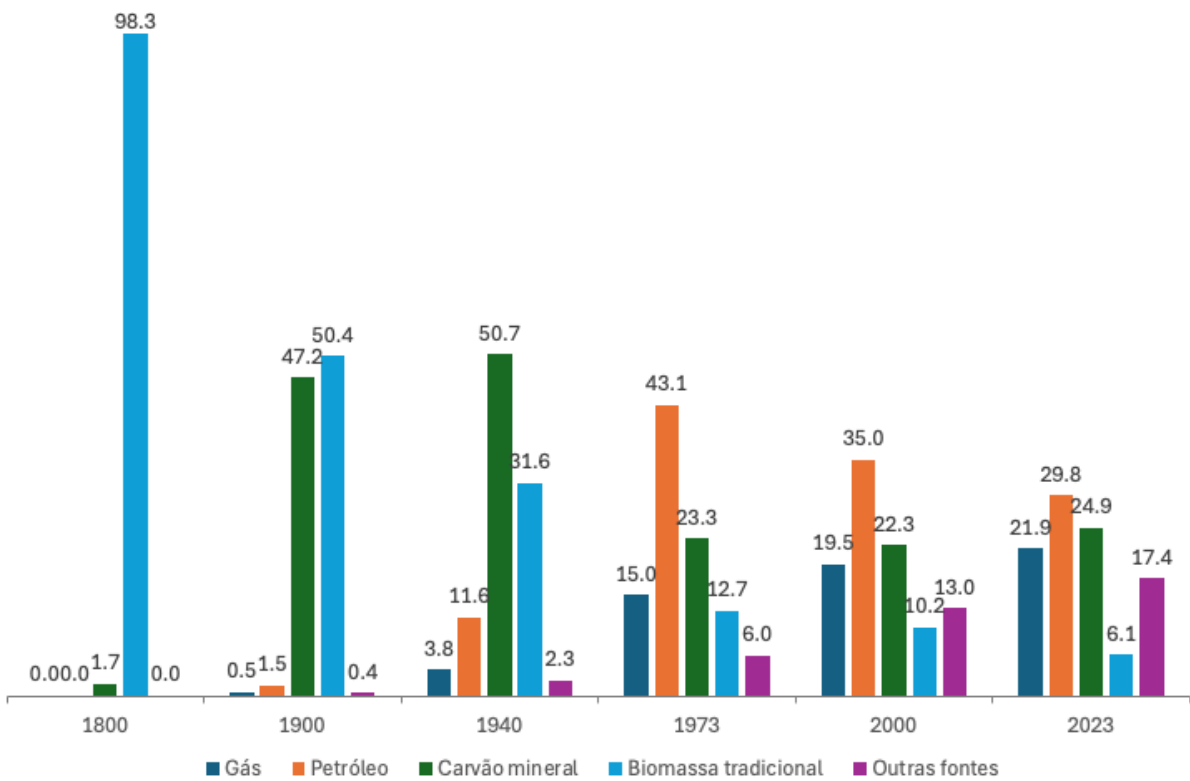


Isabel Veloso, Antônio Maristrello Porto e José Ronaldo de C. Souza Jr.

Transição energética: definições, regulação e atividade legislativa no Brasil

GRÁFICO 1: Consumo global de energia primária por fonte (1900-2023)
(Participação, em %)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Energy Institute (2024)¹

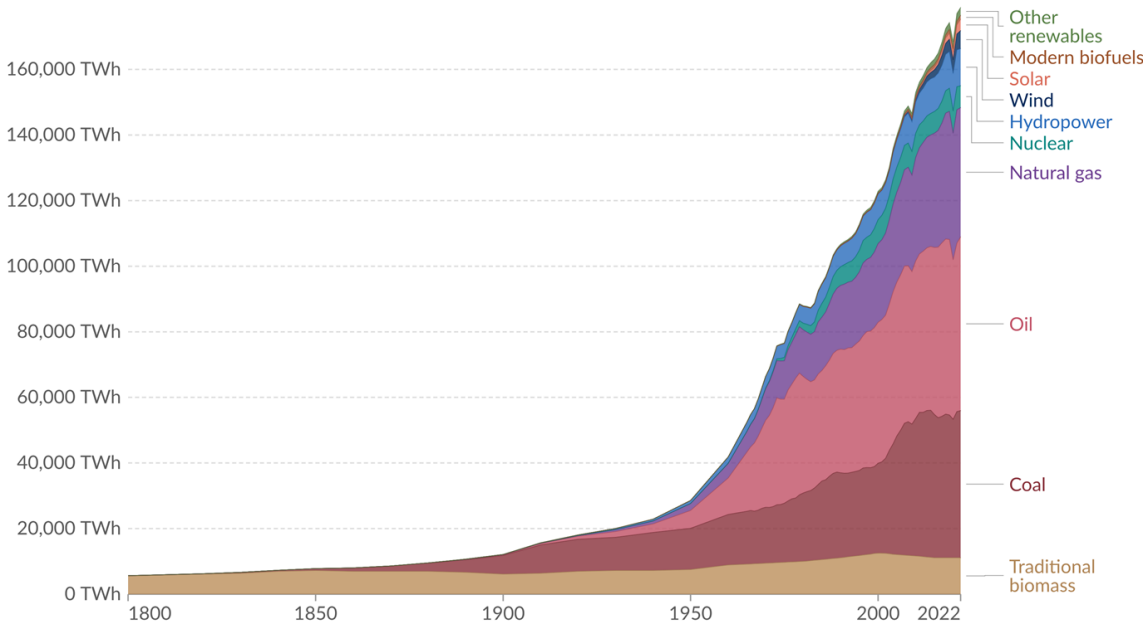
¹ ENERGY INSTITUTE. Statistical Review of World Energy (2024) with major processing by Our World in Data. Global primary energy consumption by source. **Energy Institute**, Statistical Review of World Energy. Acesso em: <https://ourworldindata.org/grapher/global-energy-consumption-source?time=1800..latest>. Disponível em: 25 out. 2024.

GRÁFICO 2: Consumo global de energia primária por fonte (1800-2022)

Global primary energy consumption by source



Primary energy¹ is based on the substitution method² and measured in terawatt-hours³.



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023); Smil (2017)

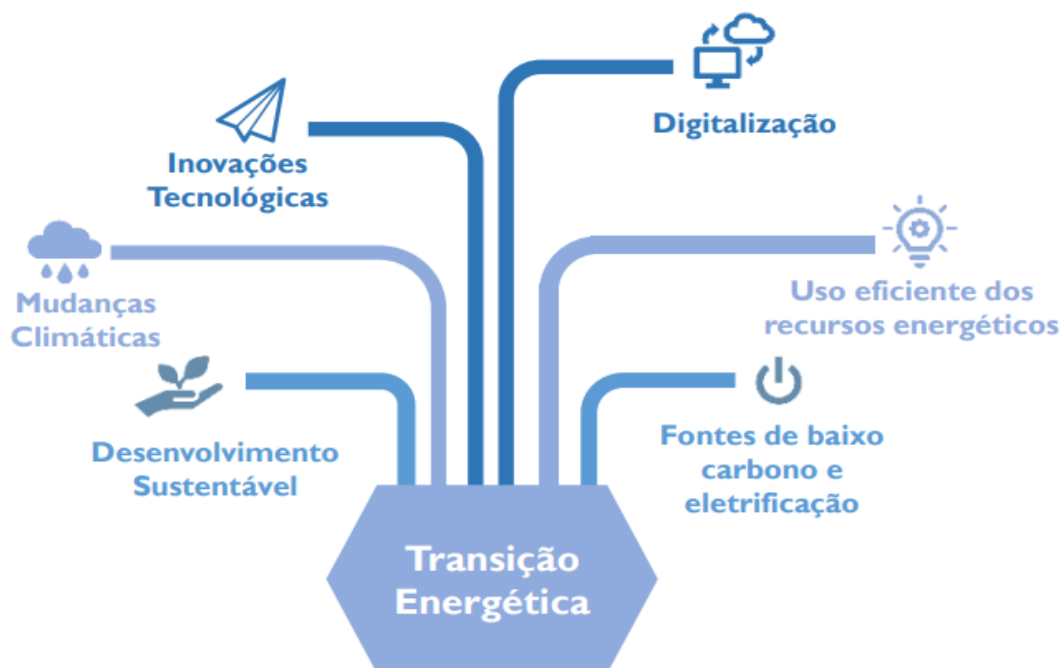
Note: In the absence of more recent data, traditional biomass is assumed constant since 2015.

OurWorldInData.org/energy | CC BY

Fonte: Energy Institute - Revisão Estatística da Energia Mundial (2024)²

² ENERGY INSTITUTE. Statistical Review of World Energy (2024) with major processing by Our World in Data. Global primary energy consumption by source. **Energy Institute**, Statistical Review of World Energy. Acesso em: <https://ourworldindata.org/energy-mix>. Disponível em: 25 out. 2024.

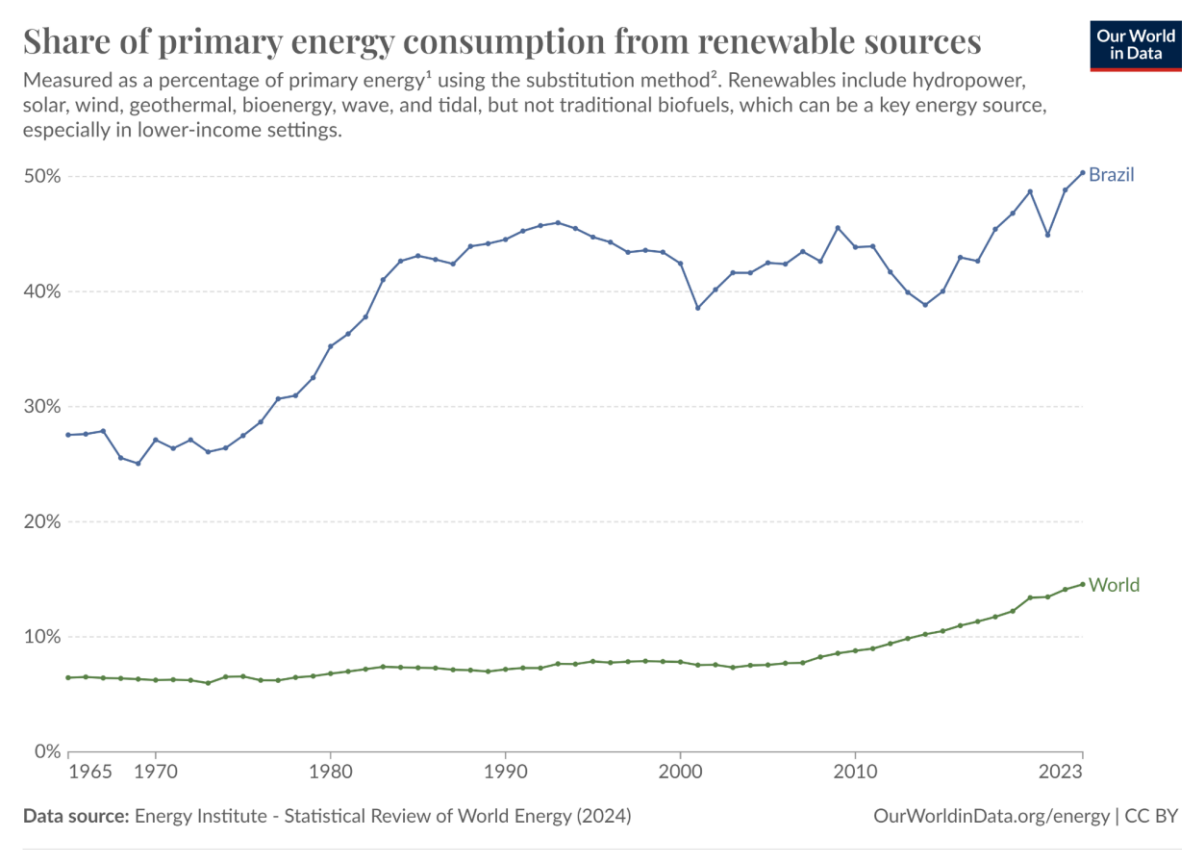
IMAGEM 1: Transição Energética



Fonte: MME. EPE (2020)³

³ MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA- EPE. **Relatório Final do PNE 2050**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-nacional-de-energia/plano-nacional-de-energia-2050/relatorio-final/relatorio-final/relatorio-final-do-pne-2050.pdf/view>. Acesso em: 16 dez. 2024.

