



Contemporânea

Contemporary Journal

Vol. 4 N°. 6: p. 01-29, 2024

ISSN: 2447-0961

Artigo

APLICAÇÕES DE ANÁLISE DE DADOS E BIG DATA: USANDO SOLUÇÕES DE TECNOLOGIA PARA ANALISAR OS IMPACTOS DO AQUECIMENTO GLOBAL

DATA ANALYTICS AND BIG DATA APPLICATIONS: USING TECHNOLOGY SOLUTIONS TO ANALYZE THE IMPACTS OF GLOBAL WARMING

ANÁLISIS DE DATOS Y APLICACIONES DE BIG DATA: USO DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA ANALIZAR LOS IMPACTOS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

DOI: 10.56083/RCV4N6-052

Receipt of originals: 05/07/2024

Acceptance for publication: 05/28/2024

Igor Feitosa Lopes da Silva

Graduando em Engenharia da Computação

Instituição: Universidade São Judas Tadeu (USJT)

Endereço: São Paulo, São Paulo, Brasil

E-mail: igorfls641@gmail.com

Diogo Oliveira Sanches

Graduado em Engenharia da Computação

Instituição: Universidade São Judas Tadeu (USJT)

Endereço: São Paulo, São Paulo, Brasil

E-mail: dosanches12@gmail.com

Gabriel Martins Silva

Graduado em Engenharia da Computação

Instituição: Universidade São Judas Tadeu (USJT)

Endereço: São Paulo, São Paulo, Brasil

E-mail: gabriel.martins75@gmail.com

Guilherme Moreira Fermino

Graduado em Engenharia da Computação

Instituição: Universidade São Judas Tadeu (USJT)

Endereço: São Paulo, São Paulo, Brasil

E-mail: guimoreirafer1@gmail.com



Thiago Alcantara Martins Lima

Graduando em Engenharia da Computação
Instituição: Universidade São Judas Tadeu (USJT)
Endereço: São Paulo, São Paulo, Brasil
E-mail: thialcantaralima@gmail.com

Thiago Silva Alves

Graduando em Engenharia da Computação
Instituição: Universidade São Judas Tadeu (USJT)
Endereço: São Paulo, São Paulo, Brasil
E-mail: thiagosilvaalvesmusic@gmail.com

Roberto Marcos Kalili

Mestre em Administração Financeira
Instituição: Universidade São Judas Tadeu (USJT)
Endereço: São Paulo, São Paulo, Brasil
E-mail: rmkalili@gmail.com

RESUMO: Com o avanço contínuo da análise de dados, dentro desse trabalho optamos por explorar as aplicações deste conceito para entender a profundidade dos impactos da produção de CO2 e levantar hipóteses sobre o aquecimento global. Para o teste das hipóteses levantadas, utilizou-se dois conjuntos de dados abrangentes, foram cruzados os dados sobre a variação de temperatura em diversos continentes e intervalos de tempo e a emissão de gás carbônico em cada um desses continentes nos mesmos intervalos de tempo. O cruzamento desses dados nos permitiu uma visão de possíveis desdobramentos e impactos do aquecimento global. Nesta análise não apenas antecipam-se os desafios iminentes, como também se destaca a urgência de uma abordagem coletiva para mitigar os impactos das mudanças climáticas. Ao arranjar os dados de forma em que construíssem um argumento lógico, foram extraídos *insights* valiosos que orientaram projeções futuras. Estes dados, provenientes de eventos climáticos anteriores, fornecem não apenas um entendimento dos desafios enfrentados, mas também inspiração em respostas bem-sucedidas e inovações.

PALAVRAS-CHAVE: big data, análise de dados, aquecimento global, produção de CO2.

ABSTRACT: With the continuous advancement of data analysis, within this work we chose to explore the applications of this concept to understand the depth of the impacts and raise hypotheses about global warming. In order to test the hypotheses raised, we used two comprehensive data sets: data on temperature variation on various continents and time intervals, and carbon dioxide emissions on each of these continents over the same time intervals. Cross-referencing this data gave us an insight into the possible consequences and impacts of global warming. This analysis not only



anticipates the imminent challenges, but also highlights the urgency of a collective approach to mitigating the impacts of climate change. By arranging the data in such a way as to build a logical argument, valuable insights were extracted to guide future projections. This data, drawn from previous climate events, provides not only an understanding of the challenges faced, but also inspiration for successful responses and innovations.

KEYWORDS: big data, data analysis, global warming, Co2 production.

RESUMEN: Con el avance continuo del análisis de datos, en este trabajo se optó por explorar las aplicaciones de este concepto para comprender la profundidad de los impactos de la producción de CO₂ y plantear hipótesis sobre el calentamiento global. Para probar las hipótesis se utilizaron dos conjuntos de datos completos, se cruzaron los datos sobre variación de temperatura en varios continentes e intervalos de tiempo y la emisión de dióxido de carbono en cada uno de estos continentes en los mismos intervalos de tiempo. El cotejo de estos datos nos permitió ver las posibles consecuencias e impactos del calentamiento global. Este análisis no solo anticipa los desafíos inminentes, sino que también destaca la urgencia de un enfoque colectivo para mitigar los impactos del cambio climático. Al organizar los datos de una manera que construyera un argumento lógico, se extrajeron valiosas ideas que guiaron las proyecciones futuras. Estos datos, provenientes de eventos climáticos anteriores, no sólo proporcionan una comprensión de los desafíos que se enfrentan, sino también una inspiración para respuestas e innovaciones exitosas.

PALABRAS CLAVE: big data, análisis de datos, calentamiento global, producción de CO₂.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

1. Introdução

Em 2012 a rede social facebook, informou ao blog *techCrunch* que (<https://techcrunch.com/2012/08/22/how-big-is-facebooks-data-2-5-billion-pieces-of-content-and-500-terabytes-ingested-every-day/> em: 03/06/2024) que processa 2,5 bilhões de conteúdo e mais de 500 terabytes de dados por dia. Esses dados por si só não representam nada, mas se forem



analisados de forma correta, podem direcionar o rumo de empresas e negócios inteiros. A essa massa de dados estruturados e não estruturados, chamamos Big Data, mas esses dados são realmente tão valiosos? Imagine que em um determinado local, pretende-se analisar a eficiência de um semáforo realizando uma pesquisa com os transeuntes que utilizam do sistema, será obtida apenas uma pequena amostra de dados e que talvez não expressem verdadeiramente a necessidade dos usuários. Agora imagine que ao invés de utilizar apenas essa pequena amostra de dados, seja possível que se pergunte a todos que já passaram por aquele semáforo num período de 10 anos, isso é o Big Data.

Outro exemplo interessante foi quando em 2012 a empresa Walmart, proprietária de uma rede de supermercados, fez a aquisição de uma startup chamada Kosmix (<http://dealbook.nytimes.com/2011/04/19/wal-mart-buys-social-media-site-kosmix/> em:03/06/2024). Segundo (Cezar Taurion, 2013) "A proposta desta tecnologia é detectar, pela localização dos celulares dos clientes, o número de pessoas em cada loja e com essa informação os estoques das unidades que estão com vendas mais baixas são enviados para as que estão vendendo mais" (p.36).

Em argumento de (Cezar Taurion, 2013) ele traz ainda a existência de 5 V's essenciais para ciência dos dados "Big Data = volume + variedade + velocidade + veracidade, tudo agregando valor. Volume está claro. Geramos petabytes de dados a cada dia. E estima-se que este volume dobre a cada dezoito meses. Variedade também, pois estes dados vêm de sistemas estruturados (hoje já são minoria) e não estruturados (a imensa maioria), gerados por e-mails, mídias sociais (Facebook, Twitter, YouTube e outros), documentos eletrônicos, apresentações estilo Powerpoint, mensagens instantâneas, sensores, etiquetas RFID, câmeras de vídeo etc. A variedade é um parâmetro importante pois, com diversas fontes de dados aparentemente sem relações, podemos derivar informações extremamente importantes e fazer análises preditivas mais eficientes. Por exemplo,



conectando dados meteorológicos com padrões de compra dos clientes podemos planejar que tipo de produtos deverão estar em destaque nas lojas quando for detectado que haverá um período de alguns dias de temperatura elevada, daqui a três dias. Ou conectar dados geográficos com detecção de fraudes. Velocidade porque muitas vezes precisamos agir praticamente em tempo real sobre este imenso volume de dados, como em um controle automático de tráfego nas ruas. Veracidade porque precisamos ter certeza de que os dados fazem sentido e são autênticos.”

