



**UnB**  
no coração  
de **Brasília**





# 13º Fórum de Economia da Universidade de Brasília

## Transição energética e COP30: desafios e oportunidades



**13° Fórum de Economia  
da  
Universidade de Brasília**

**Agradecimentos**



# 13º Fórum de Economia da Universidade de Brasília

- Transição energética não está entre os temas mais usuais de minhas pesquisas e publicações.
- Nos últimos 10 anos, creio ter publicado não mais do que meia dúzia de artigos sobre aspectos direta ou indiretamente relacionados com o assunto.
- Mais recentemente, Marcel Rodrigues Frota (hidrogênio verde), Roberta Cox (energia eólica) e Cláudia Girotti (transição energética) me motivaram a retornar ao assunto.

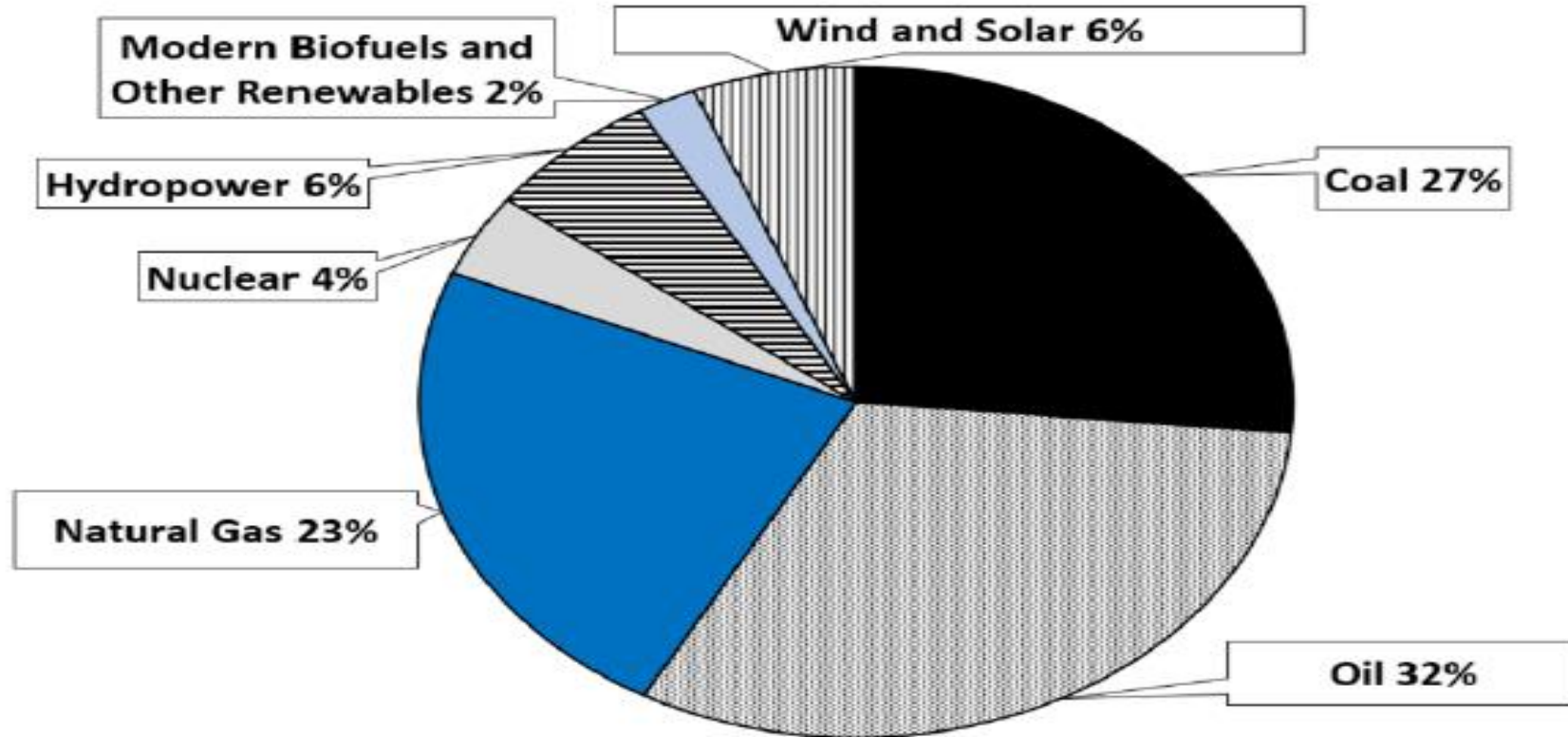
# 13º Fórum de Economia da Universidade de Brasília

- Mais recentemente:
- Transição energética refere-se à transição dos combustíveis fósseis — carvão, petróleo e gás — para fontes de energia mais limpas e renováveis, como solar, eólica, hidrelétrica e biomassa.
- Essa transição seria uma mudança sistêmica voltada para reduzir as emissões de gases causadores das mudanças climáticas e garantir a segurança energética.

# 13° Fórum de Economia da Universidade de Brasília

- A urgência dessa transição decorre do fato de que os combustíveis fósseis representam mais de 75% das emissões globais desses gases, causando instabilidade climática e vulnerabilidades econômicas.
- Esse é um dos conjuntos de motivações impulsionadoras da Transição Energética.
- Volto a essas motivações em breve.

