



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE CRATEÚS**

CARLOS THAYNNER DE ARAÚJO BARBOSA - 555237

JOÃO ISMAEL GONÇALVES FERREIRA - 557277

VITOR EMANOEL OLIVEIRA DA SILVA - 558881

WESLEY BARBOSA SILVA - 555096

**ANÁLISE EXPLORATÓRIA E VISUALIZAÇÃO DAS EMISSÕES DE CO₂ PER
CAPITA NO MUNDO**

CRATEÚS

2025

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	2
2	OBJETIVOS	3
3	METODOLOGIA	4
3.1	Análise Exploratória dos Dados	4
3.2	Visualização dos Dados	4
4	RESULTADOS	6
5	CONCLUSÃO	7
	APÊNDICES	8
	APÊNDICE A – Visualização dos dados	8

1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados do segundo trabalho da disciplina de Ciência dos Dados, cujo objetivo é aplicar técnicas de Análise Exploratória de Dados (EDA) e visualização de dados. O conjunto analisado contém informações sobre emissões anuais de CO₂ per capita para diversos países, disponibilizado pela plataforma Our World in Data.

Tabela 1 – CO₂ emissions per capita (26278 amostras × 4 atributos)

Nome	Tipo	Descrição	Unidades	Dados Faltantes
Entity	Categórico	Nome do país ou região.	–	Não
Code	Categórico	Código do país ou região.	–	3287
Year	Numérico	Ano da observação.	Ano	Não
Annual CO ₂ emissions	Numérico	Emissões anuais de dióxido de carbono.	Toneladas	Não

A escolha desse dataset se justifica pela relevância do tema das mudanças climáticas e pela riqueza das séries históricas, que permitem identificar tendências, comparar países e compreender a evolução das emissões ao longo do tempo.

Os resultados apresentados neste relatório sintetizam os principais achados obtidos a partir dessas análises, destacando padrões, comparações relevantes e possíveis interpretações, bem como desafios e limitações encontrados durante o processo.

2 OBJETIVOS

- Objetivos gerais:

1. Apresentar e caracterizar o conjunto de dados de emissões de CO₂ per capita, descrevendo sua origem, período de tempo, quantidade de instâncias e atributos, além das principais características, por meio de uma análise exploratória de dados.
2. Formular e responder perguntas relacionadas às emissões de CO₂ per capita, utilizando análises e visualizações para identificar tendências históricas, padrões entre países e possíveis fatores associados às variações nas emissões.

- Objetivos específicos:

1. Detalhar os processamentos realizados nos dados, incluindo tratamento de valores faltantes, transformações de tipos e identificação/tratamento de outliers.
2. Sintetizar os atributos do conjunto de dados por meio de estatísticas descritivas e visualizações simples.
3. Formular perguntas sobre os dados que possam ser respondidas por meio de análises e visualizações.
4. Utilizar técnicas de visualização de dados para ilustrar tendências históricas e padrões de emissão.
5. Analisar e visualizar a diferença nas tendências de emissão de CO₂ per capita do Brasil em relação a um grupo selecionado de países desenvolvidos ao longo do tempo.
6. Gerar insights e recomendações baseadas nos achados da EDA e nas visualizações criadas.

3 METODOLOGIA

3.1 Análise Exploratória dos Dados

A análise iniciou-se com a inspeção do dataset “co-emissions-per-capita.csv”, contendo 26.278 registros (1750–2023) com quatro variáveis principais. A etapa de limpeza mostrou ausência de duplicatas e 3.287 códigos ausentes, associados sobretudo a entidades não padronizadas. A discrepância entre entidades e códigos motivou um processo de categorização rigoroso.

Com apoio da biblioteca Pycountry e ajustes manuais, as entidades foram classificadas em 210 países, 6 continentes, 4 sub-regiões, 4 categorias de renda, 2 blocos econômicos e 4 territórios não soberanos. Essa organização permitiu múltiplos níveis de análise.

