

# Aula 6 - Matplotlib

O [Matplotlib \(https://matplotlib.org/\)](https://matplotlib.org/) é a principal biblioteca para plotagem e visualização gráfica do Python. Posteriormente deu origem a outras ferramentas, como o Seaborn. Usaremos a convenção de importação do pacote como:

```
import matplotlib as plt
```

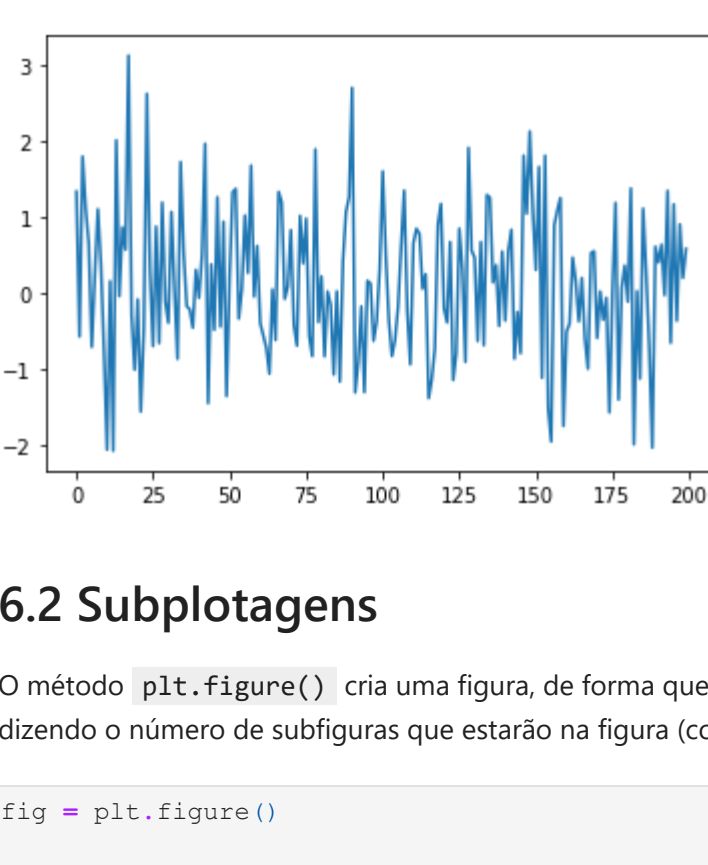
(caso não encontre o pacote, instale-o usando `pip install matplotlib` no terminal).

## 6.1 Introdução e plotagem simples

A funcionalidade mais básica para se plotar um gráfico é o `plt.plot()`, com uma sequência de valores

```
In [1]: import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
plt.plot(np.arange(10))

Out[1]: <matplotlib.lines.Line2D at 0x238f53ee7a0>
```



```
In [2]: plt.plot(np.random.randn(200))

Out[2]: <matplotlib.lines.Line2D at 0x238f7506140>
```

## 6.2 Subplots

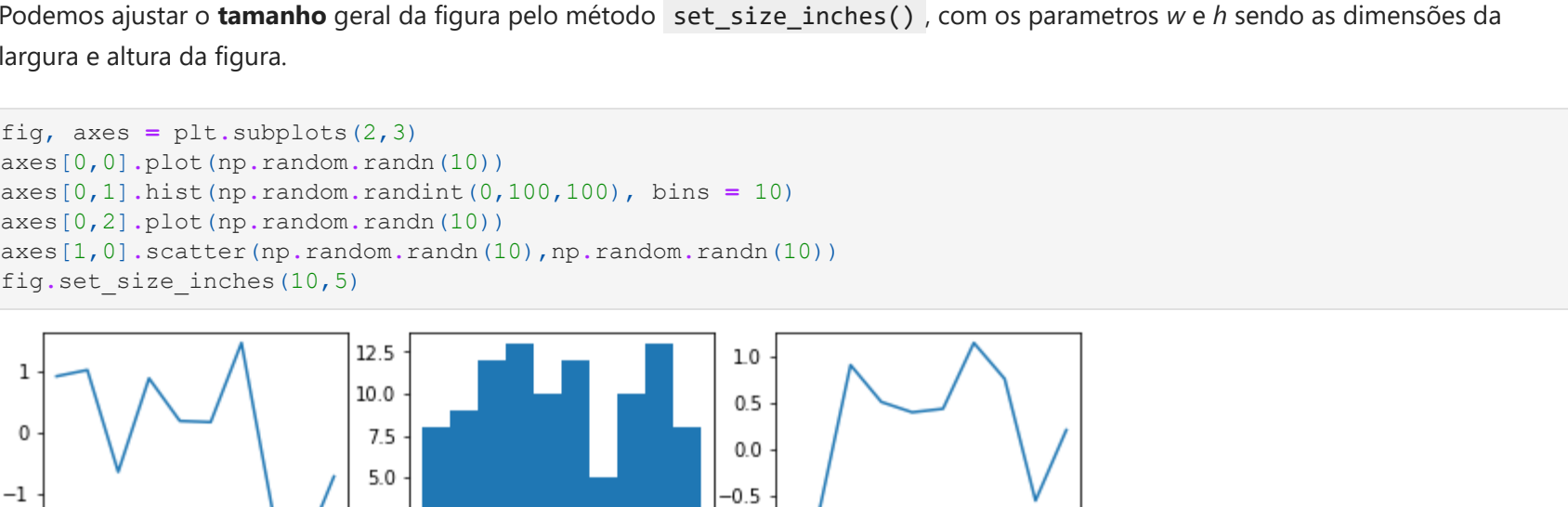
O método `plt.figure()` cria uma figura, de forma que podemos adicionar subfiguras nela com o método `fig.add_subplot()` dizendo o número de subfiguras que estarão na figura (como uma matriz), e indicando qual será a criada no momento.

```
In [3]: fig = plt.figure()

# Criando as subfiguras
fig1 = fig.add_subplot(2,2,1) # Em uma figura com 4 subfiguras, essa é a primeira
fig2 = fig.add_subplot(2,2,2)
fig3 = fig.add_subplot(2,2,3)
fig4 = fig.add_subplot(2,2,4)

# Gerando os gráficos
fig1.plot(np.arange(20))
fig2.plot(np.ones(20))
fig3.plot(np.random.randn(20))
fig4.plot([5 for x in range(10,0,-1)])

Out[3]: <matplotlib.lines.Line2D at 0x238f7f46e6a0>
```



Para exportar a figura usamos o método `fig.savefig()`. As Figuras podem ser salvas em diversos formatos, alguns deles são mostrados abaixo:

