 non-null  object
 3   dia_semana              268794 non-null  object
```

```
 4   horario                 268794 non-null  object
 5   uf                      268794 non-null  object
 6   br                      268794 non-null  int32
 7   km                      268794 non-null  object
 8   municipio               268794 non-null  object
 9   causa_principal         268794 non-null  object
 10  causa_acidente          268794 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     268794 non-null  float64
 12  tipo_acidente           268794 non-null  object
 13  classificacao_acidente  268794 non-null  object
 14  fase_dia                268794 non-null  object
 15  sentido_via             268794 non-null  object
 16  condicao_metereologica  268794 non-null  object
 17  tipo_pista              268794 non-null  object
 18  tracado_via             268794 non-null  object
 19  uso_solo                268794 non-null  object
 20  id_veiculo              268794 non-null  float64
 21  tipo_veiculo            268794 non-null  object
 22  marca                   268794 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo  268794 non-null  float64
 24  tipo_envolvido          268794 non-null  object
 25  estado_fisico           268794 non-null  object
 26  idade                   268794 non-null  float64
 27  sexo                    268794 non-null  object
 28  ilesos                  268794 non-null  int64
 29  feridos_leves           268794 non-null  int64
 30  feridos_graves          268794 non-null  int64
 31  mortos                  268794 non-null  int64
 32  latitude                268794 non-null  object
 33  longitude               268794 non-null  object
 34  regional                268794 non-null  object
 35  delegacia               268794 non-null  object
 36  uop                     268794 non-null  object
dtypes: float64(5), int32(1), int64(4), object(27)
memory usage: 76.9+ MB
```

[56]:
```
#Valores unicos
df2.nunique()
```

[56]:
```
id                     106789
pesid                  197526
data_inversa             1186
dia_semana                  7
horario                  1371
uf                         27
br                        114
km                       8526
```

```
municipio                   1788
causa_principal                1
causa_acidente                24
ordem_tipo_acidente           11
tipo_acidente                 16
classificacao_acidente         3
fase_dia                       4
sentido_via                    2
condicao_metereologica         9
tipo_pista                     3
tracado_via                    9
uso_solo                       2
id_veiculo                131013
tipo_veiculo                   1
marca                       2881
ano_fabricacao_veiculo        65
tipo_envolvido                 4
estado_fisico                  4
idade                        152
sexo                           3
ilesos                         2
feridos_leves                  2
feridos_graves                 2
mortos                         2
latitude                   78460
longitude                  78521
regional                      27
delegacia                   163
uop                          101
dtype: int64
```

[57]:
```
#Conferindo
df2['tipo_veiculo'].value_counts()
```

[57]:
```
Automóvel    268794
Name: tipo_veiculo, dtype: int64
```

[58]:
```
#Verificando ano de fabricação
df2['ano_fabricacao_veiculo'].value_counts()
```

[58]:
```
2013.0    21690
2012.0    20320
2014.0    19212
2011.0    19169
2010.0    18543
          …
1901.0        3
```

```
1947.0        2
1962.0        1
1960.0        1
1951.0        1
Name: ano_fabricacao_veiculo, Length: 65, dtype: int64
```

[59]:
```
#Verificando tipo de envolvido
df2['tipo_envolvido'].value_counts()
```

[59]:
```
Condutor      173328
Passageiro     91323
Pedestre        4084
Cavaleiro         59
Name: tipo_envolvido, dtype: int64
```

[60]:
```
#Selecionando somente condutor
df2 = df2.loc[df2['tipo_envolvido'] == 'Condutor']

df2.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 173328 entries, 1 to 93699
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      173328 non-null  object
 1   pesid                   173328 non-null  float64
 2   data_inversa            173328 non-null  object
 3   dia_semana              173328 non-null  object
 4   horario                 173328 non-null  object
 5   uf                      173328 non-null  object
 6   br                      173328 non-null  int32
 7   km                      173328 non-null  object
 8   municipio               173328 non-null  object
 9   causa_principal         173328 non-null  object
 10  causa_acidente          173328 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     173328 non-null  float64
 12  tipo_acidente           173328 non-null  object
 13  classificacao_acidente  173328 non-null  object
 14  fase_dia                173328 non-null  object
 15  sentido_via             173328 non-null  object
 16  condicao_metereologica  173328 non-null  object
 17  tipo_pista              173328 non-null  object
 18  tracado_via             173328 non-null  object
 19  uso_solo                173328 non-null  object
 20  id_veiculo              173328 non-null  float64
 21  tipo_veiculo            173328 non-null  object
 22  marca                   173328 non-null  object
```

```
 23  ano_fabricacao_veiculo  173328 non-null  float64
 24  tipo_envolvido          173328 non-null  object
 25  estado_fisico           173328 non-null  object
 26  idade                   173328 non-null  float64
 27  sexo                    173328 non-null  object
 28  ilesos                  173328 non-null  int64
 29  feridos_leves           173328 non-null  int64
 30  feridos_graves          173328 non-null  int64
 31  mortos                  173328 non-null  int64
 32  latitude                173328 non-null  object
 33  longitude               173328 non-null  object
 34  regional                173328 non-null  object
 35  delegacia               173328 non-null  object
 36  uop                     173328 non-null  object
dtypes: float64(5), int32(1), int64(4), object(27)
memory usage: 49.6+ MB
```

[61]:
```
#Valores unicos
df2.nunique()
```

[61]:
```
id                        106269
pesid                     130351
data_inversa                1186
dia_semana                     7
horario                     1368
uf                            27
br                           114
km                          8519
municipio                   1787
causa_principal                1
causa_acidente                24
ordem_tipo_acidente           11
tipo_acidente                 16
classificacao_acidente         3
fase_dia                       4
sentido_via                    2
condicao_metereologica         9
tipo_pista                     3
tracado_via                    9
uso_solo                       2
id_veiculo                130351
tipo_veiculo                   1
marca                       2878
ano_fabricacao_veiculo        65
tipo_envolvido                 1
estado_fisico                  4
idade                        104
```

```
sexo                          3
ilesos                        2
feridos_leves                 2
feridos_graves                2
mortos                        2
latitude                  78101
longitude                 78163
regional                     27
delegacia                   163
uop                         101
dtype: int64
```

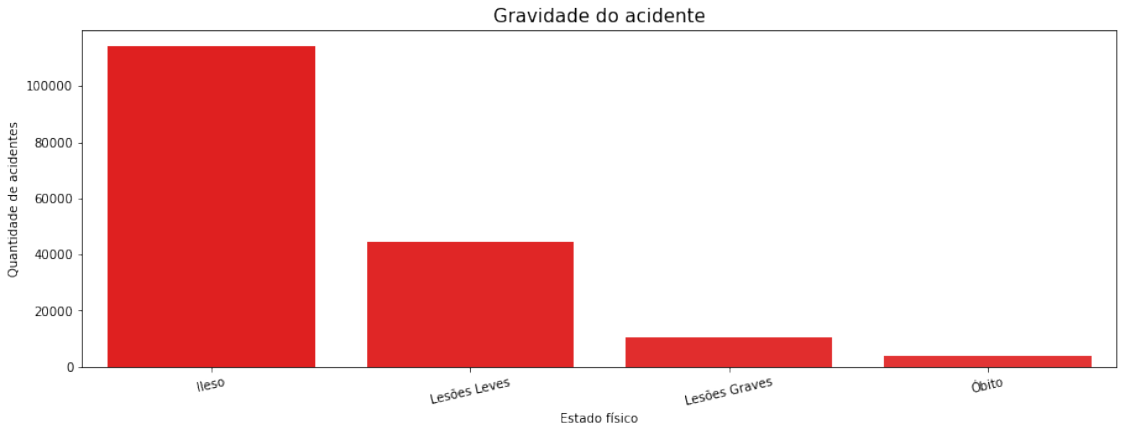
[62]:
```
#conferindo
df2['tipo_envolvido'].value_counts()
```

[62]:
```
Condutor    173328
Name: tipo_envolvido, dtype: int64
```

[63]:
```
#Verificando Estado fisíco
df2['estado_fisico'].value_counts()
```

[63]:
```
Ileso            114266
Lesões Leves      44683
Lesões Graves     10371
Óbito              4008
Name: estado_fisico, dtype: int64
```

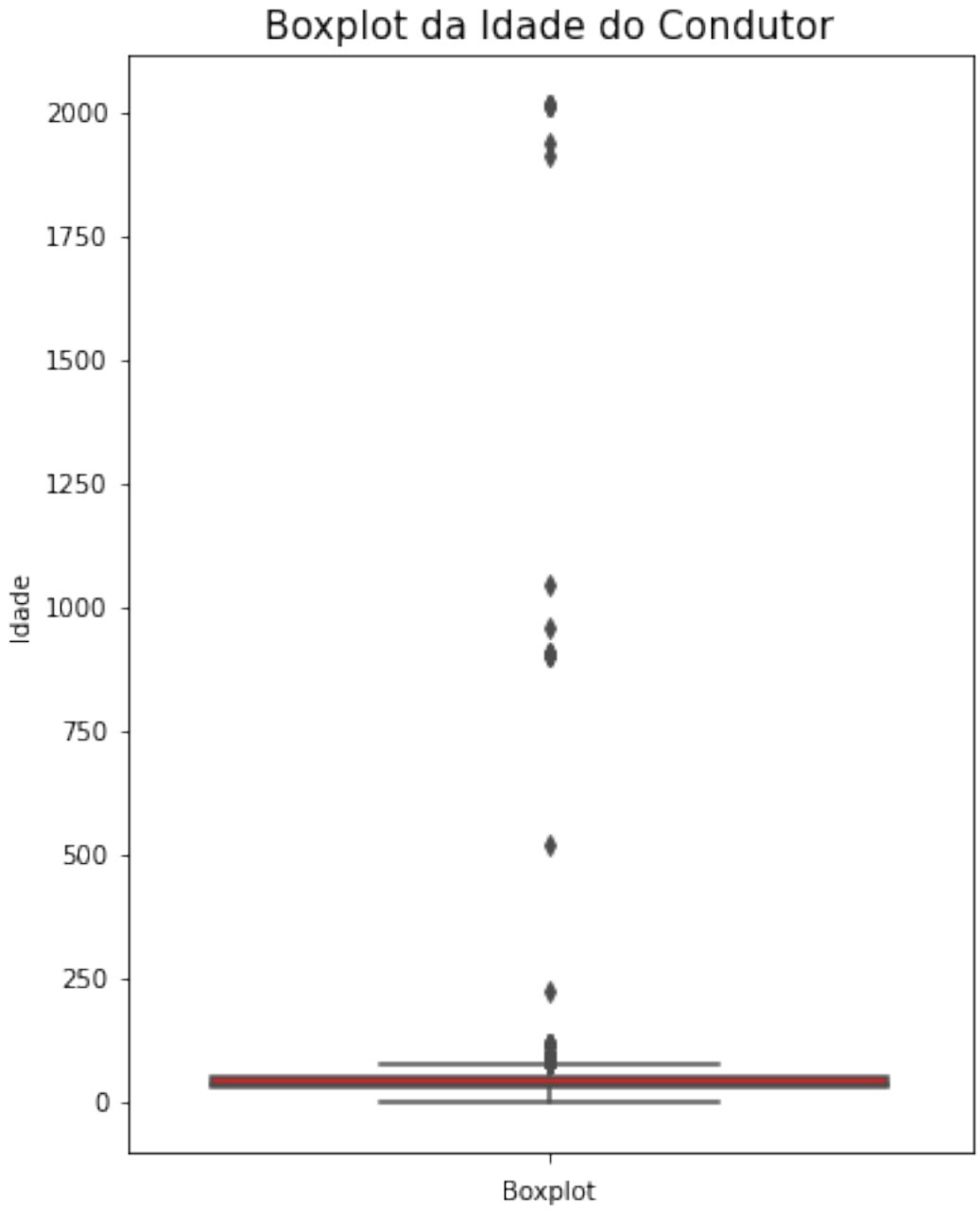
[64]:
```
#Gráfico do Gravidade dos Acidentes
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(15,5)) #Tamanho
sns.countplot(x='estado_fisico', #variável
              order=df2['estado_fisico'].value_counts().index, #ordem descrente
              data=df2, #dataframe
              palette=cores,) #paleta de cores
plt.xlabel("Estado físico",fontsize=10)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=10)
plt.title('Gravidade do acidente',fontsize=15)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.savefig('gravidade.svg', format='svg')
```



[65]:
```
#Verificando a idade do condutor
df2['idade'].describe()
```

[65]:
```
count    173328.000000
mean         40.257748
std          21.209777
min           0.000000
25%          29.000000
50%          38.000000
75%          49.000000
max        2018.000000
Name: idade, dtype: float64
```

[66]:
```
#Boxplot idade
idade = df2['idade']

cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(6,8)) #Tamanho
sns.boxplot(y=idade, palette=cores)
plt.xlabel("Boxplot",fontsize=10)
plt.ylabel('Idade',fontsize=10)
plt.title('Boxplot da Idade do Condutor',fontsize=15)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.savefig('boxplot_idade.svg', format='svg')
```

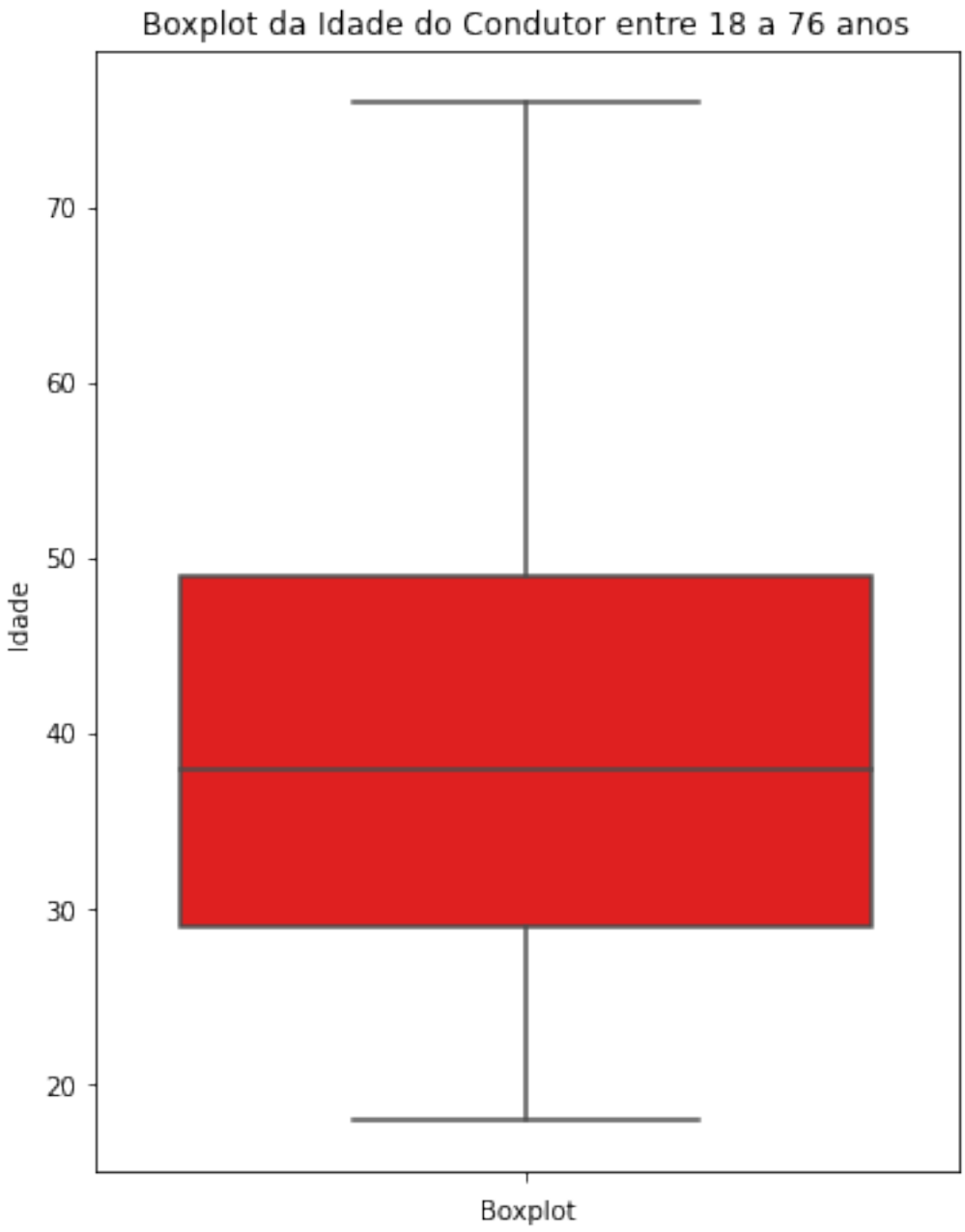


[67]:
```
#Seleção de idade acima de 18 anos e abaixo de 76 anos
df2 = df2.loc[(df2['idade'] >=18) & (df2['idade'] <=76)]

df2['idade'].describe()
```

[67]:
```
count    171510.000000
mean         39.751548
std          13.087300
```

```
min          18.000000
25%          29.000000
50%          38.000000
75%          49.000000
max          76.000000
Name: idade, dtype: float64
```

[68]:
```
#Boxplot idade entre 18 a 76 anos
idade2= df2['idade']

cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(6,8)) #Tamanho
sns.boxplot(y=idade2,palette=cores)
plt.xlabel("Boxplot",fontsize=10)
plt.ylabel('Idade',fontsize=10)
plt.title('Boxplot da Idade do Condutor entre 18 a 76 anos')
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.savefig('boxplot_idade2.svg', format='svg')
```



[69]:
```
#Backup de Dataset tratado
df2.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 171510 entries, 1 to 93699
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      171510 non-null  object
```

```
 1   pesid                    171510 non-null  float64
 2   data_inversa             171510 non-null  object
 3   dia_semana               171510 non-null  object
 4   horario                  171510 non-null  object
 5   uf                       171510 non-null  object
 6   br                       171510 non-null  int32
 7   km                       171510 non-null  object
 8   municipio                171510 non-null  object
 9   causa_principal          171510 non-null  object
 10  causa_acidente           171510 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente      171510 non-null  float64
 12  tipo_acidente            171510 non-null  object
 13  classificacao_acidente   171510 non-null  object
 14  fase_dia                 171510 non-null  object
 15  sentido_via              171510 non-null  object
 16  condicao_metereologica   171510 non-null  object
 17  tipo_pista               171510 non-null  object
 18  tracado_via              171510 non-null  object
 19  uso_solo                 171510 non-null  object
 20  id_veiculo               171510 non-null  float64
 21  tipo_veiculo             171510 non-null  object
 22  marca                    171510 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo   171510 non-null  float64
 24  tipo_envolvido           171510 non-null  object
 25  estado_fisico            171510 non-null  object
 26  idade                    171510 non-null  float64
 27  sexo                     171510 non-null  object
 28  ilesos                   171510 non-null  int64
 29  feridos_leves            171510 non-null  int64
 30  feridos_graves           171510 non-null  int64
 31  mortos                   171510 non-null  int64
 32  latitude                 171510 non-null  object
 33  longitude                171510 non-null  object
 34  regional                 171510 non-null  object
 35  delegacia                171510 non-null  object
 36  uop                      171510 non-null  object
dtypes: float64(5), int32(1), int64(4), object(27)
memory usage: 49.1+ MB
```

[70]:
```
#Valores unicos
df2.nunique()
```

[70]:
```
id                     105293
pesid                  128935
data_inversa             1186
dia_semana                  7
horario                  1367
```

```
uf                          27
br                         114
km                        8506
municipio                 1781
causa_principal              1
causa_acidente              24
ordem_tipo_acidente         11
tipo_acidente               16
classificacao_acidente       3
fase_dia                     4
sentido_via                  2
condicao_metereologica       9
tipo_pista                   3
tracado_via                  9
uso_solo                     2
id_veiculo              128935
tipo_veiculo                 1
marca                     2866
ano_fabricacao_veiculo      65
tipo_envolvido               1
estado_fisico                4
idade                       59
sexo                         3
ilesos                       2
feridos_leves                2
feridos_graves               2
mortos                       2
latitude                 77469
longitude                77534
regional                    27
delegacia                  163
uop                        101
dtype: int64
```

[71]:
```
#Verificando sexo do condutor
df2['sexo'].value_counts()
```

[71]:
```
Masculino    140502
Feminino      30997
Ignorado         11
Name: sexo, dtype: int64
```

[72]:
```
#Verificando nº de ilesos
df2['ilesos'].value_counts()
```

[72]:
```
1    113331
0     58179
```

```
Name: ilesos, dtype: int64
```

[73]:
```
#Verificando nº de feridos leves
df2['feridos_leves'].value_counts()
```

[73]:
```
0    127488
1     44022
Name: feridos_leves, dtype: int64
```

[74]:
```
#Verificando nº de feridos graves
df2['feridos_graves'].value_counts()
```

[74]:
```
0    161272
1     10238
Name: feridos_graves, dtype: int64
```

[75]:
```
#Verificando nº de mortos
df2['mortos'].value_counts()
```

[75]:
```
0    167591
1      3919
Name: mortos, dtype: int64
```

[76]:
```
#Backup

df3 = df2
```

0.4 Análise Exploratória dos dados de acidentes

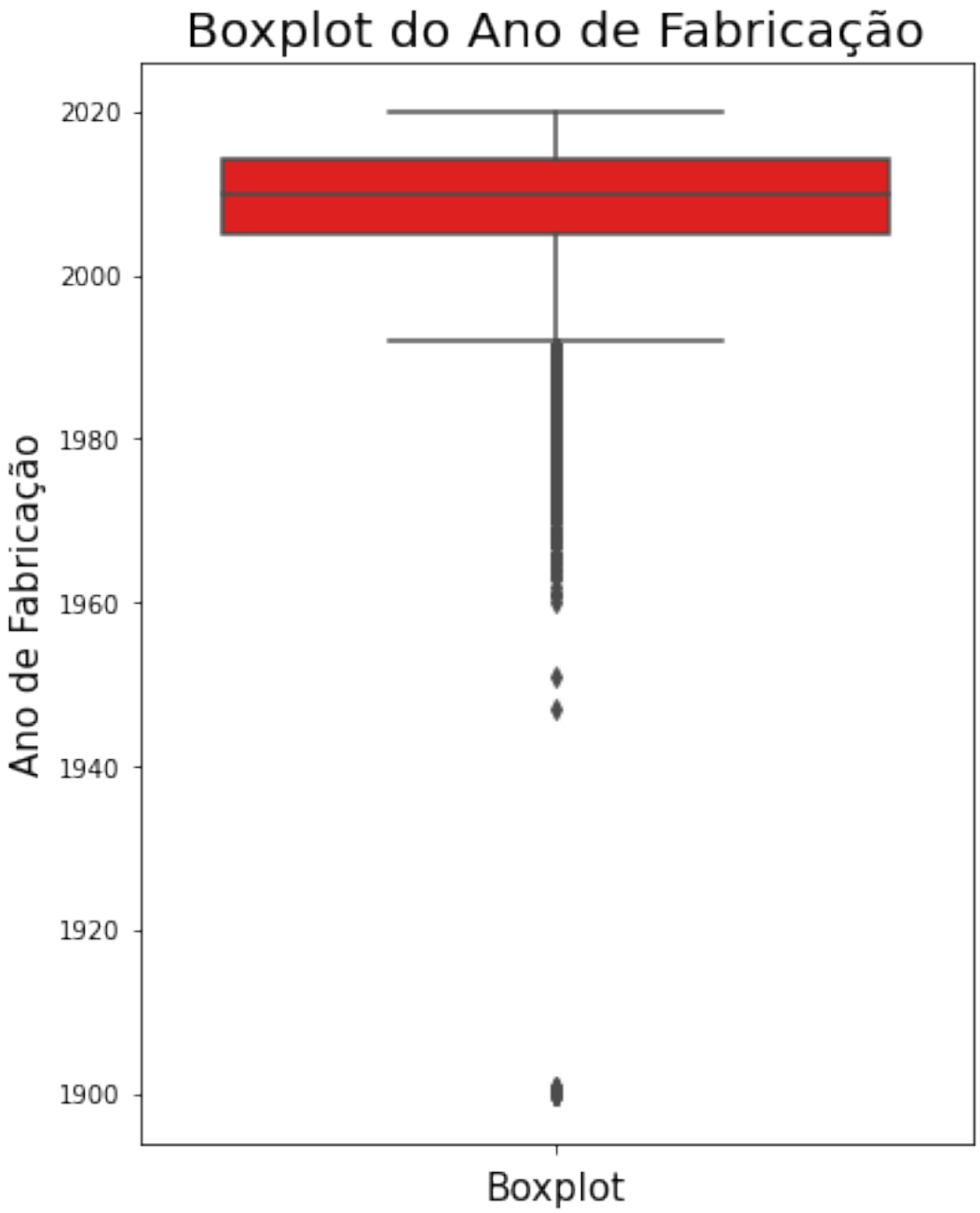
0.4.1 Ano de Fabricação

[77]:
```
#Estatísticas do ano de fabricação
df3['ano_fabricacao_veiculo'].describe()
```

[77]:
```
count    171510.000000
mean       2008.684018
std           7.160838
min        1900.000000
25%        2005.000000
50%        2010.000000
75%        2014.000000
max        2020.000000
Name: ano_fabricacao_veiculo, dtype: float64
```

[78]:
```
#Boxplot do ano de fabricação
ano = df3['ano_fabricacao_veiculo']

cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
```

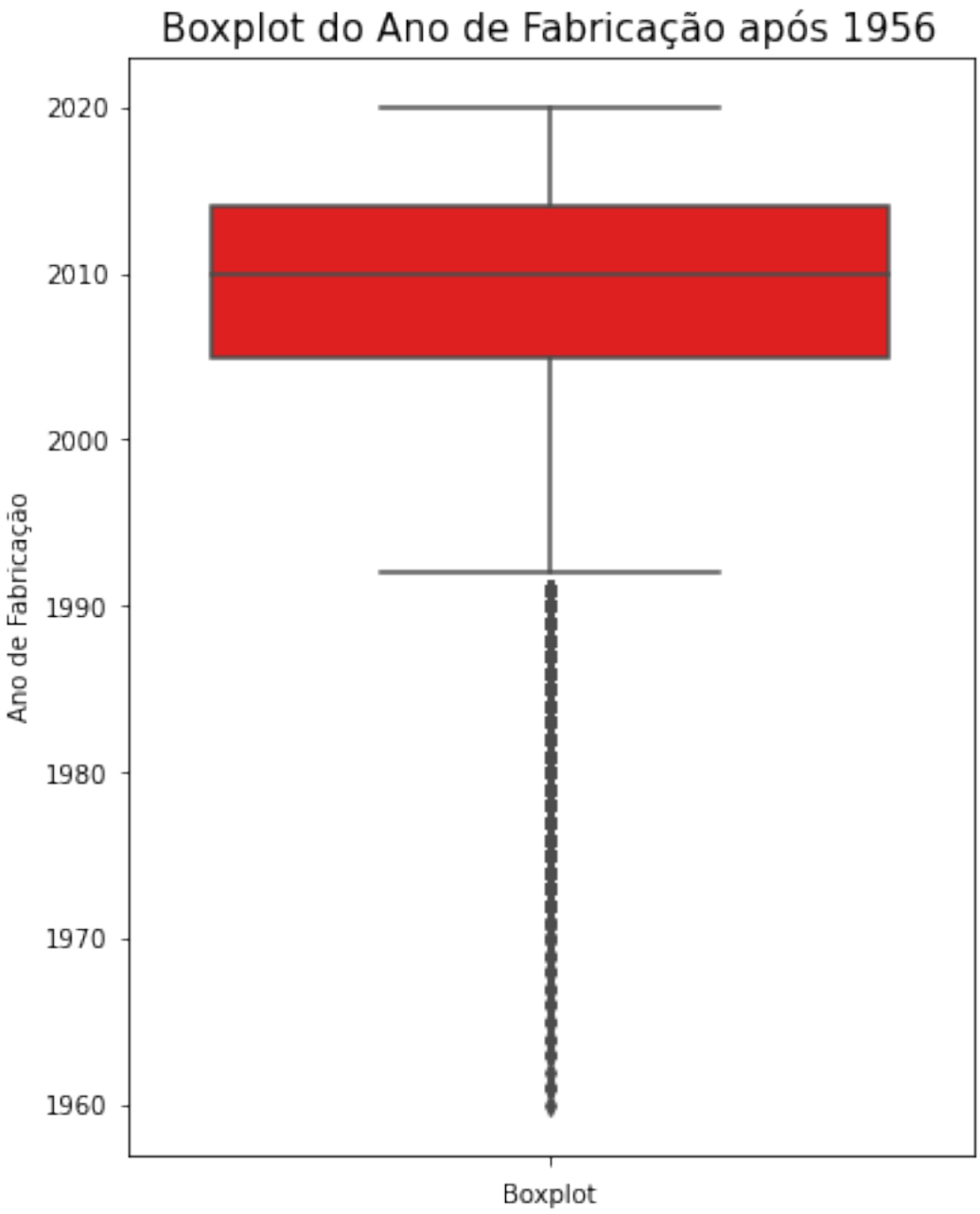
```
fig = plt.figure(figsize=(6,8)) #Tamanho
sns.boxplot(y=ano, palette=cores)
plt.xlabel("Boxplot",fontsize=15)
plt.ylabel('Ano de Fabricação',fontsize=15)
plt.title('Boxplot do Ano de Fabricação',fontsize=20)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.savefig('boxplot_ano.svg', format='svg')
```



[79]:
```
#Seleção de veículos fabricados após 1956
df4 = df3.loc[df3['ano_fabricacao_veiculo'] > 1956]

df4['ano_fabricacao_veiculo'].describe()
```

[79]:
```
count    171490.000000
mean       2008.696105
std           7.071477
min        1960.000000
25%        2005.000000
50%        2010.000000
75%        2014.000000
max        2020.000000
Name: ano_fabricacao_veiculo, dtype: float64
```

[80]:
```
#Boxplot do ano de fabricação após 1956
ano = df4['ano_fabricacao_veiculo']

cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(6,8)) #Tamanho
sns.boxplot(y=ano, palette=cores)
plt.xlabel("Boxplot",fontsize=10)
plt.ylabel('Ano de Fabricação',fontsize=10)
plt.title('Boxplot do Ano de Fabricação após 1956',fontsize=15)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.savefig('boxplot_ano2.svg', format='svg')
```



[81]:
```
df4.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 171490 entries, 1 to 93699
Data columns (total 37 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      171490 non-null  object
```

```
 1   pesid                   171490 non-null  float64
 2   data_inversa            171490 non-null  object
 3   dia_semana              171490 non-null  object
 4   horario                 171490 non-null  object
 5   uf                      171490 non-null  object
 6   br                      171490 non-null  int32
 7   km                      171490 non-null  object
 8   municipio               171490 non-null  object
 9   causa_principal         171490 non-null  object
 10  causa_acidente          171490 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     171490 non-null  float64
 12  tipo_acidente           171490 non-null  object
 13  classificacao_acidente  171490 non-null  object
 14  fase_dia                171490 non-null  object
 15  sentido_via             171490 non-null  object
 16  condicao_metereologica  171490 non-null  object
 17  tipo_pista              171490 non-null  object
 18  tracado_via             171490 non-null  object
 19  uso_solo                171490 non-null  object
 20  id_veiculo              171490 non-null  float64
 21  tipo_veiculo            171490 non-null  object
 22  marca                   171490 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo  171490 non-null  float64
 24  tipo_envolvido          171490 non-null  object
 25  estado_fisico           171490 non-null  object
 26  idade                   171490 non-null  float64
 27  sexo                    171490 non-null  object
 28  ilesos                  171490 non-null  int64
 29  feridos_leves           171490 non-null  int64
 30  feridos_graves          171490 non-null  int64
 31  mortos                  171490 non-null  int64
 32  latitude                171490 non-null  object
 33  longitude               171490 non-null  object
 34  regional                171490 non-null  object
 35  delegacia               171490 non-null  object
 36  uop                     171490 non-null  object
dtypes: float64(5), int32(1), int64(4), object(27)
memory usage: 49.1+ MB
```

0.4.2 Definindo a idade do veículo

Definindo a idade do veículo pela data do acidente e ano de fabricação

Data do acidente

[82]:
```
#Explorando a variável data_inversa
df4['data_inversa'].head()
```

[82]:
```
1     01/01/2017
2     01/01/2017
6     01/01/2017
27    01/01/2017
28    01/01/2017
Name: data_inversa, dtype: object
```

[83]:
```
#Convertendo em datetime pandas
df4['data_inversa'] = pd.to_datetime(df4['data_inversa'])

df4['data_inversa'].head()
```

```
<ipython-input-83-6474942b79f7>:2: SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-
docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy
  df4['data_inversa'] = pd.to_datetime(df4['data_inversa'])
```

[83]:
```
1    2017-01-01
2    2017-01-01
6    2017-01-01
27   2017-01-01
28   2017-01-01
Name: data_inversa, dtype: datetime64[ns]
```

[84]:
```
#Criano nova coluna somente com o ano do acidente
df4['data_ano']  = df4['data_inversa']
```

```
<ipython-input-84-220b714df85c>:2: SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-
docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy
  df4['data_ano']  = df4['data_inversa']
```

[85]:
```
#Selecionando apenas o ano
df4['data_ano'] = (df4['data_ano'].dt.year)

df4['data_ano'].head()
```

```
<ipython-input-85-cbf7a85e6d9d>:2: SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-
docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy
```

```
  df4['data_ano'] = (df4['data_ano'].dt.year)
```

[85]:
```
1     2017
2     2017
6     2017
27    2017
28    2017
Name: data_ano, dtype: int64
```

Ano de Fabricação

[86]:
```
#Explorando a variável ano de fabricação
df4['ano_fabricacao_veiculo'].head()
```

[86]:
```
1     2003.0
2     2013.0
6     2002.0
27    1983.0
28    1983.0
Name: ano_fabricacao_veiculo, dtype: float64
```

[87]:
```
#Convertendo em números inteiros
df4['ano_fabricacao_veiculo'] = df4['ano_fabricacao_veiculo'].astype(int)
df4['ano_fabricacao_veiculo'].head()
```

```
<ipython-input-87-171f6ff70435>:2: SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-
docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy
  df4['ano_fabricacao_veiculo'] = df4['ano_fabricacao_veiculo'].astype(int)
```

[87]:
```
1     2003
2     2013
6     2002
27    1983
28    1983
Name: ano_fabricacao_veiculo, dtype: int32
```

Idade do veículo

[88]:
```
#Nova coluna com a idade do veículo, subtraindo ano do acidente pelo ano de␣
↪fabricação
df4['idade_veiculo'] = df4['data_ano'] - df4['ano_fabricacao_veiculo']
df4['idade_veiculo'].head()
```

```
<ipython-input-88-3284ceebc384>:2: SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead
```

```
See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-
docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy
  df4['idade_veiculo'] = df4['data_ano'] - df4['ano_fabricacao_veiculo']
```

[88]:
```
1     14
2      4
6     15
27    34
28    34
Name: idade_veiculo, dtype: int64
```

[89]:
```
#Backup dataset com idade do veículo

df5 = df4

df5.head()
```

[89]:

	id	pesid	data_inversa	dia_semana	horario	uf	br	km	\
1	9	955.0	2017-01-01	domingo	00:01:00	SC	101	234	
2	11	2.0	2017-01-01	domingo	00:00:00	PR	153	56,9	
6	14	1558.0	2017-01-01	domingo	00:40:00	GO	60	188	
27	17	10.0	2017-01-01	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	
28	17	10.0	2017-01-01	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	

	municipio	causa_principal	…	feridos_leves	\
1	PALHOCA	Sim	…	0	
2	SANTO ANTONIO DA PLATINA	Sim	…	1	
6	GUAPO	Sim	…	0	
27	VACARIA	Sim	…	0	
28	VACARIA	Sim	…	0	

	feridos_graves	mortos	latitude	longitude	regional	delegacia	\
1	0	0	-27,8101	-48,6357	SR-SC	DEL8/1	
2	0	0	-23,36951985	309,9351311	SR-PR	DEL7/7	
6	0	0	-16,82489647	-49,53520775	SR-GO	DEL1/1	
27	0	0	-28,5071196	-50,941176	SR-RS	DEL9/5	
28	0	0	-28,5071196	-50,941176	SR-RS	DEL9/5	

	uop	data_ano	idade_veiculo
1	UOP02/SC	2017	14
2	UOP07/PR	2017	4
6	UOP02/GO	2017	15
27	UOP03/RS	2017	34
28	UOP03/RS	2017	34

[5 rows x 39 columns]

0.4.3 Definindo os feriados

[90]:
```
#Zerando os ids
df5= df5.reset_index()
tam = df5.shape[0]
df5['id'] = range(tam)
df5 = df5.drop(columns=['index'])
df5.head()
```

[90]:
```
   id   pesid data_inversa dia_semana   horario  uf   br    km  \
0   0   955.0   2017-01-01    domingo  00:01:00  SC  101   234
1   1     2.0   2017-01-01    domingo  00:00:00  PR  153  56,9
2   2  1558.0   2017-01-01    domingo  00:40:00  GO   60   188
3   3    10.0   2017-01-01    domingo  01:45:00  RS  116  34,9
4   4    10.0   2017-01-01    domingo  01:45:00  RS  116  34,9

                  municipio causa_principal  … feridos_leves  \
0                   PALHOCA             Sim  …              0
1  SANTO ANTONIO DA PLATINA             Sim  …              1
2                     GUAPO             Sim  …              0
3                   VACARIA             Sim  …              0
4                   VACARIA             Sim  …              0

   feridos_graves mortos      latitude     longitude regional delegacia  \
0               0      0      -27,8101      -48,6357    SR-SC    DEL8/1
1               0      0  -23,36951985   309,9351311    SR-PR    DEL7/7
2               0      0  -16,82489647  -49,53520775    SR-GO    DEL1/1
3               0      0   -28,5071196    -50,941176    SR-RS    DEL9/5
4               0      0   -28,5071196    -50,941176    SR-RS    DEL9/5

        uop data_ano idade_veiculo
0  UOP02/SC     2017            14
1  UOP07/PR     2017             4
2  UOP02/GO     2017            15
3  UOP03/RS     2017            34
4  UOP03/RS     2017            34