GRÁFICO 3: Parcela do consumo de energia primária proveniente de fontes renováveis (1965-2023)



1. **Primary energy:** Primary energy is the energy available as resources – such as the fuels burnt in power plants – before it has been transformed. This relates to the coal before it has been burned, the uranium, or the barrels of oil. Primary energy includes energy that the end user needs, in the form of electricity, transport and heating, plus inefficiencies and energy that is lost when raw resources are transformed into a usable form. You can read more on the different ways of measuring energy in our article.

2. **Substitution method:** The 'substitution method' is used by researchers to correct primary energy consumption for efficiency losses experienced by fossil fuels. It tries to adjust non-fossil energy sources to the inputs that would be needed if it was generated from fossil fuels. It assumes that wind and solar electricity is as inefficient as coal or gas. To do this, energy generation from non-fossil sources are divided by a standard 'thermal efficiency factor' – typically around 0.4 Nuclear power is also adjusted despite it also experiencing thermal losses in a power plant. Since it's reported in terms of electricity output, we need to do this adjustment to calculate its equivalent input value. You can read more about this adjustment in our article.

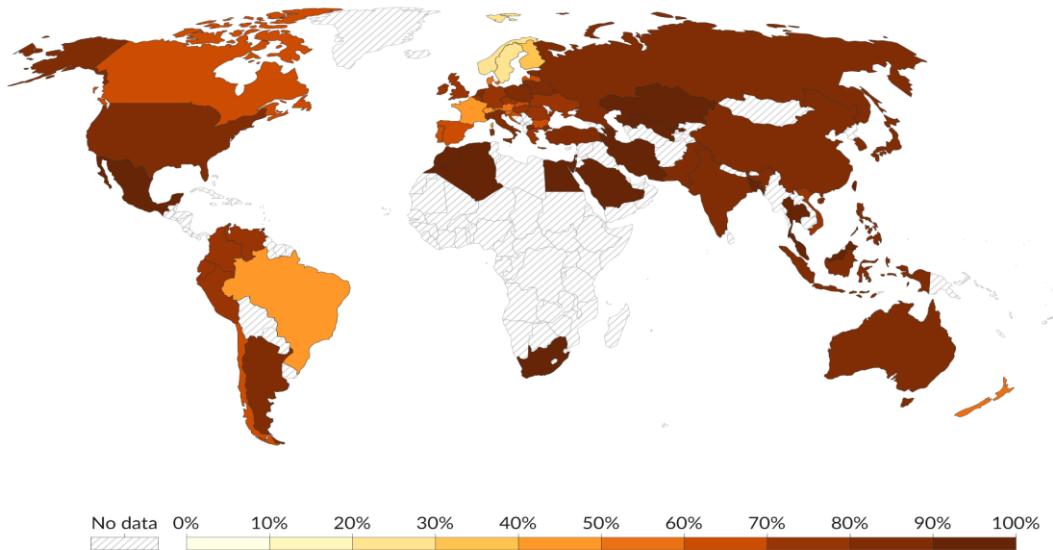
Fonte: Energy Institute - Revisão Estatística da Energia Mundial (2024)⁴

⁴ ENERGY INSTITUTE. Statistical Review of World Energy (2024) with major processing by Our World in Data. Share of primary consumption from renewable sources. **Energy Institute**, Statistical Review of World Energy. Acesso em: <https://ourworldindata.org/renewable-energy>. Disponível em: 25 out. 2024.

GRÁFICO 4: Participação do consumo de energia primária proveniente de combustíveis fósseis (2023)

Share of primary energy consumption from fossil fuels, 2023

Measured as a percentage of primary energy¹, using the substitution method².



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024)

OurWorldinData.org/energy | CC BY

1. **Primary energy:** Primary energy is the energy available as resources – such as the fuels burnt in power plants – before it has been transformed. This relates to the coal before it has been burned, the uranium, or the barrels of oil. Primary energy includes energy that the end user needs, in the form of electricity, transport and heating, plus inefficiencies and energy that is lost when raw resources are transformed into a usable form. You can read more on the different ways of measuring energy in our article.
2. **Substitution method:** The 'substitution method' is used by researchers to correct primary energy consumption for efficiency losses experienced by fossil fuels. It tries to adjust non-fossil energy sources to the inputs that would be needed if it was generated from fossil fuels. It assumes that wind and solar electricity is as inefficient as coal or gas. To do this, energy generation from non-fossil sources are divided by a standard 'thermal efficiency factor' – typically around 0.4 Nuclear power is also adjusted despite it also experiencing thermal losses in a power plant. Since it's reported in terms of electricity output, we need to do this adjustment to calculate its equivalent input value. You can read more about this adjustment in our article.

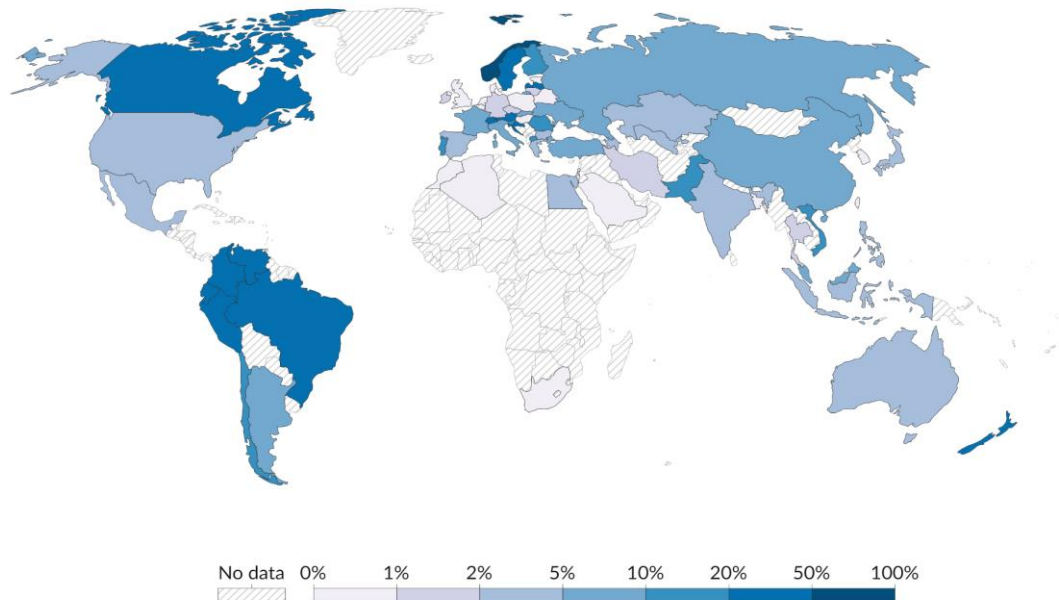
Fonte: Energy Institute - Revisão Estatística da Energia Mundial (2024)⁵

⁵ ENERGY INSTITUTE. Statistical Review of World Energy (2024) with major processing by Our World in Data. Share of primary energy consumption from fossil fuels, 2023. **Energy Institute**, Statistical Review of World Energy. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/fossil-fuels-share-energy>. Acesso em: 25 out. 2024.

GRÁFICO 5: Participação do consumo de energia primária proveniente de hidrelétricas (2023)

Share of primary energy consumption from hydroelectric power, 2023

Measured as a percentage of the total primary energy¹ using the substitution method².



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024)

OurWorldinData.org/energy | CC BY

1. Primary energy: Primary energy is the energy available as resources – such as the fuels burnt in power plants – before it has been transformed. This relates to the coal before it has been burned, the uranium, or the barrels of oil. Primary energy includes energy that the end user needs, in the form of electricity, transport and heating, plus inefficiencies and energy that is lost when raw resources are transformed into a usable form. You can read more on the different ways of measuring energy in our article.

2. Substitution method: The 'substitution method' is used by researchers to correct primary energy consumption for efficiency losses experienced by fossil fuels. It tries to adjust non-fossil energy sources to the inputs that would be needed if it was generated from fossil fuels. It assumes that wind and solar electricity is as inefficient as coal or gas. To do this, energy generation from non-fossil sources are divided by a standard 'thermal efficiency factor' – typically around 0.4. Nuclear power is also adjusted despite it also experiencing thermal losses in a power plant. Since it's reported in terms of electricity output, we need to do this adjustment to calculate its equivalent input value. You can read more about this adjustment in our article.

Fonte: Energy Institute - Revisão Estatística da Energia Mundial (2024)⁶

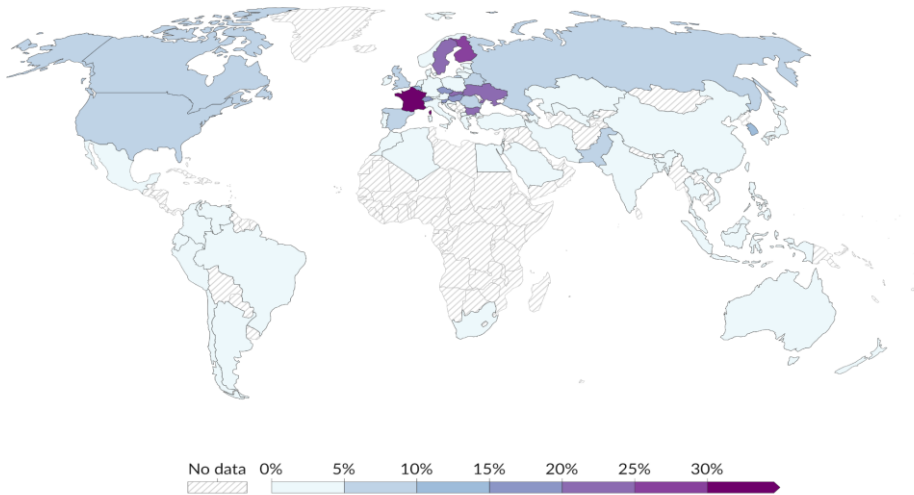
⁶ ENERGY INSTITUTE. Statistical Review of World Energy (2024) with major processing by Our World in Data. Share of primary energy consumption that comes from hydropower, 2023. **Energy Institute**, Statistical Review of World Energy. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/hydro-share-energy>. Acesso em: 25 out. 2024.

GRÁFICO 6: Participação do consumo de energia primária proveniente de energia nuclear (2023)

Share of primary energy consumption from nuclear, 2023

Measured as a percentage of primary energy¹ using the substitution method².

Our World
in Data



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024)

OurWorldinData.org/energy | CC BY

1. Primary energy: Primary energy is the energy available as resources – such as the fuels burnt in power plants – before it has been transformed. This relates to the coal before it has been burned, the uranium, or the barrels of oil. Primary energy includes energy that the end user needs, in the form of electricity, transport and heating, plus inefficiencies and energy that is lost when raw resources are transformed into a usable form. You can read more on the different ways of measuring energy in our article.

2. Substitution method: The 'substitution method' is used by researchers to correct primary energy consumption for efficiency losses experienced by fossil fuels. It tries to adjust non-fossil energy sources to the inputs that would be needed if it was generated from fossil fuels. It assumes that wind and solar electricity is as inefficient as coal or gas. To do this, energy generation from non-fossil sources are divided by a standard 'thermal efficiency factor' – typically around 0.4 Nuclear power is also adjusted despite it also experiencing thermal losses in a power plant. Since it's reported in terms of electricity output, we need to do this adjustment to calculate its equivalent input value. You can read more about this adjustment in our article.

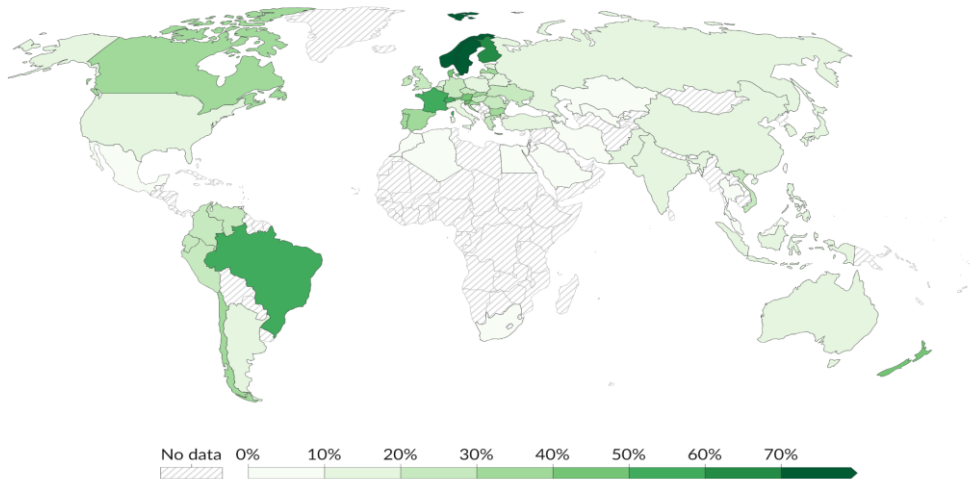
Fonte: Energy Institute - Revisão Estatística da Energia Mundial (2024)⁷

⁷ ENERGY INSTITUTE. Statistical Review of World Energy (2024) with major processing by Our World in Data. Share of primary energy consumption that comes from nuclear power, 2023. **Energy Institute**, Statistical Review of World Energy. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/nuclear-primary-energy>. Acesso em: 25 out. 2024.