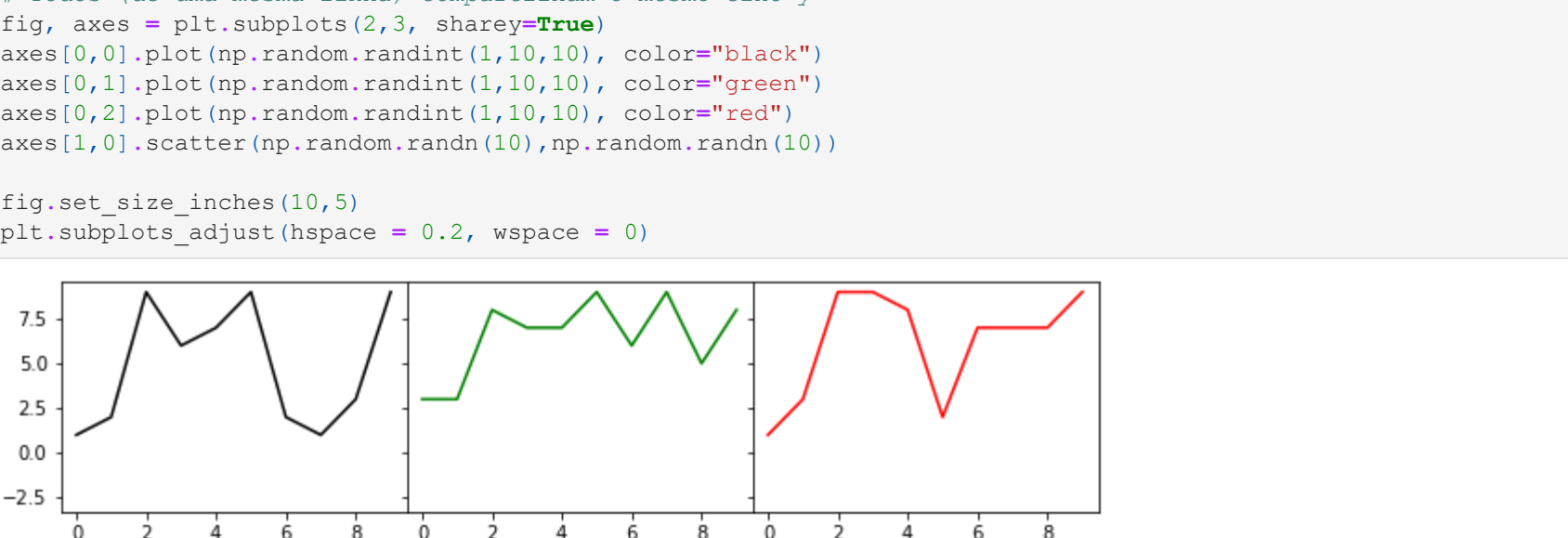
```
In [4]: # Salvando as Figuras em .png, .pdf e .svg
fig.savefig("Figura1.png")
fig.savefig("Figura1.pdf")
fig.savefig("Figura1.svg")
```

As subplotsagens são tão comuns, que o matplotlib inclui um método conveniente: `plt.subplots()`, que cria uma nova figura e devolve um array NumPy contendo objetos de subplots criados:

```
In [5]: fig, axes = plt.subplots(2,3)

# Assim, podemos acessar as subplotsagens em axes como uma matriz 2x3:
axes[0,0].plot(np.random.randn(10))
axes[0,1].hist(np.random.randn(100,100), bins = 30)
axes[0,2].plot(np.random.randn(10))
axes[1,0].scatter(np.random.randn(10), np.random.randn(10))

Out[5]: <matplotlib.collections.PatchCollection at 0x238f7d0dc0>
```



## 6.3 Tamanho, cores e marcadores

Podemos ajustar o tamanho geral da figura pelo método `set_size_inches()`, com os parâmetros `w` e `h` sendo as dimensões da largura e altura da figura.

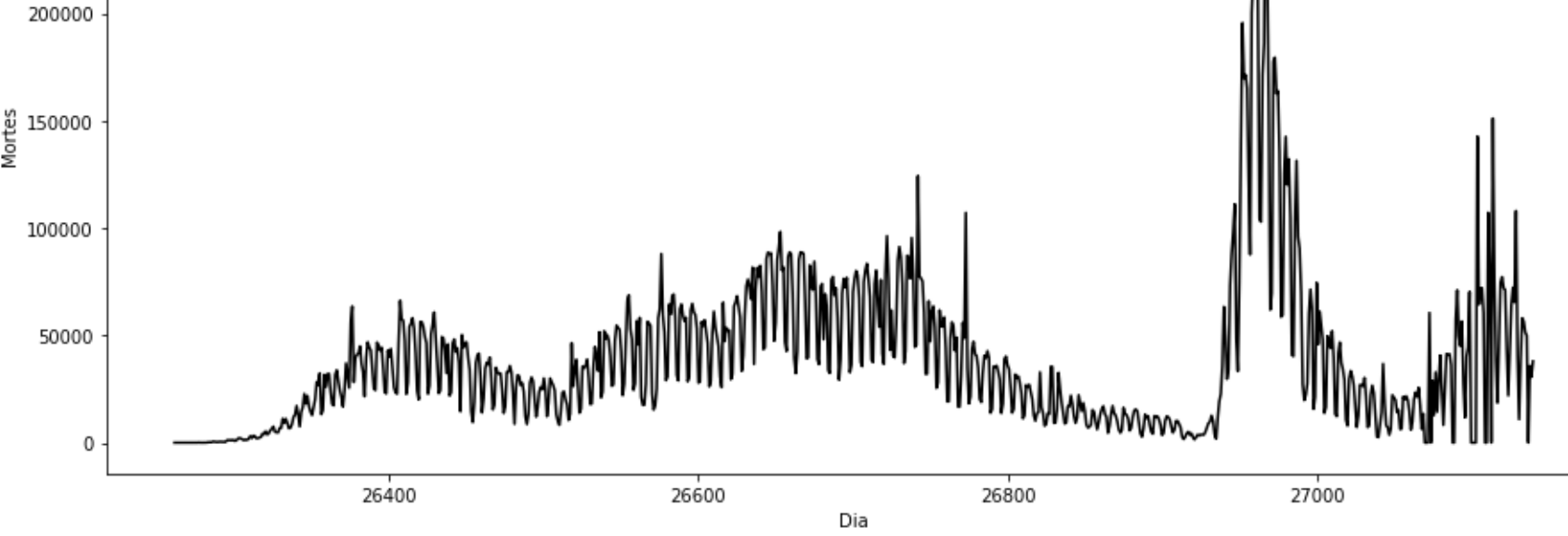
```
In [6]: fig, axes = plt.subplots(2,3)
axes[0,0].plot(np.random.randn(10))
axes[0,1].hist(np.random.randn(100,100), bins = 10)
axes[0,2].plot(np.random.randn(10))
axes[1,0].scatter(np.random.randn(10), np.random.randn(10))
fig.set_size_inches(10,5)
```



Podemos controlar a porcentagem de espaço da figura total que é usado para separar os subgráficos, tanto em altura como largura, usando o método `plt.subplots_adjust()`, sendo os argumentos `wspace` e `hspace` a porcentagem usada nos espaços na largura e altura da figura.

```
In [7]: fig, axes = plt.subplots(2,3)
axes[0,0].plot(np.random.randn(10))
axes[0,1].hist(np.random.randn(100,100), bins = 10)
axes[0,2].plot(np.random.randn(10))
axes[1,0].scatter(np.random.randn(10), np.random.randn(10))

fig.set_size_inches(10,5)
plt.subplots_adjust(hspace = 0.2, wspace = 0)
```



Se os gráficos forem comparativos (ou seja, na mesma escala), podemos aproveitar os eixos `x` e `y` para não haver repetição. Para isso passamos o argumento `sharex=True` (para usar o mesmo eixo `x`) e `sharey=True` (para usar o mesmo eixo `y`) na criação da figura.

```
In [8]: # Todos (de uma mesma linha) compartilham o mesmo eixo x
fig, axes = plt.subplots(2,3, sharex=True)
axes[0,0].plot(np.random.randn(10,10), color="black")
axes[0,1].plot(np.random.randn(1,10,10), color="green")
axes[0,2].scatter(np.random.randn(10), np.random.randn(10))
axes[1,0].scatter(np.random.randn(10), np.random.randn(10))

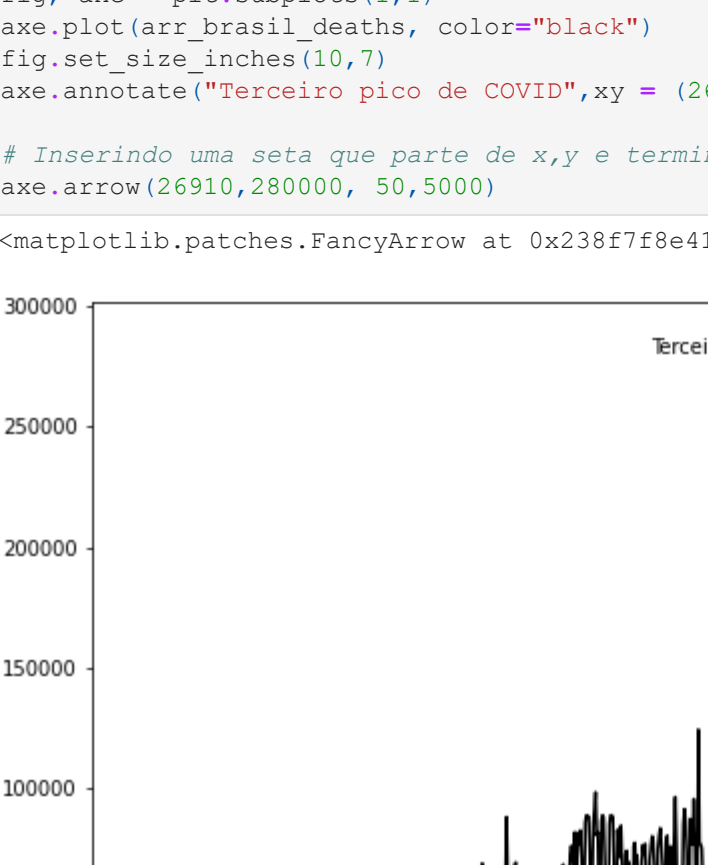
fig.set_size_inches(10,5)
plt.subplots_adjust(hspace = 0.2, wspace = 0)
```



