

Aula 6 - Matplotlib



O *Matplotlib* (<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:

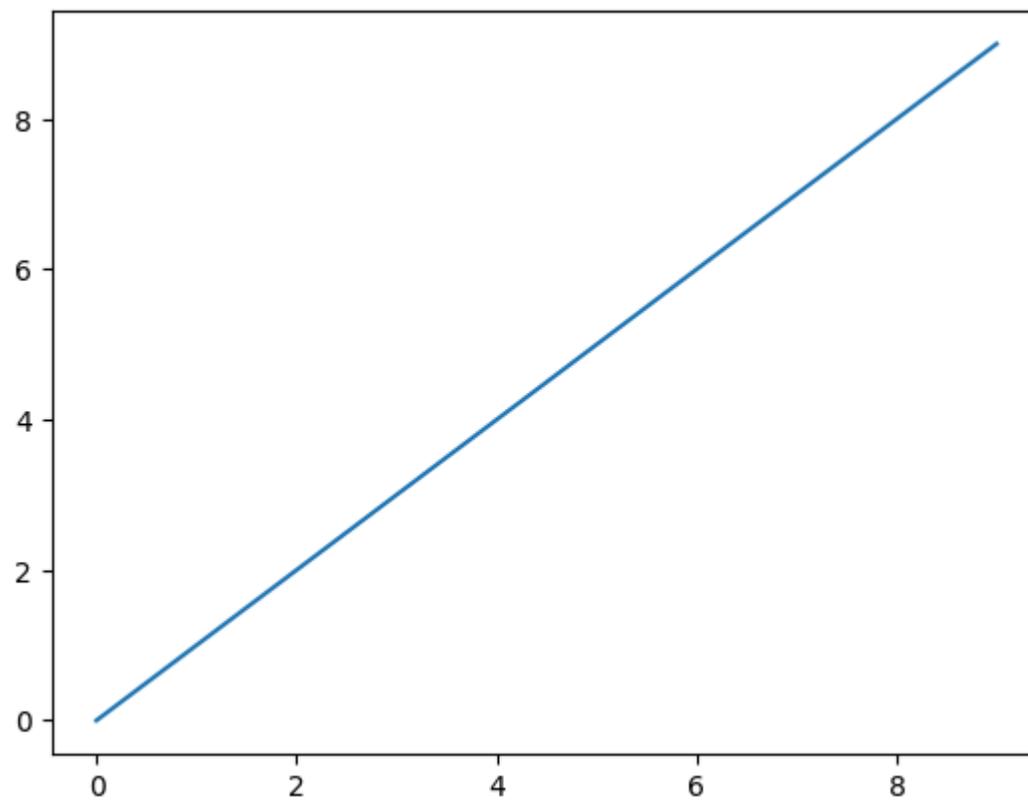
```
import matplotlib.pyplot as plt
```

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

6.1 Introdução e plotagem simples

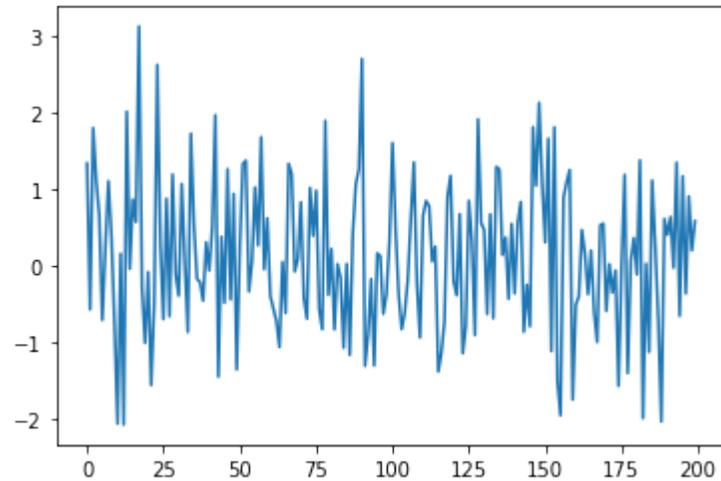
A funcionalidade mais básica para se plotar um gráfico é o `plt.plot()` com uma sequência de valores

```
In [25]: import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
plt.plot(np.arange(10))
plt.show()
```



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

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



6.2 Subplotagens

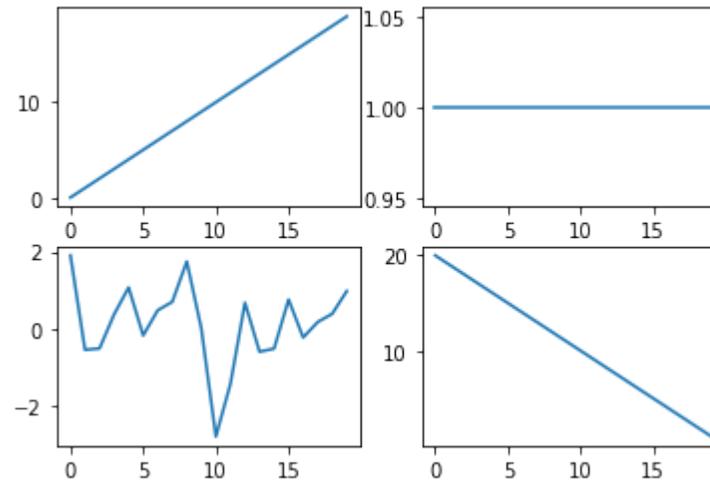
O método `plt.figure()` cria uma figura, de forma que podemos adicionar subfiguras nela com o método `fig.add_subplot()` dizendo o número de subfiguras que estarão na figura (como uma matriz), e indicando qual será a criada no momento.

```
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([x for x in range(20,0,-1)])
```

```
Out[3]: [<matplotlib.lines.Line2D at 0x238f764c6a0>]
```



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

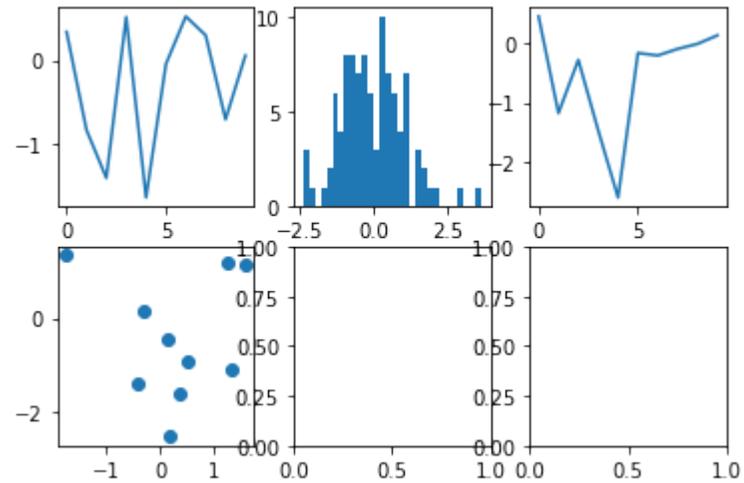
```
In [4]: # Salvando as Figuras em .png .pdf e .svg
fig.savefig("Figura1.png")
fig.savefig("Figura1.pdf")
fig.savefig("Figura1.svg")
```

As subplotagens 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 subplotagens criados:

