

Atividade_01

September 18, 2023

Pré-Processamento - Mineração de Dados

Nome: Davi Augusto Neves Leite

Data de Entrega: 19/09/2023

1 Materiais

Os principais recursos para a execução desta atividade podem ser vistos a seguir.

1. Software

- Sistemas Operacionais: Windows 11 para *desktop*;
- Ambiente de Desenvolvimento Integrado: Microsoft Visual Studio Code;
- Linguagem de Programação: Python 3.11.5 64-bit.

2. Hardware

- Notebook pessoal Lenovo Ideapad 330-15IKB com: processador Intel Core i7-8550U, HDD WD Blue WD10SPZX de 1TB, SSD Crucial BX500 de 240GB, 12 GB DDR4 de Memória RAM e placa de vídeo NVIDIA GeForce MX150 (2 GB GDDR5 de memória).
-

2 Importação das Bibliotecas Principais

Nota: ao decorrer deste Notebook, outras bibliotecas podem ser utilizadas em quaisquer respectiva seção/conjunto de dados, dependendo da necessidade. Abaixo, há a importação das principais que são comuns e utilizadas em todas ou quase todas seções/conjunto de dados.

```
[ ]: import numpy as np      # Manipulação de listas
import pandas as pd        # Manipulação de tabelas
import seaborn as sbn      # Geração de gráficos estatísticos
import matplotlib.pyplot as plt # Geração de gráficos de listas
import sklearn as skl      # Biblioteca para pré-processamento
from copy import copy as cp # Possibilitar copiar os objetos

# Ignorar os avisos não importantes durante a execução deste notebook
import warnings
```

```
warnings.filterwarnings('ignore')
```

3 Conjunto Numérico: *Rice (Cammeo and Osmancik)*

Descrição do Dataset: este conjunto é composto por 3810 dados obtidos acerca de duas espécies diferentes de grãos de arroz na Turquia. Os dados estão compostos por 7 características morfológicas (atributos) destes grãos: área, perímetro, comprimento do eixo principal, comprimento do eixo menor, excentricidade, área convexa e extensão.

A descrição de cada atributo pode ser vista a seguir.

1. **Área (decimal):** número de pixels dentro dos limites do grão de arroz;
2. **Perímetro (decimal):** circunferência do grão de arroz por meio do cálculo da distância de pixels ao redor dos limites do grão de arroz;
3. **Comprimento do Eixo Principal (decimal):** linha mais longa que pode ser desenhada no grão de arroz;
4. **Comprimento do Eixo Menor (decimal):** linha mais curta que pode ser desenhada no grão de arroz;
5. **Excentricidade (decimal):** medida que diz respeito ao quão redonda é a elipse do grão de arroz;
6. **Área convexa (inteiro):** contagem de pixels da menor concha convexa da região formada pelo grão de arroz;
7. **Extensão (decimal):** proporção da região formada pelo grão de arroz em relação aos pixels da caixa delimitadora.

Especificamente, as espécies estudadas foram a *Osmancik* e a *Cammeo*, ambas com características semelhantes de uma aparência larga, longa e sem brilho.

Este conjunto de dados pode ser acessado por meio de: [Rice \(Cammeo and Osmancik\)](#) (última data de acesso: 15 de set. de 2023).

3.1 Informações Básicas

```
[ ]: # Acesso dos dados do dataset "Rice"
from scipy.io.arff import loadarff # Carregar arquivo tipo .arff

dataset_rice_arff = loadarff('./Datasets/01_Rice_Cammeo_Osmancik.arff')
data = pd.DataFrame(data=dataset_rice_arff[0])

# Mostra os 5 primeiros e últimos registros
print(data)
```

	Area	Perimeter	Major_Axis_Length	Minor_Axis_Length	Eccentricity	\
0	15231.0	525.578979	229.749878	85.093788	0.928882	
1	14656.0	494.311005	206.020065	91.730972	0.895405	
2	14634.0	501.122009	214.106781	87.768288	0.912118	
3	13176.0	458.342987	193.337387	87.448395	0.891861	
4	14688.0	507.166992	211.743378	89.312454	0.906691	

...
3805	11441.0	415.858002	170.486771	85.756592	0.864280
3806	11625.0	421.390015	167.714798	89.462570	0.845850
3807	12437.0	442.498993	183.572922	86.801979	0.881144
3808	9882.0	392.296997	161.193985	78.210480	0.874406
3809	11434.0	404.709991	161.079269	90.868195	0.825692

	Convex_Area	Extent	Class
0	15617.0	0.572896	b'Cammeo'
1	15072.0	0.615436	b'Cammeo'
2	14954.0	0.693259	b'Cammeo'
3	13368.0	0.640669	b'Cammeo'
4	15262.0	0.646024	b'Cammeo'
...
3805	11628.0	0.681012	b'Osmancik'
3806	11904.0	0.694279	b'Osmancik'
3807	12645.0	0.626739	b'Osmancik'
3808	10097.0	0.659064	b'Osmancik'
3809	11591.0	0.802949	b'Osmancik'

[3810 rows x 8 columns]

```
[ ]: # Mostra os 5 primeiros registros, formatados
data.head()
```

	Area	Perimeter	Major_Axis_Length	Minor_Axis_Length	Eccentricity	\
0	15231.0	525.578979	229.749878	85.093788	0.928882	
1	14656.0	494.311005	206.020065	91.730972	0.895405	
2	14634.0	501.122009	214.106781	87.768288	0.912118	
3	13176.0	458.342987	193.337387	87.448395	0.891861	
4	14688.0	507.166992	211.743378	89.312454	0.906691	

	Convex_Area	Extent	Class
0	15617.0	0.572896	b'Cammeo'
1	15072.0	0.615436	b'Cammeo'
2	14954.0	0.693259	b'Cammeo'
3	13368.0	0.640669	b'Cammeo'
4	15262.0	0.646024	b'Cammeo'

```
[ ]: # Mostra os 5 últimos registros, formatados
data.tail()
```

	Area	Perimeter	Major_Axis_Length	Minor_Axis_Length	Eccentricity	\
3805	11441.0	415.858002	170.486771	85.756592	0.864280	
3806	11625.0	421.390015	167.714798	89.462570	0.845850	
3807	12437.0	442.498993	183.572922	86.801979	0.881144	
3808	9882.0	392.296997	161.193985	78.210480	0.874406	
3809	11434.0	404.709991	161.079269	90.868195	0.825692	

	Convex_Area	Extent	Class
3805	11628.0	0.681012	b'Osmancik'
3806	11904.0	0.694279	b'Osmancik'
3807	12645.0	0.626739	b'Osmancik'
3808	10097.0	0.659064	b'Osmancik'
3809	11591.0	0.802949	b'Osmancik'

```
[ ]: # Mostra a quantidade de linhas e colunas da tabela (tupla)
data.shape
```

```
[ ]: (3810, 8)
```

```
[ ]: # Mostra as informações dos atributos e outras do dataset
data.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 3810 entries, 0 to 3809
Data columns (total 8 columns):
#   Column                Non-Null Count  Dtype
---  -
0   Area                   3810 non-null   float64
1   Perimeter              3810 non-null   float64
2   Major_Axis_Length      3810 non-null   float64
3   Minor_Axis_Length      3810 non-null   float64
4   Eccentricity           3810 non-null   float64
5   Convex_Area            3810 non-null   float64
6   Extent                 3810 non-null   float64
7   Class                  3810 non-null   object
dtypes: float64(7), object(1)
memory usage: 238.3+ KB
```

3.2 Exploração dos Dados

3.2.1 Dados Simples: Média, Desvio-Padrão, Mínimo, Mediana, Máximo

```
[ ]: import pandas.api.types as pd_types # Identificar o tipo de dado do dataset

# Percorrer cada atributo (coluna) e mostrar os dados estatísticos básicos de
↳ cada um
for col in data.columns:
    if pd_types.is_numeric_dtype(data[col]):
        print(f'{col}')
        print('\t Média = {:.2f}'.format(data[col].mean()))
        print('\t Desvio-Padrão = {:.2f}'.format(data[col].std()))
        print('\t Mínimo = {:.2f}'.format(data[col].min()))
        print('\t Mediana = {:.2f}'.format(data[col].median()))
        print('\t Máximo = {:.2f}'.format(data[col].max()))
```

Area

Média = 12667.73
Desvio-Padrão = 1732.37
Mínimo = 7551.00
Mediana = 12421.50
Máximo = 18913.00

Perimeter

Média = 454.24
Desvio-Padrão = 35.60
Mínimo = 359.10
Mediana = 448.85
Máximo = 548.45

Major_Axis_Length

Média = 188.78
Desvio-Padrão = 17.45
Mínimo = 145.26
Mediana = 185.81
Máximo = 239.01

Minor_Axis_Length

Média = 86.31
Desvio-Padrão = 5.73
Mínimo = 59.53
Mediana = 86.43
Máximo = 107.54

Eccentricity

Média = 0.89
Desvio-Padrão = 0.02
Mínimo = 0.78
Mediana = 0.89
Máximo = 0.95

Convex_Area

Média = 12952.50
Desvio-Padrão = 1776.97
Mínimo = 7723.00
Mediana = 12706.50
Máximo = 19099.00

Extent

Média = 0.66
Desvio-Padrão = 0.08
Mínimo = 0.50
Mediana = 0.65
Máximo = 0.86

3.2.2 Quantidade de Dados de Cada Classe

```
[ ]: # Retornar a quantidade de classes do dataset por meio da coluna "Class"
# Nota: o nome da coluna deve ser exatamente igual ao do dataset
↳ (case-sensitive)
data['Class'].value_counts()
```

```
[ ]: Class
b'Osmancik'      2180
b'Cammeo'        1630
Name: count, dtype: int64
```

3.2.3 Dados Estatísticos Completos Para Cada Atributo

Neste primeiro caso, são incluídos tanto os dados estatísticos básicos, como média e desvio padrão, quanto alguns dos mais avançados, como os percentis (25%, 50% e 75%). Vale ressaltar que neste caso há a análise para cada atributo separadamente, ou seja, dados como covariância, a qual relaciona os atributos entre si, não são mostrados.

```
[ ]: # Retornar, para cada atributo (coluna), a descrição estatística completa
# Incluem: média, frequência, mínimo, percentis (25, 50 e 75), dentre outros
data.describe(include='all')
```

```
[ ]:
count      Area      Perimeter  Major_Axis_Length  Minor_Axis_Length  \
count      3810.000000  3810.000000      3810.000000      3810.000000
unique      NaN        NaN              NaN              NaN
top         NaN        NaN              NaN              NaN
freq        NaN        NaN              NaN              NaN
mean      12667.727559  454.239180      188.776222      86.313750
std        1732.367706  35.597081      17.448679      5.729817
min        7551.000000  359.100006      145.264465      59.532406
25%        11370.500000  426.144753      174.353855      82.731695
50%        12421.500000  448.852493      185.810059      86.434647
75%        13950.000000  483.683746      203.550438      90.143677
max        18913.000000  548.445984      239.010498      107.542450
```

```

count      Eccentricity  Convex_Area      Extent      Class
count      3810.000000  3810.000000  3810.000000      3810
unique      NaN        NaN              NaN              2
top         NaN        NaN              NaN      b'Osmancik'
freq        NaN        NaN              NaN              2180
mean        0.886871  12952.496850      0.661934      NaN
std          0.020818  1776.972042      0.077239      NaN
min          0.777233  7723.000000      0.497413      NaN
25%          0.872402  11626.250000      0.598862      NaN
50%          0.889050  12706.500000      0.645361      NaN
75%          0.902588  14284.000000      0.726562      NaN
max          0.948007  19099.000000      0.861050      NaN
```

É possível inferir, por exemplo, que a classe “Osmancik” é a mais recorrente com a existência de 2180 registros do total de 3810 deste *dataset*.

No caso abaixo, há a medida de correlação de cada par de atributos por meio do cálculo da chamada variância. A variância mede o quanto os dados estão dispersos em torno da média e, para isso, utiliza-se diretamente do desvio-padrão. Em termos práticos: quanto menor é a variância, mais próximos os valores estão da média.

```
[ ]: print('Covariância:')  
  
# Mostrando os dados na forma de tabela  
data.cov(numeric_only=True)
```

Covariância:

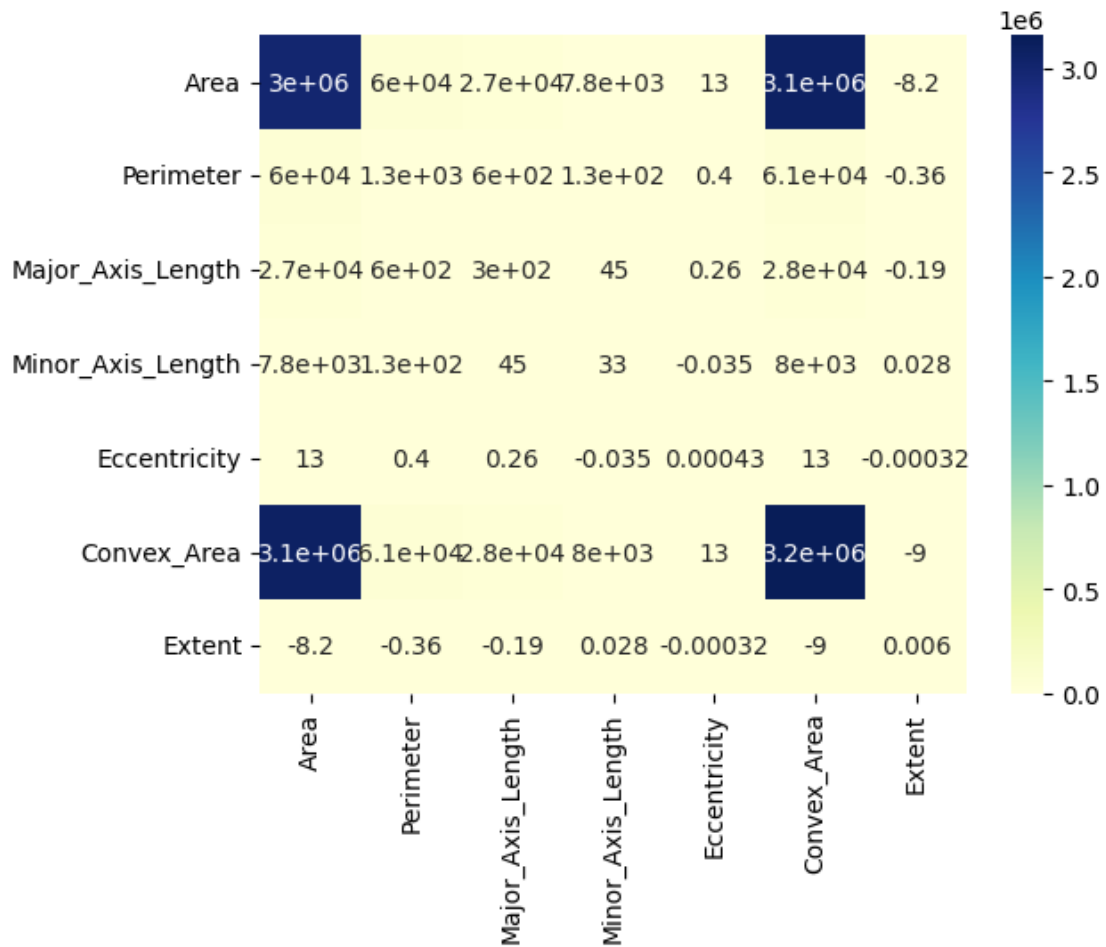
```
[ ]:
```

	Area	Perimeter	Major_Axis_Length	\
Area	3.001098e+06	59598.487027	27295.901605	
Perimeter	5.959849e+04	1267.152207	603.658849	
Major_Axis_Length	2.729590e+04	603.658849	304.456381	
Minor_Axis_Length	7.820220e+03	128.462718	45.199146	
Eccentricity	1.269789e+01	0.403575	0.258226	
Convex_Area	3.075103e+06	61353.358157	28010.051333	
Extent	-8.186820e+00	-0.359969	-0.188090	