Além disso, precisamos utilizar métodos de predição que sejam válidos e analisar ainda se os resultados finais dessas previsões são de fato válidas no contexto inserido, no livro de (Douglas Eduardo Passo, 2020) ele traz “O objetivo é analisar conjuntos de dados e tentar resumir suas principais características. Emprega uma grande variedade de técnicas explícitas e implícitas, gráficas ou quantitativas para tirar algumas conclusões, visando sempre a máxima obtenção de informações ocultas em sua em sua estrutura além de encontrar variáveis importantes e suas tendências, observar os comportamentos anômalos do fenômeno, verificar se são válidas as hipóteses assumidas, determinar modelos e apresentar os números ótimos de variáveis.”

Nesse artigo utilizaremos dos conceitos de análise de dados e Big data para apresentar uma visão sobre o aquecimento global e a produção de CO₂. As bases de dados utilizadas foram “GissTemp” base de dados disponível pela N.A.S.A “*National Aeronautics and Space Administration*” que colhe dados sobre a temperatura da terra desde 1880 e está disponível para consulta pública em <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>.

A segunda base de dados que utilizamos foi a “*World CO₂ Emissions Analysis*” que contém os dados sobre a emissão de CO₂ nos países do globo (HUI, 2020).

O objetivo desta análise não é atribuir culpados, apenas analisar fatos e causas subjacentes com investigação detalhada de vários aspectos,



incluindo o cruzamento das informações de variações térmicas e produção de CO₂.

1.1 Justificativa

O artigo foi desenvolvido com intuito de apresentar às pessoas como a análise de dados, facilitada através da programação, pode auxiliar na tomada de decisões e ressaltar a importância de medidas que atenuem os efeitos do aquecimento global.

Ainda sobre as implicações do aquecimento global, Cleyton Martins da Silva e Graciela Arbilla (2022) argumentam que o aumento das concentrações de GEE (gases do efeito estufa, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), entre outros) causaram o aumento de 1,1°C desde a segunda metade do século XIX, podendo chegar em até 1,5°C nas próximas duas décadas e que esses aumentos de temperaturas foram responsáveis pelas ondas de calores maiores e mais frequentes e alertam para os impactos desses fenômenos sobre a fauna e a flora global, onde essas implicações tem impacto direto na vida humana, visto que essas eventos alteram a agricultura, períodos de colheita, a acidificação dos oceanos prejudicando a vida marinha, o desaparecimentos de ilhas, entre outros.

O público alvo deste trabalho são pessoas que trabalham na área de análise de dados ou simplesmente entusiastas pelo assunto. O artigo científico poderá ser usado também como fonte de estudo e possivelmente como ponto de referência em pesquisas futuras.

1.2 Objetivos (Geral e Específicos)

Este trabalho tem como objetivo demonstrar, através de um estudo e da análise de duas bases de dados com informações sobre o aquecimento



global e emissões de CO₂, como se encontra o cenário atual mundial em relação ao aquecimento global.

No decorrer deste trabalho, será apresentado a programação de uma técnica de análise de dados para comparar os cenários do aquecimento global no passado com o cenário atual. E também previsões sobre qual será possivelmente o cenário futuro do aquecimento global, buscando identificar suas principais causas e como evitá-las.

A partir da análise realizada, foram teorizadas possíveis soluções para sanar ou retardar o aquecimento global, e indicaremos se, segundo a base de dados, o aquecimento global já se tornou irreversível.

2. Materiais e Métodos

Neste trabalho utilizou-se duas bases de dados, uma com informações sobre a temperatura global do planeta e outra sobre a emissão de CO₂. Nas duas bases, as informações sobre a temperatura global estão divididas por país e por continente. Através dessa divisão foi demonstrado que conforme cresce emissão de CO₂ pelo mundo, também acompanha a temperatura da superfície do globo.

A primeira base de dados intitulada GissTemp (Global-mean monthly, seasonal, and annual means, 1880-present) possui vinte colunas, porém dessas foram utilizada apenas treza:

- *Year*: Contendo o ano correspondente;
 - *Jan-Dec*: Contendo a média de temperatura registrada em cada mês;
- A segunda base de dados utilizada, intitulada "*World CO₂ Emissions Analysis*", possui seis colunas:
- CO₂ (kt): Representa o total de quilotons da produção de CO₂ (gás carbônico) e guarda valores numéricos decimais;
 - CO₂ Per Capita (*metric tons*): Representa o total de emissão de CO₂ per capita, ou seja, leva em consideração a população do país



representando o total de emissão por habitante e guarda valores numéricos decimais como o CO₂ (kt);

- *Country Code*: Representa o código do país em questão. Seu tipo de dado é "String", ou seja, texto;
- *Country Name*: Representa o nome completo do país em questão. Seu tipo de dado é "String", como "Country Code";
- *Region*: Representa a região do país como América do Norte, África, América do Sul, Europa e Oceania, e guarda valores do tipo texto, como em "Country Code" e "Country Name";
- *Year*: Representa o ano em que foi feita a coleta dos dados. Seu tipo de dado é "Int", ou seja, é um número inteiro.

Essas informações foram retiradas da comunidade (Kaggle, 2010), uma das mais famosas comunidades de compartilhamento de dados do mundo, onde cientistas de dados podem publicar informações relevantes sobre seus trabalhos.

Foi escolhido realizar uma análise de séries temporais, pois este tipo de análise é recomendado na projeção de tendências. Neste trabalho, foi demonstrado a evolução anual da temperatura e da emissão de CO₂ para cada país, e também apresentado a estatística descritiva dos dados numéricos, onde foram apontadas suas principais métricas como: média, mediana e etc.

Para visualização e transformação dos dados foi utilizado o Microsoft Excel. Essa escolha é justificada por sua praticidade, pois utilizado o mesmo, pode-se realizar ações como:

- importar os dados sobre a temperatura da superfície da Terra e as emissões de CO₂ de fontes confiáveis;
- criar tabelas, gráficos e fórmulas para visualizar e calcular as tendências, padrões e correlações dos dados sobre o aquecimento global;



- usar funções e recursos do Excel, como filtros, classificação, formatação condicional, tabelas dinâmicas, análise de dados e cenários, para explorar e comparar diferentes cenários e hipóteses sobre as mudanças climáticas;
- aplicar técnicas de modelagem e previsão, como séries temporais, análise de sensibilidade e otimização, para estimar os impactos e os custos das mudanças climáticas e das possíveis soluções;
- gerar relatórios e apresentações que comuniquem os resultados e as recomendações de forma clara e convincente.

O Power BI também é uma ferramenta para criação de gráficos interativos, possibilitando a criação de dashboards e relatórios que mostram as tendências, padrões e correlações dos dados sobre o aquecimento global. Por exemplo, podemos usar o Power BI para:

- gerar *insights* e recomendações para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Para programação foi utilizada a IDE, Integrated Development Environment, Visual Studio Code, pela popularidade e eficiência do mesmo. A linguagem de programação escolhida foi Python. Essa escolha é justificada pois o Python conta com uma grande quantidade de bibliotecas e funções específicas para trabalhar com análise de dados e, além disso, é considerado uma linguagem de programação simples. Python pode ser utilizado para ajudar a analisar o aquecimento global de várias formas, tais como:

- usar bibliotecas e pacotes do Python, como pandas, matplotlib, seaborn, entre outros, para manipular, visualizar e modelar os dados sobre o aquecimento global.
- criar gráficos interativos, mapas e animações que mostram as variações, tendências e correlações dos dados sobre a temperatura e as emissões de CO₂ por região, país e continentes.



