

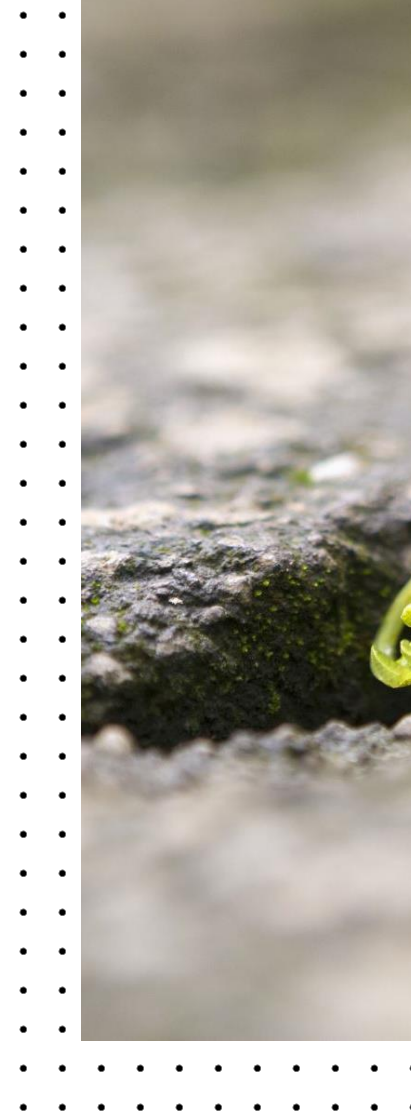
CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

JOSÉ LUIS OREIRO

PROFESSOR ASSOCIADO DO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

PROFESSOR DO PROGRAMA DE
DOUTORADO EM INTEGRAÇÃO
ECONÔMICA DA UNIVERSIDADE
DO PAÍS BASCO
(BILBAO/ESPANHA)

PESQUISADOR NÍVEL I DO CNPQ

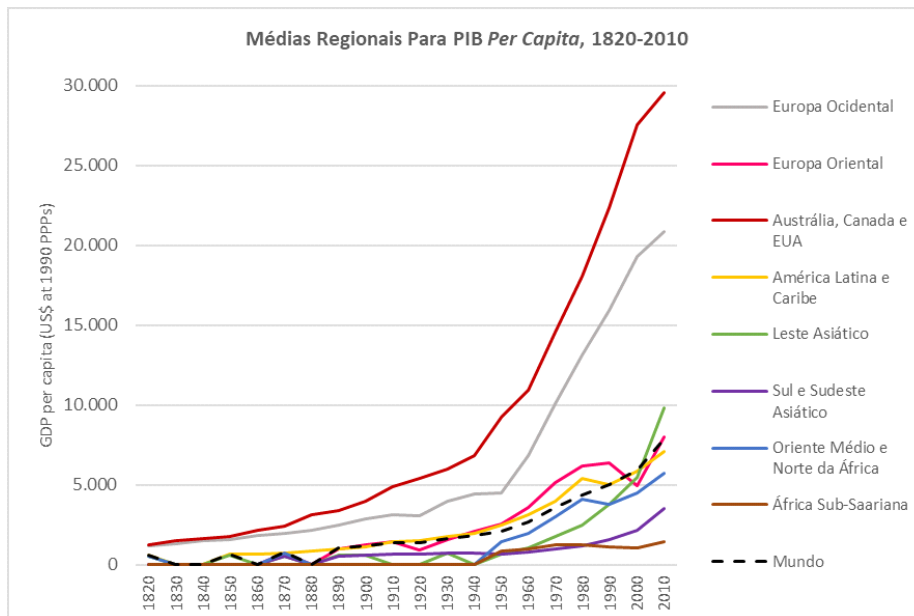


CRESCIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

- O funcionamento do sistema econômico envolve a extração de recursos naturais do meio ambiente, na forma de energia de alta qualidade e matéria, que são transformados pelo processo produtivo em bens e serviços que, direta ou indiretamente, serão consumidos pelos integrantes da sociedade.
- Ao longo das etapas de produção e consumos, são gerados diversos tipos de resíduos e emissões (poluição, que serão devolvidos ao meio ambiente que, por sua vez, os dissipará (MUELLER, 2012)
- A capacidade de suporte do meio ambiente às atividades econômicas, que abrange o fornecimento de recursos naturais e o funcionamento dos ecossistemas como estruturas de processamento e dissipação de rejeitos, não ocorre de forma rápida e simples, mas possui um ritmo determinado por diversos processos naturais, como os ciclos biogeoquímicos (ARROW et al., 1995; MUELLER, 2012).
- Dessa forma, a intensidade do fluxo de retirada de materiais e energia da base de recursos naturais, juntamente com a emissão de rejeitos, pode alterar a capacidade de funcionamento do sistema econômico (ARROW et al., 1995).
- Em outras palavras, o sistema econômico influencia e é influenciado pelo estado geral do meio ambiente

CRESCIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Figura 1 - Médias Regionais de PIB *per capita*, 1820-2010



Fonte: Teixeira; Ferreira Filho; Oreiro (2023).

- Na maior parte da história, o sistema econômico operou dentro dos limites da capacidade de suporte do meio ambiente.
- Entretanto, essa relação mudou radicalmente a partir da Revolução Industrial, quando um conjunto de inovações tecnológicas, como a eletricidade e o motor a combustão, combinado com a crescente integração comercial entre os países e o avanço do processo de expansão e urbanização das cidades, propiciou um crescimento econômico e populacional sem precedentes até o momento (GORDON, 2012, 2016; MUELLER, 2012)



CRESCIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

- Progressivamente, o sistema econômico atingiu escala e escopo suficientemente altos para fazer com que os fluxos de recursos naturais e energia, bem como de emissões de rejeitos, rivalizassem com a capacidade de suporte do meio ambiente (COLBY, 1991; MUELLER, 2012; STERNER; CORIA, 2012), causando diversas formas de degradação ambiental, que por sua vez, ameaçam o bem-estar da presente e futuras gerações (GRAMKOW, 2019).
- Entre os principais problemas ambientais que surgiram, destacam-se a exaustão de importantes fontes de energia, matéria-prima e alimentos; aumento do nível de poluição nos centros urbanos; perda da biodiversidade e resiliência dos ecossistemas; e as mudanças climáticas provocadas pelo aprofundamento do efeito estufa, considerado por muitos o maior desafio ambiental da atualidade.
- Consequentemente, a integração entre o meio ambiente e o funcionamento do sistema econômico passou a atrair crescente atenção por parte da sociedade (COLBY, 1991).



CRESCIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Quadro 1 - Componentes da Escala da Economia

Componente	Relação com o Meio Ambiente
Tamanho da População	Se uma população cresce a uma taxa elevada, aumenta o número de pessoas que requerem alimentos e um mínimo de bens e serviços; aumentam os requerimentos de espaço para abrigar e alimentar essas pessoas; e ampliam-se as emissões de resíduos, de rejeitos.
Renda <i>Per Capita</i>	Uma economia em que a renda média <i>per capita</i> se expande acentuadamente usa quantidades crescentes de recursos naturais e gera emanções de rejeitos, de poluição, cada vez maiores. Logo, o aumento da renda <i>per capita</i> está associado a uma produção material cada vez maior, tornando necessário uma maior quantidade de recursos naturais.

Fonte: Mueller (2012), adaptado pelos autores.

- Em termos gerais, a escala do sistema econômico em um determinado período, representada pelo Produto Interno Bruto (PIB), tem dois componentes básicos (MUELLER, 2012): o tamanho da população humana e o nível médio de renda *per capita*, ou melhor, nível de valor adicionado por habitante (Quadro 1).
- Vale destacar que ambos os componentes contribuem para a degradação ambiental, embora os impactos gerados, por exemplo, por países pobres superpovoados e de elevado dinamismo demográfico sejam qualitativamente diferentes do que ocorre nos países ricos e menos povoados.

CRESCIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

- A relação entre a degradação ambiental e os componentes da escala da economia pode ser escrita algebricamente pelas seguintes equações:
 - Uma tautologia que mostra que o produto real total em determinado período é igual à renda *per capita* da economia multiplicada pelo tamanho da população no mesmo período; e
 - A degradação ambiental é uma função Ω da escala da produção material da economia (MUELLER, 2012).

$$Y = \frac{Y}{P} \times P \quad (1)$$

$$DA = \Omega(Y) \quad (2)$$

Em que:

Y: produto real total (Produto Interno Bruto)

P: tamanho da população

DA: degradação ambiental

CRESCIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

- A relação entre escala da economia (Y) e degradação ambiental (DA) não é fixa e estável, podendo diferir entre economias e ao longo do tempo; ou seja, uma mesma escala pode gerar maior ou menor degradação ambiental, dependendo da composição da produção e das tecnologias adotadas (Ω).
- A adoção de tecnologias “limpas” tem o efeito de reduzir Ω , o que indica uma clara diminuição no uso de recursos naturais e na emissão de rejeitos, amenizando as consequências da degradação ambiental para uma mesma escala da economia, ou até mesmo, abrindo a possibilidade de haver crescimento econômico a taxas decrescentes de degradação ambiental (JONES; VOLLARTH, 2015; MUELLER, 2012).



A ECONOMIA COMO UM SISTEMA ABERTO

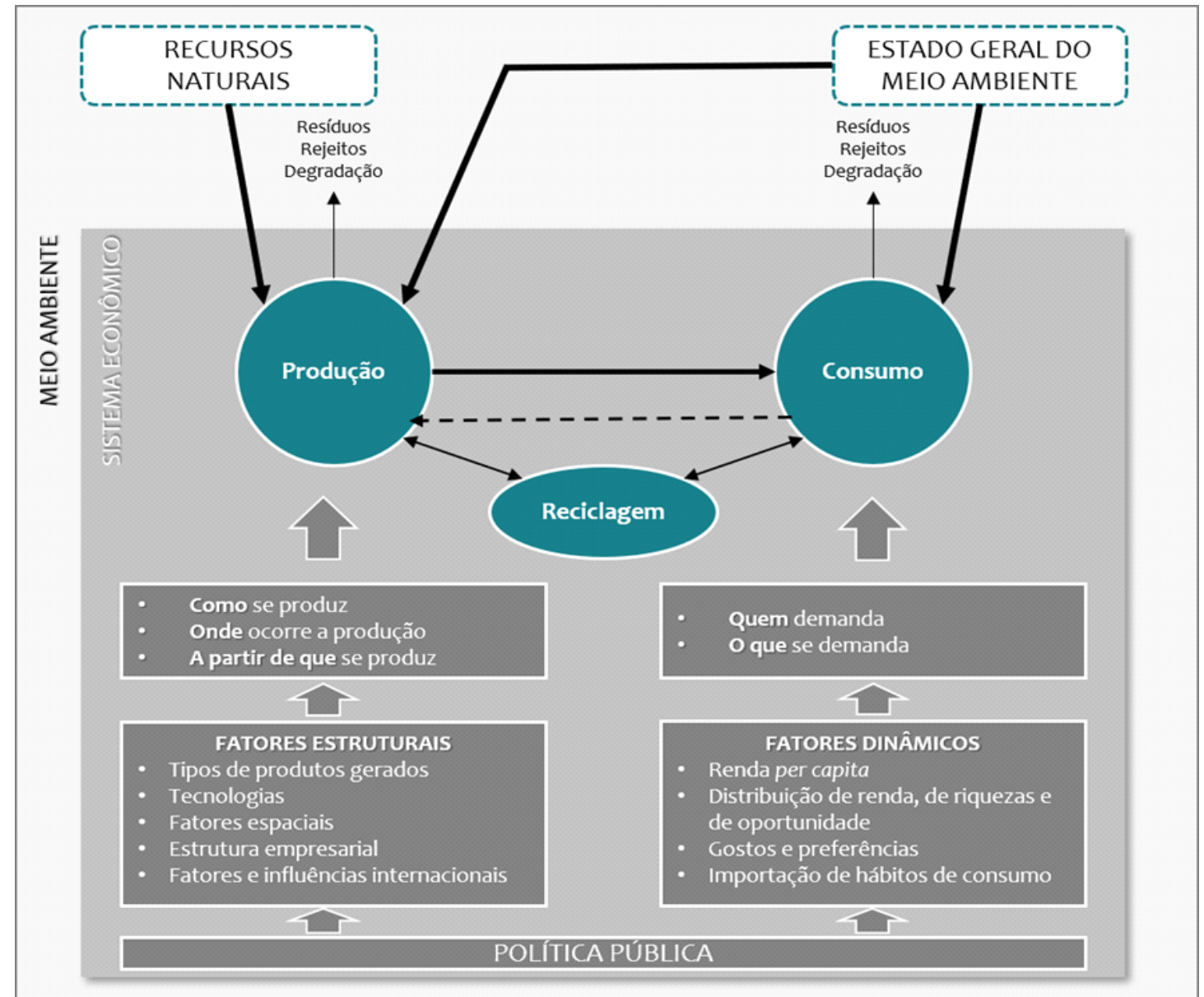
A Figura 4 mostra como os lados da oferta e demanda influenciam no funcionamento do sistema econômico e, conseqüentemente, na degradação ambiental.

Uma vez que seja estabelecido quem demanda e o que é demandado, o sistema econômico desempenha a função de organizar as atividades e alocar os recursos para produzir dos bens e serviços demandados.

