

Programação II

Análise de dados tabulares (pandas)

Parte 1

Hugo Pacheco

DCC/FCUP

21/22

NumPy

- Desenhado para programação numérica sobre arrays
- Otimizado para álgebra de arrays, operações elemento-a-elemento
- Tem algumas limitações para dados menos estruturados:
 - Não permite atribuir nomes a linhas/colunas (e.g., cabeçalhos CSV)
 - Não suporta elementos de tipos diferentes (inteiros, datas, strings, etc)
 - Pouco suporte para transformar a estrutura dos arrays
 - Pouco suporte para lidar com dados mal formatados ou em falta

Arrays \rightsquigarrow Tabelas

- Tabelas \simeq folhas de cálculo \simeq bases de dados

Name	Age	Gender	Rating
Steve	32	Male	3.45
Lia	28	Female	4.6
Vin	45	Male	3.9
Katie	38	Female	2.78

- Colunas potencialmente de diferentes tipos

name : `str`, age : `int`, gender : `str`, rating : `float`

Pandas

- Biblioteca construída em cima do *numpy*
- Generalização de arrays para tabelas:
 - Permite atribuir nomes a linhas/colunas
 - Permite diferentes tipos por coluna
 - Oferece operações de manipulação e transformação de tabelas
- Vasto suporte para lidar com dados em falta

Pandas

- Dois tipos principais:
 - *Series*: um vetor de elementos do mesmo tipo, ao estilo de um array 1D *numpy*, com índices (`[0,1,...[` se não definidos)

A	B	C	D	A
10	50	23	70	34

- *DataFrame*: uma tabela com colunas de tipos diferentes; primeira coluna define índices; (`[0,1,...[` se não definidos)
- nomes de colunas únicos; nomes de índices podem ser repetidos

Índice	Age	Gender	Rating
Steve	32	Male	3.45
Lia	28	Female	4.6
Steve	45	Male	3.9
Katie	38	Female	2.78

Pandas (criação)

- Uma *Series* pode ser criada a partir de vários tipos de sequências (listas, dicionários, array *numpy*)

```
>>> s = pd.Series((1,2,3))
>>> s
0    1
1    2
2    3
dtype: int64
>>> type(s.values)
<class 'numpy.ndarray'>
>>> s.index
RangeIndex(start=0, stop=3, step=1)

>>> s =
pd.Series([1,2,3],index=[1,2,5])
>>> type(s.values)
<class 'numpy.ndarray'>
>>> s.index
Int64Index([1, 2, 5],
dtype='int64')
```

```
>>> s = pd.Series({'a':1,'b':2})
>>> s
a    1
b    2
dtype: int64
>>> s.index
Index(['a', 'b'],
dtype='object')
```

Pandas (criação)

- Um *DataFrame* pode ser criado a partir de vários tipos de sequências (listas, dicionários, array *numpy*, *Series*, *DataFrame*)

```
>>> import pandas as pd
>>> pd.DataFrame([1, 2, 3, 4])
   0
0  1
1  2
2  3
3  4
>>> pd.DataFrame([[1, 2], [3, 4],
[5, 6]], index=list("abc"), columns=list("ab"))
   a  b
a  1  2
b  3  4
c  5  6
```

```
>>> pd.DataFrame({'name':
['steve', 'lia'], 'age':
[25, 38], 'sex':
['Male', 'Female']})
   name  age  sex
0  steve   25  Male
1   lia   38  Female
>>> pd.DataFrame([{'a': 1, 'b':
2},
{'a': 5, 'b': 10, 'c': 20}])
   a  b  c
0  1  2 NaN
1  5 10 20.0
```

NumPy \leq *Pandas*

- Projeção e slices de *Series* funcionam tal como para arrays 1D *numpy*

```
>>> s =  
pd.Series(range(5), index  
=list("abcde"))
```

```
>>> s  
a      0  
b      1  
c      2  
d      3  
e      4  
dtype: int64
```

```
>>> s['a']  
0
```

```
>>> s['b':'d'] = [10, 20, 30]
```

```
>>> s  
a      0  
b     10  
c     20  
d     30  
e      4
```

```
>>> s[s > 2]  
d      3  
e      4  
dtype: int64
```


NumPy \leq *Pandas*

- Projeção e slices de *DataFrame* funcionam quase como para arrays 2D *numpy*; 1ª dimensão para colunas, 2ª dimensão ou *.loc* para linhas

```
>>> df = pd.DataFrame([[1,2],  
[3,4]],index=list("ab"),columns  
=list("cd"))
```

```
>>> df
```

	c	d
a	1	2
b	3	4

```
>>> df['c']
```

a	1
b	3

```
>>> df['c']['a'] = 10
```

```
>>> df
```

	c	d
a	10	2
b	3	4

```
>>> df.loc['b']
```

c	3
d	4

```
Name: b, dtype: int64
```

```
>>> df.loc['a'] = [5,6]
```

```
>>> df
```

	c	d
a	5	6
b	3	4

```
>>> df[:].loc['b'] = [0,0]
```

```
>>> df
```

	c	d
a	5	6
b	0	0

NumPy \leq *Pandas*

- Operações matemáticas elemento-a-elemento sobre *Series* funcionam tal como arrays 1D *numpy*

```
>>> s = pd.Series({'a':1, 'b':2, 'c':3})
>>> s
a      1
b      2
c      3
dtype: int64
>>> s + 2
a      3
b      4
c      5
dtype: int64
>>> s + s
a      2
b      4
c      6
dtype: int64
>>> np.sum(s)
6
```

NumPy \leq *Pandas*

- Operações matemáticas elemento-a-elemento sobre *DataFrame* funcionam quase como arrays 2D *numpy*

```
>>> df = pd.DataFrame([(1, 2),
(3, 4)], index=list("ab"), columns=list("cd"))
>>> df
   c  d
a  1  2
b  3  4
>>> (df + df) / 3
      0      1
0  0.666667  1.333333
1  2.000000  2.666667
>>> df.max()
c      3
d      4
dtype: int64
>>> df.max().max()
4
```

NumPy \leq *Pandas*

- Funções universais *numpy* podem ser aplicadas a todos os elementos de uma *Series* ou um *DataFrame*

```
>>> s =  
pd.Series(range(1,3))  
>>> s  
0    1  
1    2  
dtype: int64  
>>> np.power(s,2)  
0    1  
1    4  
dtype: int64
```

```
>>> df = pd.DataFrame([[1,2],  
[4,5]], columns=['A','B'])  
>>> df  
   A  B  
0  1  2  
1  4  5  
>>> np.sin(df * np.pi / 4)  
   A          B  
0  7.071068e-01  1.000000  
1  1.224647e-16 -0.707107
```

Pandas (mapeamento)

- Podemos também aplicar uma função:

```
>>> df = pd.DataFrame([[1, 2],  
[4, 5]], columns=['A', 'B'])
```

```
>>> df
```

```
   A  B  
0  1  2  
1  4  5
```

```
f = lambda x: x.max() -  
x.min()
```

- por colunhas

```
>>> df.apply(f, axis=0)
```

```
A      3
```

```
B      3
```

```
dtype: int64
```

- por linhas

```
>>> df.apply(f, axis=1)
```

```
0      1
```

```
1      1
```

```
dtype: int64
```

Pandas (colunas)

- Podem-se renomear as colunas de um *DataFrame*

```
>>> df = pd.DataFrame([[1, 2], [4, 5]],  
columns=['A', 'B'])
```

```
>>> df
```

	A	B
0	1	2
1	4	5

```
>>> df.columns=[True, False]
```

```
>>> df
```

	True	False
0	1	2
1	4	5

Pandas (índices)

- Podem-se reordenar os índices de uma *Series* ou de um *DataFrame*, criando um novo objeto

```
>>> s = pd.Series((1,2,3))
>>> s
0      1
1      2
2      3
dtype: int64
>>> s = s.reindex((2,2,1,3))
>>> s
2      3
2      3
1      2
3      NaN
dtype: int64
```

```
>>> df =
pd.DataFrame([{'a':1, 'b':2}, {'a':3, 'b':4}])
>>> df
   a  b
0  1  2
1  3  4
>>> df =
df.reindex([1,0])
>>> df
   a  b
1  3  4
0  1  2
```

Pandas (índices)

- Podem-se alterar os índices de uma *Series* ou de um *DataFrame* aplicando uma função ou um mapeamento (dicionário) aos índices existentes, criando um novo objeto

```
>>> s = pd.Series((1,2,3))
```

```
>>> s
```

```
0    1
```

```
1    2
```

```
2    3
```

```
dtype: int64
```

```
>>> s = s.rename(lambda  
i : i+1)
```

```
>>> s
```

```
1    1
```

```
2    2
```

```
3    3
```

```
dtype: int64
```

```
>>> df =
```

```
pd.DataFrame([{'a':1, 'b':  
:2}, {'a':3, 'b':4}])
```

```
>>> df
```

```
    a  b
```

```
0  1  2
```

```
1  3  4
```

```
>>> df =
```

```
df.rename({0:'a', 1:'b'})
```

```
>>> df
```

```
    a  b
```

```
a  1  2
```

```
b  3  4
```


Pandas (índices)

- Podem-se converter todos os índices em colunas

```
>>> s =  
pd.Series((1, 2, 3), index=  
list("abc"))  
>>> s  
a      1  
b      2  
c      3  
dtype: int64  
>>> s.reset_index()  
   index  a  b  
0      a  1  2  
1      b  2  3  
2      c  3  4
```

```
>>> df =  
pd.DataFrame([{'a': 1, 'b': 2}  
,  
{ 'a': 3, 'b': 4}], index=list("cd"))  
>>> df  
   a  b  
c  1  2  
d  3  4  
>>> df.reset_index()  
   index  a  b  
0      c  1  2  
1      d  3  4
```

Pandas (índices)

- Podem-se converter colunas de um *DataFrame* em índices

```
>>> s =  
pd.Series((1, 2, 3))  
>>> s  
0      1  
1      2  
2      3  
>>> s.index =  
list("abc")  
>>> s  
a      1  
b      2  
c      3  
dtype: int64
```

```
>>> df =  
pd.DataFrame([{'a': 1, 'b': 2},  
               {'a': 3, 'b': 4}])  
>>> df  
   a  b  
0  1  2  
1  3  4  
>>>  
df.set_index(keys='a', inplace=True)  
>>> df  
   b  
a  
1  2  
3  4
```

Exemplo *Pandas*

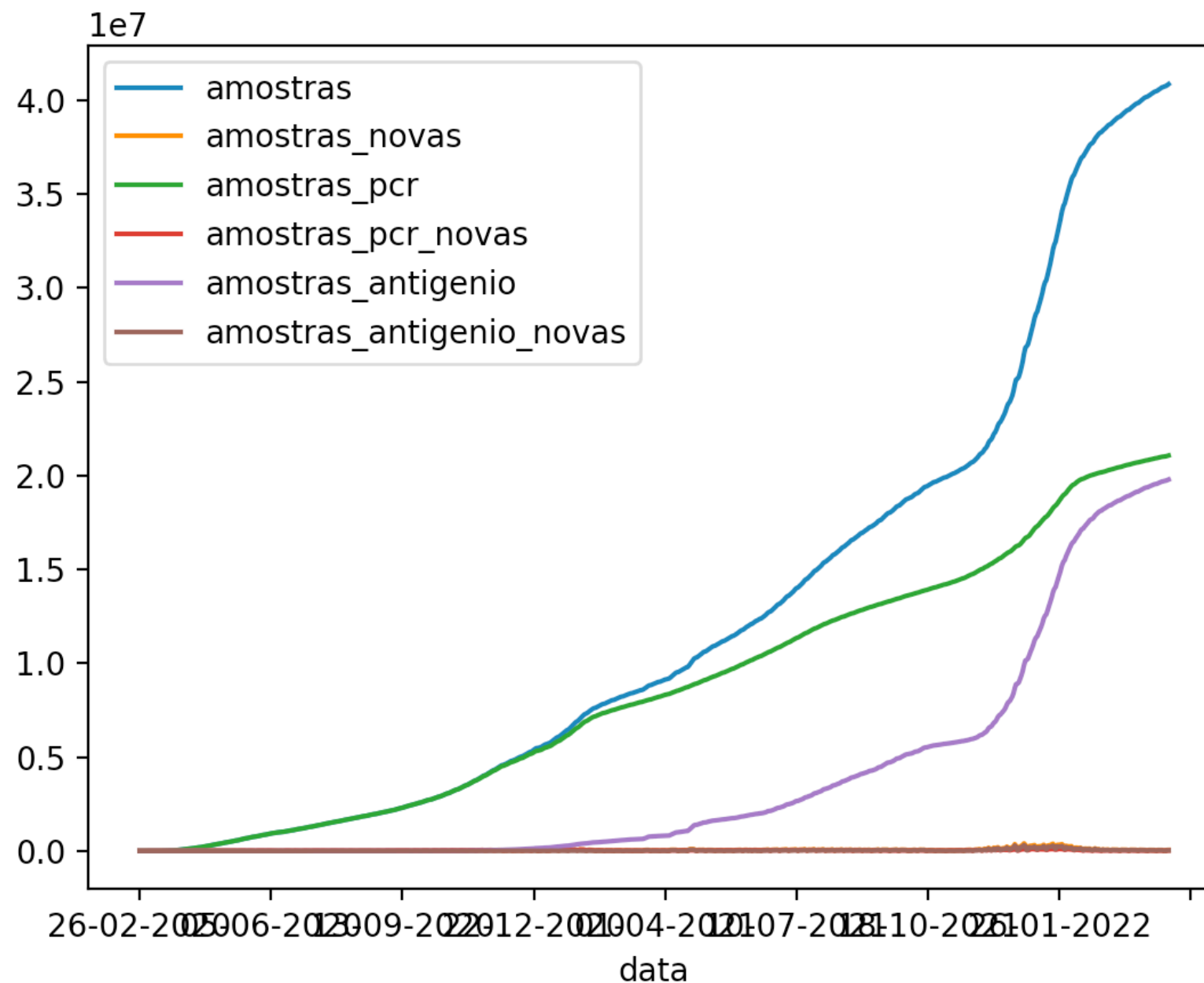
- Ler ficheiro CSV com o número de testes COVID-19 diários, disponível [aqui](#)

```
>>> import pandas as pd
>>> amostras = pd.read_csv('amostras.csv', index_col='data')
>>> amostras.fillna(0, inplace=True)
>>> amostras
```

	amostras	...	amostras_antigenio_novas
data		...	
26-02-2020	0.0	...	0.0
27-02-2020	0.0	...	0.0
28-02-2020	0.0	...	0.0
29-02-2020	0.0	...	0.0
01-03-2020	25.0	...	0.0
...

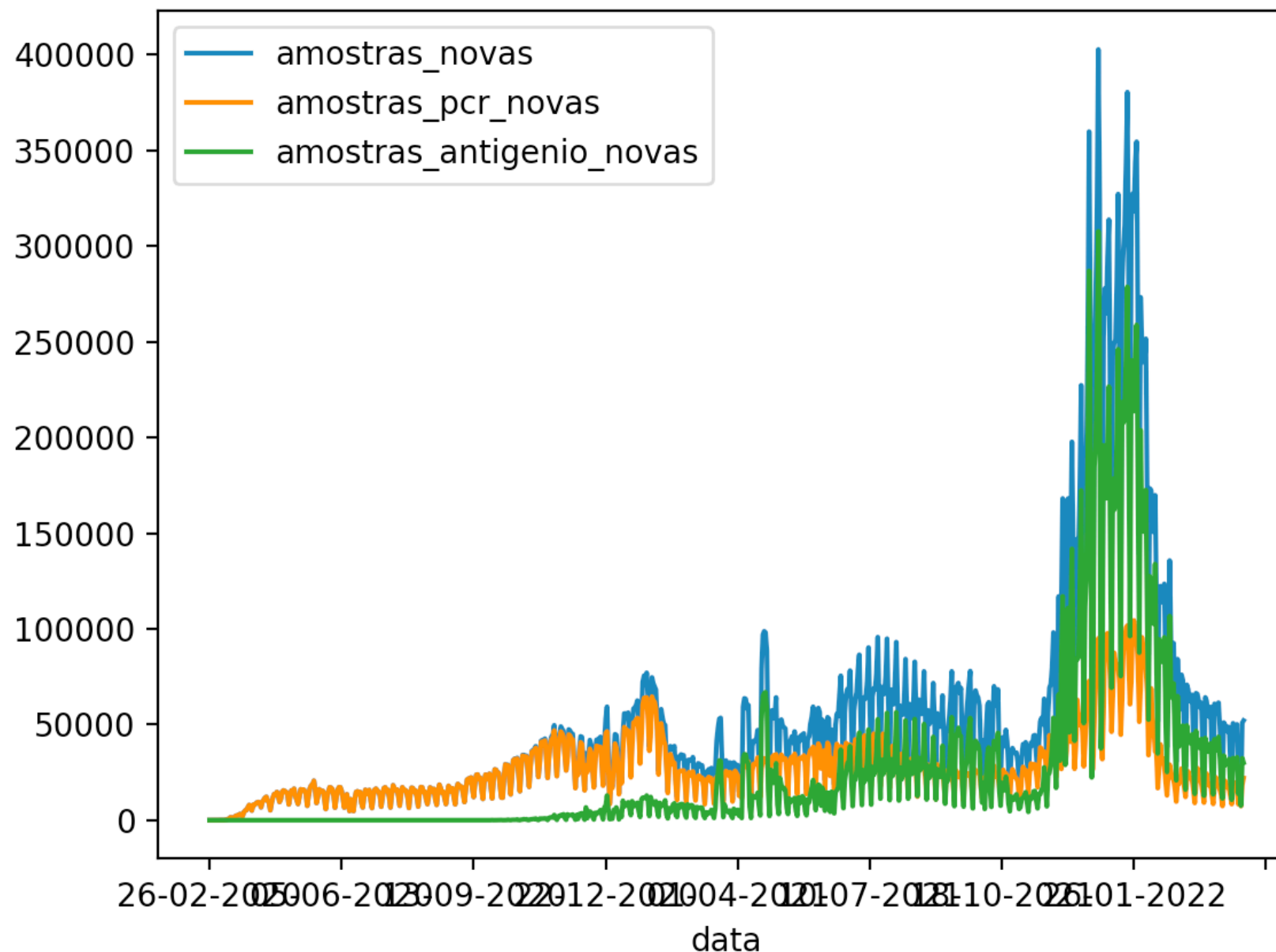
Exemplo *Pandas*

```
import matplotlib.pyplot as plt
amostras.plot()
plt.show()
```



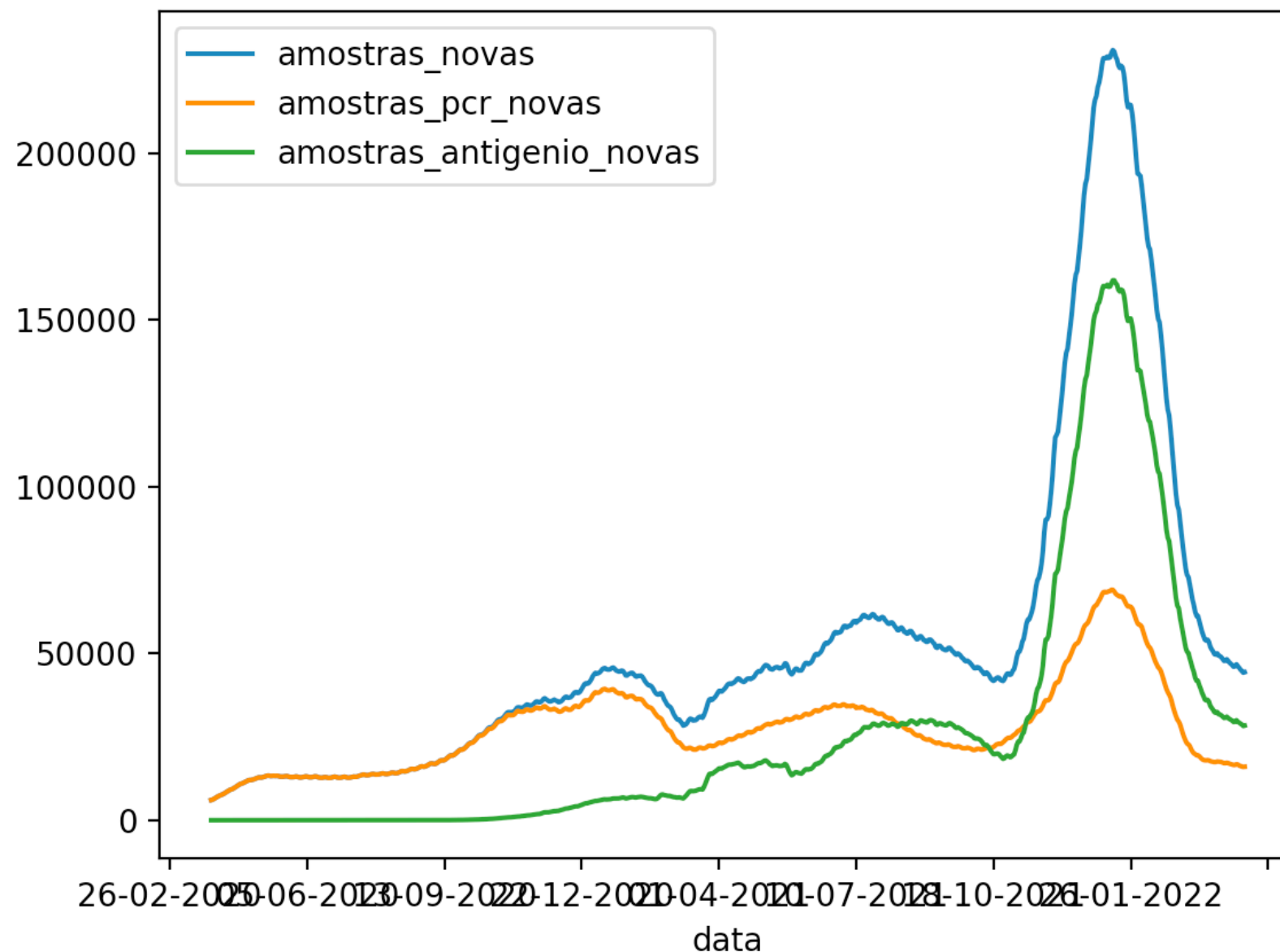
Exemplo *Pandas*

```
novas_colunas = [c for c in amostras.columns if c.endswith('_novas')]
novas_amstras = amostras[novas_colunas].copy()
novas_amstras.plot()
plt.show()
```



Exemplo *Pandas*

```
smooth = novas_amstras.copy()
for i in range(len(smooth)) :
    smooth.iloc[i] = novas_amstras.iloc[i-30:i+30].mean()
smooth.plot()
plt.show()
```



Exemplo *Pandas*

- Algumas estatísticas

```
#1º dia antigénio
```

```
>>> amostras[amostras['amostras_antigenio'] > 0].index[0]
```

```
# dias e valores dos máximos de novas amostras por categoria
```

```
>>> max_datas = novas_amostras.idxmax()
```

```
>>> { k : (data, novas_amostras[k][data]) for k, data in  
dict(max_datas).items() }
```

```
# dias de Dezembro de 2020 acima da média de novas amostras de 2020
```

```
>>> novas = novas_amostras.rename(lambda str :  
pd.to_datetime(str, infer_datetime_format=True))
```

```
>>> novas2020 = novas [ novas.index.year == 2020 ]
```

```
>>> means2020 = novas2020.mean()
```

```
>>> above_mean2020 = (novas2020['amostras_novas'] >=  
means2020['amostras_novas'])
```

```
>>> dec_above_mean2020 = novas2020[above_mean2020 &  
(novas2020.index.month == 12)]
```