



Universidade de Coimbra  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Departamento de Engenharia Informática

Sistemas de Gestão de Dados

## **Análise da Energia/Eletricidade no Mundo e os seus impactos a nível económico e climático**

Diogo Filipe	2018288391
José Gomes	2018286225

{uc2018288391, uc2018286225}@student.uc.pt

Professor:  
Pedro Nuno San-Bento Furtado

Coimbra, 30 de maio de 2022

## Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Ferramentas utilizadas</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Datasets utilizados</b>	<b>1</b>
3.1	Descrição dos <i>datasets</i> . . . . .	2
<b>4</b>	<b>Análise dos dados</b>	<b>3</b>
4.1	Pergunta 1: Quais os países que consumiram mais energia pouco poluente (renovável + nuclear) em 2020 e que relação existe com o seu GDP? . . . . .	4
4.2	Pergunta 2: Quais os países que consomem mais energia poluente . . . . .	8
4.3	Pergunta 3: Quais são os países que consomem mais energia nuclear? . . . . .	10
4.4	Pergunta 4: Qual o estado da transição global para energia renovável? . . . . .	12
4.5	Pergunta 5: Quais foram os países com maior transição para energia renovável a partir de 2000? . . . . .	15
4.6	Pergunta 6: Quais são os países que consomem mais energia? . . . . .	17
4.7	Pergunta 7: Qual o nível correlação entre a emissão de CO2 e a produção de eletricidade via fontes renováveis? . . . . .	18
4.8	Pergunta 8: Quais países produzem mais energia? . . . . .	20
4.9	Pergunta 9: Quais países importam/exportam mais energia? . . . . .	21
4.10	Pergunta 10: Quais os países (do mundo e da Europa) com preço médio da eletricidade mais elevado/baixo? . . . . .	22
<b>5</b>	<b>Conclusões</b>	<b>25</b>

## 1 Introdução

Este trabalho foi realizado no âmbito da cadeira de Sistemas de Gestão de Dados sob a orientação do professor Pedro Nuno San-Bento Furtado.

Este projeto tem como objetivo relacionar vários datasets de forma a retirar conclusões sobre a produção/consumo de energia, o impacto que este trás para o mundo e de que maneira se relaciona com o desenvolvimento dos países a nível mundial. De forma a produzir esse resultado, serão aplicadas ferramentas aprendidas quer nas aulas teóricas, quer nas aulas práticas usando a linguagem de programação *Python*, de forma a elaborar EDA e chegar às devidas conclusões.

## 2 Ferramentas utilizadas

Para a execução deste projeto, utilizámos as seguintes tecnologias:

- *Jupyter Notebook*
- *Python 3*;

## 3 Datasets utilizados

Para este trabalho foram utilizados os seguintes *datasets*:

- primary-energy-source-bar.csv
- co2-per-capita-vs-renewable-electricity.csv
- Production\_Trade\_and\_Supply\_of\_Energy.csv
- global-electricity-per-kwh-pricing-2021.xlsx
- gdp-per-capita-worldbank.csv
- GDP\_Countries.xlsx

### 3.1 Descrição dos *datasets*

primary-energy-source-bar.csv	
Campo	Descrição
Entity	Nome do país/Continente
Code	Código do país/continente
Year	Ano dos dados
Coal Consumption - TWh	Quantidade de carvão consumida em TWh
Oil Consumption - TWh	Quantidade de petróleo consumida em TWh
Gas Consumption - TWh	Quantidade de gás consumida em TWh
Nuclear Consumption - TWh	Quantidade de energia nuclear consumida em TWh
Hydro Consumption - TWh	Quantidade de energia hídrica consumida em TWh
Wind Consumption - TWh	Quantidade de energia eólica consumida em TWh
Solar Consumption - TWh	Quantidade de energia solar consumida em TWh
Geo Biomass Other - TWh	Quantidade de energia biomassa consumida em TWh

co2-per-capita-vs-renewable-electricity.csv	
Campo	Descrição
Entity	Nome do país/Continente
Code	Código do país/continente
Year	Ano dos dados
Annual CO2 emissions (per capita)	Emissões de dióxido de carbono (CO2) per capita em tonelada/ano
Renewables (% electricity)	Produção total de eletricidade de fontes renováveis

Production_Trade_and_Supply_of_Energy.csv	
Campo	Descrição
Country/Region	Nome do país/Continente
Year	Ano dos dados
Series	Primary energy production (petajoules) Net imports [Imports - Exports - Bunkers] Changes in stocks (petajoules) Total supply (petajoules)
Value	Valor em petajoules referente aos dados da coluna anterior

global-electricity-per-kwh-pricing-2021.xlsx	
Campo	Descrição
Country name	Nome do país
Country code	Código do país
Average price of 1KW/h (USD)	Preço médio de energia por KWh (\$)
Cheapest KW/h (USD)	Preço mais baixo obtido de energia por KWh (\$)
Most expensive KW/h (USD)	Preço mais alto obtido de energia por KWh (\$)

gdp-per-capita-worldbank.csv	
Campo	Descrição
Entity	Nome do país
Code	Código do país
Year	Ano dos dados
GDP <i>per capita</i> , PPP	Valor em dólar do GDP <i>per capita</i>

GDP_Countries.xlsx	
Campo	Descrição
Country Code	Código do país
[1960... 2020]	Valor do GDP do país em \$ num determinado ano

## 4 Análise dos dados

De forma a proceder à análise dos *datasets* encontrados, é necessário antes proceder à elaboração de perguntas de forma a ter algo em concreto para analisar. Estas perguntas foram realizadas na meta anterior pelo que, através da elaboração da análise estariam sujeitas a mudanças, e, como tal, as perguntas que iremos responder serão as seguintes:

- Pergunta 1: Quais os países que consumiram mais energia pouco poluente (renovável + nuclear) em 2020 e que relação existe com o seu GDP?
- Pergunta 2: Quais os países que consomem mais energia poluente?
- Pergunta 3: Quais são os países que consomem mais energia nuclear?
- Pergunta 4: Qual o estado da transição global para energia renovável?
- Pergunta 5: Quais foram os países com maior transição para energia renovável a partir de 2000?
- Pergunta 6: Quais são os países que consomem mais energia?

- Pergunta 7: Qual o nível correlação entre a emissão de CO2 e a produção de eletricidade via fontes renováveis?
- Pergunta 8: Quais países produzem mais energia?
- Pergunta 9: Quais países importam/exportam mais energia?
- Pergunta 10: Quais os países (do mundo e da Europa) com preço médio da eletricidade mais elevado/baixo?

Agora com as perguntas elaboradas, chegou a parte de proceder à análise dos dados.

#### 4.1 Pergunta 1: Quais os países que consumiram mais energia pouco poluente (renovável + nuclear) em 2020 e que relação existe com o seu GDP?

Começamos esta análise pela elaboração de um gráfico sobre o GDP *per capita* e o GDP dos países do mundo de forma a verificar quais países estavam no topo desta categoria de forma a verificar a interação com o nível de consumo de energias poluentes. Através deste gráfico, conseguimos verificar quais são os países com o valor do GDP *per capita* mais elevado, que correspondem ao Luxemburgo com um GDP per capita de 110 261.16\$

Através também da ordenação destes valores conseguimos verificar que países do continente Africano constituem o menor valor referente ao GDP *per capita*, nomeadamente países como a República Democrática do Congo, Somália e Burundi com valores a rondar os 730\$ e os 930\$.

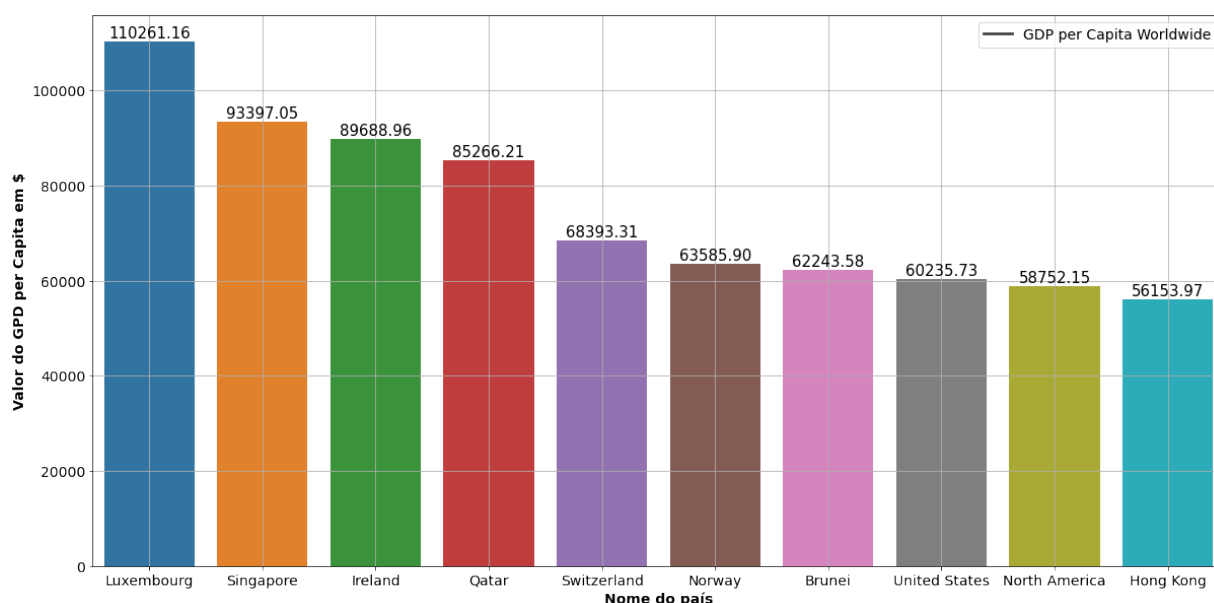
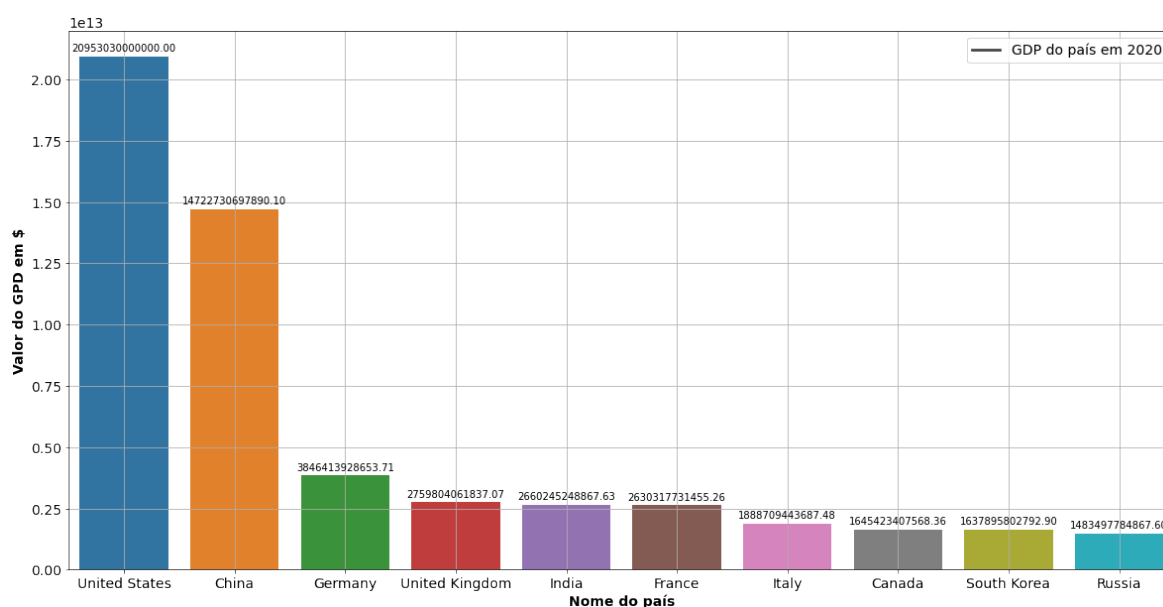