- aplicar técnicas de estatística, aprendizado de máquina e inteligência artificial para analisar, prever e otimizar os cenários e as soluções para as mudanças climáticas.
- gerar relatórios e apresentações que comuniquem os resultados e as recomendações de forma clara e convincente.

Portanto, com as ferramentas escolhidas (Excel, Power BI e Python), é possível analisar os dados obtidos e responder de forma efetiva as hipóteses levantadas neste trabalho.

3. Resultados e Discussão

Foram feitas análises para cada base de dados, referente a temperatura do planeta, foram utilizados o Excel e Python. Sobre a produção de CO₂ (kt) e CO₂ Per Capita foi utilizado o Python para análise de dados. Essa escolha foi feita no intuito de demonstrar que ambas tecnologias funcionam, onde cada uma tem sua particularidade para analisar os dados e criar as tabelas dos dados analisados. Primeiramente, será apresentado o estudo sobre o aquecimento global utilizando Excel e em seguida sobre produção de CO₂ utilizando o Python com auxílio do Power BI para criação dos gráficos.

3.1 Alterações de Temperatura ao Longo dos Anos

Para realizar a análise ao longo dos anos criou-se tabelas onde foram analisados os valores da base de dados. Foram escolhidos 3 países como parâmetro para cada continente e a escolha foi baseada na população mais alta atualmente. Essa análise foi feita separando os dados por década, de 1960 até 2010.

Os países escolhidos, para cada continente, foram:

- África: Nigéria, Etiópia e Egito;

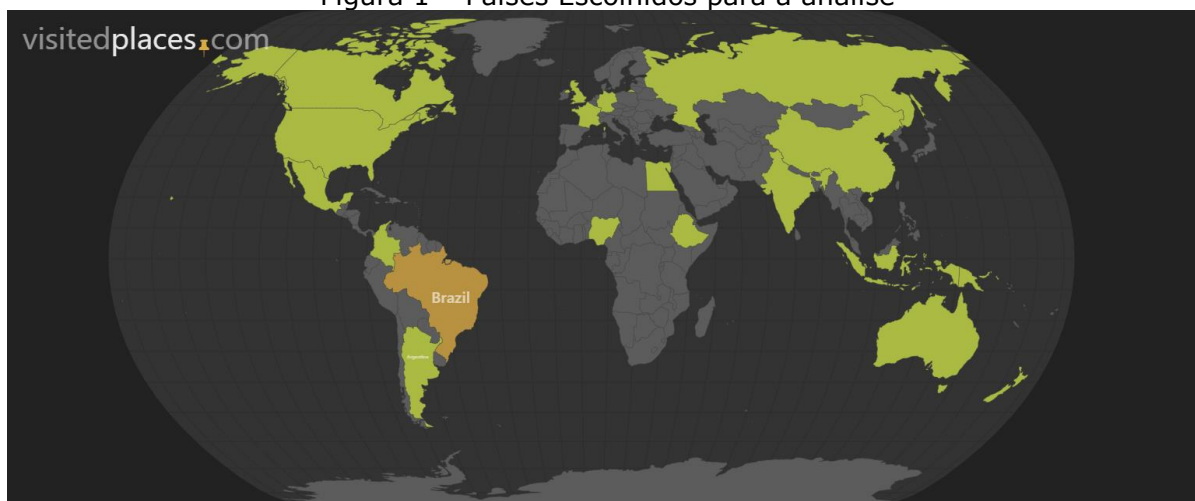


- América do Sul: Brasil, Colômbia e Argentina;
- América do Norte: Estados Unidos, México e Canadá;
- Ásia: China, Índia e Indonésia;
- Europa: Rússia, Reino Unido e França;
- Oceania: Austrália, Papua Nova Guiné e Nova Zelândia.

No caso da Europa, um dos países selecionados foi a Alemanha, porém os dados da Alemanha estão incompletos na base de dados e, por conta disso, foi utilizado o próximo país mais populoso, o Reino Unido.

Na Figura 1 pode-se visualizar o mapa-múndi com os países selecionados, escolhidos para a análise no artigo, de cada continente.

Figura 1 – Países Escolhidos para a análise



Fonte: visitedplaces.com (2023)

Faremos uma análise sobre a produção de CO₂ em cada país e por fim uma verificação nas variações de temperatura entre 1880 à 2024.

3.2 Produção de CO₂ (kt) ao Longo dos Anos

Na Tabela 1, apresenta-se a soma, por intervalo de década, da produção de CO₂ no mundo ao longo das décadas, demonstrando o aumento nesse período.



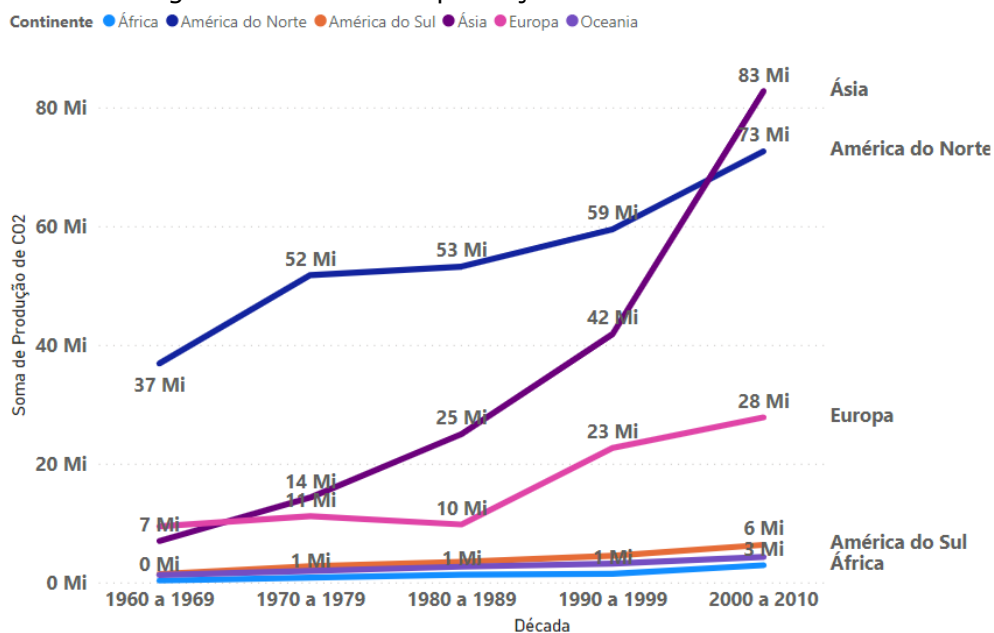
Tabela 1 – Produção de CO₂ (em quilotons) do planeta Terra

Continente	1960 a 1969	1970 a 1979	1980 a 1989	1990 a 1999	2000 a 2010
África	303.737,63	799.857,08	1.299.691,16	1.465.908,95	2.891.290,19
América do Sul	1.427.049,73	2.741.372,18	3.448.622,83	4.476.244,56	6.322.175,69
América do Norte	36.861.160,70	51.760.244,05	53.180.220,15	59.485.883,35	72.600.501,80
Ásia	6.961.381,48	14.308.149,95	24.999.534,18	41.828.266,23	82.750.134,39
Europa	9.447.754,17	11.163.576,45	9.768.143,63	22.646.651,28	27.790.300,86
Oceania	1.263.376,86	1.934.804,55	2.652.667,49	3.179.930,71	4.289.652,97

Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis

Na Figura 2, apresenta de forma gráfica a tabela acima, demonstrando o aumento da emissão de CO₂ dos continentes, o valor por exemplo em 1960-1969 é toda a emissão nesse intervalo, assim conseguimos ver o aumento ao longo dos anos.

Figura 2 – Gráfico de produção de CO₂ de 1960 a 2010



Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis

Conforme o gráfico da Figura 2, é possível identificar que desde a década de 60 a América do Norte é o continente que mais produz CO₂, seguido pela Ásia. Olhando somente a década de 60, em segundo lugar como maior produtor de CO₂ temos o continente asiático, que comparado à



América do Norte é seis vezes menor na produção de CO₂. Em seguida, temos respectivamente a Europa, América do Sul, Oceania e África.