GRÁFICO 7: Participação do consumo de energia primária proveniente de fontes de baixo carbono (2023)

Share of primary energy consumption from low-carbon sources, 2023

Measured as a percentage of primary energy¹ using the substitution method². Low-carbon energy is defined as the sum of nuclear and renewable sources.



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024)

OurWorldinData.org/energy | CC BY

Note: Renewables include hydropower, solar, wind, geothermal, wave, tidal, and bioenergy, but not traditional biofuels.

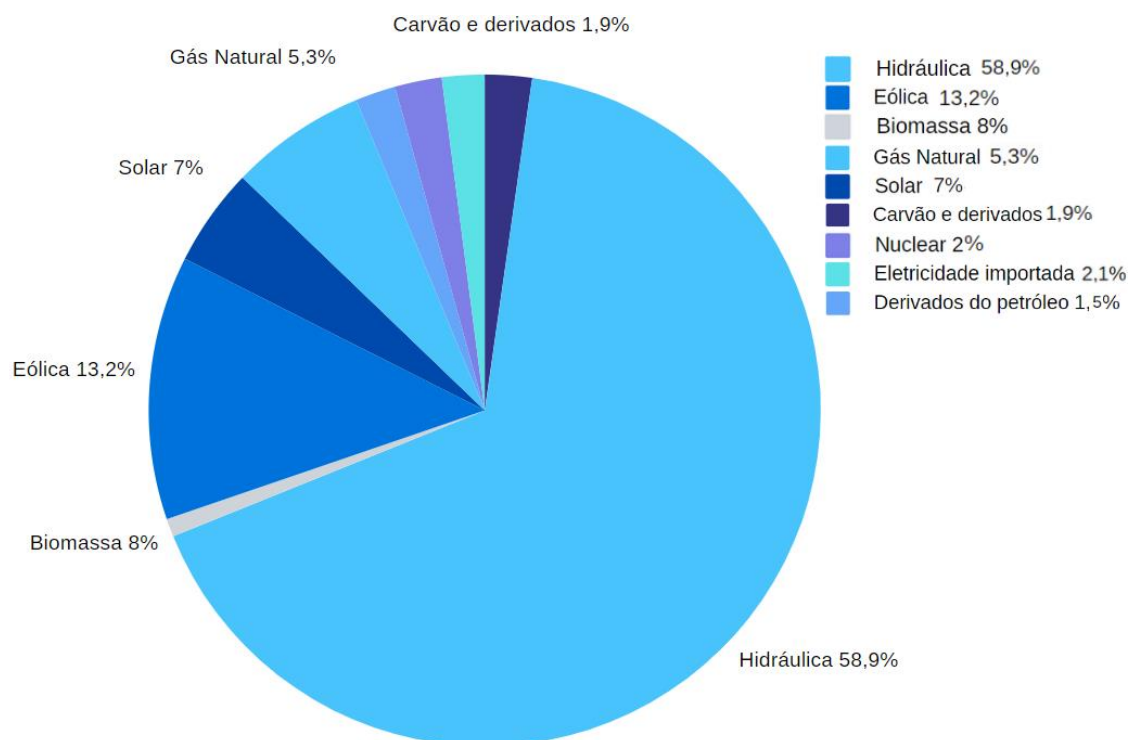
1. Primary energy: Primary energy is the energy available as resources – such as the fuels burnt in power plants – before it has been transformed. This relates to the coal before it has been burned, the uranium, or the barrels of oil. Primary energy includes energy that the end user needs, in the form of electricity, transport and heating, plus inefficiencies and energy that is lost when raw resources are transformed into a usable form. You can read more on the different ways of measuring energy in our article.

2. Substitution method: The 'substitution method' is used by researchers to correct primary energy consumption for efficiency losses experienced by fossil fuels. It tries to adjust non-fossil energy sources to the inputs that would be needed if it was generated from fossil fuels. It assumes that wind and solar electricity is as inefficient as coal or gas. To do this, energy generation from non-fossil sources are divided by a standard 'thermal efficiency factor' – typically around 0.4. Nuclear power is also adjusted despite it also experiencing thermal losses in a power plant. Since it's reported in terms of electricity output, we need to do this adjustment to calculate its equivalent input value. You can read more about this adjustment in our article.

Fonte: Energy Institute - Revisão Estatística da Energia Mundial (2024)⁸

⁸ ENERGY INSTITUTE. Statistical Review of World Energy (2024) with major processing by Our World in Data. Share of primary energy consumption that comes from low-carbon sources, 2023. **Energy Institute**, Statistical Review of World Energy. Disponível em: <https://ourworldindata.org/grapher/low-carbon-share-energy>. Acesso em: 25 out. 2024.

GRÁFICO 8: Matriz Elétrica brasileira (2023)



* carvão e derivados incluem gás de coqueria, gás de alto forno, gás de aciaria e alcatrão

* biomassa inclui lenha, bagaço de cana, lixo, biodiesel e outras fontes primárias

Fonte: Elaboração própria com dados da EPE (2024)⁹

⁹ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2024**: Relatório Síntese - Ano base 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf. Acesso em: 17 dez. 2024.

TABELA 1: Produção de energia primária (em %)

FONTES	1970	1980	1990	2000	2010
NÃO RENOVÁVEL	21.3	21.2	38.2	52.6	53.0
PETRÓLEO	16.4	13.9	30.2	41.6	42.0
GÁS NATURAL	2.5	3.3	5.8	8.6	9.0
CARVÃO VAPOR	1.2	2.2	1.5	1.7	0.8
CARVÃO METALÚRGICO	1.0	1.5	0.3	0.0	0.0
URÂNIO (U3O8)	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7
OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS	0.1	0.2	0.4	0.6	0.4
RENOVÁVEL	78.7	78.8	61.8	47.4	47.0
ENERGIA HIDRÁULICA	6.9	16.7	16.5	17.1	13.7
LENHA	64.2	46.8	26.5	15.0	10.3
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	7.3	14.0	17.1	13.0	19.3
EÓLICA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
SOLAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
OUTRAS RENOVÁVEIS	0.3	1.3	1.7	2.3	3.6
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fonte: elaboração própria com dados da EPE¹⁰

¹⁰ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **BEN - Séries Históricas Completas**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/BEN-Series-Historicas-Completas>. Acesso em: 16 out. 2024.

IMAGEM 2: Turbinas eólicas *offshore*



Fonte: Getty Imagens [s.d]¹¹

¹¹ GETTY IMAGENS. [Sem título]. [s.d]. 1. fotografia. Foto de turbinas eólicas *offshore*. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/energia/noticia/2022/09/14/nova-fronteira-energetica-do-brasil-pode-estar-no-mar-conheca-o-potencial-da-energia-eolica-offshore.ghtml>. Acesso em: 19 dez. 2024.

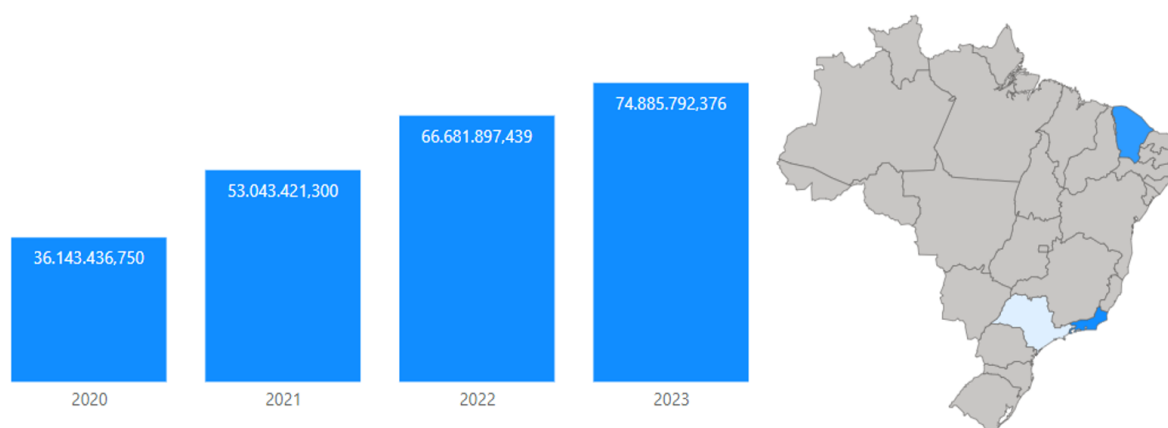
IMAGEM 3: Usina de Itaipu



Fonte: Itaipu Binacional [s.d]¹²

¹² ITAIPU BINACIONAL. [Sem título] [s. d]. 1. fotografia. Imagem da barragem da Usina de Itaipu. Disponível em: <https://turismoitaipu.com.br/a-usina-itaipu/>. Acesso em: 20 out. 2024.

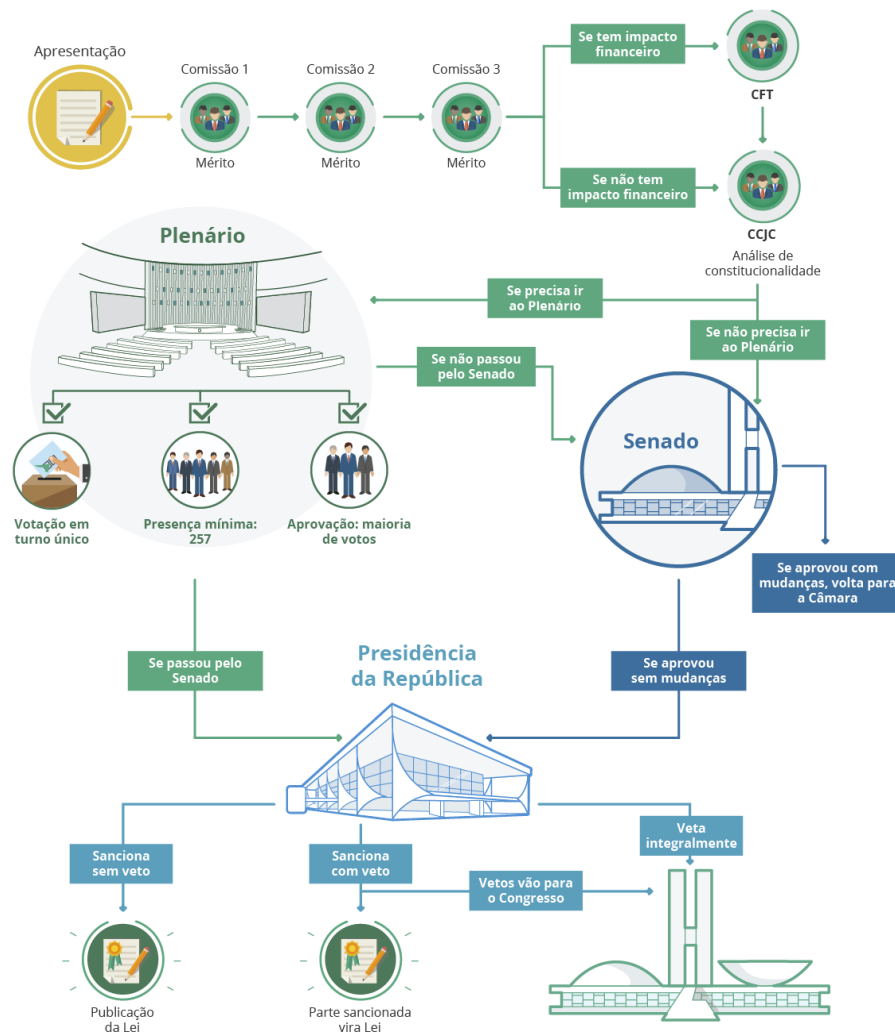
Gráfico 9 - Produção de Biometano no Brasil (2020-2024)
(Participação, em L)



Fonte: ANP (2024)¹³

¹³ AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. Painel Dinâmico de Produtores de Biometano. **Gov.br**. 24 jan. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-e-mapa-dinamicos-de-produtores-de-combustiveis-e-derivados/painel-dinamico-de-produtores-de-biometano>. Acesso em: 24 out. 2024.