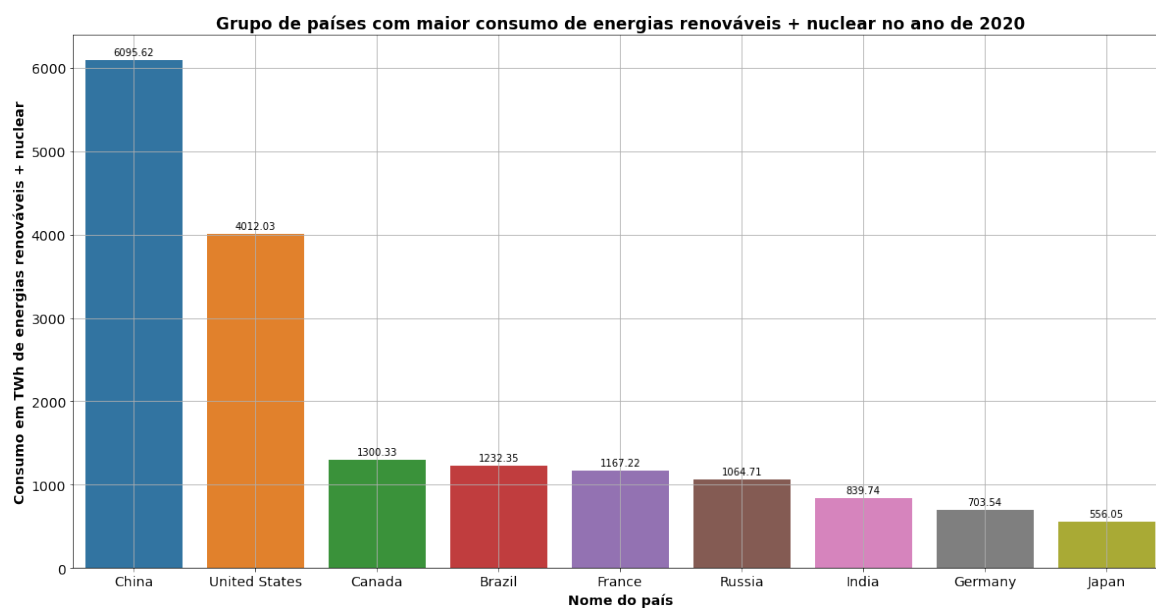
Figura 1: GDP *per capita*

De seguida, para além da análise do GDP *per capita*, analisámos também o valor do GDP de cada país e, este valor vem ao encontro dos países conhecidos como potências mundiais, como por exemplo, os Estados Unidos da América e a China com valores de GDP a rondar os 21 e os 15 trilhões de dólares respetivamente no ano de 2020.



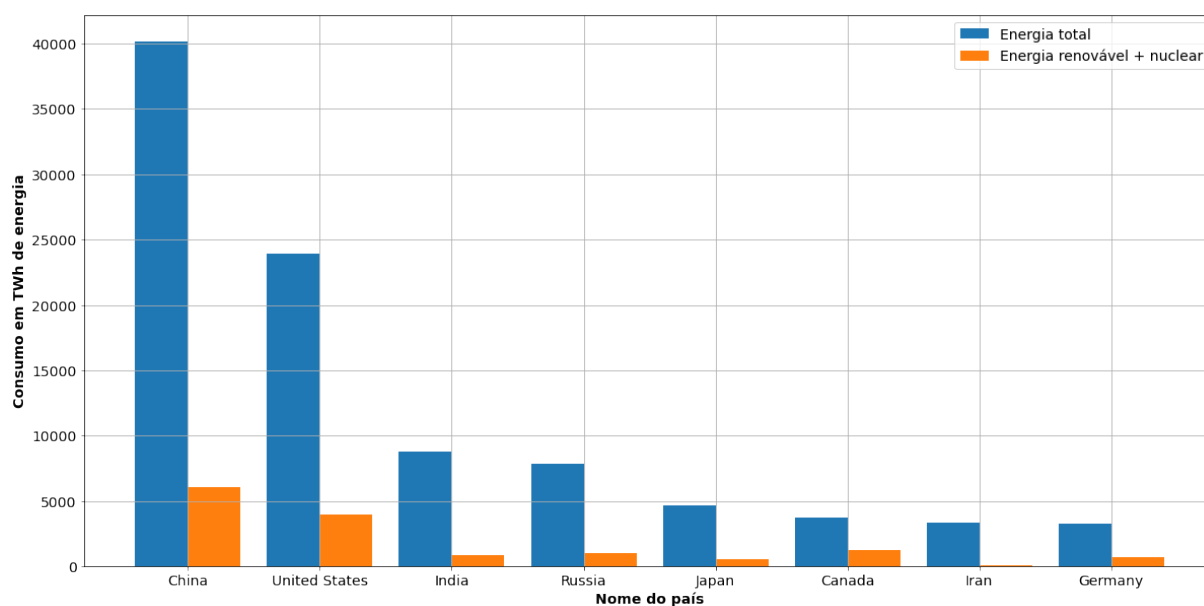
**Figura 2:** GDP dos países mundiais

De forma a proceder ao cálculo da energia não poluente consumida, agregámos os dados relativos ao consumo de energias renováveis (hídrica, eólica, solar e geotermal) numa só coluna, à qual adicionámos também a energia nuclear visto que também não é poluente. De seguida, com os valores já aglomerados, elaborámos o gráfico em baixo descrito onde é possível verificar que a China foi um dos principais consumidores com cerca de 6095 TWh de energia consumida em 2020.



**Figura 3:** Países que mais consumiram energia renovável + nuclear

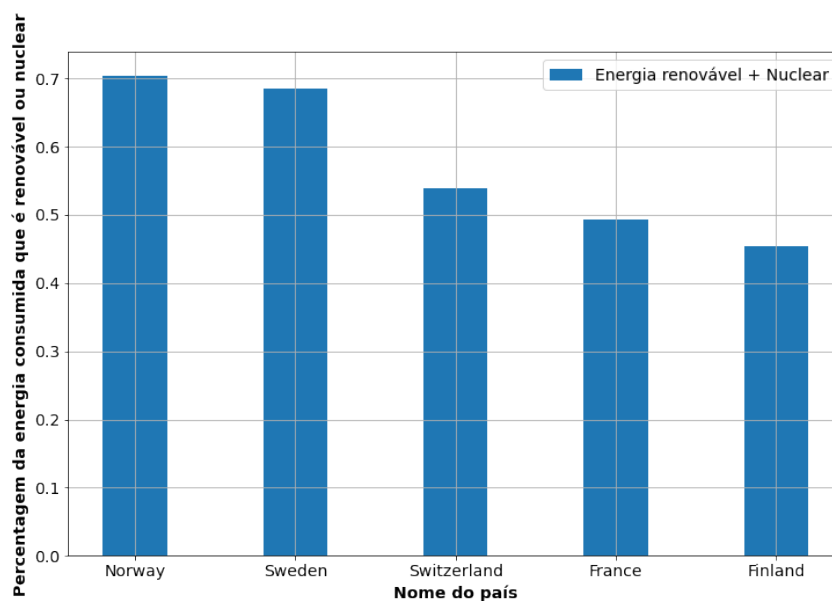
Posteriormente, é apresentado um gráfico de barras onde é feita a comparação entre a energia total consumida proveniente de qualquer tipo de fonte e a energia consumida proveniente de fontes renováveis ou nucleares e, chegamos à conclusão que a China mais um vez está no topo dos consumidores, mas o consumo de energias renováveis apenas representa uma pequena parte (cerca de 15%) do seu consumo total de energia, tal como os restantes países mais consumidores de energia.



**Figura 4:** Comparação entre o uso de energias renováveis e todos os tipos de energia



O objetivo do gráfico apresentado era compreender quais os países que consumiam energias renováveis tendo em conta o seu consumo total. E, através deste gráfico de barras verificamos que da energia total consumida por parte da Noruega, cerca de 70% provém de fontes renováveis como por exemplo energia hídrica e, no caso da Suécia cerca de 68% do consumo de energia é proveniente de fontes renováveis ou nucleares como por exemplo através do uso das suas centrais nucleares que são responsáveis por cerca de 30 a 40% do consumo total de energia.



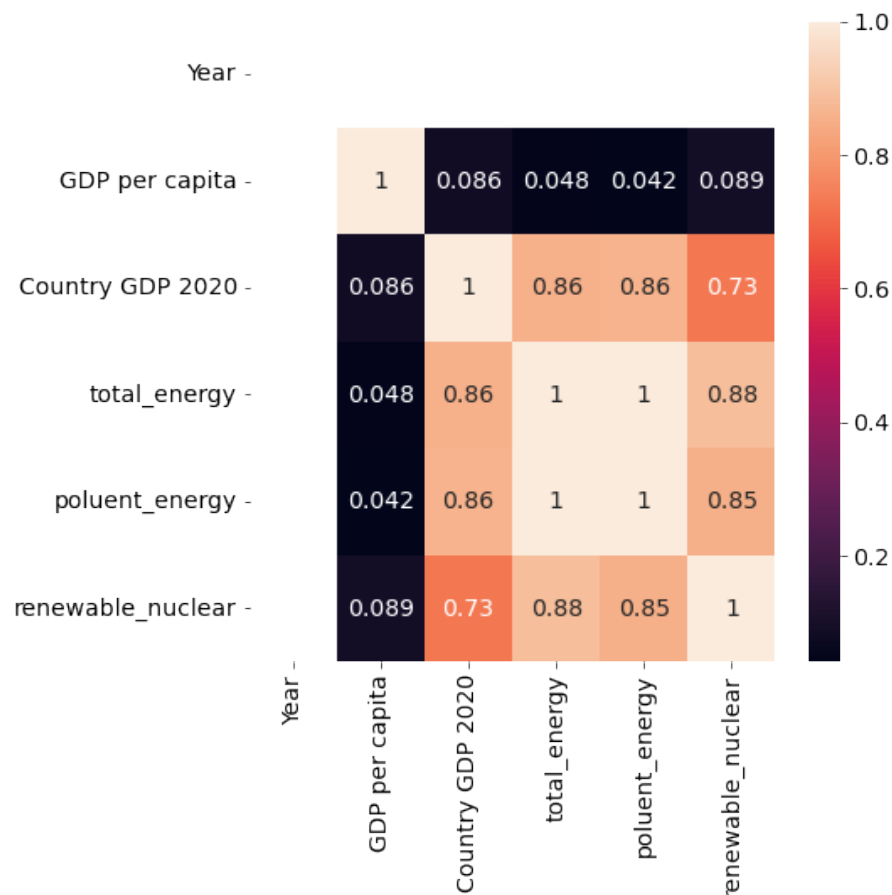
**Figura 5:** Países com maior percentagem de consumo de energias renováveis

O próximo ponto passa por analisar uma possível correlação entre os valores de GDP e GDP *per capita* obtidos, o valor total de energia consumido, o valor de energia poluente consumida por parte dos países bem como aquele referente às energias renováveis e nuclear. Ora, analisando este mapa de cores com a correlação entre as várias colunas, verificamos que a quantidade de energia poluente consumida, possui correlação total com o total de energia, isto deve-se ao facto de a grande maioria da energia consumida mundialmente ser energia poluente. Também podemos observar alta correlação entre a energia total e a energia renovável e nuclear consumida, pois mesmo que essa energia seja menos consumida, continua a aumentar com o aumento de energia total consumida.