Ao decorrer das décadas, todos os continentes aumentaram exponencialmente a produção de CO₂ no planeta terra, porém ao analisar a Europa na década de 70 para 80 houve uma diminuição de 714.492,93 (kt) de CO₂ e isso se deve a crise petrolífera da década de 1970, que de acordo com (Venn 2002), a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) decidiu encerrar o monopólio das empresas petrolíferas sobre os preços e produção do petróleo bruto estipulando um preço acima do normal. Por conta disso, houve menor produção de CO₂ das indústrias e usuários de veículos automotores.

3.3 Produção de CO₂ (kt) da África

Como foi possível identificar no gráfico da Figura 2, sobre a produção de CO₂ (kt) de todos os continentes desde 1960 até 2010, o continente africano é o que menos produziu em relação aos demais continentes, mas diferente da Europa, não houve uma diminuição na produção de CO₂ em nenhuma das décadas, o crescimento de emissão foi sempre contínuo.

Analisando as duas últimas décadas da base de dados, de 1990 a 2010, pode-se visualizar que praticamente foi dobrada a produção de CO₂, onde na década de 90 houve uma produção de 1.465.908,95 e na década seguinte uma produção de mais de 2 megatoneladas de CO₂.

Na Tabela 2, apresenta-se a soma, por intervalo de década, da produção de CO₂ do continente africano separado por décadas. Na Figura 3 tem-se a representação gráfica desta tabela.

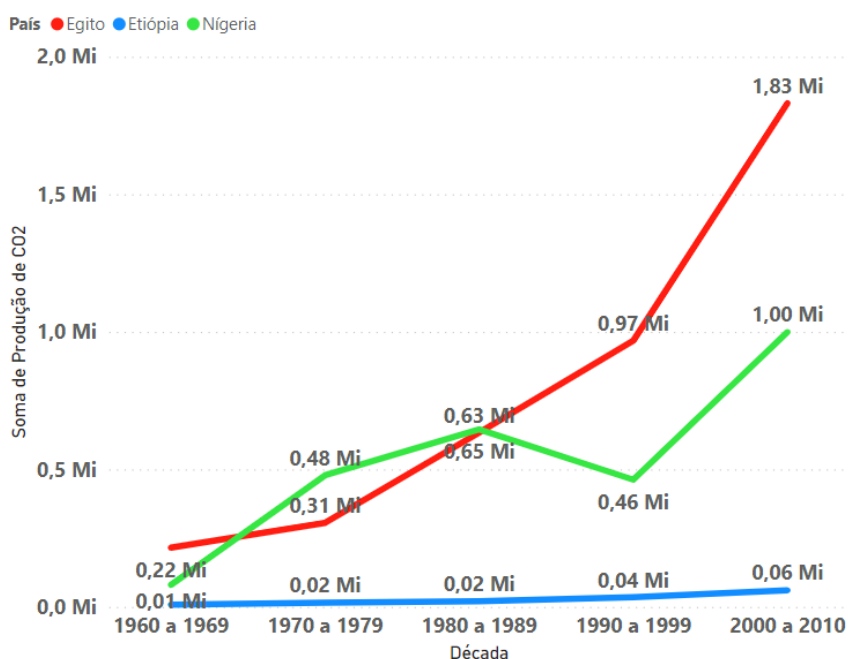


Tabela 2 – Produção de CO2 (em quilotons) da África

País	1960 a 1969	1970 a 1979	1980 a 1989	1990 a 1999	2000 a 2010
Nigéria	80.582,32	478.910,21	645.201,32	462.727,73	998.997,16
Etiópia	7.858,39	15.060,39	20.791,9	35.195,88	60.736,53
Egito	215.296,92	305.886,48	633.697,94	967.985,34	1.831.556,5

Fonte: Dados do banco World CO2 Emissions Analysis

Figura 3 – Gráfico de produção de CO2 da África



Fonte: Dados do banco World CO2 Emissions Analysis

Com base no gráfico sobre a produção de CO2 na África, pode-se identificar que a Etiópia dentre os países analisados é o que menos produz CO2, e isto acontece pois segundo dados do site <http://www.undp.org> que apura o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) global, se compararmos com a Nigéria e Egito, seu IDH é o menor sendo o único dos três que apresenta um valor ainda considerado baixo tendo sua maior alta até onde os dados foram apurados em 2022 com um valor de 0,492, sendo que valores a baixo de 0,550 são considerados a baixo da média.

Nota-se também que o Egito possui o dobro da produção de CO2 no ano de 2010 quando comparado à década de 90.



3.4 Produção de CO₂ (kt) da América do Sul

Diferente do continente africano, a América do Sul é um continente que somando a produção de CO₂ desde 1960 até 2010 ultrapassa 10 megatoneladas. Entretanto, mesmo ultrapassando este grande número de CO₂ produzido, o continente é o antepenúltimo colocado, ficando na frente da África e Oceania.

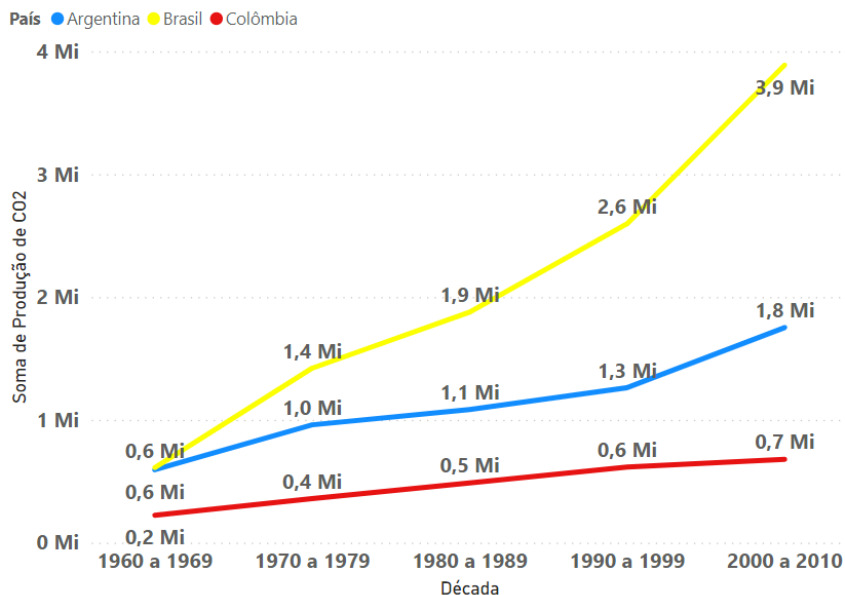
Na Tabela 3, apresenta-se a soma, por intervalo de década, da produção de CO₂ do continente sul americano separado por décadas e na Figura 4 é possível visualizar esses dados graficamente.

Tabela 3 – Produção de CO₂ (em quilotons) da América do Sul

País	1960 a 1969	1970 a 1979	1980 a 1989	1990 a 1999	2000 a 2010
Brasil	610.793,85	1.421.208,19	1.877.562,68	2.597.955,81	3.889.898,58
Colômbia	222.792,26	359.846,38	486.805,26	615.641,63	679.843,46
Argentina	593.463,62	960.317,61	1.084.254,89	1.262.647,12	1.752.433,65

Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis

Figura 4 – Gráfico de produção de CO₂ da América do Sul



Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis



A partir do gráfico acima, ao analisar os três países, Brasil, Colômbia e Argentina, é notável o grande avanço da década de 60 para 70 na produção de CO₂ por parte do Brasil. De acordo com Afonso (2017), na década de 60, com a recém inauguração do Planalto Central, Brasília era o polo geográfico e São Paulo era o polo econômico, onde estava sendo organizada a nova indústria e através disso ocorreu um grande número de empresas e indústrias na região, principalmente no Sudeste.

Ao comparar Colômbia e Argentina, há uma grande diferença sobre produção de CO₂, é notável que houve uma grande razão de subida na Argentina enquanto que na Colômbia essa razão foi menor, resultando em um aumento de 500 toneladas de CO₂, enquanto na Colômbia esse aumento foi de cerca de 100 toneladas.