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

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

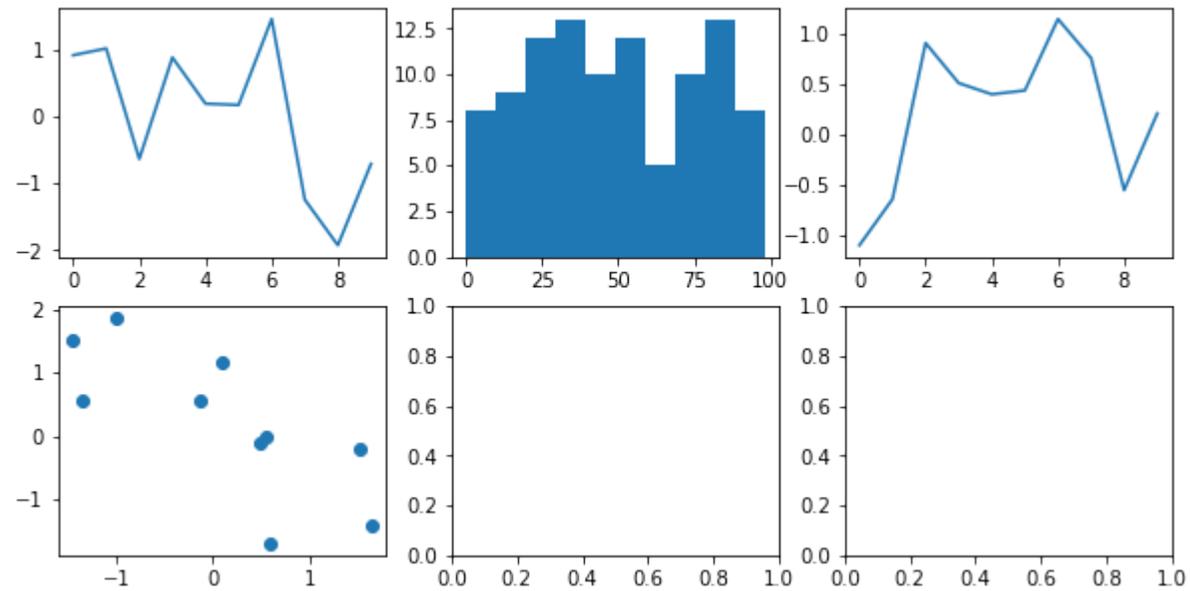
```
Out[5]: <matplotlib.collections.PathCollection at 0x238f7d0d0c0>
```



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.

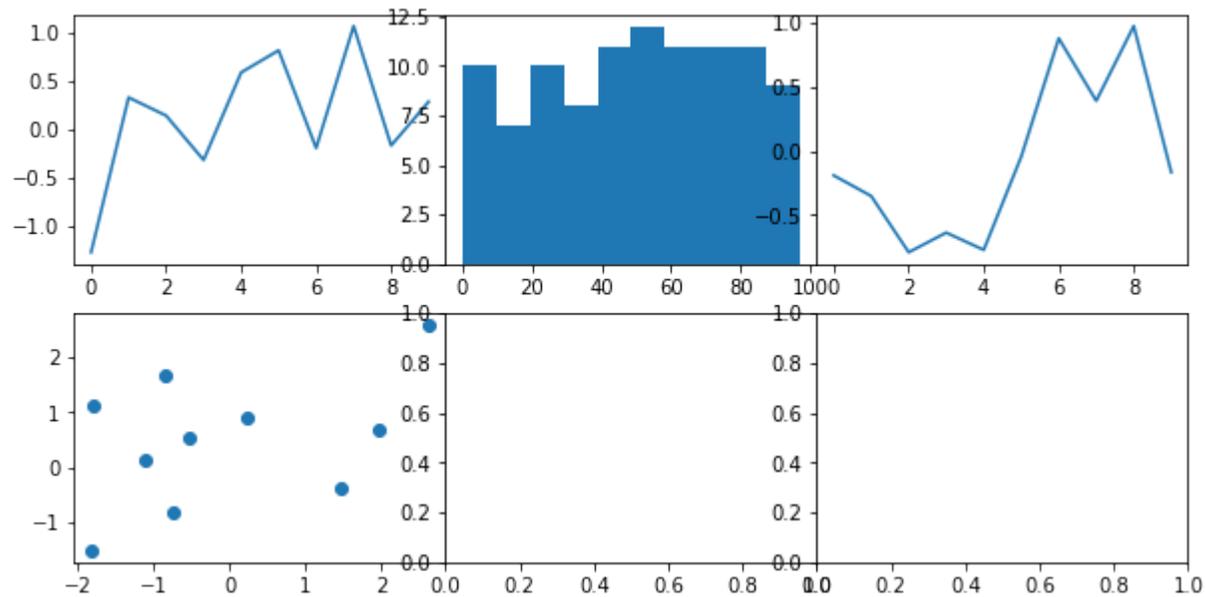
```
In [6]: fig, axes = plt.subplots(2,3)
axes[0,0].plot(np.random.randn(10))
axes[0,1].hist(np.random.randint(0,100,100), bins = 10)
axes[0,2].plot(np.random.randn(10))
axes[1,0].scatter(np.random.randn(10), np.random.randn(10))
fig.set_size_inches(10,5)
```



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, respectivamente.

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

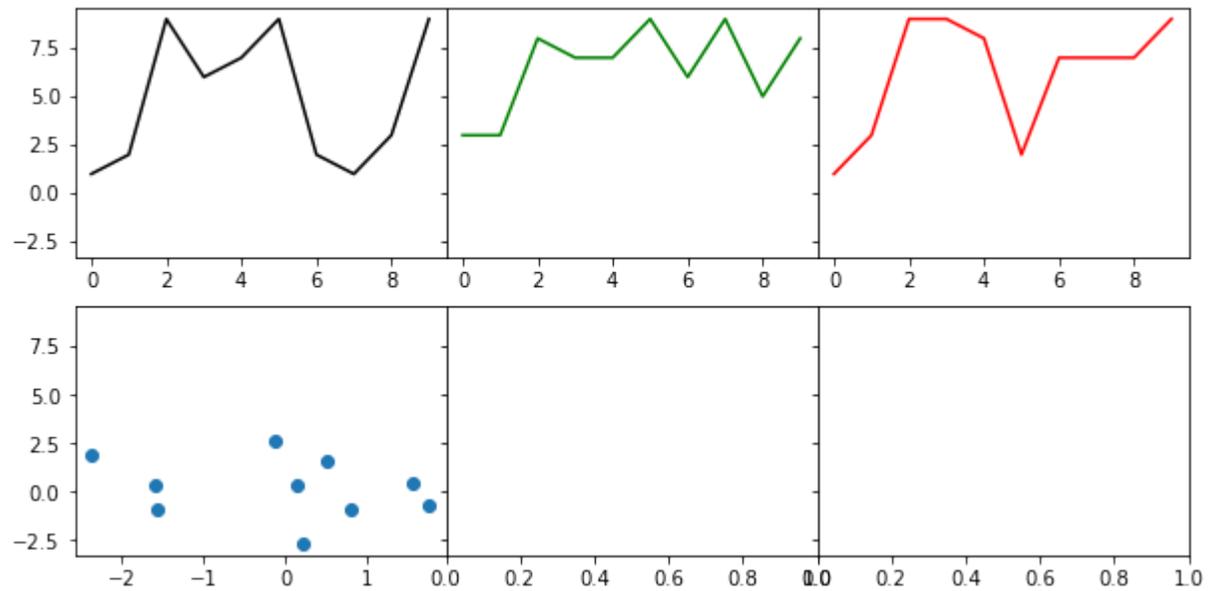
fig.set_size_inches(10,5)
plt.subplots_adjust(hspace = 0.2, wspace = 0)
```



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 `sharey=True` (para usarem o mesmo eixo y) e `sharex=True` (para usarem o mesmo eixo x) na criação da figura:

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

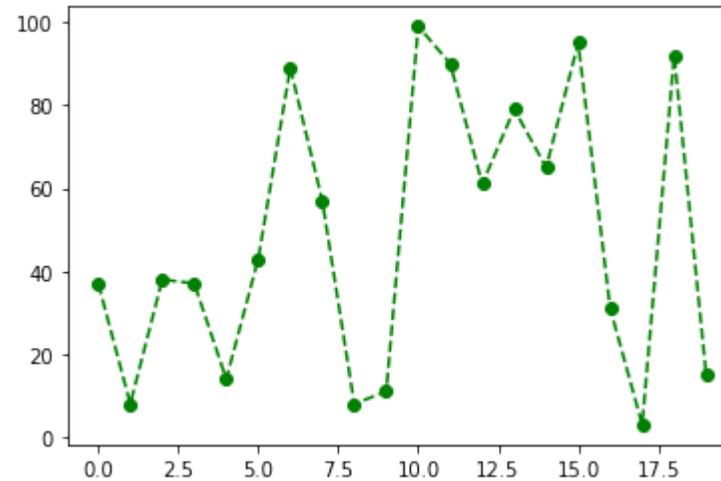
fig.set_size_inches(10,5)
plt.subplots_adjust(hspace = 0.2, wspace = 0)
```