As cores são controladas pelo argumento `color`, existem diversas formas de passar as cores, como strings ("red","blue","green,...") ou mesmo por hexa ("#FFCCFF"). Em gráficos de linha, podemos alterar o estilo da linha com o argumento `linestyle` (--, por exemplo). Ainda, adicionamos marcadores com o argumento `marker`.

```
In [9]: fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.plot(np.random.randn(10,100,20), marker="o", linestyle="--", color="green")

Out[9]: <matplotlib.lines.Line2D at 0x238f7f23280>
```



## 6.4 Títulos, eixos e legenda

Considere os dados sobre mortes de covid contido na base `daily-covid-cases-deaths.csv`, filtrando somente o Brasil e plotando em um gráfico de linha. Podemos inserir o título do gráfico com o método `set_title()`, o título do eixo `x` e `y` com `set_xlabel()` e `set_ylabel()`.

```
In [10]: import pandas as pd

# Lendo os dados
dt = pd.read_csv("D:\Meu Drive\Arquivos\UFPR\Disciplinas\2 - Intro Mineração de Dados\Python\Datasets\daily-covid-cases-deaths.csv")

# Filtrando somente Brasil, e somente a coluna sobre as mortes
arr_brazil_deaths = dt[dt["Entity"]=="Brazil"] ["Daily new confirmed cases of COVID-19"]
arr_brazil_deaths

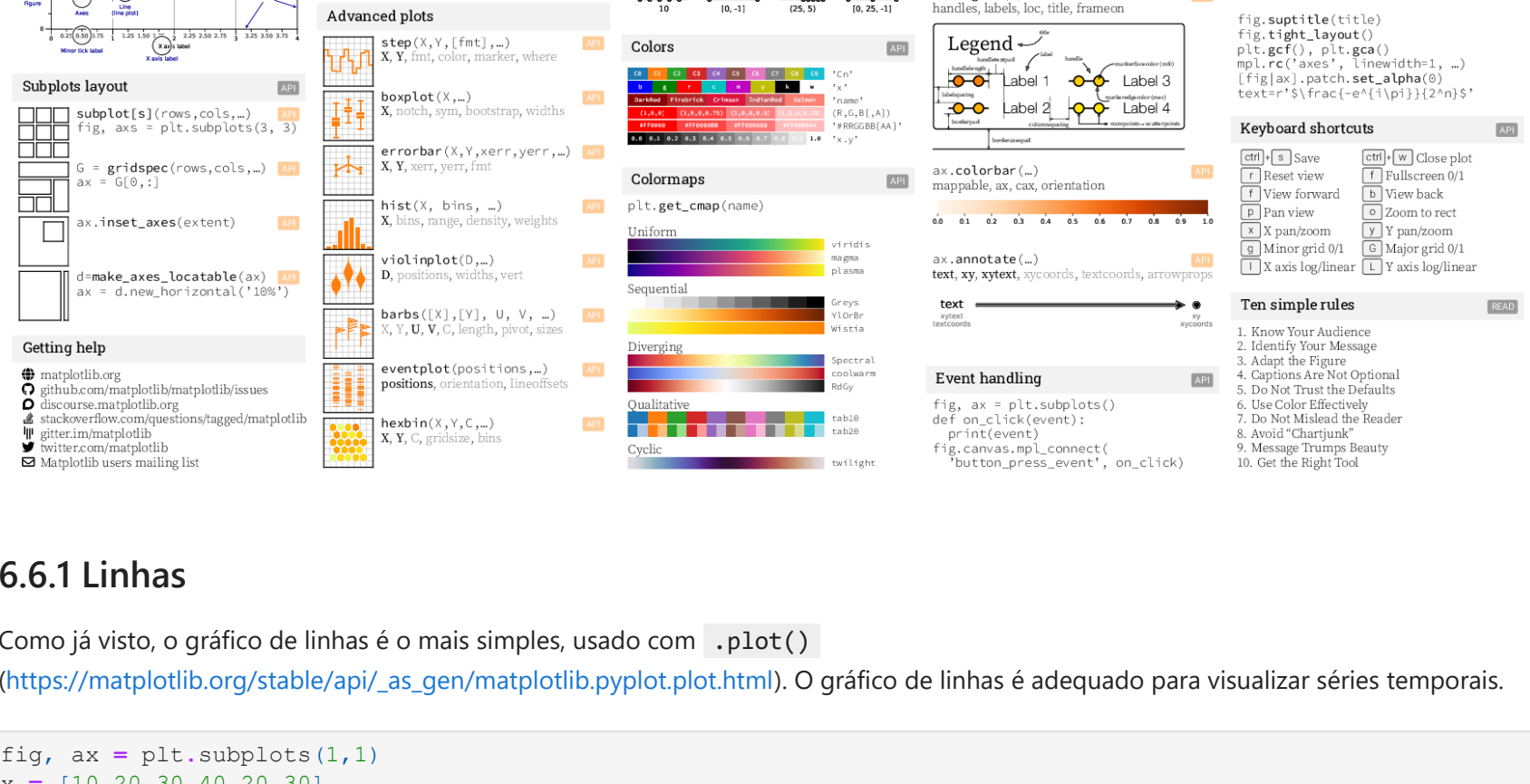
# Plotando o gráfico
fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.plot(arr_brazil_deaths.values, color="black")
fig.set_size_inches(10,7)
ax.set_title("Mortes por COVID-19 no Brasil")

# Eixo X
ax.set_xlabel("Dia")

# Eixo Y
ax.set_ylabel("Mortes")

Text(0, 0.5, "Mortes")

Out[10]: <matplotlib.figure.Figure at 0x238f7f8e410>
```



Podemos plotar mais de um gráfico na mesma figura, basta criar-las usando um mesmo eixo. Nesses casos se for necessário adicionar legendas para cada série. Podemos fazer isso passando o argumento `label`, no momento da criação do gráfico, em seguida `plt.legend()`. Para plotar a legenda. Considere o exemplo abaixo, em que plotamos as mortes por COVID do Brasil e da Alemanha em um mesmo gráfico, para fins de comparação.

```
In [11]: arr_deutch_deaths = dt[dt["Entity"]=="Germany"] ["Daily new confirmed cases of COVID-19"]
arr_deutch_deaths

fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.plot(arr_brazil_deaths.values, label="Brasil")
ax.plot(arr_deutch_deaths.values, label="Alemanha")
plt.legend()

# Adicionando Título e nome dos eixos
ax.set_title("Mortes por COVID - Brasil x Alemanha")
ax.set_xlabel("Dia")
ax.set_ylabel("Mortes")

fig.set_size_inches(20,8)
```