**Figure 11.1 Global Energy Supplies by Source, 2023**



Source: Energy Institute. 2024. *Statistical Review of World Energy*. 73rd Edition.

FIGURE 6

### Global emissions by sector

Percent share of 2020 net GHG emissions

#### Buildings

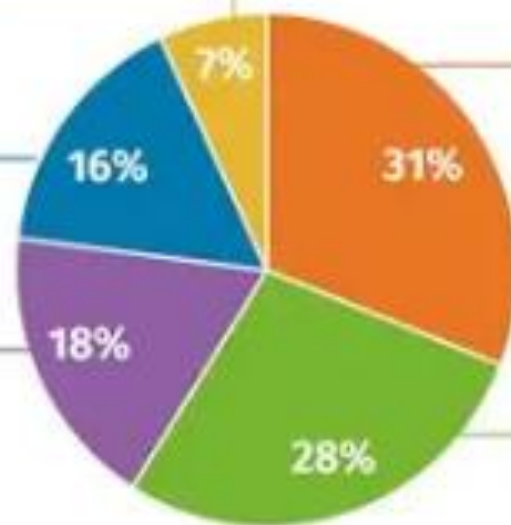
5% Residential  
1% Commercial  
1% Refrigerants

#### Transport

12% Road  
2% Ships  
1% Aviation

#### Agriculture, land use and landfills

7% Crops  
6% Livestock  
4% Landfills & waste  
1% Land use & forests  
<1% Agriculture fuel combustion



#### Industry

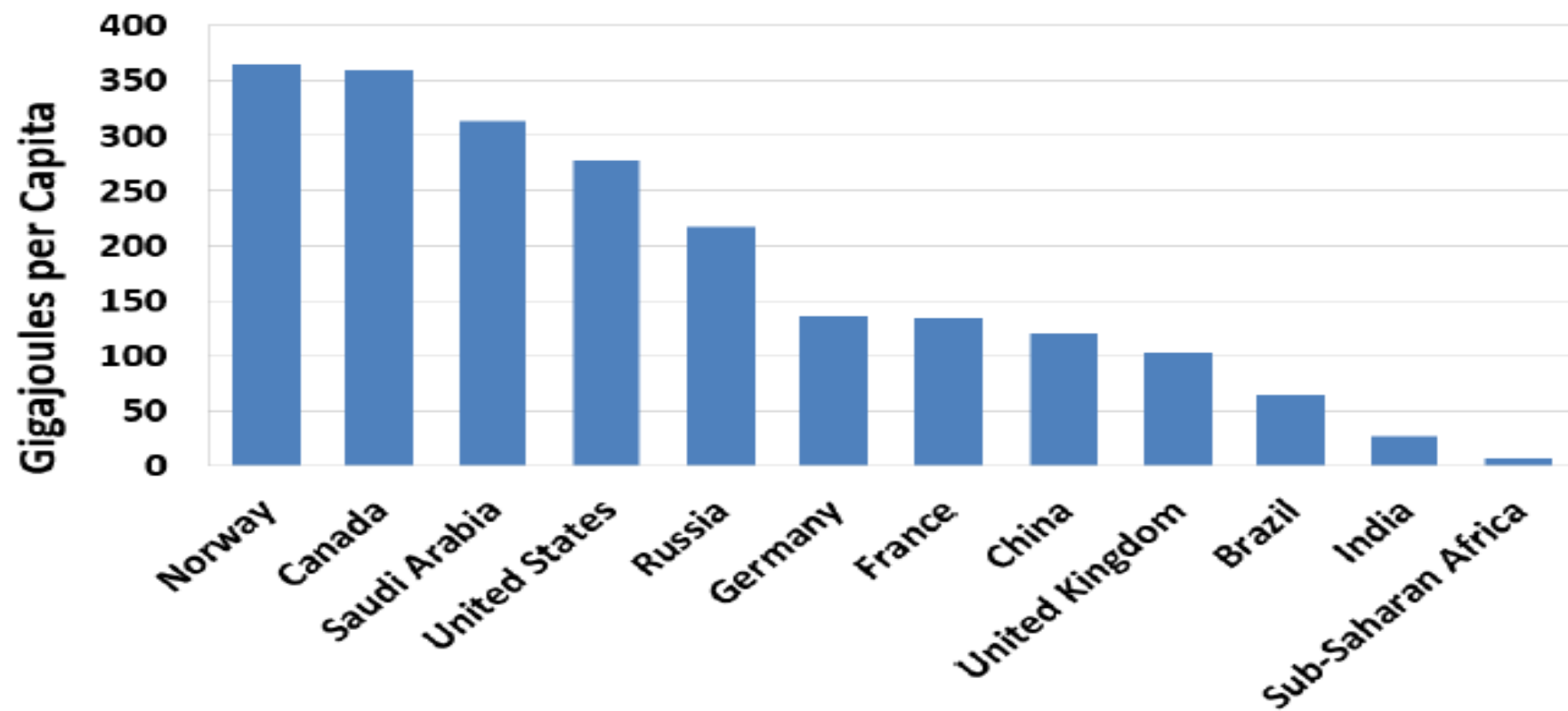
5% Iron & steel  
5% Oil & gas production  
5% Cement  
4% Chemicals  
2% Coal mining  
1% Refining  
9% Other industries

#### Electricity

20% Coal  
6% Natural gas  
1% Oil

Source: Rhodium Group

Figure 11.4 Annual Energy Consumption per Capita in Select Countries/Regions, 2023



Source: Energy Institute. 2024. *Statistical Review of World Energy 2024*.