Olhando então para o GDP, este apresenta 0.86 de correlação com a quantidade de energia poluente, ou seja, países com uma economia elevada tendem a consumir mais energia (poluente) de forma a abastecer a sua produção e economia, algo que vai ao encontro do esperado.

Por outro lado, podemos verificar que o GDP *per capita* não se correlaciona significativamente com a energia consumida, ou seja, o poder de compra individual não influencia de maneira significativa o consumo de energia do país, esta influência acentuar-se-á mais pela indústria e restantes atividades

económicas.

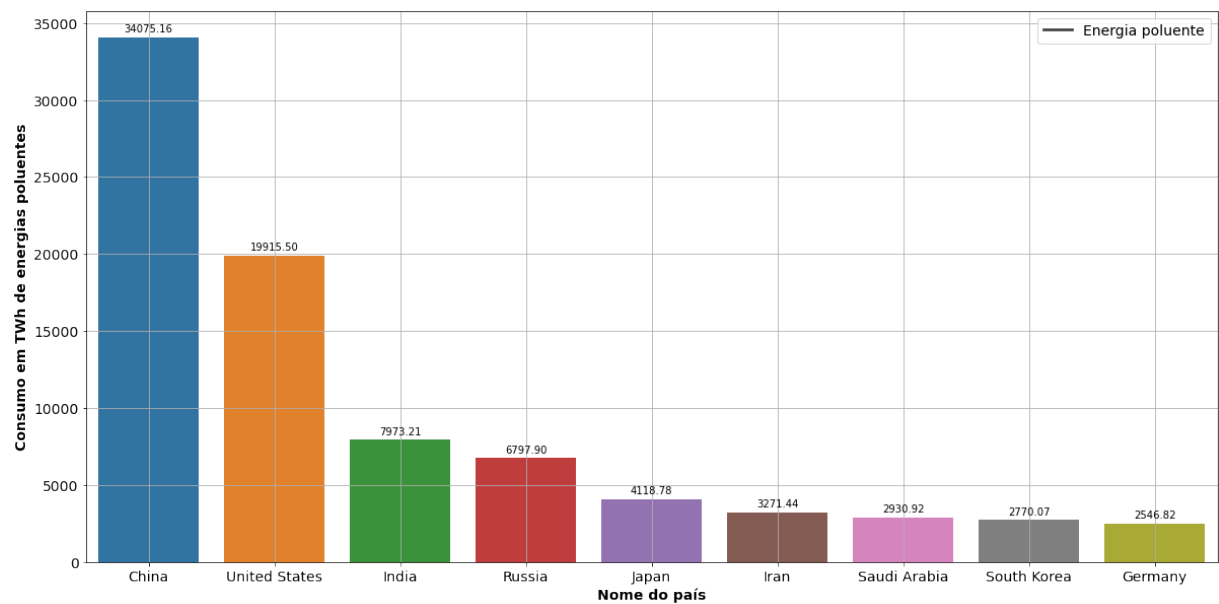


**Figura 6:** Correlação entre o GDP, total de energia consumida provenientes de energias poluentes ou renováveis incluindo a nuclear

## 4.2 Pergunta 2: Quais os países que consomem mais energia poluente

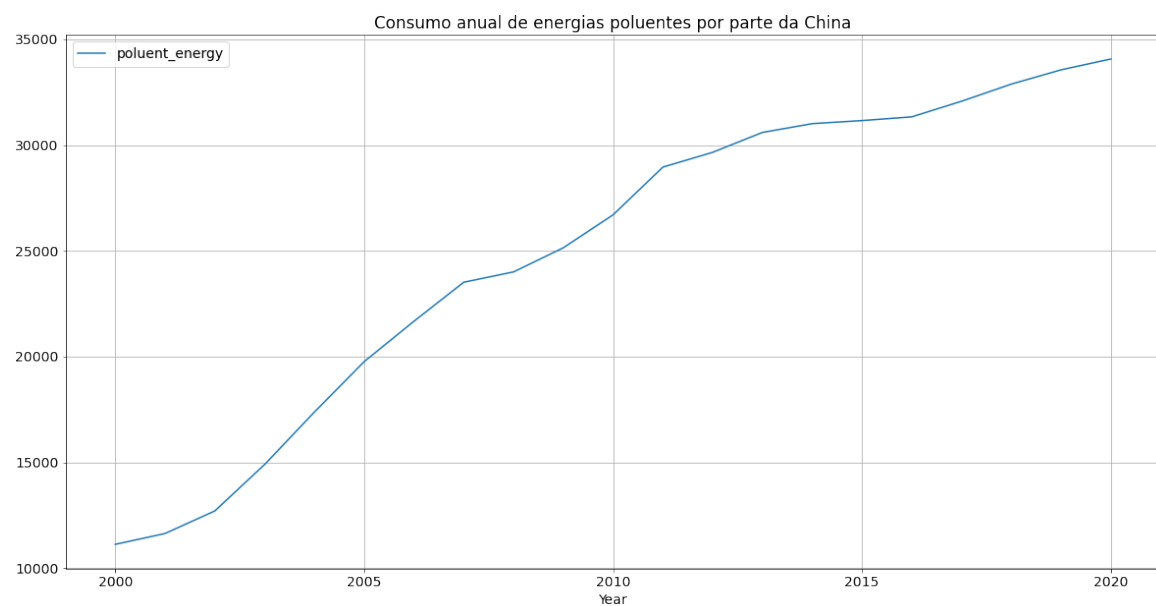
Para esta pergunta, começámos por calcular o valor do consumo de energias poluentes que envolvem o carvão, petróleo e gás. De seguida elaborámos um gráfico de barras de forma a evidenciar quais eram os países que tinham um maior consumo de energias deste tipo.

Mais uma vez, a China e os Estados Unidos ocupam os dois primeiros lugares do topo, algo que seria de esperar graças ao tamanho da sua economia traduzido pelo valor do GDP.



**Figura 7:** Países com maior consumo de energias poluentes

No gráfico seguinte, conseguimos observar a evolução do consumo de energias poluentes ao longo do tempo aumentando cerca de três vezes mais desde o ano 2000, algo que foi seguindo o ritmo de desenvolvimento industrial e populacional da China.

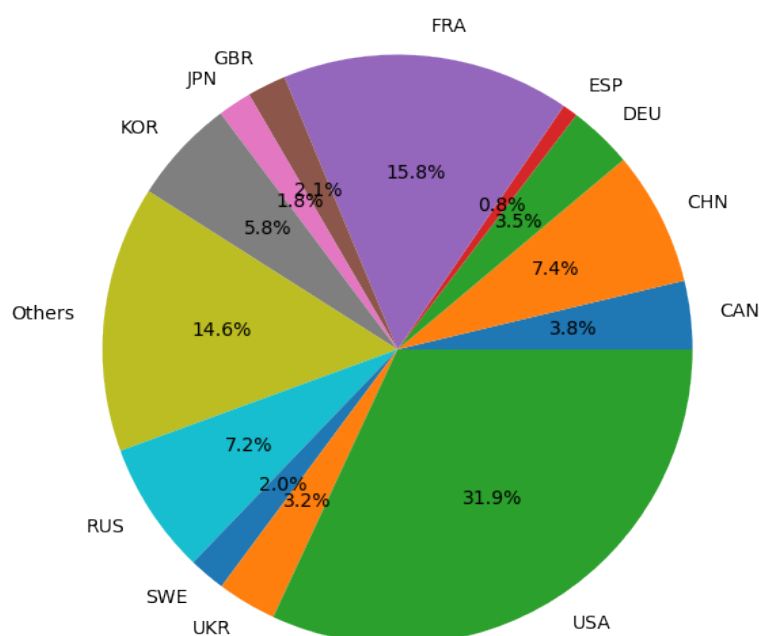


**Figura 8:** Evolução do consumo de energias poluentes na China

### 4.3 Pergunta 3: Quais são os países que consomem mais energia nuclear?

Para a próxima pergunta, decidimos analisar a quantidade de energia nuclear consumida a partir de 2010 e, para tal agrupámos o *dataset* por país e somámos a quantidade de energia consumida de cada país. Caso a quantidade de energia total consumida por um determinado país fosse inferior a 2% da energia nuclear total consumida, este país iria para a categoria 'Others' de dado que o seu consumo não era algo de significativo para o gráfico.

Após o processamento dos dados, este foi o gráfico obtido:



**Figura 9:** Percentagem de energia nuclear consumida a partir de 2010

Ou seja, da energia total de origem nuclear consumida (cerca de 73204.8 TWh) desde 2010, os Estados Unidos foram responsáveis por consumir 31.9% do seu valor total, tratando-se de cerca de 23 364.68344 TWh consumidos, seguido da França com 15.8%, obtendo os restantes menos de 10%.

Ainda para a análise desta pergunta, decidimos verificar em que ano ocorreu o maior consumo de energia nuclear de cada país a partir de 2010 e qual foi o valor desse consumo. Em primeiro lugar ficou os Estados Unidos com um consumo de 2254 TWh no ano de 2007, de seguida, a França consumiu cerca de 1214 TWh no ano de 2015, sendo assim o seu maior valor consumido até 2020. Alguns dos restantes países apesar de produzirem e consumirem energia nuclear decidiram baixar os seus níveis de produção e consumo devido ao risco que trás para o país e para as populações envolventes.