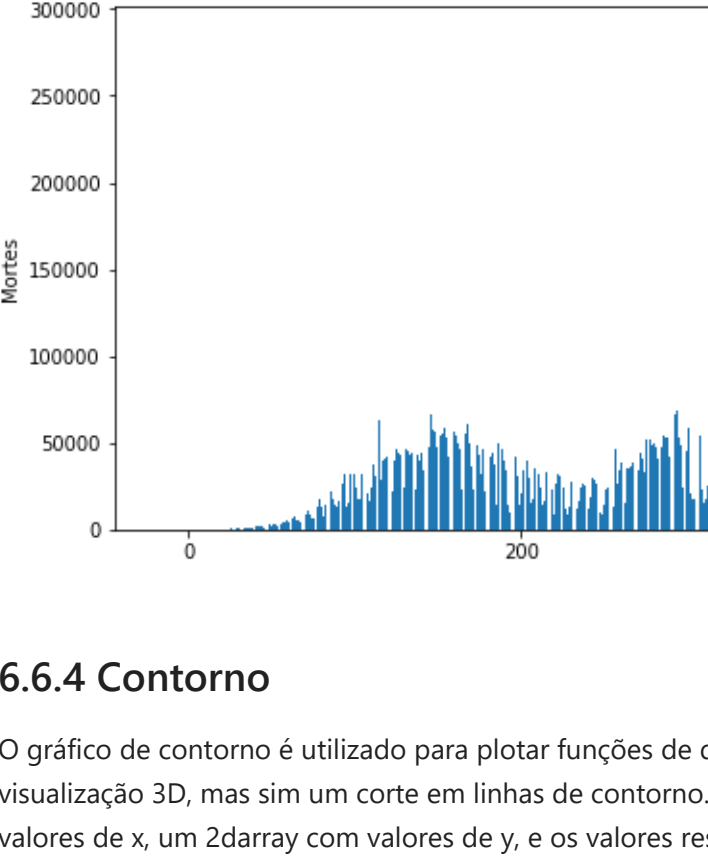


Podemos passar valores para os eixos. Considere um gráfico com temperaturas em um dia de semana. Desejamos usar o eixo `x` com o nome dos dias. Para isso utilizamos o método `set_xticks()` para marcar as posições dos `labels` e `set_ylabel()` para dar os nomes. Considere o exemplo abaixo:

```
In [12]: temperaturas = ["seg", "ter", "qua", "qui", "sex", "sab", "dom"]
dias = ["seg", "ter", "qua", "qui", "sex", "sab", "dom"]

fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.set_xticks([0,1,2,3,4,5,6])
ax.set_xlabel(dias)
ax.plot(temperaturas, marker="o")

Out[12]: <matplotlib.lines.Line2D at 0x238f913fb50>
```