Estabelecem-se, assim, como se produz, com que tecnologias, a partir de quais recursos básicos se produz e onde se localiza a produção (MUELLER, 2012).

O resultado de todas essas decisões afetará a intensidade de consumo de recursos naturais e geração de resíduos, demonstrando que os impactos econômicos não são algo do acaso, mas o reflexo de um contexto multidimensional moldado pela relação entre oferta, demanda e o meio ambiente.

Figura 4 - Como os Lados da Oferta e Demanda Influenciam o Sistema Econômico



Fonte: Mueller (2012).

CRESCIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

- Ainda de acordo com a figura anterior, a configuração do lado da oferta é definido pelos fatores dinâmicos, que incluem: natureza dos produtos que a sociedade demanda; tecnologias disponíveis; estrutura empresarial; fatores de ordem espacial e influências internacionais, relevantes pelo comércio internacional.
- Já as características do lado da demanda são determinadas pelos fatores estruturais, abrangendo: a renda *per capita*; a distribuição da renda, riqueza e oportunidades; a estrutura de gostos e preferências dos que têm mais renda para sustentar a demanda; e os hábitos de consumo importados do exterior, elemento importante na atual era da globalização.
- Ressalta-se que ambos os fatores exercem influência mútua, de forma que, quando a produção é definida pelo lado da demanda, esta também é influenciada pelas mudanças da estrutura produtiva.
- Isso ocorre porque diferentes configurações produtivas possibilitam diferentes formas de apropriação da renda gerada e do equilíbrio entre os grupos sociais (MUELLER, 2012).

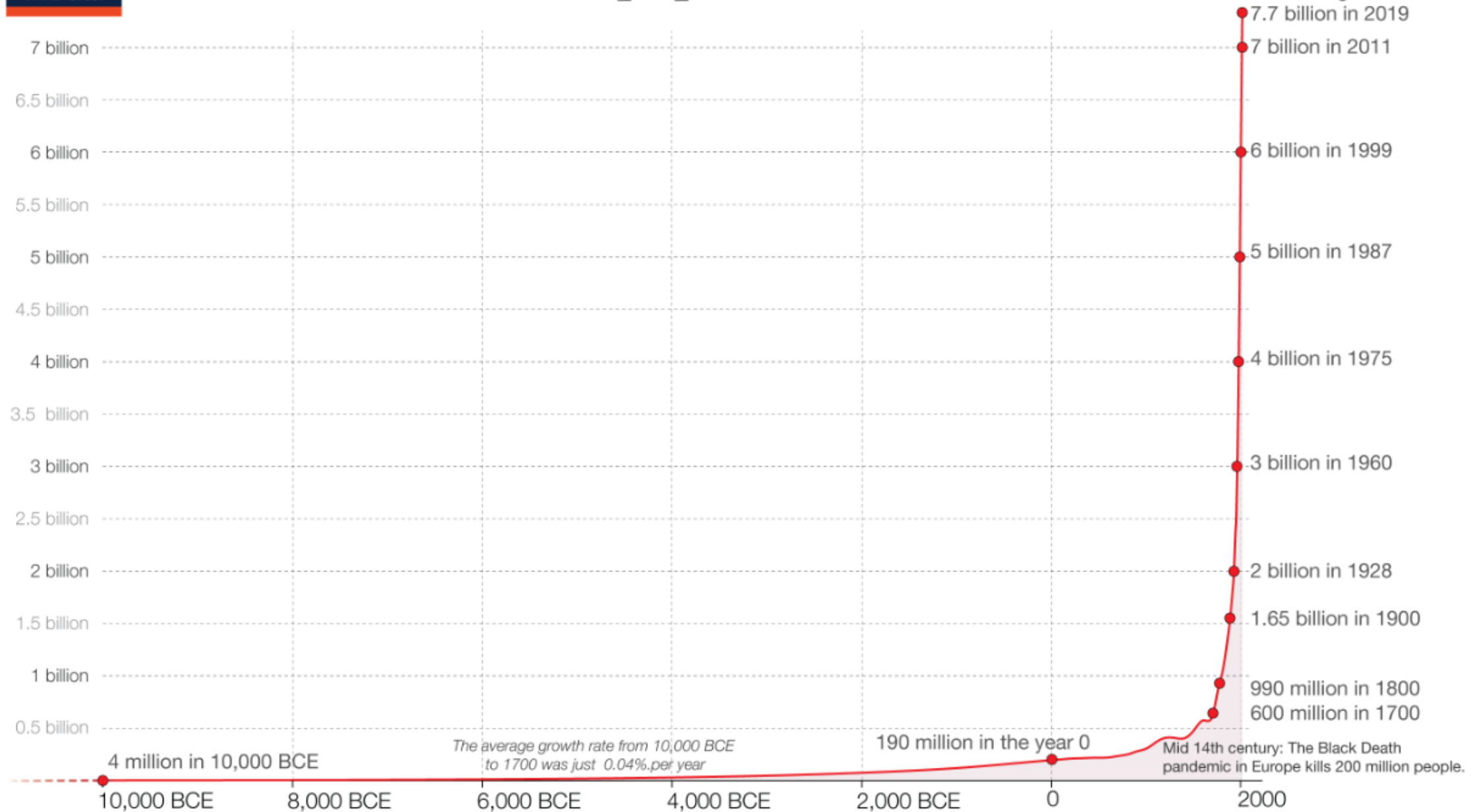


O TAMANHO DA ECONOMIA E MEIO AMBIENTE I: DINÂMICA DEMOGRÁFICA

- Projeções demográficas da Divisão de População das Nações Unidas (2003)
 - Entre 1950 e 2000 a população do mundo aumentou 141% passando de 2,5 Bilhões de pessoas para 6,1 Bilhões de pessoas, uma taxa média de crescimento de 1,76% a.a.
 - Espera-se uma queda da taxa de crescimento da população mundial para 0,77% a.a. até 2050.
 - Em 1950 a população dos países em desenvolvimento representava 67,7% do total mundial, no ano 2000 a sua participação aumentou para 80,3%.
 - A taxa de crescimento demográfico dos países em desenvolvimento mais pobres (renda per-capita baixa): 2,4% a.a no período 1950-2000, com sua participação na população mundial passando de 7,9% para 11%.
 - A taxa de crescimento demográfico dos outros países em desenvolvimento foi de 2,06% a.a no período 1950-2000, com sua participação na população mundial passando de 59,5% para 69,2%
 - Taxa de Crescimento demográfico dos países desenvolvidos foi de 0,7% a.a no período 1950-2000 com sua participação na população mundial passando de 32,3% para 19,7%.
 - A população mundial continuará crescendo a um ritmo acelerado, devendo atingir 9 bilhões de pessoas em 2050.



The size of the world population over the last 12,000 years



Based on estimates by the *History Database of the Global Environment* (HYDE) and the United Nations. On OurWorldinData.org you can download the annual data.

This is a visualization from OurWorldinData.org, where you find data and research on how the world is changing.

Licensed under [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) by the author Max Roser.

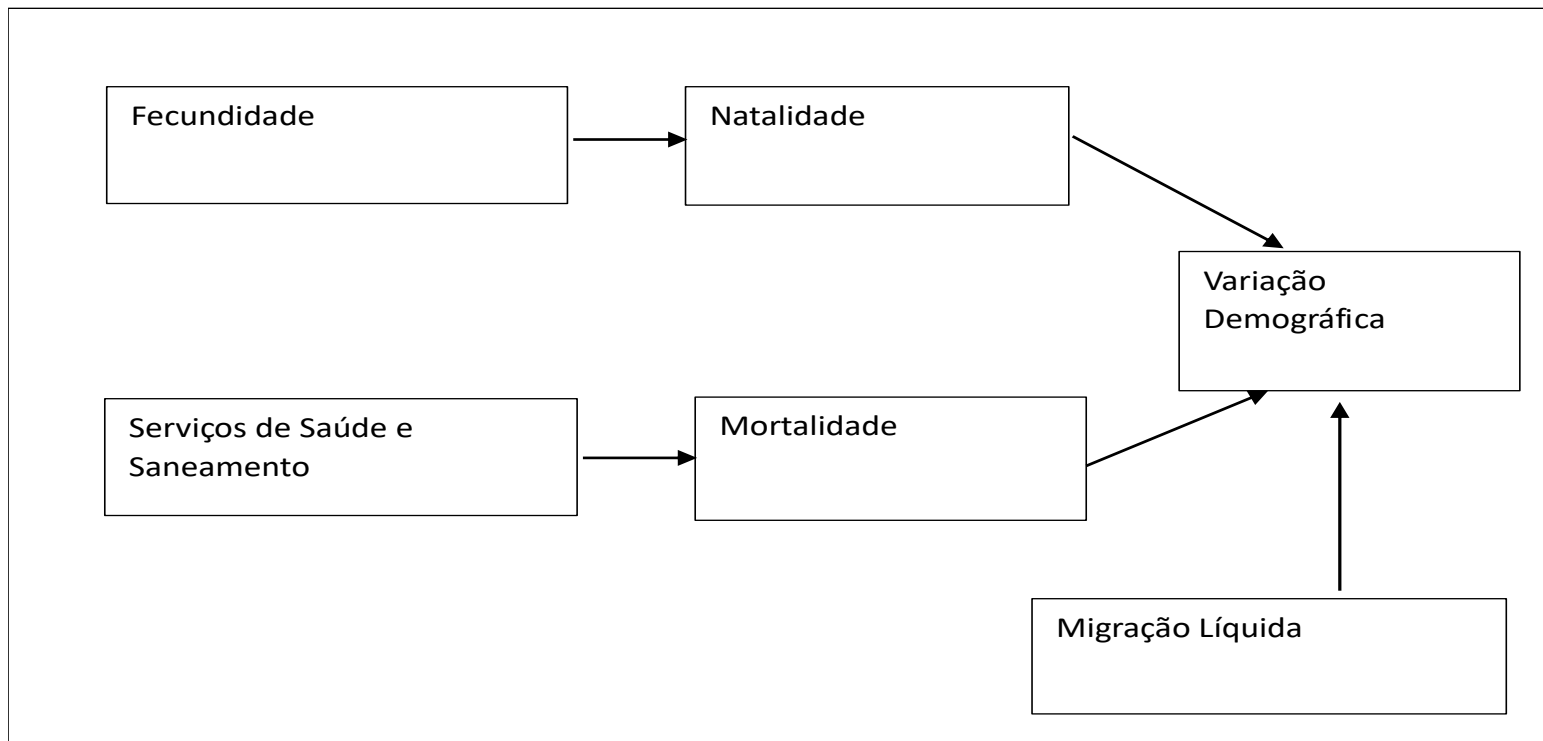
QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

1. O mundo terá capacidade de alimentar 9 bilhões de pessoas em 2050?
2. Qual o impacto dessa expansão demográfica sobre o consumo de energia, recursos naturais e poluição?



ELEMENTOS DE DINÂMICA DEMOGRÁFICA

- Principais fatores que afetam a taxa de crescimento demográfica por país ou região



ELEMENTOS DE DINÂMICA DEMOGRÁFICA

- Taxa de fecundidade (Fertilidade): Número de nascimentos vivos que, em média, se estima que uma mulher de um país tem ao longo de sua vida reprodutiva (15-49 anos).
- Dados da taxa de fecundidade no período 1990-1995 por regiões
 - Europa: 1,7 filhos por mulher.
 - África: 6,0 filhos por mulher
 - Ásia: 3,2 filhos por mulher
 - América do Sul: 2,9 filhos por mulher.
- Fato estilizado: Ao longo do tempo a taxa de fecundidade de um país ou região tende a declinar.
- Brasil: Entre 1960 e 2000 a taxa de fecundidade caiu de 6,3 para 2,3 filhos por mulher.
- A fecundidade é maior nas regiões mais pobres do que nas mais desenvolvidas.



RAZÕES DO DECLÍNIO DE FERTILIDADE

- Aumento da renda per-capita, da urbanização, do acesso a métodos contraceptivos e a programas de planejamento familiar.
 - A urbanização reduz a demanda dos casais por filhos pois, de um lado, ela está associada a melhores serviços de saúde e saneamento o que diminui o número de filhos que morrem antes de chegar a vida adulta; por outro lado, a urbanização está associada ao desenvolvimento dos serviços de previdência social, reduzindo a necessidade de um casal ter muitos filhos como fonte de sustento na velhice.
- A taxa de fecundidade e a participação das mulheres em idade reprodutiva determinam a taxa de natalidade de um país ou região; ou seja, a proporção entre o total de nascidos em um período de tempo com relação a população total.