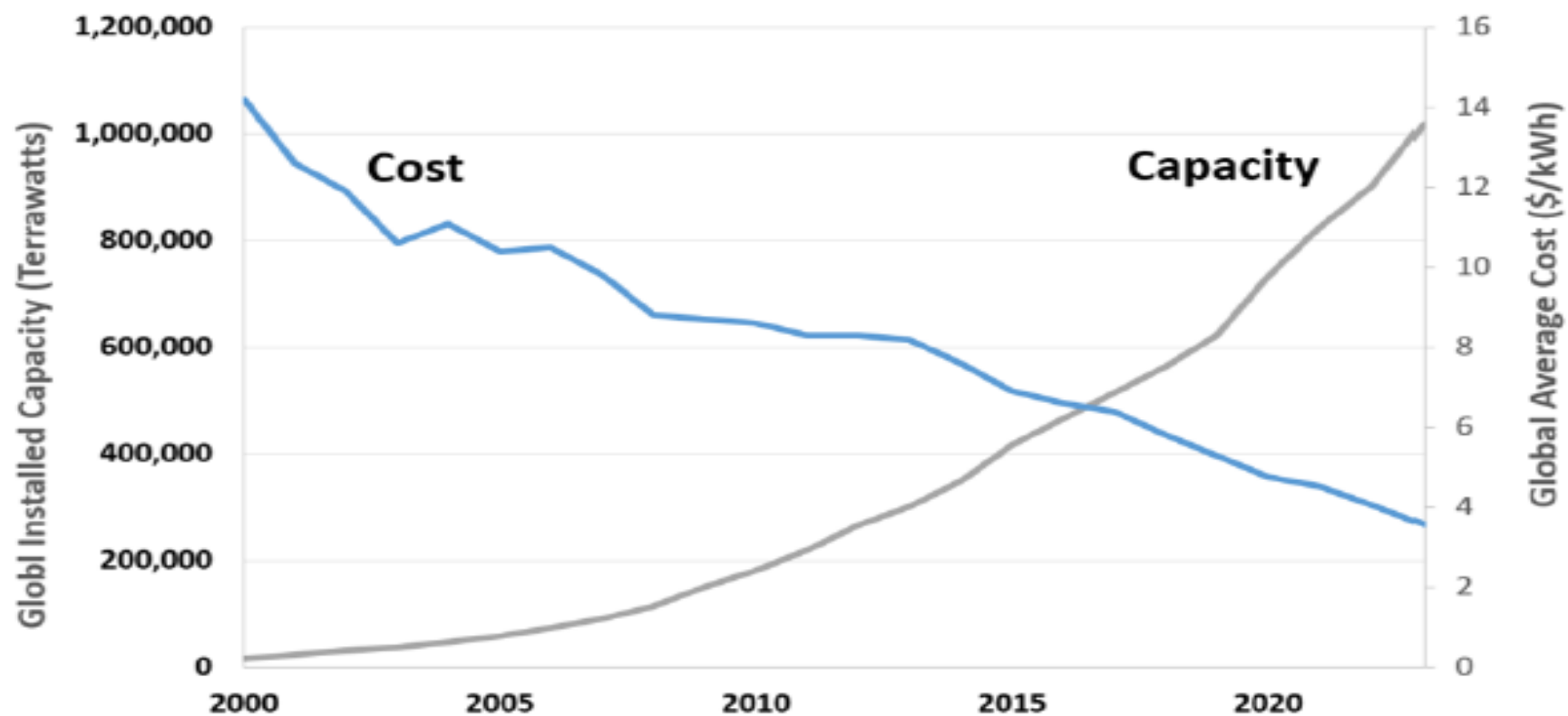
# 13° Fórum de Economia da Universidade de Brasília

- Volto aos vários fatores que impulsionam uma transição energética.
- Compromissos climáticos: Acordo de Paris 2015 e as cúpulas COP estabeleceram metas ambiciosas para limitar o aquecimento global a 1,5°C; para alcançar ditas metas seria necessário triplicar a capacidade renovável até 2030;