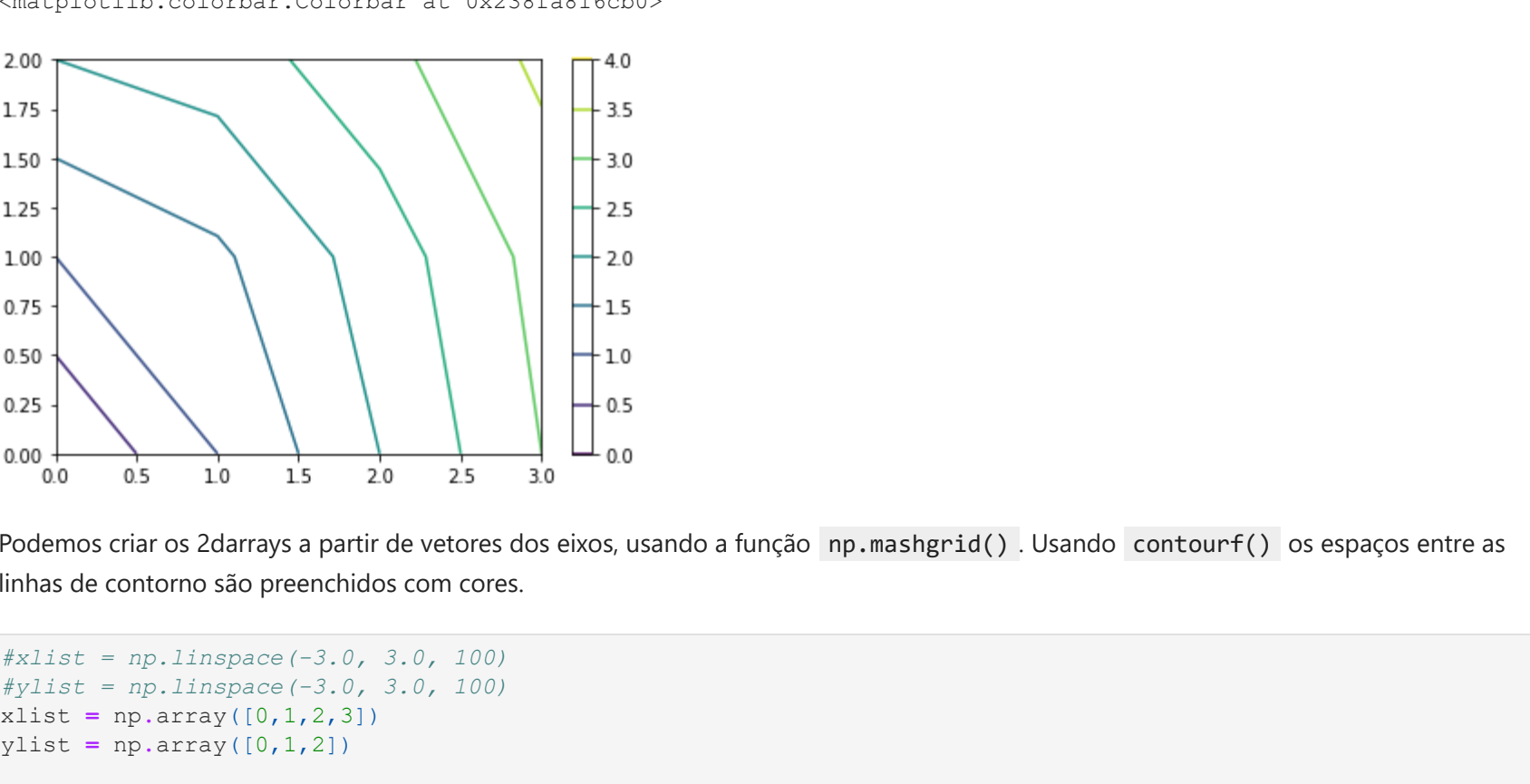
## 6.5 Anotações

Podemos inserir anotações ou mesmo imagens nos gráficos com o método `annotate()`. Em sua forma mais simples o método requer um texto e a posição `xy` que ele será adicionado ao gráfico. Considere o exemplo abaixo:

```
In [13]: fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.plot(arr_brazil_deaths, color="black")
fig.set_size_inches(10,7)
ax.annotate("Terceiro pico de COVID", xy = (26700,280000))

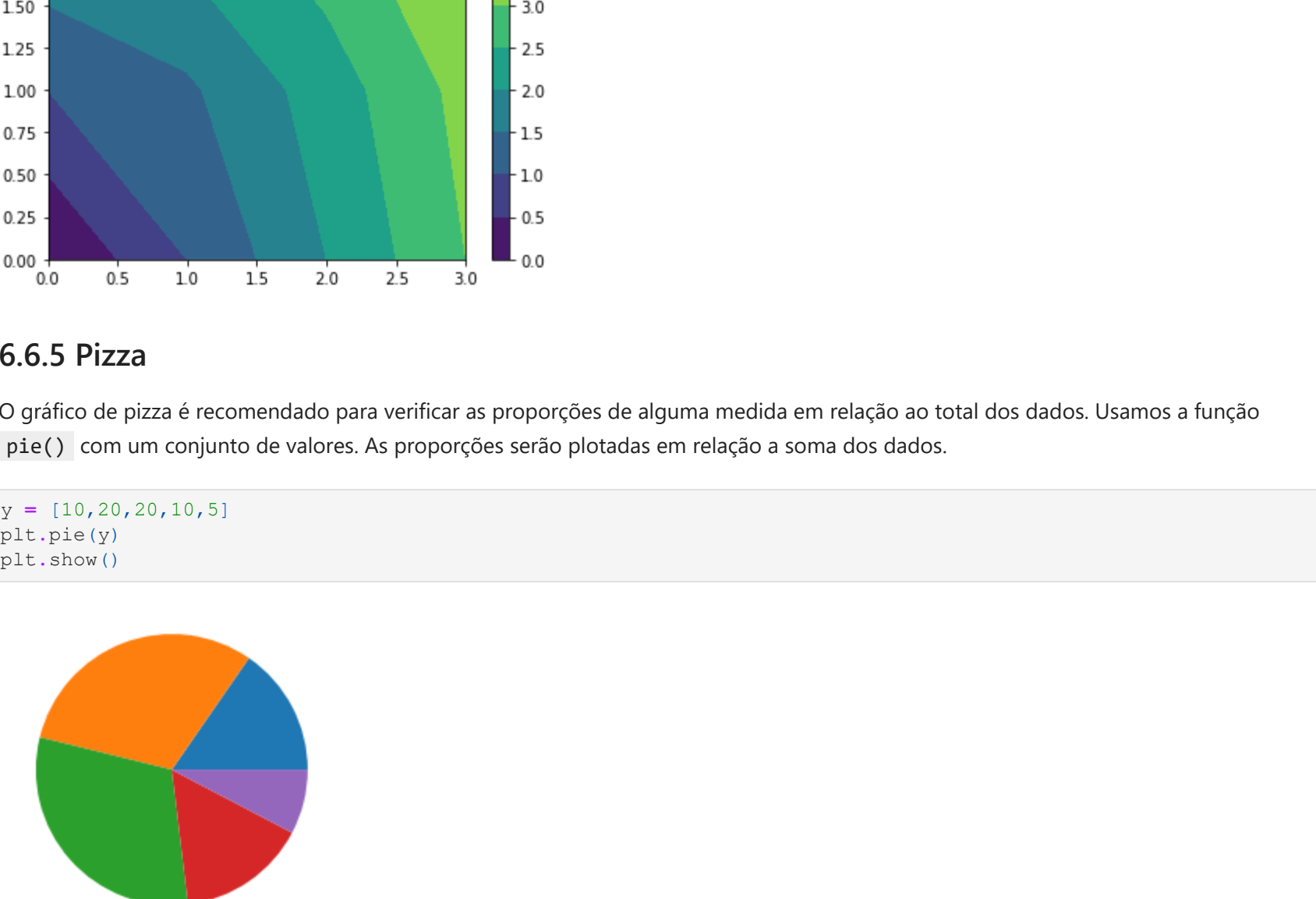
# Inserindo uma seta que parte de x,y e termina em x + dx e y + dy.
ax.arrow(26910,280000, 50,5000)

Out[13]: <matplotlib.patches.FancyArrow at 0x238f7f8e410>
```



## 6.6 Tipos de gráficos

Existem inúmeros tipos de gráficos no pacote Matplotlib, um resumo de todos é apresentado na Figura abaixo:

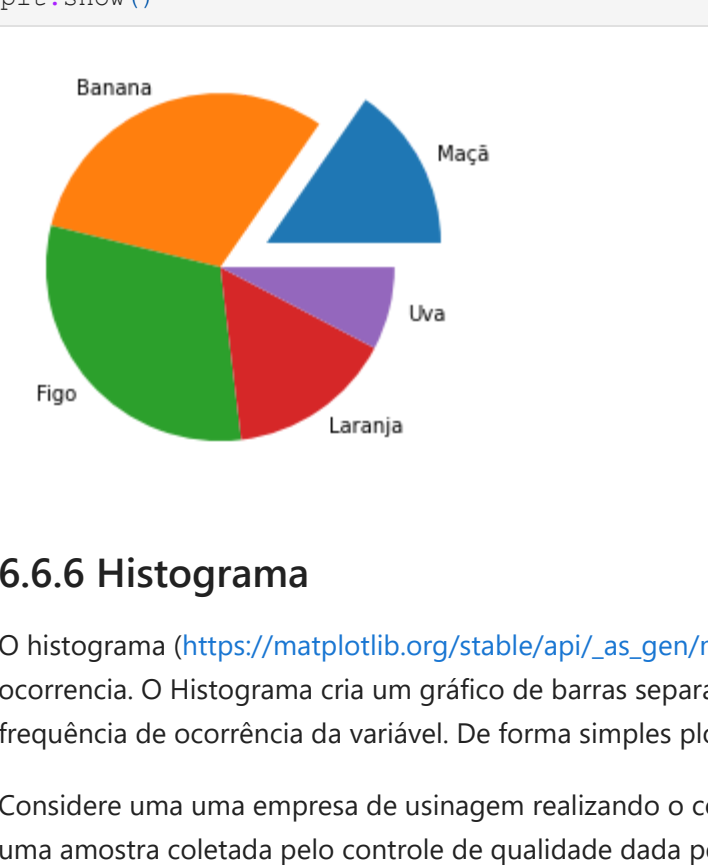


### 6.6.1 Linhas

Como já visto, o gráfico de linhas é o mais simples, usando o `plt.plot()` ([https://matplotlib.org/stable/api/\\_as\\_gen/matplotlib.pyplot.plot.html](https://matplotlib.org/stable/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.plot.html)). O gráfico de linhas é adequado para visualizar séries temporais.

```
In [14]: fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.plot([1,2,3,4,5,6,7,8,9,10], marker="x")

Out[14]: <matplotlib.lines.Line2D at 0x238f7f42e20>
```