TAXA DE MORTALIDADE E EXPECTATIVA DE VIDA

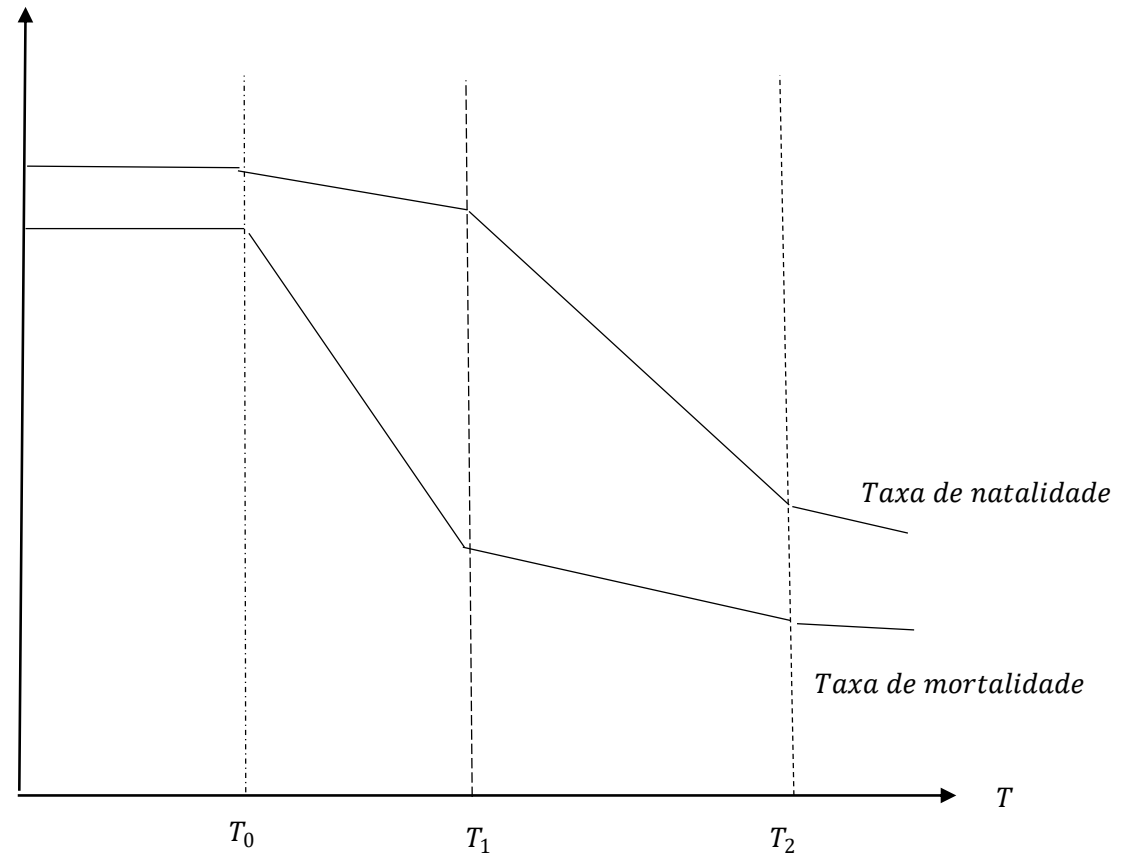
- Taxa de mortalidade: corresponde ao número de mortos por ano num país ou região como proporção da população.
- Nos últimos 150 anos quase todos os países registraram um declínio nas taxas de mortalidade devido a um aumento da expectativa de vida ao nascer.
- Expectativa de vida ao nascer na Europa:
 - 1800: 35 anos.
 - 1900: 50 anos
 - 1950: 66 anos
 - 1995: 75 anos.
- Razões para o aumento da expectativa de vida:
 - Aumento da renda per-capita: melhorias na nutrição
 - Avanços da medicina (exemplo a invenção das estatinas)
 - Melhor acesso da população a serviços de saúde como, por exemplo, vacinação.
 - Melhoras no saneamento básico.



TRANSIÇÃO DEMOGRÁFICA

Taxa de Crescimento vegetativo:
Diferença entre a taxa de mortalidade
de um país ou região e a sua taxa de
mortalidade.

Transição demográfica: Transição de
uma fase com elevada taxa de
crescimento demográfico para uma taxa
baixa de crescimento demográfico.



POPULAÇÃO, POBREZA E MEIO AMBIENTE

- Os padrões demográficos dos países em desenvolvimento tendem a ser considerados uma ameaça ao meio ambiente porque quase todos os países com elevadas taxas de crescimento demográfico são pobres.
 - A expansão da demanda por alimentos, combustíveis e outros bens e serviços resultará em pressão adicional e significativa sobre o meio ambiente.
 - Em países densamente povoados (Índia, por exemplo) o aumento da demanda por alimentos geralmente conduz a adoção de processos de ocupação, abertura e uso descontrolado das terras com cultivos sendo realizados em áreas inadequadas, causando degradação dos solos, perda de fertilidade e erosão.
 - A pobreza, as desigualdades distributivas e a concentração da população nas grandes cidades dos países em desenvolvimento vem ocasionando dois problemas ambientais:
 - Poluição, congestão de veículos e degradação resultante dos padrões de consumo de um grupo relativamente pequeno de pessoas de renda média e alta.
 - Problemas ambientais resultantes da carência de serviços básicos para a população de baixa renda.



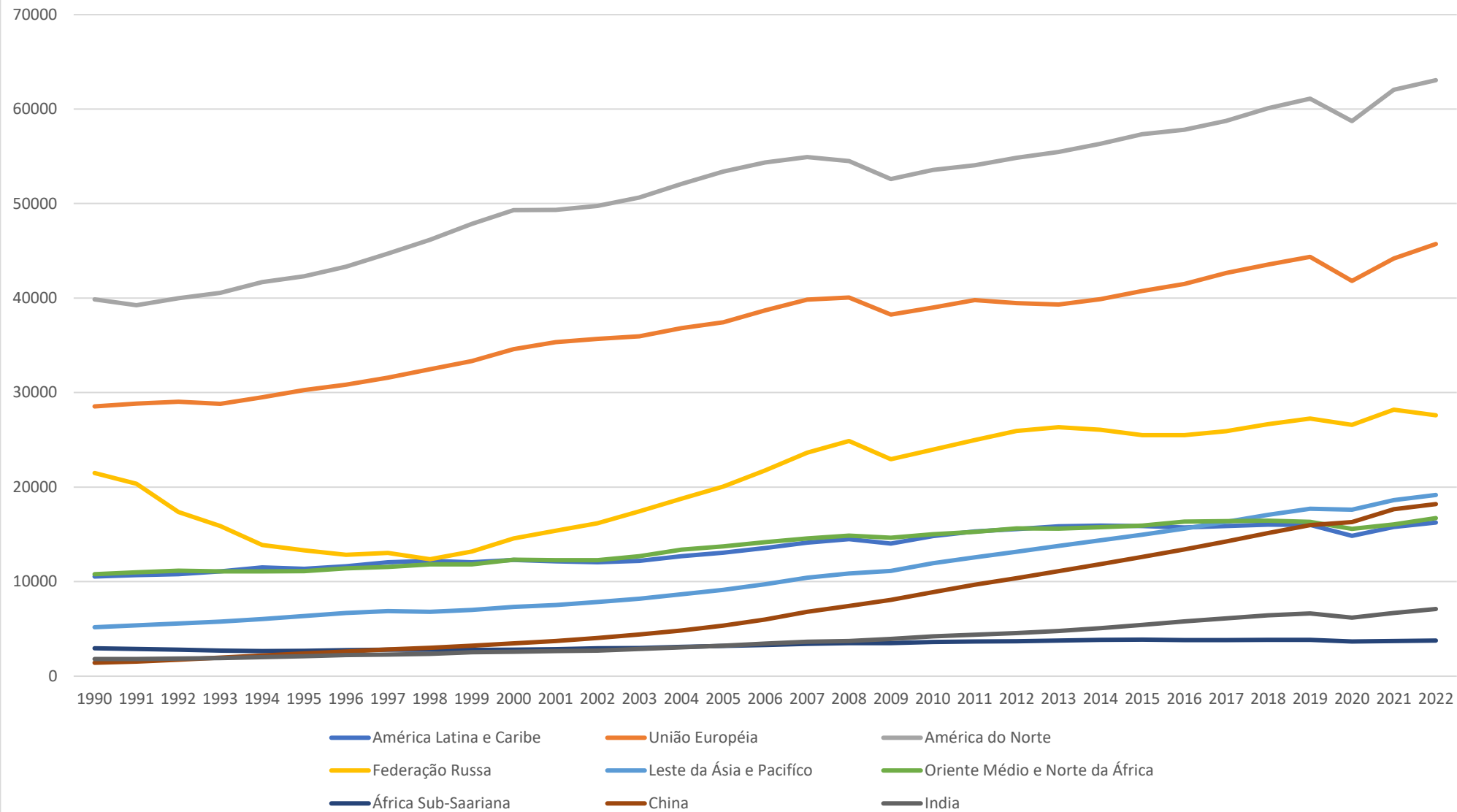
	Cidade	País	est. de 2018 da ONU ^[a]	Delimitação administrativa ^[b]				Região metropolitana ^[c]			Área urbana ^[8]		
				Definição	População	Área (km²)	Densidade (/km²)	População	Área (km²)	Densidade (/km²)	População	Área (km²)	Densidade (/km²)
1	Tóquio	 Japão	37 468 000	Prefeitura metropolitana	13 515 271	2 191	6 169 ^[13]	37 274 000	13 452	2 771 ^[14]	39 105 000	8 231	4 751 ^[d]
2	Déli	 Índia	28 514 000	Capital	16 753 235	1 484	11 289 ^[15]	29 000 000	3 483	8 326 ^[16]	31 870 000	2 233	14 272 ^[e]
3	Xangai	 China	25 582 000	Município	24 870 895	6 341	3 922 ^{[17][18]}	—	—	—	22 118 000	4 069	5 436 ^[f]
4	São Paulo	 Brasil	21 650 000	Município	12 252 023	1 521	8 055 ^[19]	21 734 682	7 947	2 735 ^[20]	22 495 000	3 237	6 949 ^[g]
5	Cidade do México	 México	21 581 000	Capital	9 209 944	1 485	6 202 ^[21]	21 804 515	7 866	2 772 ^[22]	21 505 000	2 385	9 017
6	Cairo	 Egito	20 076 000	Província	9 500 000	3 085	3 079 ^[23]	—	—	—	19 787 000	2 010	9 844
7	Mumbai	 Índia	19 980 000	Município	12 478 447	603	20 694 ^[24]	24 400 000	4 355	5 603 ^[25]	22 186 000	1 008	22 010 ^{[26][h]}
8	Pequim	 China	19 618 000	Município	21 893 095	16 411	1 334 ^{[17][18]}	—	—	—	19 437 000	4 172	4 659
9	Daca	 Bangladesh	19 578 000	Capital	8 906 039	338	26 349 ^{[27][28]}	14 543 124 ^[29]	—	—	16 839 000	456	36 928
10	Osaka	 Japão	19 281 000	Cidade designada	2 725 006	225	12 111 ^[13]	19 303 000	13 228	1 459 ^[14]	15 490 000	3 020	5 129 ^[i]
11	Nova Iorque	 Estados Unidos	18 819 000	Cidade	8 804 190	778	11 316 ^[30]	20 140 470	12 093	1 665 ^[31]	23 582 649	34 493	684 ^[j]
12	Carachi	 Paquistão	15 400 000	Cidade metropolitana	14 910 352	3 530	4 224 ^{[32][33]}	16 051 521	3 780	4 246 ^[34]	15 292 000	1 044	14 648 ^[35]
13	Buenos Aires	 Argentina	14 967 000	Cidade autônoma	3 054 300	203	15 046 ^[36]	12 806 866 ^[37]	—	—	16 216 000	3 222	5 033
14	Xunquim	 China	14 838 000	Município	32 054 159	82 403	389 ^{[38][18]}	—	—	—	8 261 000	1 536	5 378
15	Istambul	 Turquia	14 751 000	Município metropolitano	15 519 267	5 196	2 987 ^[39]	—	—	—	15 311 000	1 375	11 135

PROPOSTAS GLOBAIS DE REDUÇÃO DA POBREZA

- Conceito de Desenvolvimento Sustentável: Criado no final da década de 1980 pela Comissão do Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas.
- Condições básicas para o desenvolvimento sustentável:
 - Melhoria, ou pelo menos manutenção, do bem-estar dos atuais habitantes dos países e regiões metropolitanas.
 - Vigoroso combate a pobreza com acentuada redução das disparidades de renda entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, bem como dentro dos países.
 - Essas condições tem que ser atendidas sem prejudicar o bem-estar das gerações futuras.
- As projeções do Banco Mundial para 2030 não nos leva a ser otimistas com relação a redução das desigualdades de renda entre países e regiões do mundo.