# 13º Fórum de Economia da Universidade de Brasília

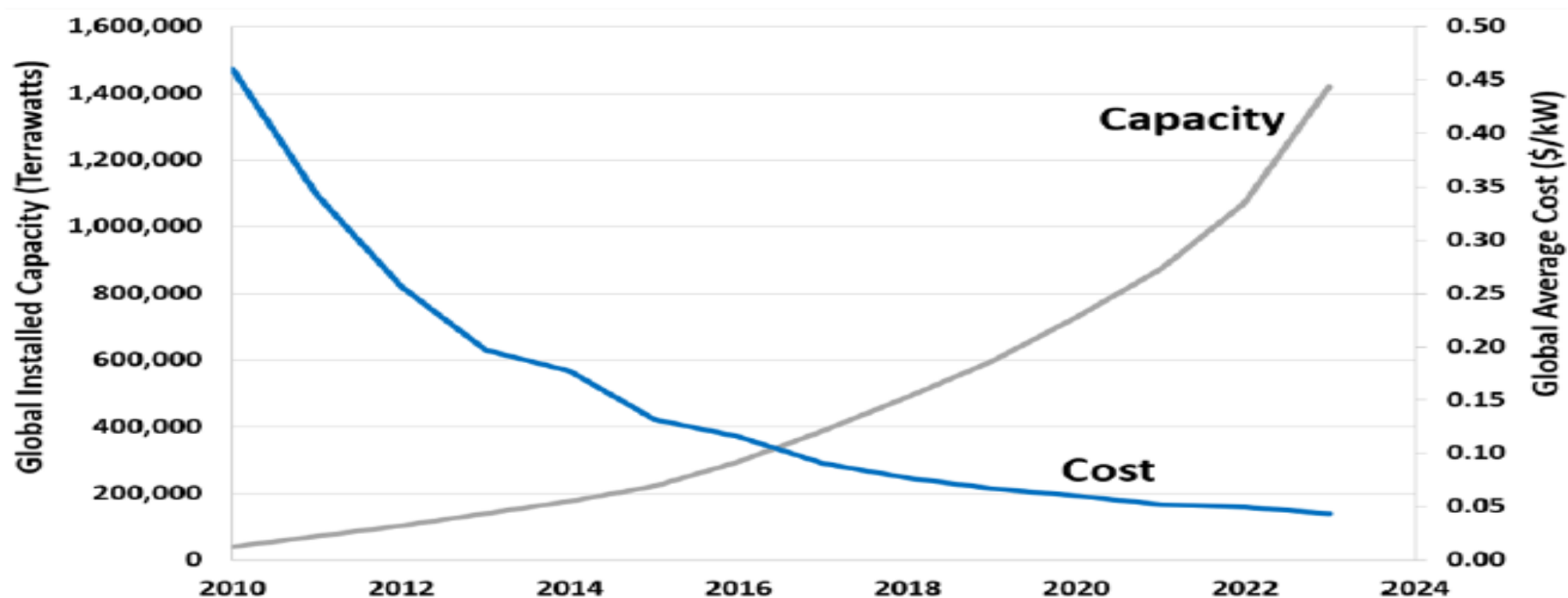
- Avanços Tecnológicos: a redução de custos em energia solar, eólica e armazenamento em baterias tornou as renováveis cada vez mais competitivas.
- Imperativos econômicos: investimentos em energia limpa geram retornos econômicos maiores do que os combustíveis fósseis, criando empregos e estimulando o crescimento.
- Segurança Energética: Diversificar as fontes de energia

**Figure 11.7 Global Wind Energy Installed Capacity and Average Cost, 2000–2023**



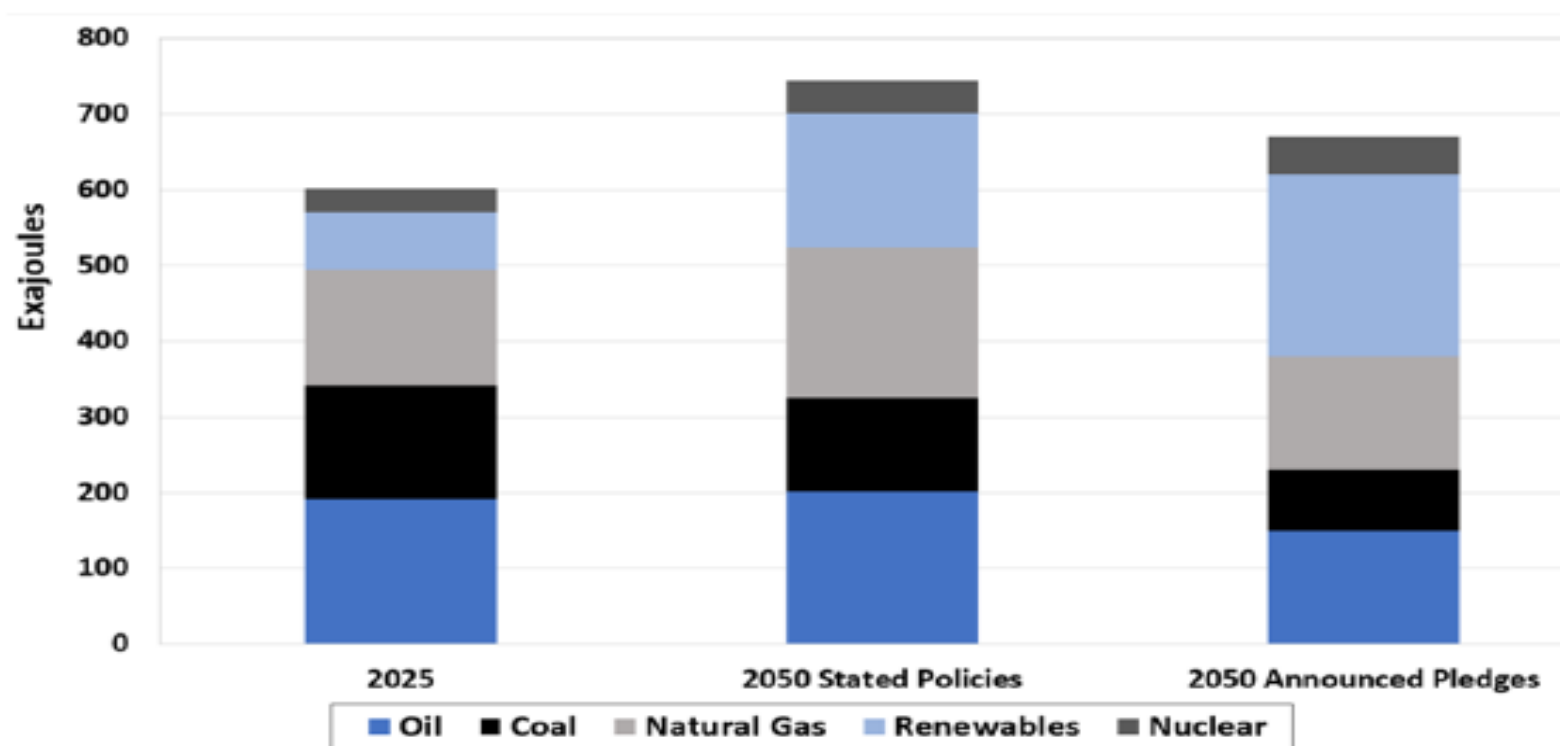
*Source:* Capacity data from various editions of the Statistical Review of World Energy (BP and Energy