	Minor_Axis_Length	Eccentricity	Convex_Area	Extent
Area	7820.219745	12.697890	3.075103e+06	-8.186820
Perimeter	128.462718	0.403575	6.135336e+04	-0.359969
Major_Axis_Length	45.199146	0.258226	2.801005e+04	-0.188090
Minor_Axis_Length	32.830807	-0.034792	8.016253e+03	0.028044
Eccentricity	-0.034792	0.000433	1.304780e+01	-0.000319
Convex_Area	8016.253386	13.047800	3.157630e+06	-9.034724
Extent	0.028044	-0.000319	-9.034724e+00	0.005966

```
[ ]: # Mostrando na forma de mapa de calor  
sbn.heatmap(data.cov(numeric_only=True), annot=True, cmap='YlGnBu')
```

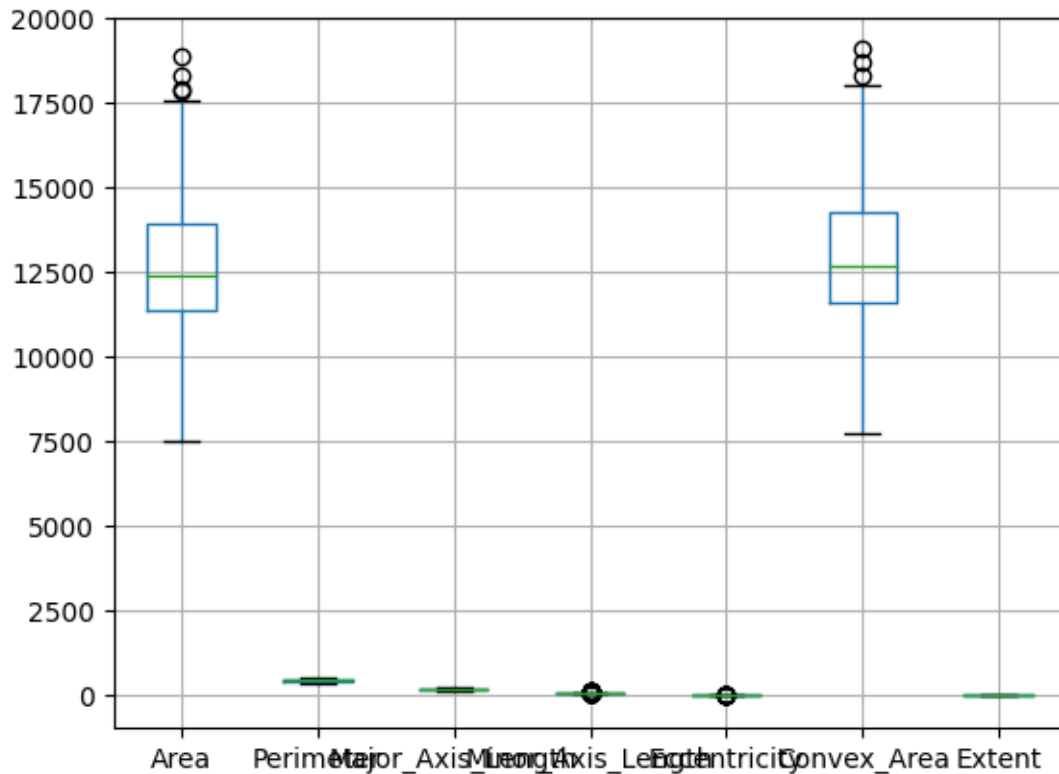
```
[ ]: <Axes: >
```



Também, é possível visualizar a seguir os *boxplots* de cada atributo, os quais mostram a distribuição de valores a partir dos limitantes inferior e superior e com uma “caixa” que indica a concentração de valores.

```
[ ]: # Plotando todos os boxplots num mesmo gráfico
data.boxplot()
```

```
[ ]: <Axes: >
```

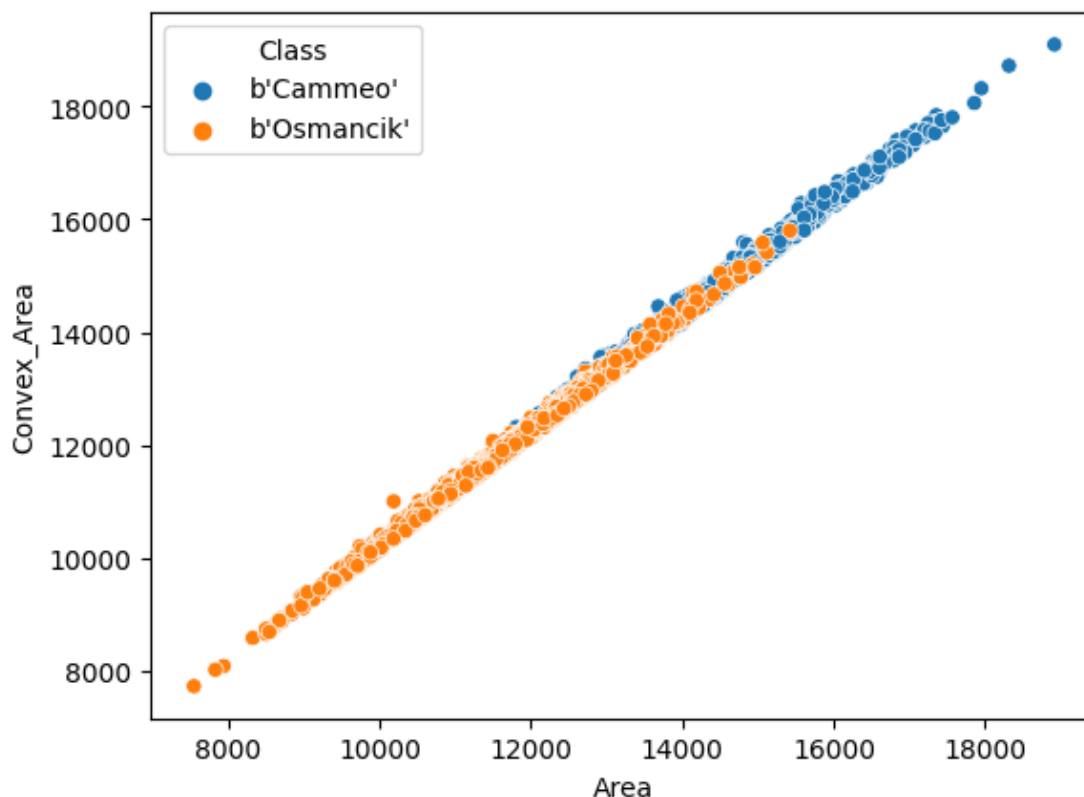



Tomando como exemplo o atributo *Area*, é possível visualizar no gráfico acima que a maior concentração de dados está na faixa de valores do intervalo de *10000* e *15000*, com o mínimo sendo em *7500* e o máximo sendo próximo de *20000*, sendo este máximo considerado um ruído (ou *outlier*, a ser visto na próxima seção). Contudo, especialmente ao comparar os atributos de *Area* e *Convex_Area* com os demais nota-se que os dados plotados estão em escalas bem diferentes e, portanto, isso indica que deve ser realizado uma normalização deste conjunto para que seja possível analisar e, posteriormente, processar os dados de forma mais otimizada. A normalização será tratada na seção de **Pré-Processamento dos Dados**.

Por fim, outro tipo de gráfico bastante usado para análise é o de *scatter*. Abaixo, é possível visualizar os dados de cada classe como pontos na tupla de atributos relacionados *Area*, *Convex_Area*.

```
[ ]: sbn.scatterplot(data=data, x='Area', y='Convex_Area', hue='Class')
```

```
[ ]: <Axes: xlabel='Area', ylabel='Convex_Area'>
```



É possível inferir, por exemplo, que uma grande parte de dados da classe *Osmancik* possui áreas que a classe *Cammeo* não possui, nos intervalos de valores entre 0 à 10000. Também, é possível visualizar que muitos dados das duas classes estão sobrepostos uns com os outros.

3.3 Pré-Processamento dos Dados

O pré-processamento consiste na aplicação de diversas técnicas para limpar, selecionar e transformar os dados para melhorar a análise dos mesmos. Algumas técnicas: Agregação, *Sampling*, ***Feature Selection***, Redução da Dimensionalidade, ***Feature Creation***, Discretização/Binarização, dentre outras.

3.3.1 Tratamento de Dados Perdidos ou Inexistentes (NaN)

Não é incomum que um dado não tenha um ou mais valores de atributos, devido a informações não coletadas ou, até mesmo, esses atributos não se aplicarem às instâncias de dados. Contudo, independente do motivo em que há a falta de dados, é necessário realizar um tratamento para evitar problemas de análise. O tratamento para os chamados “dados perdidos” (ou inexistentes) pode ser realizado de duas principais formas: substituir os valores pela mediana daquele atributo; ou simplesmente descartar aquele dado.

Para verificar se algum dado está faltando, **caso não seja indicado pela descrição do *dataset***, pode ser realizado a seguinte operação de força-bruta:

```
[ ]: # Substituindo os dados faltantes '?' por 'np.NaN' para ser possível analisar
data = data.replace('?', np.NaN)

print('Número de Instâncias = {0}'.format(data.shape[0]))
print('Número de Atributos = {0}'.format(data.shape[1]))

# Mostrando a quantidade total de dados inválidos, por atributo
print('Número de Dados Perdidos:')
for col in data.columns:
    print('\t{0}: {1}'.format(col, data[col].isna().sum()))
```

Número de Instâncias = 3810

Número de Atributos = 8

Número de Dados Perdidos:

Area: 0

Perimeter: 0

Major_Axis_Length: 0

Minor_Axis_Length: 0

Eccentricity: 0

Convex_Area: 0

Extent: 0

Class: 0

Como é possível ver, não há nenhum dado perdido neste *dataset* e, desta forma, não é necessário realizar nenhum método de tratamento neste contexto.

3.3.2 Tratamento de *Outliers* (Ruídos)

Os *Outliers* simbolizam dados com características que são consideravelmente diferentes da maioria dos outros dados em um *dataset*. Em outras palavras, simbolizam ruídos que atrapalham ou ajudam na análise dos dados, dependendo do objetivo.

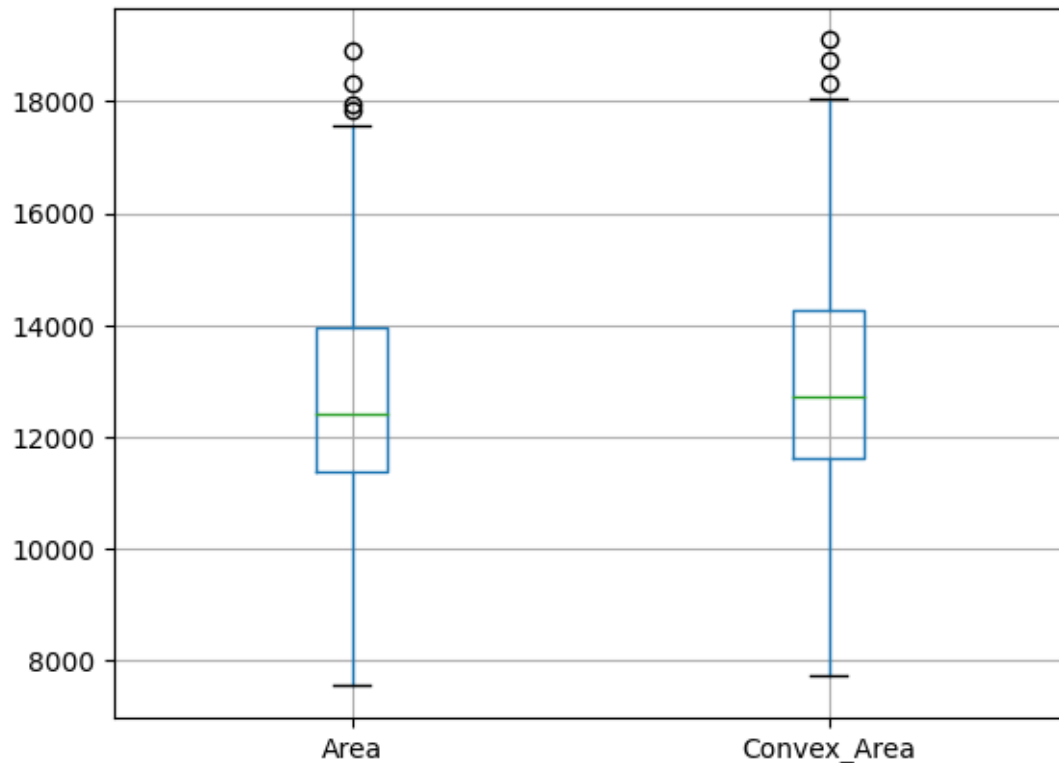
Para identificá-los, é possível por duas abordagens: com base na possibilidade de obter exemplos rotulados pelo usuário, como pelos métodos supervisionados; ou com base em suposições sobre dados normais, como pelo **DBSCAN**. Uma maneira comum consiste em encontrar os percentis e calcular o gráfico de *boxplot*, sendo que os *outliers* devem seguir as seguintes condições, com base nos limitantes inferior (LB) e superior (UB) do gráfico:

- **Outlier < LB:** Outlier = (Q1 - 1.5 * IQR), em que Q1 é o percentil de 25%
- **Outlier > UB:** Outlier = (Q3 + 1.5 * IQR), em que Q3 é o percentil de 75%

Em termos práticos, os gráficos de *boxplot* deste *dataset* para os atributos *Area* e *Convex_Area*, visto com *outlier* na seção anterior, podem ser vistos a seguir.

```
[ ]: # Plotando o boxplot para 'Area' e 'Convex_Area'
data.boxplot(column=['Area', 'Convex_Area'])
```

```
[ ]: <Axes: >
```



Como pode ser visto acima, ambos os atributos possuem *outliers* no limitante superior.

Para remover os *outliers*, por meio dos percentis, basta aplicar a seguinte função:

```
[ ]: # Função para remoção dos outliers por meio dos percentis (IQR)
# Disponível em: https://towardsdatascience.com/
# practical-implementation-of-outlier-detection-in-python-90680453b3ce
def remove_outlier_IQR(df):
    Q1 = df.quantile(0.25)
    Q3 = df.quantile(0.75)
    IQR = Q3-Q1
    LB = Q1-1.5*IQR
    UB = Q3+1.5*IQR
    return df[(df < LB) | (df > UB)]
```

Aplicando a função e removendo os *outliers* dos atributos *Area* e *Convex_Area*:

```
[ ]: # Removendo os outliers de 'Area'
data_outlier_removed = remove_outlier_IQR(data['Area'])

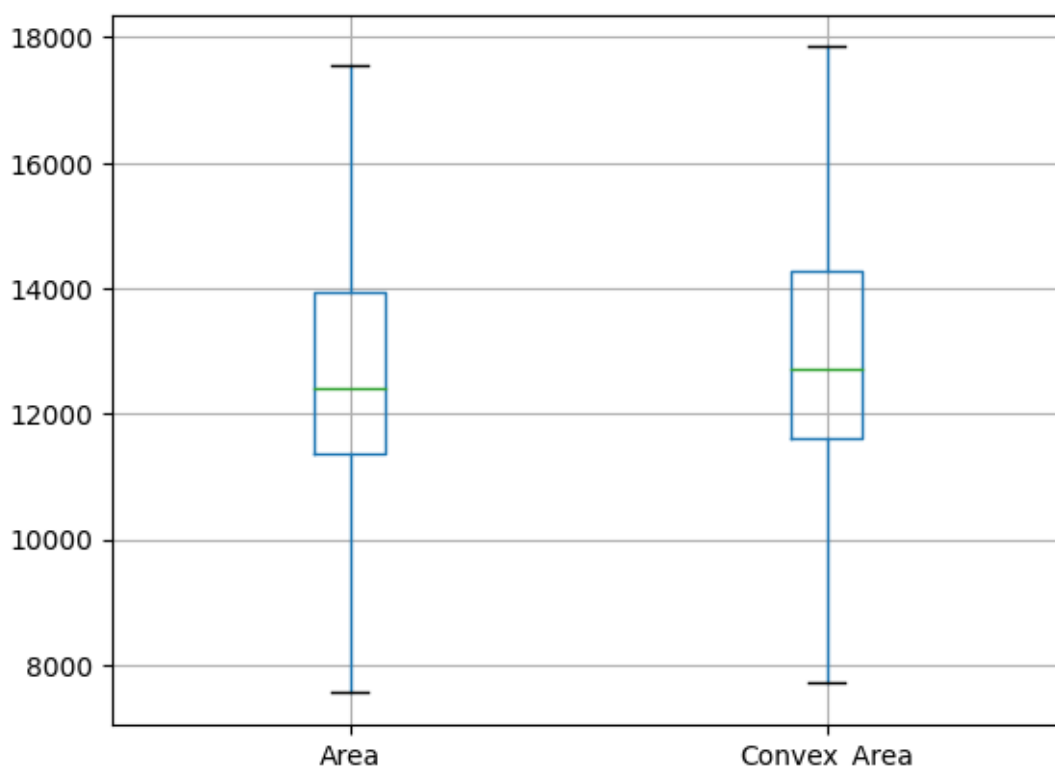
# Atualizando o dataset principal com a remoção dos outliers
data_iqr = data.drop(data_outlier_removed.index)
```

```
# Removendo os outliers de 'Convex_Area'
# data_outlier_removed = remove_outlier_IQR(data['Convex_Area'])

# Atualizando o dataset principal com a remoção dos outliers
# data_iqr = data.drop(data_outlier_removed.index)
```

```
[ ]: # Plotando novamente os boxplots para 'Area' e 'Convex_Area', desta vez com
      ↳ outliers removidos
data_iqr.boxplot(column=['Area', 'Convex_Area'])
```

```
[ ]: <Axes: >
```



3.3.3 Agregação

A agregação é uma tarefa que consiste em combinar os valores de dois ou mais objetos do *dataset*, de tal forma em que se possa reduzir a dimensionalidade do problema, alterar a granularidade da análise e melhorar a estabilidade dos dados. Deve ser aplicada quando possível, por exemplo em um *dataset* em que há *as transações de vendas de uma única loja*.