Evolução da Renda Per-Capita em Paridade de Poder de Compra (US\$ constantes, 2017) das diversas regiões do mundo (1990-2022)



O TAMANHO DA ECONOMIA E MEIO AMBIENTE II: O AUMENTO DA RENDA PER-CAPITA

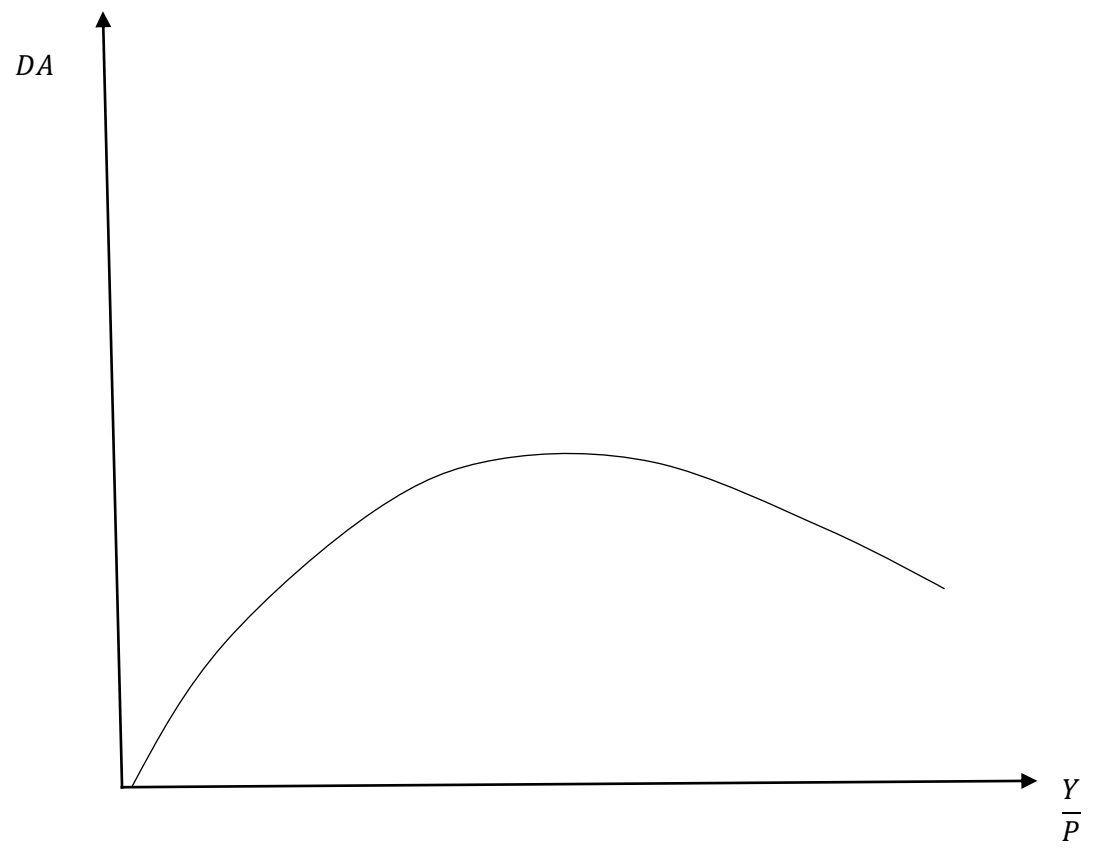
- Questão: De que forma o crescimento econômico afeta o meio ambiente?
- Década de 1970: Relação direta e inexorável entre o nível de produção e a degradação ambiental.
 - Georgeescu-Roegen (1971): The Entropy Law and Economic Process.
 - Importância da entropia para a economia
 - Questionamento da possibilidade de crescimento econômico contínuo no longo-prazo.
 - Crescimento infinito é incompatível com um planeta finito.
 - Argumento básico: uma vez que os estoques de recursos naturais básicos são dados e que a produção material implica necessariamente a emissão de dejetos e poluição, uma expansão contínua da produção não é sustentável.
 - Dois limites naturais:
 - O limite da disponibilidade fixa de recursos naturais
 - O limite dado pela capacidade do meio ambiente de absorver emanações de resíduos e dejetos do sistema econômico.
- Banco Mundial (1992): Só haveria uma relação direta entre crescimento econômico e degradação ambiental se vivêssemos num mundo de tecnologias imutáveis e coeficientes de produção fixos para o uso de recursos naturais e de emissão de dejetos da produção.



A HIPÓTESE DO U INVERTIDO

- Em países pobres cuja renda per-capita aumenta de forma consistente um emprego de quantidades de energia e recursos naturais conduz a uma degradação ambiental cada vez maior; mas isso só ocorre até certo nível de renda per-capita; além do qual a degradação ambiental começaria a cair com o aumento da renda per-capita.
- Borghesi (2002): Essa relação não-linear na forma de um U invertido resulta da combinação de três efeitos distintos do desenvolvimento sobre a qualidade do meio ambiente.
 - Efeito escala: Quanto maior a economia maior a degradação ambiental.
 - Efeito composição: O aumento da renda per-capita muda a composição da demanda de bens manufaturados para serviços (desindustrialização), os quais utilizam menos energia e recursos naturais do que a indústria. O efeito composição atua no sentido inverso ao efeito escala.
 - Efeito Mudança Tecnológica: O aumento da renda per-capita aumenta a disponibilidade de recursos para o desenvolvimento tecnológico. Dessa forma, seriam desenvolvidas formas de substituir as tecnologias "sujas" por tecnologias "limpas".
- Além disso, o próprio desenvolvimento econômico leva a uma mudança no comportamento social em direção a proteção do meio ambiente e ao desenvolvimento de tecnologias limpas (preferências lexicográficas).
- Indicadores de degradação Ambiental: quantidade de enxofre e monóxido de carbono na atmosfera, oxigênio dissolvido nos rios, % da população com saneamento básico, etc.

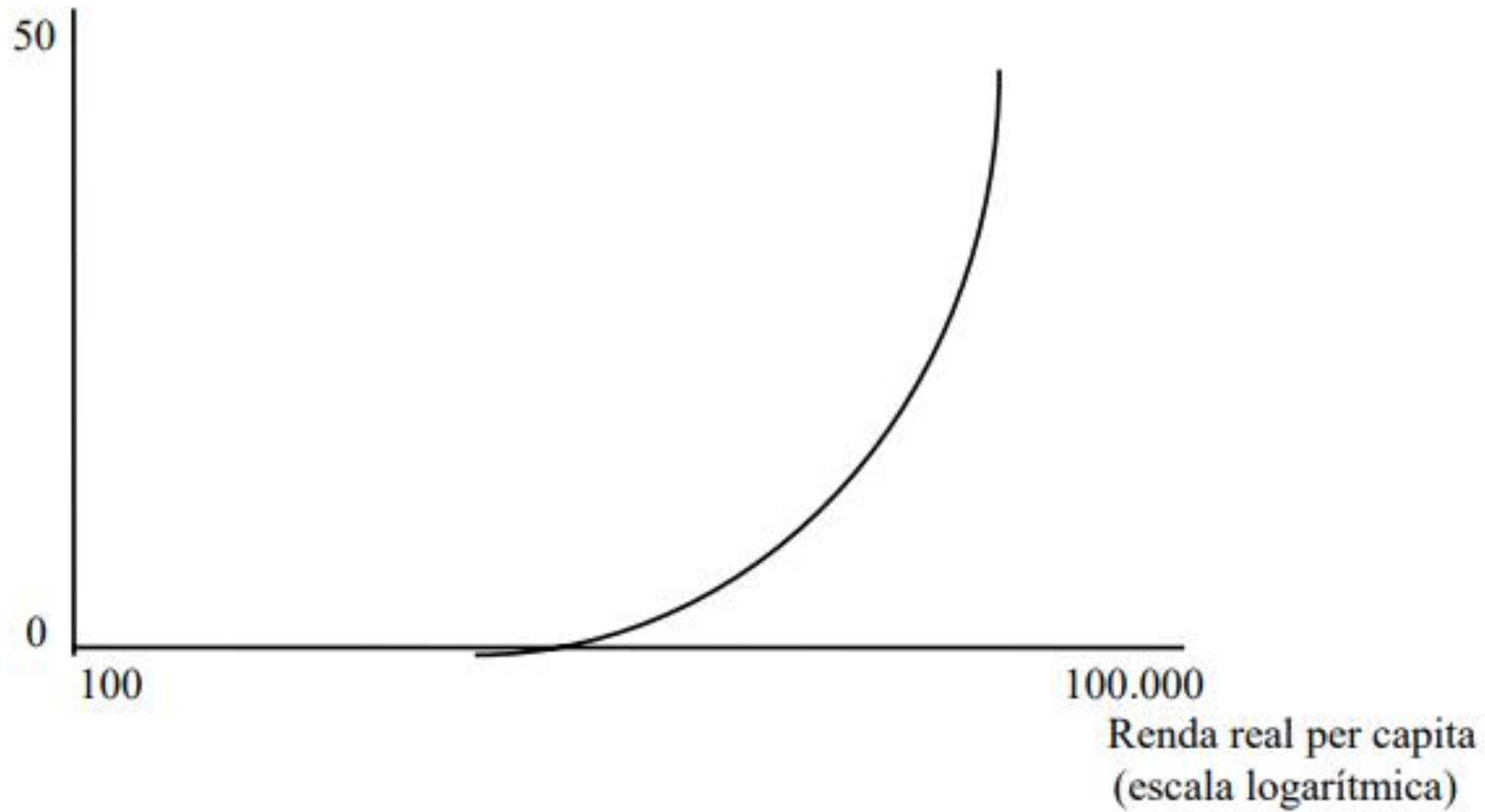




PROBLEMAS EMPÍRICOS COM A HIPÓTESE DO U INVERTIDO

- Arrow et al (1995): as estimativas da relação de U invertido bem comportadas (ou seja, estatisticamente significativas e com os sinais esperados para a renda per-capita e a renda per-capita ao quadrado) geralmente escondem o fato de que as melhorias ambientais nesses países foram conseguidos com a transferência de indústrias ou atividades altamente intensivas em energia e muito poluidoras para os países em desenvolvimento (os chamados paraísos de poluição).
- Nem de longe, contudo, se pode supor a existência dessa relação para poluentes com efeitos duradouros e de ampla abrangência espacial (emissão de CO₂ e metano os dois principais gases do efeito estufa).
- Existe uma relação direta e fortemente ascendente entre a renda per-capita e a emissão de dióxido de carbono.





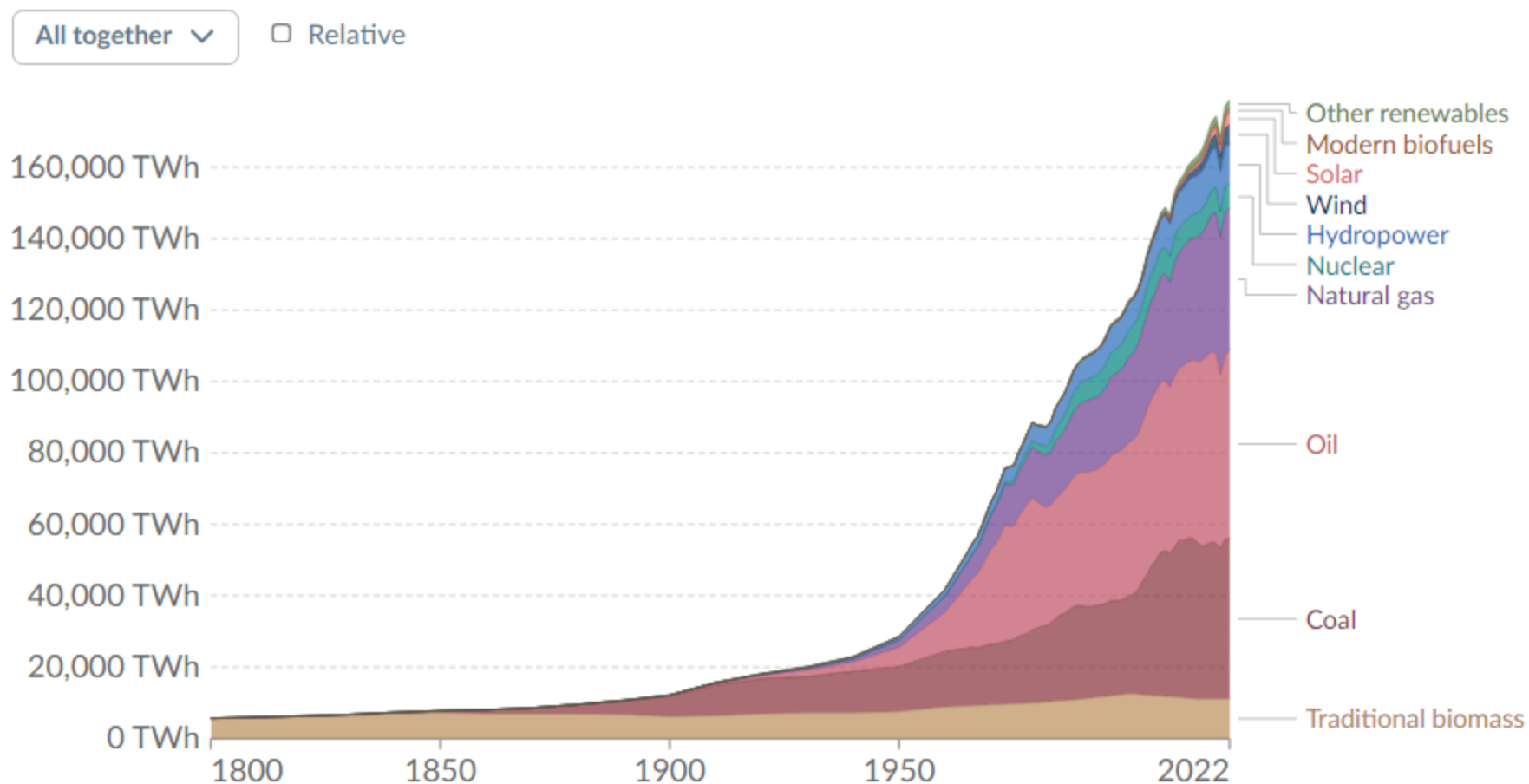
ENERGIA, EMISSÕES DE CO₂ E O EFEITO ESTUFA

- O aumento exponencial da escala da economia (renda per-capita e população) ocorrido desde o surgimento da Revolução Industrial demandou um aumento sem precedentes na história da humanidade do consumo de energia (não apenas eletricidade).
- A energia é o insumo básico utilizado em todo e qualquer processo produtivo, seja na forma de eletricidade para alimentar computadores, máquinas e equipamentos produtivos, iluminação pública e privada, a internet; ou na forma de energia obtida por combustão interna para abastecer uma enorme e crescente frota de automóveis particulares, ônibus, caminhões, trens, navios e aeroportos; bem como as usinas de eletricidade que se utilizam de combustíveis fósseis.
- A civilização moderna é altamente dependente de energia e não existiria sem ela.