**Figure 11.8 Global Solar Energy Installed Capacity and Average Cost, 2000–2023**



*Source:* Capacity data from various editions of the Statistical Review of World Energy (BP and Energy Institute). Cost data from International Renewable Energy Agency. 2024. *Renewable Power Generation Costs in 2023*. Abu Dhabi.

**Figure 11.11 IEA Global Energy Mix: 2025 and Projections to 2050**

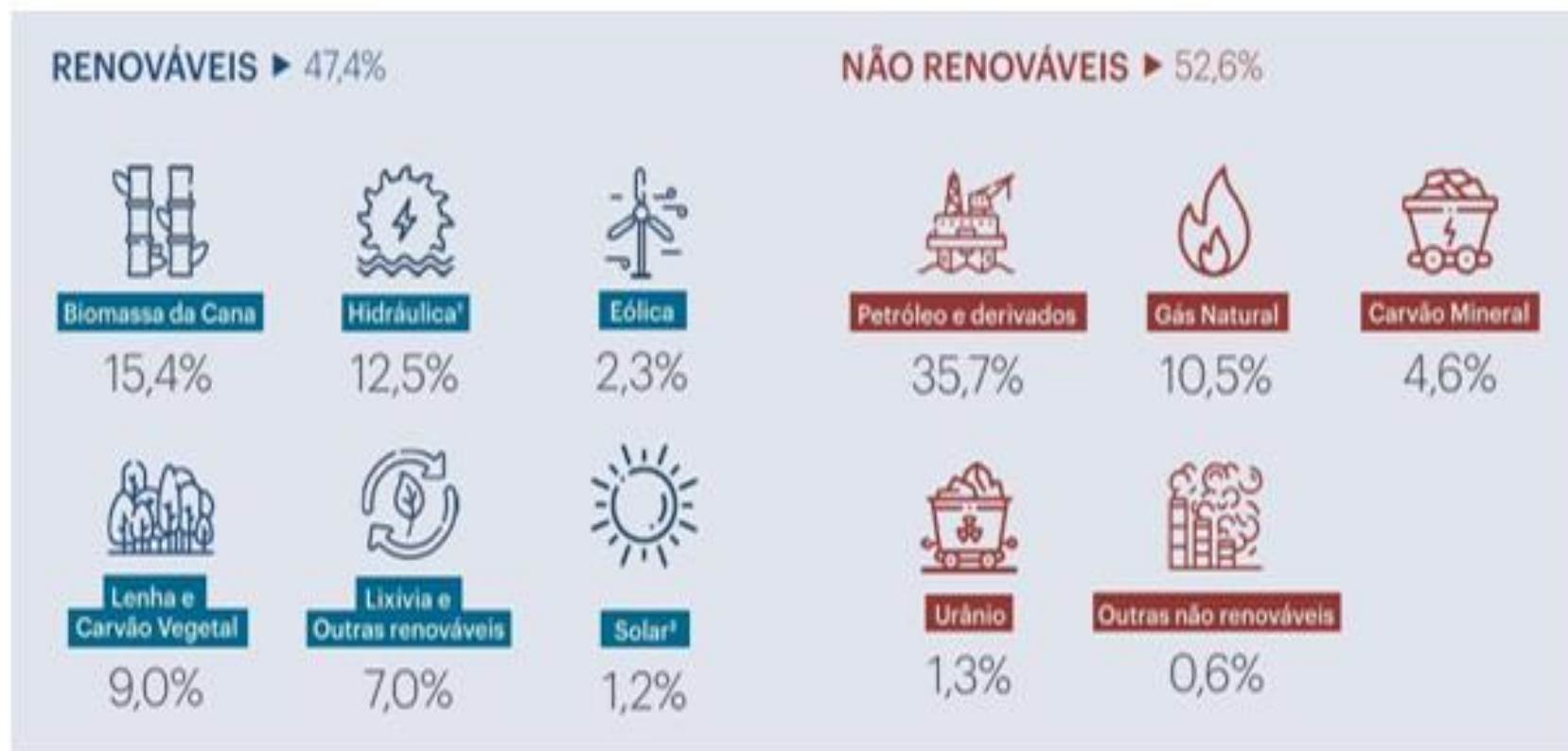


*Source: International Energy Agency. 2021. Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. October.*

# 13º Fórum de Economia da Universidade de Brasília

- A realidade brasileira é diferente.
- Essas diferenças recomendam cautela nas prioridades a serem estabelecidas para uma “transição energética” no Brasil, motivada por preocupações com as mudanças climáticas e seus efeitos.