Para exemplificar, a seguir estão os *boxplots* dos atributos *Area* e *Convex_Area* do *dataset* agregado apenas para a classe **Cammeo**.

```
[ ]: # Recuperando apenas os dados relacionados a classe 'Cammeo'
data_cammeo = data[data['Class'] == b'Cammeo']
print(data_cammeo)

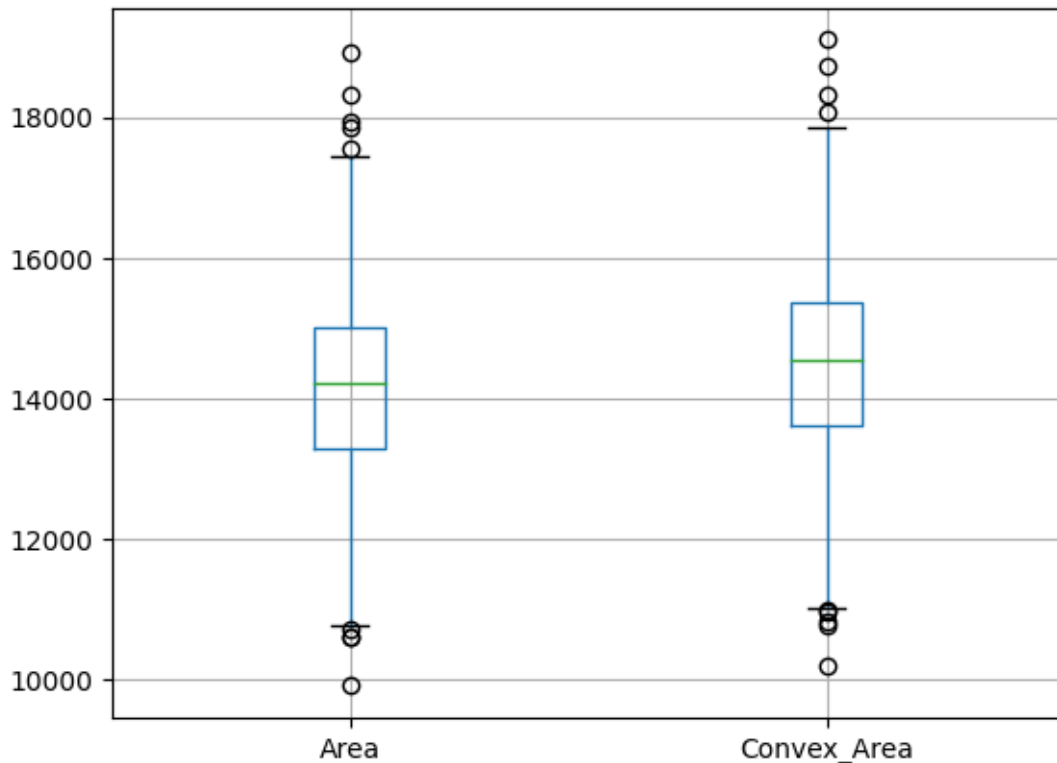
# Plotando o boxplot de 'Area' e 'Convex_Area'
data_cammeo.boxplot(column=['Area', 'Convex_Area'])
```

	Area	Perimeter	Major_Axis_Length	Minor_Axis_Length	Eccentricity	\
0	15231.0	525.578979	229.749878	85.093788	0.928882	
1	14656.0	494.311005	206.020065	91.730972	0.895405	
2	14634.0	501.122009	214.106781	87.768288	0.912118	
3	13176.0	458.342987	193.337387	87.448395	0.891861	
4	14688.0	507.166992	211.743378	89.312454	0.906691	
...	
1625	15879.0	517.927002	216.650131	94.656204	0.899506	
1626	14330.0	493.184998	209.767319	87.898949	0.907972	
1627	14155.0	480.522003	200.546738	91.059677	0.890973	
1628	13939.0	484.393005	207.026276	86.223473	0.909142	
1629	12488.0	469.828003	200.743759	80.046852	0.917059	

	Convex_Area	Extent	Class
0	15617.0	0.572896	b'Cammeo'
1	15072.0	0.615436	b'Cammeo'
2	14954.0	0.693259	b'Cammeo'
3	13368.0	0.640669	b'Cammeo'
4	15262.0	0.646024	b'Cammeo'
...
1625	16484.0	0.687760	b'Cammeo'
1626	14701.0	0.619595	b'Cammeo'
1627	14462.0	0.722194	b'Cammeo'
1628	14233.0	0.642469	b'Cammeo'
1629	12932.0	0.744663	b'Cammeo'

[1630 rows x 8 columns]

```
[ ]: <Axes: >
```



Nesta agregação, é possível visualizar somente os dados relacionados à classe *Cammeo* e, desta forma, é possível realizar uma análise mais específica a respeito desta classe, como no que diz respeito a existência de *outliers* inferiores e superiores dos atributos *Area* e *Convex_Area*.

3.3.4 Amostragem

A amostragem, ou *sampling*, é a principal técnica empregada para reduzir dados nos *datasets* e é utilizada frequentemente para realizar uma investigação preliminar dos dados e a análise final dos mesmos. Ainda que existam vários métodos disponíveis desta técnica, dois são mais recorrentes: amostragem sem substituição, em que cada dado selecionado é removido do conjunto original; e a amostragem com substituição, em que cada dado selecionado não é removido e pode ser selecionado mais de uma vez posteriormente.

O código abaixo exemplifica esta técnica por meio do método de amostragem sem substituição.

```
[ ]: # Copiando o dataset original para exemplificar
data_sampling = cp(data)

# Realizando uma amostragem com 10 dados selecionados aleatoriamente
sample = data_sampling.sample(n=10)
sample
```

```
[ ]:      Area    Perimeter  Major_Axis_Length  Minor_Axis_Length  Eccentricity  \
3719  12509.0  439.447998      177.083374      90.622993      0.859132
1427  14362.0  479.931000      202.702652      90.706749      0.894291
1800  11696.0  443.528015      186.587723      80.951973      0.900983
2586  10386.0  405.967987      165.675049      81.030014      0.872233
566   13368.0  487.550995      202.539627      86.572937      0.904045
2373  10214.0  392.239990      158.932343      82.072556      0.856348
307   16094.0  504.126007      208.371185      99.030296      0.879846
360   17353.0  539.033997      220.961197     101.454102      0.888359
2874  10560.0  400.178986      168.269058      80.589066      0.877853
30    13130.0  467.921997      196.146805      86.207115      0.898241
```

```
      Convex_Area    Extent      Class
3719      12723.0  0.628214  b'Osmancik'
1427      14606.0  0.591467   b'Cammeo'
1800      11952.0  0.739130  b'Osmancik'
2586      10684.0  0.636241  b'Osmancik'
566       13965.0  0.718246   b'Cammeo'
2373      10371.0  0.664541  b'Osmancik'
307       16325.0  0.648533   b'Cammeo'
360       17845.0  0.630308   b'Cammeo'
2874      10691.0  0.637373  b'Osmancik'
30       13462.0  0.574818   b'Cammeo'
```

```
[ ]: # Também, é possível realizar a amostragem por meio da seleção percentual de
      ↪ dados desejados
      # Seleção de 0,1% dos dados
      sample = data_sampling.sample(frac=0.001, random_state=42)
      sample
```

```
[ ]:      Area    Perimeter  Major_Axis_Length  Minor_Axis_Length  Eccentricity  \
1011  12442.0  459.535004      187.508850      87.187302      0.885323
3185  12408.0  437.014008      179.741165      88.829605      0.869343
3698  12867.0  449.079987      181.700562      91.341064      0.864460
897   13090.0  472.945007      202.601578      83.230179      0.911722
```

```
      Convex_Area    Extent      Class
1011      12941.0  0.587580   b'Cammeo'
3185      12598.0  0.636928  b'Osmancik'
3698      13152.0  0.649062  b'Osmancik'
897       13331.0  0.775290   b'Cammeo'
```

Já abaixo, é possível visualizar a aplicação de amostragem com substituição.

```
[ ]: # Realização de amostragem com substituição e por meio de seleção percentual
      sample = data_sampling.sample(frac=0.001, random_state=42, replace=True)
      sample
```



```
[ ]:
      Area    Perimeter  Major_Axis_Length  Minor_Axis_Length  Eccentricity  \
3174  13154.0  451.562012          179.953598          94.313812          0.851656
3507  10847.0  417.924011          170.366791          82.473007          0.875018
860   16291.0  523.192993          223.252335          93.604156          0.907859
1294  13901.0  478.848999          200.441910          89.341988          0.895170

      Convex_Area    Extent    Class
3174      13428.0  0.650222  b'Osmancik'
3507      11107.0  0.746319  b'Osmancik'
860      16595.0  0.581157  b'Cammeo'
1294      14232.0  0.568548  b'Cammeo'
```

3.3.5 Normalização e Testes de Normalidade

A normalização é um processo crucial para a análise de dados, uma vez que é responsável por tratar as questões relacionadas com a **magnitude** das características. Em outras palavras, a escala de cada variável influencia diretamente o coeficiente de regressão e, desta forma, as variáveis com uma magnitude mais significativa predominam sobre as que têm um intervalo de magnitude menor. Em termos práticos, quando aplicados em Redes Neurais, essa diferença significativa de magnitude dos atributos afeta negativamente a convergência do gradiente descendente, tornando o processo de treinamento mais lento. Grande parte dos algoritmos de classificação são sensíveis à magnitude, como: Redes Neurais, SVMs, KNN, K-Means, PCA, dentre outros.

Neste cenário, alguns métodos de normalização são bastante utilizados, como o *Standardization* (*Z-Score*) e o *Normalization*. O *Standardization* redimensiona a distribuição de valores para que a média dos valores observados seja 0 e o desvio padrão seja 1. Este método preserva a forma da distribuição original e os *outliers*. Já o *Normalization* subtrai o valor mínimo de todas as variáveis e, em seguida, divide-o pelo intervalo de valores, comprimindo o valor final entre 0 e 1. Neste método, a forma da distribuição original é perdida e os valores estão contidos entre o intervalo [0, 1], sendo bem sensível aos *outliers*.

Para exemplificar, a seguir o *dataset* é normalizado por meio do *Z-Score*.

```
[ ]: # Mostrando os dados não normalizados
print('Dados Não Normalizados')
print(data.drop(['Class'], axis=1))
print("\n")

# Antes de tudo, remove-se o atributo que define a classe (categórico)
data_normalized = data.drop(['Class'], axis=1)

# Aplicando a Normalização com Z-Score
for column in data_normalized.columns:
    data_normalized[column] = (data_normalized[column] -
                               data_normalized[column].mean()) /
    ↪data_normalized[column].std()

# Mostrando os dados normalizados
```

```
print('Dados Normalizados com Z-Score')
print(data_normalized)
```

Dados Não Normalizados

	Area	Perimeter	Major_Axis_Length	Minor_Axis_Length	Eccentricity	\
0	15231.0	525.578979	229.749878	85.093788	0.928882	
1	14656.0	494.311005	206.020065	91.730972	0.895405	
2	14634.0	501.122009	214.106781	87.768288	0.912118	
3	13176.0	458.342987	193.337387	87.448395	0.891861	
4	14688.0	507.166992	211.743378	89.312454	0.906691	
...	
3805	11441.0	415.858002	170.486771	85.756592	0.864280	
3806	11625.0	421.390015	167.714798	89.462570	0.845850	
3807	12437.0	442.498993	183.572922	86.801979	0.881144	
3808	9882.0	392.296997	161.193985	78.210480	0.874406	
3809	11434.0	404.709991	161.079269	90.868195	0.825692	

	Convex_Area	Extent
0	15617.0	0.572896
1	15072.0	0.615436
2	14954.0	0.693259
3	13368.0	0.640669
4	15262.0	0.646024
...
3805	11628.0	0.681012
3806	11904.0	0.694279
3807	12645.0	0.626739
3808	10097.0	0.659064
3809	11591.0	0.802949

[3810 rows x 7 columns]

Dados Normalizados com Z-Score

	Area	Perimeter	Major_Axis_Length	Minor_Axis_Length	Eccentricity	\
0	1.479635	2.004091	2.348238	-0.212915	2.018073	
1	1.147720	1.125705	0.988261	0.945444	0.409964	
2	1.135020	1.317041	1.451718	0.253854	1.212797	
3	0.293398	0.115285	0.261405	0.198025	0.239720	
4	1.166191	1.486858	1.316269	0.523351	0.952096	
...	
3805	-0.708122	-1.078211	-1.048185	-0.097238	-1.085140	
3806	-0.601909	-0.922805	-1.207050	0.549550	-1.970472	
3807	-0.133186	-0.329808	-0.298206	0.085208	-0.275063	
3808	-1.608046	-1.740092	-1.580764	-1.414228	-0.598743	
3809	-0.712163	-1.391383	-1.587338	0.794867	-2.938774	