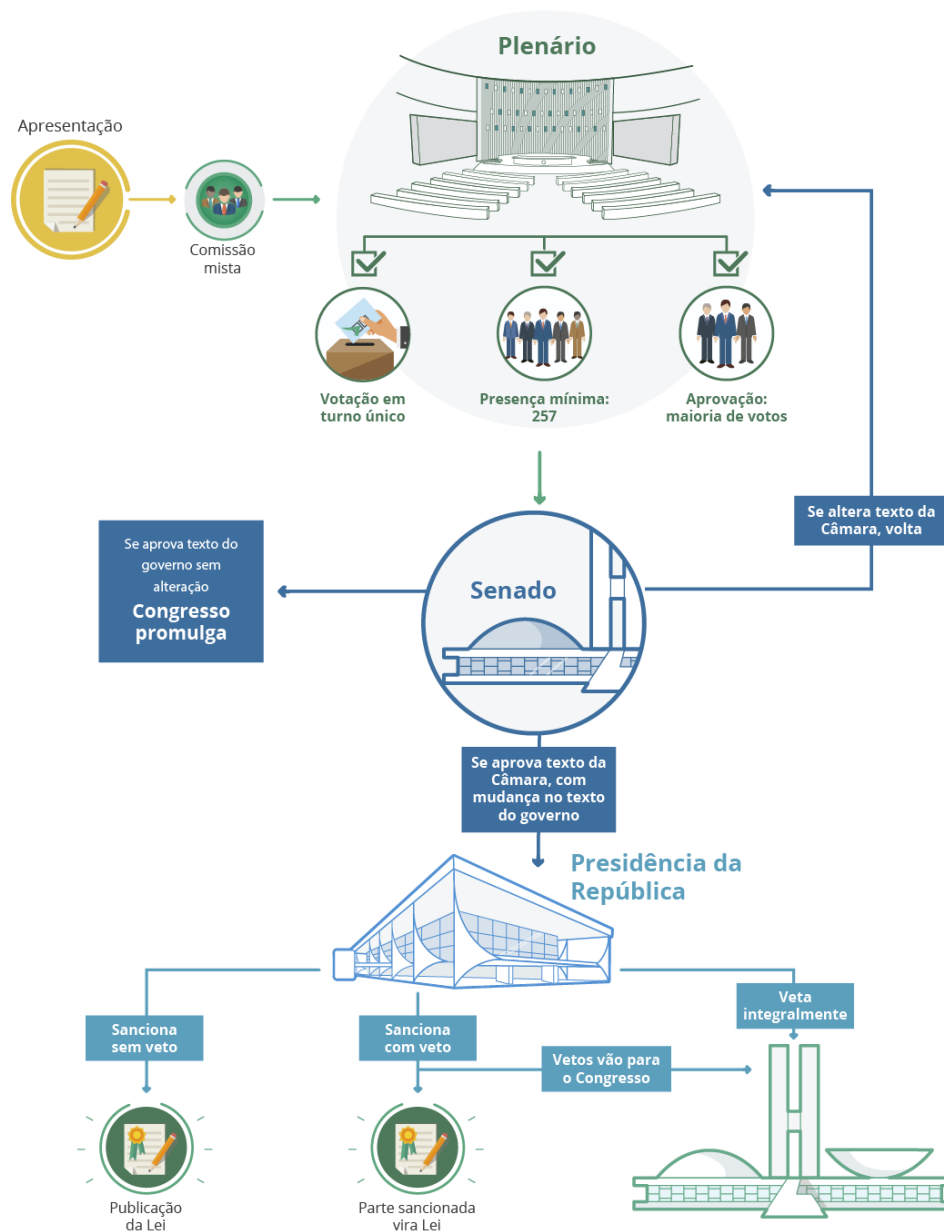
Imagem 4 - Esquematisação do processo legislativo em caso de Lei Ordinária



Fonte: Câmara dos Deputados (2024) ¹⁴

¹⁴ CÂMARA DOS DEPUTADOS. Entenda o Processo Legislativo. 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/entenda-o-processo-legislativo/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

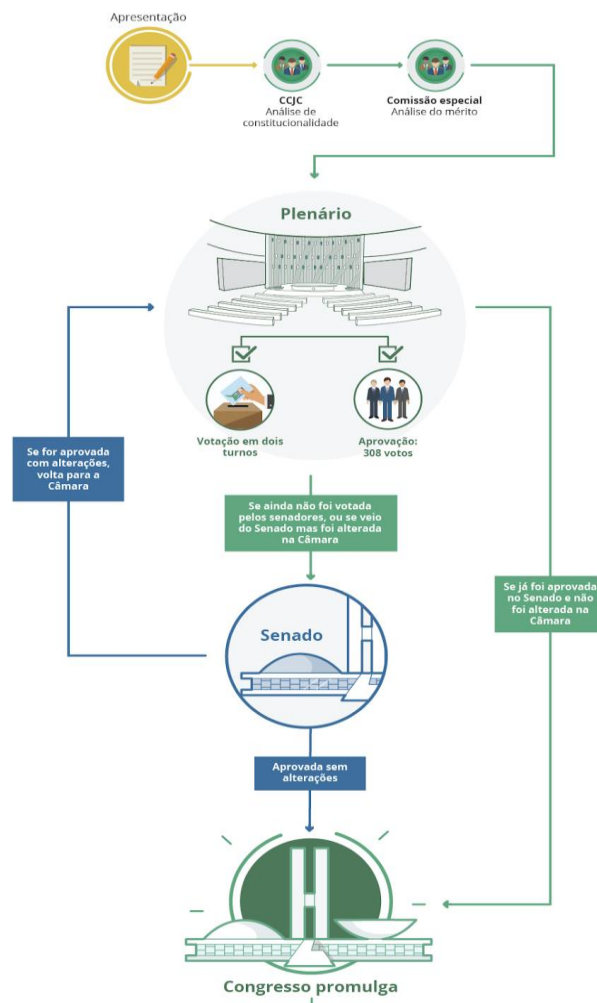
Imagem 5 – Esquematização do processo legislativo em caso de Medida Provisória



Fonte: Câmara dos Deputados (2024)¹⁵

¹⁵ CÂMARA DOS DEPUTADOS. Entenda o Processo Legislativo. 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/entenda-o-processo-legislativo/> Acesso em: 20 ago. 2024.

Imagem 6 - Esquemática do processo legislativo em caso de Proposta de Emenda à Constituição



Fonte: Câmara dos Deputados (2024)¹⁶

¹⁶ CÂMARA DOS DEPUTADOS. Entenda o Processo Legislativo. 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/entenda-o-processo-legislativo/> Acesso em: 20 ago. 2024.

Imagem 7 - Acesso à base de dados da Câmara dos Deputados



Fonte: Câmara dos Deputados (2024)¹⁷

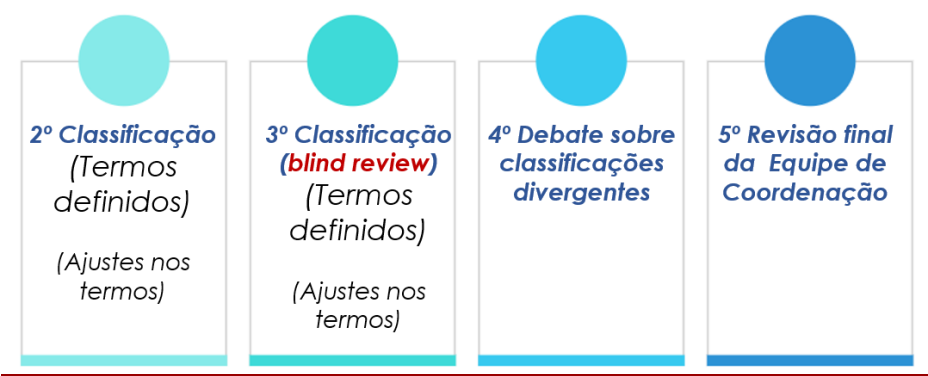
Tabela 2 - Codebook esquematizado

(A) ENERGIA	(B) TEMA	(C) SUBTEMA	(D) TIPOS DE PROPOSTA
• Biocombustível • Biomassa • Carvão mineral • Carvão vegetal • Cinética • Eólica • Físico-nuclear • Petróleo • Gás natural • GLP • Hidrelétrica • Petróleo • Resíduos sólidos • Solar • Xisto	1. Bioeconomia	1.1. Finanças Climáticas 1.2. Mercado de carbono	• Atividade regulatória (regulamentação) • Criação de data / capital / homenagem • Criação de fundos • Criação de incentivos fiscais (abatimento) • Fomento • Punições • Tributação de fontes poluentes (aumento do fardo tributário)
	2. Data / Capital / Homenagem	2.1. Data 2.2. Capital 2.3. Homenagem	
	3. Geração e Distribuição	3.1. Geração para consumo próprio 3.1.1. Geração 3.1.2. Transmissão 3.1.3. Distribuição	
	4. Mobilidade e Infraestrutura	4.1. Frota pública 4.2. Frota privada 4.3. Infraestrutura	
	5. Mudança da matriz energética	5.1. Restrição de consumo 5.2. Manutenção de energias poluentes 5.3. Royalties 5.4 Fomento de Energias limpas (políticas nacionais)	
	6. P&D	6.1. Pesquisa 6.2. Propriedade intelectual 6.3. Aquisição e desenvolvimento de tecnologia 6.4 Inclusão de pauta de ensino	
	7. Reciclagem de materiais (para energia)	7.1. Agropecuária 7.2. Áreas sanitárias / CTRs 7.3. Resíduos biológicos 7.4. Tratamento sanitário	

Fonte: Elaboração própria (2024)

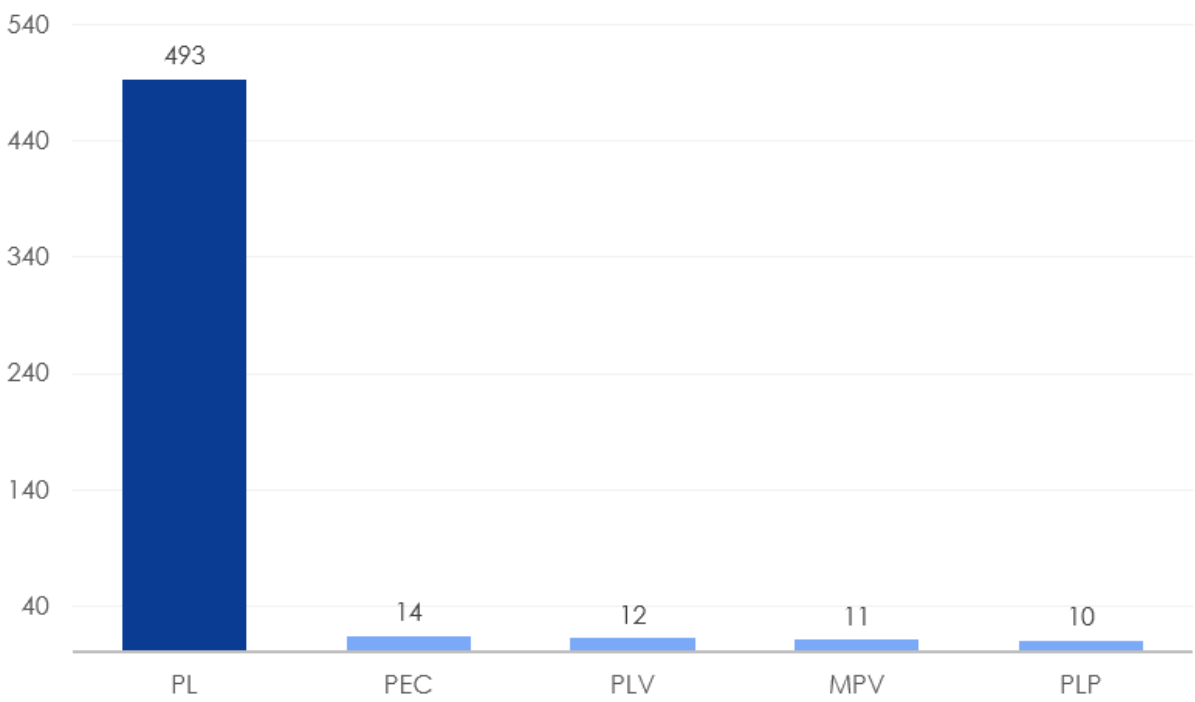
¹⁷ CÂMARA DOS DEPUTADOS. Página Inicial. 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/>. Acesso em: 19 jun. 2024.