Global primary energy consumption by source

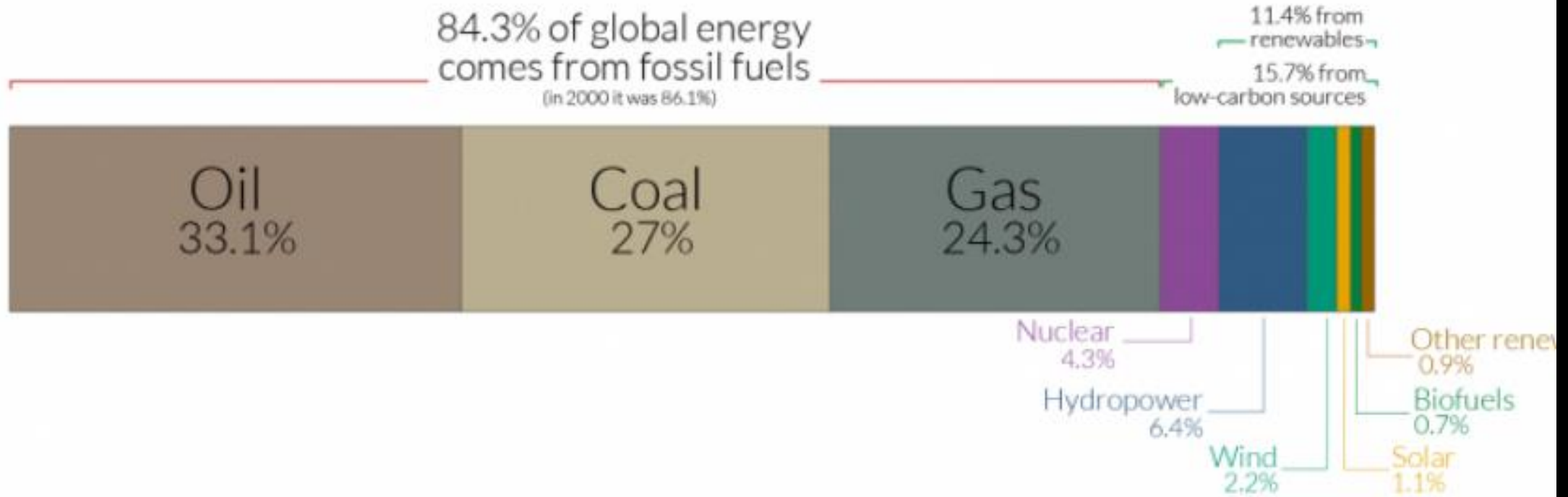
Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.



Source: Energy Institute Statistical Review of World Energy (2023); Vaclav Smil (2017)
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Global primary energy consumption by source

The breakdown of primary energy is shown based on the 'substitution' method which takes account of inefficiencies in energy production from fossil fuels. This is based on global energy for 2019.



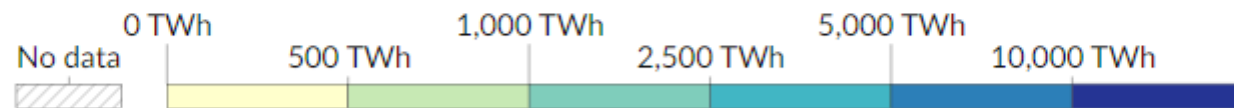
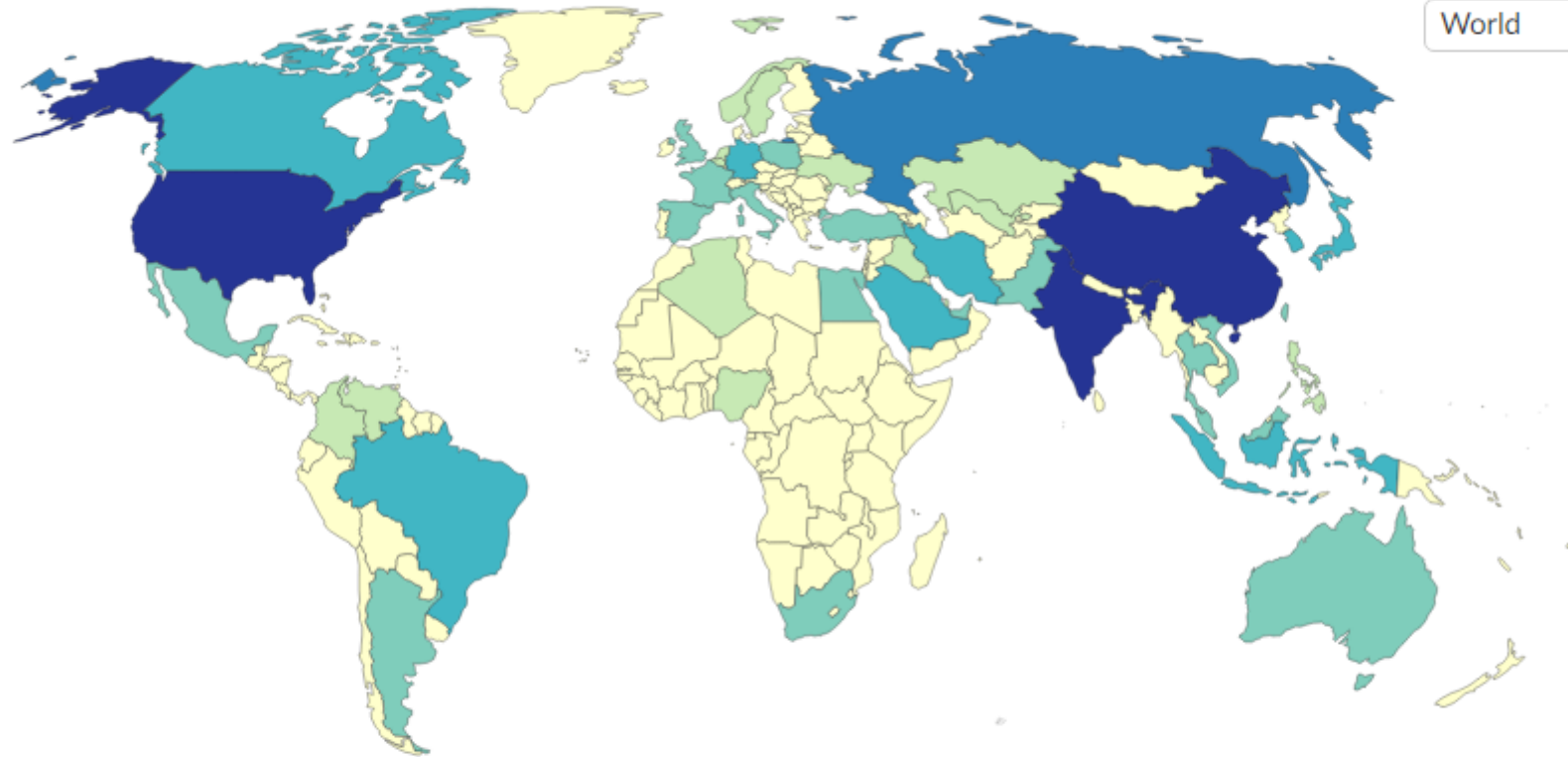
*'Other renewables' includes geothermal, biomass, wave and tidal. It does not include traditional biomass which can be a key energy source in lower income settings.
OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.
Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2020).
Licensed under CC-BY by the author Hanna

Primary energy consumption, 2022

Primary energy consumption is measured in terawatt-hours (TWh).

Our World
in Data

World



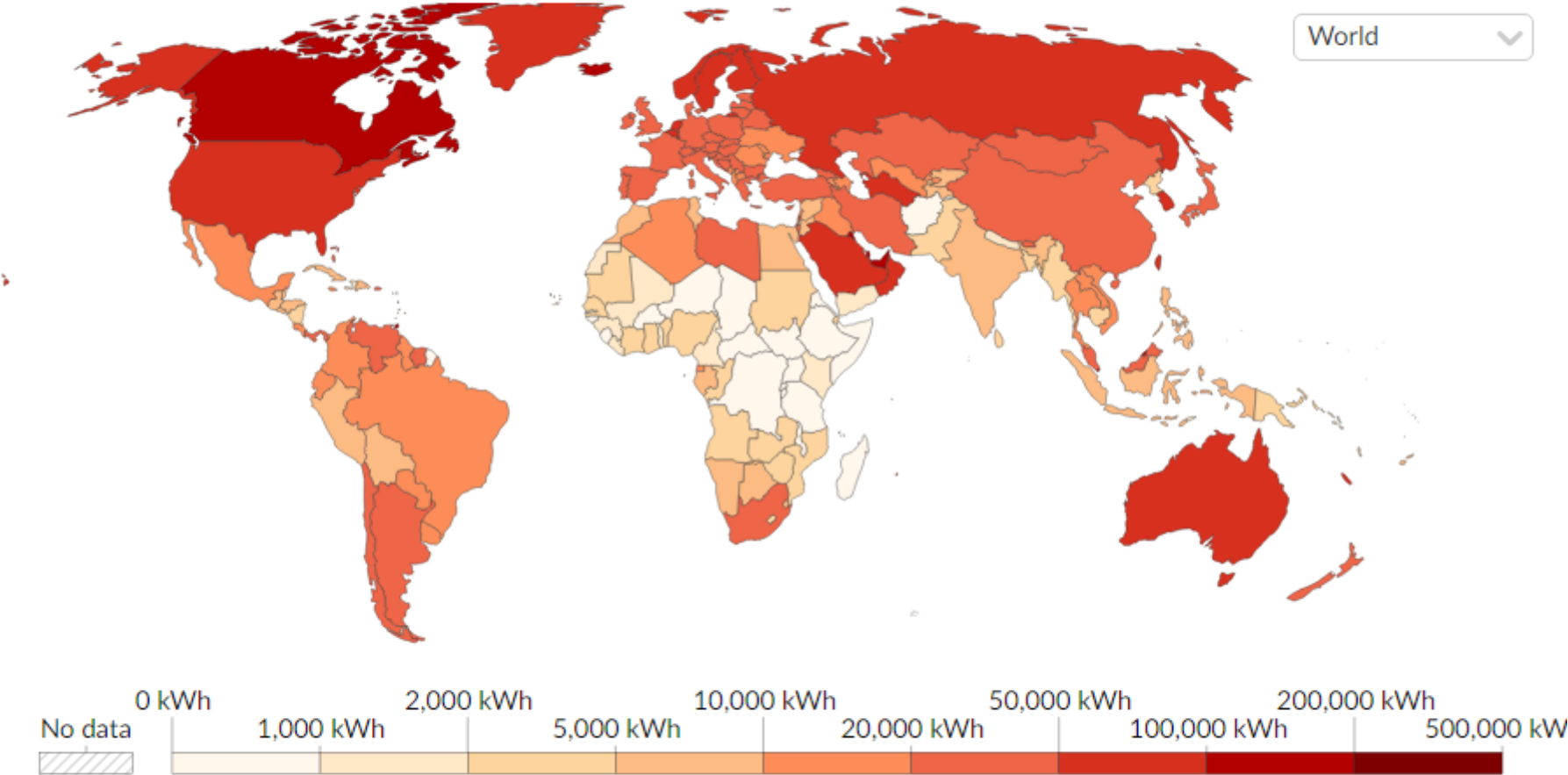
Source: U.S. Energy Information Administration (EIA); Energy Institute Statistical Review of World Energy (2023)

Note: Data includes only commercially-traded fuels (coal, oil, gas), nuclear and modern renewables. It does not include traditional biomass.

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Energy use per person, 2022

Energy use not only includes electricity, but also other areas of consumption including transport, heating and cooking.