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

```
In [9]: fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.plot(np.random.randint(0,100,20), 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(r"G:\Meu Drive\Arquivos\UFPR\Disciplinas\2 - Intro Mineração de Dados\Python\Datasets\daily-covi

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

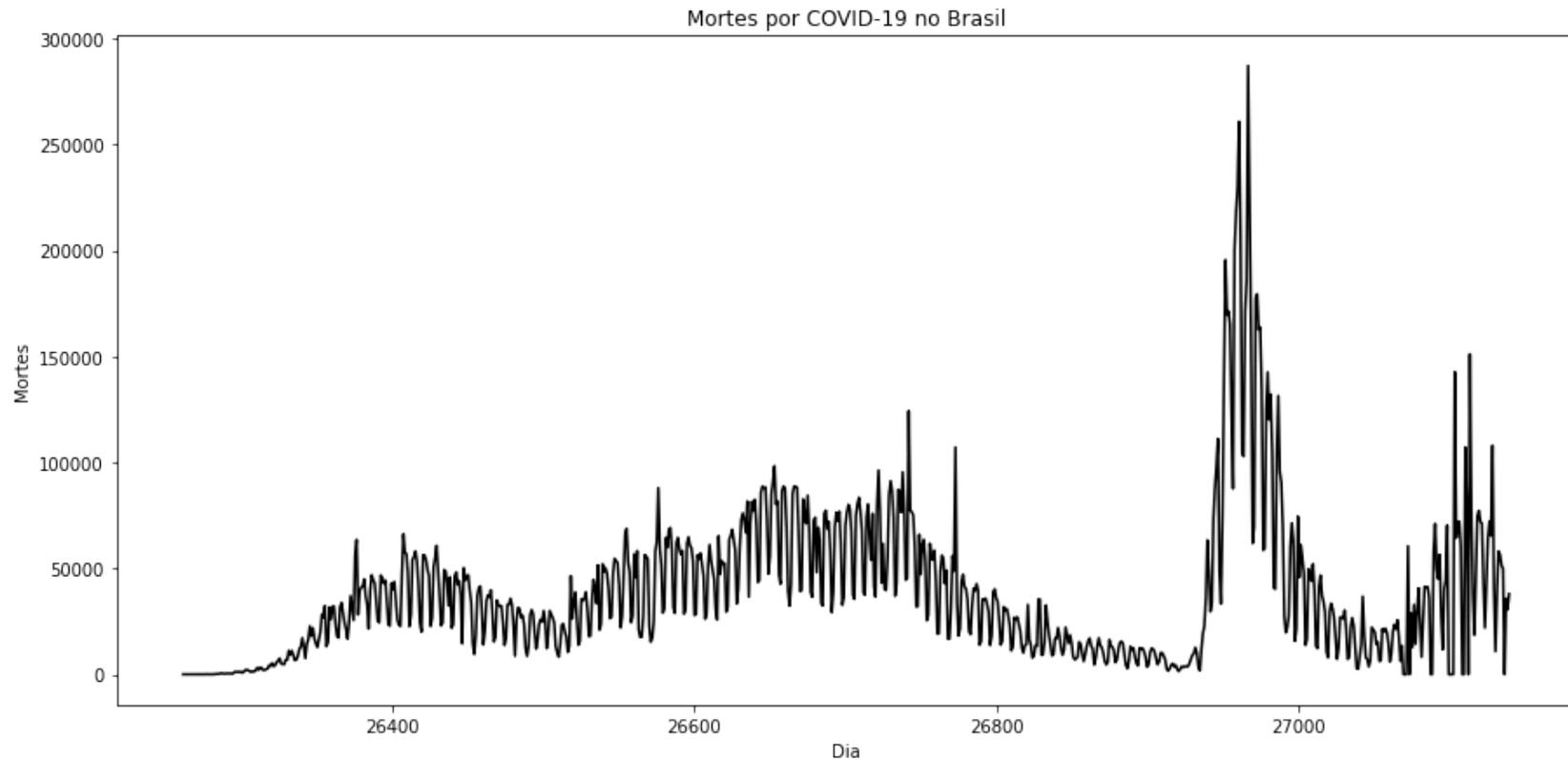
# Plotando o gráfico
fig, axe = plt.subplots(1,1)
axe.plot(arr_brasil_deaths, color="black")
fig.set_size_inches(15,7)

# Titulo
axe.set_title("Mortes por COVID-19 no Brasil")
```

```
# Eixo x
axe.set_xlabel("Dia")

# Eixo y
axe.set_ylabel("Mortes")
```

Out[10]: Text(0, 0.5, 'Mortes')



Podemos plotar mais de um gráfico na mesma Figura, basta criá-los usando um mesmo eixo. Nesses casos se faz 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.