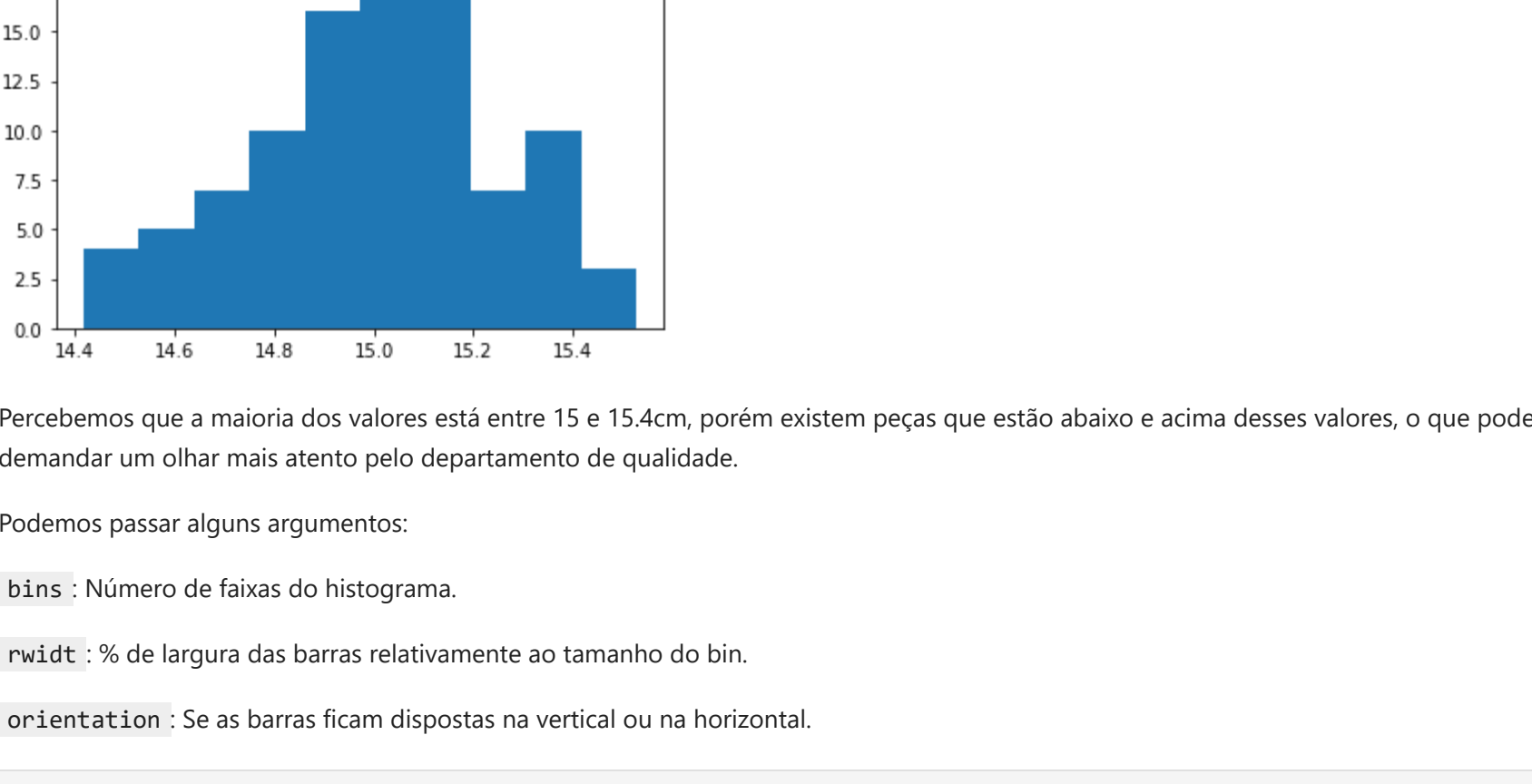


### 6.6.2 Dispersão (scatterplot)

O gráfico de dispersão ([https://matplotlib.org/stable/api/\\_as\\_gen/matplotlib.pyplot.scatter.html#matplotlib.pyplot.scatter](https://matplotlib.org/stable/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.scatter.html#matplotlib.pyplot.scatter)) é adequado para se verificar a correlação entre variáveis. Usamos o método `scatter()`. Considere um conjunto com dados imobiliário, contendo registros sobre a área total de um imóvel e seu preço. Podemos dizer que existe uma correlação entre as duas variáveis? Considere o gráfico abaixo:

```
In [15]: # Importando os dados apartment.csv
dt_apartment = pd.read_csv("D:\Meu Drive\Arquivos\UFPR\Disciplinas\2 - Intro Mineração de Dados\Python\Datasets\apartment.csv")
dt_apartment

fig, ax = plt.subplots(1,1)
x = dt_apartment["sqft_living"]
y = dt_apartment["price"]
ax.scatter(x, y, color="orange")
ax.set_size_inches(15,7)
```



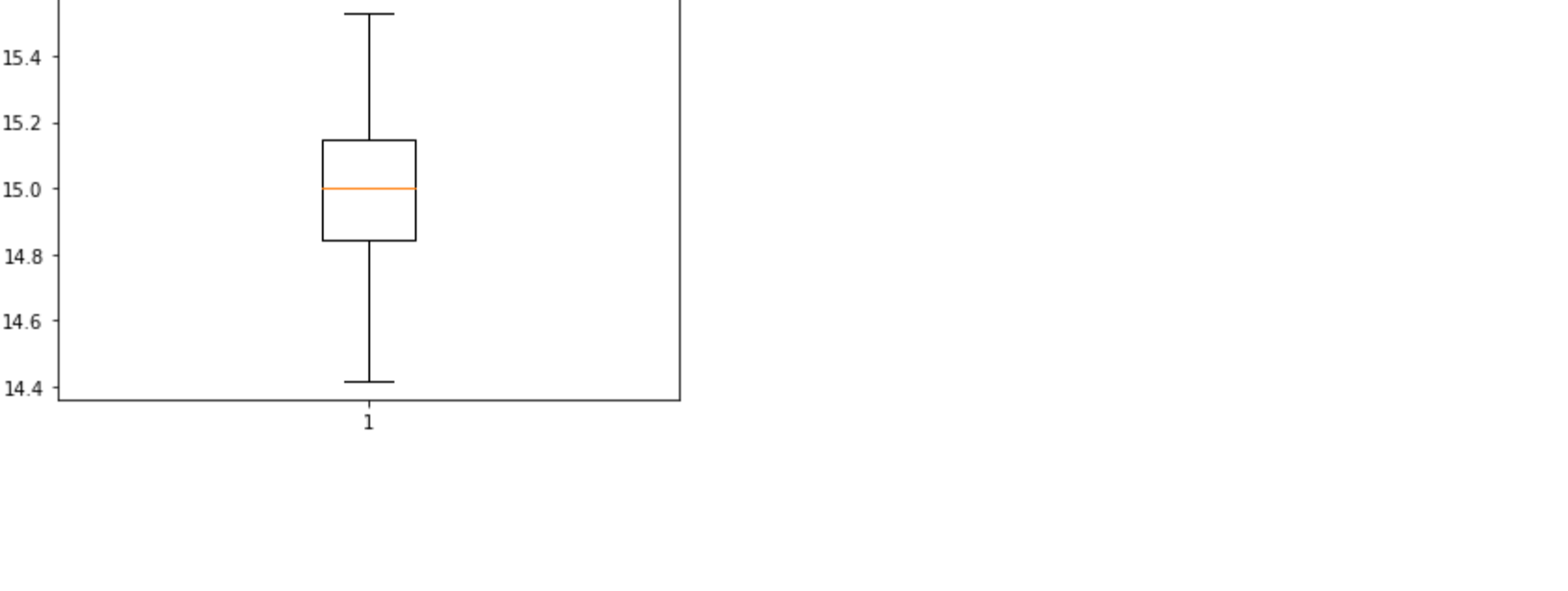
### 6.6.3 Barras

O gráfico de barras ([https://matplotlib.org/stable/api/\\_as\\_gen/matplotlib.pyplot.bar.html](https://matplotlib.org/stable/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.bar.html)) pode cumprir a mesma funcionalidade do gráfico de linhas. Usamos a função `bar()`, passando dois parâmetros: um com as posições no eixo `x` e outro com os valores do eixo `y`.

```
In [16]: fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.bar(np.arange(arr_brazil_deaths.shape[0]), arr_brazil_deaths.values)
fig.set_size_inches(15,5)
ax.set_title("Mortes por COVID Brasil - Barras")
ax.set_ylabel("Mortes")
ax.set_xlabel("Dias")

Text(0.5, 0, "Dias")

Out[16]: <matplotlib.figure.Figure at 0x238f7f8e410>
```



### 6.6.4 Contorno

O gráfico de contorno é utilizado para plotar funções de duas variáveis (`X` e `Y`, por exemplo), com um resultado `Z`. Ele não mostra a visualização 3D, mas sim um corte em linhas de contorno. Usamos a função `contour()`, e passamos 3 argumentos: um 2Darray com valores de `x`, um 2Darray com valores de `y`, e os valores resultantes da função `fixy` = `Z`. Os valores de `x` e `y` são as coordenadas do grid. Considere o exemplo abaixo, em que `x` e `y` são criados a partir da imagem:

```
In [17]: X = np.array([[0,1,2,3],
[0,1,2,3],
[0,1,2,3]])
Y = np.array([[0,0,0,0],
[1,1,1,1],
[2,2,2,2]])
Z = np.sqrt(X**2 + Y**2)
print(Z)
fig, ax = plt.subplots(1,1)
cp = ax.contour(X, Y, Z)
fig.colorbar(cp)
```



Podemos criar os 2Darrays a partir de vetores dos eixos, usando a função `np.meshgrid()`. Usando `contourf()` os espaços entre as linhas de contorno são preenchidos com cores.

```
In [18]: xlist = np.linspace(-3,0, 3,0,100)
ylist = np.linspace(-3,0, 100,100)
xlist = np.array([0,1,2,3])
ylist = np.array([0,1,2,3])

X, Y = np.meshgrid(xlist, ylist)
Z = np.sqrt(X**2 + Y**2)

fig, ax = plt.subplots(1,1)
cp = ax.contour(X, Y, Z)
fig.colorbar(cp)
```