Source: U.S. Energy Information Administration (EIA); Energy Institute Statistical Review of World Energy (2023)

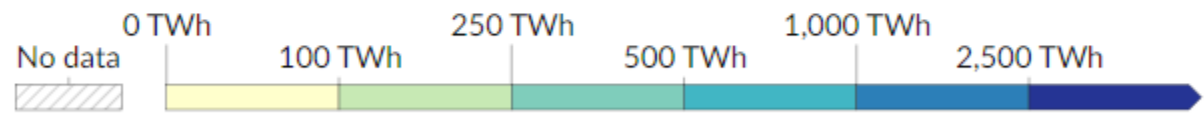
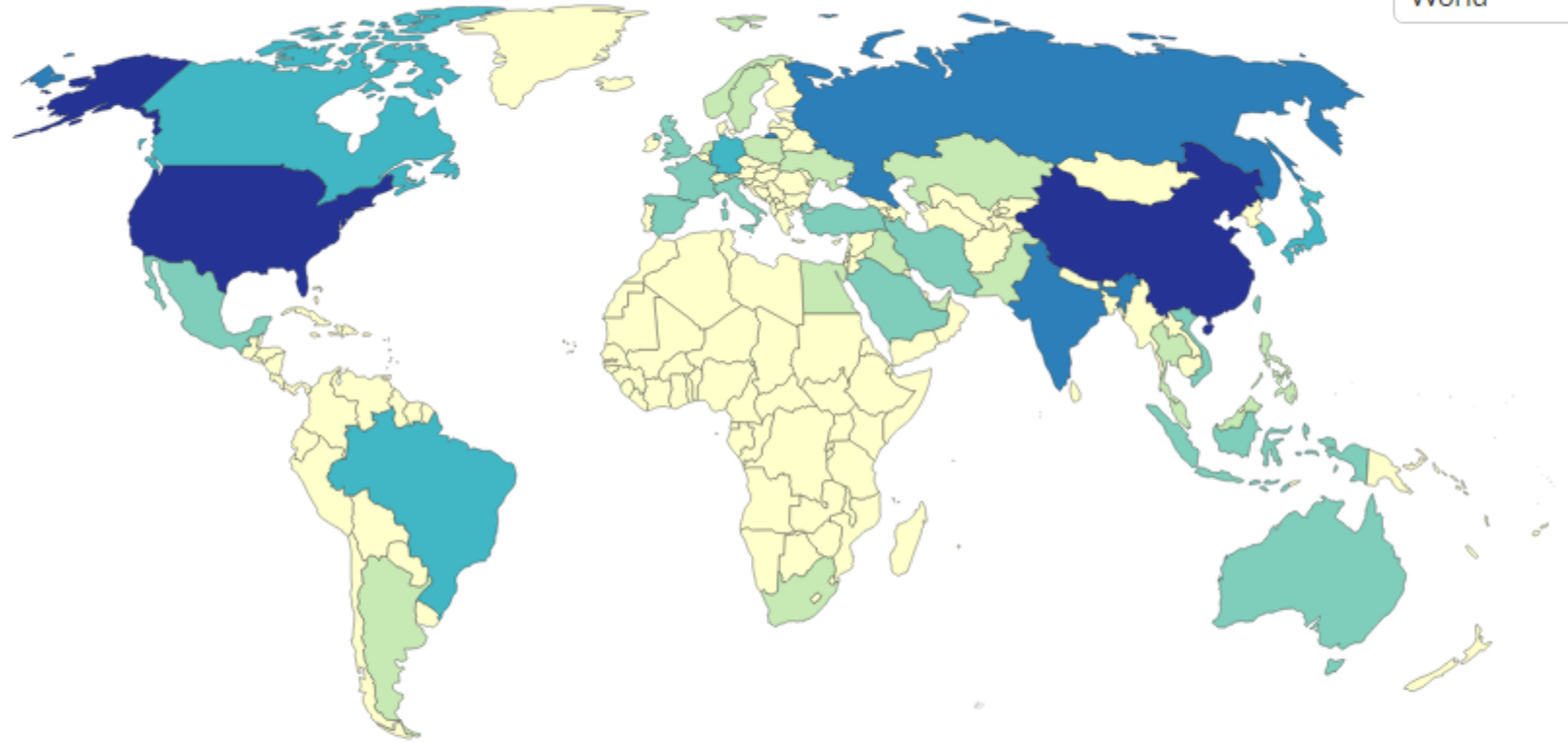
Note: Energy refers to primary energy – the energy input before the transformation to forms of energy for end-use (such as electricity or petrol for transport).

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Electricity generation, 2022

Our World
in Data

World



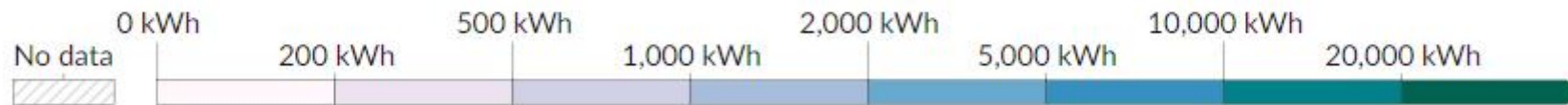
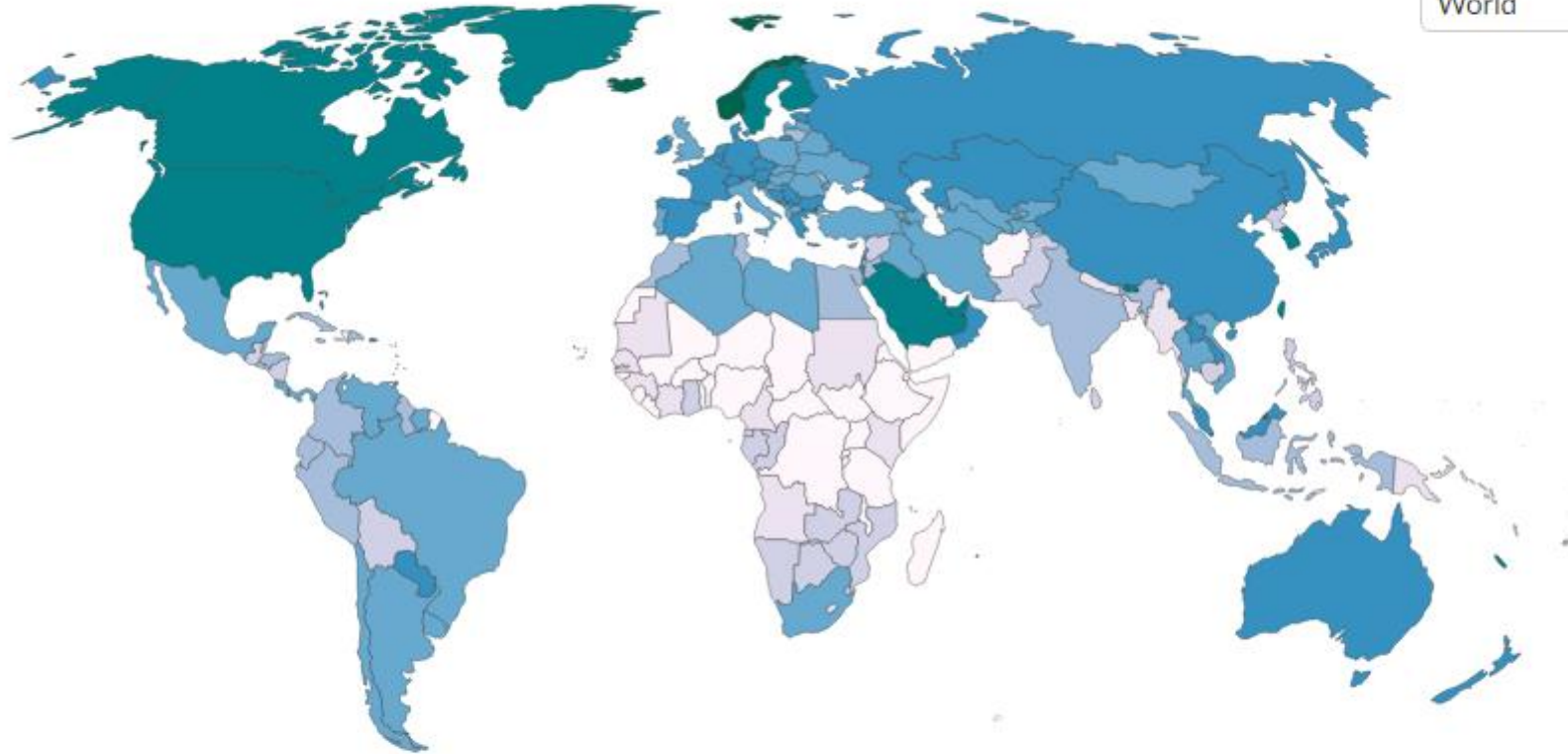
Source: Ember's Yearly Electricity Data; Ember's European Electricity Review; Energy Institute Statistical Review of World Energy
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Per capita electricity generation, 2022

This is annual average electricity generation per person, measured in kilowatt-hours.

Our World
in Data

World 



Source: Ember's Yearly Electricity Data; Ember's European Electricity Review; Energy Institute Statistical Review of World Energy
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Per capita primary energy consumption by source, 2022

Our World
in Data

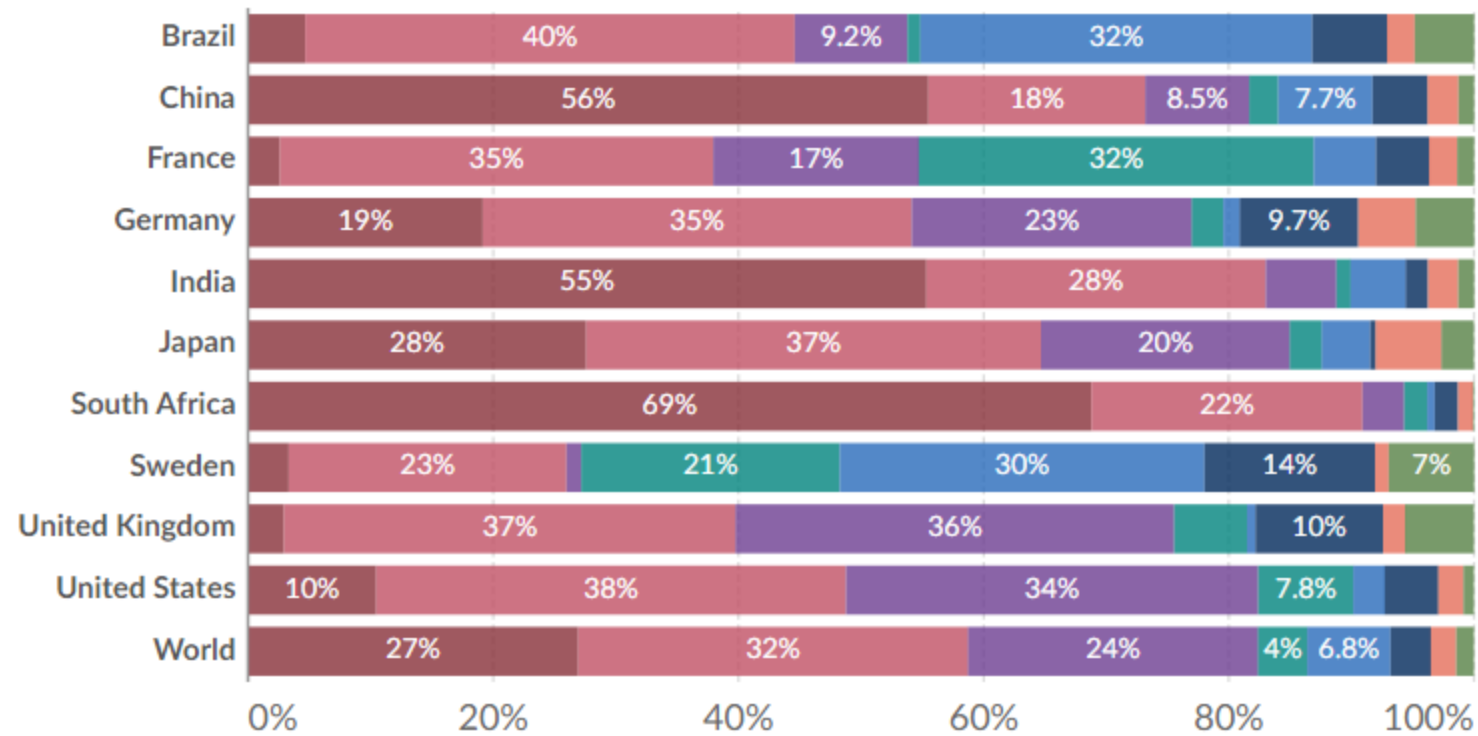
Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.

+ Add country or region

All together

Relative

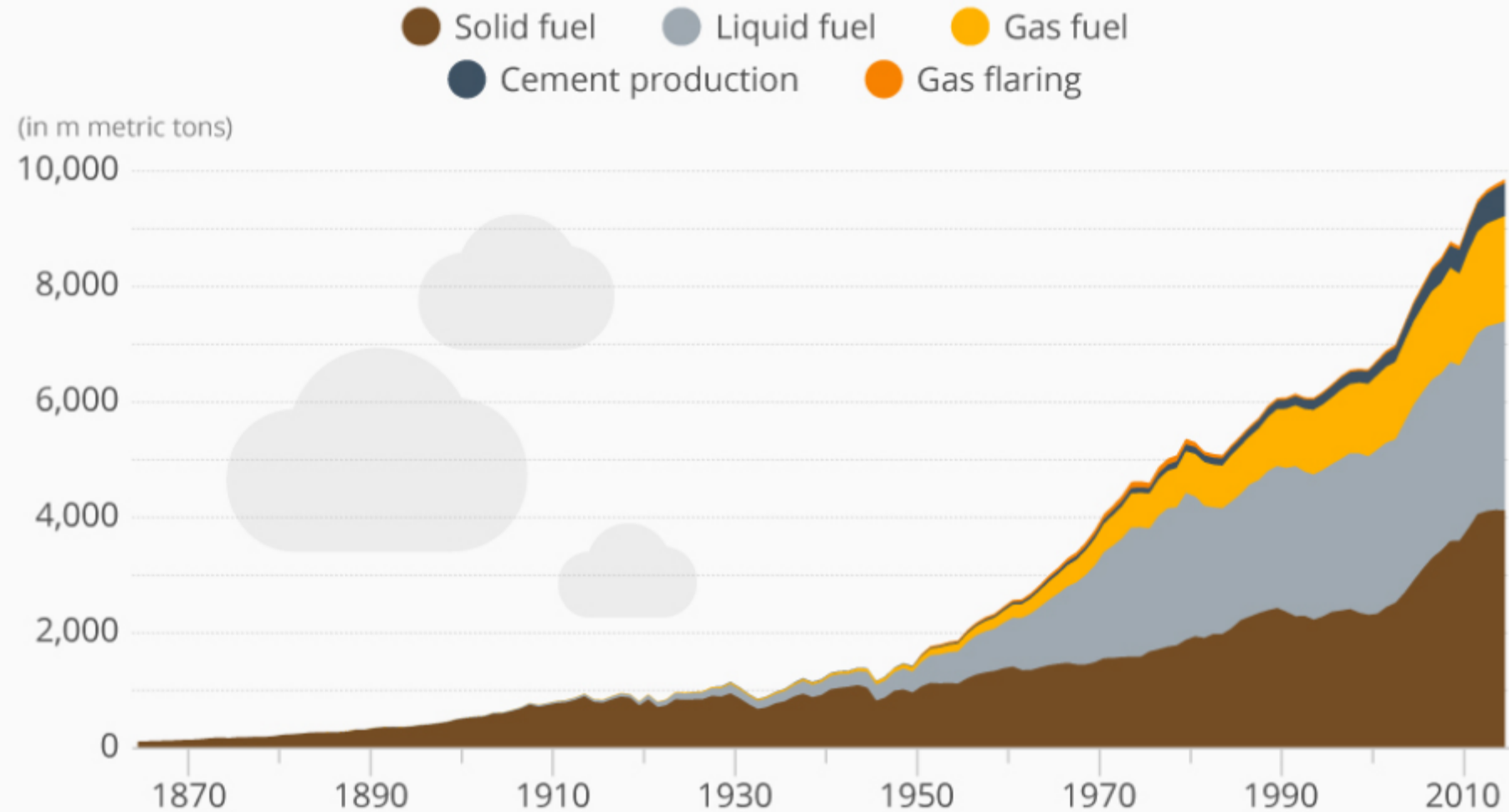
Coal Oil Gas Nuclear Hydropower Wind Solar Other renewables