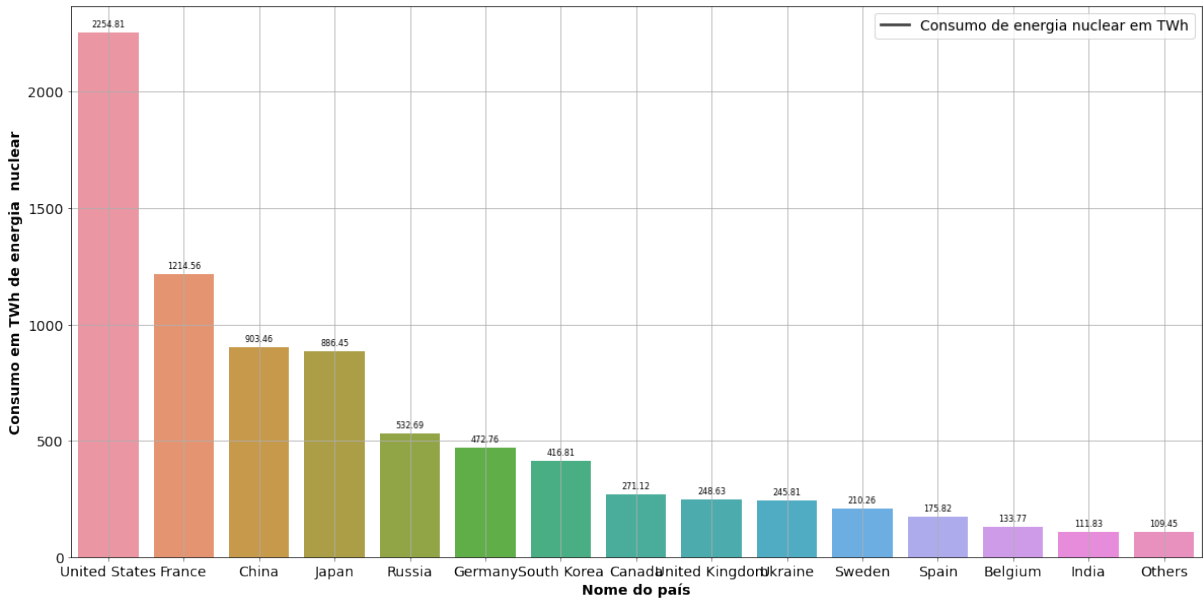


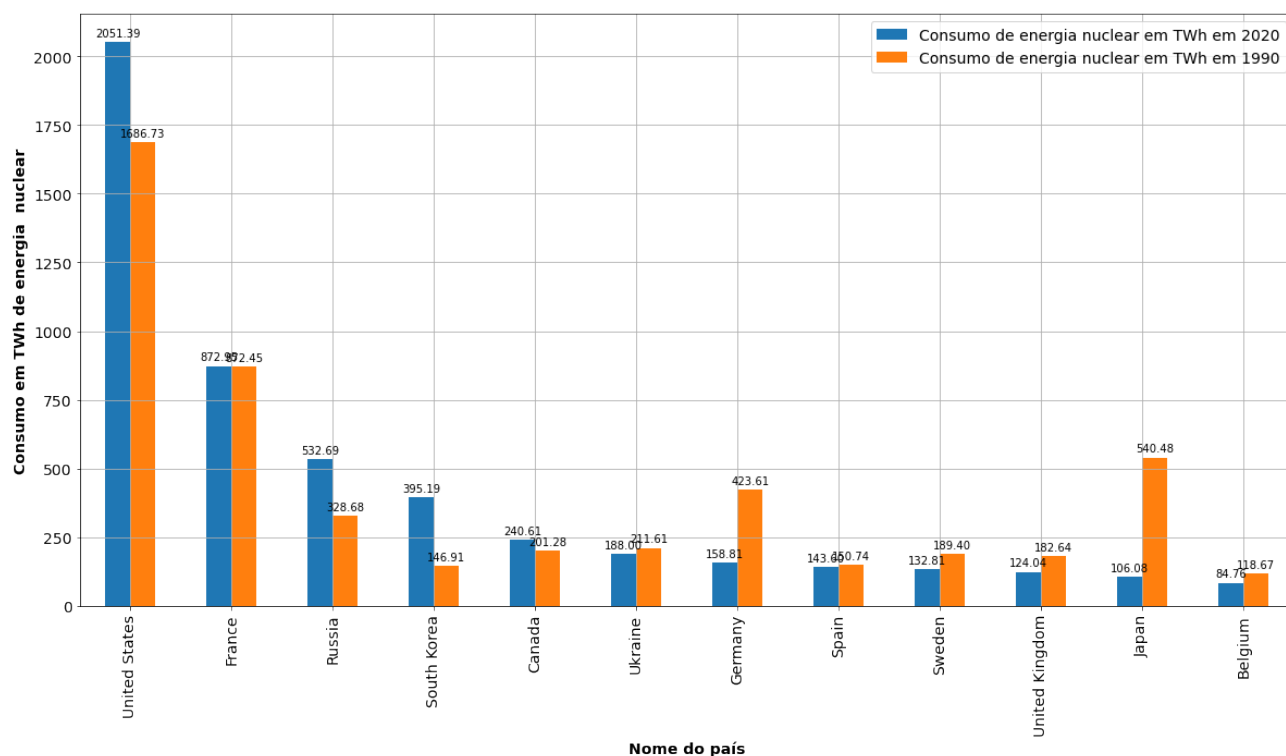
Figura 10: Ano de maior consumo de energia nuclear

	Entity	Year	Nuclear Consumption - TWh
4729	United States	2007	2,254.80605
1573	France	2005	1,214.55585
905	China	2020	903.45941
2296	Japan	2000	886.44882
3687	Russia	2020	532.68648
1625	Germany	2001	472.75731
4049	South Korea	2015	416.80968
731	Canada	2014	271.12082
4667	United Kingdom	2001	248.63240
4561	Ukraine	2007	245.81469
4206	Sweden	2004	210.25589
4091	Spain	2001	175.81753
493	Belgium	2000	133.76944
1923	India	2019	111.83309
509	Others	2016	109.45133

Figura 11: Tabela com a informação sobre o gráfico anterior sobre o maior consumo de energia nuclear

Por fim, decidimos comparar o consumo de energia nuclear em 1990 com o nível do consumo nuclear em 2020. Dos 12 países com mais consumo de energia nuclear em 2020, apenas dois di-

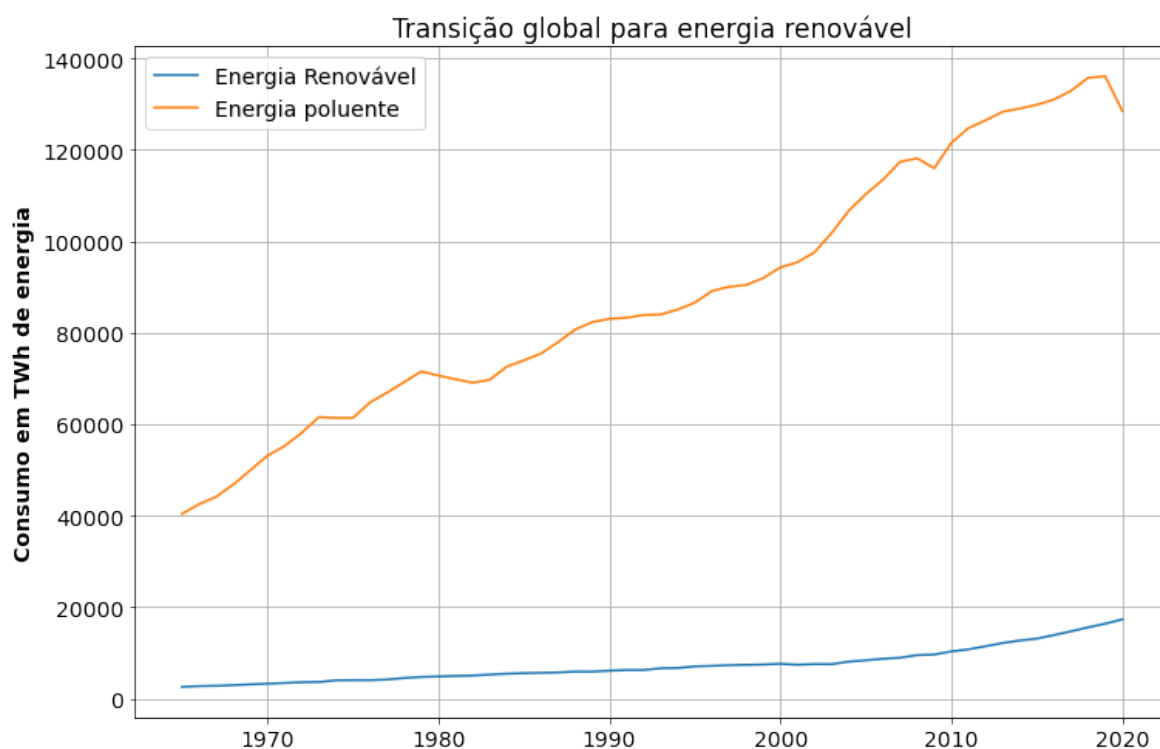
minuíram o consumo de energia nuclear entre 1990 e 2020 que foram a Alemanha e o Japão, enquanto que os restantes ou aumentaram, como os EUA e a Coreia do Sul que aumentou mais de 100%, ou mantiveram, ou seja, não construíram novas centrais nucleares. Após alguma pesquisa, descobrimos que ambos os países mudaram a origem desse recurso nuclear para outros no caso da Alemanha gás e carvão e uma forte aposta nas energias renováveis, e no caso do Japão para o petróleo, apesar de ambos os países terem centrais nucleares prontas a produzir energia.



**Figura 12:** diferença no consumo de energia nuclear em 1990 e 2020

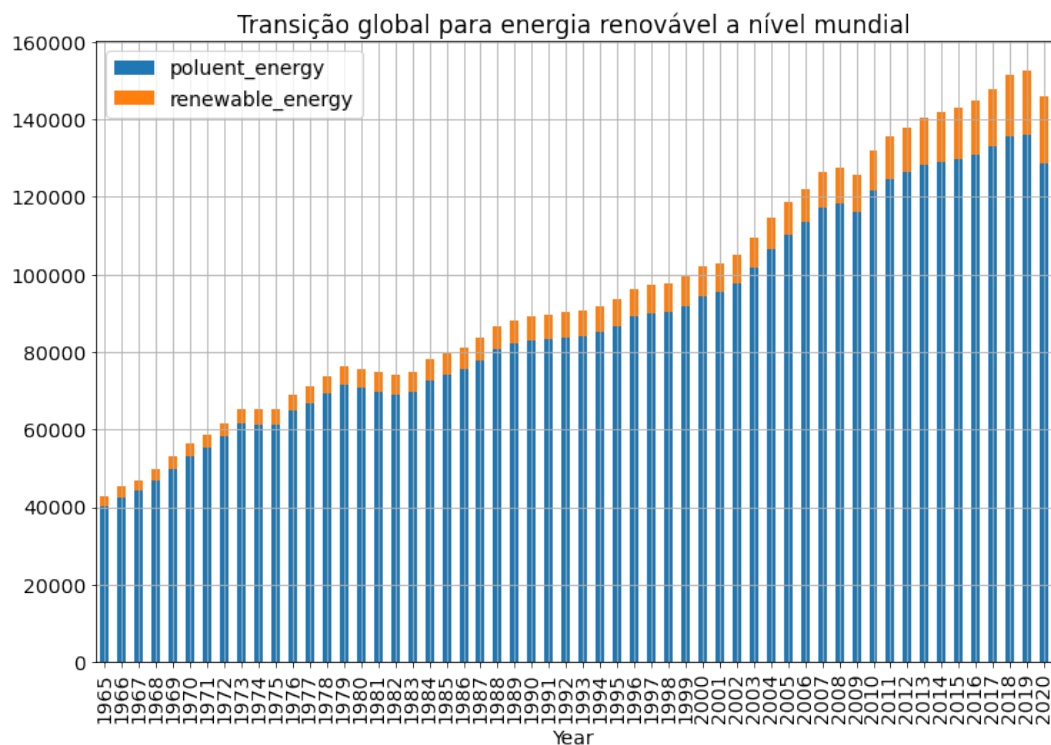
#### 4.4 Pergunta 4: Qual o estado da transição global para energia renovável?