3.5 Produção de CO₂ (kt) da América do Norte

Baseado no gráfico da Figura 8, pode-se notar que em todas as décadas analisadas a América do Norte foi o continente que mais produziu CO₂, exceto de 2000 a 2010 onde ficou em segundo lugar.

Na Tabela 4, apresenta-se a soma, por intervalo de década, da produção de CO₂ do continente da América do Norte. Em seguida, na Figura 5, pode-se observar a representação gráfica desta tabela.

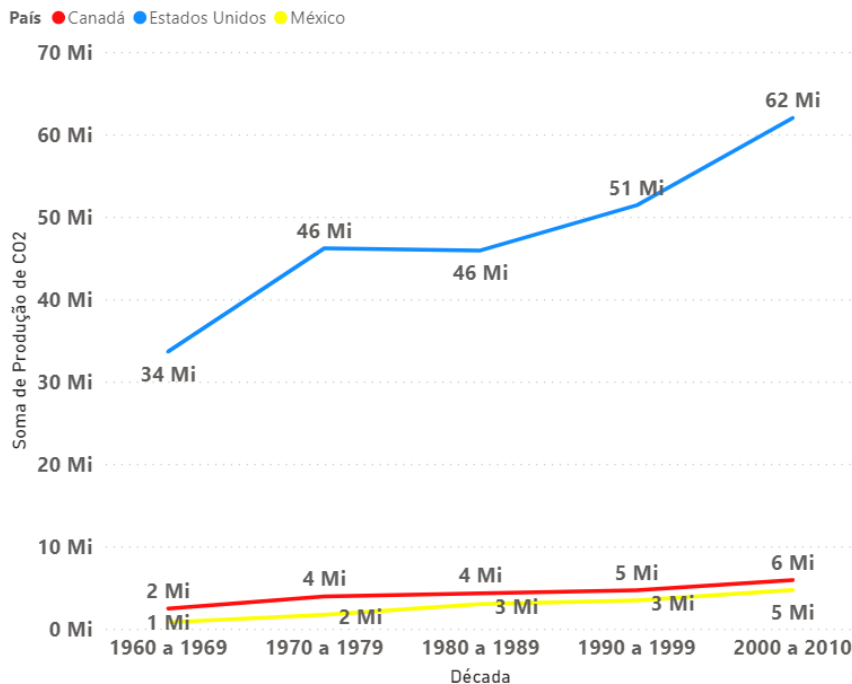
Tabela 4 – Produção de CO₂ (em quilotons) da América do Norte

País	1960 a 1969	1970 a 1979	1980 a 1989	1990 a 1999	2000 a 2010
Estados Unidos		46.173.	45.906.8	51.383.74	61.994.06
	33.638.249,07	690,56	28,32	2,17	3,64
Canadá		3.909.3	4.300.14	4.668.703	5.909.022,
	2.447.484,14	99,7	0,55	,40	14
México		1.677.1	2.973.25	3.433.437	4.697.416,
	775.427,49	53,79	1,28	,78	02

Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis



Figura 5 – Gráfico de produção de CO2 da América do Norte



Fonte: Dados do banco World CO2 Emissions Analysis

Após estudar a emissão de gás carbônico na Terra desde 1960 a 2010, o país norte americano que mais emite CO2 é os Estados Unidos. A resposta para isto é que os Estados Unidos é um país extremamente desenvolvido ainda com base nos dados da UNDP (<http://www.undp.org> em:03/06/2024) entre os anos de 1990 e 2022 os estados unidos nunca obtiveram valores de IDH inferiores à 0.800 sendo acima de 0.800 considerados "very high" a maior classificação de IDH, tendo em vista que dentro do cálculo do IDH está o além de outras coisas a renda nacional bruta per capita é evidente a alta produção que ocorre dentro do país.

Enquanto os Estados Unidos lideram na emissão de CO2, o Canadá fica em segundo lugar com uma emissão de mais de 1 megatonelada de CO2 na década 70 comparado ao que já foi emitido na década de 60. Um crescimento controlado na década de 70 a 90, onde não foi emitido nem 1 megatonelada nesse período, mas novamente com uma considerável produção de CO2 nos anos 2000 em relação a década de 70.



Por fim, no México ocorreu um crescimento de menos de 1 megatonelada a cada década e um aumento de mais de 1 megatonelada nos anos 2000 em comparação a década de 90.

3.6 Produção de CO₂ (kt) da Ásia

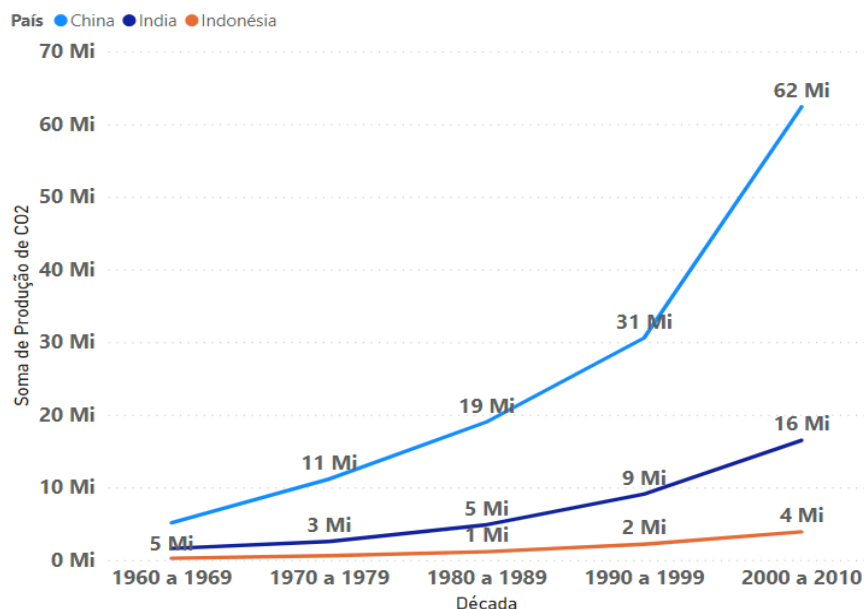
Na Tabela 5, apresenta-se a soma, por intervalo de década, da produção de CO₂ do continente asiático. Na Figura 6 tem-se um gráfico baseado nas informações desta tabela.

Tabela 5 – Produção de CO₂ (em quilotons) da Ásia

País	1960 a 1969	1970 a 1979	1980 a 1989	1990 a 1999	2000 a 2010
China	5.124.933,2	11.145.523,81	19.004.165,17	30.573.484,16	62.381.240,17
Indonésia	249.227,66	605.784,71	1.146.982,61	2.180.977,59	3.884.621,78
India	1.587.220,62	2.556.841,43	4.848.386,40	9.073.804,48	16.484.272,44

Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis

Figura 6 – Gráfico de produção de CO₂ da Ásia



Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis



Referente ao continente asiático, é evidente que o maior produtor de CO₂ é a China, tendo seu interesse pela industrialização iniciado em 1958 com a busca da industrialização do campo, que acabou não funcionando tão bem, sendo que naquele momento o país já passava por grande instabilidade política o que pesava muito em seu desenvolvimento. Foi então que no período de 1978 à 1989 quando as alas mais radicais estavam debilitadas e os líderes da China puderam se concentrar na economia, foram criadas as zonas econômicas especiais ou ZEE's assim, já em 1979 empresas como Nike, Adidas, Chevron, Shell, Honda, Volkswagen entre outras começaram a se instalar nas ZEE's, porém novamente a China volta a passar por novas instabilidade políticas, se estabilizando novamente em 1990, dando início ao maior ângulo de subida no gráfico de produção de CO₂ (Fernando Pureza, 2023).

Após a China, tem-se a Índia e a Indonésia, sendo comum entre os países do continente asiático o uso de combustíveis fósseis como principal fonte de energia para o crescimento, assim sendo um dos principais motivos da produção do CO₂ (Ahmad e Zhang, 2020).