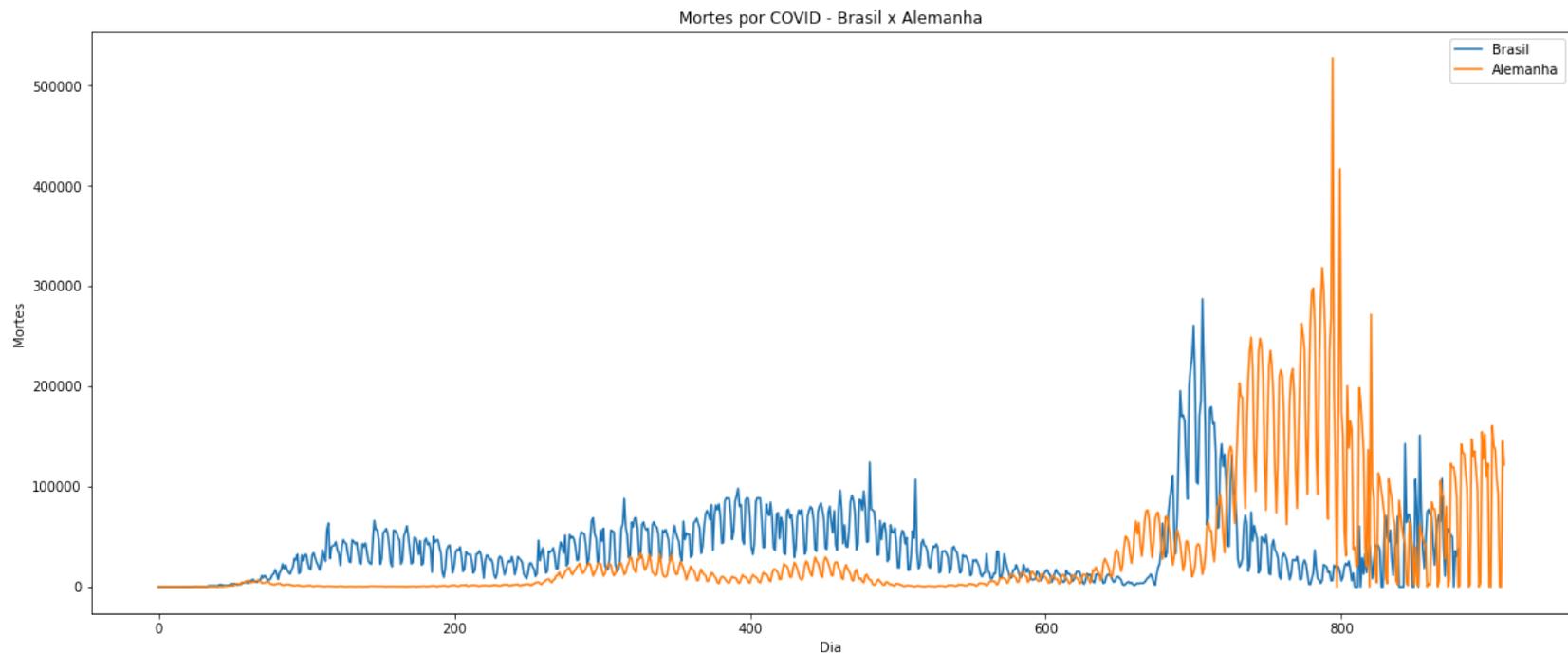
```
In [11]: arr_deutsch_deaths = dt[dt["Entity"]=="Germany"]["Daily new confirmed cases of COVID-19"]
arr_deutsch_deaths
```

```

fig, axe = plt.subplots(1,1)
axe.plot(arr_brasil_deaths.values, label="Brasil")
axe.plot(arr_deutsch_deaths.values, label="Alemanha")
plt.legend()

# Adicionando Título e nome dos eixos
axe.set_title("Mortes por COVID - Brasil x Alemanha")
axe.set_xlabel("Dia")
axe.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 usamos o método `set_xticks()` para marcar as posições dos *labels* e `set_tick_labels()` para dar os nomes. Considere o exemplo abaixo:

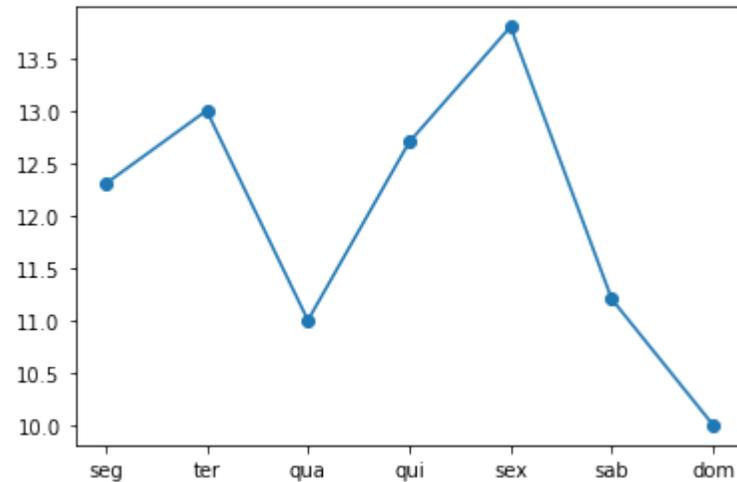
```

In [12]: temperaturas = [12.3, 13. ,11. ,12.7 ,13.8 ,11.2 ,10.]
dias = ["seg", "ter", "qua", "qui", "sex", "sab", "dom"]

```

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

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



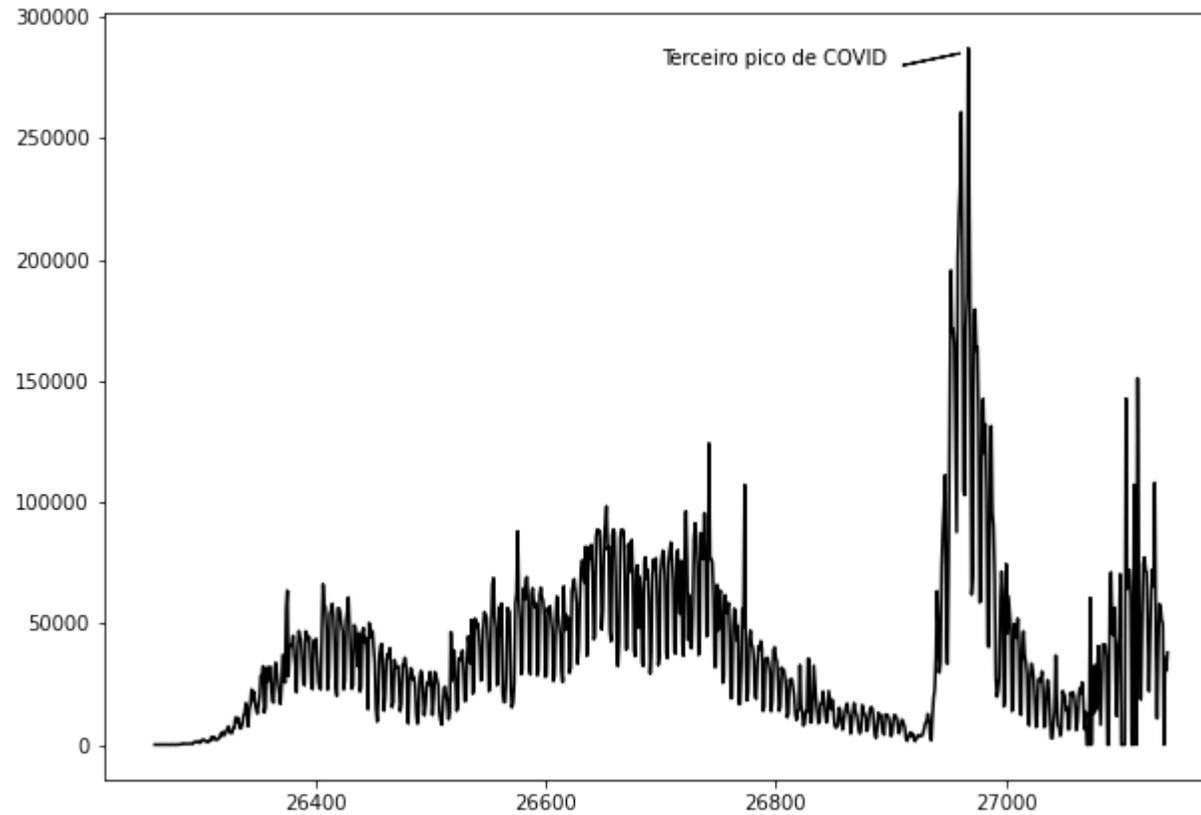
6.5 Anotações

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, axe = plt.subplots(1,1)
axe.plot(arr_brasil_deaths, color="black")
fig.set_size_inches(10,7)
axe.annotate("Terceiro pico de COVID",xy = (26700,280000))

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

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

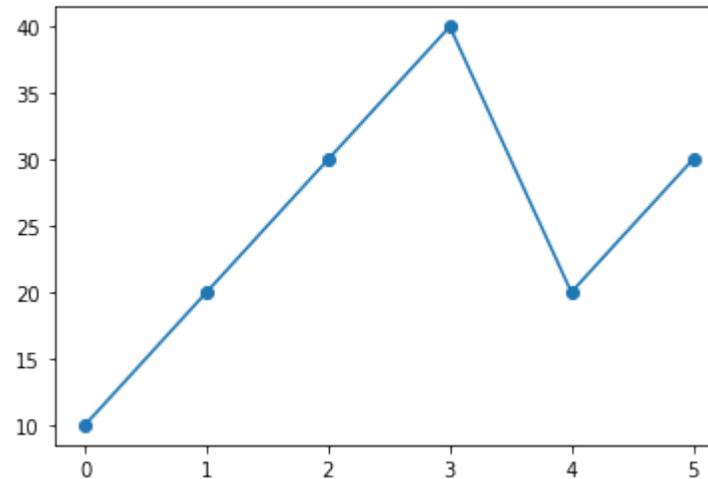


6.6 Tipos de gráficos

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