Para responder a esta pergunta, inicialmente começámos por analisar como tinha sido o consumo das energias renováveis e poluentes no mundo inteiro desde 1965 até 2020. Ao analisar este gráfico vemos que o ritmo do consumo de energias poluentes como o carvão, gás, petróleo avança a um ritmo substancialmente mais alto do que a transição para as energias renováveis e deve-se maioritariamente a alguns fatores, como por exemplo, o custo que esta transição terá para o país e também as infraestruturas que serão necessárias para albergar toda esta transição para energias verdes, entre outras razões. Contudo é expectável que o declive da energia renovável continue sempre a aumentar nos próximos anos/décadas. Também se pode observar que só por volta de 2018, é que começou a ocorrer um declínio significativo do consumo de energias poluentes.



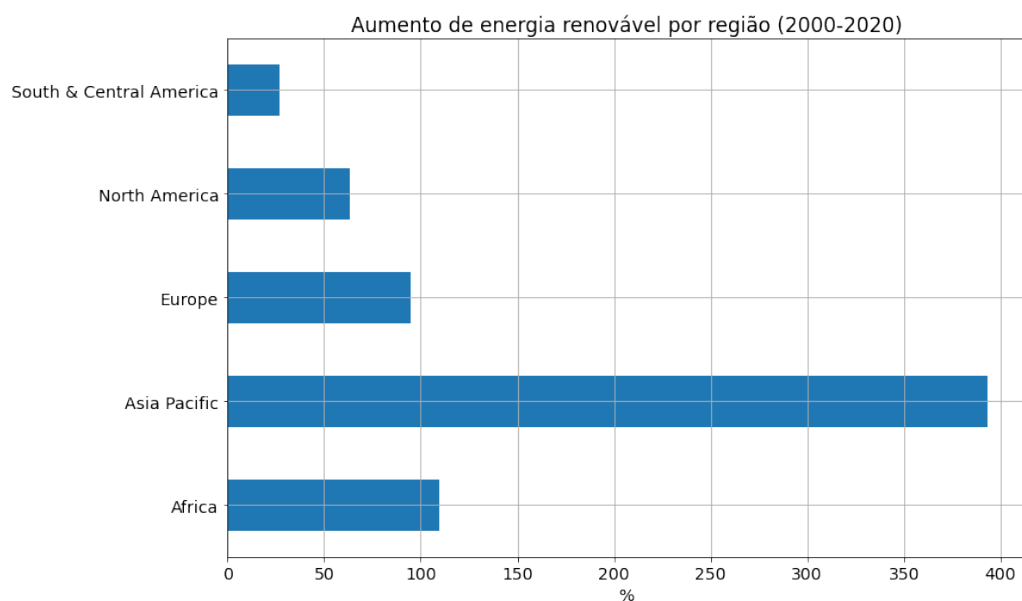
**Figura 13:** Gráfico com a evolução do consumo de energias renováveis vs energias poluentes

Mas, ainda podemos ir com mais detalhe a este consumo. Caso agreguemos os dados por ano, conseguimos elaborar a distinção e comparar o consumo ocorrido entre as energias poluentes e não poluentes. Como se pode verificar, entre a década de 60 e 80, a evolução do consumo de energias proveniente de fontes não poluentes, ou seja energias renováveis, ocorreu de forma gradual sem grande impacto e variação (representada pela barra cor de laranja). Mas, caso tenhamos em conta os valores a partir dos anos 2000, verificamos que ano após ano o consumo de energias provenientes de fontes não poluentes, aumenta drasticamente, o que nos indica que estamos finalmente num bom caminho para aumentar e avançar com a transição para energias verdes.



**Figura 14:** Evolução do consumo de energias renováveis ao longo dos anos

Por fim, temos também um gráfico que nos mostra este aumento de consumo de energia renovável por continente, permitindo-nos então observar que é na região Ásia-Pacífico que ocorreu a maior transição para este tipo de energias.

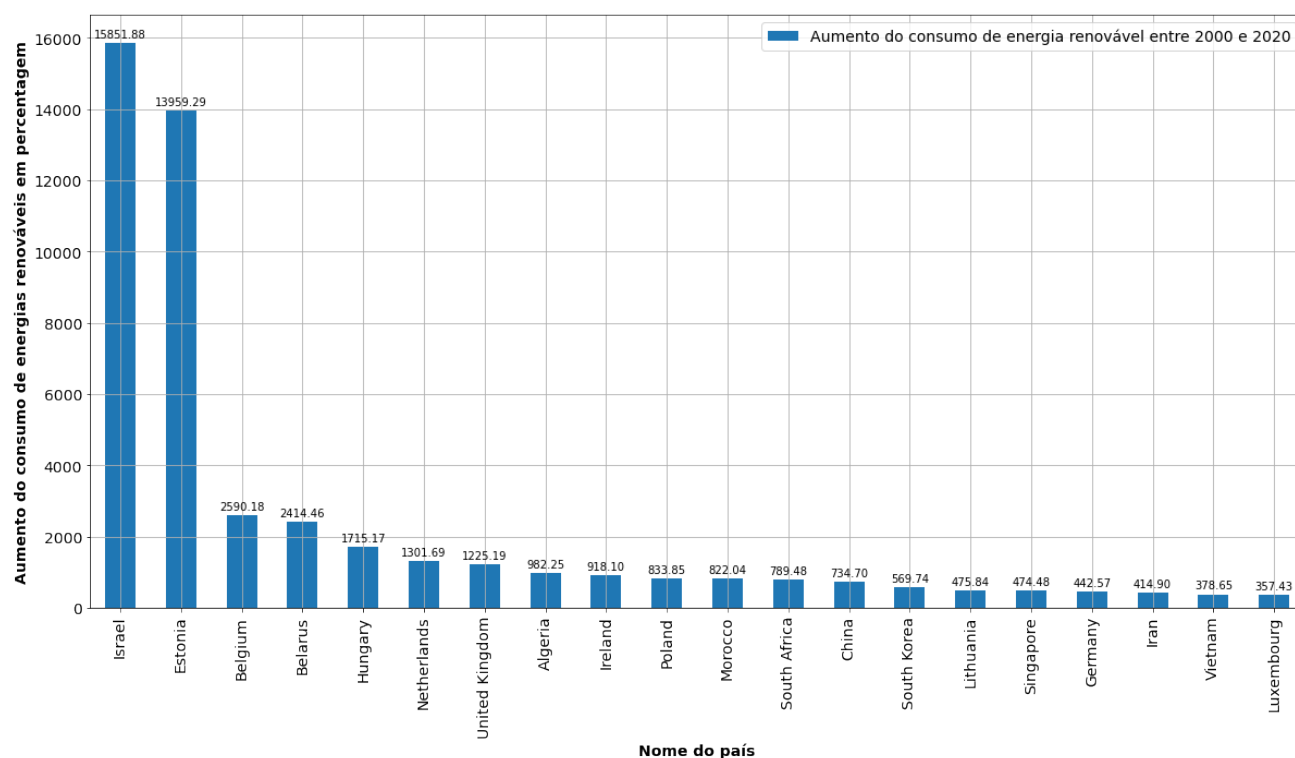


**Figura 15:** Consumo de energias renováveis por continente



#### 4.5 Pergunta 5: Quais foram os países com maior transição para energia renovável a partir de 2000?

De seguida, com o propósito de responder a esta pergunta calculámos a percentagem relativa ao aumento do consumo de energias renováveis entre os anos de 2000 e 2020 e chegámos aos seguintes resultados:



**Figura 16:** Percentagem de aumento do consumo de energias renováveis entre 2000 e 2020

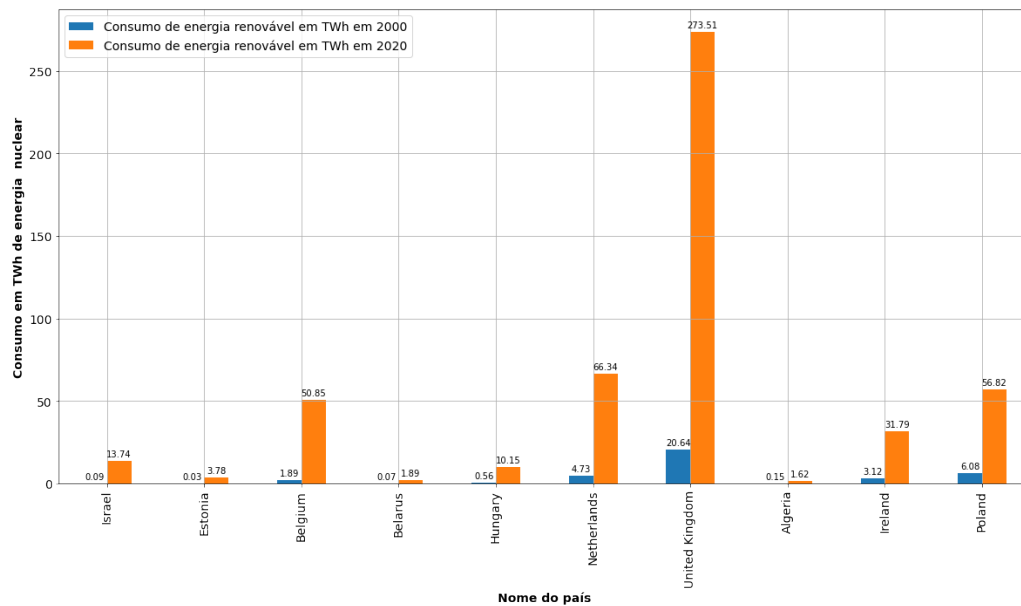
Contudo, não podemos apenas olhar para o gráfico de barras senão ficaríamos com a ideia que Israel foi o país que mais apostou em energias verdes e na sua transição mas, se olharmos para os valores verificamos que não é bem assim:

Entity	2000	2020	renewablesTransitionPercentage
Israel	0.08611	13.73634	15,851.88290
Estonia	0.02689	3.78039	13,959.28950
Belgium	1.89022	50.85045	2,590.18377
Belarus	0.07500	1.88584	2,414.45950
Hungary	0.55944	10.15488	1,715.17175
Netherlands	4.73292	66.34083	1,301.68778
United Kingdom	20.63943	273.51219	1,225.19281
Algeria	0.15000	1.62338	982.25222
Ireland	3.12292	31.79445	918.10107
Poland	6.08489	56.82346	833.84549
Morocco	2.17222	20.02865	822.03515
South Africa	3.56167	31.68044	789.48354
China	622.04228	5,192.15620	734.69507
South Korea	11.27767	75.53055	569.73529
Lithuania	0.94250	5.42725	475.83550
Singapore	0.24500	1.40746	474.47547
Germany	100.39697	544.72812	442.57425
Iran	10.60417	54.60083	414.89981
Vietnam	40.41944	193.46810	378.65106
Luxembourg	0.43426	1.98643	357.42871

**Figura 17:** Tabela com os valores de consumo de energias renováveis em 2000 e 2020

Através desta tabela, retiramos que em 2000 Israel tinha um consumo de energias verdes de cerca 0.086TWh e em 2020 esse valor aumentou para 13.73TWh o que em percentagem é um aumento bastante significativo comparando, por exemplo, com o Reino Unido ou China que já em 2000 apresentavam uma taxa de consumo de energias renováveis bastante superiores à média, daí a necessidade de elaborar vários gráficos e retirar as conclusões certas.