Source: Energy Institute Statistical Review of World Energy (2023)
OurWorldInData.org/energy-mix • CC BY

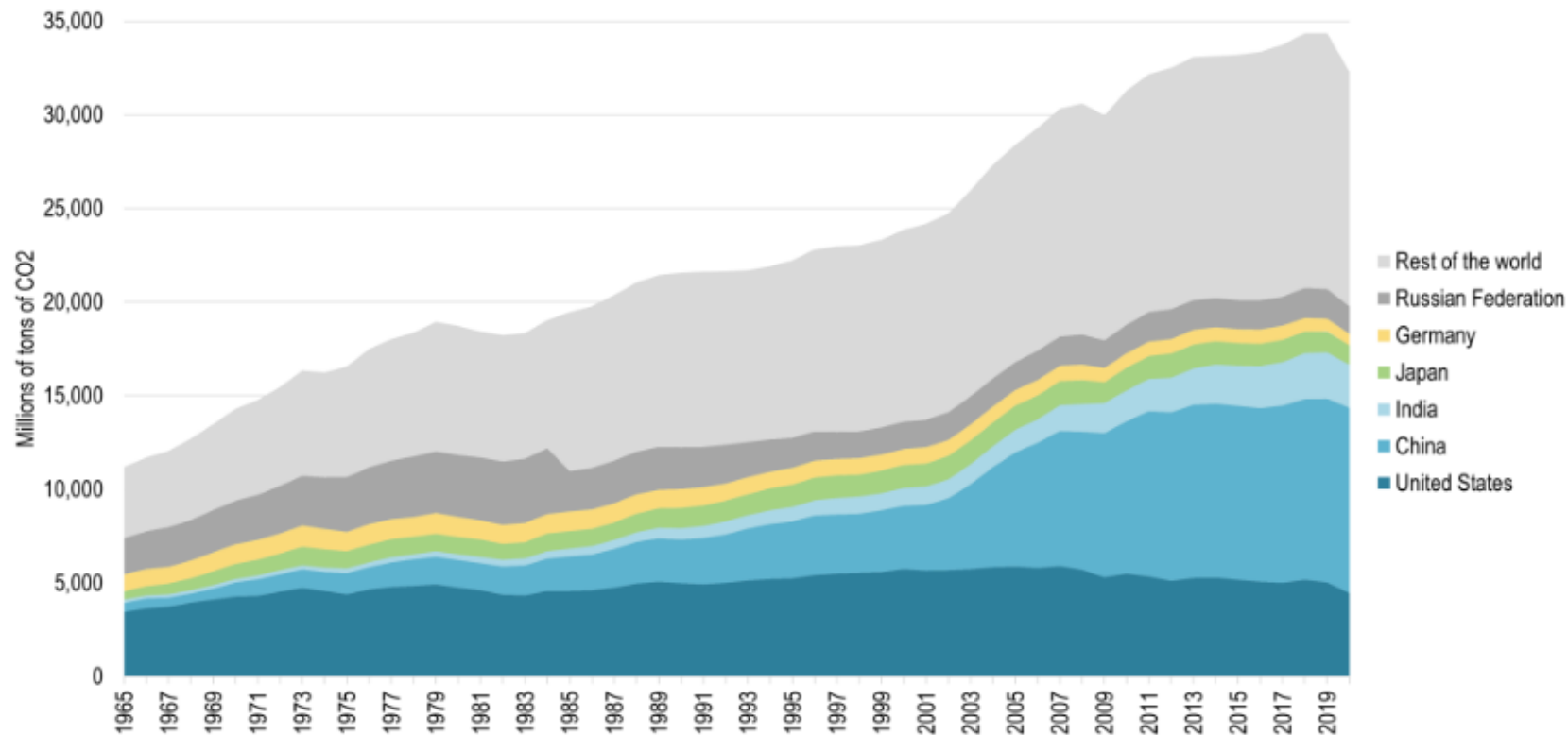
The Carbon Age: 150 Years of CO₂ Emissions

Worldwide carbon emissions from fossil fuel consumption and cement production



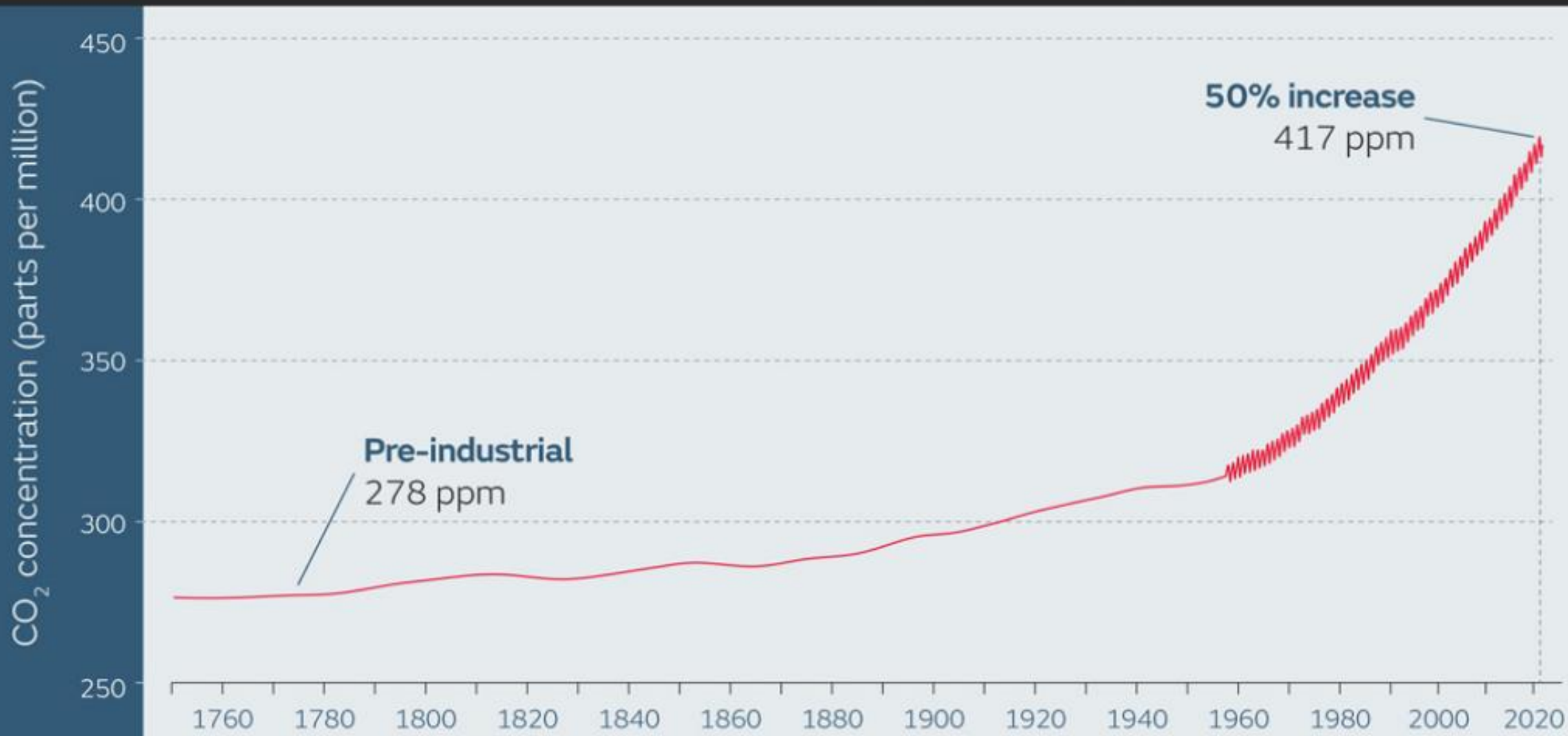
@StatistaCharts Source: CDIAC

Carbon Emissions by Country, 1965-2020



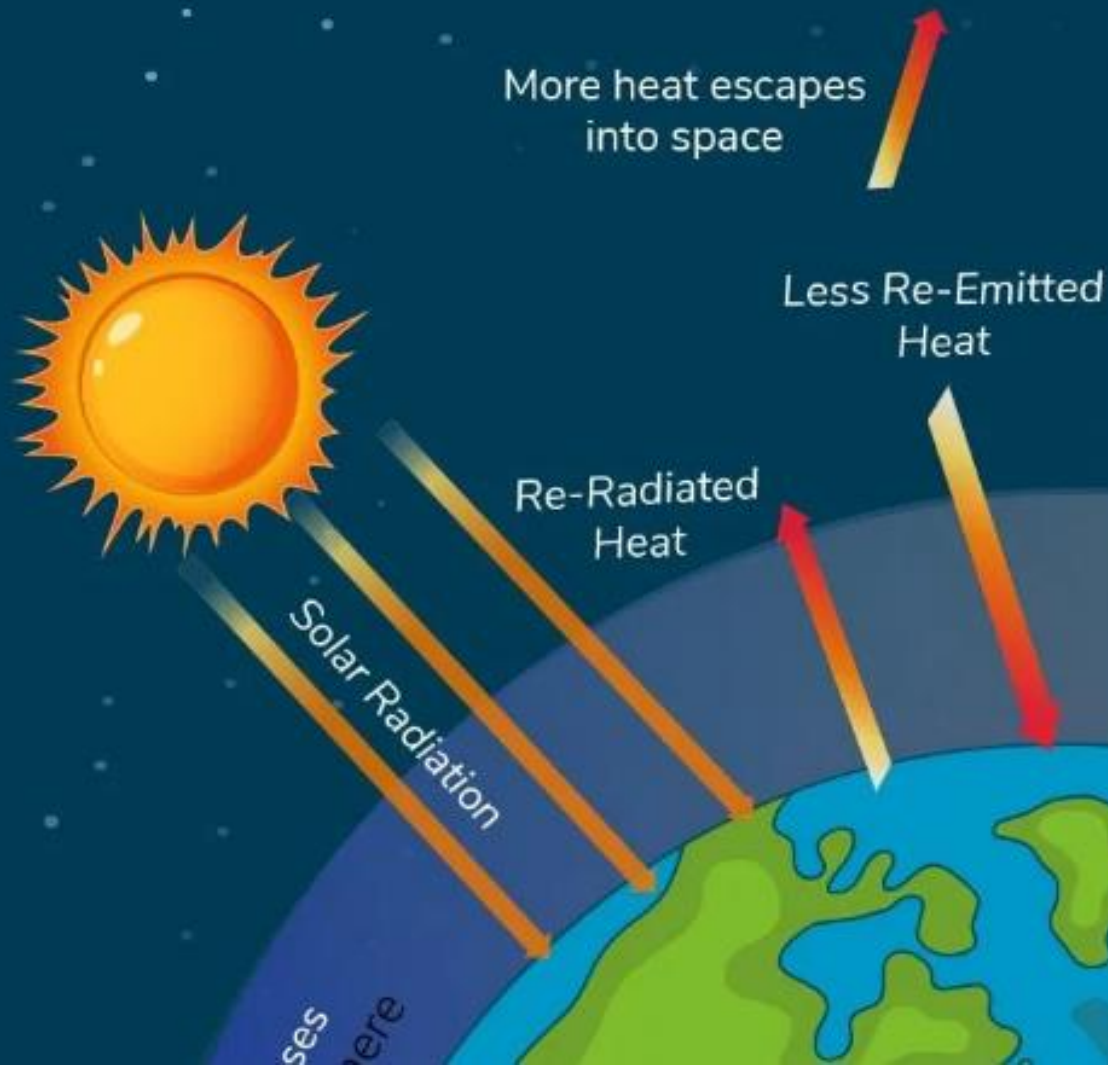
Carbon Emissions by Country 1965 2020

Source: BP Statistical Review of World Energy. Note: Data for USSR before 1985.