[5 rows x 39 columns]
```

[91]:
```
#Conferindo a existência de feriados na data_inversa
df5['data_inversa'][0] in holidays.Brazil()
```

[91]:
```
True
```

[92]:
```
#Criando nova coluna zerada de feriados
df5['Feriado'] = 0

df5['Feriado'].value_counts()
```

[92]:
```
0    171490
Name: Feriado, dtype: int64
```

[93]:
```
#Lista de feriados no Brasil
feriado = holidays.Brazil()

#Lista com o tamanho do dataframe
tam_list = list(range(df5.shape[0]))

#Substituindo os valores zerados de feriados pela existencia de feriados na␣
 ↪lista de feriados
for i in tam_list:
    df5['Feriado'][i] = df5['data_inversa'][i] in feriado

#Conferindo coluna Feriados
df5['Feriado'].head()
```

```
<ipython-input-93-02b3e61ebcfa>:9: SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-
docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy
  df5['Feriado'][i] = df5['data_inversa'][i] in feriado
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-packages\pandas\core\indexing.py:671:
SettingWithCopyWarning:
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-
docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy
  self._setitem_with_indexer(indexer, value)
```

[93]:
```
0    True
1    True
2    True
3    True
4    True
Name: Feriado, dtype: object
```

[94]:
```
#Quantidade de Feriados
df5['Feriado'].value_counts()
```

[94]:
```
False    163957
True       7533
Name: Feriado, dtype: int64
```

[95]:
```
####Renomeando atributos
#Feriado
df5['Feriado'] = df5['Feriado'].replace({True: 'Feriado'})
```

```
#Quando Dia Normal
df5['Feriado'] = df5['Feriado'].replace({False: 'Dia Normal'})

df5['Feriado'].value_counts()
```

[95]:
```
Dia Normal    163957
Feriado         7533
Name: Feriado, dtype: int64
```

[96]:
```
#Backup dataset com feriados
df6 = df5

df6.head()
```

[96]:

	id	pesid	data_inversa	dia_semana	horario	uf	br	km	\
0	0	955.0	2017-01-01	domingo	00:01:00	SC	101	234	
1	1	2.0	2017-01-01	domingo	00:00:00	PR	153	56,9	
2	2	1558.0	2017-01-01	domingo	00:40:00	GO	60	188	
3	3	10.0	2017-01-01	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	
4	4	10.0	2017-01-01	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	

	municipio	causa_principal	…	feridos_graves	mortos	\
0	PALHOCA	Sim	…	0	0	
1	SANTO ANTONIO DA PLATINA	Sim	…	0	0	
2	GUAPO	Sim	…	0	0	
3	VACARIA	Sim	…	0	0	
4	VACARIA	Sim	…	0	0	

	latitude	longitude	regional	delegacia	uop	data_ano	\
0	-27,8101	-48,6357	SR-SC	DEL8/1	UOP02/SC	2017	
1	-23,36951985	309,9351311	SR-PR	DEL7/7	UOP07/PR	2017	
2	-16,82489647	-49,53520775	SR-GO	DEL1/1	UOP02/GO	2017	
3	-28,5071196	-50,941176	SR-RS	DEL9/5	UOP03/RS	2017	
4	-28,5071196	-50,941176	SR-RS	DEL9/5	UOP03/RS	2017	

	idade_veiculo	Feriado
0	14	Feriado
1	4	Feriado
2	15	Feriado
3	34	Feriado
4	34	Feriado

[5 rows x 40 columns]

0.4.4 Preparando os dados para receber o dataset de potência

[97]:
```
#Explorando os dados de ano
df6["ano_fabricacao_veiculo"].head()
```

[97]:
```
0    2003
1    2013
2    2002
3    1983
4    1983
Name: ano_fabricacao_veiculo, dtype: int32
```

[98]:
```
#Convertendo em string
df6['ano_fabricacao_veiculo'] = df6['ano_fabricacao_veiculo'].astype(str)
df6["ano_fabricacao_veiculo"].head()
```

[98]:
```
0    2003
1    2013
2    2002
3    1983
4    1983
Name: ano_fabricacao_veiculo, dtype: object
```

[99]:
```
#Criando nova coluna com as colunas marca e ano de fabricação
df6["marca_ano"] = df6["marca"] + " " + df6["ano_fabricacao_veiculo"]

df6.head()
```

[99]:

	id	pesid	data_inversa	dia_semana	horario	uf	br	km	\
0	0	955.0	2017-01-01	domingo	00:01:00	SC	101	234	
1	1	2.0	2017-01-01	domingo	00:00:00	PR	153	56,9	
2	2	1558.0	2017-01-01	domingo	00:40:00	GO	60	188	
3	3	10.0	2017-01-01	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	
4	4	10.0	2017-01-01	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	

	municipio	causa_principal	…	mortos	latitude	\
0	PALHOCA	Sim	…	0	-27,8101	
1	SANTO ANTONIO DA PLATINA	Sim	…	0	-23,36951985	
2	GUAPO	Sim	…	0	-16,82489647	
3	VACARIA	Sim	…	0	-28,5071196	
4	VACARIA	Sim	…	0	-28,5071196	

	longitude	regional	delegacia	uop	data_ano	idade_veiculo	Feriado	\
0	-48,6357	SR-SC	DEL8/1	UOP02/SC	2017	14	Feriado	
1	309,9351311	SR-PR	DEL7/7	UOP07/PR	2017	4	Feriado	
2	-49,53520775	SR-GO	DEL1/1	UOP02/GO	2017	15	Feriado	
3	-50,941176	SR-RS	DEL9/5	UOP03/RS	2017	34	Feriado	
4	-50,941176	SR-RS	DEL9/5	UOP03/RS	2017	34	Feriado	

```
                      marca_ano
0    FIAT/PALIO WEEKEND EX 2003
1          VW/NOVO GOL 1.0 2013
2  RENAULT/CLIO RN 1.0 16V 2002
3              GM/CHEVETTE 1983
4              GM/CHEVETTE 1983

[5 rows x 41 columns]
```

0.5 Processamento do dataset das características dos veículos

[100]:
```
#Explorando o dataset
dfpot.head()
```

[100]:
```
  Tipo Veículo,"Código Marca Modelo Veículo              Marca Modelo  \
0                       "AUTOMOVEL,""200605       I/FORD F SERIES F68
1                       "AUTOMOVEL,""114358  A.GUGELMIN/F.PROPRIA BUG
2                       "AUTOMOVEL,""114396  A.SALVADOR/F.PROPRIA AUT
3                       "AUTOMOVEL,""132599                     ADAMO
4                       "AUTOMOVEL,""132599                     ADAMO

   Ano Fabricação Veículo Combustível Veiculo  Potência Veículo - Frota Atual  \
0                    2009     ALCOOL/GASOLINA                              75
1                    2008            GASOLINA                              85
2                    2014            GASOLINA                              86
3                    1962            GASOLINA                              46
4                    1972            GASOLINA                              65

   Eixos Veículo - Frota Atual  Cilindradas Veículo - Frota Atual  \
0                            0                                1000
1                            0                                   0
2                            0                                   0
3                            0                                   0
4                            0                                   4

  Qtd. Veículos Frota Atual"""
0                        1"""
1                        1"""
2                        1"""
3                        1"""
4                        1"""
```

[101]:
```
#Explorando o dataset
dfpot.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 482312 entries, 0 to 482311
```

```
Data columns (total 8 columns):
 #   Column                                        Non-Null Count   Dtype
---  ------                                        --------------   -----
 0   Tipo Veículo,"Código Marca Modelo Veículo     482312 non-null  object
 1   Marca Modelo                                  482312 non-null  object
 2   Ano Fabricação Veículo                        482312 non-null  int64
 3   Combustível Veiculo                           482312 non-null  object
 4   Potência Veículo - Frota Atual                482312 non-null  int64
 5   Eixos Veículo - Frota Atual                   482312 non-null  int64
 6   Cilindradas Veículo - Frota Atual             482312 non-null  int64
 7   Qtd. Veículos Frota Atual"""                  482312 non-null  object
dtypes: int64(4), object(4)
memory usage: 29.4+ MB
```

[102]:
```
#Novo dataframe selecionando colunas que serão utilizadas
dfpot2 = dfpot.iloc[:,[1,2, 4]]

dfpot2.head()
```

[102]:
```
                Marca Modelo  Ano Fabricação Veículo  \
0       I/FORD F SERIES F68                     2009
1  A.GUGELMIN/F.PROPRIA BUG                     2008
2  A.SALVADOR/F.PROPRIA AUT                     2014
3                     ADAMO                     1962
4                     ADAMO                     1972

   Potência Veículo - Frota Atual
0                              75
1                              85
2                              86
3                              46
4                              65
```

[103]:
```
#Renomeando as colunas conforme o dataset de acidentes
dfpot2 = dfpot2.rename(columns={'Marca Modelo': 'marca',
                                'Ano Fabricação Veículo':␣
 ↪'ano_fabricacao_veiculo',
                                'Potência Veículo - Frota Atual': 'potencia',})
```

[104]:
```
#Explorando o dataset
dfpot2.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 482312 entries, 0 to 482311
Data columns (total 3 columns):
 #   Column                 Non-Null Count   Dtype
---  ------                 --------------   -----
 0   marca                  482312 non-null  object
```

```
 1   ano_fabricacao_veiculo  482312 non-null  int64
 2   potencia                482312 non-null  int64
dtypes: int64(2), object(1)
memory usage: 11.0+ MB
```

[105]:
```
#Removendo valores ausentes
dfpot2 = dfpot2.dropna()

dfpot2.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 482312 entries, 0 to 482311
Data columns (total 3 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   marca                   482312 non-null  object
 1   ano_fabricacao_veiculo  482312 non-null  int64
 2   potencia                482312 non-null  int64
dtypes: int64(2), object(1)
memory usage: 14.7+ MB
```

[106]:
```
#Removendo valores duplicados
dfpot2 = dfpot2.drop_duplicates()