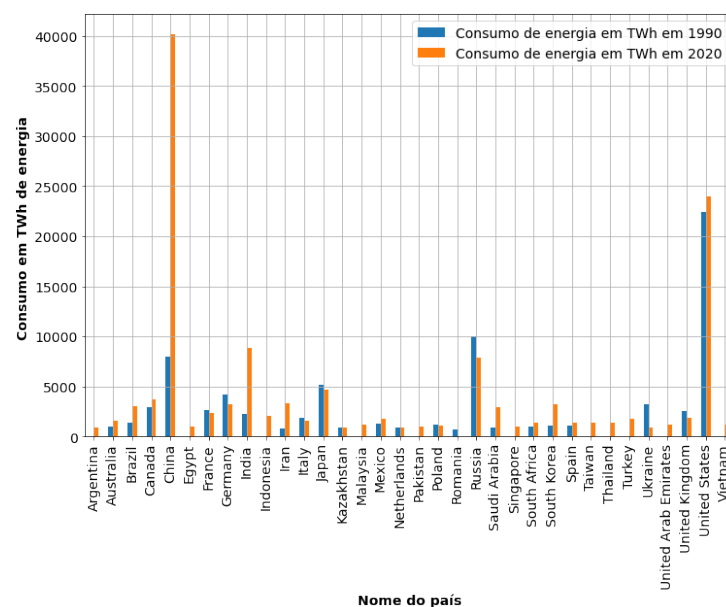
Ainda em relação à transição para energias renováveis, através do gráfico seguinte, temos uma melhor perceção dessa transição através da análise do consumo de energia tendo em conta a percentagem do aumento do consumo de energias verdes. Como podemos ver, Israel apesar de estar em primeiro lugar na percentagem de aumento, na verdade o seu aumento foi bastante pequeno comparado, por exemplo, ao crescimento do Reino Unido.



**Figura 18:** Tabela com os valores de consumo de energias renováveis em 2000 e 2020

#### 4.6 Pergunta 6: Quais são os países que consomem mais energia?

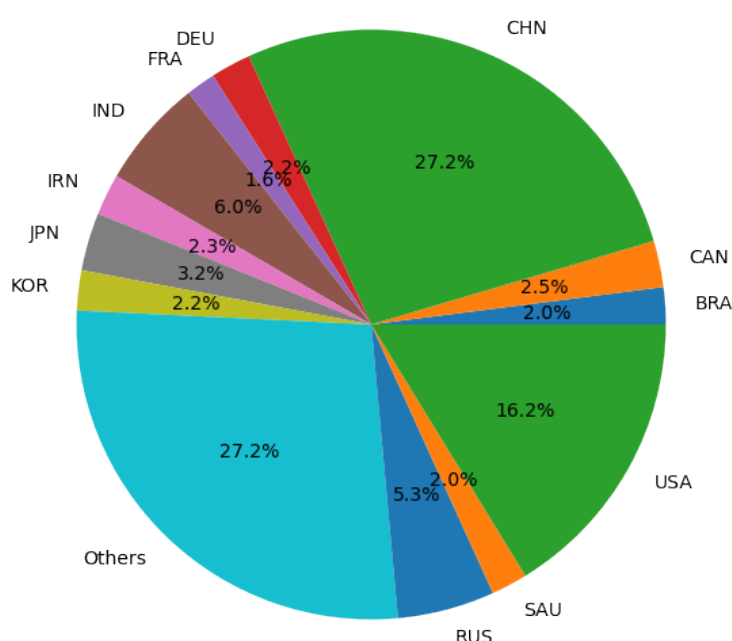
De forma a analisar os países com um maior consumo de energia, decidimos analisar a diferença no consumo de energias dos anos 90 e 2020. Dado que se trata de um *dataset* com vários países do mundo, aqui apenas apresentámos os países cujo consumo tenha sido superior a 700 TWh de forma a que o seu consumo tenha algum impacto na análise dos gráficos.



**Figura 19:** Tabela com os valores de consumo de energias renováveis em 2000 e 2020

De seguida, calculámos em percentagem a contribuição de cada país para o consumo da energia total consumida em 2020. Caso o consumo de um determinado país fosse inferior a um limiar previamente estipulado, a sua categoria passava para 'Others' de forma a não poluir o gráfico com todos os países do *dataset*.

Daqui retiramos que da energia total consumida em 2020 (cerca de 147 432.07 TWh) a China foi responsável pelo consumo de cerca de 27% que corresponde a cerca de 40,170.77698 TWh de energia em 2020

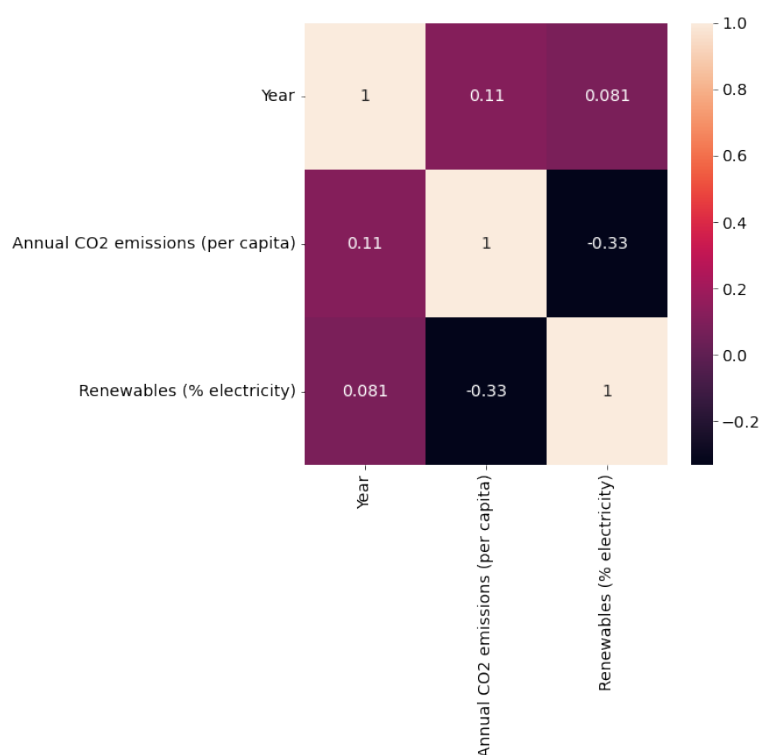


**Figura 20:** Percentagem de energia consumida em 2020

#### 4.7 Pergunta 7: Qual o nível correlação entre a emissão de CO2 e a produção de eletricidade via fontes renováveis?

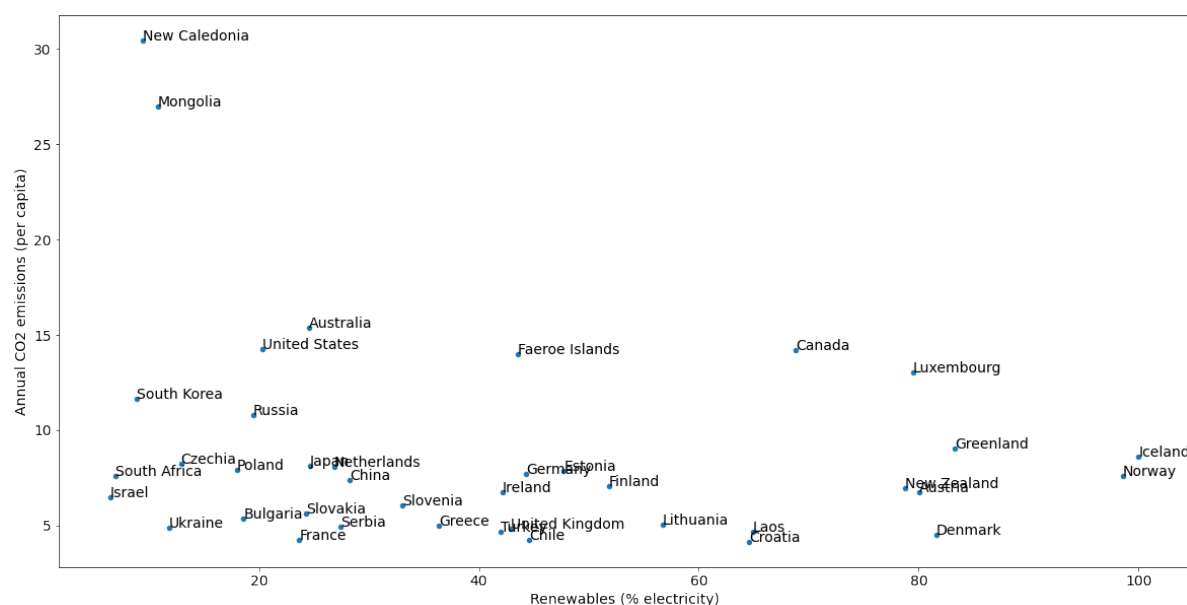
Para esta pergunta, elaboramos um gráfico de correlação entre a emissão de CO2 *per capita*/tonelada e a produção de eletricidade segundo fontes renováveis.

Através do gráfico, como era de esperar, podemos aferir que existe correlação negativa entre os dois fatores, ou seja, quanto mais eletricidade for produzida via fontes renováveis, menores serão as emissões de CO2. Porém esta correlação não apresenta um valor muito elevado, pois já observamos que poucos países utilizam energia renovável como energia principal, fazendo mais uso de combustíveis fósseis, tanto para produção de eletricidade como para combustível.