	Convex_Area	Extent
--	-------------	--------

```

0      1.499463 -1.152770
1      1.192761 -0.602000
2      1.126356  0.405558
3      0.233826 -0.275315
4      1.299685 -0.205986
...      ...      ...
3805   -0.745367  0.246999
3806   -0.590047  0.418760
3807   -0.173045 -0.455671
3808   -1.606945 -0.037163
3809   -0.766189  1.825707

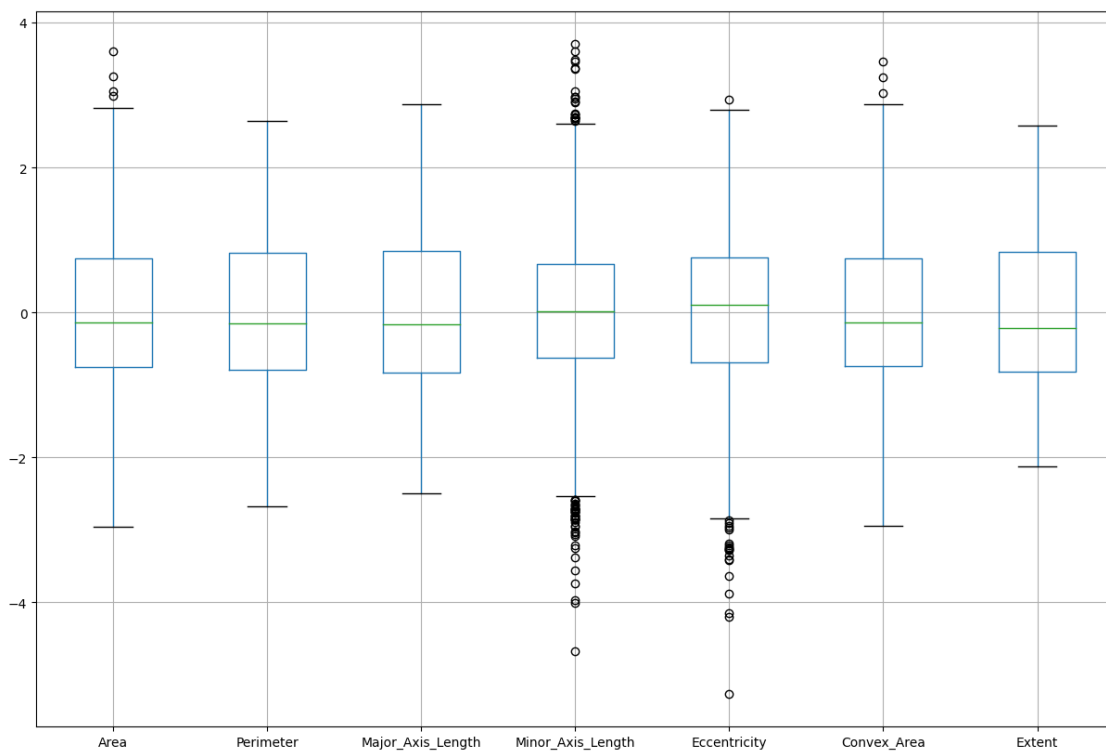
```

[3810 rows x 7 columns]

Com isso, é possível traçar os *boxplots* de todos os atributos de uma maneira mais visível, ao contrário daquele que foi visto anteriormente.

```
[ ]: # Mostrando o gráfico boxplot para todos os atributos
data_normalized.boxplot(figsize=(15, 10))
```

[]: <Axes: >



Também, é possível visualizar se o conjunto suporta o processo de normalização por meio dos chamados Testes de Normalização. Para tanto, deve-se considerar os seguintes resultados:

- $H0$: A amostra é proveniente de uma população com distribuição normal, com média e desvio-padrão desconhecidos.
- $H1$: A amostra não é proveniente de uma população com distribuição normal.

Os dois principais testes de normalização são: Teste de Shapiro-Wilk e Teste de Kolmogorov-Smirnov. Ambos podem ser acessados por meio da biblioteca *scipy.stats*.

3.3.6 Seleção de Características

A seleção de características, ou *feature selection*, consistem em um conjunto de técnicas com o objetivo reduzir majoritariamente a dimensionalidade do *dataset*. Essas técnicas são divididas em: *brute-force*, *filter*, *wrapper* e *embedded*. Também, vale ressaltar a importância deste processo para a obtenção de modelos mais simples e, desta forma, mais fáceis de serem interpretados e treinados por Redes Neurais.

Para exemplificar, a seguir são realizados três métodos de **Filtro de Correlação** da técnica *filter*.

Filtro de Correlação A correlação busca entender, essencialmente, como uma variável se comporta em um cenário onde outra variável está mudando. Ou seja, trata-se de métodos estatísticos para se medir as relações entre as variáveis e busca identificar se existe alguma relação entre elas.

A seguir, são aplicados três tipos de métodos de Filtro de Correlação: de Pearson, de Kendall e de Spearman.

Coefficiente de Correlação de Pearson O Coeficiente de Correlação de Pearson busca encontrar a força das **relações lineares** entre duas variáveis.

```
[ ]: # Mostrando a correlação de Pearson entre os atributos do dataset atual
print("Correlação de Pearson")
data.corr(method='pearson', numeric_only=True)
```

Correlação de Pearson

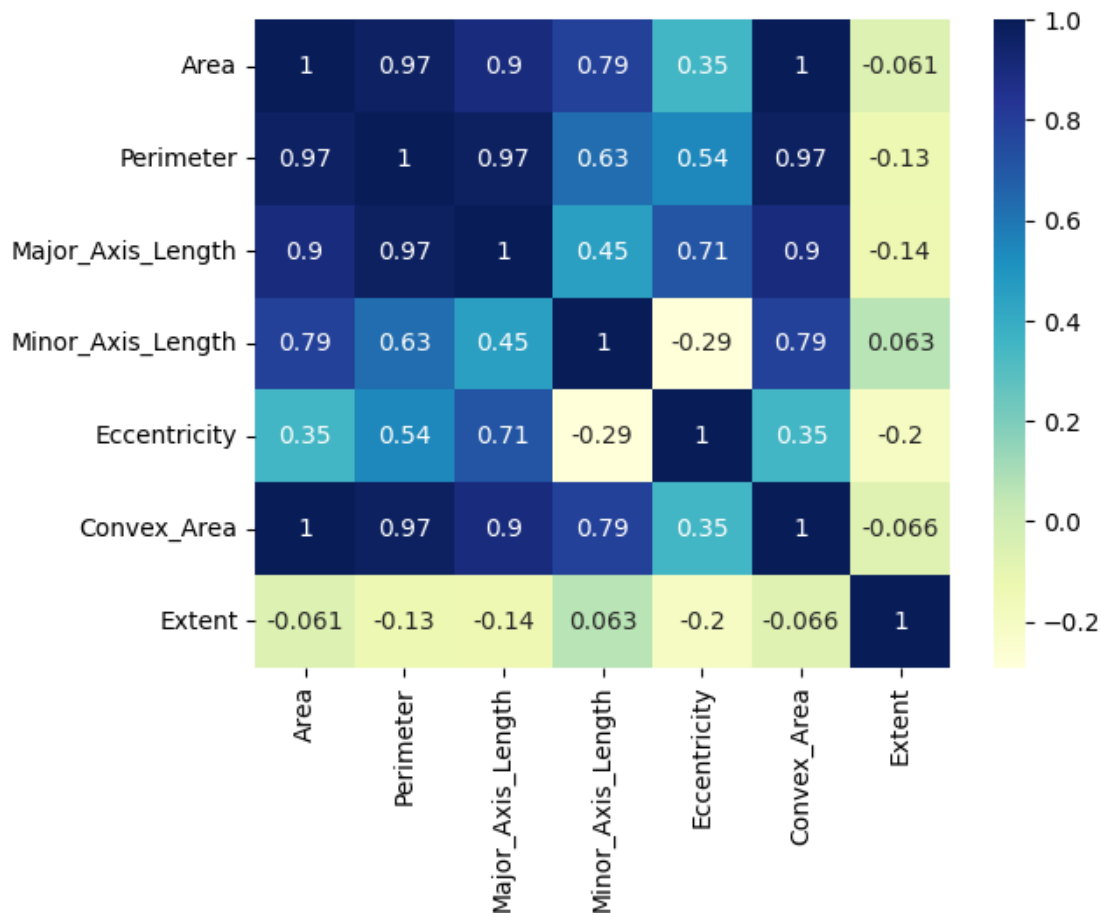
```
[ ]:
```

	Area	Perimeter	Major_Axis_Length	Minor_Axis_Length	\
Area	1.000000	0.966453	0.903015	0.787840	
Perimeter	0.966453	1.000000	0.971884	0.629828	
Major_Axis_Length	0.903015	0.971884	1.000000	0.452092	
Minor_Axis_Length	0.787840	0.629828	0.452092	1.000000	
Eccentricity	0.352095	0.544601	0.710897	-0.291683	
Convex_Area	0.998939	0.969937	0.903381	0.787318	
Extent	-0.061184	-0.130923	-0.139562	0.063366	

	Eccentricity	Convex_Area	Extent
Area	0.352095	0.998939	-0.061184
Perimeter	0.544601	0.969937	-0.130923
Major_Axis_Length	0.710897	0.903381	-0.139562
Minor_Axis_Length	-0.291683	0.787318	0.063366
Eccentricity	1.000000	0.352716	-0.198580
Convex_Area	0.352716	1.000000	-0.065826
Extent	-0.198580	-0.065826	1.000000

```
[ ]: # Plotando o mapa de calor da correlação de Pearson
sbn.heatmap(data.corr(method='pearson', numeric_only=True),
            annot=True, cmap='YlGnBu')
```

```
[ ]: <Axes: >
```



Coefficiente de Correlação de Kendall O Coeficiente de Correlação de Kendall busca medir a força da **associação ordinal** entre duas variáveis.

```
[ ]: # Mostrando a correlação de Pearson entre os atributos do dataset atual
print("Correlação de Kendall")
data.corr(method='kendall', numeric_only=True)
```

Correlação de Kendall

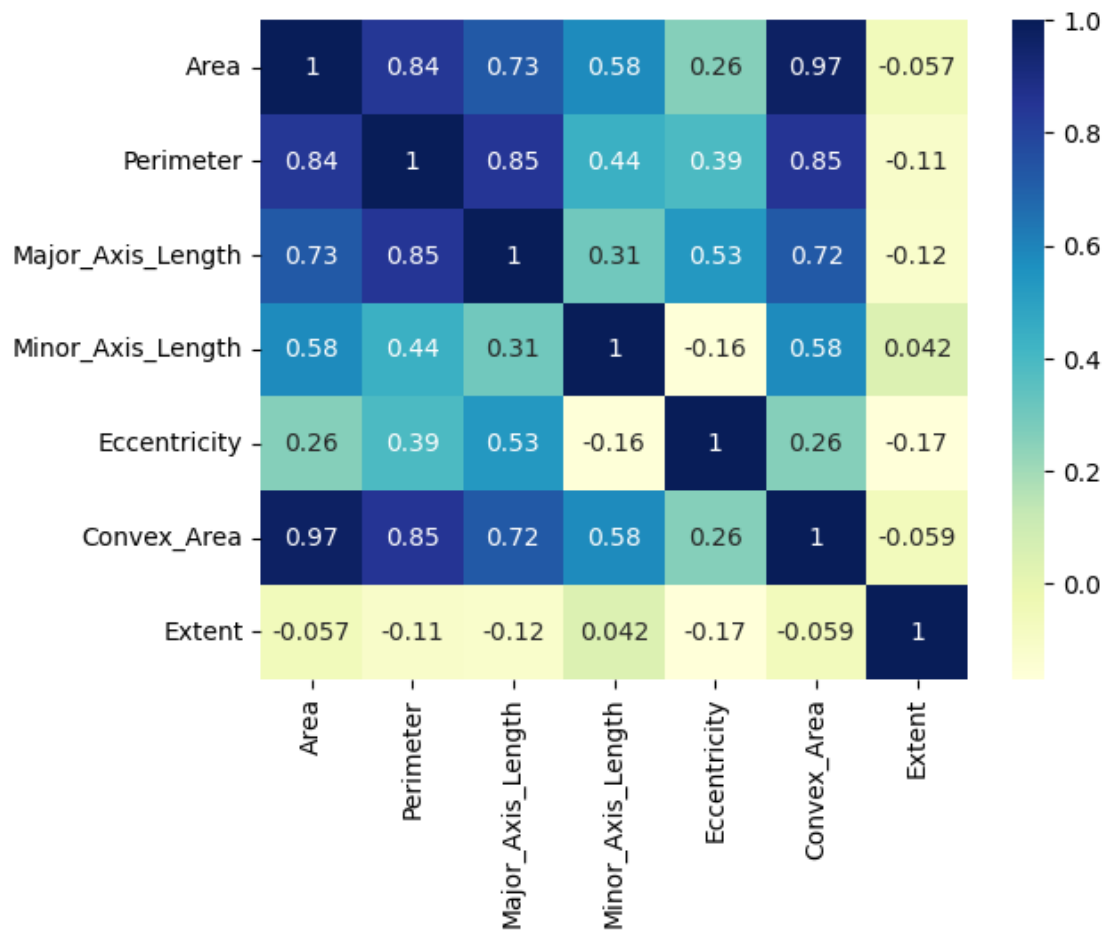
```
[ ]:
          Area  Perimeter  Major_Axis_Length  Minor_Axis_Length  \
Area          1.000000    0.844417           0.725665           0.578817
Perimeter      0.844417    1.000000           0.848094           0.441616
```

Major_Axis_Length	0.725665	0.848094	1.000000	0.305867
Minor_Axis_Length	0.578817	0.441616	0.305867	1.000000
Eccentricity	0.258053	0.391114	0.531673	-0.162460
Convex_Area	0.972166	0.852412	0.724887	0.579640
Extent	-0.057130	-0.105387	-0.117832	0.041863

	Eccentricity	Convex_Area	Extent
Area	0.258053	0.972166	-0.057130
Perimeter	0.391114	0.852412	-0.105387
Major_Axis_Length	0.531673	0.724887	-0.117832
Minor_Axis_Length	-0.162460	0.579640	0.041863
Eccentricity	1.000000	0.257234	-0.168744
Convex_Area	0.257234	1.000000	-0.059414
Extent	-0.168744	-0.059414	1.000000

```
[ ]: # Plotando o mapa de calor da correlação de Kendall
sbn.heatmap(data.corr(method='kendall', numeric_only=True),
            annot=True, cmap='YlGnBu')
```

```
[ ]: <Axes: >
```



Coefficiente de Correlação de Spearman O Coeficiente de Correlação de Spearman busca encontrar a força das **relações monotônicas (lineares ou não)** entre duas variáveis.

```
[ ]: # Mostrando a correlação de Pearson entre os atributos do dataset atual
print("Correlação de Spearman")
data.corr(method='spearman', numeric_only=True)
```

Correlação de Spearman

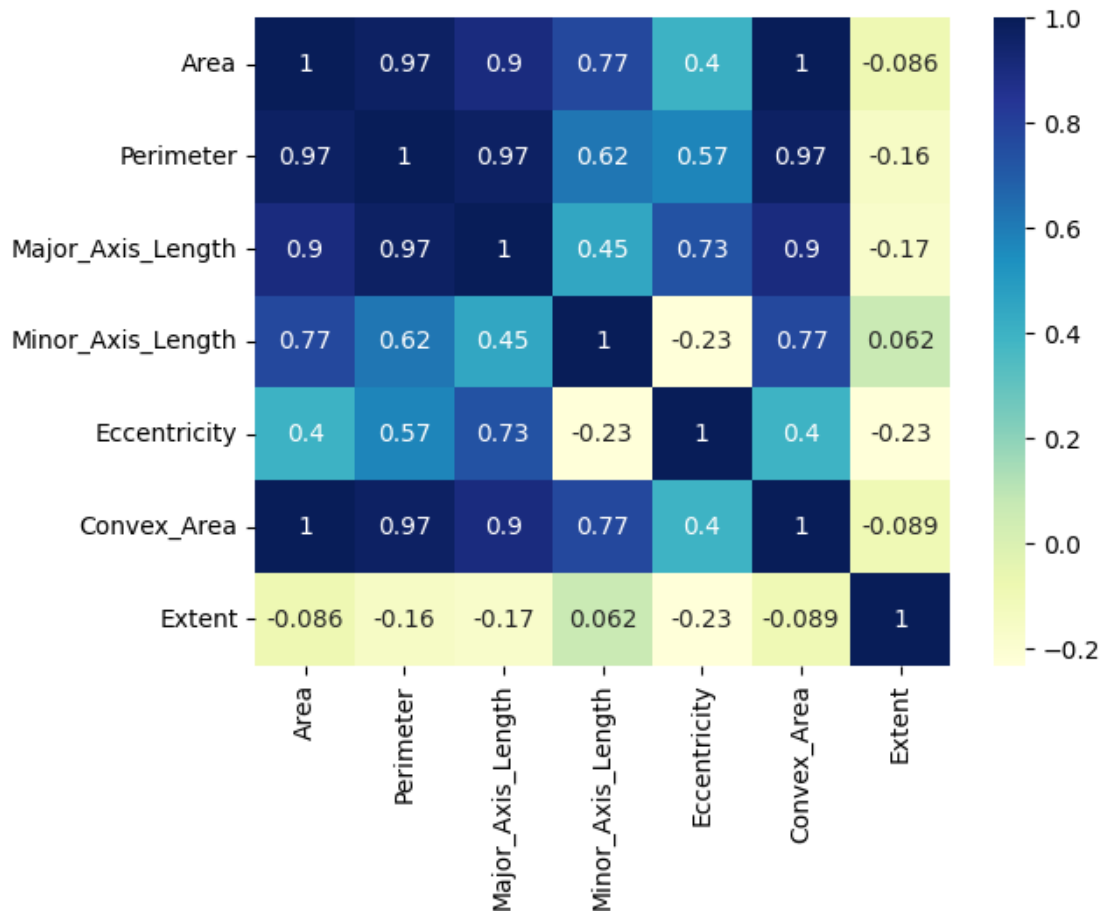
```
[ ]:
```

	Area	Perimeter	Major_Axis_Length	Minor_Axis_Length	\
Area	1.000000	0.967234	0.903096	0.769569	
Perimeter	0.967234	1.000000	0.969617	0.618936	
Major_Axis_Length	0.903096	0.969617	1.000000	0.446606	
Minor_Axis_Length	0.769569	0.618936	0.446606	1.000000	
Eccentricity	0.397936	0.572883	0.732106	-0.232405	
Convex_Area	0.998934	0.970462	0.902782	0.769941	
Extent	-0.086025	-0.155711	-0.171433	0.062202	