dfpot2.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 238480 entries, 0 to 482311
Data columns (total 3 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   marca                   238480 non-null  object
 1   ano_fabricacao_veiculo  238480 non-null  int64
 2   potencia                238480 non-null  int64
dtypes: int64(2), object(1)
memory usage: 7.3+ MB
```

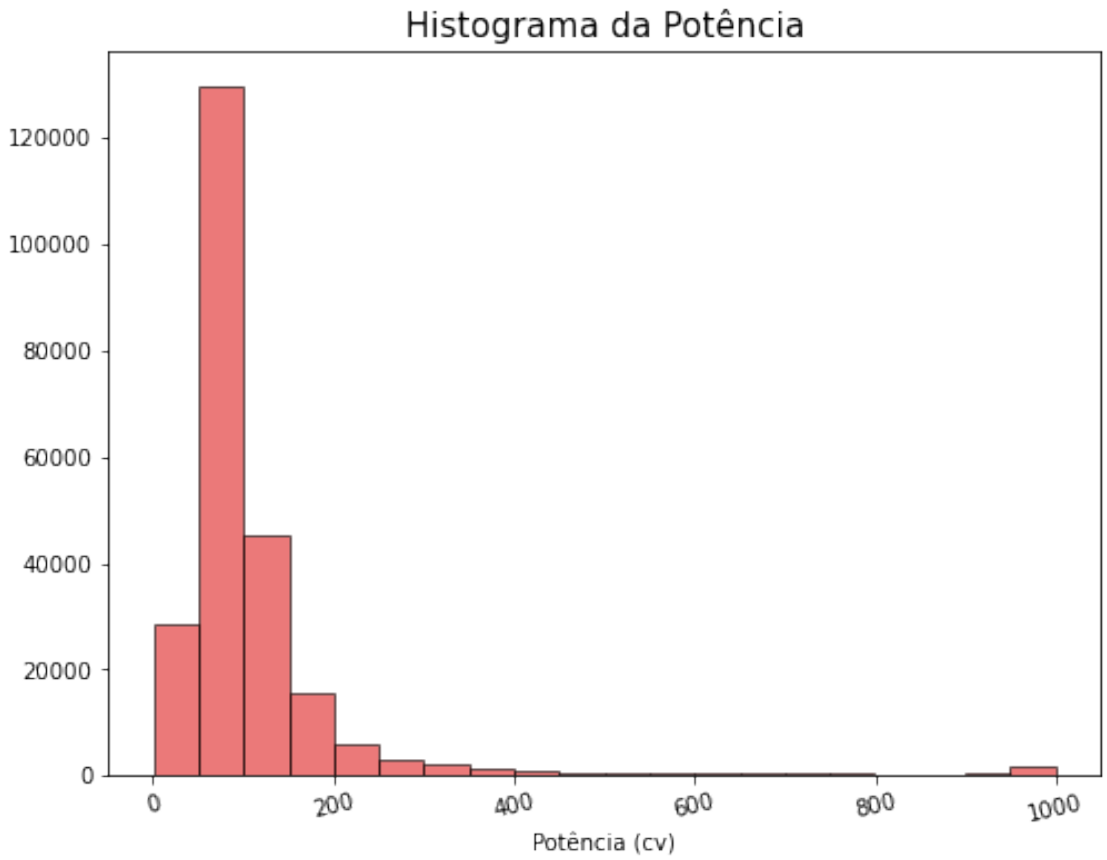
[107]:
```
#Estatísticas do dataset
dfpot2.describe()
```

[107]:

	ano_fabricacao_veiculo	potencia
count	238480.000000	238480.000000
mean	1986.971629	114.493215
std	14.491442	121.608401
min	1900.000000	1.000000
25%	1979.000000	65.000000
50%	1988.000000	86.000000
75%	1995.000000	118.000000
max	2020.000000	999.000000

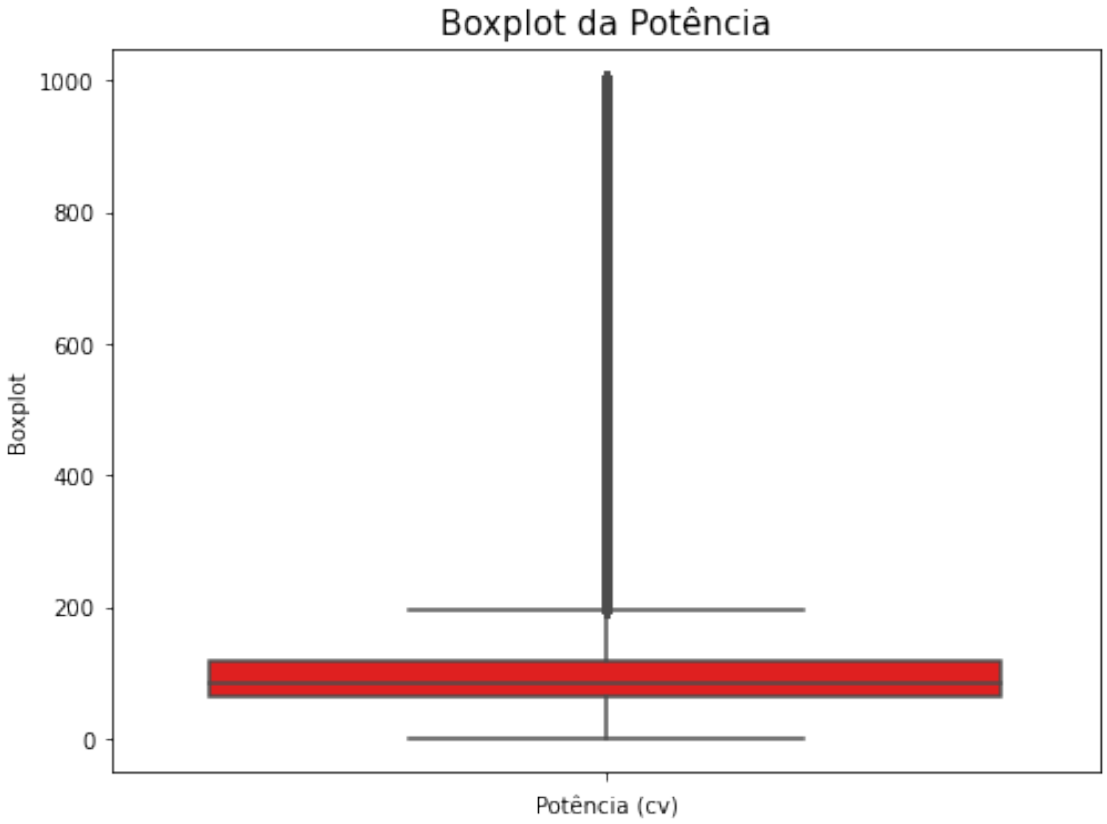
0.5.1 Explorando a Potência

[108]:
```
#Histograma da potência
cv = dfpot2['potencia']

fig = plt.figure(figsize=(8,6)) #Tamanho
plt.hist(cv, bins = 20, ec = "k", alpha = .6, color = '#df2020')
plt.xlabel("Potência (cv)",fontsize=10)
plt.title('Histograma da Potência',fontsize=15)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.savefig('hist_pot.svg', format='svg')
```



[109]:
```
#Boxplot da potência
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(8,6)) #Tamanho
sns.boxplot(y=cv, palette=cores)
plt.xlabel("Potência (cv)",fontsize=10)
plt.ylabel('Boxplot',fontsize=10)
plt.title('Boxplot da Potência',fontsize=15)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
```

```
plt.savefig('boxplot_pot.svg', format='svg')
```

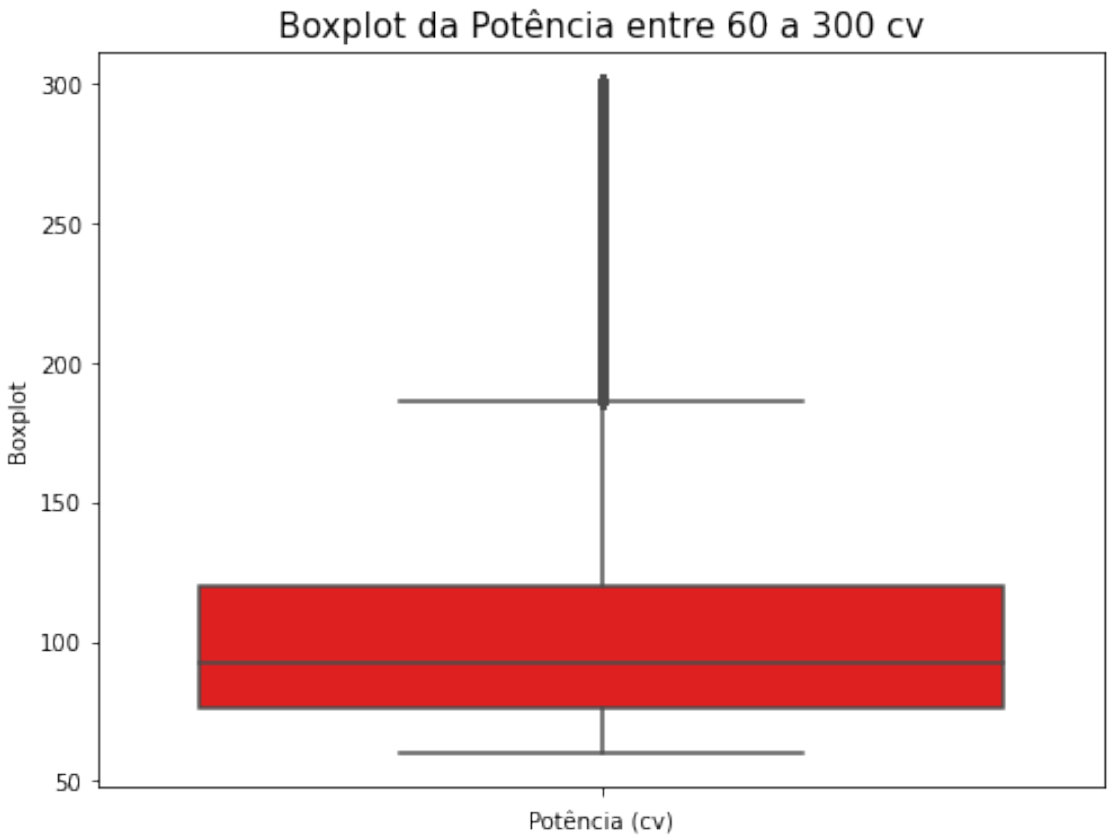


[110]:
```
#Selecionando potências entre 60 a 300 cv
dfpot2 = dfpot2.loc[(dfpot2['potencia'] >=60) & (dfpot2['potencia'] <=300)]

dfpot2['potencia'].describe()
```

[110]:
```
count    182468.000000
mean        106.596291
std          44.627240
min          60.000000
25%          76.000000
50%          92.000000
75%         120.000000
max         300.000000
Name: potencia, dtype: float64
```

[111]:
```
#Boxplot da potência
cv = dfpot2['potencia']
```

```
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(8,6)) #Tamanho
sns.boxplot(y=cv, palette=cores)
plt.xlabel("Potência (cv)",fontsize=10)
plt.ylabel('Boxplot',fontsize=10)
plt.title('Boxplot da Potência entre 60 a 300 cv',fontsize=15)
plt.xticks(fontsize=10,rotation=13)
plt.savefig('boxplot_pot2.svg', format='svg')
```



[112]:
```
#Backup dataset com seleção de potência

dfpot3 = dfpot2

dfpot3.head()
```

[112]:

	marca	ano_fabricacao_veiculo	potencia
0	I/FORD F SERIES F68	2009	75
1	A.GUGELMIN/F.PROPRIA BUG	2008	85
2	A.SALVADOR/F.PROPRIA AUT	2014	86
4	ADAMO	1972	65

```
6                    ADAMO                    1975        69
```

0.5.2 Preparando dados para concatenação com dataset de acidentes

[113]:
```
#Explorando os dados de ano
dfpot3["ano_fabricacao_veiculo"].head()
```

[113]:
```
0    2009
1    2008
2    2014
4    1972
6    1975
Name: ano_fabricacao_veiculo, dtype: int64
```

[114]:
```
#Convertendo em string
dfpot3['ano_fabricacao_veiculo'] = dfpot3['ano_fabricacao_veiculo'].astype(str)
dfpot3["ano_fabricacao_veiculo"].head()
```

[114]:
```
0    2009
1    2008
2    2014
4    1972
6    1975
Name: ano_fabricacao_veiculo, dtype: object
```

[115]:
```
#Criando nova coluna com as colunas marca e ano de fabricação
dfpot3["marca_ano"] = dfpot3["marca"] + " " + dfpot3["ano_fabricacao_veiculo"]

dfpot3.head()
```

[115]:
```
                     marca ano_fabricacao_veiculo  potencia  \
0       I/FORD F SERIES F68                   2009        75
1  A.GUGELMIN/F.PROPRIA BUG                   2008        85
2  A.SALVADOR/F.PROPRIA AUT                   2014        86
4                    ADAMO                    1972        65
6                    ADAMO                    1975        69

                      marca_ano
0       I/FORD F SERIES F68 2009
1  A.GUGELMIN/F.PROPRIA BUG 2008
2  A.SALVADOR/F.PROPRIA AUT 2014
4                    ADAMO 1972
6                    ADAMO 1975
```

[116]:
```
#Novo dataset com as colunas que serão concatenadas
dfpot4 = dfpot3.iloc[:,[3,2]]
```

```
dfpot4.head()
```

[116]:

	marca_ano	potencia
0	I/FORD F SERIES F68 2009	75
1	A.GUGELMIN/F.PROPRIA BUG 2008	85
2	A.SALVADOR/F.PROPRIA AUT 2014	86
4	ADAMO 1972	65
6	ADAMO 1975	69

[117]:
```
#Explorando dataset
dfpot4['marca_ano'].value_counts()
```

[117]:
```
IMP/BMW 1993                    109
GM/OPALA DIPLOMATA SE 1989      102
IMP/BMW 1992                    101
GM/OPALA 1979                   100
FORD/GALAXIE LANDAU 1980         99
                               …
VW/ARKS 1985                      1
VW/VIRTUS AF 2018                 1
M.BENZ/LK 1317 1986               1
VW/BRM BUGGY 1959                 1
I/NISSAN TIIDA SEDAN 18F 2012     1
Name: marca_ano, Length: 32871, dtype: int64
```

[118]:
```
#Explorando dataset
dfpot4.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 182468 entries, 0 to 482311
Data columns (total 2 columns):
 #   Column     Non-Null Count   Dtype
---  ------     --------------   -----
 0   marca_ano  182468 non-null  object
 1   potencia   182468 non-null  int64
dtypes: int64(1), object(1)
memory usage: 4.2+ MB
```

[119]:
```
#Removendo duplicados
dfpot4 = dfpot4.drop_duplicates()

dfpot4.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 182468 entries, 0 to 482311
Data columns (total 2 columns):
 #   Column     Non-Null Count   Dtype
---  ------     --------------   -----
 0   marca_ano  182468 non-null  object
```

```
 1   potencia   182468 non-null  int64
dtypes: int64(1), object(1)
memory usage: 4.2+ MB
```

[120]:
```
#Novo dataset agrupado pela média de potência
dfpot5 = dfpot4.groupby(['marca_ano']).mean()
dfpot5.head()
```

[120]:

marca_ano	potencia
A.GUGELMIN/F.PROPRIA BUG 2008	85.0
A.SALVADOR/F.PROPRIA AUT 2014	86.0
ADAMO 1972	65.0
ADAMO 1975	69.0
ADAMO 1976	65.0

[121]:
```
#Resetando indice
dfpot5= dfpot5.reset_index()
dfpot5.head()
```

[121]:

	marca_ano	potencia
0	A.GUGELMIN/F.PROPRIA BUG 2008	85.0
1	A.SALVADOR/F.PROPRIA AUT 2014	86.0
2	ADAMO 1972	65.0
3	ADAMO 1975	69.0
4	ADAMO 1976	65.0

0.6 Concatenação dos datasets de acidentes e características dos veículos

[122]:
```
#Backups
df_aci = df6
df_pot = dfpot5
```

[123]:
```
#Explorando dataset acidentes
df_aci.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 171490 entries, 0 to 171489
Data columns (total 41 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      171490 non-null  int32
 1   pesid                   171490 non-null  float64
 2   data_inversa            171490 non-null  datetime64[ns]
 3   dia_semana              171490 non-null  object
 4   horario                 171490 non-null  object
 5   uf                      171490 non-null  object
 6   br                      171490 non-null  int32
```

```
 7   km                       171490 non-null  object
 8   municipio                171490 non-null  object
 9   causa_principal          171490 non-null  object
 10  causa_acidente           171490 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente      171490 non-null  float64
 12  tipo_acidente            171490 non-null  object
 13  classificacao_acidente   171490 non-null  object
 14  fase_dia                 171490 non-null  object
 15  sentido_via              171490 non-null  object
 16  condicao_metereologica   171490 non-null  object
 17  tipo_pista               171490 non-null  object
 18  tracado_via              171490 non-null  object
 19  uso_solo                 171490 non-null  object
 20  id_veiculo               171490 non-null  float64
 21  tipo_veiculo             171490 non-null  object
 22  marca                    171490 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo   171490 non-null  object
 24  tipo_envolvido           171490 non-null  object
 25  estado_fisico            171490 non-null  object
 26  idade                    171490 non-null  float64
 27  sexo                     171490 non-null  object
 28  ilesos                   171490 non-null  int64
 29  feridos_leves            171490 non-null  int64
 30  feridos_graves           171490 non-null  int64
 31  mortos                   171490 non-null  int64
 32  latitude                 171490 non-null  object
 33  longitude                171490 non-null  object
 34  regional                 171490 non-null  object
 35  delegacia                171490 non-null  object
 36  uop                      171490 non-null  object
 37  data_ano                 171490 non-null  int64
 38  idade_veiculo            171490 non-null  int64
 39  Feriado                  171490 non-null  object
 40  marca_ano                171490 non-null  object
dtypes: datetime64[ns](1), float64(4), int32(2), int64(6), object(28)
memory usage: 52.3+ MB
```

[124]:
```
#Explorando dataset potência
df_pot.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 32871 entries, 0 to 32870
Data columns (total 2 columns):
 #   Column     Non-Null Count  Dtype
---  ------     --------------  -----
 0   marca_ano  32871 non-null  object
 1   potencia   32871 non-null  float64
dtypes: float64(1), object(1)
```

```
memory usage: 513.7+ KB
```

[125]:
```
#Concatenando datasets pela marca e ano
df = pd.merge(df_aci, df_pot, on=['marca_ano'], how='left')
df.head()
```

[125]:

	id	pesid	data_inversa	dia_semana	horario	uf	br	km	\
0	0	955.0	2017-01-01	domingo	00:01:00	SC	101	234	
1	1	2.0	2017-01-01	domingo	00:00:00	PR	153	56,9	
2	2	1558.0	2017-01-01	domingo	00:40:00	GO	60	188	
3	3	10.0	2017-01-01	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	
4	4	10.0	2017-01-01	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	

	municipio	causa_principal	…	latitude	longitude	\
0	PALHOCA	Sim	…	-27,8101	-48,6357	
1	SANTO ANTONIO DA PLATINA	Sim	…	-23,36951985	309,9351311	
2	GUAPO	Sim	…	-16,82489647	-49,53520775	
3	VACARIA	Sim	…	-28,5071196	-50,941176	
4	VACARIA	Sim	…	-28,5071196	-50,941176	

	regional	delegacia	uop	data_ano	idade_veiculo	Feriado	\
0	SR-SC	DEL8/1	UOP02/SC	2017	14	Feriado	
1	SR-PR	DEL7/7	UOP07/PR	2017	4	Feriado	
2	SR-GO	DEL1/1	UOP02/GO	2017	15	Feriado	
3	SR-RS	DEL9/5	UOP03/RS	2017	34	Feriado	
4	SR-RS	DEL9/5	UOP03/RS	2017	34	Feriado	

	marca_ano	potencia
0	FIAT/PALIO WEEKEND EX 2003	83.071429
1	VW/NOVO GOL 1.0 2013	79.400000
2	RENAULT/CLIO RN 1.0 16V 2002	79.300000
3	GM/CHEVETTE 1983	100.818182
4	GM/CHEVETTE 1983	100.818182

[5 rows x 42 columns]

[126]:
```
#Explorando dados
df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 171490 entries, 0 to 171489
Data columns (total 42 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      171490 non-null  int32
 1   pesid                   171490 non-null  float64
 2   data_inversa            171490 non-null  datetime64[ns]
 3   dia_semana              171490 non-null  object
```

```
 4   horario                 171490 non-null  object
 5   uf                      171490 non-null  object
 6   br                      171490 non-null  int32
 7   km                      171490 non-null  object
 8   municipio               171490 non-null  object
 9   causa_principal         171490 non-null  object
 10  causa_acidente          171490 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     171490 non-null  float64
 12  tipo_acidente           171490 non-null  object
 13  classificacao_acidente  171490 non-null  object
 14  fase_dia                171490 non-null  object
 15  sentido_via             171490 non-null  object
 16  condicao_metereologica  171490 non-null  object
 17  tipo_pista              171490 non-null  object
 18  tracado_via             171490 non-null  object
 19  uso_solo                171490 non-null  object
 20  id_veiculo              171490 non-null  float64
 21  tipo_veiculo            171490 non-null  object
 22  marca                   171490 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo  171490 non-null  object
 24  tipo_envolvido          171490 non-null  object
 25  estado_fisico           171490 non-null  object
 26  idade                   171490 non-null  float64
 27  sexo                    171490 non-null  object
 28  ilesos                  171490 non-null  int64
 29  feridos_leves           171490 non-null  int64
 30  feridos_graves          171490 non-null  int64
 31  mortos                  171490 non-null  int64
 32  latitude                171490 non-null  object
 33  longitude               171490 non-null  object
 34  regional                171490 non-null  object
 35  delegacia               171490 non-null  object
 36  uop                     171490 non-null  object
 37  data_ano                171490 non-null  int64
 38  idade_veiculo           171490 non-null  int64
 39  Feriado                 171490 non-null  object
 40  marca_ano               171490 non-null  object
 41  potencia                170272 non-null  float64
dtypes: datetime64[ns](1), float64(5), int32(2), int64(6), object(28)
memory usage: 55.0+ MB
```

[127]:
```
#Removendo valores ausentes
df = df.dropna()

df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 170272 entries, 0 to 171489
```

```
Data columns (total 42 columns):
 #   Column                   Non-Null Count   Dtype
---  ------                   --------------   -----
 0   id                       170272 non-null  int32
 1   pesid                    170272 non-null  float64
 2   data_inversa             170272 non-null  datetime64[ns]
 3   dia_semana               170272 non-null  object
 4   horario                  170272 non-null  object
 5   uf                       170272 non-null  object
 6   br                       170272 non-null  int32
 7   km                       170272 non-null  object
 8   municipio                170272 non-null  object
 9   causa_principal          170272 non-null  object
 10  causa_acidente           170272 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente      170272 non-null  float64
 12  tipo_acidente            170272 non-null  object
 13  classificacao_acidente   170272 non-null  object
 14  fase_dia                 170272 non-null  object
 15  sentido_via              170272 non-null  object
 16  condicao_metereologica   170272 non-null  object
 17  tipo_pista               170272 non-null  object
 18  tracado_via              170272 non-null  object
 19  uso_solo                 170272 non-null  object
 20  id_veiculo               170272 non-null  float64
 21  tipo_veiculo             170272 non-null  object
 22  marca                    170272 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo   170272 non-null  object
 24  tipo_envolvido           170272 non-null  object
 25  estado_fisico            170272 non-null  object
 26  idade                    170272 non-null  float64
 27  sexo                     170272 non-null  object
 28  ilesos                   170272 non-null  int64
 29  feridos_leves            170272 non-null  int64
 30  feridos_graves           170272 non-null  int64
 31  mortos                   170272 non-null  int64
 32  latitude                 170272 non-null  object
 33  longitude                170272 non-null  object
 34  regional                 170272 non-null  object
 35  delegacia                170272 non-null  object
 36  uop                      170272 non-null  object
 37  data_ano                 170272 non-null  int64
 38  idade_veiculo            170272 non-null  int64
 39  Feriado                  170272 non-null  object
 40  marca_ano                170272 non-null  object
 41  potencia                 170272 non-null  float64
dtypes: datetime64[ns](1), float64(5), int32(2), int64(6), object(28)
memory usage: 54.6+ MB
```

0.7 Tratamento do dataset final

0.7.1 Definindo os classificadores

[128]:
```
#Quantidade de valores ilesos
df.ilesos.value_counts()
```

[128]:
```
1    112456
0     57816
Name: ilesos, dtype: int64
```

[129]:
```
#Quantidade de valores de feridos leves
df.feridos_leves.value_counts()
```

[129]:
```
0    126529
1     43743
Name: feridos_leves, dtype: int64
```

[130]:
```
#Quantidade de valores de feridos graves
df.feridos_graves.value_counts()
```

[130]:
```
0    160097
1     10175
Name: feridos_graves, dtype: int64
```

[131]:
```
#Quantidade de valores de mortos
df.mortos.value_counts()
```

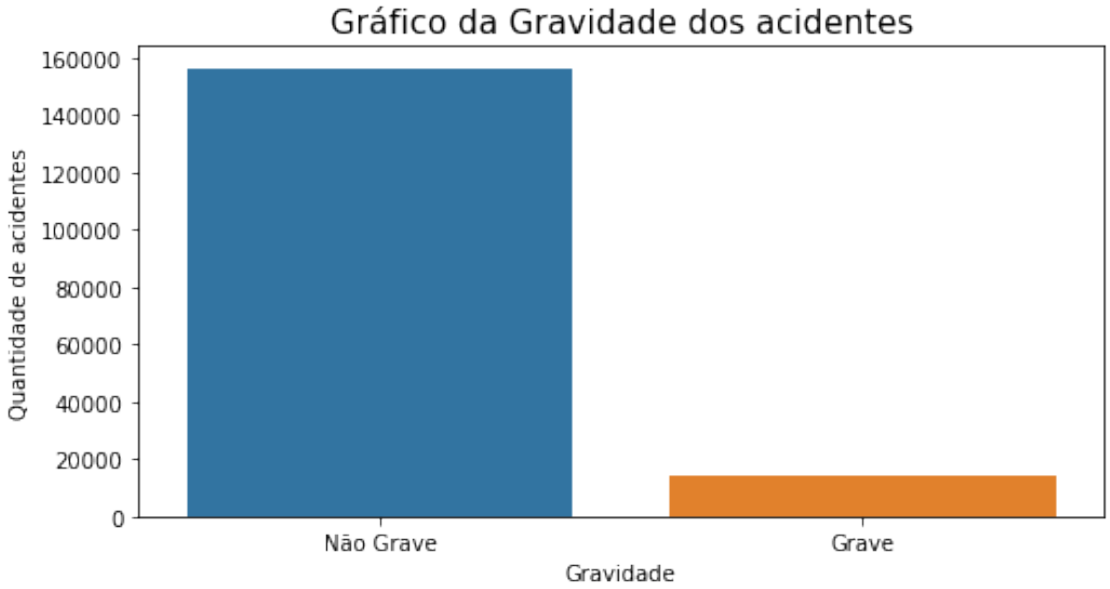
[131]:
```
0    166374
1      3898
Name: mortos, dtype: int64
```

[132]:
```
#Definindo a Gravidade pela soma dos feridos graves e mortos

df['Gravidade'] = df['feridos_graves']+df['mortos']

df['Gravidade'] = df['Gravidade'].replace({1: 'Grave'})

df['Gravidade'] = df['Gravidade'].replace({0: 'Não Grave'})

df['Gravidade'].value_counts()
```

[132]:
```
Não Grave    156199
Grave         14073
Name: Gravidade, dtype: int64
```

[133]:
```
#Gráfico
fig = plt.figure(figsize=(8,4)) #Tamanho
sns.countplot(x='Gravidade', #variável
```

```
              order=df['Gravidade'].value_counts().index, data=df)
plt.xlabel('Gravidade',fontsize=10)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=10)
plt.title('Gráfico da Gravidade dos acidentes',fontsize=15)
plt.savefig('gravidade2.svg', format='svg')
```



[134]:
```
df.head()
```

[134]:

	id	pesid	data_inversa	dia_semana	horario	uf	br	km	\
0	0	955.0	2017-01-01	domingo	00:01:00	SC	101	234	
1	1	2.0	2017-01-01	domingo	00:00:00	PR	153	56,9	
2	2	1558.0	2017-01-01	domingo	00:40:00	GO	60	188	
3	3	10.0	2017-01-01	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	
4	4	10.0	2017-01-01	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	

	municipio	causa_principal	…	longitude	regional	\
0	PALHOCA	Sim	…	-48,6357	SR-SC	
1	SANTO ANTONIO DA PLATINA	Sim	…	309,9351311	SR-PR	
2	GUAPO	Sim	…	-49,53520775	SR-GO	
3	VACARIA	Sim	…	-50,941176	SR-RS	
4	VACARIA	Sim	…	-50,941176	SR-RS	

	delegacia	uop	data_ano	idade_veiculo	Feriado	\
0	DEL8/1	UOP02/SC	2017	14	Feriado	
1	DEL7/7	UOP07/PR	2017	4	Feriado	
2	DEL1/1	UOP02/GO	2017	15	Feriado	
3	DEL9/5	UOP03/RS	2017	34	Feriado	

```
4    DEL9/5  UOP03/RS     2017            34  Feriado

                      marca_ano    potencia  Gravidade
0    FIAT/PALIO WEEKEND EX 2003   83.071429  Não Grave
1          VW/NOVO GOL 1.0 2013   79.400000  Não Grave
2  RENAULT/CLIO RN 1.0 16V 2002   79.300000  Não Grave
3              GM/CHEVETTE 1983  100.818182  Não Grave
4              GM/CHEVETTE 1983  100.818182  Não Grave

[5 rows x 43 columns]
```

0.7.2 Seleção de variáveis

[135]:
```
df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 170272 entries, 0 to 171489
Data columns (total 43 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   id                      170272 non-null  int32
 1   pesid                   170272 non-null  float64
 2   data_inversa            170272 non-null  datetime64[ns]
 3   dia_semana              170272 non-null  object
 4   horario                 170272 non-null  object
 5   uf                      170272 non-null  object
 6   br                      170272 non-null  int32
 7   km                      170272 non-null  object
 8   municipio               170272 non-null  object
 9   causa_principal         170272 non-null  object
 10  causa_acidente          170272 non-null  object
 11  ordem_tipo_acidente     170272 non-null  float64
 12  tipo_acidente           170272 non-null  object
 13  classificacao_acidente  170272 non-null  object
 14  fase_dia                170272 non-null  object
 15  sentido_via             170272 non-null  object
 16  condicao_metereologica  170272 non-null  object
 17  tipo_pista              170272 non-null  object
 18  tracado_via             170272 non-null  object
 19  uso_solo                170272 non-null  object
 20  id_veiculo              170272 non-null  float64
 21  tipo_veiculo            170272 non-null  object
 22  marca                   170272 non-null  object
 23  ano_fabricacao_veiculo  170272 non-null  object
 24  tipo_envolvido          170272 non-null  object
 25  estado_fisico           170272 non-null  object
 26  idade                   170272 non-null  float64
 27  sexo                    170272 non-null  object
```

```
 28  ilesos                  170272 non-null  int64
 29  feridos_leves           170272 non-null  int64
 30  feridos_graves          170272 non-null  int64
 31  mortos                  170272 non-null  int64
 32  latitude                170272 non-null  object
 33  longitude               170272 non-null  object
 34  regional                170272 non-null  object
 35  delegacia               170272 non-null  object
 36  uop                     170272 non-null  object
 37  data_ano                170272 non-null  int64
 38  idade_veiculo           170272 non-null  int64
 39  Feriado                 170272 non-null  object
 40  marca_ano               170272 non-null  object
 41  potencia                170272 non-null  float64
 42  Gravidade               170272 non-null  object
dtypes: datetime64[ns](1), float64(5), int32(2), int64(6), object(29)
memory usage: 60.9+ MB
```

[136]:
```
#Remoção de colunas desnecessárias
df2 = df.iloc[:,[ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 26, 27, 38,␣
 ↪39, 41, 42]]
df2.head()
```

[136]:

	dia_semana	horario	uf	br	km	municipio	causa_acidente	tipo_acidente	sentido_via	condicao_metereologica	tipo_pista	tracado_via	uso_solo	marca	idade	sexo	idade_veiculo	Feriado
0	domingo	00:01:00	SC	101	234	PALHOCA	Falta de Atenção à Condução	Colisão com objeto estático	Crescente	Chuva	Dupla	Curva	Não	FIAT/PALIO WEEKEND EX	35.0	Masculino	14	Feriado
1	domingo	00:00:00	PR	153	56,9	SANTO ANTONIO DA PLATINA	Animais na Pista	Capotamento	Decrescente	Garoa/Chuvisco	Simples	Reta	Não	VW/NOVO GOL 1.0	27.0	Feminino	4	Feriado
2	domingo	00:40:00	GO	60	188	GUAPO	Falta de Atenção à Condução	Colisão traseira	Decrescente	Nublado	Dupla	Reta	Sim					
3	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	VACARIA	Defeito Mecânico no Veículo	Capotamento	Decrescente	Céu Claro	Simples	Reta	Não					
4	domingo	01:45:00	RS	116	34,9	VACARIA	Defeito Mecânico no Veículo	Colisão traseira	Decrescente	Céu Claro	Simples	Reta	Não					

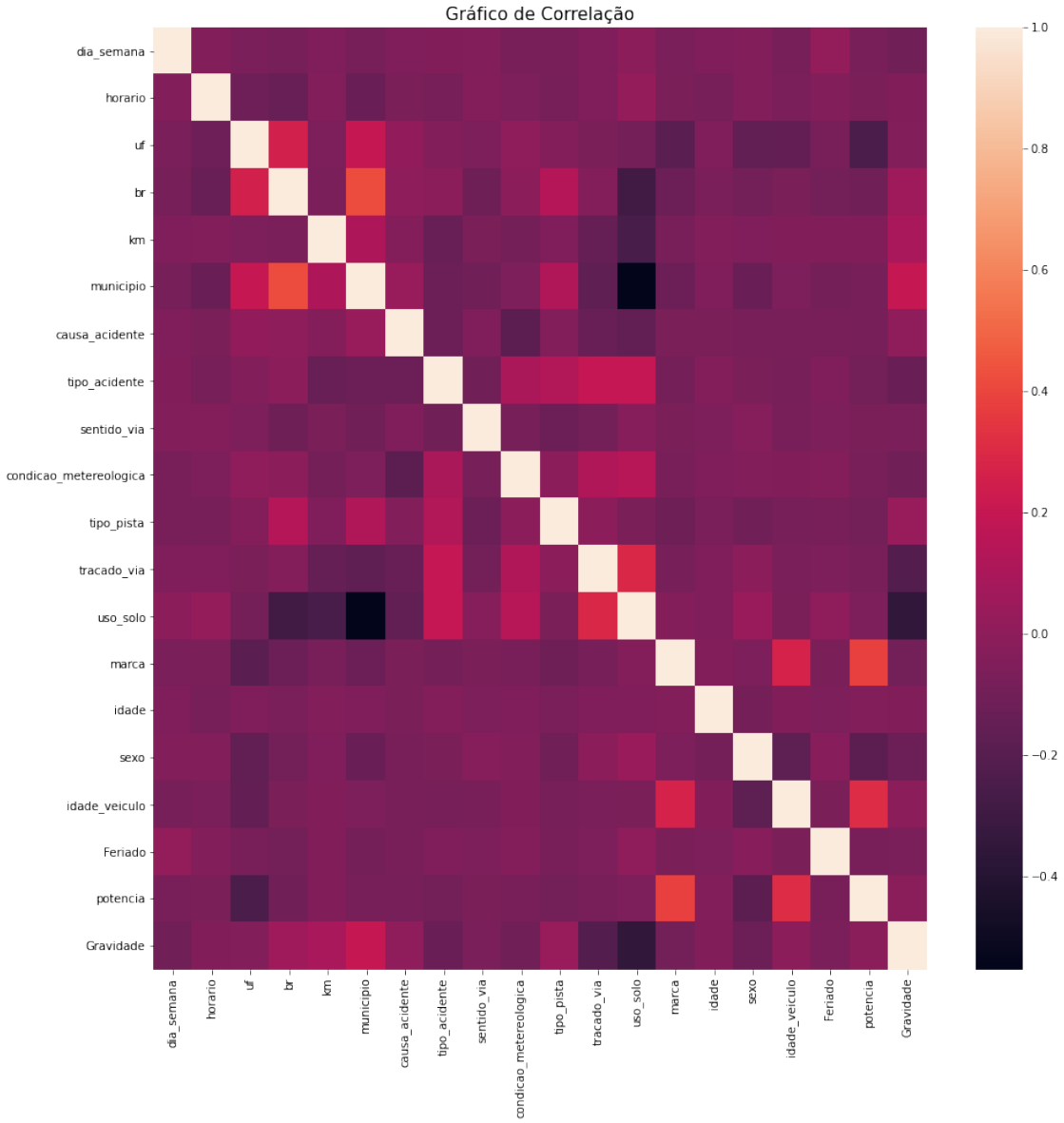
```
2  RENAULT/CLIO RN 1.0 16V   35.0  Masculino            15  Feriado
3              GM/CHEVETTE   31.0  Masculino            34  Feriado
4              GM/CHEVETTE   31.0  Masculino            34  Feriado

     potencia  Gravidade
0   83.071429  Não Grave
1   79.400000  Não Grave
2   79.300000  Não Grave
3  100.818182  Não Grave
4  100.818182  Não Grave
```

[137]:
```
#Convertendo em variáveis categóricas
df2 = df2.astype("category")
df2.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 170272 entries, 0 to 171489
Data columns (total 20 columns):
 #   Column                  Non-Null Count   Dtype
---  ------                  --------------   -----
 0   dia_semana              170272 non-null  category
 1   horario                 170272 non-null  category
 2   uf                      170272 non-null  category
 3   br                      170272 non-null  category
 4   km                      170272 non-null  category
 5   municipio               170272 non-null  category
 6   causa_acidente          170272 non-null  category
 7   tipo_acidente           170272 non-null  category
 8   sentido_via             170272 non-null  category
 9   condicao_metereologica  170272 non-null  category
 10  tipo_pista              170272 non-null  category
 11  tracado_via             170272 non-null  category
 12  uso_solo                170272 non-null  category
 13  marca                   170272 non-null  category
 14  idade                   170272 non-null  category
 15  sexo                    170272 non-null  category
 16  idade_veiculo           170272 non-null  category
 17  Feriado                 170272 non-null  category
 18  potencia                170272 non-null  category
 19  Gravidade               170272 non-null  category
dtypes: category(20)
memory usage: 11.1 MB
```

[138]:
```
#Fatorizando as variáveis
df3 = df2.apply(lambda x : pd.factorize(x)[0]).corr(method='pearson',␣
 ↪min_periods=1)
```

```
#Criando Gráfico de Correlação etre variáveis
cores = sns.light_palette("red",30,reverse=True) #Cor
fig = plt.figure(figsize=(15,15)) #Tamanho
df3cor = sns.heatmap(df3.corr())
plt.title('Gráfico de Correlação',fontsize=15)
plt.savefig('correlação.svg', format='svg')
```



[139]:
```
#Novo dataset com varíveis fatorizadas
dfML = df2.apply(lambda x : pd.factorize(x)[0])
```

[140]:
```
#Separando o dataset em input e output
X = dfML.drop(['Gravidade'], axis=1)
y = dfML['Gravidade']
```

[141]:
```
# Extração de Variáveis com Testes Estatísticos Univariados (Teste qui-quadrado)
test = SelectKBest(chi2, k=12)
fit = test.fit(X, y)
features = fit.transform(X)
print(features)
```

```
[[   0    0    0 …    0    0    0]
 [   1    1    1 …    1    1    1]
 [   2    2    2 …    0    2    2]
 …
 [  77    5 2737 …    0   25  689]
 [ 104   90 6743 …    1   12    8]
 [ 104   90 6743 …    0   25 1760]]
```

[142]:
```
#Sumarizando as varíveis
fit.get_support(indices=True)

cols = fit.get_support(indices=True)
dfML2 = dfML.iloc[:,cols]
dfML2.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 170272 entries, 0 to 171489
Data columns (total 12 columns):
 #   Column          Non-Null Count   Dtype
---  ------          --------------   -----
 0   horario         170272 non-null  int64
 1   br              170272 non-null  int64
 2   km              170272 non-null  int64
 3   municipio       170272 non-null  int64
 4   causa_acidente  170272 non-null  int64
 5   tipo_pista      170272 non-null  int64
 6   tracado_via     170272 non-null  int64
 7   uso_solo        170272 non-null  int64
 8   marca           170272 non-null  int64
 9   sexo            170272 non-null  int64
 10  idade_veiculo   170272 non-null  int64
 11  potencia        170272 non-null  int64
dtypes: int64(12)
memory usage: 21.9 MB
```

0.8 Machine Learning

[143]:
```
#Separando as varíveis
X = dfML2
y = dfML['Gravidade']
```

[144]:
```
#Criando os conjuntos de dados de treino e de teste
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y)
```

[145]:
```
# Padronização dos dados
scaler = StandardScaler()
scaler.fit(X_train)
```

[145]:
```
StandardScaler()
```

[146]:
```
# Aplicando a padronização aos dados
X_train = scaler.transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)
```

[147]:
```
# Criação do modelo
mlp = MLPClassifier(hidden_layer_sizes = (10,10,10))
mlp.fit(X_train, y_train)
```

[147]:
```
MLPClassifier(hidden_layer_sizes=(10, 10, 10))
```

[148]:
```
#Fazendo as previsões e construindo a Confusion Matrix
predictions = mlp.predict(X_test)

#Confusion Matrix
print(confusion_matrix(y_test,predictions))
```

```
[[38951     2]
 [ 3612     3]]
```

[149]:
```
#Acurácia
print(accuracy_score(y_test,predictions))
```

```
0.9151005450103364
```

[150]:
```
# Imprimindo o relatório
print("Relatório de Classificação:\n", classification_report(y_test,␣
 ↪predictions, digits=4))
print("AUC: {:.4f}\n".format(roc_auc_score(y_test, predictions)))
```

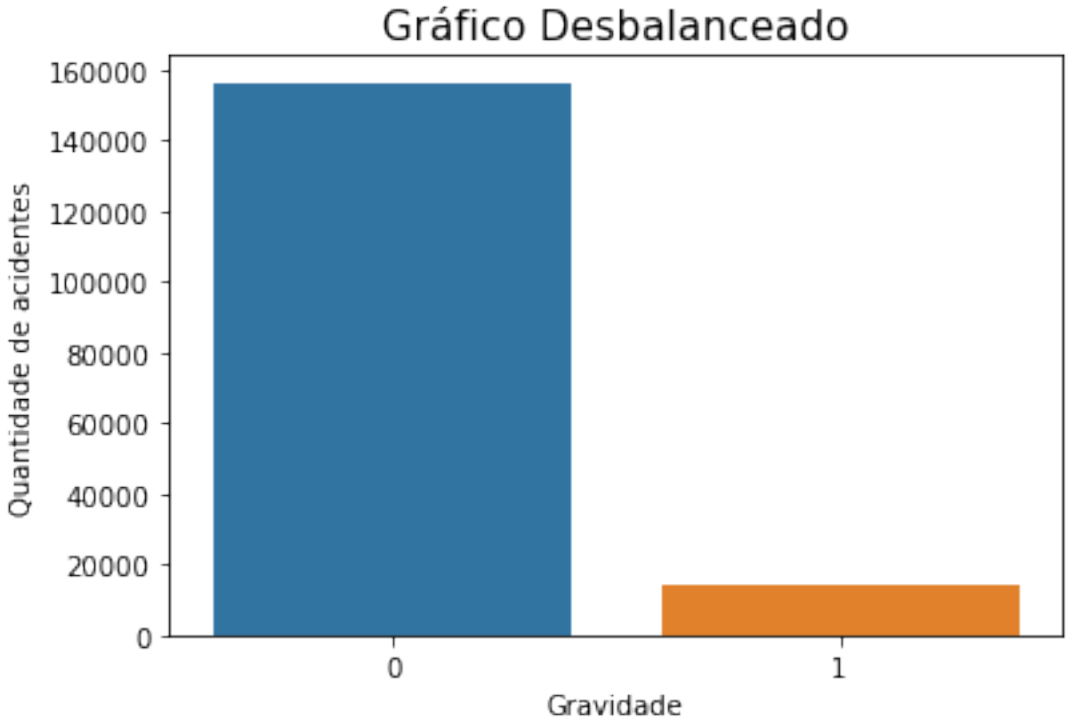
```
Relatório de Classificação:
              precision    recall  f1-score   support

           0     0.9151    0.9999    0.9557     38953
           1     0.6000    0.0008    0.0017      3615
```

```
    accuracy                           0.9151     42568
   macro avg     0.7576    0.5004    0.4787     42568
weighted avg     0.8884    0.9151    0.8746     42568

AUC: 0.5004
```

0.9 Balanceando os dados

[151]:
```
dfMLb = dfML
```

[152]:
```
sns.countplot(x='Gravidade', #variável
              order=dfMLb['Gravidade'].value_counts().index, data=dfMLb)
plt.xlabel('Gravidade',fontsize=10)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=10)
plt.title('Gráfico Desbalanceado',fontsize=15)
plt.savefig('gravidadedes.svg', format='svg')
```



[153]:
```
#Separando as variáveis preditoras
X2 = dfMLb.drop("Gravidade", axis = 1)
y2 = dfMLb.Gravidade
```

[154]:
```
#Aplicando balanceamento
nr = NearMiss()
X2, y2 = nr.fit_sample(X2, y2)
```

[155]:
```
sns.countplot(x=y2, data=dfMLb)
plt.xlabel('Gravidade',fontsize=10)
plt.ylabel('Quantidade de acidentes',fontsize=10)
plt.title('Gráfico Balanceado',fontsize=15)
plt.savefig('gravidadebal.svg', format='svg')
```

[156]:
```
#Conferindo valores
y2.value_counts()
```

[156]:
```
1    14073
0    14073
Name: Gravidade, dtype: int64
```

0.10 Aplicando Redes Neurais no dataset balanceado

[157]:
```
#Criando os conjuntos de dados de treino e de teste
X2_train, X2_test, y2_train, y2_test = train_test_split(X2, y2)
```

[158]:
```
# Criação do modelo
mlp = MLPClassifier(hidden_layer_sizes = (10,10,10))
mlp.fit(X2_train, y2_train)
```

[158]:
```
MLPClassifier(hidden_layer_sizes=(10, 10, 10))
```

[159]:
```
#Fazendo as previsões e construindo a Confusion Matrix
predictions = mlp.predict(X2_test)

#Confusion Matrix
print(confusion_matrix(y2_test,predictions))
```

```
[[3230  237]
 [1175 2395]]
```

[160]:
```
#Acurácia
print(accuracy_score(y2_test,predictions))
```

```
0.7993463123490123
```

[161]:
```
# Imprimindo o relatório
print("Relatório de Classificação:\n", classification_report(y2_test,␣
 ↪predictions, digits=4))
print("AUC: {:.4f}\n".format(roc_auc_score(y2_test, predictions)))
```

```
Relatório de Classificação:
              precision    recall  f1-score   support

           0     0.7333    0.9316    0.8206      3467
           1     0.9100    0.6709    0.7723      3570

    accuracy                         0.7993      7037
   macro avg     0.8216    0.8013    0.7965      7037
weighted avg     0.8229    0.7993    0.7961      7037

AUC: 0.8013
```

0.11 Otimizando Modelo

0.11.1 Dados desbalanceados

[162]:
```
# Construindo o modelo do classificador
mlp2 = MLPClassifier(max_iter=100)
```

[163]:
```
#Valores do parâmetros a serem testados
param_grid = {'hidden_layer_sizes': [(10,30,10),(20,)],
    'activation': ['tanh', 'relu'],
    'solver': ['sgd', 'adam'],
```

```
    'alpha': [0.0001, 0.05],
    'learning_rate': ['constant','adaptive'],}
```

[164]:
```
#Aplicando o GridShearch balanceados
grid_search = GridSearchCV(mlp2, param_grid = param_grid)
grid_search.fit(X, y)
```

```
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
```

```
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
```

```
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
```

```
[164]: GridSearchCV(estimator=MLPClassifier(max_iter=100),
                    param_grid={'activation': ['tanh', 'relu'],
                                'alpha': [0.0001, 0.05],
                                'hidden_layer_sizes': [(10, 30, 10), (20,)],
                                'learning_rate': ['constant', 'adaptive'],
                                'solver': ['sgd', 'adam']})
```

```
[166]: #Imprimindo o melhor parâmetro dados balanceados
       print ('Melhores parâmetros encontrados: \ n', grid_search.best_params_)
```

```
Melhores parâmetros encontrados: \ n {'activation': 'tanh', 'alpha': 0.0001,
'hidden_layer_sizes': (10, 30, 10), 'learning_rate': 'constant', 'solver':
'sgd'}
```

```
[165]: #Fazendo as previsões e construindo a Confusion Matrix dados balanceados
       predictions_grid = grid_search.predict(X_test)

       #Confusion Matrix dados balanceados
       print(confusion_matrix(y_test,predictions_grid))
```

```
[[29672  9281]
 [ 2970   645]]
```

```
[167]: #Acurácia
       print(accuracy_score(y_test,predictions_grid))
```

```
0.7122016538244691
```

```
[168]: # Imprimindo o relatório dados balanceados
       print("Relatório de Classificação:\n", classification_report(y_test,␣
        ↪predictions_grid, digits=4))
       print("AUC: {:.4f}\n".format(roc_auc_score(y_test, predictions_grid)))
```

```
Relatório de Classificação:
               precision    recall  f1-score   support

           0     0.9090    0.7617    0.8289     38953
           1     0.0650    0.1784    0.0953      3615

    accuracy                         0.7122     42568
   macro avg     0.4870    0.4701    0.4621     42568
weighted avg     0.8373    0.7122    0.7666     42568

AUC: 0.4701
```

0.11.2 Dados balanceados

[169]:
```
#Aplicando o GridShearch dados balanceados
grid_search2 = GridSearchCV(mlp2, param_grid = param_grid)
grid_search2.fit(X2, y2)
```

```
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
```

```
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
```

```
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
```

```
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
```

```
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
```

```
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
```

```
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
```

```
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
C:\ProgramData\Anaconda3\lib\site-
packages\sklearn\neural_network\_multilayer_perceptron.py:582:
ConvergenceWarning: Stochastic Optimizer: Maximum iterations (100) reached and
the optimization hasn't converged yet.
  warnings.warn(
```

[169]:
```
GridSearchCV(estimator=MLPClassifier(max_iter=100),
             param_grid={'activation': ['tanh', 'relu'],
                         'alpha': [0.0001, 0.05],
                         'hidden_layer_sizes': [(10, 30, 10), (20,)],
                         'learning_rate': ['constant', 'adaptive'],
                         'solver': ['sgd', 'adam']})
```

[171]:
```
#Imprimindo o melhor parâmetro dados desbalanceados
print ('Melhores parâmetros encontrados: \ n', grid_search2.best_params_)
```

```
Melhores parâmetros encontrados: \ n {'activation': 'relu', 'alpha': 0.0001,
'hidden_layer_sizes': (10, 30, 10), 'learning_rate': 'adaptive', 'solver':
'adam'}
```

[170]:
```
#Fazendo as previsões e construindo a Confusion Matrix dados balanceados
predictions_grid2 = grid_search2.predict(X2_test)

#Confusion Matrix dados balanceados
print(confusion_matrix(y2_test,predictions_grid2))
```

```
[[2648  819]
 [ 454 3116]]
```

[172]:
```
#Acurácia
print(accuracy_score(y2_test,predictions_grid2))
```

```
0.8190990478897258
```

[173]:
```
# Imprimindo o relatório dados balanceados
print("Relatório de Classificação:\n", classification_report(y2_test,␣
 ↪predictions_grid2, digits=4))
print("AUC: {:.4f}\n".format(roc_auc_score(y2_test, predictions_grid2)))
```

```
Relatório de Classificação:
              precision    recall  f1-score   support
```

```
              precision    recall  f1-score   support

           0     0.8536    0.7638    0.8062      3467
           1     0.7919    0.8728    0.8304      3570

    accuracy                         0.8191      7037
   macro avg     0.8228    0.8183    0.8183      7037
weighted avg     0.8223    0.8191    0.8185      7037

AUC: 0.8183
```