3.7 Produção de CO₂ (kt) da Europa

Na Tabela 6, apresenta-se a soma, por intervalo de década, da produção de CO₂ do continente europeu por décadas. E na Figura 7 os dados da tabela estão representados por um gráfico de linhas.

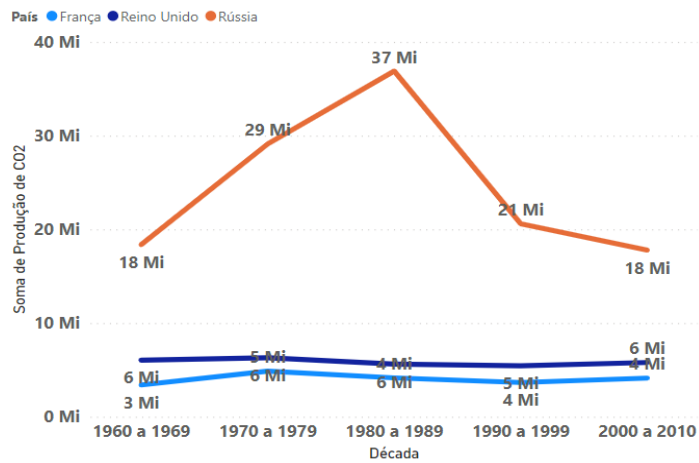
Tabela 6 – Produção de CO₂ (em quilotons) da Europa

País	1960 a 1969	1970 a 1979	1980 a 1989	1990 a 1999	2000 a 2010
Rússia	18.372.275,06	29.118.653,24	36.892.165,20	20.602.588,46	17.789.643,76
Reino Unido	6.048.305,81	6.297.335,44	5.616.395,55	5.449.917,4	5.791.538,8
França	3.399.448,36	4.866.241,01	4.151.748,08	3.661.279,49	4.131.612,58

Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis



Figura 7 – Gráfico de produção de CO2 da Europa



Fonte: Dados do banco World CO2 Emissions Analysis.

Ao analisar os três países selecionados na Europa, pode-se identificar a Rússia como o país que mais produziu CO₂, seguida pelo Reino Unido, e por fim a França.

Para analisarmos os valores da Rússia precisamos pensar na história, como citado no Livro ("The Revenge of The Past: Nationalism, Revolution, and the Collapse of the Soviet Union" por Ronald Suny, 1990), todas as repúblicas sindicais e a maioria das repúblicas autónomas responderam ao rápido enfraquecimento do Estado central, assim é possível compreendermos o porquê de uma Rússia com grandes aumentos na emissão de CO₂ ter uma queda tão brusca, o país sofreu um grande baque econômico depois da queda da União Soviética.

Em relação a produção da França, isso se deve por conta da revolução industrial. "Atividade de inovação, estrutura e desenvolvimento industrial, capital humano e quadro institucional" estatisticamente estão associados ao aumento da emissão nos níveis de CO₂ (Bezić; Mance; Balaž, 2022).



3.8 Produção de CO₂ (kt) da Oceania

A Oceania, composta principalmente por Austrália, Nova Zelândia e Pápua Nova Guiné, é um continente que tem grande relevância no setor industrial. Todavia, este continente teve um controle maior em relação a produção e emissão de gás carbônico (CO₂) na década passada. Em resumo, no período entre 1960 e 2010, houve uma produção de, aproximadamente, 14 megatoneladas (14 milhões de toneladas).

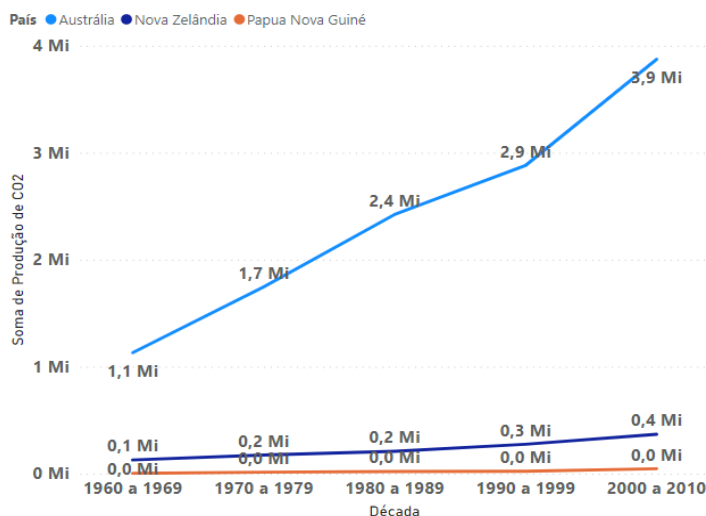
Na Tabela 7, apresenta-se a soma, por intervalo de década, da produção de CO₂ do continente da Oceania por décadas. E na Figura 8 pode-se visualizar esses dados graficamente.

Tabela 7 – Produção de CO₂ (em quilotons) da Oceania

País	1960 a 1969	1970 a 1979	1980 a 1989	1990 a 1999	2000 a 2010
Austrália	1.131.159,5	1.746.229,06	2.423.043,6	2.881.539,58	3.873.723,47
Nova Zelândia	128.972,06	174.695,89	209.096,01	275.817,07	368.764,54
Papua Nova Guiné	3.245,295	13.879,598	20.527,88	22.574,06	47.164,96

Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis

Figura 8 – Gráfico de produção de CO₂ da Oceania



Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis



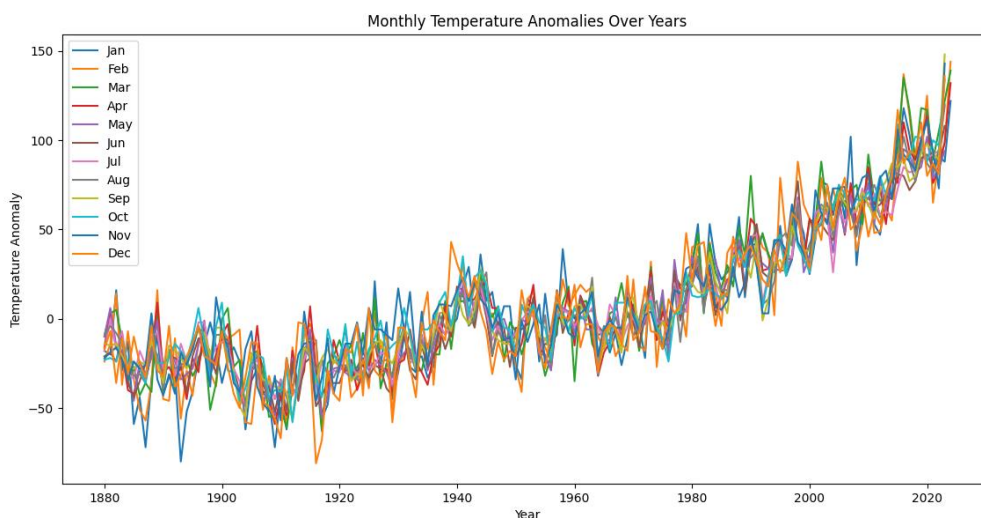
De acordo com o gráfico acima, entre os três principais países da Oceania, a Austrália é o responsável pela maior parte da produção de gás carbônico do continente, produzindo cerca de 12 megatoneladas no período abordado (1960 - 2010). Entretanto, atualmente, segundo o jornalista Matheus Deccache (2021), o país é o principal exportador de carvão do mundo e tem papel importante no desenvolvimento de combustíveis fósseis, impactando intensamente na poluição ambiental.

Enquanto isso, a Nova Zelândia, que ocupa a segunda posição, tem um índice de produção equivalente a 10 vezes a produção da Austrália, com um pouco mais de 1 megatonelada. Já Papua Nova Guiné, produziu um valor equivalente a 112 vezes a produção do primeiro colocado.

4. O Quão Ruim está o Mundo Atual?

Na Figura 9 teremos a análise térmica da superfície do globo, desde 1880 à 2024, os dados da tabela devem ser divididos por 100 para obter o resultado em C° e multiplicado por 1,8 para °F.

Figura 9 – Gráfico com as varrições de temperatura ao longo dos meses, desde 1880 à 2024.