### 6.6.5 Pizza

O gráfico de pizza é recomendado para verificar as proporções de alguma medida em relação ao total dos dados. Usamos a função `pie()` com um conjunto de valores. As proporções serão plotadas em relação à soma dos dados.

```
In [19]: y = [10,20,30,10,5]
plt.pie(y)
plt.show()
```



Podemos adicionar os nomes das partes passando o conjunto na criação, como argumento `labels`:

```
In [20]: y = [10,20,30,10,5]
explode = (0,1,0,0,0)
nomes = ("Banana", "Maçã", "Figo", "Laranja", "Uva")
plt.pie(y, explode=explode, labels=nomes)
plt.show()
```



Usando o parâmetro `explode` podemos passar um vetor com a porcentagem de distanciamento da fatia em relação ao todo:

```
In [21]: y = [10,20,30,10,5]
explode = (0.5,0,0,0,0)
nomes = ("Banana", "Maçã", "Figo", "Laranja", "Uva")
plt.pie(y, explode=explode, labels=nomes)
plt.show()
```



### 6.6.6 Histograma

O histograma ([https://matplotlib.org/stable/api/\\_as\\_gen/matplotlib.pyplot.hist.html](https://matplotlib.org/stable/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.hist.html)) é um gráfico para avaliar a frequência de alguma ocorrência. O histograma cria um gráfico de barras separado por faixas de valores, sendo que em cada faixa uma barra é plotada com a frequência de ocorrência da variável. De forma simples plotamos um histograma com a função `hist()` e um conjunto de dados.

Considere uma uma amostra de usinagem realizando o controle de qualidade de uma peça, que deve ter diâmetro de  $15 \pm 0.2$  cm. Seja uma amostra coletada pelo controle de qualidade dada pelo array abaixo:

```
In [22]: medidas = np.random.normal(15,0.25,100)
medidas

array([14.82136615, 15.14683419, 15.21548371, 15.06104051, 14.91777039,
15.14702021, 15.10510012, 14.79197357, 14.8666939, 15.05152357,
15.37441842, 15.19247551, 14.90533945, 14.87446823, 14.74492825,
15.00784912, 15.33750871, 14.7186339, 15.52738653, 14.89021724,
15.17104616, 14.51028226, 15.33411437, 14.9818576, 14.58834699,
15.46696863, 15.08207782, 15.04619522, 15.14143201, 15.41611915,
14.68188334, 14.87965713, 15.21471, 15.14250187, 14.60198675,
14.92893325, 15.12807038, 15.12232029, 14.99664267, 14.92709314,
14.95843968, 14.64621776, 14.60811934, 15.40098118, 15.13507558,
14.51789995, 14.75809139, 14.75064984, 15.35991562, 14.77144961,
15.00248667, 15.47200444, 15.10885332, 15.05919819, 15.2696536,
15.0032834, 15.11004469, 15.40386054, 14.9992753, 15.1123174,
15.3447825, 15.05073661, 15.18434634, 14.9737047, 14.98783359,
15.01119063, 14.64663044, 14.44754071, 15.22177104, 15.04650737,
15.11907297, 14.89800564, 15.2959973, 14.6627882, 14.94634503,
14.90161485, 14.77913412, 15.13282747, 15.32926794, 14.87256589,
14.9734761, 14.97887883, 14.97597588, 15.27908692, 15.12645454,
14.90239915, 14.88258799, 14.74003225, 15.10269549, 14.82582155,
15.37875428, 14.55848705, 14.78620861, 14.60725726, 14.8436662,
14.80461232, 15.1898089, 15.21078567, 14.96189585, 14.84049721])
```

Usamos o histograma para ver a distribuição dos dados:

```
In [23]: fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.hist(medidas)
plt.show()
```



Percebemos que a maioria dos valores está entre 15 e 15.4 cm, porém existem peças que estão abaixo e acima desses valores, o que pode demandar um olhar mais atento pelo departamento de qualidade.

Podemos passar alguns argumentos:

`bins`: Número de faixas do histograma.

`width`: % de largura das barras relativamente ao tamanho do bin.

`orientation`: Se as barras ficam dispostas na vertical ou na horizontal.

```
In [24]: fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.hist(medidas, bins = 12, width = 0.9, color = "green", orientation = "horizontal")
plt.show()
```



### 6.6.7 Boxplot

O Boxplot, como o Histograma, nos permite fazer uma avaliação sobre a distribuição dos dados. O Box plot contém muitas informações sobre a amostra: o valor mínimo e o máximo, possíveis outliers e os 3 primeiros quartis (que separam os dados em 4 conjuntos, de acordo com suas frequências). Para plotarmos os dados usamos a função `boxplot()`, passando os dados em um array.

```
In [25]: fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.boxplot(medidas)
plt.show()
```





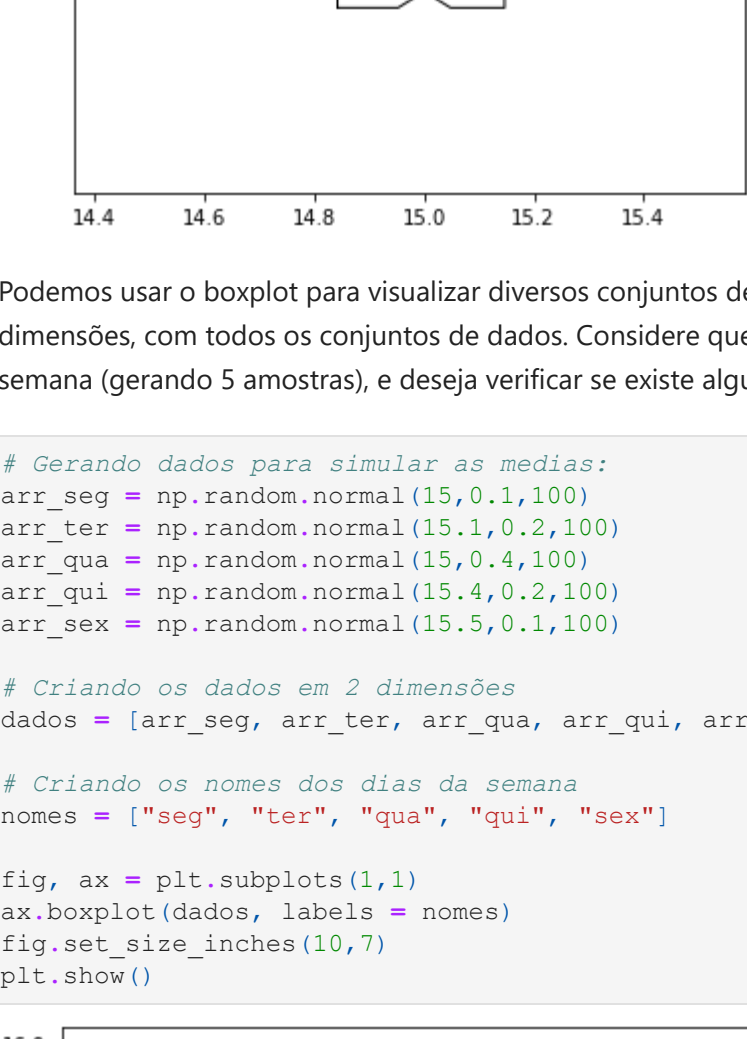
Alguns parâmetros que podemos passar para a função:

**notch**: True ou False, desenha o intervalo de confiança ao redor da mediana (usando aproximação Gaussiana)

**label1**: Nomes para os dados (um para cada conjunto).

**vert**: True ou False. Se o boxplot é plotado horizontalmente.

```
In [26]: fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.boxplot(medidas, notch=True, labels = ["Peça1"], vert=False)
plt.show()
```