A estatística descritiva indicou média global de 1,82 toneladas de CO₂ per capita, alta variabilidade, máximo de 4,86 toneladas e distribuição assimétrica concentrada em valores baixos. Para análise temporal, foram criados subconjuntos consistentes por categoria, garantindo séries históricas completas e confiáveis.

3.2 Visualização dos Dados

A estratégia de visualização foi desenvolvida para converter dados complexos em representações gráficas claras e informativas, facilitando a identificação de padrões históricos, desigualdades regionais e tendências nas emissões de CO₂ per capita. Utilizando Matplotlib e Seaborn com parâmetros estéticos consistentes, produziram-se gráficos que combinam precisão analítica e legibilidade.

A evolução global das emissões apresentada na figura 1 foi apresentada por uma série temporal contínua, destacando três fases: crescimento gradual até o século XIX, aceleração intensa no pós-Segunda Guerra Mundial e relativa estabilização a partir do início do século XXI. Essa representação evidencia o comportamento histórico desde a Revolução Industrial.

A análise comparativa entre continentes presente na figura 2 utilizou múltiplas linhas temporais, revelando contrastes marcantes: América do Norte e Europa exibem níveis historicamente elevados seguidos de declínio recente; a Ásia cresce rapidamente nas últimas décadas; África e América do Sul mantêm valores substancialmente mais baixos, ilustrando desigualdades na contribuição regional.

O gráfico de barras horizontais dos maiores emissores per capita em 2023 da figura 3 mostrou forte concentração em países do Oriente Médio e pequenos Estados dependentes de combustíveis fósseis, evidenciando o impacto da intensidade energética e da estrutura econômica.

A comparação entre categorias econômicas na figura 4 utilizou linhas temporais diferenciadas por cores, indicando forte relação entre nível de renda e padrões de emissão: países de alta renda apresentam séries historicamente elevadas, enquanto economias de renda média começam apenas recentemente a subir.

Por fim, a comparação entre Brasil e economias desenvolvidas na figura 5 empregou linhas temporais contrastantes para posicionar o país no cenário global, destacando semelhanças e diferenças estruturais nos padrões de emissões ao longo do tempo.

4 RESULTADOS

A evolução das emissões per capita de CO₂ ao longo do tempo revela padrões marcantes de desigualdade e transformação econômica global. As emissões permaneceram relativamente baixas até meados do século XX, mas explodiram após 1950, período em que o avanço industrial, o crescimento populacional e a expansão do consumo energético impulsionaram o maior aumento já registrado na história. Essa tendência ganha contornos ainda mais nítidos quando analisada por continente: América do Norte e Europa se destacam historicamente como as regiões com maiores emissões per capita, resultado de industrialização precoce, economia baseada em combustíveis fósseis e elevado padrão de vida. Em contraste, a Ásia apresenta crescimento acelerado a partir de 2000, acompanhando seu processo de industrialização e urbanização, enquanto América do Sul e África mantêm, ao longo de todo o período, os níveis mais baixos de emissões per habitante.

No cenário atual, os países que lideram o ranking de emissões per capita em 2023 são majoritariamente nações ricas, pequenas e com forte dependência de petróleo e gás. Esses altos valores não refletem necessariamente um grande impacto global em volume total de emissões, mas sim um estilo de vida intensivo em energia, característico de países com alta renda e baixa população.

Essa dinâmica se confirma quando observamos as emissões por categorias econômicas: a desigualdade entre os grupos é ampla e persistente. Os países ricos sempre apresentaram as maiores emissões per capita e continuam muito acima das demais categorias, ainda que haja uma leve redução recente influenciada por avanços tecnológicos, políticas ambientais e mudanças na matriz energética.

Nesse contexto global, o Brasil se destaca por manter emissões per capita substancialmente inferiores às dos países desenvolvidos — especialmente quando comparado ao padrão historicamente elevado dos Estados Unidos, principal emissor per capita entre as grandes economias. Essa diferença é explicada fundamentalmente pela matriz energética mais limpa brasileira, baseada em hidrelétricas, e pela industrialização mais tardia, que reduziram a intensidade de carbono per habitante.