```
In [14]: fig, ax = plt.subplots(1,1)
x = [10,20,30,40,20,30]
ax.plot(x, marker = "o")
```

```
Out[14]: [<matplotlib.lines.Line2D at 0x238f7faf2e0>]
```

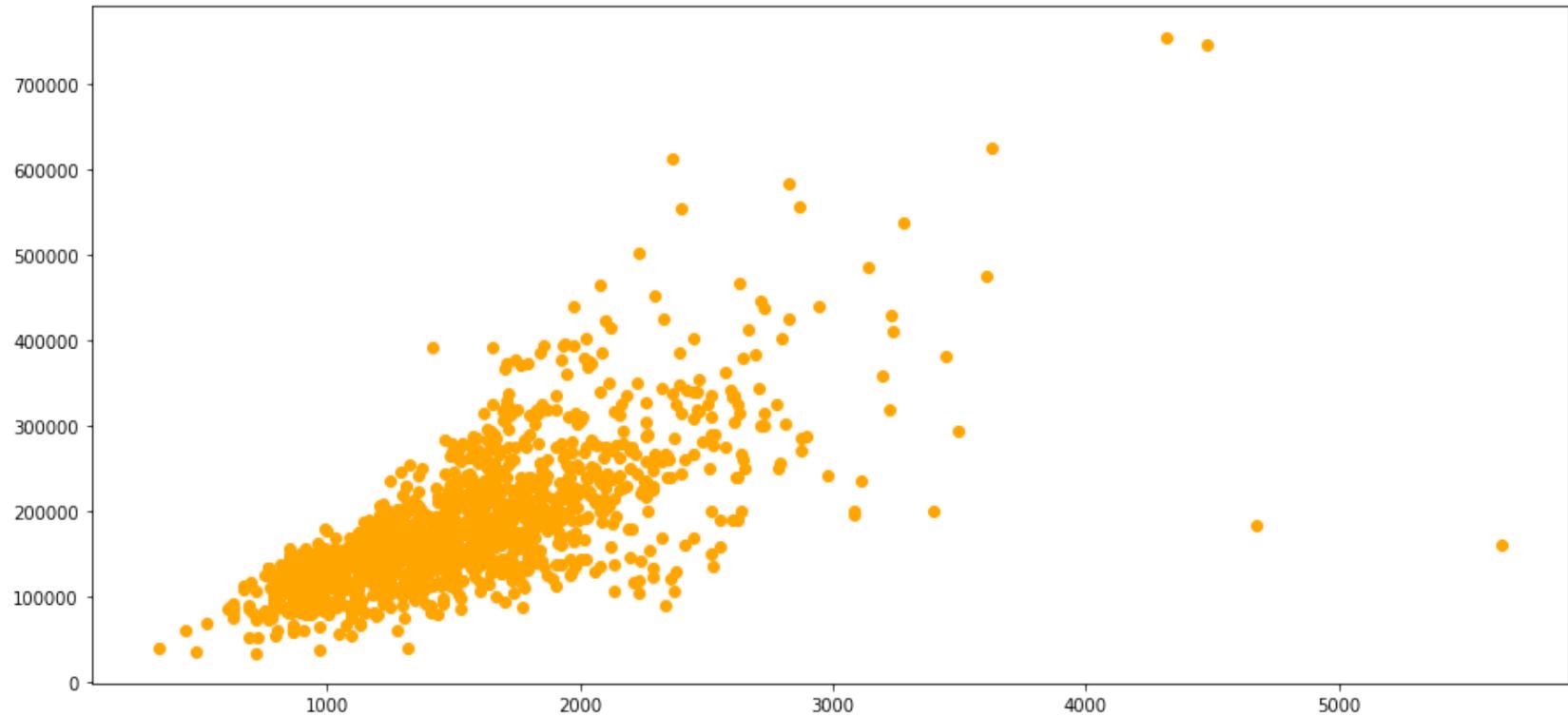


6.6.2 Dispersão (scatterplot)

O gráfico de dispersão (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 código abaixo:

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

fig, ax = plt.subplots(1,1)
ax.scatter(dt_apartment["GrLivArea"], dt_apartment["SalePrice"], color="orange")
fig.set_size_inches(15,7)
```

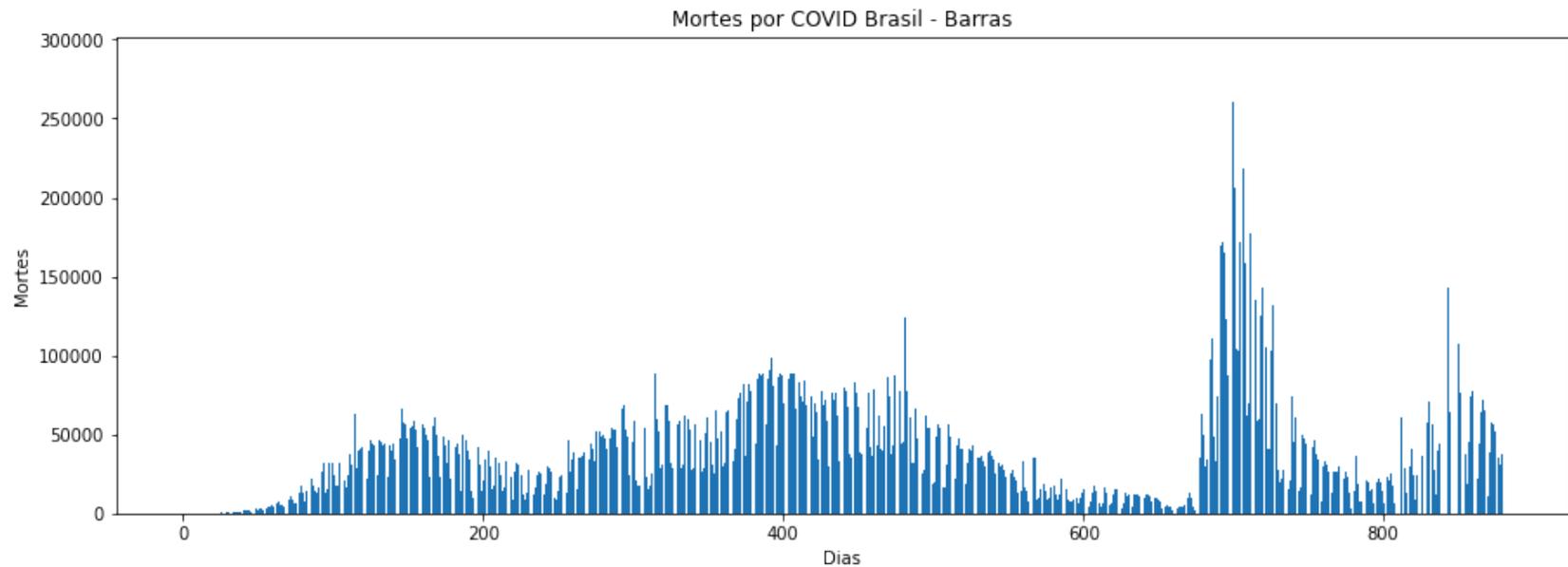


6.6.3 Barras

O gráfico de barras (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.