Imagem 8 - Ilustração das próximas etapas de classificação



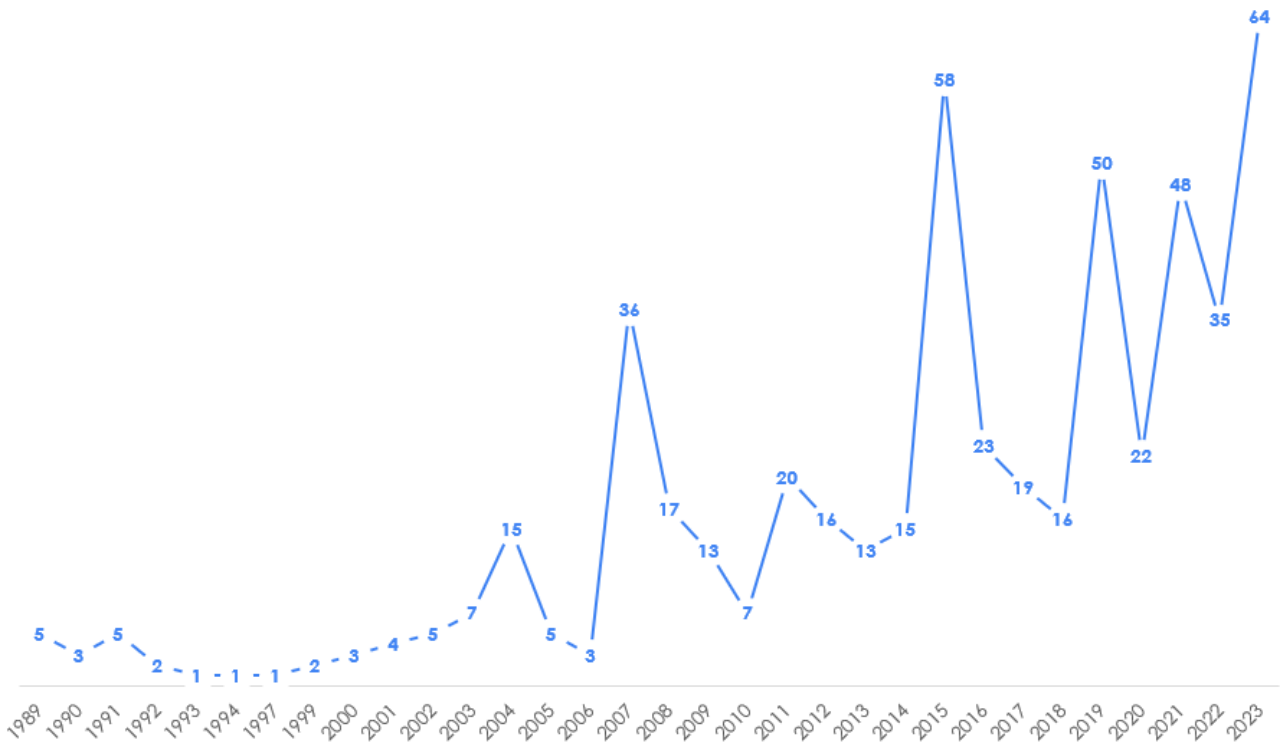
Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 10 - Tipos de proposição



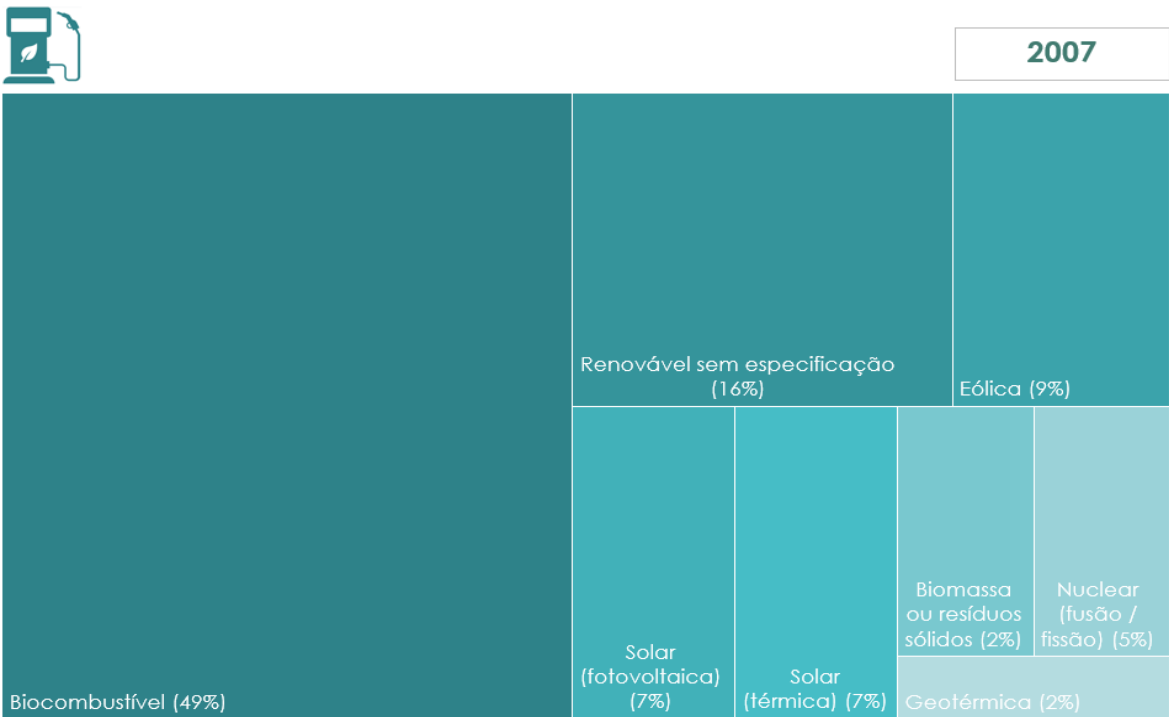
Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 11 - Ano de apresentação das proposições (1989-2023)



Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 12 - Tipos de energia mais frequentes em 2007



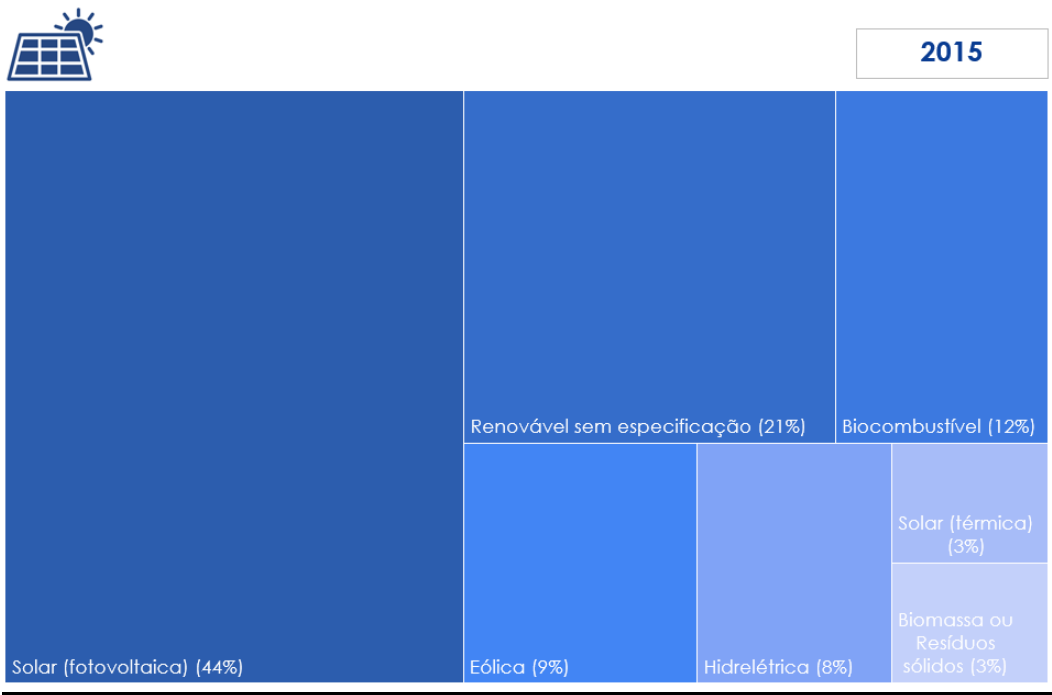
Fonte: Elaboração própria (2024)

Tabela 3 - Número de proposições classificadas por Fontes de Energia (2007)

	A	B	C
1	2007		
2	Fontes de Energia	%	n
3	Biocombustível (49%)	49%	21
4	Renovável sem especificação (16%)	16%	7
5	Eólica (9%)	9%	4
6	Solar (fotovoltaica) (7%)	7%	3
7	Solar (térmica) (7%)	7%	3
8	Biomassa ou resíduos sólidos (2%)	5%	2
9	Nuclear (fusão / fissão) (5%)	5%	2
10	Geotérmica (2%)	2%	1

Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 13 - Tipos de energia mais frequentes em 2015



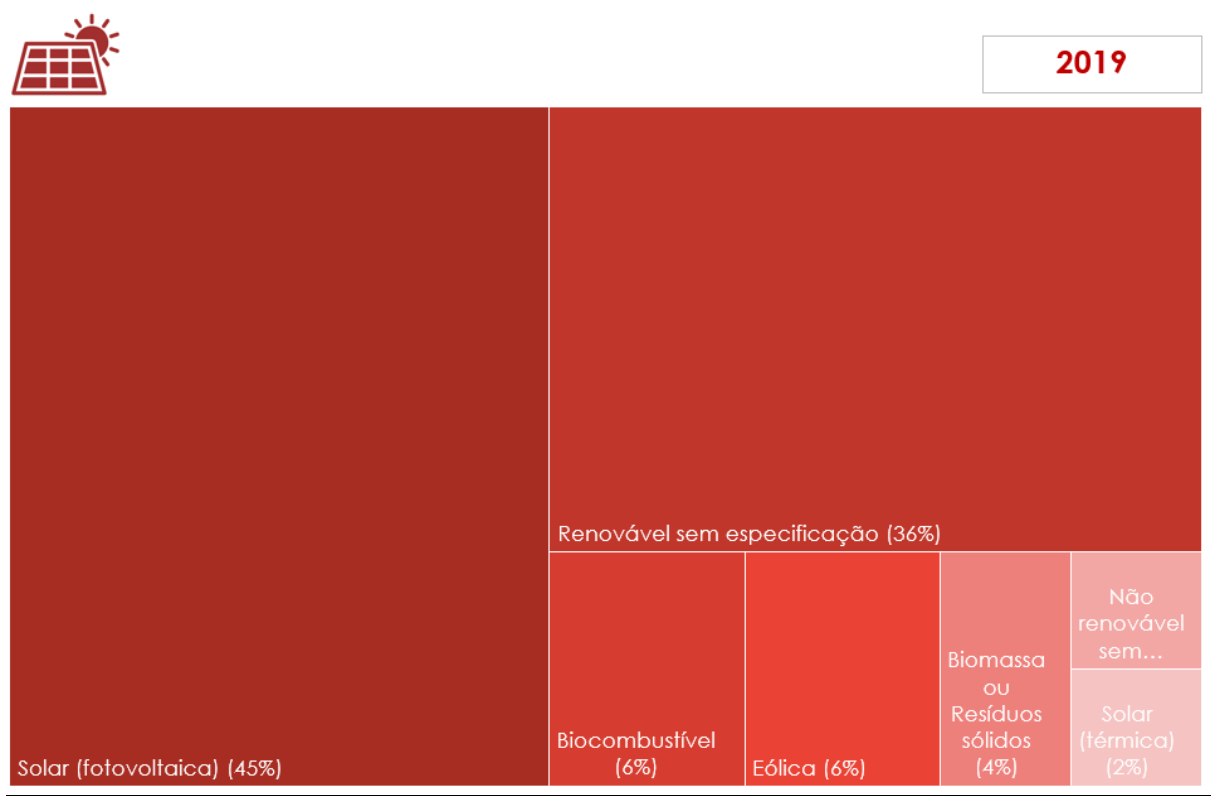
Fonte: Elaboração própria (2024)

Tabela 4 - Número de proposições classificadas por Fontes de Energia (2015)

	A	B	C
	2015		
1			%
2	Fontes de Energia	n	
3	Solar (fotovoltaica)	29	44%
4	Renovável sem especificação (com ou sem especificação)	14	21%
5	Biocombustível	8	12%
6	Eólica	6	9%
7	Hidrelétrica	5	8%
8	Solar (térmica)	2	3%
9	Biomassa ou Resíduos sólidos	2	3%

Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 14 - Tipos de energia mais frequentes em 2019