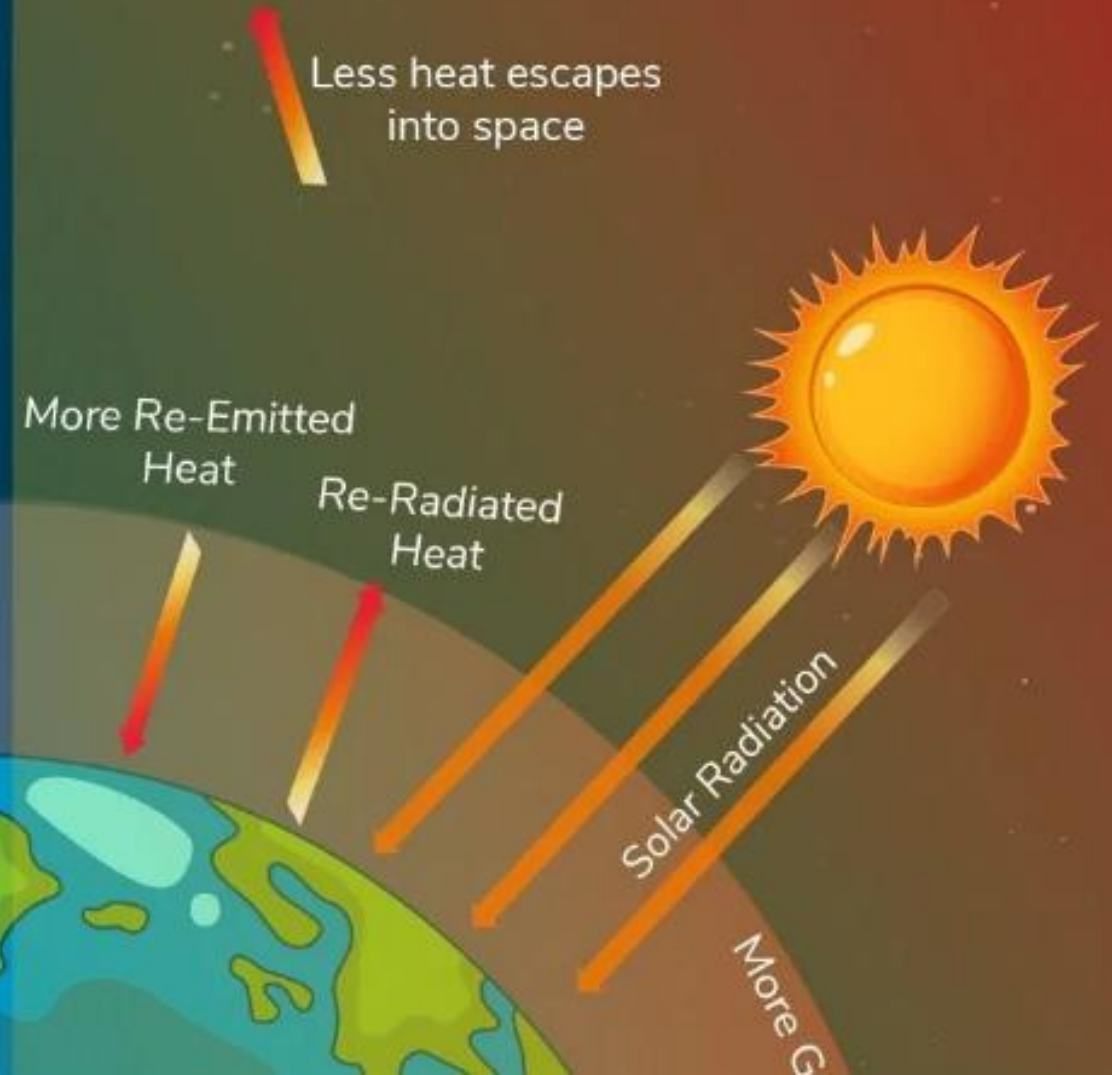


Ice core data from MacFarling Meure et al. (2006), Mauna Loa data from the Scripps CO₂ program. 2021 forecast from Met Office.

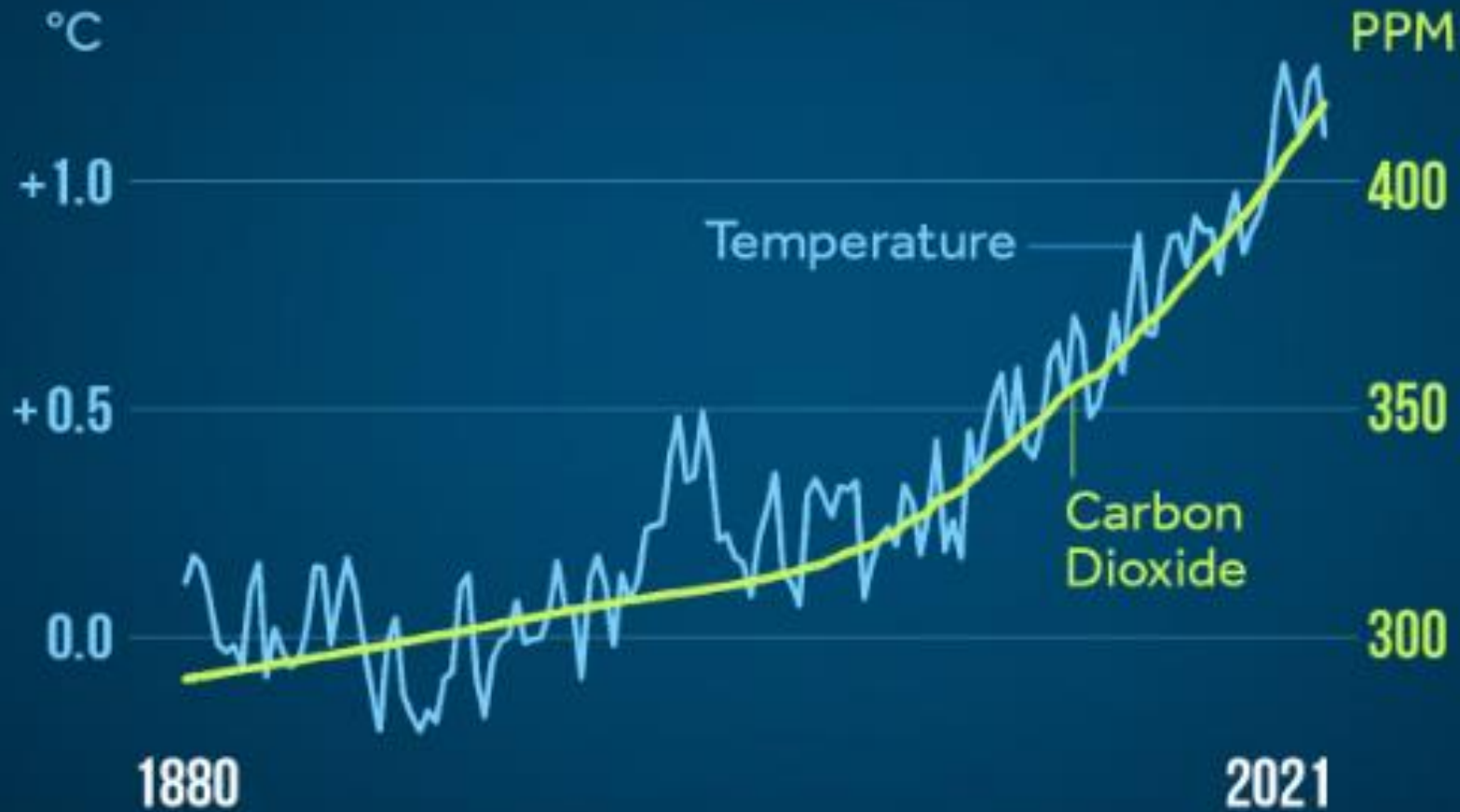
Natural Greenhouse Effect



Human Enhanced Greenhouse Effect



TEMPERATURE & CARBON DIOXIDE



Global temperature anomalies averaged and adjusted to early industrial baseline (1881-1910)
Source: NASA GISS, NOAA NCEI, ESRL

CLIMATE CENTRAL

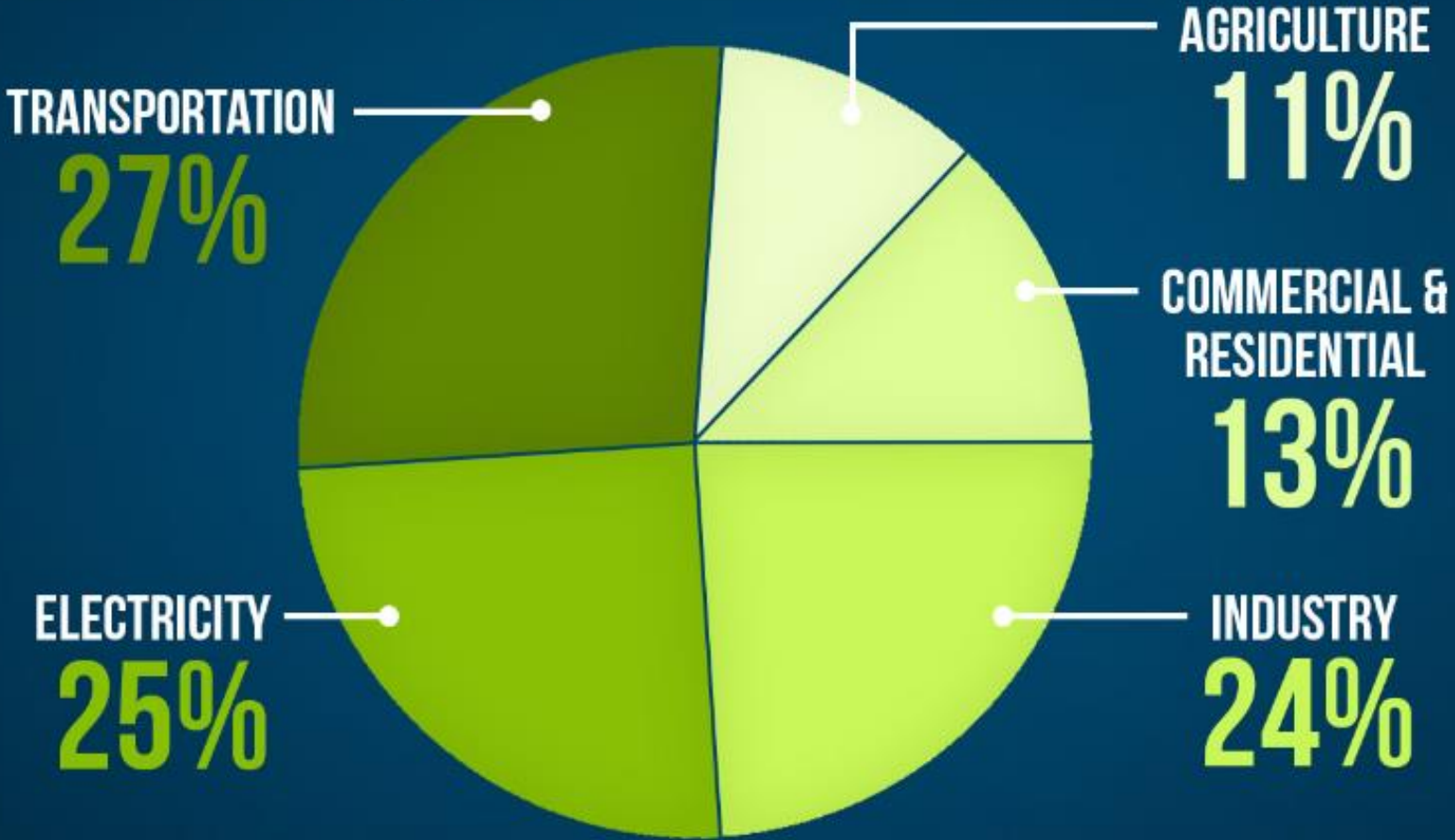
QUAIS AS FONTES DO EFEITO ESTUFA?

- Por setores de atividade econômica:
 - Setor de energia/eletricidade: produção, transmissão e distribuição de energia e eletricidade para abastecer nossas casas e economia
 - Setor Industrial: produção e fabricação de produtos e matérias-primas
 - Setor agrícola: cultivo, manutenção e colheita de nossas lavouras e pecuária
 - Setor de transporte: modais de transporte público e privado como carros, caminhões e aviões
 - Edifícios/Setor Comercial e Residencial: alimentação, aquecimento, refrigeração e outras atividades relacionadas a edifícios comerciais e residências
- Alguns setores emitem mais do que outros. Nos EUA, o setor de transportes contribuiu com a maior emissão de gases de efeito estufa (27%) em 2020, seguido por eletricidade (25%), indústria (24%), comercial e residencial (13%) e agricultura (11%).
- Globalmente (usando dados de 2019), o setor de energia produziu o maior número de emissões de gases de efeito estufa (34%), seguido pela indústria (24%), agricultura (22%), transportes (15%) e edifícios (5,6%).
- Fonte: [Peak CO2 & Heat-trapping Emissions | Climate Central](#).



GREENHOUSE GAS EMISSIONS

U.S. Emissions by Sector



U.S. greenhouse gas emissions (2020) by sector.
Source: U.S. EPA

CLIMATE  CENTRAL