5 CONCLUSÃO

A análise exploratória realizada permitiu compreender de forma consistente a estrutura, comportamento e principais padrões presentes no conjunto de dados estudado. Após o processamento inicial foi possível construir uma visão clara das tendências gerais e das variações ao longo do tempo.

As visualizações desenvolvidas mostraram diferenças significativas entre países, indicando que fatores como industrialização, políticas ambientais e nível de desenvolvimento econômico influenciam diretamente as métricas analisadas. Também foi possível observar comportamentos de longo prazo, como crescimento, estabilização ou queda em determinados períodos históricos, evidenciando como eventos globais (como a Segunda Guerra Mundial ou crises energéticas) impactam os dados.

Durante o trabalho, houve desafios como formular perguntas realmente relevantes e definir conclusões sustentadas pelos dados, evitando interpretações além do que o conjunto permitia. A análise também apresentou limitações, como a falta de variáveis contextuais (matriz energética, políticas ambientais) e a ausência de indicadores complementares (como PIB), que restringem análises mais profundas.

Com base nas perguntas propostas, os gráficos auxiliaram na identificação de padrões que não seriam evidentes apenas por meio de tabelas ou estatísticas descritivas. Esses insights destacam o papel central da visualização na comunicação e interpretação de dados, contribuindo para decisões mais fundamentadas em contextos sociais, econômicos e ambientais.

Em resumo, o trabalho permitiu desenvolver uma compreensão aprofundada do conjunto de dados, fortalecer habilidades de análise exploratória e praticar boas práticas de visualização, cumprindo os objetivos propostos e evidenciando a importância do rigor metodológico no processo analítico.