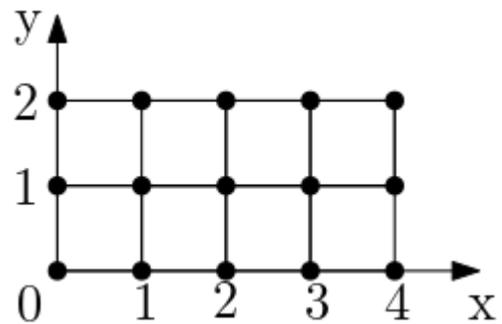
```
In [16]: fig, axe = plt.subplots(1,1)
axe.bar(np.arange(arr_brasil_deaths.shape[0]),arr_brasil_deaths.values)
fig.set_size_inches(15,5)
axe.set_title("Mortes por COVID Brasil - Barras")
axe.set_ylabel("Mortes")
axe.set_xlabel("Dias")
```

```
Out[16]: Text(0.5, 0, 'Dias')
```



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 . Ela 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 $f(x,y) = Z$. 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:



E a função Z é $f(x, y) = x^2 + y^2$

```
In [17]: X = np.array([[0,1,2,3],
                      [0,1,2,3],
                      [0,1,2,3]])

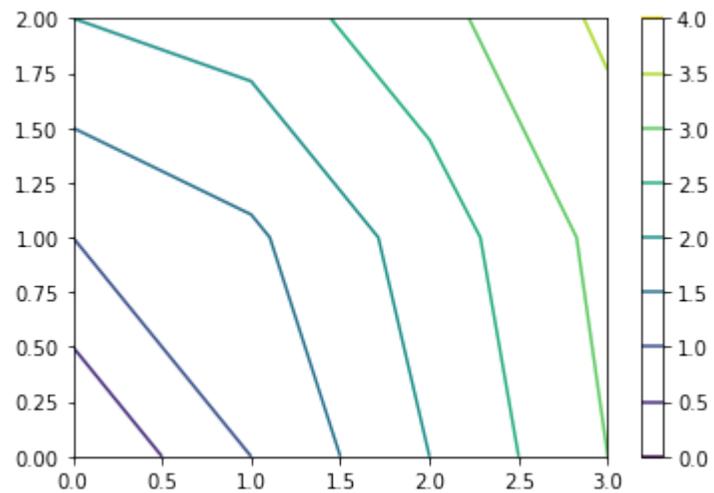
Y = np.array([[0,0,0,0],
              [1,1,1,1],
              [2,2,2,2]])

Z = np.sqrt(X**2 + Y**2)
print(Z)
fig,ax=plt.subplots(1,1)
cp = ax.contour(X, Y, Z)

fig.colorbar(cp)
```

```
[[0.      1.      2.      3.      ]
 [1.      1.41421356  2.23606798  3.16227766]
 [2.      2.23606798  2.82842712  3.60555128]]
```

Out[17]: <matplotlib.colorbar.Colorbar at 0x238fa816cb0>



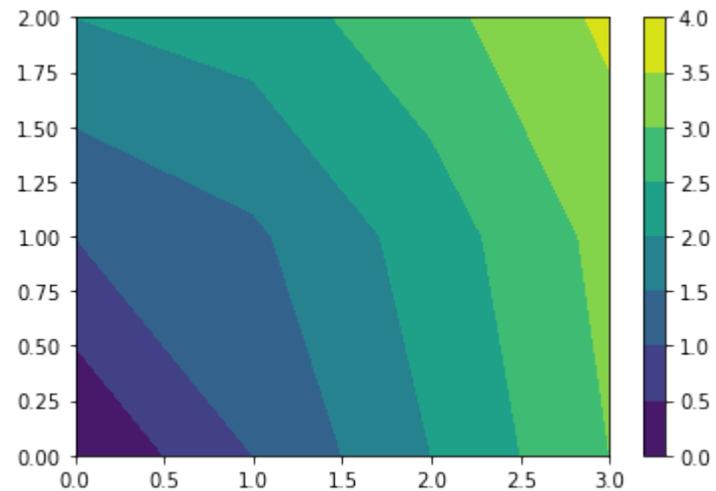
Podemos criar os 2darrays a partir de vetores dos eixos, usando a função `np.meshgrid()`. Usando `contourf()` os espaços entre as linhas de contorno são preenchidos com cores.

```
In [18]: #xlist = np.linspace(-3.0, 3.0, 100)
#ylist = np.linspace(-3.0, 3.0, 100)
xlist = np.array([0,1,2,3])
ylist = np.array([0,1,2])

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

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

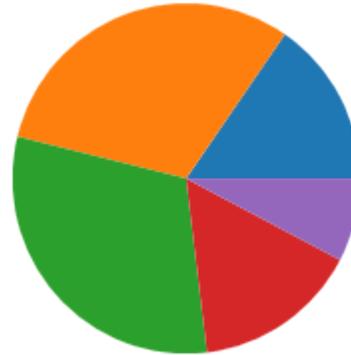
Out[18]: <matplotlib.colorbar.Colorbar at 0x238fa8f2260>



6.6.5 Pizza

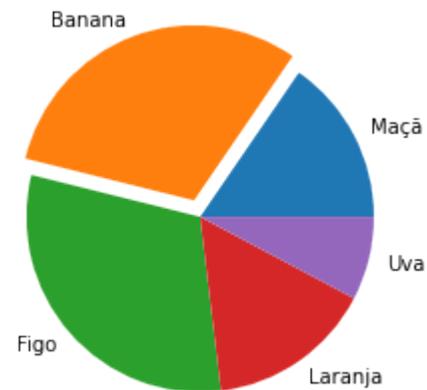
O gráfico de pizza é recomendado para verificar as proporções de alguma medida em relação ao total dos dados. Usamos a função `pie()` com um conjunto de valores. As proporções serão plotadas em relação a soma dos dados.

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



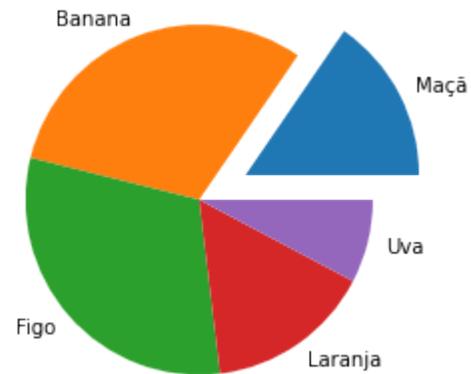
Podemos adicionar os nomes das partes passando o conjunto na criação, como argumento `labels` :

```
In [20]: y = [10,20,20,10,5]
explode = (0, 0.1, 0, 0,0)
nomes = ["Maçã", "Banana", "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 = [10,20,20,10,5]
explode = (0.3, 0.0, 0, 0,0)
nomes = ["Maçã", "Banana", "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) 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.