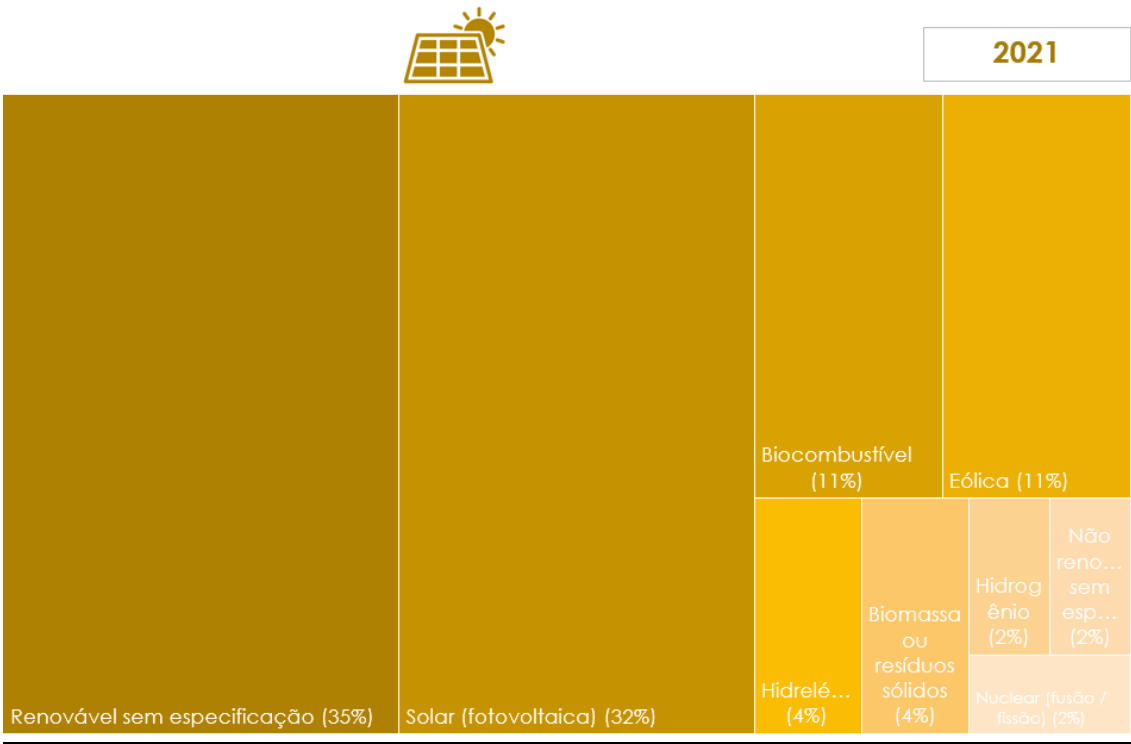
Fonte: Elaboração própria (2024)

Tabela 5 - Número de proposições classificadas por Fontes de Energia (2019)

	A	B	C
1	2019		
2	Fontes de Energia	%	n
3	Solar (fotovoltaica) (45%)	45%	24
4	Renovável sem especificação (36%)	36%	19
5	Biocombustível (6%)	6%	3
6	Eólica (6%)	6%	3
7	Biomassa ou Resíduos sólidos (4%)	4%	2
8	Não renovável sem especificação (2%)	2%	1
9	Solar (térmica) (2%)	2%	1

Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 15 - Tipos de energia mais frequentes em 2021



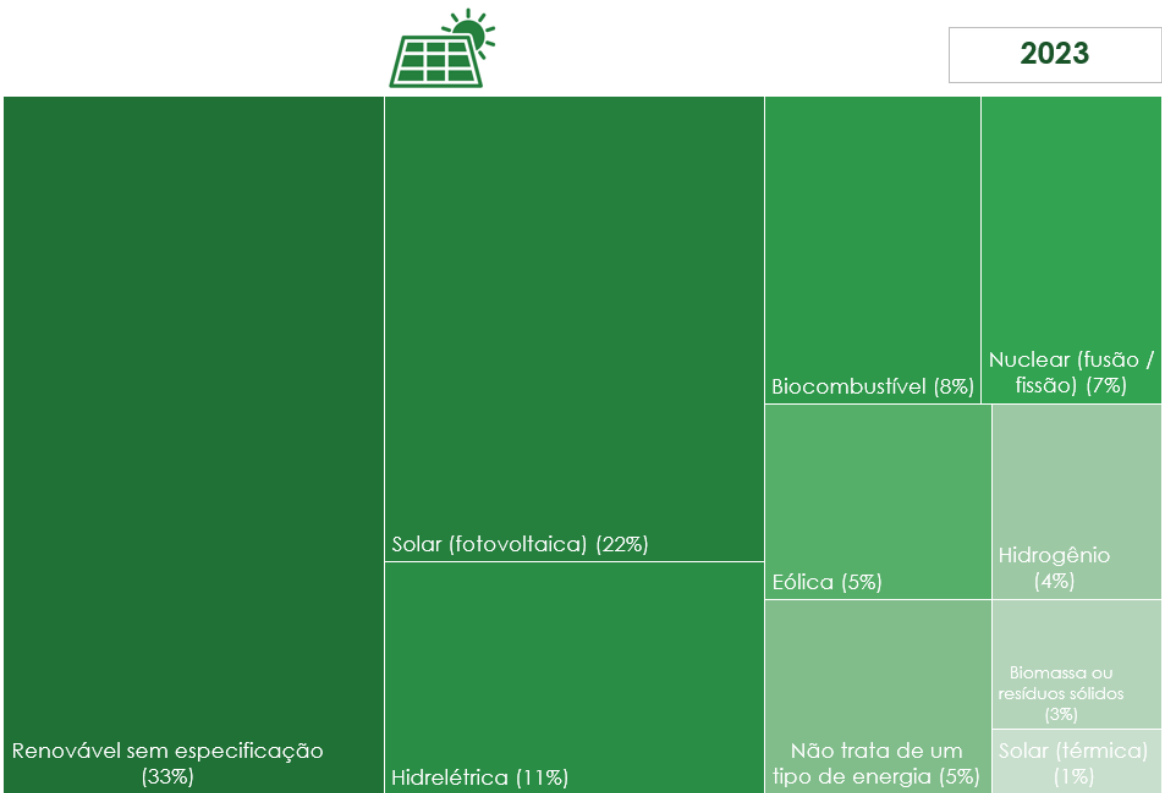
Fonte: Elaboração própria (2024)

Tabela 6 - Número de proposições classificadas por Fontes de Energia
(2021)

	A	B	C
	2021		
1		%	
2	Fontes de Energia	%	n
3	Renovável sem especificação (35%)	35%	20
4	Solar (fotovoltaica) (32%)	32%	18
5	Biocombustível (11%)	11%	6
6	Eólica (11%)	11%	6
7	Hidrelétrica (4%)	4%	2
8	Biomassa ou resíduos sólidos (4%)	4%	2
9	Hidrogênio (2%)	2%	1
10	Não renovável sem especificação (2%)	2%	1
11	Nuclear (fusão / fissão) (2%)	2%	1

Fonte: Elaboração própria (2021)

Gráfico 16 - Tipos de energia mais frequentes em 2023



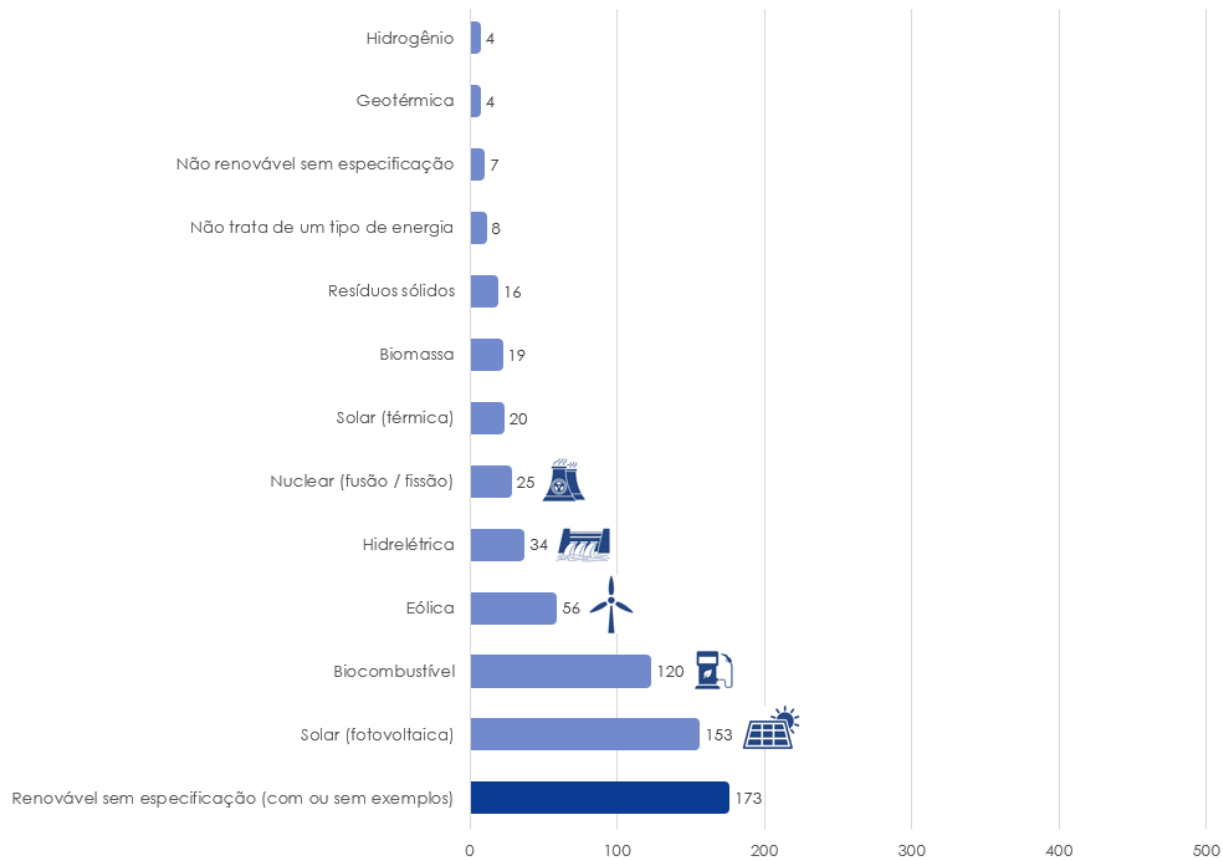
Fonte: Elaboração própria (2024)

Tabela 7 - Número de proposições classificadas por Fontes de Energia (2023)

	A	B	C
1	2023		
2	Fontes de Energia	%	n
3	Renovável sem especificação (33%)	33%	24
4	Solar (fotovoltaica) (22%)	22%	16
5	Hidrelétrica (11%)	11%	8
6	Biocombustível (8%)	8%	6
7	Nuclear (fusão / fissão) (7%)	7%	5
8	Eólica (5%)	5%	4
9	Não trata de um tipo de energia (5%)	5%	4
10	Hidrogênio (4%)	4%	3
11	Biomassa ou resíduos sólidos (3%)	3%	2
12	Solar (térmica) (1%)	1%	1

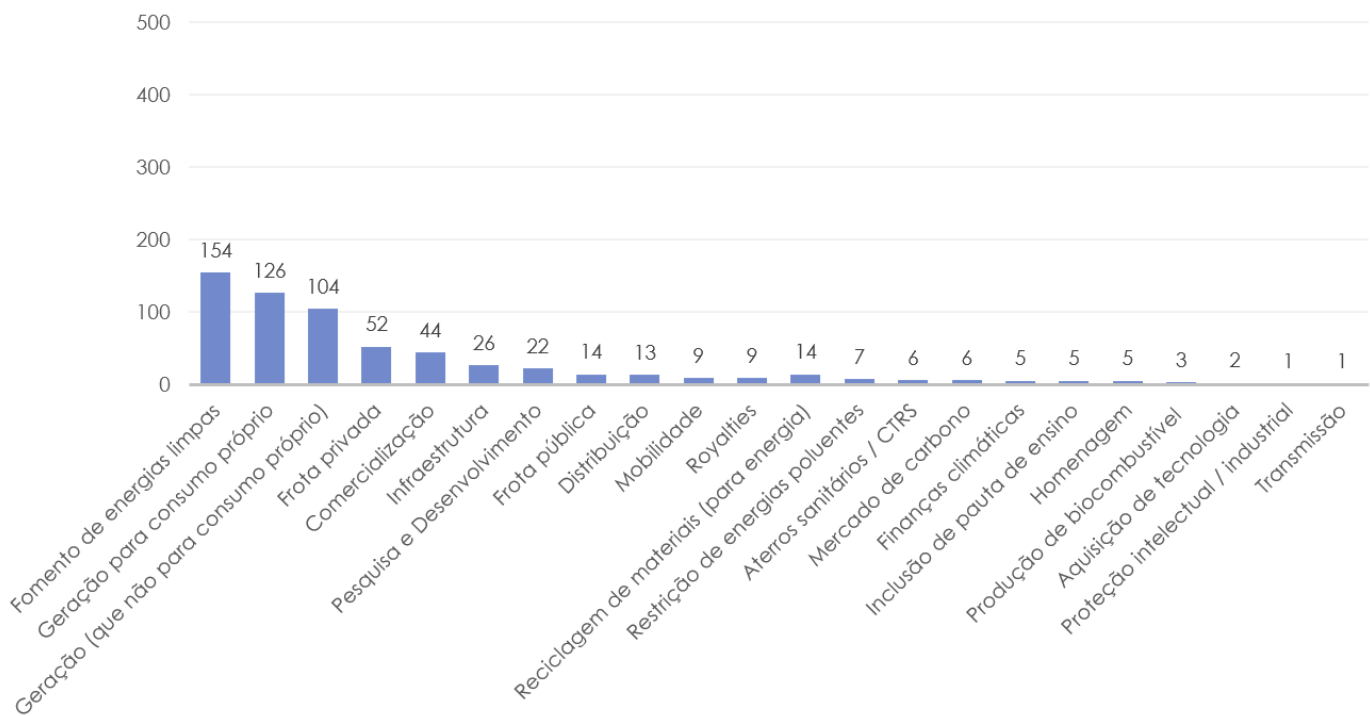
Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 17 - Tipos de energia (out/1988 - fev/2024)