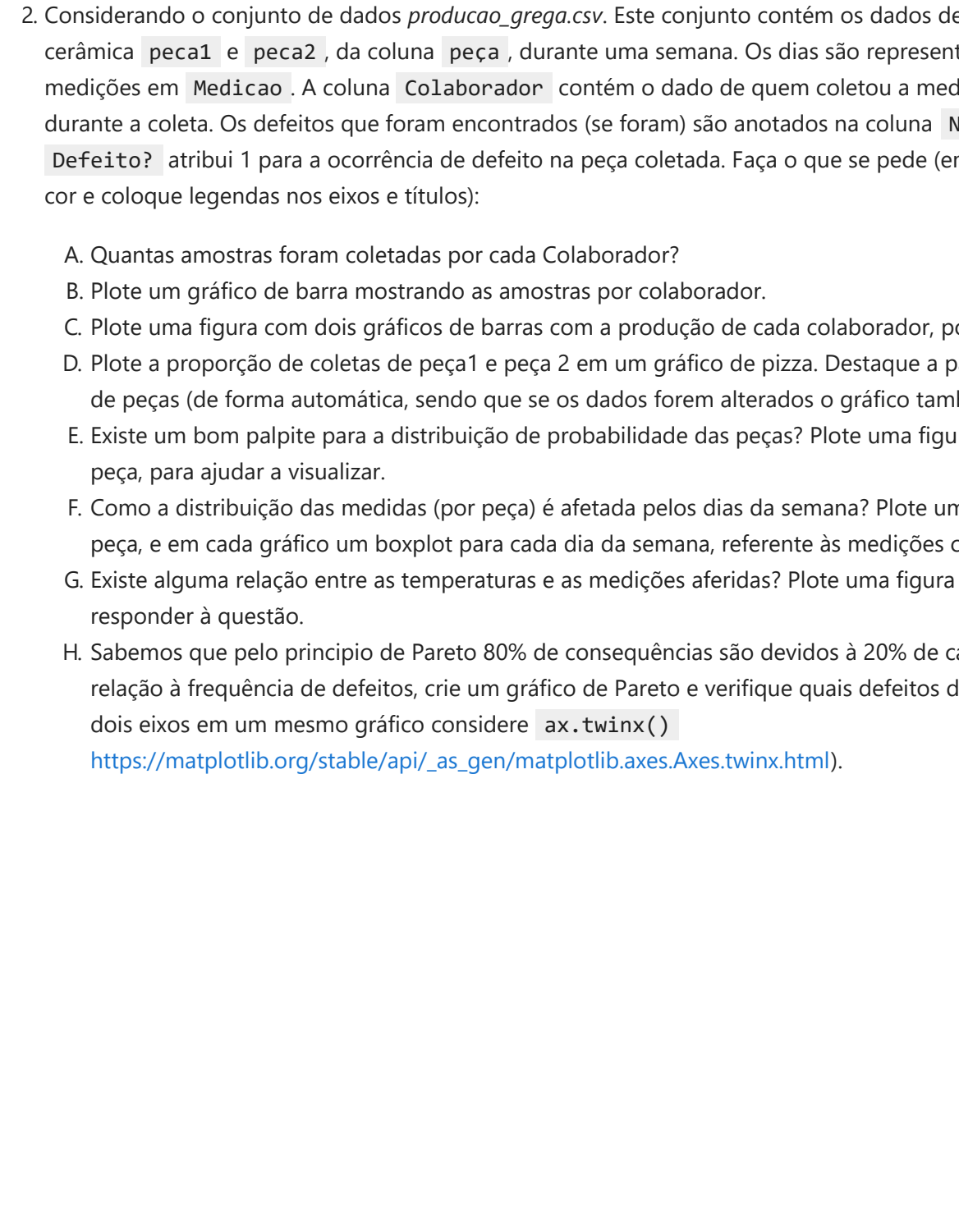
Podemos usar o boxplot para visualizar diversos conjuntos de dados de uma só vez, bastando criar um array (ou lista) de duas dimensões, com todos os conjuntos de dados. Considere que a mesma empresa de usinagem coletou as medidas durante os 5 dias da semana (gerando 5 amostras), e deseja verificar se existe alguma tendência nas medidas ao longo da semana. Considere o código:

```
In [27]: # Gerando dados para simular as medidas:
arr_seg = np.random.normal(15,0,1,100)
arr_ter = np.random.normal(15,1,0.2,100)
arr_qua = np.random.normal(15,0.4,100)
arr_qui = np.random.normal(15,4,0.2,100)
arr_sex = np.random.normal(15.5,0.1,100)

# Criando os dados em 2 dimensões
dados = [arr_seg, arr_ter, arr_qua, arr_qui, arr_sex]

# Criando os nomes dos dias da semana
nomes = ["seg", "ter", "qua", "qui", "sex"]

fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.boxplot(dados, labels = nomes)
fig.set_size_inches(10,7)
plt.show()
```



O que podemos dizer olhando o gráfico? A média dos valores está aumentando conforme a semana passa. Da mesma forma, no meio da semana, embora a média fique mais próxima do valor alvo (15), percebe-se que a variabilidade aumenta muito neste dia.

## Exercícios

- Considerando o conjunto de dados *daily-covid-cases-deaths.csv*. Este conjunto contém dados referente ao número de mortes e infecções por COVID no mundo. Responda às perguntas e faça o que se pede (todos os gráficos devem ter título e nome nos eixos):
  - Qual é o intervalo de tempo em que os dados foram coletados para o Brasil?
  - Plote as mortes no Brasil em um gráfico de barras.
  - Plote as mortes no Brasil por meses, considerando somente o ano de 2021.
  - Plote um gráfico de barras com os 10 países (ou grupos) com mais mortes totais no banco de dados.
  - Plote todos os gráficos acima em uma mesma figura, cada um com cores diferentes.
- Considerando o conjunto de dados *producao\_grega.csv*. Este conjunto contém os dados de medição do diâmetro de peças de cerâmica *peca1* e *peca2*, da coluna *peca*, durante uma semana. Os dias são representados numericamente na coluna *dia* e as medições em *Medicao*. A coluna *Colaborador* contém o dado de quem coletou a medida, e *Temperatura* a temperatura durante a coleta. Os defeitos que foram encontrados (se foram) são anotados na coluna *Nome defeito*, sendo que a coluna *Defeito* atribui 1 para a ocorrência de defeito na peça coletada. Faça o que se pede (em todos os gráficos, insira bordas, altere a cor e coloque legendas nos eixos e títulos):
  - Quantas amostras foram coletadas por cada Colaborador?
  - Plote um gráfico de barra mostrando as amostras por colaborador.
  - Plote uma figura com dois gráficos de barras com a produção de cada colaborador, porém separando pelas duas peças.
  - Plote a proporção de coletas de peça 1 e peça 2 em um gráfico de pizza. Destaque a parte do gráfico referente ao maior número de peças (de forma automática, sendo que se os dados forem alterados o gráfico também o será).
  - Existe um bom palpite para a distribuição de probabilidade das peças? Plote uma figura com dois histogramas, um para cada peça, para ajudar a visualizar.
  - Como a distribuição das medidas (por peça) é afetada pelos dias da semana? Plote uma figura com dois gráficos, um para cada peça, e em cada gráfico um boxplot para cada dia da semana, referente às medições coletadas.
  - Existe alguma relação entre as temperaturas e as medições aferidas? Plote uma figura com dois gráficos do tipo scatterplot para responder à questão.
  - Sabemos que pelo princípio de Pareto 80% de consequências são devidos à 20% de causas. Para visualizar esse princípio em relação à frequência de defeitos, crie um gráfico de Pareto e verifique quais defeitos deveriam ser tratados primeiro. (para plotar dois eixos em um mesmo gráfico considere `ax.twinx()`)

[https://matplotlib.org/ftable/api/\\_as\\_gen/matplotlib.axes.Axes.twinx.html](https://matplotlib.org/ftable/api/_as_gen/matplotlib.axes.Axes.twinx.html)