Figura 1.1. REPARTIÇÃO DA OFERTA INTERNA DE ENERGIA 2022



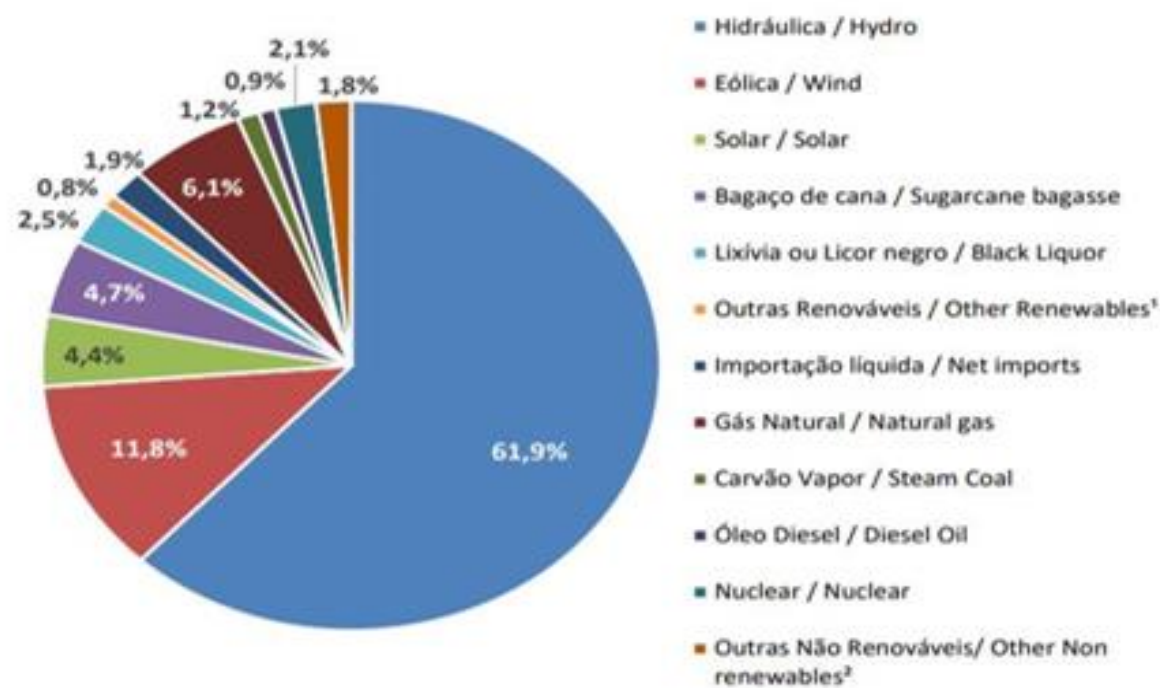
Fonte: Balanço Energético Nacional 2023

Tabela 1.1. PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL EM %.

<b>PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMARIA</b>									
<b>FONTES</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	
<b>NÃO RENOVÁVEL</b>	<b>57,7</b>	<b>58,3</b>	<b>59,0</b>	<b>57,6</b>	<b>58,8</b>	<b>59,3</b>	<b>60,3</b>	<b>59,5</b>	
PETRÓLEO	43,9	44,1	44,7	43,3	44,0	44,6	44,5	44,1	
GÁS NATURAL	12,1	12,7	13,1	13,1	13,5	13,5	14,3	14,1	
CARVÃO VAPOR	0,9	0,9	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7	
CARVÃO METALÚRGICO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
URÂNIO (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	
OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS	1	1	1	1	1	1	1	1	
<b>RENOVÁVEL</b>	<b>42,3</b>	<b>41,7</b>	<b>41,0</b>	<b>42,4</b>	<b>41,2</b>	<b>40,7</b>	<b>39,7</b>	<b>40,5</b>	
ENERGIA HIDRÁULICA	10,8	11,1	10,5	10,8	10,4	10,0	9,2	10,4	
LENHA	8,7	7,9	8,2	8,5	8,1	7,7	8,1	7,7	
PRODUTOS DA CANA	17,6	17,1	16,3	16,4	16,1	16,2	14,6	13,5	
EÓLICA	0,6	1,0	1,2	1,3	1,5	1,4	1,8	2,0	
SOLAR	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	1,0	
OUTRAS RENOVÁVEIS	4,3	4,3	4,5	5,0	4,7	4,9	5,3	6,0	