APÊNDICE A – VISUALIZAÇÃO DOS DADOS

Figura 1 – Evolução Global das Emissões de CO₂ Per Capita

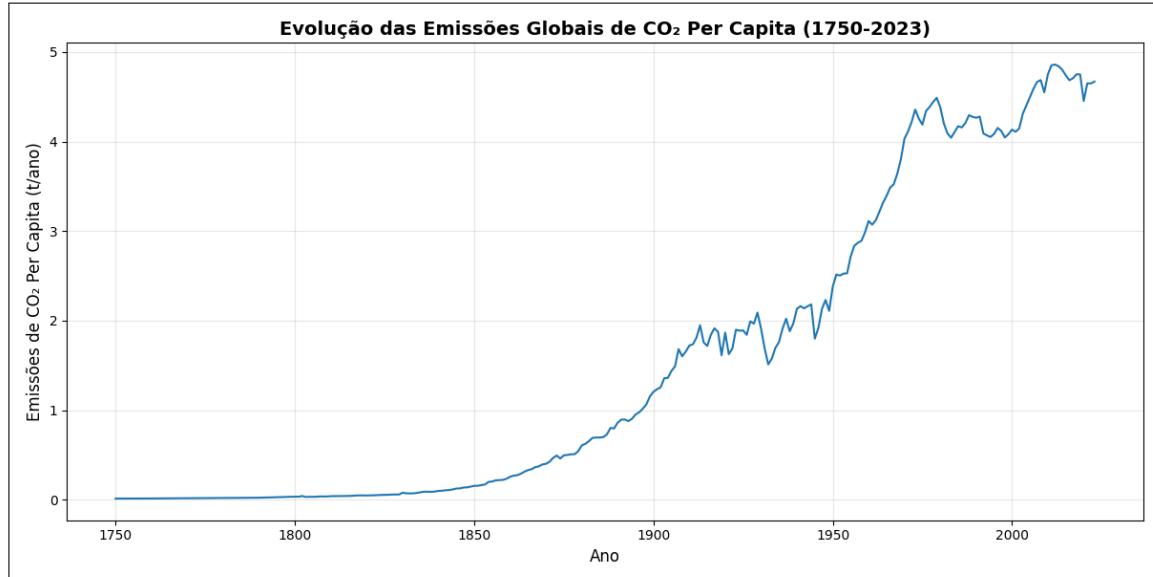


Figura 2 – Evolução Comparativa das Emissões de CO₂ per Capita por Continente

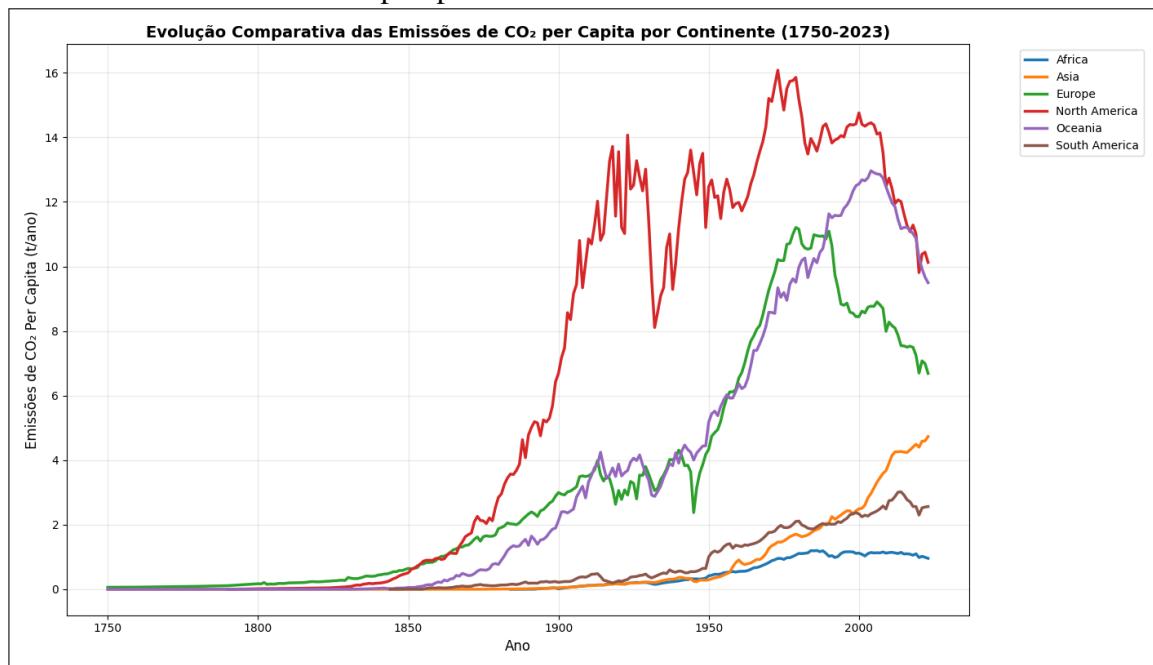


