

Atividade Prática Suipervisionada - Parte 1

O objetivo que escolhemos foi o de climate action, ou de alterações climáticas mundiais. Esse objetivo possui extrema relevância de ser estudado, uma vez que caso esse não seja policiado, teremos diversos malefícios tanto para nós, seres humanos quanto para com todo o resto do ecossistema mundial (animais, climas, solos, entre outros).

Alguns exemplos são: aumento de desastres naturais como secas, inundações, chuva ácida; nível do mar subindo; agravamento na saúde das pessoas (causando uma maior incidência de bronquite e asma); etc.

O indicador que escolhemos dentro da alteração climática mundial foi a variação nas emissões de gás carbônico (toneladas métricas per capita). O gás carbônico é um gás de efeito estufa. Isso quer dizer que ele absorve o calor da atmosfera, e irradia-o para todas as direções. Como uma dessas direções inclui a Terra, ele acaba esquentando a face da Terra. Naturalmente, esse efeito é bom, porque é ele que previne um congelamento total da Terra como vimos na era do gelo; porém, ao emitir quantidades excessivas de gás carbônico, estamos esquentando a Terra, causando mudanças drásticas à temperatura.

Algo interessante para considerar é que as variações de temperatura causadas pelo efeito estufa não só aumentam a temperatura média, mas surpreendentemente podem deixar os invernos mais frios. Esses invernos são causados pelos vórtices polares, vórtices que carregam ventos frios por volta dos polos. Ao esquentar a Terra, os vórtices enfraquecem-se, resultando em vários vórtices pequenos que causam frentes frias pelo mundo. Isso pode ser perigoso como pode acabar causando crises de fome e falta de adaptação em países sem a infraestrutura necessária para se proteger do frio.

Portanto, a luta contra o aumento de emissões CO₂ é indispensável. A partir dos dados supracitados e com consciência das possibilidades para o futuro, temos como dever controlar nossas próprias ações e suas consequências em relação ao resto do mundo, por isso devemos analisar e compreender os dados reunidos, referentes à quantidade emitida de CO₂ no mundo por tonelada, e a partir desses, tomar decisões as quais nos permitam contornar e melhorar a situação que nos encontramos.

Escolhemos 3 países como amostra: Brasil; País com métricas defasadas, em relação ao Brasil: China; País avançado, também em acordo com o mesmo: Dinamarca.

Optamos por escolher a China por possuir um histórico de longa data no setor industrial, produção e manufatura, por isso esse acaba sendo um país com alta nos índices de emissão de CO₂. Além disso, selecionamos a Dinamarca por conta de sua tendência de queda na emissão de CO₂, menor que a tendência do Brasil que manteve-se, praticamente, constante. Destarte, os três países representam claramente um avanço em relação ao ODS (Dinamarca), O Brasil, neutro ao ODS por manter suas emissões praticamente constantes, e a China, defasada em relação ao ODS.

```
import pandas as pd
import numpy as np
```

```

import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import numpy as np

path =
'data/API_EN.ATM.CO2E.PC_DS2_en_csv_v2_4353266/API_EN.ATM.CO2E.PC_DS2_
en_csv_v2_4353266.csv'
df = pd.read_csv(path, skiprows=4, sep=',', decimal='.',
encoding='latin1')

```

```

# Utilizar apenas os dados disponíveis (entre 1960 e 2019)
for i in range(1960, 1991):
    del df[str(i)]
df.drop(['2020', '2021', 'Unnamed: 66'], axis=1, inplace=True)

```

```
df.head()
```

	Country Name	Country Code	\
0	Aruba	ABW	
1	Africa Eastern and Southern	AFE	
2	Afghanistan	AFG	
3	Africa Western and Central	AFW	
4	Angola	AGO	

	Indicator Name	Indicator Code	1991
1992 \			
0	CO2 emissions (metric tons per capita)	EN.ATM.CO2E.PC	NaN
NaN			
1	CO2 emissions (metric tons per capita)	EN.ATM.CO2E.PC	0.953224
0.915661			
2	CO2 emissions (metric tons per capita)	EN.ATM.CO2E.PC	0.167682
0.095958			
3	CO2 emissions (metric tons per capita)	EN.ATM.CO2E.PC	0.530016
0.568305			
4	CO2 emissions (metric tons per capita)	EN.ATM.CO2E.PC	0.544539
0.543557			