Fonte: Balanço Energético Nacional 2023

Figura 1.2. OFERTA INTERNA DE ENERGIA ELÉTRICA POR FONTE



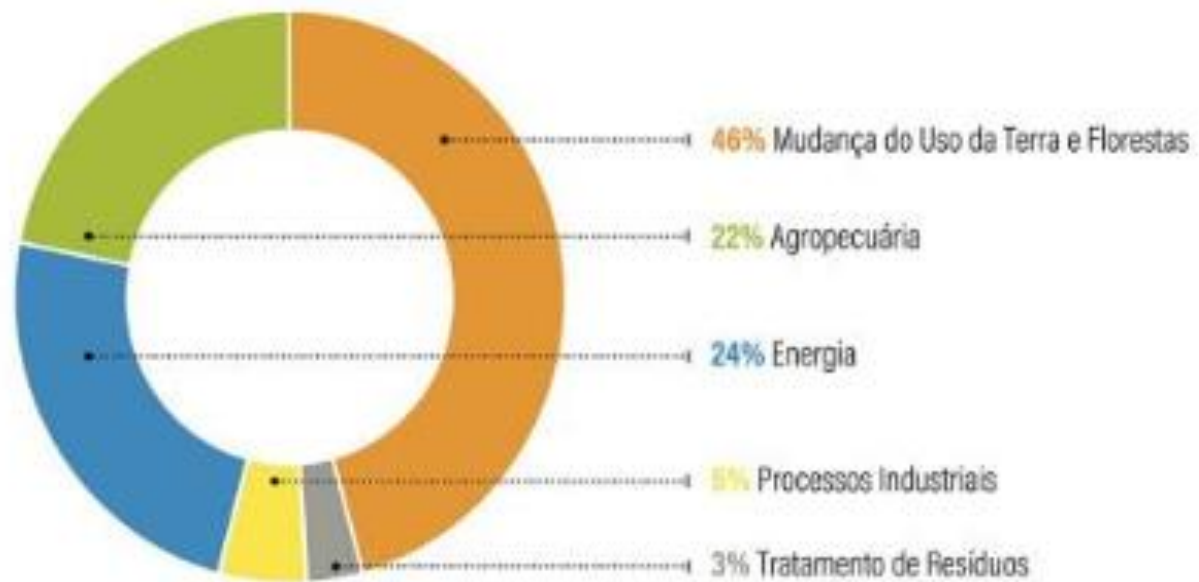
Notas / Notes:

1. Inclui Lenha, Biodiesel e Outras renováveis / Includes Firewood, Biodiesel and Other Renewables

2. Inclui Óleo Combustível, Gás de Coqueria, Outras Secundárias e Outras Não-Renováveis / Includes Fuel Oil, Coke Oven Gas, Other Secondaries and Other Non-Renewables

Fonte: Balanço Energético Nacional 2023

## Estimativas de Emissões Brutas de GEE\* no Brasil em 2015



\* CO<sub>2</sub>e GWP  
Fonte: sosgecobr


 WRI BRASIL

Tabela 1.2. EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> PELO USO DE ENERGIA – ANUAL (2022)

Brasil - 2022 - Dióxido De Carbono

		PETRÓLEO E DERIVADOS	GÁS NATURAL	CARVÃO MINERAL	TOTAL
<b>GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (a)</b>	10 <sup>3</sup> t CO <sub>2</sub>	6.286,24	22.008,9	8.556,28	36.851,43
<b>TRANSPORTE</b>	10 <sup>3</sup> t CO <sub>2</sub>	203.752,83	4.659,97		208.412,8
<b>INDÚSTRIA (b)</b>	10 <sup>3</sup> t CO <sub>2</sub>	41.158,29	31.544,06	48.938,18	121.640,52
<b>OUTRAS ATIVIDADES (c)</b>	10 <sup>3</sup> t CO <sub>2</sub>	38.750,12	4.408,81		43.158,93
<b>TOTAL</b>	10 <sup>3</sup> t CO <sub>2</sub>	289.947,48	62.621,73	57.494,46	410.063,67

(a) Inclui Centrais Públicas e Autoprodutoras.

(b) Inclui o Setor Energético.

(c) Inclui Serviços, Residencial, Agropecuária, energia Não Aproveitada, e perdas em Refinarias, Coquerias e Plantas de Gás.

Fonte: MME/EPE/MDIC/ANEEL/CCEE/ANP/Petrobras/IBGE/Anfavea/IEA/US

Department of Energy/World Bank

# 13º Fórum de Economia da Universidade de Brasília

- **Desafios**
- Apesar das oportunidades, obstáculos significativos permanecem:
  - 1. Barreiras Financeiras e de Investimento Exigências Massivas de Capital
  - 2. Desafios Tecnológicos e de Infraestrutura
  - 3. Dimensões Econômicas e Sociais

# 13° Fórum de Economia da Universidade de Brasília

- 1. Barreiras Financeiras e de Investimento Exigências Massivas de Capital:
- Alcançar o net-zero até 2050 exige investimentos anuais de US\$ 4–6 trilhões globalmente, muito além dos níveis atuais.
- Alto Custo de Capital em Mercados Emergentes: os custos de financiamento podem ser até sete vezes maiores do que em economias avançadas, retardando a implantação de renováveis.
- Desaceleração no Crescimento dos Investimentos: Após anos de rápida expansão, o crescimento do investimento em energia limpa caiu para 11% em 2024, minando o impulso.