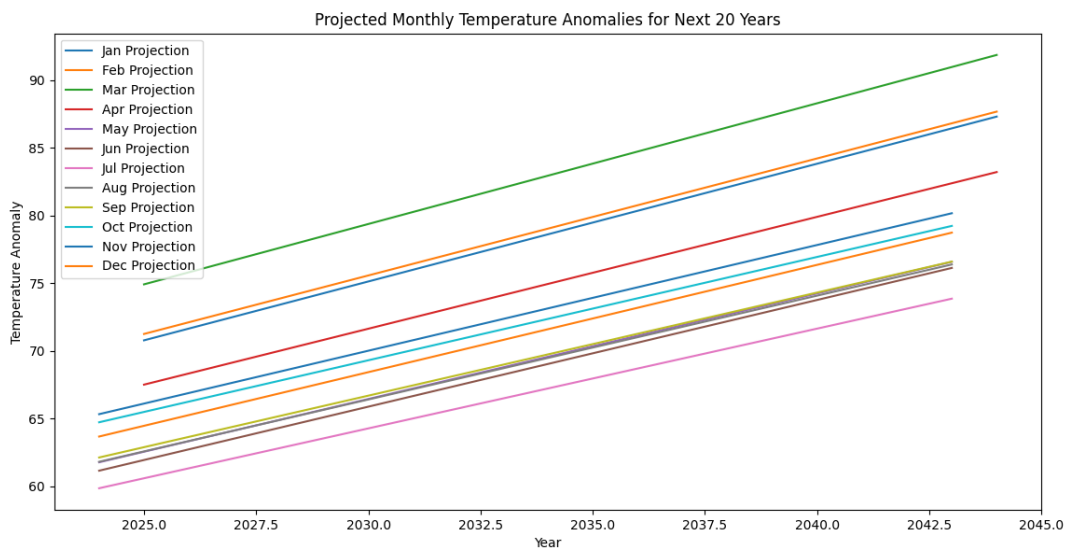


Fonte: Dados do banco GISSTEMP.



É possível notar a constante progressão dos níveis de temperatura pela superfície do globo, onde podemos notar que nos meses em que se há uma maior incidência de calor, a variação térmica desde 1880 à 2024 foi de 1,5 °C e conforme argumenta (Silva e Arbilla, 2022) “Para uma aumento de 2°C os extremos de calor possuem uma maior probabilidade de atingir limites críticos de tolerância para a saúde e meio ambiente”.

Figura 10 – Gráfico com as previsões de variação de temperatura dos próximo 20 anos.



Fonte: Dados do banco GISSTEMP.

Na figura acima foi utilizado o método de regressão linear desenvolvida em algoritmo python para realizarmos a previsão da variação de temperatura ao longo dos anos futuros. Conforme é possível observar no gráfico em 2045 temos a previsão de um aumento de até 0,9C° nos meses de maior incidência de calor na superfície do globo (Gareth James , Daniela Witten , Trevor Hastie , Robert Tibshirani, 2013).

A Tabela 8 se trata dos países com mais emissão de CO₂, iremos usar essa base para montar os gráficos de projeção listados após elas.



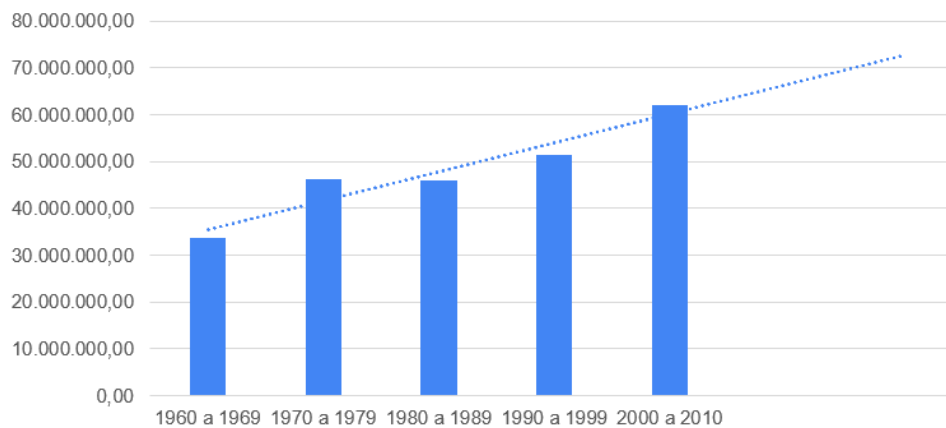
Tabela 8 – Produção de CO2 (em quilotons) dos países maiores ofensores

País	1960 a 1969	1970 a 1979	1980 a 1989	1990 a 1999	2000 a 2010
Estados Unidos	33.638.249,07	46.173.690,56	45.906.828,32	51.383.742,17	61.994.063,64
China	5.124.933,2	11.145.523,81	19.004.165,17	30.573.484,16	62.381.240,17
Índia	1.587.220,62	2.556.841,43	4.848.386,40	3.661.279,49	4.131.612,58

Fonte: Dados do banco World CO2 Emissions Analysis

A Figura 11 exibe as emissões atuais de CO2, com uma linha média calculada entre as barras no Excel. A linha projeta futuras emissões se permanecermos no mesmo padrão. É possível teorizar que em poucas décadas passaremos dos 70.000.000,00 (kt) de emissão nos Estados Unidos.

Figura 11 – Gráfico com a emissão de CO2 (kt) dos Estados Unidos, com linha de projeção Estados Unidos

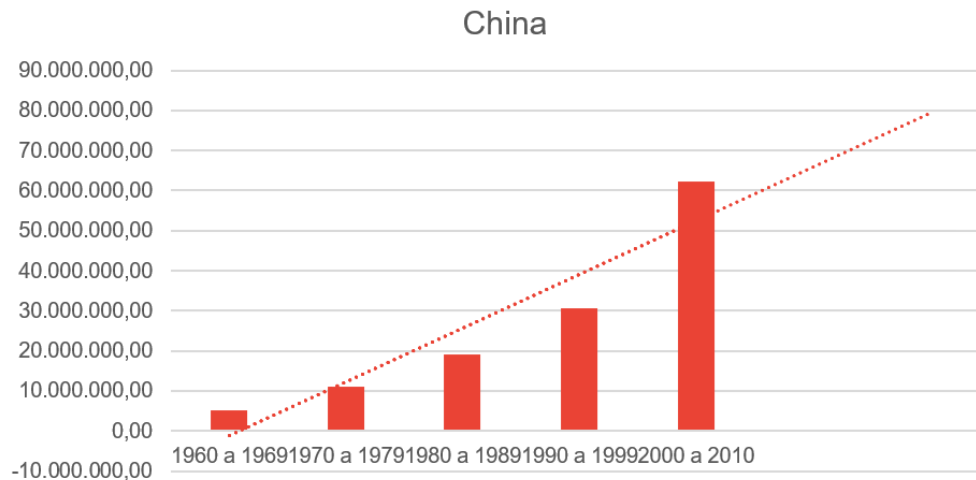


Fonte: Dados do banco World CO2 Emissions Analysis

A linha projeta futuras emissões se permanecermos no mesmo padrão. Como na China a média de aumento é muito mais alta que os Estados Unidos, pelo fator que nas primeiras décadas analisadas tinha uma emissão menor, podemos notar que sua projeção para as próximas décadas chega a aparecer com 80.000.000,00(kt).