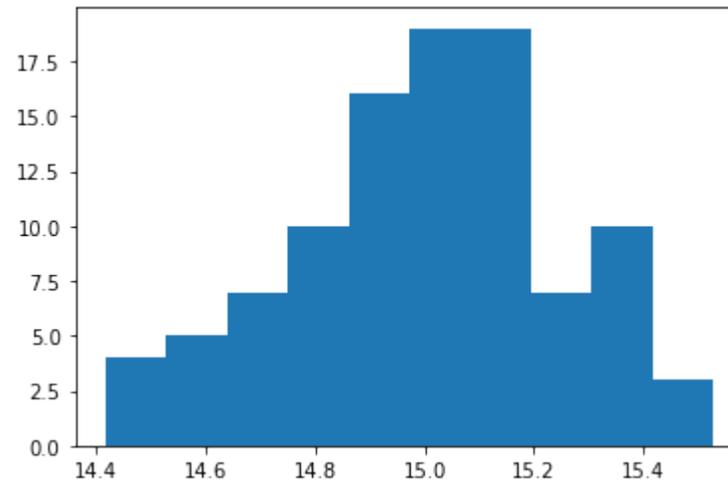
Considere uma empresa de usinagem realizando o controle de qualidade de uma peça, que deve ter diâmetro de 15 ± 0.2 cm. Seja uma amostra coletada pelo controle de qualidade dada pelo array abaixo:

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

```
Out[22]: array([14.82136615, 15.14683419, 15.21548371, 15.06104051, 14.91777039,
15.14702021, 15.10510012, 14.79197357, 14.8686939 , 15.05152357,
15.37441842, 15.19247551, 14.90533945, 14.87446823, 14.74492825,
15.00784912, 15.33750871, 14.41786539, 15.52718653, 14.89021724,
15.17104616, 14.51028326, 15.33411437, 14.9818576 , 14.58834899,
15.46690683, 15.08207782, 15.04619522, 15.14143201, 15.41611915,
14.68188334, 14.87965713, 15.21471 , 15.14250187, 14.60198675,
14.92893325, 15.12807038, 15.12232009, 14.99664267, 14.92709314,
14.95843968, 14.64621776, 14.60811934, 15.40008118, 15.13507558,
14.51798995, 14.75809139, 14.75064984, 15.35991562, 14.77144961,
15.00248667, 15.47200944, 15.10885332, 15.05916913, 15.2696536 ,
15.0032834 , 15.11000469, 15.40386054, 14.9992753 , 15.1123174 ,
15.34471825, 15.05073661, 15.18434634, 14.9737047 , 14.98783359,
15.01119063, 14.64663604, 14.44754071, 15.21777104, 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, 15.10654543,
14.90239915, 14.88258799, 14.74003225, 15.10269049, 14.82582155,
15.37875428, 14.55848705, 14.78620861, 14.60725726, 14.8436662 ,
14.80441232, 15.1898089 , 15.21078567, 14.96188585, 14.84049721])
```

Usamos o histograma para ver a distribuição dos dados:

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



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

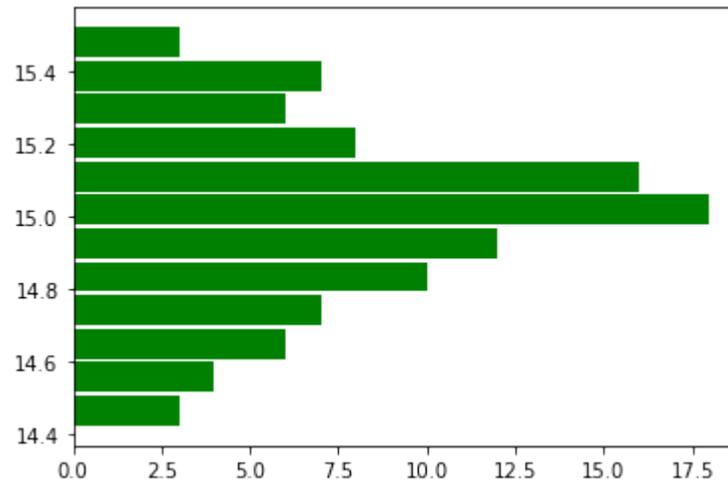
Podemos passar alguns argumentos:

`bins` : Número de faixas do histograma.

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

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

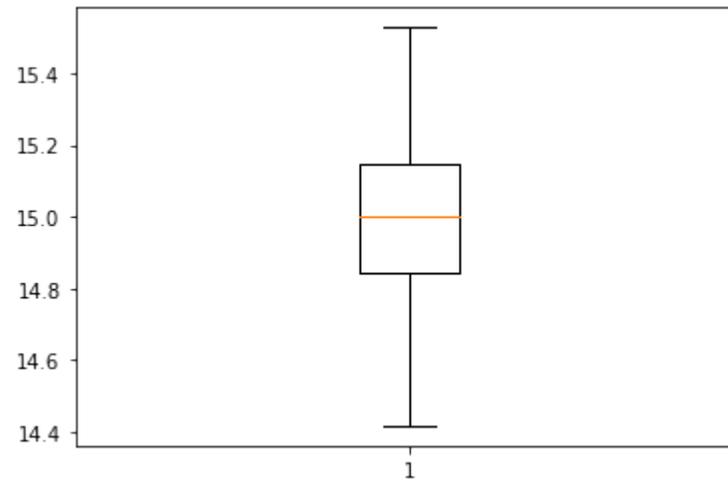
```
In [24]: fi, ax = plt.subplots(1,1)
ax.hist(medidas, bins = 12, rwidth = 0.9, color = "green", orientation = "horizontal")
plt.show()
```



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 as dados em 4 conjuntos, de acordo com suas frequências). Para plotarmos o histograma usamos a função `boxplot()`, passando os dados como argumento. Considere o mesmo conjunto de dados da empresa de usinagem:

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



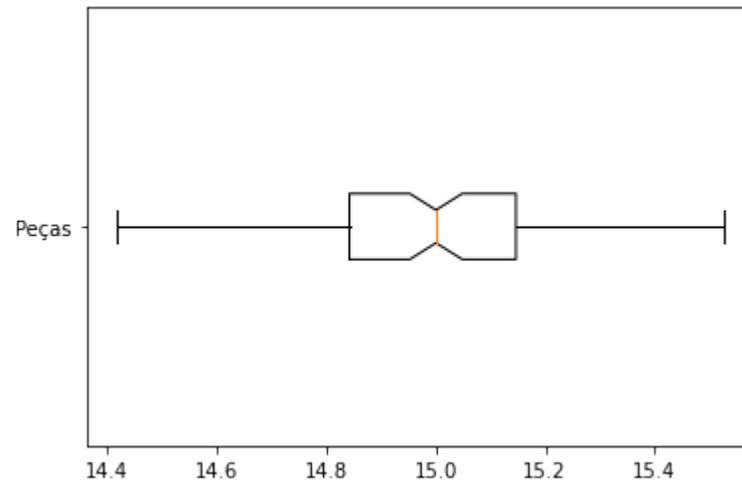
Alguns parâmetros que podemos passar para a função:

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

`labels` : 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 = ["Peças"], vert=False)
plt.show()
```



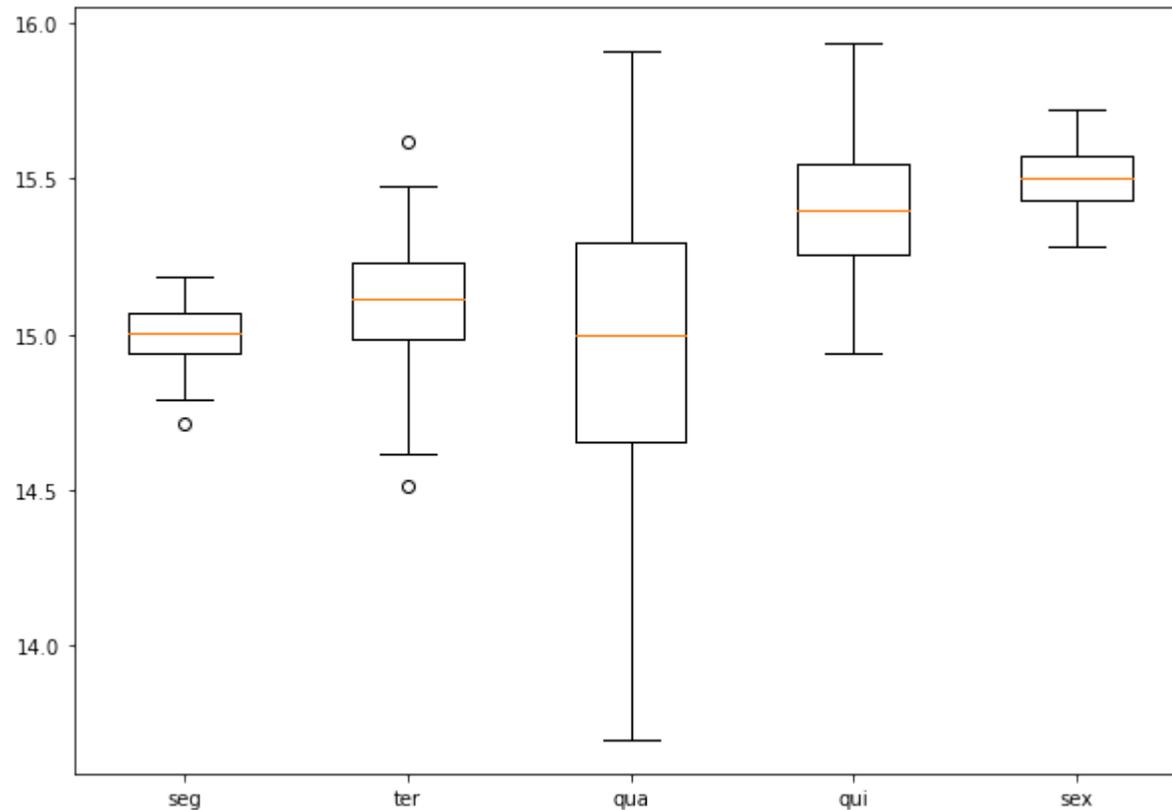
Podemos usar o boxplot para visualizar diversos conjuntos de dados de uma só vez, bastando criar um array (ou lista) de duas dimensões, com todos os conjuntos de dados. Considere que a mesma empresa de usinagem coletou as medidas durante os 5 dias da semana (gerando 5 amostras), e deseja verificar se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

```
In [27]: # Gerando dados para simular as medias:
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.

7 Estilos

É possível alterar o estilo de todo um gráfico, usando o método `plt.style.use('estilo_do_grafico')`. Para verificar os estilos disponíveis no matplotlib, basta usar o comando: `plt.style.available`.

```
In [18]: # Listando os estilos disponíveis
plt.style.available
```

```
Out[18]: ['Solarize_Light2',
          '_classic_test_patch',
          '_mpl-gallery',
          '_mpl-gallery-nogrid',
          'bmh',
          'classic',
          'dark_background',
          'fast',
          'fivethirtyeight',
          'ggplot',
          'grayscale',
          'seaborn-v0_8',
          'seaborn-v0_8-bright',
          'seaborn-v0_8-colorblind',
          'seaborn-v0_8-dark',
          'seaborn-v0_8-dark-palette',
          'seaborn-v0_8-darkgrid',
          'seaborn-v0_8-deep',
          'seaborn-v0_8-muted',
          'seaborn-v0_8-notebook',
          'seaborn-v0_8-paper',
          'seaborn-v0_8-pastel',
          'seaborn-v0_8-poster',
          'seaborn-v0_8-talk',
          'seaborn-v0_8-ticks',
          'seaborn-v0_8-white',
          'seaborn-v0_8-whitegrid',
          'tableau-colorblind10']
```

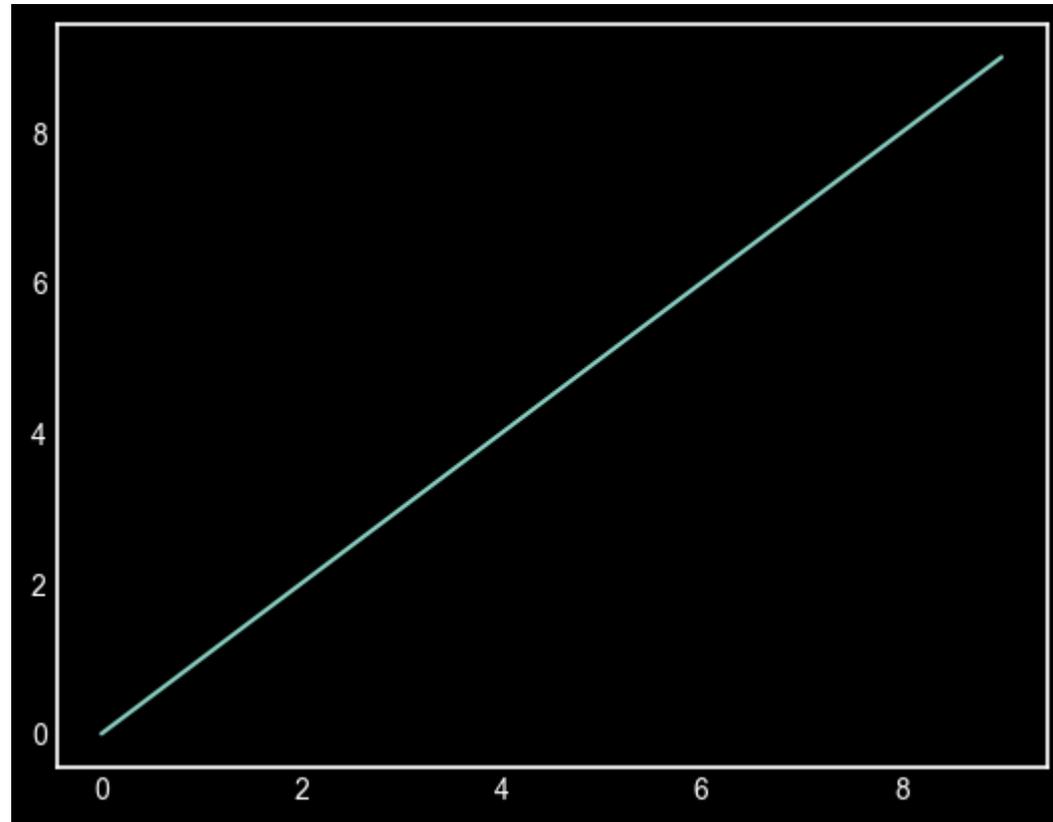
```
In [17]: # Criando um gráfico simples e alterando o estilo para dark_background
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
```

```
plt.style.use('dark_background')
```

```
# Supondo que você já tenha gerado seu gráfico
fig, ax = plt.subplots(1,1)
```

```
ax.plot(np.arange(10))  
plt.show()
```



Exercícios

1. 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):
 - A. Qual é o intervalo de tempo em que os dados foram coletados para o Brasil?
 - B. Plote as mortes no Brasil em um gráfico de barras.
 - C. Plote as mortes no Brasil por meses, considerando somente o ano de 2021.
 - D. Plote um gráfico de barras com os 10 países (ou grupos) com mais mortes totais no banco de dados.

- E. Plote todos os gráficos acima em uma mesma figura, cada um com cores diferentes.
2. 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 `peça`, 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):
- A. Quantas amostras foram coletadas por cada Colaborador?
 - B. Plote um gráfico de barra mostrando as amostras por colaborador.
 - C. Plote uma figura com dois gráficos de barras com a produção de cada colaborador, porém separando pelas duas peças.
 - D. Plote a proporção de coletas de peça1 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).
 - E. 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.
 - F. 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.
 - G. Existe alguma relação entre as temperaturas e as medições aferidas? Plote uma figura com dois gráficos do tipo scatterplot para responder à questão.
 - H. 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/stable/api/_as_gen/matplotlib.axes.Axes.twinx.html).