# 13° Fórum de Economia da Universidade de Brasília

- 2. . Desafios Tecnológicos e de Infraestrutura
- Modernização da Rede: As redes existentes foram projetadas para geração centralizada de combustíveis fósseis; integrar renováveis variáveis exige redes diferentes, transmissão avançada e soluções de armazenamento.
- Limitações de Armazenamento de Energia: As tecnologias atuais de baterias enfrentam restrições de custo, capacidade e ciclo de vida.
- Setores Difíceis de Abater: A descarbonização de aço, cimento e aviação continua difícil devido ao lento progresso nas tecnologias de captura de hidrogênio e carbono.
- Gargalos tecnológicos emergentes: Projetos de hidrogênio e combustível sustentável para aviação enfrentam atrasos devido a escassez de recursos e altos custos.

# 13º Fórum de Economia da Universidade de Brasília

- 3. Dimensões Econômicas e Sociais
- Riscos de Deslocamento de Empregos: Regiões dependentes de combustíveis fósseis enfrentam desemprego e declínio econômico sem programas robustos de requalificação.
- Pobreza Energética e Desigualdade: Cerca de 730 milhões de pessoas ainda não têm eletricidade e quase 2 bilhões dependem de métodos de cozimento poluentes.
- Uma "transição justa" deve garantir o acesso sem impor custos excessivos.
- Conflitos de uso da terra: Projetos eólicos e solares em grande escala competem com a agricultura, pesca e a habitação, alimentando tensões e polarização política.

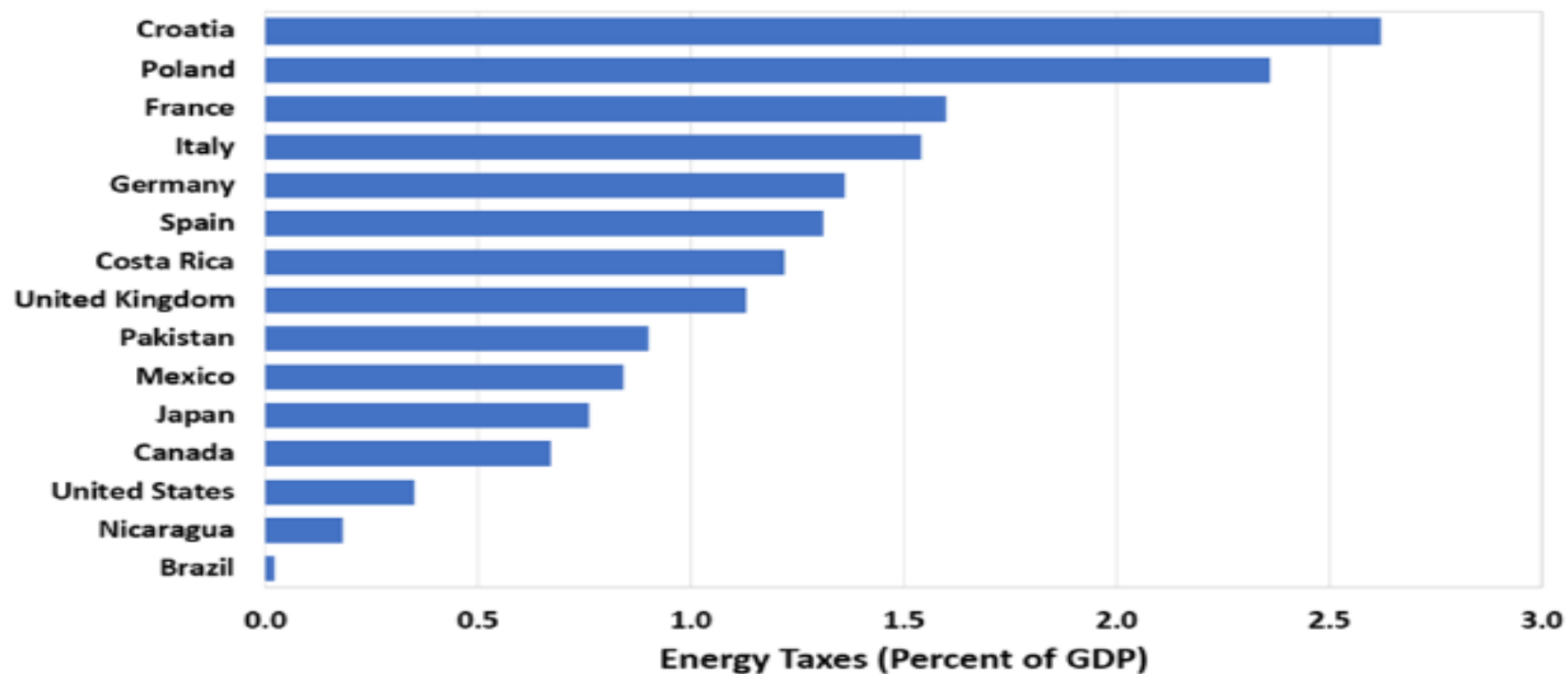
# 13º Fórum de Economia da Universidade de Brasília

- Por enquanto, é só.
- Voltamos no debate.
- Obrigado.

Jorge Madeira Nogueira  
jmn0702@unb.br



Figure 11.12 Energy Taxes, 2022, Selected Countries



Source: OECD. OECD Data Explorer. "Environmentally Related Tax Revenue."

Note: Tax data for Canada and Mexico are for 2021.