	Eccentricity	Convex_Area	Extent
Area	0.397936	0.998934	-0.086025
Perimeter	0.572883	0.970462	-0.155711
Major_Axis_Length	0.732106	0.902782	-0.171433
Minor_Axis_Length	-0.232405	0.769941	0.062202
Eccentricity	1.000000	0.397569	-0.233327
Convex_Area	0.397569	1.000000	-0.089460
Extent	-0.233327	-0.089460	1.000000

```
[ ]: # Plotando o mapa de calor da correlação de Spearman
sbn.heatmap(data.corr(method='spearman', numeric_only=True),
             annot=True, cmap='YlGnBu')
```

```
[ ]: <Axes: >
```



Principal Component Analysis (PCA) O *Principal Component Analysis* (PCA) é um dos principais métodos para reduzir a dimensionalidade do *dataset*, projetando os dados de seu espaço original de alta dimensão em um espaço de dimensão inferior. Os novos atributos, também chamados de componentes, criados pelo PCA devem ter as seguintes propriedades: são combinações lineares dos atributos originais; são ortogonais entre si; e capturam a quantidade máxima de variação nos dados.

O método do PCA é aplicado a partir dos seguintes passos, de forma ordenada: normalização; computação da matriz de covariância; cálculo dos vetores próprios e os valores próprios da matriz de covariância para identificar os componentes principais; calcular o vetor de características; e reformular os dados ao longo dos eixos de componentes principais.

Para fins exemplares, a aplicação do PCA para este *dataset* é vista a seguir.

```
[ ]: # Importação do método de normalização Z-Score automático
from sklearn.preprocessing import StandardScaler

# Importação do PCA
from sklearn.decomposition import PCA
```



```

# Antes de tudo, remove-se o atributo que define a classe
data_pca = data.drop(['Class'], axis=1)

# Primeiro: normalizar o conjunto de dados
data_pca_normalized = StandardScaler().fit_transform(data_pca) # Z-Score
print('Dados Normalizados (Z-Score)')
print(data_pca_normalized)

```

Dados Normalizados (Z-Score)

```

[[ 1.47982953  2.0043543  2.34854657 ...  2.01833745  1.49965944
 -1.15292093]
 [ 1.14787029  1.12585309  0.98839042 ...  0.41001816  1.19291767
 -0.60207877]
 [ 1.13516924  1.31721425  1.45190846 ...  1.2129565  1.12650386
  0.405611  ]
 ...
 [-0.13320373 -0.32985087 -0.29824512 ... -0.27509915 -0.17306812
 -0.45573108]
 [-1.60825742 -1.74032002 -1.58097116 ... -0.59882134 -1.60715621
 -0.03716757]
 [-0.71225612 -1.39156605 -1.58754648 ... -2.93916013 -0.76628981
  1.82594692]]

```

```

[ ]: # Definindo o número de componentes do PCA
n_components = 2 # 2 para colocar em gráfico X por Y

# Aplicando o PCA
pca = PCA(n_components=n_components)
projected_data = pca.fit_transform(data_pca_normalized)

# Mostrando os dados projetados com PCA
print('Dados Projetados com PCA')
print(projected_data)
print("\n")

# Segundo: mostrando a matriz de covariância do PCA
print('Variâncias')
print(pca.explained_variance_ratio_)
print("\n")

# Terceiro: mostrando os componentes do PCA
component_names = ['component {}'.format(
    i) for i in range(len(pca.components_))]
components_pca = pd.DataFrame(
    data=pca.components_, index=component_names, columns=data_pca.columns)
components_pca.head()

```

Dados Projetados com PCA

```
[[ 3.81262822 -2.16533103]
 [ 2.47715767  0.04529614]
 [ 2.63855553 -0.6216153 ]
 ...
 [-0.436684    0.10359442]
 [-3.58793323 -0.37570163]
 [-2.55608758  3.36123712]]
```

Variâncias

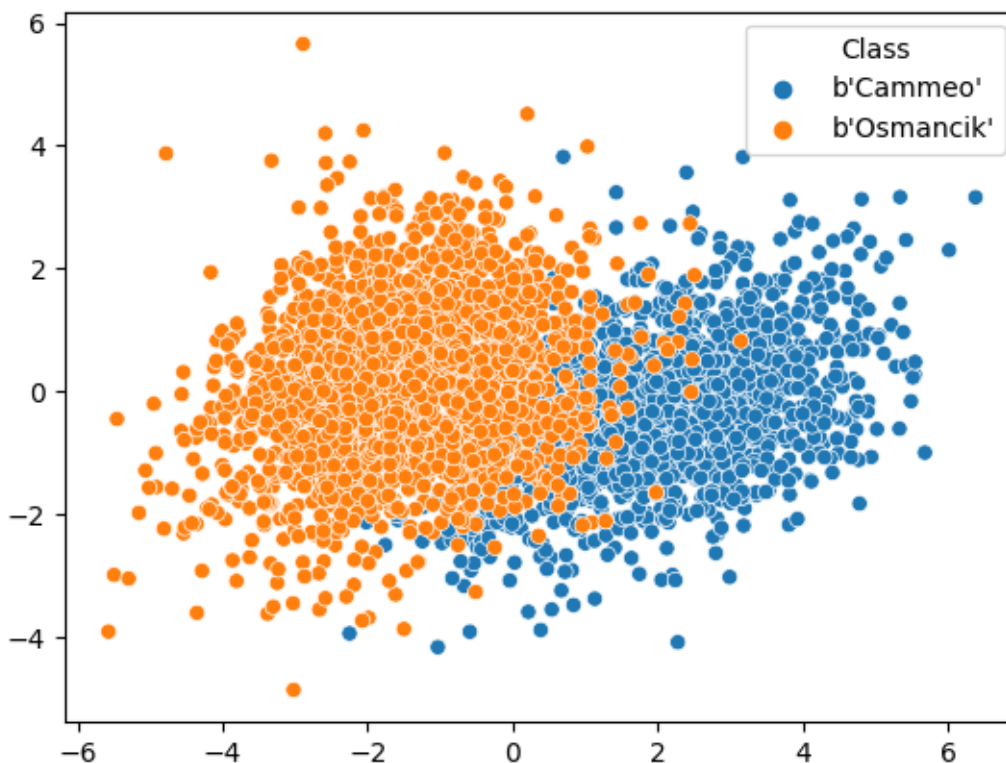
```
[0.65413989 0.21425124]
```

```
[ ]:          Area  Perimeter  Major_Axis_Length  Minor_Axis_Length  \
component 0  0.461252   0.464408           0.447076           0.321752
component 1  0.124377  -0.055751           -0.213456           0.567105

          Eccentricity  Convex_Area   Extent
component 0      0.227329    0.461694 -0.057716
component 1     -0.673152    0.122535  0.382232
```

```
[ ]: # Gráfico do PCA, com a dimensionalidade reduzida para 2
ins_class = data['Class']
sbn.scatterplot(x=projected_data[:, 0], y=projected_data[:, 1], hue=ins_class)
```

```
[ ]: <Axes: >
```



4 Conjunto Categórico: *Car Evaluation*

Descrição do Dataset: este conjunto contém informações sobre a avaliação de 1728 carros por meio dos atributos: preço, manutenção, portas, lugares, espaço no porta-malas e segurança. Além disso, como descrito na publicação, este *dataset* não possui dados perdidos.

A descrição de cada atributo pode ser vista a seguir.

1. **Preço:** descreve o preço do carro, com base no mercado, e é representado por “alto”, “mediano”, “baixo” e “muito baixo”;
2. **Manutenção:** indica o custo de manutenção do carro, com base no mercado, e é representado por “alto”, “mediano”, “baixo” e “muito baixo”;
3. **Portas:** representa o número de portas do carro, podendo ser “2 portas” ou “4 portas”;
4. **Lugares:** descreve a quantidade de passageiros que o carro pode levar, representado por “2 lugares” “4 lugares” e “mais de 4 lugares”;
5. **Espaço no Porta-Malas:** indica o tamanho do porta-malas, com valores entre “pequeno”, “médio” e “grande”;
6. **Segurança:** avalia o nível de segurança do carro, sendo representado por “baixa”, “média” e “alta”.

Especificamente, os carros podem ser classificados em quatro tipos: “inaceitável”, “aceitável”,

“bom” e “muito bom”. Comumente, este conjunto de dados é utilizado para tarefas de classificação, cujo objetivo consiste em prever a classe de avaliação com base nos atributos fornecidos.

Este conjunto de dados pode ser acessado por meio de: [Car Evaluation](#) (última data de acesso: 15 de set. de 2023).

4.1 Informações Básicas

```
[ ]: # Recuperando dados a partir do arquivo e definindo nome dos atributos
data = pd.read_csv('./Datasets/02_00_car.data')
data.columns = ['Buying', 'Maint', 'Doors',
                'Persons', 'Lug_Boot', 'Safety', 'Class']

# Mostra os 5 primeiros e últimos registros
print(data)
```

	Buying	Maint	Doors	Persons	Lug_Boot	Safety	Class
0	vhigh	vhigh	2	2	small	med	unacc
1	vhigh	vhigh	2	2	small	high	unacc
2	vhigh	vhigh	2	2	med	low	unacc
3	vhigh	vhigh	2	2	med	med	unacc
4	vhigh	vhigh	2	2	med	high	unacc
...
1722	low	low	5more	more	med	med	good
1723	low	low	5more	more	med	high	vgood
1724	low	low	5more	more	big	low	unacc
1725	low	low	5more	more	big	med	good
1726	low	low	5more	more	big	high	vgood

[1727 rows x 7 columns]

```
[ ]: # Mostra os 5 primeiros registros, formatados
data.head()
```

```
[ ]:   Buying  Maint  Doors  Persons  Lug_Boot  Safety  Class
0   vhigh  vhigh     2         2    small    med  unacc
1   vhigh  vhigh     2         2    small    high  unacc
2   vhigh  vhigh     2         2     med    low  unacc
3   vhigh  vhigh     2         2     med    med  unacc
4   vhigh  vhigh     2         2     med    high  unacc
```

```
[ ]: # Mostra os 5 últimos registros, formatados
data.tail()
```

```
[ ]:   Buying  Maint  Doors  Persons  Lug_Boot  Safety  Class
1722   low    low  5more    more     med    med   good
1723   low    low  5more    more     med    high  vgood
1724   low    low  5more    more     big    low  unacc
1725   low    low  5more    more     big    med   good
```

```
1726    low    low 5more    more    big    high  vgood
```

```
[ ]: # Mostra a quantidade de linhas e colunas da tabela (tupla)
data.shape
```

```
[ ]: (1727, 7)
```

```
[ ]: # Mostra as informações dos atributos e outras do dataset
data.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 1727 entries, 0 to 1726
Data columns (total 7 columns):
 #   Column      Non-Null Count  Dtype
---  -
 0   Buying      1727 non-null   object
 1   Maint       1727 non-null   object
 2   Doors       1727 non-null   object
 3   Persons     1727 non-null   object
 4   Lug_Boot    1727 non-null   object
 5   Safety      1727 non-null   object
 6   Class       1727 non-null   object
dtypes: object(7)
memory usage: 94.6+ KB
```

4.2 Exploração dos Dados

4.2.1 Dados Simples: Média, Desvio-Padrão, Mínimo, Mediana, Máximo

Diferentemente do primeiro *dataset*, este conjunto possui somente atributos categóricos e, portanto, para se calcular as métricas estatísticas acima (e outras) deve-se realizar a conversão dos atributos categóricos para numéricos. Este processo de conversão é denominado de **Encodificação**. Para termos práticos, isso será abordado na seção de **Pré-Processamento**.

4.2.2 Quantidade de Dados de Cada Classe

```
[ ]: # Retornar a quantidade de classes do dataset por meio da coluna "Class"
# Nota: o nome da coluna deve ser exatamente igual ao do dataset
↳ (case-sensitive)
data['Class'].value_counts()
```

```
[ ]: Class
unacc    1209
acc       384
good       69
vgood     65
Name: count, dtype: int64
```

Quando está no contexto de atributos categóricos, uma análise mais recorrente consiste em análise a quantidade de dados (frequência) por atributo, conforme indicado a seguir. Nestas tabelas é indicado a quantidade de classes por atributo, o que indica a recorrência dos mesmos para cada atributo.

```
[ ]: # Tabela de frequência dupla absoluta do atributos categórico 'Buying'
freq_table = pd.crosstab(
    index=data['Buying'], columns=data['Class'], margins=True)
freq_table
```

```
[ ]: Class    acc  good  unacc  vgood  All
Buying
high    108    0    324    0    432
low     89    46    258    39    432
med    115    23    268    26    432
vhigh   72    0    359    0    431
All    384    69   1209    65   1727
```

No exemplo acima, uma interpretação possível é a seguinte: da classe de carros “aceitos”, 108 são de valor “alto” e 115 de valor “médio”; ao passo que da classe “boa” não há nenhum carro de valor “alto”, mas há 23 de valor “médio”. A partir desta interpretação, pode-se afirmar inicialmente que os carros “aceitos” são, quando comparados aos carros “bons”, em maior quantidade com valores “alto” e “médio”.

Também, é possível criar a tabela de frequência acima com os percentuais.

```
[ ]: # Tabela de frequência dupla percentual do atributos categórico 'Buying'
freq_table = pd.crosstab(
    index=data['Buying'], columns=data['Class'], margins=True, normalize='all')
freq_table
```

```
[ ]: Class      acc      good      unacc      vgood      All
Buying
high    0.062536  0.000000  0.187609  0.000000  0.250145
low     0.051534  0.026636  0.149392  0.022583  0.250145
med     0.066589  0.013318  0.155182  0.015055  0.250145
vhigh   0.041691  0.000000  0.207875  0.000000  0.249566
All     0.222351  0.039954  0.700058  0.037638  1.000000
```

4.2.3 Dados Estatísticos Completos Para Cada Atributo

Neste primeiro caso, são incluídos tanto os dados estatísticos básicos, como média e desvio padrão, quanto alguns dos mais avançados, como os percentis (25%, 50% e 75%). Vale ressaltar que, neste caso, há a análise para cada atributo separadamente, ou seja, dados como covariância, a qual relaciona os atributos entre si, não são mostrados.

```
[ ]: # Retornar, para cada atributo (coluna), a descrição estatística completa
# Incluem: média, frequência, mínimo, percentis (25, 50 e 75), dentre outros,
# quando cabível
```

```
data.describe(include='all')
```

```
[ ]:      Buying Maint Doors Persons Lug_Boot Safety  Class
count      1727   1727   1727     1727     1727   1727   1727
unique         4     4     4         3         3     3     4
top      high  high     3         4       med    med  unacc
freq       432   432   432     576     576   576   1209
```

É possível inferir, por exemplo, que a classe “não aceitável” é a mais recorrente com a existência de 1209 registros do total de 1727 deste *dataset*.