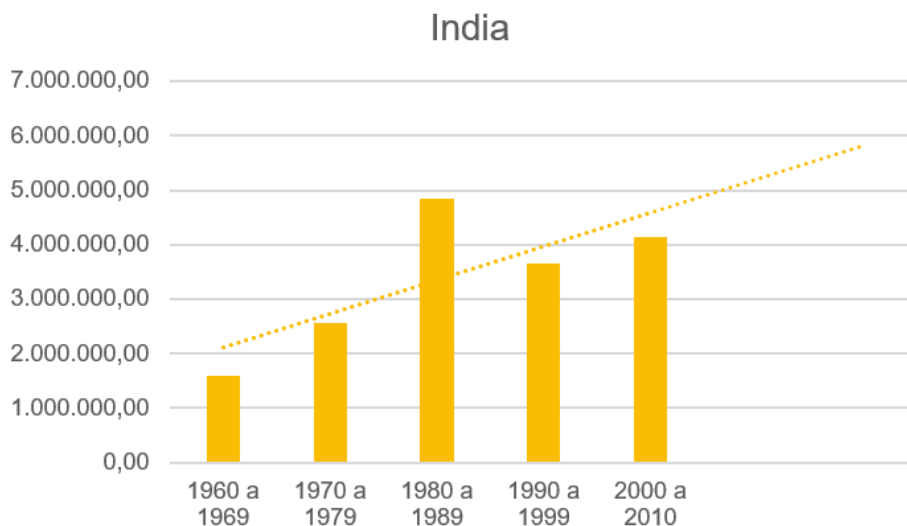
Figura 12 – Gráfico com a emissão de CO₂(kt) dos China, com linha de projeção



Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis

A linha projeta futuras emissões se permanecermos no mesmo padrão. A Índia tem uma quantidade muito menor de emissão de CO₂, porém tem uma projeção alta, devido ao seu aumento histórico.

Figura 13 – Gráfico com a emissão de CO₂(kt) da Índia, com linha de projeção



Fonte: Dados do banco World CO₂ Emissions Analysis



4.1 Como Podemos Interromper esse Processo?

O debate de como interromper esse processo é feito em todo mundo, o principal culpado disso seria o ser humano queimando combustíveis fósseis e a desflorestação em grande escala, que provoca emissão de gases, assunto pelo qual discutiremos no trabalho (Houghton, 2015).

Para conter esses impactos existem dois passos principais a serem seguidos: reduzir drasticamente a queima de combustíveis e investimentos em energias renováveis (energia solar, eólica e hidrelétrica). Ao falar de energia não só devemos olhar para a sua produção, mas também para seu consumo. Outro ponto que poderia ajudar seria o uso de transportes sustentáveis, como veículos elétricos e transporte público.

O outro ponto citado é o desmatamento desenfreado. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2022), no período de 01 agosto de 2021 a 31 julho de 2022 foi desmatado 11.568 km² na Amazônia. Enquanto não pararmos com esse processo, iremos continuar passando por dificuldades, e não apenas na Amazônia que seria uma iniciativa que deve primariamente partir pelas entidades públicas, como também a população se preocupar com infrações menores cometidas no dia a dia que também afetam nesse processo.

Por fim, no setor agrícola, precisamos abraçar as Práticas Agrícolas Sustentáveis, como agricultura de conservação, rotação de culturas e gestão eficiente de resíduos agrícolas. A gestão de Resíduos torna-se uma prioridade, buscando reduzir, reutilizar e reciclar resíduos para minimizar a emissão de metano proveniente de aterros sanitários.



5. Considerações Finais/Conclusões

Levando em conta todo o trabalho realizado, o uso da análise de dados surge como uma ferramenta crucial na compreensão e enfrentamento dos desafios associados ao aquecimento global.

Os dados utilizados para a pesquisa permitem uma visão abrangente sobre as mudanças climáticas. Além dos dados oriundos do Kaggle, o uso da pesquisa para as pessoas destaca a necessidade de uma abordagem coletiva e sustentável para mitigar os impactos das mudanças climáticas devido ao aquecimento global. Ressaltando a importância de compreender o que ocorreu no passado para *insights* valiosos sobre mudanças que podem ser realizadas para evitar os mesmos erros do passado, e aproveitando-se do que foi bem-sucedido para inspirar a evolução e soluções inovadoras.

Ferramentas como Excel, Power BI e Python foram utilizadas para analisar esses dados nos proporcionando visualizações mais claras e objetivas. Utilizou-se também análises de séries temporais e de estatística descritiva para demonstrar tendências e padrões observados.

De um modo geral, o uso da análise de dados para o estudo do aquecimento global fornece uma compreensão mais profunda dos impactos relacionados ao aquecimento global, *insights* essenciais obtidos observando as ações que foram bem-sucedidas e que podem ser utilizadas como guia para novas ações que mitiguem o impacto da emissão de CO₂.



Referências

AFONSO, Alcilia. O processo de industrialização na década de 1960 e as transformações da paisagem urbana no bairro da Prata, em Campina Grande. IX Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá, páginas 1 - 16, junho de 2017.

ANÁLISE COM ESTATÍSTICA DESCRITIVA PARA LEIGOS. Escola de Dados. Disponível em: <https://escoladedados.org/tutoriais/analise-com-estatistica-descritiva-para-leigos/>. Acesso em: 27 de out. de 2023.

BASSO, Douglas Eduardo. Big data. Curitiba, PR: Contentus, 2020. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 03 jun. 2024.

BEZIĆ, H.; MANCE, D.; BALAŽ, D. Panel Evidence from EU Countries on CO2 Emission Indicators during the Fourth Industrial Revolution. Sustainability, v. 14, n. 19, p. 12554, 2 out. 2022.

DECCACHE, M. Como a Austrália se tornou vilã no combate ao aquecimento global. Veja Abril, 2021. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/agenda-verde/como-a-australia-se-tornou-vila-no-combate-ao-aquecimento-global>. Acesso em: 21 nov. 2023.

EARTH, Berkeley; SISSENER, Kristen. Climate Change: Earth Surface Temperature Data, 2016. Disponível em: <https://www.kaggle.com/datasets/berkeleyearth/climate-change-earth-surface-temperature-data/>. Acesso em: 5 de nov. de 2023.

HOUGHTON, J. Global warming : the complete briefing. [s.l.] Cambridge (Gb) Cambridge University Press, 2015.

HUI, Manch. World Co2 Emissions Analysis, 2020. Disponível em: <https://www.kaggle.com/code/manchunhui/world-co2-emissions-analysis>. Acesso em: 5 de nov. de 2023.

JAMES, Gareth; WITTEN, Daniela; HASTIE, Trevor; TIBSHIRANI, Robert. An Introduction to Statistical Learning. New York: Springer, 2013.

JURAS, I. DA A. G. M. Aquecimento global e mudanças climáticas : uma introdução. bd.camara.leg.br, 1 out. 2008.



KAGGLE: Your Machine Learning and Data Science Community. Kaggle. Disponível em: <https://www.kaggle.com/>. Acesso em: 5 de nov. de 2023.

LIMA, L. O. Big Data: Fundamentos e Conceitos. Disponível em: <https://rogerioaraujo.wordpress.com/2020/05/27/big-data-fundamentos-e-conceitos/>. Acesso em: 5 nov. 2023.

MONTENEGRO, Bruna. Análise de dados: metodologia, tipos e técnicas mais usadas. EBAC (Escola Britânica de Artes Criativas & Tecnologia). Disponível em: <https://ebaonline.com.br/blog/analise-de-dados-metodologia-tecnicas-tipos>. Acesso em: 27 de out. de 2023.

PARKIN, Michael. Macroeconomia. 5. ed. São Paulo, SP: Pearson, 2003. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 03 jun. 2024.

PUREZA, Fernando. História da Ásia. 1. ed. São Paulos: Contexto, 2023. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 03 jun. 2024.

SILVA, Cleyton Martins da; ARBILLA, Graciela. Emissões atmosféricas e mudanças climáticas. 1. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2022. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 03 jun. 2024.

TANVEER Ahmad, Dongdong Zhang, A critical review of comparative global historical energy consumption and future demand: The story told so far, Energy Reports, Volume 6, 2020, Pag. 1973-1991, ISSN 2352-4847, <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.07.020>. Disponível em: (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484720312385>)

TAURION, Cezar. Big data. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2013. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 03 jun. 2024.

VENN, Fiona; The oil crisis. Routledge, 2016. p. 1 - 214.

ZHAOHAO Sun, Kenneth Strang, and Rongping Li. 2018. Big Data with Ten Big Characteristics. In Proceedings of the 2nd International Conference on Big Data Research (ICBDR '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 56–61. <https://doi.org/10.1145/3291801.3291822>