Figura 3 – Países com Maiores Emissões de CO₂ Per Capita em 2023

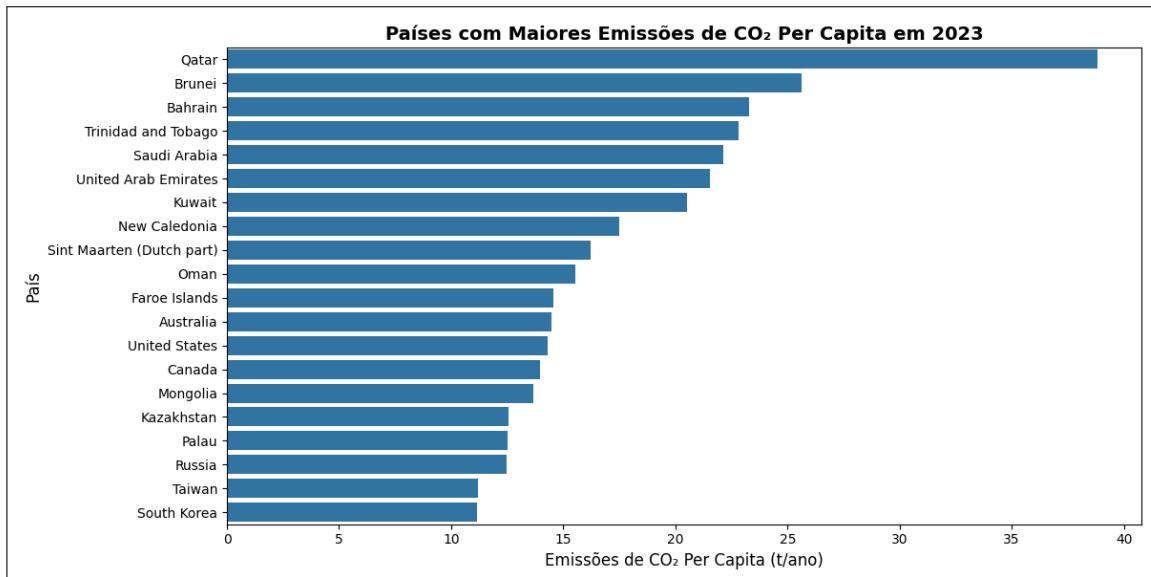


Figura 4 – Comparação das Emissões de CO₂ Per Capita por Categorias Econômicas

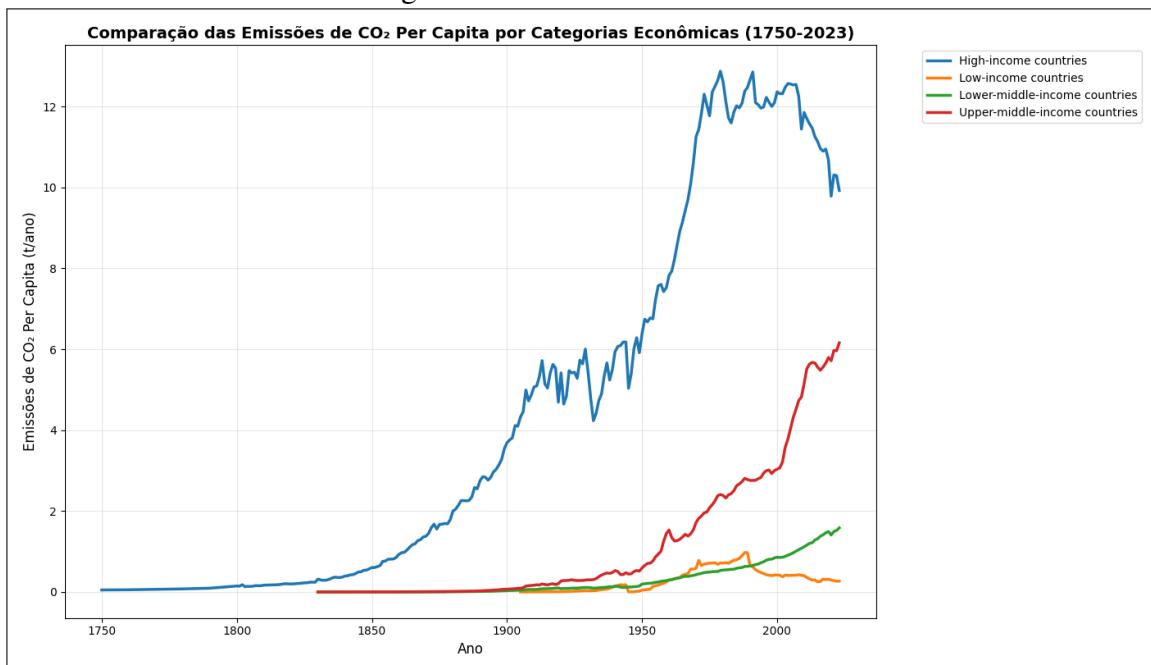


Figura 5 – Emissões de CO₂ per Capita: Brasil vs Países Desenvolvidos