	1993	1994	1995	1996	...	2010	2011
2012 \							
0	NaN	NaN	NaN	NaN	...	NaN	NaN
NaN							
1	0.916485	0.917093	0.936570	0.947393	...	1.021548	0.979352
0.992616							
2	0.084721	0.075546	0.068468	0.062588	...	0.243614	0.296506
0.259295							
3	0.523529	0.470888	0.501681	0.564390	...	0.472077	0.476789
0.480603							
4	0.708984	0.836804	0.912141	1.072168	...	0.976184	0.985522
0.950696							

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
2019						
0	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
NaN						
1	1.005027	1.016649	0.966589	0.948410	0.937926	0.917507
0.913618						
2	0.185624	0.146236	0.172897	0.149789	0.131695	0.163295
0.159824						
3	0.508099	0.515960	0.494065	0.499405	0.483140	0.486456
0.493923						
4	1.036294	1.099779	1.135044	1.031811	0.813301	0.777675
0.792137						

[5 rows x 33 columns]

```

df_brasil = df[df['Country Name'] == 'Brazil']
df_china = df[df['Country Name'] == 'China']
df_dinamarca = df[df['Country Name'] == 'Denmark']

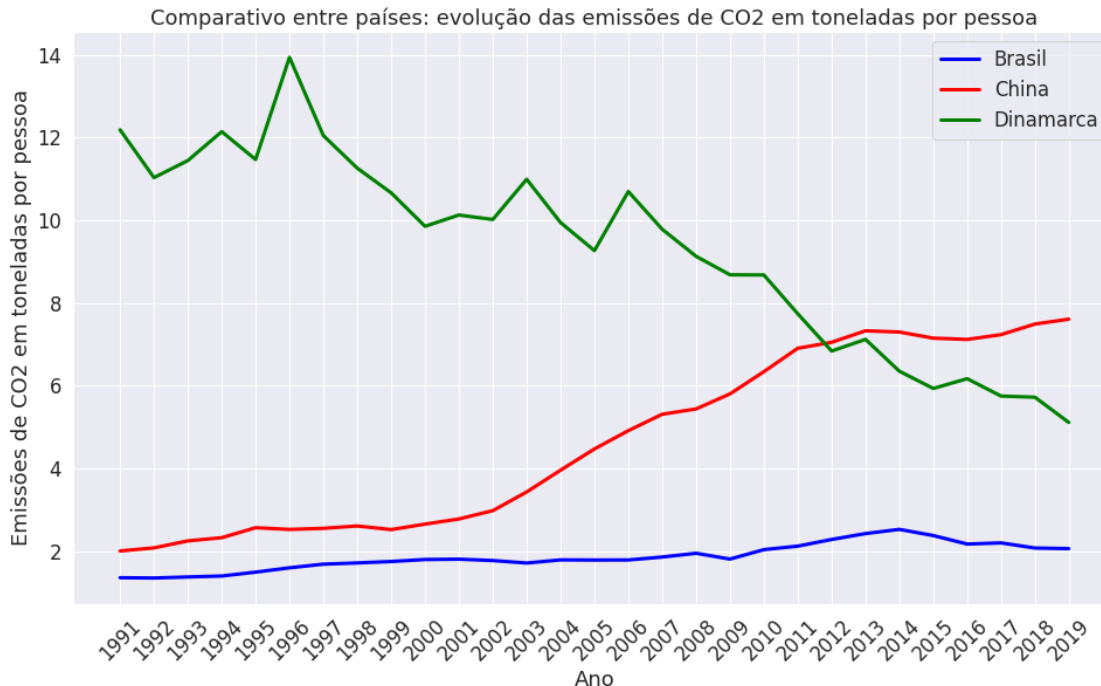
df_brasil = df_brasil.drop(['Country Code', 'Country Name', 'Indicator
Name', 'Indicator Code'], axis=1)
df_china = df_china.drop(['Country Code', 'Country Name', 'Indicator
Name', 'Indicator Code'], axis=1)
df_dinamarca = df_dinamarca.drop(['Country Code', 'Country Name',
'Indicator Name', 'Indicator Code'], axis=1)

df_brasil = df_brasil.transpose()
df_china = df_china.transpose()
df_dinamarca = df_dinamarca.transpose()

df_brasil.columns = ['Emissões de CO2 em toneladas por pessoa']
df_china.columns = ['Emissões de CO2 em toneladas por pessoa']
df_dinamarca.columns = ['Emissões de CO2 em toneladas por pessoa']

sns.set(rc={'figure.figsize':(16, 9)}, font_scale = 1.5,
style='darkgrid')
sns.lineplot(data=df_brasil, linewidth=3, palette=['blue'],
label='Brasil', legend=False)
sns.lineplot(data=df_china, linewidth=3, palette=['red'],
label='China', legend=False)
sns.lineplot(data=df_dinamarca, linewidth=3, palette=['green'],
label='Dinamarca', legend=False)
plt.title('Comparativo entre países: evolução das emissões de CO2 em
toneladas por pessoa')
plt.xlabel('Ano')
plt.ylabel('Emissões de CO2 em toneladas por pessoa')
plt.xticks(rotation=45)
plt.legend()
plt.show()

```



Atividade Prática Supervisionada - Parte 2

Introdução

Para esta parte da atividade, o grupo selecionou um novo indicador que pode estar relacionado com o indicador principal: variação na emissão de gás carbônico em toneladas métricas por pessoa. A análise gráfica e de correlações feita permitirá identificar se há uma relação entre os dois indicadores. O indicador secundário selecionado pelo grupo foi a porcentagem da matriz energética dos países analisados que é proveniente de fontes renováveis.

Para tal análise, o grupo continuou com os mesmos países selecionados anteriormente: Brasil, China e Dinamarca, sendo a Dinamarca um país avançado na ODS escolhida por estar reduzindo suas emissões, o Brasil um país neutro, mantendo suas emissões praticamente constantes, e a China, um país atrasado, com seus níveis de emissão aumentando.

A hipótese do grupo é a de que países que apresentam um aumento na porcentagem de uso de fontes renováveis na matriz energética, apresentam uma redução na emissão de gás carbônico em toneladas métricas por pessoa. Tal hipótese se dá devido ao fato de que a queima de combustíveis fósseis voltadas à matriz energética é responsável por quase 75% de todas as emissões de CO2 no mundo; portanto, um aumento na participação de energias renováveis na matriz energética de um país deve resultar em uma redução na emissão de CO2.

Análise de Correlações

Após elaborar e analisar os gráficos, é possível observar que a hipótese apontada pelo grupo pode ser aceita. Enquanto as emissões de CO2 na Dinamarca apresentam queda, a porcentagem de fontes renováveis na matriz energética aumenta. Na China, as emissões de CO2 apresentam um aumento enquanto a porcentagem de fontes renováveis na matriz energética diminui. No Brasil, as emissões de CO2 se mantêm praticamente constantes, assim como a porcentagem de fontes renováveis na matriz energética, que passa por altos e baixos mas se mantém, em média, entre 40 e 50%.

Analisando, agora, as correlações e variâncias:

- Na China, a correlação e covariância são negativas, mostrando que as variáveis são inversamente proporcionais. Ademais, a correlação é de aproximadamente -0.96, uma correlação muito forte, o que confirma a hipótese do grupo.
- Na Dinamarca, o mesmo ocorre; covariância e correlação negativas, mostrando proporcionalidade inversa, e correlação de aproximadamente -0.97, também muito forte.
- No Brasil, a correlação é de aproximadamente -0.5, uma correlação moderada, e com uma covariância negativa, também apresenta proporcionalidade inversa. Não é uma correlação tão forte quanto as anteriores, mas ainda não é desprezível a ponto de anular a hipótese do grupo.

Alterações na APS1

- Retiramos os gráficos de regressão linear individuais por país, pois não havia necessidade deles para a análise.
- Alteramos o nosso indicador principal para a variação na emissão de CO2 ao longo do tempo.

Lendo os dados

```
#read and create data for carbon output and renewable energy
path =
'data/API_EN.ATM.CO2E.PC_DS2_en_csv_v2_4353266/API_EN.ATM.CO2E.PC_DS2_
en_csv_v2_4353266.csv'
df_carbon = pd.read_csv(path, skiprows=4, sep=',', decimal='.',
encoding='latin1')
path =
'data/API_EG.FEC.RNEW.ZS_DS2_en_csv_v2_4499549/API_EG.FEC.RNEW.ZS_DS2_
en_csv_v2_4499549.csv'
df_renew = pd.read_csv(path, skiprows=4, sep=',', decimal='.',
encoding='latin1')
# Utilizar apenas os dados disponíveis (entre 1960 e 2019)
for i in range(1960, 1991):
    del df_carbon[str(i)]
    del df_renew[str(i)]
df_carbon.drop(['2020', '2021', 'Unnamed: 66'], axis=1, inplace=True)
df_renew.drop(['2020', '2021', 'Unnamed: 66'], axis=1, inplace=True)
```

```
df_carbon.head()
df_renew.head()
```

	Country Name	Country Code	\
0	Aruba	ABW	
1	Africa Eastern and Southern	AFE	
2	Afghanistan	AFG	
3	Africa Western and Central	AFW	
4	Angola	AGO	

Code	\	Indicator Name	Indicator
0	Renewable energy consumption (% of total final...	EG.FEC.RNEW.ZS	
1	Renewable energy consumption (% of total final...	EG.FEC.RNEW.ZS	
2	Renewable energy consumption (% of total final...	EG.FEC.RNEW.ZS	
3	Renewable energy consumption (% of total final...	EG.FEC.RNEW.ZS	
4	Renewable energy consumption (% of total final...	EG.FEC.RNEW.ZS	

	1991	1992	1993	1994	1995
1996 ... \					
0	0.234955	0.238778	0.195134	0.183241	0.173372
0.167474 ...					
1	62.876319	64.636541	65.291676	65.379764	64.982510
64.218668 ...					
2	17.036444	26.521629	30.585667	32.796251	35.075640
37.945748 ...					
3	85.443014	83.983071	85.305307	86.763667	86.348199
85.281256 ...					
4	71.888639	72.723283	71.277056	72.220269	73.945888
73.139600 ...					

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2016 \						
0	5.460000	5.660000	6.860000	6.890000	6.930000	6.730000
6.99						
1	62.747757	62.573145	61.081094	60.378305	60.712292	61.106397
NaN						
2	15.150000	12.610000	15.360000	16.860000	18.930000	17.530000
19.92						
3	80.926348	79.508850	79.017981	77.445937	76.190412	76.752857
NaN						
4	52.510000	51.060000	49.470000	47.950000	48.230000	47.840000
49.03						

	2017	2018	2019
0	6.70	8.02	7.48
1	NaN	NaN	NaN
2	19.21	17.96	18.51
3	NaN	NaN	NaN
4	56.25	57.36	54.69

[5 rows x 33 columns]

Filtragem e elaboração dos gráficos

```
df_carbon_brasil = df_carbon[df_carbon['Country Name'] == 'Brazil']
df_carbon_china = df_carbon[df_carbon['Country Name'] == 'China']
df_carbon_dinamarca = df_carbon[df_carbon['Country Name'] ==
'Denmark']
```

```
df_renew_brasil = df_renew[df_renew['Country Name'] == 'Brazil']
df_renew_china = df_renew[df_renew['Country Name'] == 'China']
df_renew_dinamarca = df_renew[df_renew['Country Name'] == 'Denmark']
```

```
df_carbon_brasil = df_carbon_brasil.drop(['Country Code', 'Country
Name', 'Indicator Name', 'Indicator Code'], axis=1)
df_carbon_china = df_carbon_china.drop(['Country Code', 'Country
Name', 'Indicator Name', 'Indicator Code'], axis=1)
df_carbon_dinamarca = df_carbon_dinamarca.drop(['Country Code',
'Country Name', 'Indicator Name', 'Indicator Code'], axis=1)
```

```
df_renew_brasil = df_renew_brasil.drop(['Country Code', 'Country
Name', 'Indicator Name', 'Indicator Code'], axis=1)
df_renew_china = df_renew_china.drop(['Country Code', 'Country Name',
'Indicator Name', 'Indicator Code'], axis=1)
df_renew_dinamarca = df_renew_dinamarca.drop(['Country Code', 'Country
Name', 'Indicator Name', 'Indicator Code'], axis=1)
```

```
df_carbon_brasil = df_carbon_brasil.transpose()
df_carbon_china = df_carbon_china.transpose()
df_carbon_dinamarca = df_carbon_dinamarca.transpose()
```

```
df_renew_brasil = df_renew_brasil.transpose()
df_renew_china = df_renew_china.transpose()
df_renew_dinamarca = df_renew_dinamarca.transpose()
```

```
df_carbon_brasil.columns = ['Emissões de CO2 em toneladas por pessoa']
df_carbon_china.columns = ['Emissões de CO2 em toneladas por pessoa']
df_carbon_dinamarca.columns = ['Emissões de CO2 em toneladas por
pessoa']
```

```
df_renew_brasil.columns = ['Energia renovável em % do total de energia
consumida']
df_renew_china.columns = ['Energia renovável em % do total de energia
```

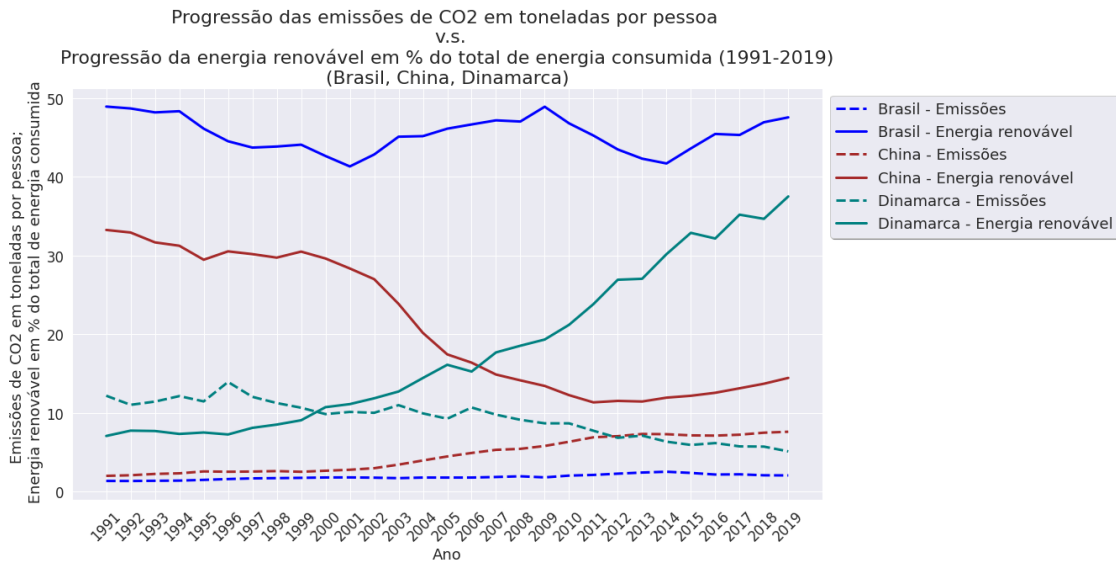
```

consumida']
df_renew_dinamarca.columns = ['Energia renovável em % do total de
energia consumida']

sns.set(rc={'figure.figsize':(16, 9)}, font_scale = 1.5,
style='darkgrid')
#Plotando gráfico de emissões de CO2
ax = sns.lineplot(data=df_carbon_brasil, linewidth=3,
palette=['blue'], label='Brasil - Emissões de CO2 em toneladas por
pessoa', legend=False)
bx = sns.lineplot(data=df_renew_brasil, linewidth=3, palette=['blue'],
label='Brasil - Energia renovável em % do total de energia consumida',
legend=False)
ax = sns.lineplot(data=df_carbon_china, linewidth=3,
palette=['brown'], label='China - Emissões de CO2 em toneladas por
pessoa', legend=False)
bx = sns.lineplot(data=df_renew_china, linewidth=3, palette=['brown'],
label='China - Energia renovável em % do total de energia consumida',
legend=False)
ax = sns.lineplot(data=df_carbon_dinamarca, linewidth=3,
palette=['teal'], label='Dinamarca - Emissões de CO2 em toneladas por
pessoa', legend=False)
bx = sns.lineplot(data=df_renew_dinamarca, linewidth=3,
palette=['teal'], label='Dinamarca - Energia renovável em % do total
de energia consumida', legend=False)

bx.lines[0].set_linestyle("--")
bx.lines[2].set_linestyle("--")
bx.lines[4].set_linestyle("--")
#Plotando gráfico de energia renovável
plt.title('Progressão das emissões de CO2 em toneladas por pessoa \n
v.s.\nProgressão da energia renovável em % do total de energia
consumida (1991-2019)\n(Brasil, China, Dinamarca)', fontsize=22)
plt.xlabel('Ano')
plt.ylabel('Emissões de CO2 em toneladas por pessoa; \n Energia
renovável em % do total de energia consumida')
plt.xticks(rotation=45)
plt.legend(['Brasil - Emissões', 'Brasil - Energia renovável', 'China
- Emissões', 'China - Energia renovável', 'Dinamarca - Emissões',
'Dinamarca - Energia renovável'], loc='upper left', bbox_to_anchor=(1,
1), ncol=1, fontsize=18, frameon=True, shadow=True, fancybox=True)
plt.show()

```

Mesclando os DFs por país

```
df_carbon_brasil.head()
```

```
df_renew_brasil.head()
```

```
df_brasil = pd.concat([df_carbon_brasil, df_renew_brasil], axis=1)
```

```
df_carbon_china.head()
```

```
df_renew_china.head()
```

```
df_china = pd.concat([df_carbon_china, df_renew_china], axis=1)
```

```
df_carbon_dinamarca.head()
```

```
df_renew_dinamarca.head()
```

```
df_dinamarca = pd.concat([df_carbon_dinamarca, df_renew_dinamarca],  
axis=1)
```

```
df_brasil.corr()
```

Emissões de CO2 em

toneladas por pessoa \

Emissões de CO2 em toneladas por pessoa

1.000000

Energia renovável em % do total de energia cons...

-0.501237

Energia renovável

em % do total de energia consumida

Emissões de CO2 em toneladas por pessoa

-0.501237

Energia renovável em % do total de energia cons...

1.000000

```
df_brasil.cov()
```

toneladas por pessoa \ Emissões de C02 em
Emissões de C02 em toneladas por pessoa
0.103420
Energia renovável em % do total de energia cons...
-0.358136

em % do total de energia consumida Energia renovável
Emissões de C02 em toneladas por pessoa
-0.358136
Energia renovável em % do total de energia cons...
4.936301

df_china.corr()

toneladas por pessoa \ Emissões de C02 em
Emissões de C02 em toneladas por pessoa
1.00000
Energia renovável em % do total de energia cons...
-0.96112

em % do total de energia consumida Energia renovável
Emissões de C02 em toneladas por pessoa
-0.96112
Energia renovável em % do total de energia cons...
1.00000

df_china.cov()

toneladas por pessoa \ Emissões de C02 em
Emissões de C02 em toneladas por pessoa
4.471181
Energia renovável em % do total de energia cons...
-17.238027

em % do total de energia consumida Energia renovável
Emissões de C02 em toneladas por pessoa
-17.238027
Energia renovável em % do total de energia cons...
71.944569

df_dinamarca.corr()

toneladas por pessoa \ Emissões de C02 em
Emissões de C02 em toneladas por pessoa

1.000000
Energia renovável em % do total de energia cons...
-0.966245

Energia renovável

em % do total de energia consumida
Emissões de CO2 em toneladas por pessoa
-0.966245
Energia renovável em % do total de energia cons...
1.000000

df_dinamarca.cov()

Emissões de CO2 em

toneladas por pessoa \
Emissões de CO2 em toneladas por pessoa
5.616402
Energia renovável em % do total de energia cons...
-23.144690

Energia renovável

em % do total de energia consumida
Emissões de CO2 em toneladas por pessoa
-23.144690
Energia renovável em % do total de energia cons...
102.157399

<https://pt.green-ecolog.com/15340443-main-sources-of-co2-emissions>

<https://mundoeducacao.uol.com.br/amp/biologia/ciclo-carbono.htm>

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

<https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-9955699/Global-warming-actually-causing-colder-winters-making-polar-vortex-stretch-south-US.html>

<https://www.iea.org/news/global-co2-emissions-rebounded-to-their-highest-level-in-history-in-2021>

https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC?most_recent_year_desc=true

Alunos: Felipe Maluli, Lucca Hiratsuca, Thomas Chiari