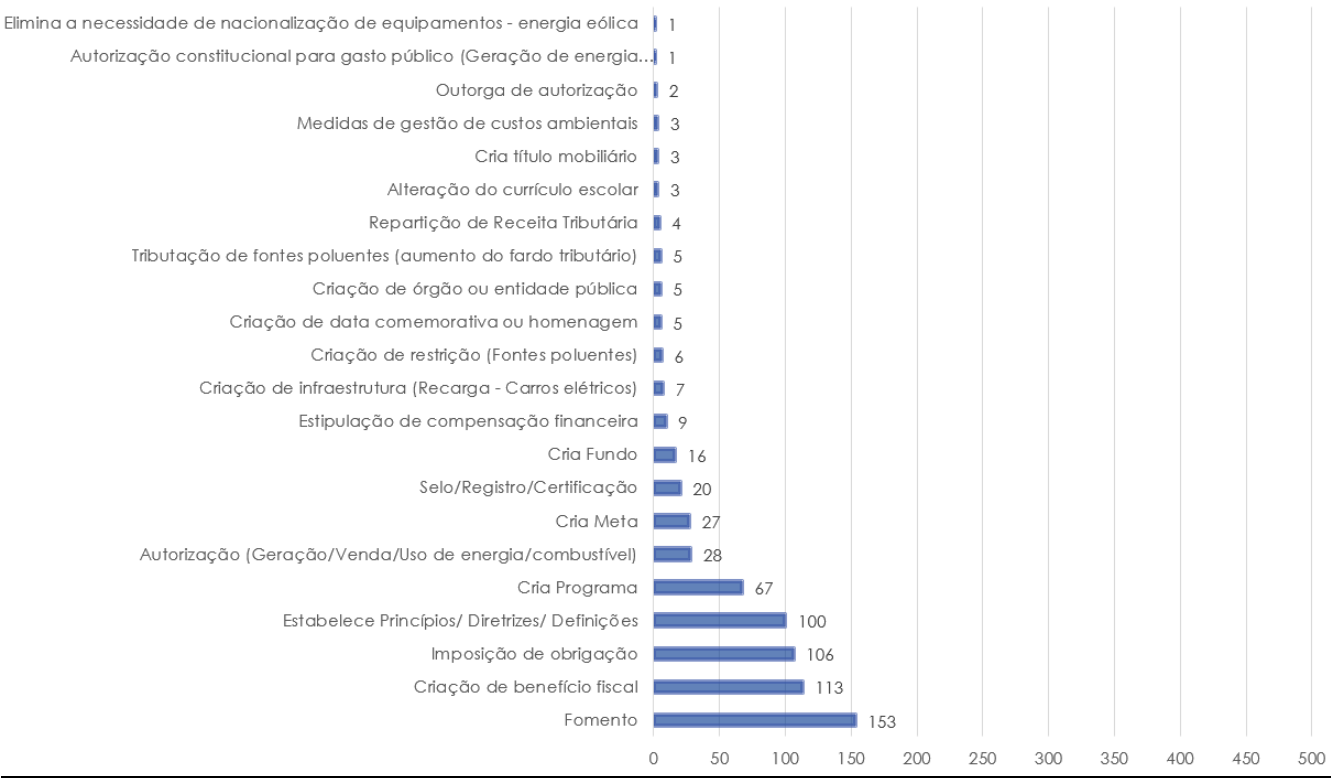
Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 18 - Temáticas mais recorrentes (out/1988 - fev/2024)



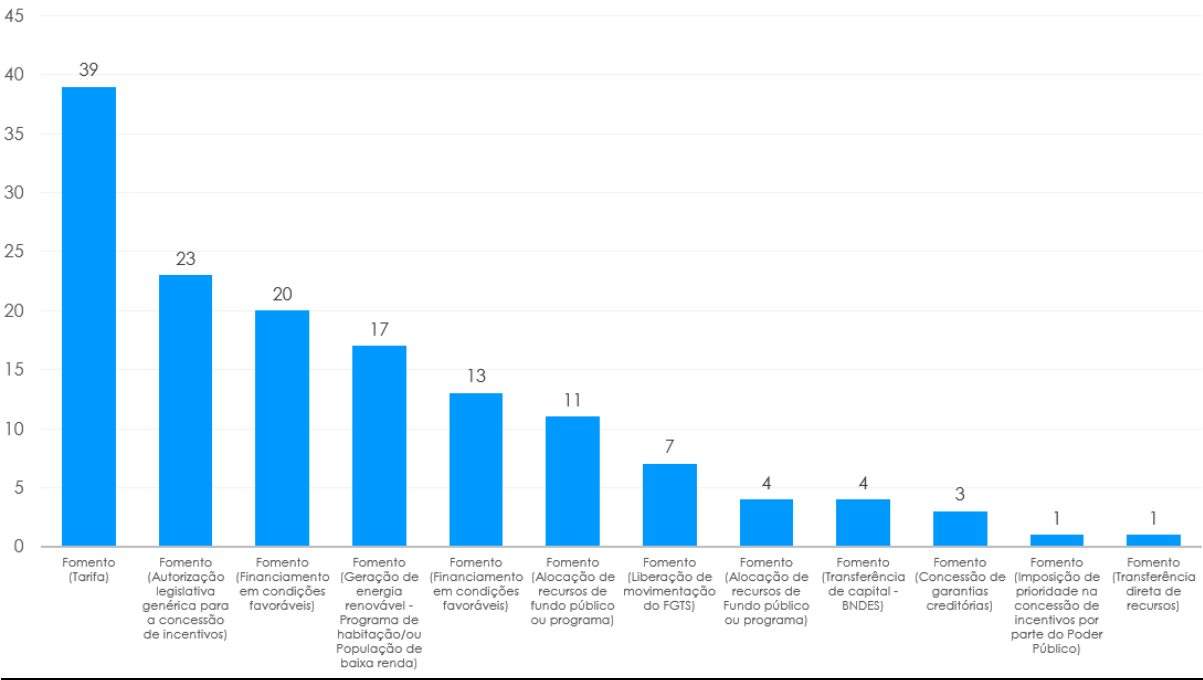
Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 19 - Tios de proposta mais recorrentes (out/1988 - fev/2024)



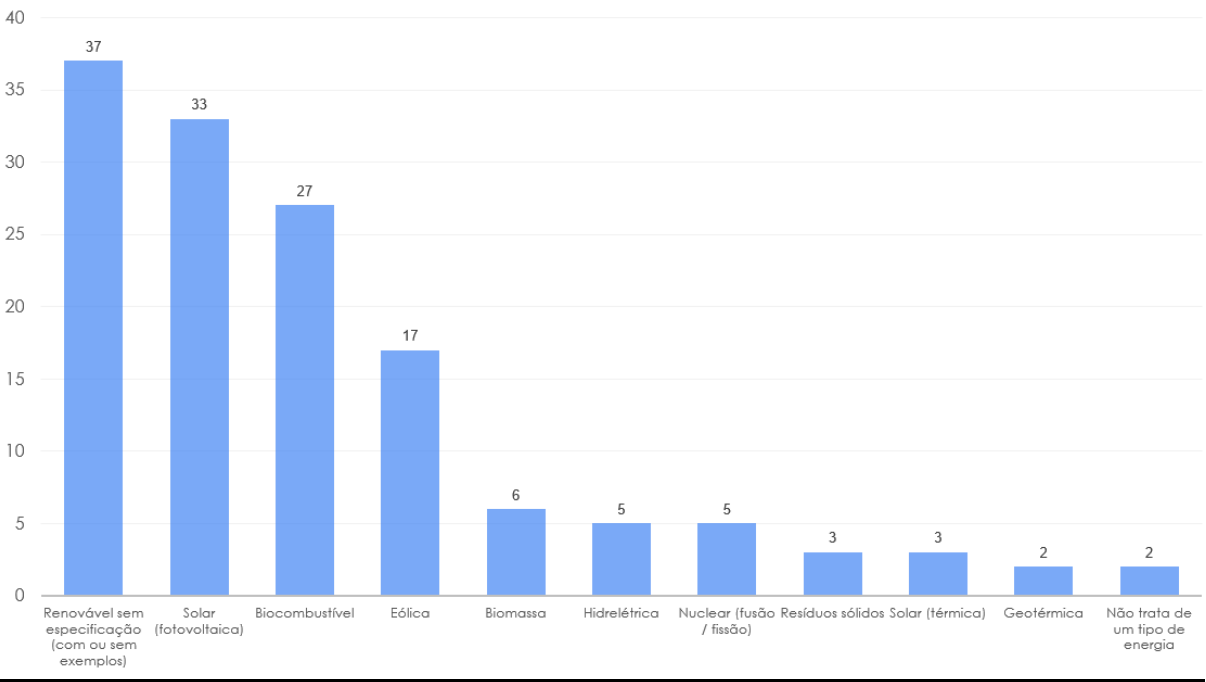
Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 20 - Espécies de Fomento (out/1988 - fev/2024)



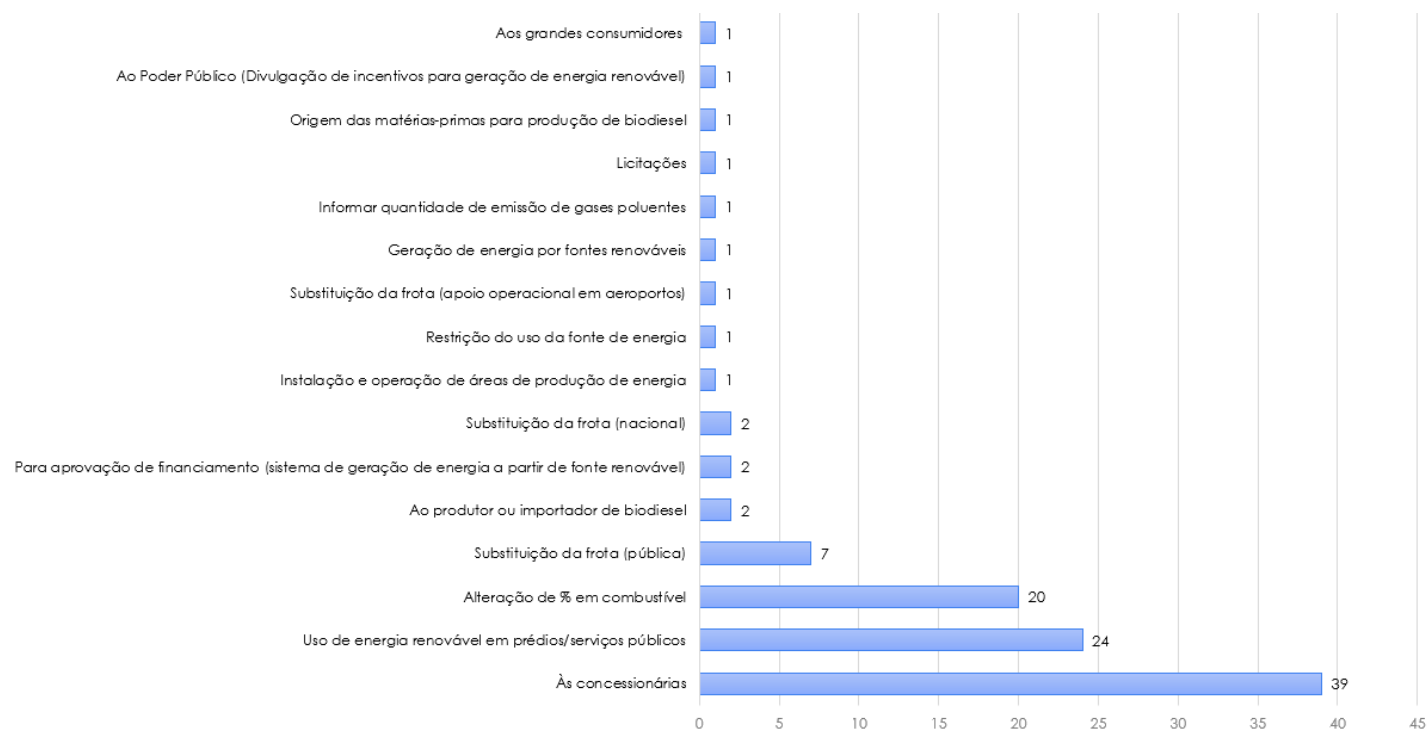
Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 21 - Proposições de benefício fiscal por tipos de energia (out/1988 - fev/2024)



Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 22 - Tipos de obrigação (out/1988 - fev/2024)



Fonte: Elaboração própria (2024)

Tabela 8 - Sumário dos tipos de programa criados

Tipos de programas
Cria Programa (Apoio ao Setor Sucroenergético Brasileiro)
Cria Programa (Aquecimento de Água por Energia Solar)
Cria Programa (Autonomia Energética das Escolas Públicas)
Cria Programa (de Eletrificação de Interesse Social)
Cria Programa (de Incentivos a Energias Renováveis)
Cria Programa (de Nacionalização das Centrais Geradoras de Energia Elétrica)
Cria Programa (Desenvolvimento da Energia Eólica do Nordeste)
Cria Programa (Energia Renovável para Agricultores Familiares e Consumidores de Baixa Renda)
Cria Programa (Energia Renovável para Agricultura Familiar e Consumidores de Baixa Renda)
Cria Programa (Financiamento à Geração de Energia pelos Consumidores Rurais)

Cria Programa (Financiamento às Fontes Alternativas Renováveis)

Cria Programa (Financiamento de Energia Solar para Municípios)

Cria Programa (Fontes Alternativas para Sistemas Isolados)

Cria Programa (Geração Distribuída)

Cria Programa (Incentivo a Construção ou Reforma Sustentável de Residências)

Cria Programa (Incentivo à Geração de Energia Elétrica a partir de Fonte Solar – PIES)

Cria Programa (Incentivo à Geração Distribuída de Energia Elétrica a partir de Fonte Solar)

Cria Programa (Incentivo à Geração Distribuída Renovável)

Cria Programa (Incentivo à Produção e ao Aproveitamento de Biogás, de Biometano e de Coprodutos Associados - PIBB)

Cria Programa (Incentivo à Produção e Distribuição de Energia Limpa)

Cria Programa (Incentivo ao Desenvolvimento da Energia Eólica e da Solar Fotovoltaica)

Cria Programa (incentivo ao uso de energia solar e de outras fontes renováveis em edificações multifamiliares, comerciais ou mistas e unifamiliares em condomínios horizontais ou verticais)

Cria Programa (Incentivos a Energias Renováveis)

Cria Programa (Instalação de Coletores Solares - aproveitamento de energia solar)

Cria Programa (Integrado de uso e aproveitamento de Energia Fotovoltaica – PROVOLTAICA nos Hospitais Públicos, de utilidade Pública e de Parceria Público-Privados em municípios brasileiros)

Cria Programa (Microdestilarias de Biocombustíveis)

Cria Programa (Minha Casa, Minha Vida)

Cria Programa (Mobilidade Urbana Sustentável - apoio para o incremento da frota de veículos elétricos)

Cria Programa (Nacional - Desenvolvimento do Hidrogênio de Baixo Carbono)

Cria Programa (Nacional - Incentivo à Geração de Energia Renovável por Produtores Rurais)

Cria Programa (Nacional - incentivos - Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural)

Cria Programa (Nacional - Rota 2030 - Mobilidade e Logística)

Cria Programa (Nacional de Apoio à Produção de Energias Renováveis - expansão da capacidade de geração de energia elétrica em fontes renováveis sem onerar as tarifas de energia elétrica.)

Cria Programa (Nacional de Biogás)

Cria Programa (Nacional de Combustível Sustentável de Aviação)

Cria Programa (Nacional de Crédito aos Pequenos Produtores de Energia Solar)

Cria Programa (nacional de crédito para Microgeração e à Minigeração Distribuídas)

Cria Programa (Nacional de Diesel Verde)

Cria Programa (Nacional de Geração de Energia Elétrica a partir do Lixo)

Cria Programa (Nacional de Geração de Energia Solar Fotovoltaica)

Cria Programa (Nacional de Incentivo à Microgeração e Minigeração Distribuída Solar Fotovoltaica)

Cria Programa (Nacional de Pequenas Destilarias de Álcool Combustível)

Cria Programa (Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Compostos Orgânicos de Origem Vegetal)

Cria Programa (Nacional de Produção de Biocombustíveis por Cooperativas)

Cria Programa (Nacional de Reciclagem Energética de Resíduos Sólidos)

Cria Programa (Nacional do Bioquerosene - incentivo à pesquisa e o fomento da produção de energia à base de biomassas)

Cria Programa (Nacional dos Combustíveis Avançados Renováveis)

Cria Programa (para aceleração da transição energética)

Cria Programa (para Financiamento de Energia Limpa - criação de linhas especiais de crédito destinadas a fomentar a geração de energia solar e eólica)

Cria Programa (Pequena Geração Descentralizada de Energia Elétrica)

Cria Programa (Pesquisa e Desenvolvimento de Compostos Orgânicos de Origem Vegetal)

Cria Programa (preços mínimos para comercialização de biocombustíveis)

Cria Programa (Programa Biodigestores Rurais - acesso de famílias rurais de baixa renda a energias renováveis e biofertilizantes)

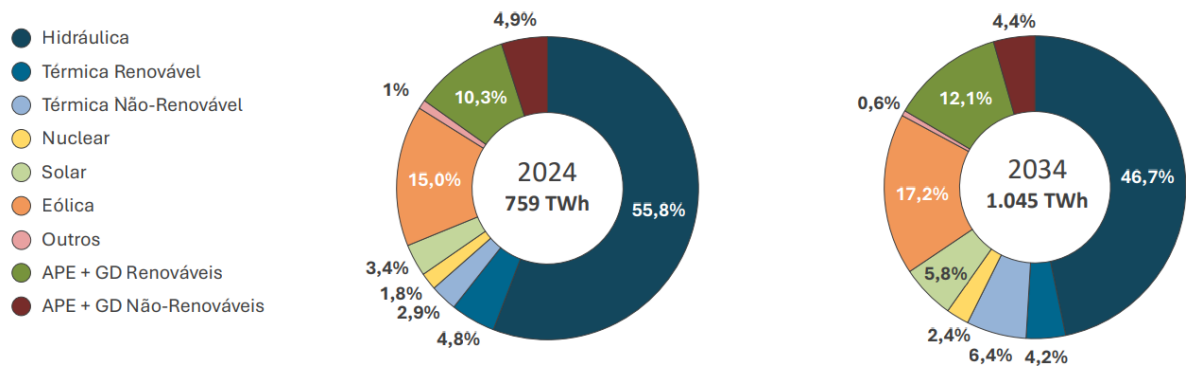
Cria Programa (Programa Nacional de Produção de Biocombustíveis por Cooperativas)

Cria Programa (Regional - Desenvolvimento da Amazônia)

Cria Programa (Regional - Semiárido - Energia Solar)

Fonte: Elaboração própria (2024)

Gráfico 23 - Matriz Elétrica brasileira nos anos de 2024 e 2034



Fonte: EPE 2034 (2024)¹⁸

¹⁸ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. Caderno de Consolidação de Resultados (Nov. 2024). **PDE 2034**: Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034. Rio de Janeiro: EPE/MME, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia/pde-2034/pde-2034_consolidacao-de-resultados_20241106.pdf/view. Acesso em: 2 dez. 2024.

Tabela 9 – Oportunidades tecnológicas nos estudos IEA, Irena, OPEP e PTE

Tabela 11-2 - Oportunidades tecnológicas nos estudos IEA, IRENA, OPEP e PTE

Tecnologia	IEA	IRENA	OPEP	PTE
	Global	Global	Global	Nacional
Solar e eólica	Aumento da parcela de energias solar e eólica nos cenários com metas abaixo de 2 °C.			
	NZE: oferta mundial de energia solar cresce mais de oito vezes entre 2022 e 2035, e eólica mais de quatro vezes.	1,5 °C: aumento de mais de oito vezes na geração elétrica pela energia solar e de quase cinco vezes na eólica para 2030.	RC: energia solar e a eólica são fontes com o crescimento mais rápido até 2045.	Para 2030, o aumento da capacidade de geração elétrica ocorreria principalmente pela solar e eólica.
Nuclear	Indica o avanço da energia nuclear como estratégia de descarbonização especialmente no setor elétrico. Aposta em SMR para longo prazo.	Redução da participação relativa da energia nuclear na matriz de geração elétrica em seu cenário 1,5 °C de 10% em 2020 para 4% em 2050.	RC: aumento de 29%, de 2022 a 2035, na demanda global de energia nuclear. Isso implica uma variação de sua participação, de 5,2% para 5,7%, na matriz.	Cenário TA prevê uma ampliação de potência adicional instalada de usinas nucleares em 4 GW em 2050.
Veículos elétricos e biocombustíveis	Indica eletrificação intensa dos transportes no NZE. VEs a bateria devem chegar a 40% das vendas em 2030.	Indica eletrificação intensa dos transportes no 1,5 °C. Sugere 360 milhões de carros elétricos de passageiros em 2030.	Para 2034, a OPEP prevê cerca de 300 milhões de VEs. Maior uso de motores a diesel no seu cenário de referência (RC).	Biocombustíveis se mantêm relevantes mesmo no cenário com maior eletrificação.
Considerada tecnologia importante para a transição energética, discutida nos estudos.				
Hidrogênio	Cenário NZE estima uma produção mundial de 10 EJ de hidrogênio de baixa emissão para 2030.	Cenário 1,5 °C estima uma oferta mundial de 15 EJ de hidrogênio de baixa emissão em 2030.	ATS prevê maior investimento em redes de fornecimento de H ₂ que RC e LFS. Não apresenta projeção global de oferta e demanda do H ₂ .	Na década de 2030, a produção brasileira de hidrogênio é baixa, se acelerando nas décadas seguintes. Nos cenários de TG e TA em 2040, ultrapassam 0,7 EJ.
Captura de carbono	No NZE: captura global de 1 Gt CO ₂ em 2030. Aposta no abatimento de emissões de combustíveis fósseis com CCUS.	Aposta em CCS e BECCS, com captura de 1 Gt CO ₂ em 2030 via CCS e 0,7 GtCO ₂ via BECCS em seu cenário 1,5 °C.	Aposta no abatimento de emissões de combustíveis fósseis com CCUS no cenário ATS.	Em seus cenários TB e TG aposta em CCS associado a bioeletricidade (e não a combustíveis fósseis) e BECCS.

Tecnologia	IEA	IRENA	OPEC	PTE
	Global	Global	Global	Nacional
Eficiência energética	Tecnologias chave para redução de emissões no APS e NZE. Aponta necessidade de investimentos.	Tecnologias chave para redução de emissões no 1,5 °C. Aponta necessidade de investimentos.	Maior inserção de tecnologias de eficiência no ATS. Investimentos como obstáculos críticos para países em desenvolvimento.	Aponta como área que necessita de inovações.
Armazenamento	Maior entrada de renováveis intermitentes demanda avanço na capacidade de armazenamento.			
	Aumento rápido da capacidade de armazenamento e necessidade de investimentos.	Necessidade de superar barreiras de infraestrutura em relação ao armazenamento.	Cenário ATS inclui maior inserção de tecnologias de armazenamento que RC.	TA considera baterias eletroquímicas para atender o aumento da eólica.

Fonte: Elaboração EPE, a partir de BID, CEBRI, CENERGIA e EPE (2023), IEA (2023), IRENA (2023) e OPEC (2023).

Fonte: EPE (2024)¹⁹

¹⁹ EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. Relatório Versão para Consulta Pública. **PDE 2034**: Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034. Rio de Janeiro: EPE/MME, 2024. p. 439-440. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia/pde-2034/relatorio-pde-2034-versao-para-consulta-publica/view>. Acesso em: 2 dez. 2024.