4.3 Pré-Processamento dos Dados

O pré-processamento consiste na aplicação de diversas técnicas para limpar, selecionar e transformar os dados para melhorar a análise dos mesmos. Algumas técnicas: Agregação, *Sampling*, *Feature Selection*, Redução da Dimensionalidade, *Feature Creation*, Discretização/Binarização, dentre outras.

4.3.1 Tratamento de Dados Perdidos ou Inexistentes (NaN)

Não é incomum que um dado não tenha um ou mais valores de atributos, devido a informações não coletadas ou, até mesmo, esses atributos não se aplicarem às instâncias de dados. Contudo, independente do motivo em que há a falta de dados, é necessário realizar um tratamento para evitar problemas de análise. O tratamento para os chamados “dados perdidos” (ou inexistentes) pode ser realizado de duas principais formas: substituir os valores pela mediana daquele atributo; ou simplesmente descartar aquele dado.

Para verificar se algum dado está faltando, **caso não seja indicado pela descrição do *dataset***, pode ser realizado a seguinte operação de força-bruta:

```
[ ]: # Substituindo os dados faltantes '?' por 'np.NaN' para ser possível analisar
data = data.replace('?', np.NaN)

print('Número de Instâncias = {0}'.format(data.shape[0]))
print('Número de Atributos = {0}'.format(data.shape[1]))

# Mostrando a quantidade total de dados inválidos, por atributo
print('Número de Dados Perdidos:')
for col in data.columns:
    print('\t{0}: {1}'.format(col, data[col].isna().sum()))
```

Número de Instâncias = 1727

Número de Atributos = 7

Número de Dados Perdidos:

Buying: 0
Maint: 0
Doors: 0
Persons: 0
Lug_Boot: 0

```
Safety: 0
Class: 0
```

Como é possível ver, não há nenhum dado perdido neste *dataset* e, desta forma, não é necessário realizar nenhum método de tratamento neste contexto.

4.3.2 Conversão de Dados Categóricos para Discretos: Encodificação

Quando trabalha-se com valores categóricos e deseja-se realizar operações estatísticas mais comuns, como média e desvio-padrão, é necessário a conversão destes dados categóricos para numéricos. Além dessas operações básicas, como será visto a seguir, os tratamentos recorrentes no pré-processamento e futuramente na aplicação de Redes Neurais normalmente exigem o uso de dados somente numéricos.

Existem vários métodos para realizar a conversão de dados categóricos para discretos: *One Hot Encoding*, *Dummy Encoding*, *Label Encoding*, *Binary Encoding*, dentre outros. Para fins de exemplificação, a seguir é aplicado o *One Hot Encoding* para este *dataset*.

```
[ ]: # Utilização do One Hot Encoder para conversão
# from sklearn.preprocessing import OneHotEncoder

# Aplicando o One Hot Encoder em todos os atributos
# data_encoded = pd.DataFrame(OneHotEncoder(handle_unknown='ignore',
↳ sparse_output=False).fit_transform(data[cols]))

# Aplicando o One Hot Encoder em todos os atributos
data_encoded = pd.get_dummies(data=data, columns=data.columns)
print(data_encoded)
data_encoded.info()
```

	Buying_high	Buying_low	Buying_med	Buying_vhigh	Maint_high	\
0	False	False	False	True	False	
1	False	False	False	True	False	
2	False	False	False	True	False	
3	False	False	False	True	False	
4	False	False	False	True	False	
...	
1722	False	True	False	False	False	
1723	False	True	False	False	False	
1724	False	True	False	False	False	
1725	False	True	False	False	False	
1726	False	True	False	False	False	

	Maint_low	Maint_med	Maint_vhigh	Doors_2	Doors_3	...	Lug_Boot_big	\
0	False	False	True	True	False	...	False	
1	False	False	True	True	False	...	False	
2	False	False	True	True	False	...	False	
3	False	False	True	True	False	...	False	
4	False	False	True	True	False	...	False	

...
1722	True	False	False	False	False	False	False
1723	True	False	False	False	False	False	False
1724	True	False	False	False	False	False	True
1725	True	False	False	False	False	False	True
1726	True	False	False	False	False	False	True

	Lug_Boot_med	Lug_Boot_small	Safety_high	Safety_low	Safety_med	\
0	False	True	False	False	True	
1	False	True	True	False	False	
2	True	False	False	True	False	
3	True	False	False	False	True	
4	True	False	True	False	False	

...
1722	True	False	False	False	False	True
1723	True	False	True	False	False	False
1724	False	False	False	True	False	False
1725	False	False	False	False	False	True
1726	False	False	True	False	False	False

	Class_acc	Class_good	Class_unacc	Class_vgood
0	False	False	True	False
1	False	False	True	False
2	False	False	True	False
3	False	False	True	False
4	False	False	True	False

...
1722	False	True	False	False
1723	False	False	False	True
1724	False	False	True	False
1725	False	True	False	False
1726	False	False	False	True

[1727 rows x 25 columns]

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>

RangeIndex: 1727 entries, 0 to 1726

Data columns (total 25 columns):

#	Column	Non-Null Count	Dtype
---	-----	-----	-----
0	Buying_high	1727 non-null	bool
1	Buying_low	1727 non-null	bool
2	Buying_med	1727 non-null	bool
3	Buying_vhigh	1727 non-null	bool
4	Maint_high	1727 non-null	bool
5	Maint_low	1727 non-null	bool
6	Maint_med	1727 non-null	bool
7	Maint_vhigh	1727 non-null	bool
8	Doors_2	1727 non-null	bool

```

9   Doors_3          1727 non-null    bool
10  Doors_4          1727 non-null    bool
11  Doors_5more      1727 non-null    bool
12  Persons_2        1727 non-null    bool
13  Persons_4        1727 non-null    bool
14  Persons_more     1727 non-null    bool
15  Lug_Boot_big     1727 non-null    bool
16  Lug_Boot_med     1727 non-null    bool
17  Lug_Boot_small  1727 non-null    bool
18  Safety_high      1727 non-null    bool
19  Safety_low       1727 non-null    bool
20  Safety_med       1727 non-null    bool
21  Class_acc        1727 non-null    bool
22  Class_good       1727 non-null    bool
23  Class_unacc      1727 non-null    bool
24  Class_vgood      1727 non-null    bool

```

dtypes: bool(25)

memory usage: 42.3 KB

Como mostra acima, cada atributo de cada classe virou um valor binário *True* ou *False*.

```

[ ]: import pandas.api.types as pd_types # Identificar o tipo de dado do dataset

# Percorrer cada atributo (coluna) e mostrar os dados estatísticos básicos de
↳ cada um
print('Média')
print(data_encoded.mean())
print('\n')

print('Desvio-Padrão')
print(data_encoded.std())

```

Média

```

Buying_high      0.250145
Buying_low       0.250145
Buying_med       0.250145
Buying_vhigh     0.249566
Maint_high       0.250145
Maint_low        0.250145
Maint_med        0.250145
Maint_vhigh     0.249566
Doors_2          0.249566
Doors_3          0.250145
Doors_4          0.250145
Doors_5more      0.250145
Persons_2        0.332947
Persons_4        0.333526
Persons_more     0.333526

```

Lug_Boot_big	0.333526
Lug_Boot_med	0.333526
Lug_Boot_small	0.332947
Safety_high	0.333526
Safety_low	0.332947
Safety_med	0.333526
Class_acc	0.222351
Class_good	0.039954
Class_unacc	0.700058
Class_vgood	0.037638
dtype: float64	

Desvio-Padrão	
Buying_high	0.433222
Buying_low	0.433222
Buying_med	0.433222
Buying_vhigh	0.432887
Maint_high	0.433222
Maint_low	0.433222
Maint_med	0.433222
Maint_vhigh	0.432887
Doors_2	0.432887
Doors_3	0.433222
Doors_4	0.433222
Doors_5more	0.433222
Persons_2	0.471404
Persons_4	0.471609
Persons_more	0.471609
Lug_Boot_big	0.471609
Lug_Boot_med	0.471609
Lug_Boot_small	0.471404
Safety_high	0.471609
Safety_low	0.471404
Safety_med	0.471609
Class_acc	0.415946
Class_good	0.195907
Class_unacc	0.458365
Class_vgood	0.190373
dtype: float64	
Buying_high	0.433222
Buying_low	0.433222
Buying_med	0.433222
Buying_vhigh	0.432887
Maint_high	0.433222
Maint_low	0.433222
Maint_med	0.433222
Maint_vhigh	0.432887

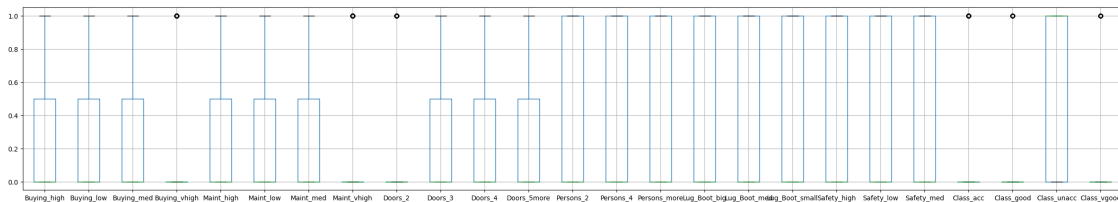
```

Doors_2          0.432887
Doors_3          0.433222
Doors_4          0.433222
Doors_5more     0.433222
Persons_2       0.471404
Persons_4       0.471609
Persons_more    0.471609
Lug_Boot_big   0.471609
Lug_Boot_med   0.471609
Lug_Boot_small 0.471404
Safety_high     0.471609
Safety_low      0.471404
Safety_med      0.471609
Class_acc       0.415946
Class_good      0.195907
Class_unacc     0.458365
Class_vgood     0.190373
dtype: float64

```

```
[ ]: # Gráfico de boxplot para os dados encodificados
data_encoded.boxplot(figsize=(30, 5))
```

```
[ ]: <Axes: >
```



4.3.3 Amostragem

A amostragem, ou *sampling*, é a principal técnica empregada para reduzir dados nos *datasets* e é utilizada frequentemente para realizar uma investigação preliminar dos dados e a análise final dos mesmos. Ainda que existam vários métodos disponíveis desta técnica, dois são mais recorrentes: amostragem sem substituição, em que cada dado selecionado é removido do conjunto original; e a amostragem com substituição, em que cada dado selecionado não é removido e pode ser selecionado mais de uma vez posteriormente.

O código abaixo exemplifica esta técnica por meio do método de amostragem sem substituição.

```
[ ]: # Copiando o dataset original para exemplificar
data_sampling = cp(data)

# Realizando uma amostragem com 10 dados selecionados aleatoriamente
```

```
sample = data_sampling.sample(n=10)
sample
```

```
[ ]:      Buying  Maint  Doors  Persons  Lug_Boot  Safety  Class
113    vhigh    high     2         2      big    low  unacc
1610    low     med    5more     more    small    low  unacc
470     high   vhigh     3         4     med    low  unacc
1202    med     low     2         4     big    low  unacc
829     high    low     4        more    small   high   acc
813     high    low     4         2     med    med  unacc
861     high    low    5more     more     big    med   acc
1414    low     high     2         4    small   high   acc
1227    med     low     3         4     med    med   acc
372    vhigh    low     3        more     med    med   acc
```

```
[ ]: # Também, é possível realizar a amostragem por meio da seleção percentual de
      ↪ dados desejados
      # Seleção de 1% dos dados
sample = data_sampling.sample(frac=0.01, random_state=42)
sample
```

```
[ ]:      Buying  Maint  Doors  Persons  Lug_Boot  Safety  Class
599     high    high     4         2      big    low  unacc
932     med   vhigh     4         4      big    low  unacc
628     high    high    5more         2      big    high  unacc
1497    low     high    5more         4     med    med   acc
1262    med     low     4        more     med    low  unacc
930     med   vhigh     4         4     med    med   acc
23     vhigh   vhigh     2        more     big    low  unacc
843     high    low    5more         2      big    med  unacc
963     med   vhigh    5more     more    small    med  unacc
839     high    low    5more         2     med    low  unacc
1480    low     high     4        more     med    high  vgood
1404    low     high     2         2    small    med  unacc
344    vhigh    low     2        more     med    low  unacc
413    vhigh    low    5more         4    small    low  unacc
494     high   vhigh     4         4    small    low  unacc
298    vhigh    med    5more         2    small    high  unacc
529     high   vhigh    5more         4      big    high  unacc
```

Já abaixo, é possível visualizar a aplicação de amostragem com substituição.

```
[ ]: # Realização de amostragem com substituição e por meio de seleção percentual
sample = data_sampling.sample(frac=0.01, random_state=42, replace=True)
sample
```

```
[ ]:      Buying  Maint  Doors  Persons  Lug_Boot  Safety  Class
1126    med     med     3        more    small    high   acc
```

1459	low	high	4	2	small	high	unacc
860	high	low	5more	more	big	low	unacc
1294	med	low	5more	more	big	high	vgood
1130	med	med	3	more	big	low	unacc
1095	med	med	2	4	big	med	acc
1724	low	low	5more	more	big	low	unacc
1044	med	high	4	more	small	med	unacc
1638	low	low	2	more	small	med	unacc
121	vhigh	high	2	4	med	high	unacc
466	high	vhigh	3	2	big	high	unacc
1238	med	low	3	more	big	low	unacc
330	vhigh	low	2	2	big	med	unacc
1482	low	high	4	more	big	med	acc
87	vhigh	vhigh	5more	2	big	med	unacc
1396	low	vhigh	5more	more	small	high	acc
1123	med	med	3	4	big	high	vgood

4.3.4 Normalização e Testes de Normalidade

A normalização é um processo crucial para a análise de dados, uma vez que é responsável por tratar as questões relacionadas com a **magnitude** das características. Em outras palavras, a escala de cada variável influencia diretamente o coeficiente de regressão e, desta forma, as variáveis com uma magnitude mais significativa predominam sobre as que têm um intervalo de magnitude menor. Em termos práticos, quando aplicados em Redes Neurais, essa diferença significativa de magnitude dos atributos afeta negativamente a convergência do gradiente descendente, tornando o processo de treinamento mais lento. Grande parte dos algoritmos de classificação são sensíveis à magnitude, como: Redes Neurais, SVMs, KNN, K-Means, PCA, dentre outros.

Neste cenário, alguns métodos de normalização são bastante utilizados, como o *Standardization* (*Z-Score*) e o *Normalization*. O *Standardization* redimensiona a distribuição de valores para que a média dos valores observados seja 0 e o desvio padrão seja 1. Este método preserva a forma da distribuição original e os *outliers*. Já o *Normalization* subtrai o valor mínimo de todas as variáveis e, em seguida, divide-o pelo intervalo de valores, comprimindo o valor final entre 0 e 1. Neste método, a forma da distribuição original é perdida e os valores estão contidos entre o intervalo [0, 1], sendo bem sensível aos *outliers*.

Contudo, para atributos categóricos, este processo foi dado anteriormente com a **Encodificação**, uma vez que transforma os valores categóricos em discretos e, desta forma, sendo possíveis de processamento para os algoritmos de classificação, por exemplo.

4.3.5 Seleção de Características

A seleção de características, ou *feature selection*, consistem em um conjunto de técnicas com o objetivo reduzir majoritariamente a dimensionalidade do *dataset*. Essas técnicas são divididas em: *brute-force*, *filter*, *wrapper* e *embedded*. Também, vale ressaltar a importância deste processo para a obtenção de modelos mais simples e, desta forma, mais fáceis de serem interpretados e treinados por Redes Neurais.

Para exemplificar, a seguir são realizados três métodos de **Filtro de Correlação** da técnica *filter*.

Filtro de Correlação A correlação busca entender, essencialmente, como uma variável se comporta em um cenário onde outra variável está mudando. Ou seja, trata-se de métodos estatísticos para se medir as relações entre as variáveis e busca identificar se existe alguma relação entre elas.