**Figura 21:** Correlação entre a emissão de CO2 e a percentagem de energia renovável produzida

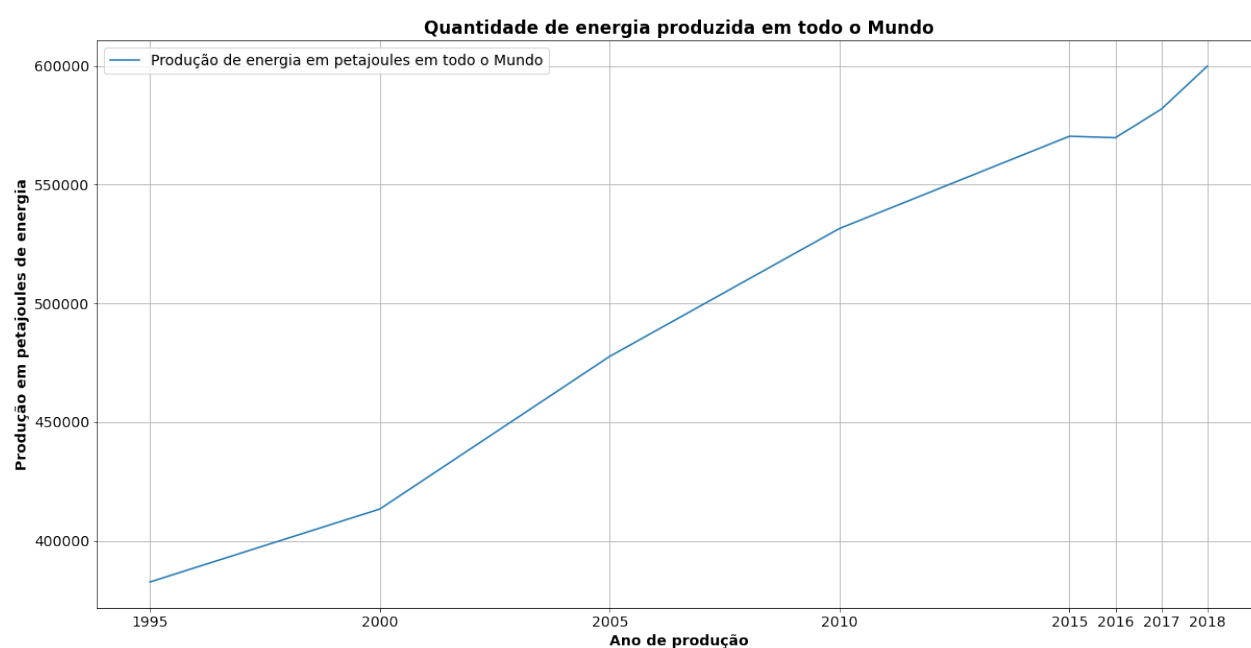
Ainda para esta pergunta realizámos um *scatter plot* de forma a evidenciar a dispersão dos países relativamente à emissão de CO2 *per capita*/tonelada e a percentagem de eletricidade produzida segundo fontes renováveis. Como podemos observar nos extremos, temos países como a Mongolia, que apresentam percentagens de eletricidade via fontes renováveis bastante baixas e emitem uma grande quantidade de CO2, do outro lado, países como a Noruega, produzem quase toda a sua eletricidade através de fontes renováveis e possuem baixas taxas de emissão de CO2 *per capita*. Também podemos verificar que existem países que produzem pouca eletricidade por meios renováveis mas que não emitem muito CO2, e países que mesmo produzindo bastante eletricidade dessa forma, apresentam taxas de CO2 *per capita* mais elevadas, isto volta a demonstrar a correlação algo baixa entre os dois fatores, pois a eletricidade não representa todo o consumo de energia do país, e por sua vez, as fontes de poluição.



**Figura 22:** Tabela com os valores de consumo de energias renováveis em 2000 e 2020

#### 4.8 Pergunta 8: Quais países produzem mais energia?

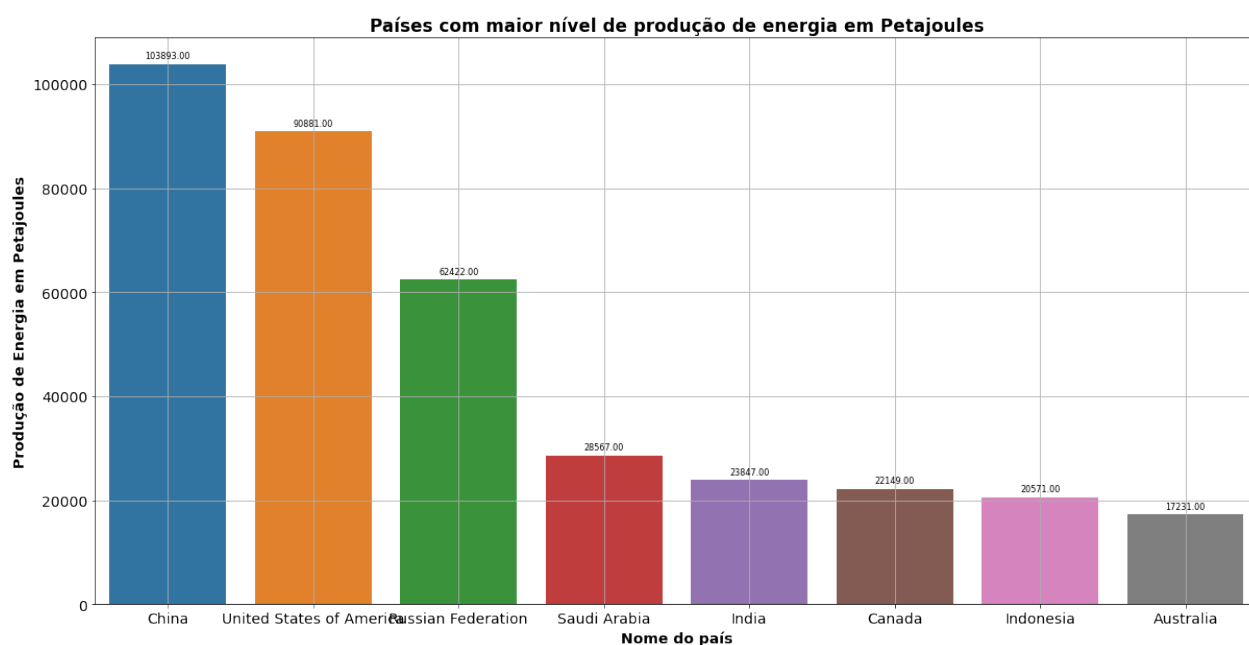
Começamos por verificar a evolução da produção de energia desde 1995 até 2018, traduzindo-se nos seguintes dados:



**Figura 23:** Gráfico com a evolução da energia produzida no Mundo

Como era de esperar, com o passar dos anos, o aumento da população a nível mundial e o desenvolvimento de novas tecnologias, a evolução dos níveis de produção tiveram de acompanhar este crescimento, observando-se um grande aumento no início do século, e uma acentuação desse aumento nos últimos anos.

De seguida, decidimos analisar de forma mais individual a produção de energia de cada país e a China ocupa o primeiro lugar, sendo um fator chave a exploração de carvão que contribui com cerca de 57% do total da energia produzida, de seguida vem os Estados Unidos com a produção de todos os tipos de energia: combustíveis fósseis, energia nuclear e energia renováveis e, em terceiro lugar a Rússia em que mais de 60% da sua energia produzida vem de combustíveis fósseis, nomeadamente o gás.



**Figura 24:** Produção de energia de cada país em 2018

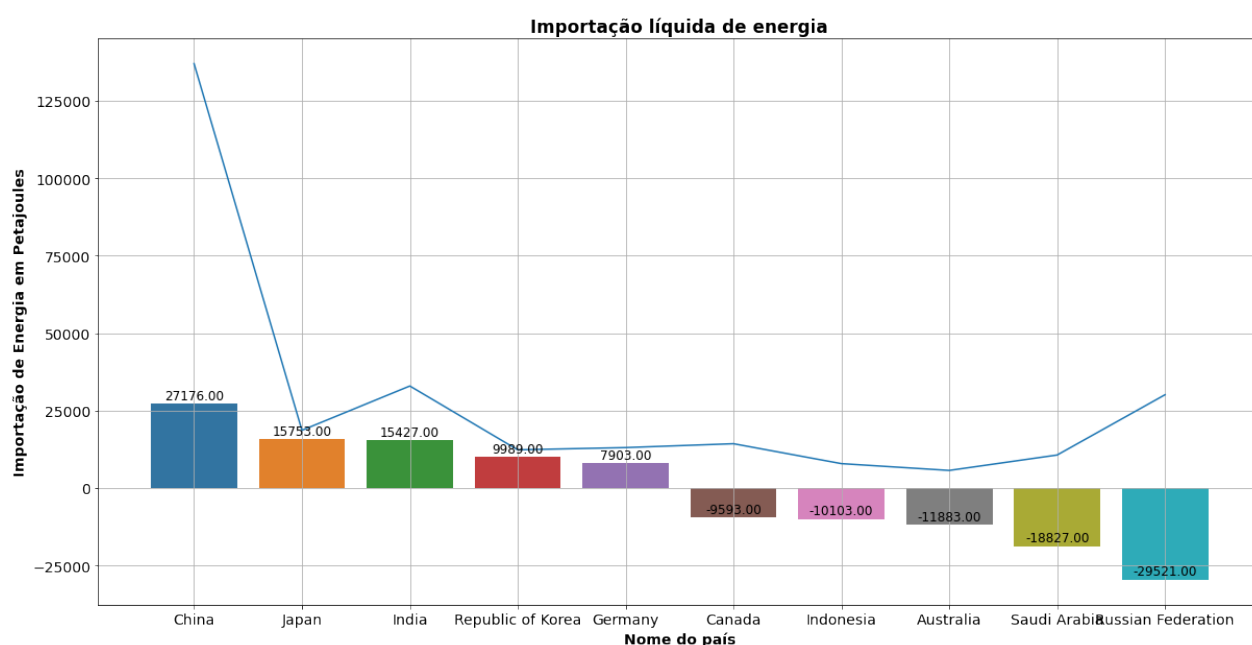
#### 4.9 Pergunta 9: Quais países importam/exportam mais energia?

De seguida analisámos os níveis de importação líquida de energia. De acordo com a definição, as importações líquidas de energia são estimadas como consumo de energia menos a produção, ambos medidos em equivalentes de petróleo. Um valor negativo indica que o país é um exportador líquido.

Ora, através deste gráfico conseguimos verificar que os maiores importadores de energia são a China, Japão e Índia, e, a Austrália, Arábia Saudita e a Rússia possuem um valor negativo, o que nos indica que exportam mais energia do que importam, pelo que são produtores da mesma, nomeadamente gás, petróleo e carvão para a Rússia, Arábia Saudita e Austrália, respetivamente.

Ainda neste gráfico, temos uma linha azul que representa o consumo total de energia do país em petajoules. Podemos retirar daqui que, a diferença entre o valor da linha e o topo da coluna representa sensivelmente a quantidade de energia produzida pelo país, ou seja, o Japão consumiu cerca de 18 600 petajoules de energia e, através do valor da coluna verificamos que importou cerca de 15 753 petajoules, logo podemos retirar que a diferença entre estes dois valores representa o valor de energia que o Japão produziu.

Portanto podemos concluir que, embora a China seja o maior importador de energia, e o maior produtor como já aferimos anteriormente, a maior parte da energia que consome é produzida internamente, ao contrário do Japão por exemplo, que como já foi referido apenas produz cerca de 15% do seu consumo.

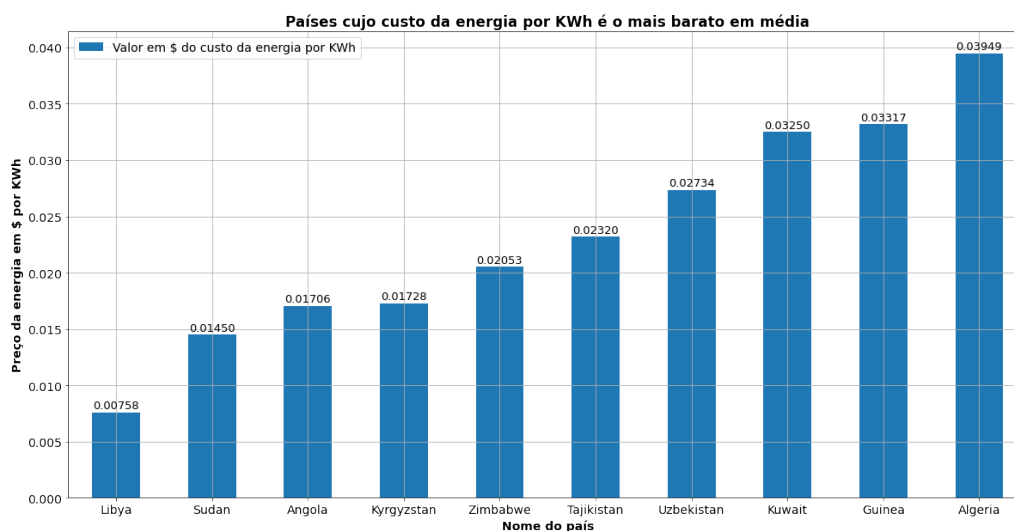


**Figura 25:** Gráfico com os valores sobre *Net Imports*

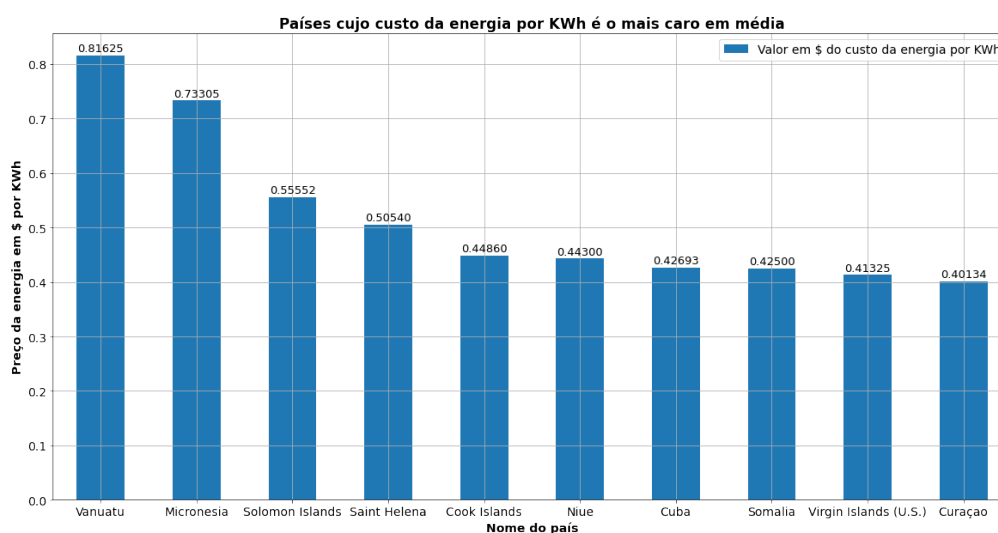
#### 4.10 Pergunta 10: Quais os países (do mundo e da Europa) com preço médio da eletricidade mais elevado/baixo?

Por fim quisemos analisar quais eram os países onde o preço da eletricidade era mais baixo e mais alto tendo em conta um *dataset* com várias informações e, após o tratamento e análise dos dados, chegámos à seguinte conclusão:





**Figura 26:** Países com o preço da energia mais barata em média



**Figura 27:** Países com o preço da energia mais cara em média

Os preços da energia da Líbia são fortemente subsidiados pelo Estado e o país é totalmente auto-suficiente quando se trata de eletricidade, como resultado das suas abundantes reservas de petróleo e crescentes projetos de energia renovável.

Com grandes reservas de petróleo e gás natural, juntamente com grandes investimentos em energia hidroelétrica, Angola está a trabalhar para estender a eletrificação a 60% da população até 2025. É a terceira maior economia da África Subsaariana.

O Sudão depende da energia hidroelétrica para cerca de 50% do seu fornecimento de eletricidade e também está a investir em energia solar. As áreas urbanas do país desfrutam de eletricidade

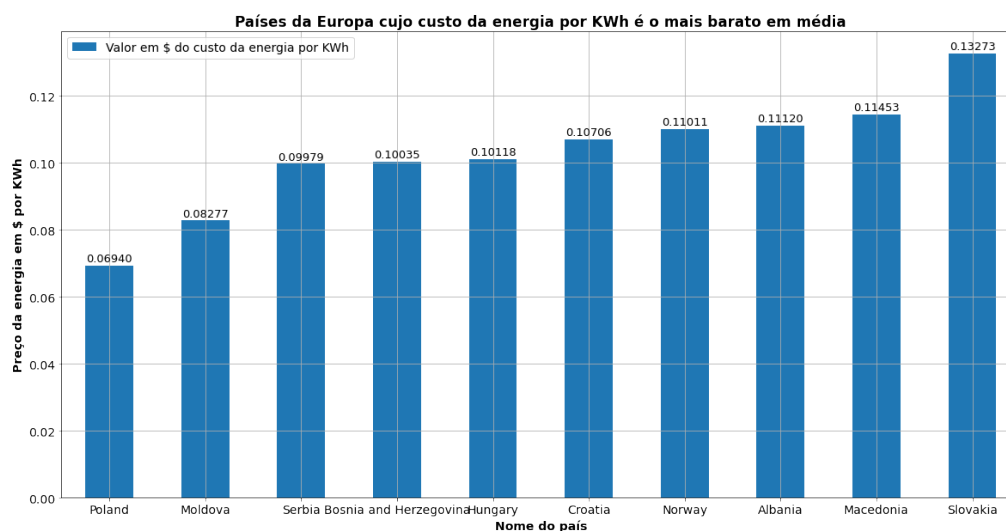
subsidiada pelo Estado, no entanto, até 50% do país ainda não foi eletrificado.

A energia hidroelétrica é uma importante fonte de eletricidade no Quirguistão, respondendo por mais de 90% da eletricidade gerada internamente, e é generosamente subsidiada pelo Estado.

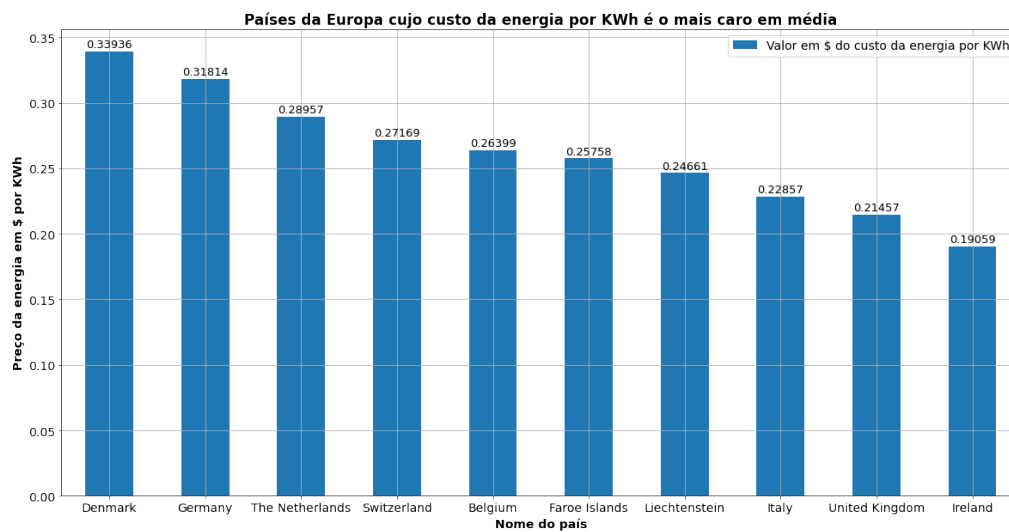
Os cinco países mais caros em termos de custo médio de um kWh são: Vanuatu (US\$ 0,816), Micronésia (US\$ 0,733), Ilhas Salomão (US\$ 0,556), Santa Helena (US\$ 0,505) e Ilhas Cook (US\$ 0,449).

As semelhanças entre estas cinco nações são impressionantes e óbvias. Quatro dos cinco estão na Oceânia, e todos os cinco são nações insulares. A Oceânia é uma das regiões mais caras do mundo para eletricidade, enquanto as nações insulares também tendem a estar entre as mais caras.

Decidimos também analisar estes valores para os países da Europa e, o país com a eletricidade mais barata em média é a Polónia e, curiosamente, o país com a eletricidade mais cara em toda a Europa é a Dinamarca com um valor a rondar os 0,339\$ KWh, algo bastante caro. Isto deve-se maioritariamente a um fator: a Dinamarca regulou o mercado competitivo de eletricidade o que faz com que os seus custos de geração sejam bastante baratos, e muito inferiores à média europeia mas, os impostos são, na verdade, o principal componente dos custos de eletricidade da Dinamarca. 56% do custo do consumidor de eletricidade vai para os impostos que apoiam o estado dinamarquês. Estes altos impostos têm um propósito de aumentar e financiar a transição energética do país que, de acordo com o governo, o país espera em 2050 funcionar a 100% através de energias renováveis.



**Figura 28:** Países da Europa com o preço da energia mais barata em média



**Figura 29:** Países da Europa com o preço da energia mais cara em média

## 5 Conclusões

Através da realização deste trabalho, foi possível compreender o impacto que a energia trás no mundo, os países mais produtores e consumidores, aquelas que apostam em energias renováveis para o futuro e as diferenças entre os preços da eletricidade nas várias partes do mundo.

Tudo isto foi possível graças à análise estatística aprendida nas aulas práticas e através de um desenvolvimento de novas técnicas e metodologias conseguimos aprender técnicas e melhorar o nosso conhecimento sobre todas esta parte de análise de dados e como utilizar as ferramentas nomeadamente o *python* e algumas das suas *packages* de forma a analisar *datasets* e produzir resultados que façam sentido.