A seguir, são aplicados três tipos de métodos de Filtro de Correlação: de Pearson, de Kendall e de Spearman.

Coefficiente de Correlação de Pearson O Coeficiente de Correlação de Pearson busca encontrar a força das **relações lineares** entre duas variáveis.

```
[ ]: # Mostrando a correlação de Pearson entre os atributos do dataset atual
print("Correlação de Pearson")
data_encoded.corr(method='pearson', numeric_only=True)
```

Correlação de Pearson

```
[ ]:
```

	Buying_high	Buying_low	Buying_med	Buying_vhigh	Maint_high	\
Buying_high	1.000000	-0.333591	-0.333591	-0.333076	-0.000193	
Buying_low	-0.333591	1.000000	-0.333591	-0.333076	-0.000193	
Buying_med	-0.333591	-0.333591	1.000000	-0.333076	-0.000193	
Buying_vhigh	-0.333076	-0.333076	-0.333076	1.000000	0.000580	
Maint_high	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	1.000000	
Maint_low	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333591	
Maint_med	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333591	
Maint_vhigh	0.000580	0.000580	0.000580	-0.001740	-0.333076	
Doors_2	0.000580	0.000580	0.000580	-0.001740	0.000580	
Doors_3	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.000193	
Doors_4	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.000193	
Doors_5more	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.000193	
Persons_2	0.000473	0.000473	0.000473	-0.001420	0.000473	
Persons_4	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236	
Persons_more	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236	
Lug_Boot_big	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236	
Lug_Boot_med	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236	
Lug_Boot_small	0.000473	0.000473	0.000473	-0.001420	0.000473	
Safety_high	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236	
Safety_low	0.000473	0.000473	0.000473	-0.001420	0.000473	
Safety_med	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236	
Class_acc	0.038404	-0.022685	0.060911	-0.076689	0.028758	
Class_good	-0.117825	0.196194	0.039184	-0.117644	-0.117825	
Class_unacc	0.062949	-0.129618	-0.100441	0.167239	0.033772	
Class_vgood	-0.114222	0.159752	0.068427	-0.114045	-0.022897	

	Maint_low	Maint_med	Maint_vhigh	Doors_2	Doors_3	...	\
Buying_high	-0.000193	-0.000193	0.000580	0.000580	-0.000193	...	
Buying_low	-0.000193	-0.000193	0.000580	0.000580	-0.000193	...	
Buying_med	-0.000193	-0.000193	0.000580	0.000580	-0.000193	...	
Buying_vhigh	0.000580	0.000580	-0.001740	-0.001740	0.000580	...	

Maint_high	-0.333591	-0.333591	-0.333076	0.000580	-0.000193	...
Maint_low	1.000000	-0.333591	-0.333076	0.000580	-0.000193	...
Maint_med	-0.333591	1.000000	-0.333076	0.000580	-0.000193	...
Maint_vhigh	-0.333076	-0.333076	1.000000	-0.001740	0.000580	...
Doors_2	0.000580	0.000580	-0.001740	1.000000	-0.333076	...
Doors_3	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333076	1.000000	...
Doors_4	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333076	-0.333591	...
Doors_5more	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333076	-0.333591	...
Persons_2	0.000473	0.000473	-0.001420	-0.001420	0.000473	...
Persons_4	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...
Persons_more	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...
Lug_Boot_big	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...
Lug_Boot_med	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...
Lug_Boot_small	0.000473	0.000473	-0.001420	-0.001420	0.000473	...
Safety_high	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...
Safety_low	0.000473	0.000473	-0.001420	-0.001420	0.000473	...
Safety_med	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...
Class_acc	-0.013040	0.060911	-0.076689	-0.047729	0.009467	...
Class_good	0.196194	0.039184	-0.117644	-0.015167	0.005052	...
Class_unacc	-0.100441	-0.100441	0.167239	0.067962	-0.007075	...
Class_vgood	0.068427	0.068427	-0.114045	-0.043741	-0.008847	...

	Lug_Boot_big	Lug_Boot_med	Lug_Boot_small	Safety_high	\
Buying_high	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Buying_low	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Buying_med	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Buying_vhigh	0.000710	0.000710	-0.001420	0.000710	
Maint_high	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Maint_low	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Maint_med	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Maint_vhigh	0.000710	0.000710	-0.001420	0.000710	
Doors_2	0.000710	0.000710	-0.001420	0.000710	
Doors_3	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Doors_4	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Doors_5more	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Persons_2	0.000579	0.000579	-0.001159	0.000579	
Persons_4	-0.000290	-0.000290	0.000579	-0.000290	
Persons_more	-0.000290	-0.000290	0.000579	-0.000290	
Lug_Boot_big	1.000000	-0.500434	-0.499783	-0.000290	
Lug_Boot_med	-0.500434	1.000000	-0.499783	-0.000290	
Lug_Boot_small	-0.499783	-0.499783	1.000000	0.000579	
Safety_high	-0.000290	-0.000290	0.000579	1.000000	
Safety_low	0.000579	0.000579	-0.001159	-0.499783	
Safety_med	-0.000290	-0.000290	0.000579	-0.500434	
Class_acc	0.047037	0.020456	-0.067522	0.224249	
Class_good	0.006187	0.006187	-0.012380	0.043812	
Class_unacc	-0.094432	-0.030108	0.124594	-0.338329	

Class_vgood	0.118227	0.021430	-0.139717	0.279555	
	Safety_low	Safety_med	Class_acc	Class_good	Class_unacc \
Buying_high	0.000473	-0.000236	0.038404	-0.117825	0.062949
Buying_low	0.000473	-0.000236	-0.022685	0.196194	-0.129618
Buying_med	0.000473	-0.000236	0.060911	0.039184	-0.100441
Buying_vhigh	-0.001420	0.000710	-0.076689	-0.117644	0.167239
Maint_high	0.000473	-0.000236	0.028758	-0.117825	0.033772
Maint_low	0.000473	-0.000236	-0.013040	0.196194	-0.100441
Maint_med	0.000473	-0.000236	0.060911	0.039184	-0.100441
Maint_vhigh	-0.001420	0.000710	-0.076689	-0.117644	0.167239
Doors_2	-0.001420	0.000710	-0.047729	-0.015167	0.067962
Doors_3	0.000473	-0.000236	0.009467	0.005052	-0.007075
Doors_4	0.000473	-0.000236	0.019113	0.005052	-0.030417
Doors_5more	0.000473	-0.000236	0.019113	0.005052	-0.030417
Persons_2	-0.001159	0.000579	-0.377777	-0.144125	0.462444
Persons_4	0.000579	-0.000290	0.206527	0.081438	-0.244523
Persons_more	0.000579	-0.000290	0.171085	0.062625	-0.217721
Lug_Boot_big	0.000579	-0.000290	0.047037	0.006187	-0.094432
Lug_Boot_med	0.000579	-0.000290	0.020456	0.006187	-0.030108
Lug_Boot_small	-0.001159	0.000579	-0.067522	-0.012380	0.124594
Safety_high	-0.499783	-0.500434	0.224249	0.043812	-0.338329
Safety_low	1.000000	-0.499783	-0.377777	-0.144125	0.462444
Safety_med	-0.499783	1.000000	0.153364	0.100250	-0.123914
Class_acc	-0.377777	0.153364	1.000000	-0.109084	-0.816913
Class_good	-0.144125	0.100250	-0.109084	1.000000	-0.311660
Class_unacc	0.462444	-0.123914	-0.816913	-0.311660	1.000000
Class_vgood	-0.139717	-0.139899	-0.105747	-0.040343	-0.302127
Class_vgood					
Buying_high	-0.114222				
Buying_low	0.159752				
Buying_med	0.068427				
Buying_vhigh	-0.114045				
Maint_high	-0.022897				
Maint_low	0.068427				
Maint_med	0.068427				
Maint_vhigh	-0.114045				
Doors_2	-0.043741				
Doors_3	-0.008847				
Doors_4	0.026277				
Doors_5more	0.026277				
Persons_2	-0.139717				
Persons_4	0.053695				
Persons_more	0.085961				
Lug_Boot_big	0.118227				
Lug_Boot_med	0.021430				

```

Lug_Boot_small    -0.139717
Safety_high       0.279555
Safety_low        -0.139717
Safety_med        -0.139899
Class_acc         -0.105747
Class_good        -0.040343
Class_unacc       -0.302127
Class_vgood      1.000000

```

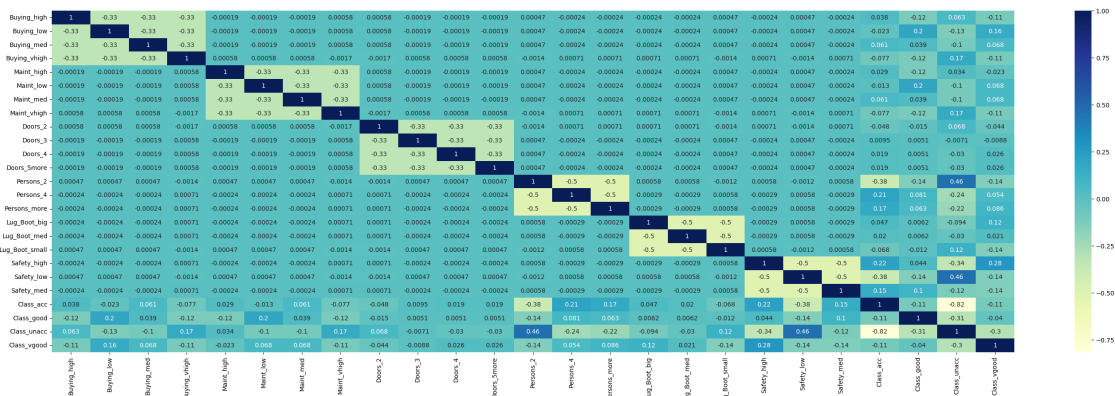
[25 rows x 25 columns]

```

[ ]: # Plotando o mapa de calor da correlação de Pearson
plt.figure(figsize=(35, 10))
sbn.heatmap(data_encoded.corr(method='pearson', numeric_only=True),
            annot=True, cmap='YlGnBu', )

```

[]: <Axes: >



Coefficiente de Correlação de Kendall O Coeficiente de Correlação de Kendall busca medir a força da **associação ordinal** entre duas variáveis.

```

[ ]: # Mostrando a correlação de Pearson entre os atributos do dataset atual
print("Correlação de Kendall")
data_encoded.corr(method='kendall', numeric_only=True)

```

Correlação de Kendall

```

[ ]:
      Buying_high  Buying_low  Buying_med  Buying_vhigh  Maint_high \
Buying_high      1.000000    -0.333591   -0.333591   -0.333076  -0.000193
Buying_low      -0.333591     1.000000   -0.333591   -0.333076  -0.000193
Buying_med      -0.333591    -0.333591     1.000000   -0.333076  -0.000193
Buying_vhigh    -0.333076    -0.333076   -0.333076     1.000000   0.000580
Maint_high     -0.000193   -0.000193  -0.000193     0.000580     1.000000

```

Maint_low	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333591
Maint_med	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333591
Maint_vhigh	0.000580	0.000580	0.000580	-0.001740	-0.333076
Doors_2	0.000580	0.000580	0.000580	-0.001740	0.000580
Doors_3	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.000193
Doors_4	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.000193
Doors_5more	-0.000193	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.000193
Persons_2	0.000473	0.000473	0.000473	-0.001420	0.000473
Persons_4	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236
Persons_more	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236
Lug_Boot_big	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236
Lug_Boot_med	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236
Lug_Boot_small	0.000473	0.000473	0.000473	-0.001420	0.000473
Safety_high	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236
Safety_low	0.000473	0.000473	0.000473	-0.001420	0.000473
Safety_med	-0.000236	-0.000236	-0.000236	0.000710	-0.000236
Class_acc	0.038404	-0.022685	0.060911	-0.076689	0.028758
Class_good	-0.117825	0.196194	0.039184	-0.117644	-0.117825
Class_unacc	0.062949	-0.129618	-0.100441	0.167239	0.033772
Class_vgood	-0.114222	0.159752	0.068427	-0.114045	-0.022897

	Maint_low	Maint_med	Maint_vhigh	Doors_2	Doors_3	...	\
Buying_high	-0.000193	-0.000193	0.000580	0.000580	-0.000193	...	
Buying_low	-0.000193	-0.000193	0.000580	0.000580	-0.000193	...	
Buying_med	-0.000193	-0.000193	0.000580	0.000580	-0.000193	...	
Buying_vhigh	0.000580	0.000580	-0.001740	-0.001740	0.000580	...	
Maint_high	-0.333591	-0.333591	-0.333076	0.000580	-0.000193	...	
Maint_low	1.000000	-0.333591	-0.333076	0.000580	-0.000193	...	
Maint_med	-0.333591	1.000000	-0.333076	0.000580	-0.000193	...	
Maint_vhigh	-0.333076	-0.333076	1.000000	-0.001740	0.000580	...	
Doors_2	0.000580	0.000580	-0.001740	1.000000	-0.333076	...	
Doors_3	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333076	1.000000	...	
Doors_4	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333076	-0.333591	...	
Doors_5more	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333076	-0.333591	...	
Persons_2	0.000473	0.000473	-0.001420	-0.001420	0.000473	...	
Persons_4	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Persons_more	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Lug_Boot_big	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Lug_Boot_med	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Lug_Boot_small	0.000473	0.000473	-0.001420	-0.001420	0.000473	...	
Safety_high	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Safety_low	0.000473	0.000473	-0.001420	-0.001420	0.000473	...	
Safety_med	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Class_acc	-0.013040	0.060911	-0.076689	-0.047729	0.009467	...	
Class_good	0.196194	0.039184	-0.117644	-0.015167	0.005052	...	
Class_unacc	-0.100441	-0.100441	0.167239	0.067962	-0.007075	...	
Class_vgood	0.068427	0.068427	-0.114045	-0.043741	-0.008847	...	

	Lug_Boot_big	Lug_Boot_med	Lug_Boot_small	Safety_high	\
Buying_high	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Buying_low	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Buying_med	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Buying_vhigh	0.000710	0.000710	-0.001420	0.000710	
Maint_high	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Maint_low	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Maint_med	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Maint_vhigh	0.000710	0.000710	-0.001420	0.000710	
Doors_2	0.000710	0.000710	-0.001420	0.000710	
Doors_3	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Doors_4	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Doors_5more	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	
Persons_2	0.000579	0.000579	-0.001159	0.000579	
Persons_4	-0.000290	-0.000290	0.000579	-0.000290	
Persons_more	-0.000290	-0.000290	0.000579	-0.000290	
Lug_Boot_big	1.000000	-0.500434	-0.499783	-0.000290	
Lug_Boot_med	-0.500434	1.000000	-0.499783	-0.000290	
Lug_Boot_small	-0.499783	-0.499783	1.000000	0.000579	
Safety_high	-0.000290	-0.000290	0.000579	1.000000	
Safety_low	0.000579	0.000579	-0.001159	-0.499783	
Safety_med	-0.000290	-0.000290	0.000579	-0.500434	
Class_acc	0.047037	0.020456	-0.067522	0.224249	
Class_good	0.006187	0.006187	-0.012380	0.043812	
Class_unacc	-0.094432	-0.030108	0.124594	-0.338329	
Class_vgood	0.118227	0.021430	-0.139717	0.279555	

	Safety_low	Safety_med	Class_acc	Class_good	Class_unacc	\
Buying_high	0.000473	-0.000236	0.038404	-0.117825	0.062949	
Buying_low	0.000473	-0.000236	-0.022685	0.196194	-0.129618	
Buying_med	0.000473	-0.000236	0.060911	0.039184	-0.100441	
Buying_vhigh	-0.001420	0.000710	-0.076689	-0.117644	0.167239	
Maint_high	0.000473	-0.000236	0.028758	-0.117825	0.033772	
Maint_low	0.000473	-0.000236	-0.013040	0.196194	-0.100441	
Maint_med	0.000473	-0.000236	0.060911	0.039184	-0.100441	
Maint_vhigh	-0.001420	0.000710	-0.076689	-0.117644	0.167239	
Doors_2	-0.001420	0.000710	-0.047729	-0.015167	0.067962	
Doors_3	0.000473	-0.000236	0.009467	0.005052	-0.007075	
Doors_4	0.000473	-0.000236	0.019113	0.005052	-0.030417	
Doors_5more	0.000473	-0.000236	0.019113	0.005052	-0.030417	
Persons_2	-0.001159	0.000579	-0.377777	-0.144125	0.462444	
Persons_4	0.000579	-0.000290	0.206527	0.081438	-0.244523	
Persons_more	0.000579	-0.000290	0.171085	0.062625	-0.217721	
Lug_Boot_big	0.000579	-0.000290	0.047037	0.006187	-0.094432	
Lug_Boot_med	0.000579	-0.000290	0.020456	0.006187	-0.030108	
Lug_Boot_small	-0.001159	0.000579	-0.067522	-0.012380	0.124594	

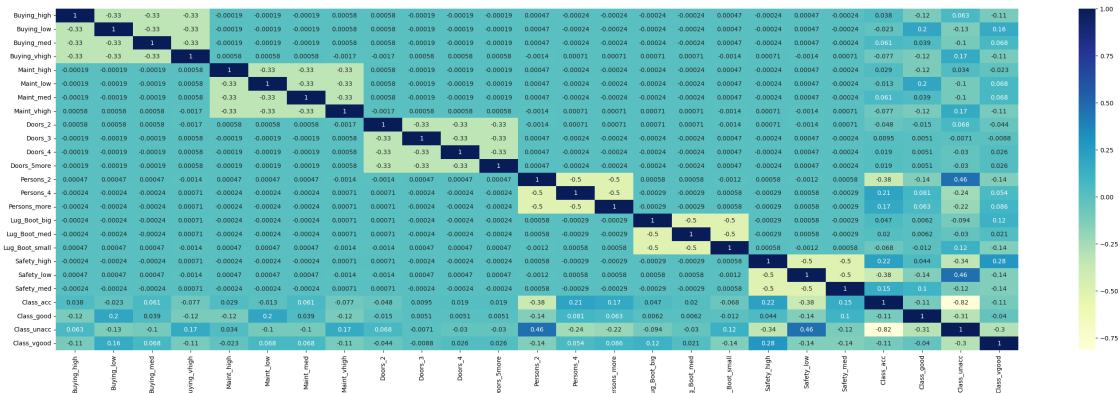
Safety_high	-0.499783	-0.500434	0.224249	0.043812	-0.338329
Safety_low	1.000000	-0.499783	-0.377777	-0.144125	0.462444
Safety_med	-0.499783	1.000000	0.153364	0.100250	-0.123914
Class_acc	-0.377777	0.153364	1.000000	-0.109084	-0.816913
Class_good	-0.144125	0.100250	-0.109084	1.000000	-0.311660
Class_unacc	0.462444	-0.123914	-0.816913	-0.311660	1.000000
Class_vgood	-0.139717	-0.139899	-0.105747	-0.040343	-0.302127

	Class_vgood
Buying_high	-0.114222
Buying_low	0.159752
Buying_med	0.068427
Buying_vhigh	-0.114045
Maint_high	-0.022897
Maint_low	0.068427
Maint_med	0.068427
Maint_vhigh	-0.114045
Doors_2	-0.043741
Doors_3	-0.008847
Doors_4	0.026277
Doors_5more	0.026277
Persons_2	-0.139717
Persons_4	0.053695
Persons_more	0.085961
Lug_Boot_big	0.118227
Lug_Boot_med	0.021430
Lug_Boot_small	-0.139717
Safety_high	0.279555
Safety_low	-0.139717
Safety_med	-0.139899
Class_acc	-0.105747
Class_good	-0.040343
Class_unacc	-0.302127
Class_vgood	1.000000

[25 rows x 25 columns]

```
[ ]: # Plotando o mapa de calor da correlação de Kendall
plt.figure(figsize=(35, 10))
sbn.heatmap(data_encoded.corr(method='kendall', numeric_only=True),
            annot=True, cmap='YlGnBu')
```

```
[ ]: <Axes: >
```



Coefficiente de Correlação de Spearman O Coeficiente de Correlação de Spearman busca encontrar a força das **relações monotônicas (lineares ou não)** entre duas variáveis.

```
[ ]: # Mostrando a correlação de Pearson entre os atributos do dataset atual
print("Correlação de Spearman")
data_encoded.corr(method='spearman', numeric_only=True)
```

Correlação de Spearman

```
[ ]:
Buying_high  Buying_low  Buying_med  Buying_vhigh  Maint_high  \
Buying_high      1.000000   -0.333591   -0.333591   -0.333076   -0.000193
Buying_low      -0.333591    1.000000   -0.333591   -0.333076   -0.000193
Buying_med      -0.333591   -0.333591    1.000000   -0.333076   -0.000193
Buying_vhigh     -0.333076   -0.333076   -0.333076    1.000000    0.000580
Maint_high       -0.000193   -0.000193   -0.000193    0.000580    1.000000
Maint_low        -0.000193   -0.000193   -0.000193    0.000580   -0.333591
Maint_med        -0.000193   -0.000193   -0.000193    0.000580   -0.333591
Maint_vhigh       0.000580    0.000580    0.000580   -0.001740   -0.333076
Doors_2           0.000580    0.000580    0.000580   -0.001740    0.000580
Doors_3          -0.000193   -0.000193   -0.000193    0.000580   -0.000193
Doors_4          -0.000193   -0.000193   -0.000193    0.000580   -0.000193
Doors_5more      -0.000193   -0.000193   -0.000193    0.000580   -0.000193
Persons_2         0.000473    0.000473    0.000473   -0.001420    0.000473
Persons_4        -0.000236   -0.000236   -0.000236    0.000710   -0.000236
Persons_more     -0.000236   -0.000236   -0.000236    0.000710   -0.000236
Lug_Boot_big     -0.000236   -0.000236   -0.000236    0.000710   -0.000236
Lug_Boot_med     -0.000236   -0.000236   -0.000236    0.000710   -0.000236
Lug_Boot_small   0.000473    0.000473    0.000473   -0.001420    0.000473
Safety_high      -0.000236   -0.000236   -0.000236    0.000710   -0.000236
Safety_low       0.000473    0.000473    0.000473   -0.001420    0.000473
Safety_med       -0.000236   -0.000236   -0.000236    0.000710   -0.000236
Class_acc        0.038404   -0.022685    0.060911   -0.076689    0.028758
Class_good      -0.117825    0.196194    0.039184   -0.117644   -0.117825
```

Class_unacc	0.062949	-0.129618	-0.100441	0.167239	0.033772
Class_vgood	-0.114222	0.159752	0.068427	-0.114045	-0.022897

	Maint_low	Maint_med	Maint_vhigh	Doors_2	Doors_3	...	\
Buying_high	-0.000193	-0.000193	0.000580	0.000580	-0.000193	...	
Buying_low	-0.000193	-0.000193	0.000580	0.000580	-0.000193	...	
Buying_med	-0.000193	-0.000193	0.000580	0.000580	-0.000193	...	
Buying_vhigh	0.000580	0.000580	-0.001740	-0.001740	0.000580	...	
Maint_high	-0.333591	-0.333591	-0.333076	0.000580	-0.000193	...	
Maint_low	1.000000	-0.333591	-0.333076	0.000580	-0.000193	...	
Maint_med	-0.333591	1.000000	-0.333076	0.000580	-0.000193	...	
Maint_vhigh	-0.333076	-0.333076	1.000000	-0.001740	0.000580	...	
Doors_2	0.000580	0.000580	-0.001740	1.000000	-0.333076	...	
Doors_3	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333076	1.000000	...	
Doors_4	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333076	-0.333591	...	
Doors_5more	-0.000193	-0.000193	0.000580	-0.333076	-0.333591	...	
Persons_2	0.000473	0.000473	-0.001420	-0.001420	0.000473	...	
Persons_4	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Persons_more	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Lug_Boot_big	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Lug_Boot_med	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Lug_Boot_small	0.000473	0.000473	-0.001420	-0.001420	0.000473	...	
Safety_high	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Safety_low	0.000473	0.000473	-0.001420	-0.001420	0.000473	...	
Safety_med	-0.000236	-0.000236	0.000710	0.000710	-0.000236	...	
Class_acc	-0.013040	0.060911	-0.076689	-0.047729	0.009467	...	
Class_good	0.196194	0.039184	-0.117644	-0.015167	0.005052	...	
Class_unacc	-0.100441	-0.100441	0.167239	0.067962	-0.007075	...	
Class_vgood	0.068427	0.068427	-0.114045	-0.043741	-0.008847	...	

	Lug_Boot_big	Lug_Boot_med	Lug_Boot_small	Safety_high	...	\
Buying_high	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	...	
Buying_low	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	...	
Buying_med	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	...	
Buying_vhigh	0.000710	0.000710	-0.001420	0.000710	...	
Maint_high	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	...	
Maint_low	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	...	
Maint_med	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	...	
Maint_vhigh	0.000710	0.000710	-0.001420	0.000710	...	
Doors_2	0.000710	0.000710	-0.001420	0.000710	...	
Doors_3	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	...	
Doors_4	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	...	
Doors_5more	-0.000236	-0.000236	0.000473	-0.000236	...	
Persons_2	0.000579	0.000579	-0.001159	0.000579	...	
Persons_4	-0.000290	-0.000290	0.000579	-0.000290	...	
Persons_more	-0.000290	-0.000290	0.000579	-0.000290	...	
Lug_Boot_big	1.000000	-0.500434	-0.499783	-0.000290	...	

Lug_Boot_med	-0.500434	1.000000	-0.499783	-0.000290
Lug_Boot_small	-0.499783	-0.499783	1.000000	0.000579
Safety_high	-0.000290	-0.000290	0.000579	1.000000
Safety_low	0.000579	0.000579	-0.001159	-0.499783
Safety_med	-0.000290	-0.000290	0.000579	-0.500434
Class_acc	0.047037	0.020456	-0.067522	0.224249
Class_good	0.006187	0.006187	-0.012380	0.043812
Class_unacc	-0.094432	-0.030108	0.124594	-0.338329
Class_vgood	0.118227	0.021430	-0.139717	0.279555

	Safety_low	Safety_med	Class_acc	Class_good	Class_unacc \
Buying_high	0.000473	-0.000236	0.038404	-0.117825	0.062949
Buying_low	0.000473	-0.000236	-0.022685	0.196194	-0.129618
Buying_med	0.000473	-0.000236	0.060911	0.039184	-0.100441
Buying_vhigh	-0.001420	0.000710	-0.076689	-0.117644	0.167239
Maint_high	0.000473	-0.000236	0.028758	-0.117825	0.033772
Maint_low	0.000473	-0.000236	-0.013040	0.196194	-0.100441
Maint_med	0.000473	-0.000236	0.060911	0.039184	-0.100441
Maint_vhigh	-0.001420	0.000710	-0.076689	-0.117644	0.167239
Doors_2	-0.001420	0.000710	-0.047729	-0.015167	0.067962
Doors_3	0.000473	-0.000236	0.009467	0.005052	-0.007075
Doors_4	0.000473	-0.000236	0.019113	0.005052	-0.030417
Doors_5more	0.000473	-0.000236	0.019113	0.005052	-0.030417
Persons_2	-0.001159	0.000579	-0.377777	-0.144125	0.462444
Persons_4	0.000579	-0.000290	0.206527	0.081438	-0.244523
Persons_more	0.000579	-0.000290	0.171085	0.062625	-0.217721
Lug_Boot_big	0.000579	-0.000290	0.047037	0.006187	-0.094432
Lug_Boot_med	0.000579	-0.000290	0.020456	0.006187	-0.030108
Lug_Boot_small	-0.001159	0.000579	-0.067522	-0.012380	0.124594
Safety_high	-0.499783	-0.500434	0.224249	0.043812	-0.338329
Safety_low	1.000000	-0.499783	-0.377777	-0.144125	0.462444
Safety_med	-0.499783	1.000000	0.153364	0.100250	-0.123914
Class_acc	-0.377777	0.153364	1.000000	-0.109084	-0.816913
Class_good	-0.144125	0.100250	-0.109084	1.000000	-0.311660
Class_unacc	0.462444	-0.123914	-0.816913	-0.311660	1.000000
Class_vgood	-0.139717	-0.139899	-0.105747	-0.040343	-0.302127

	Class_vgood
Buying_high	-0.114222
Buying_low	0.159752
Buying_med	0.068427
Buying_vhigh	-0.114045
Maint_high	-0.022897
Maint_low	0.068427
Maint_med	0.068427
Maint_vhigh	-0.114045
Doors_2	-0.043741


```

Doors_3          -0.008847
Doors_4          0.026277
Doors_5more      0.026277
Persons_2        -0.139717
Persons_4        0.053695
Persons_more     0.085961
Lug_Boot_big     0.118227
Lug_Boot_med     0.021430
Lug_Boot_small  -0.139717
Safety_high      0.279555
Safety_low       -0.139717
Safety_med       -0.139899
Class_acc        -0.105747
Class_good       -0.040343
Class_unacc      -0.302127
Class_vgood      1.000000

```

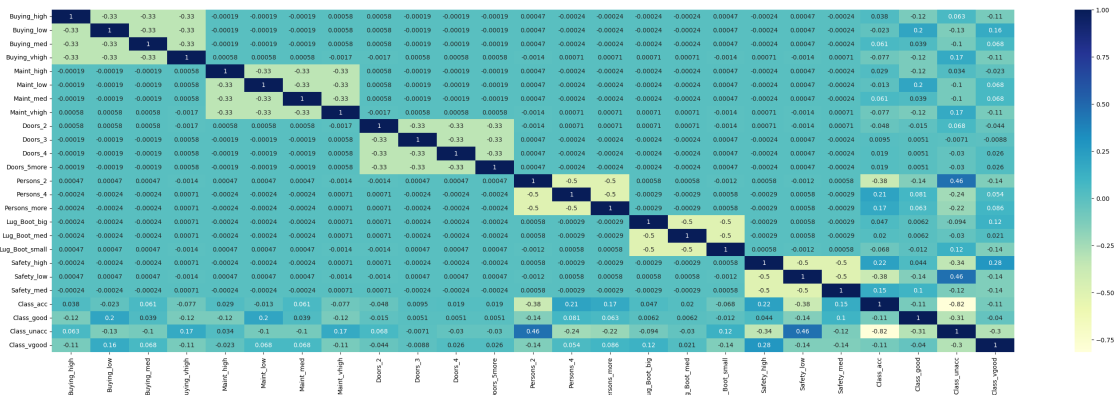
[25 rows x 25 columns]

```

[ ]: # Plotando o mapa de calor da correlação de Spearman
plt.figure(figsize=(35, 10))
sbn.heatmap(data_encoded.corr(method='spearman', numeric_only=True),
            annot=True, cmap='YlGnBu')

```

[]: <Axes: >



Principal Component Analysis (PCA) O *Principal Component Analysis* (PCA) é um dos principais métodos para reduzir a dimensionalidade do *dataset*, projetando os dados de seu espaço original de alta dimensão em um espaço de dimensão inferior. Os novos atributos, também chamados de componentes, criados pelo PCA devem ter as seguintes propriedades: são combinações lineares dos atributos originais; são ortogonais entre si; e capturam a quantidade máxima de variação nos dados.

O método do PCA é aplicado a partir dos seguintes passos, de forma ordenada: normalização; computação da matriz de covariância; cálculo dos vetores próprios e os valores próprios da matriz de covariância para identificar os componentes principais; calcular o vetor de características; e reformular os dados ao longo dos eixos de componentes principais.

Contudo, ainda que seja possível utilizar o PCA em dados binários, como no *dataset* atual aplicado com o *One Hot Encoding*, não é recomendado, tendo em vista que o PCA é designado, majoritariamente, para **variáveis contínuas**.

5 Conjunto Misto (Numérico e Categórico): *Breast Cancer*

Descrição do Dataset: descrição

Este conjunto de dados pode ser acessado por meio de: [Breast Cancer](#) (última data de acesso: 15 de set. de 2023).

[]: