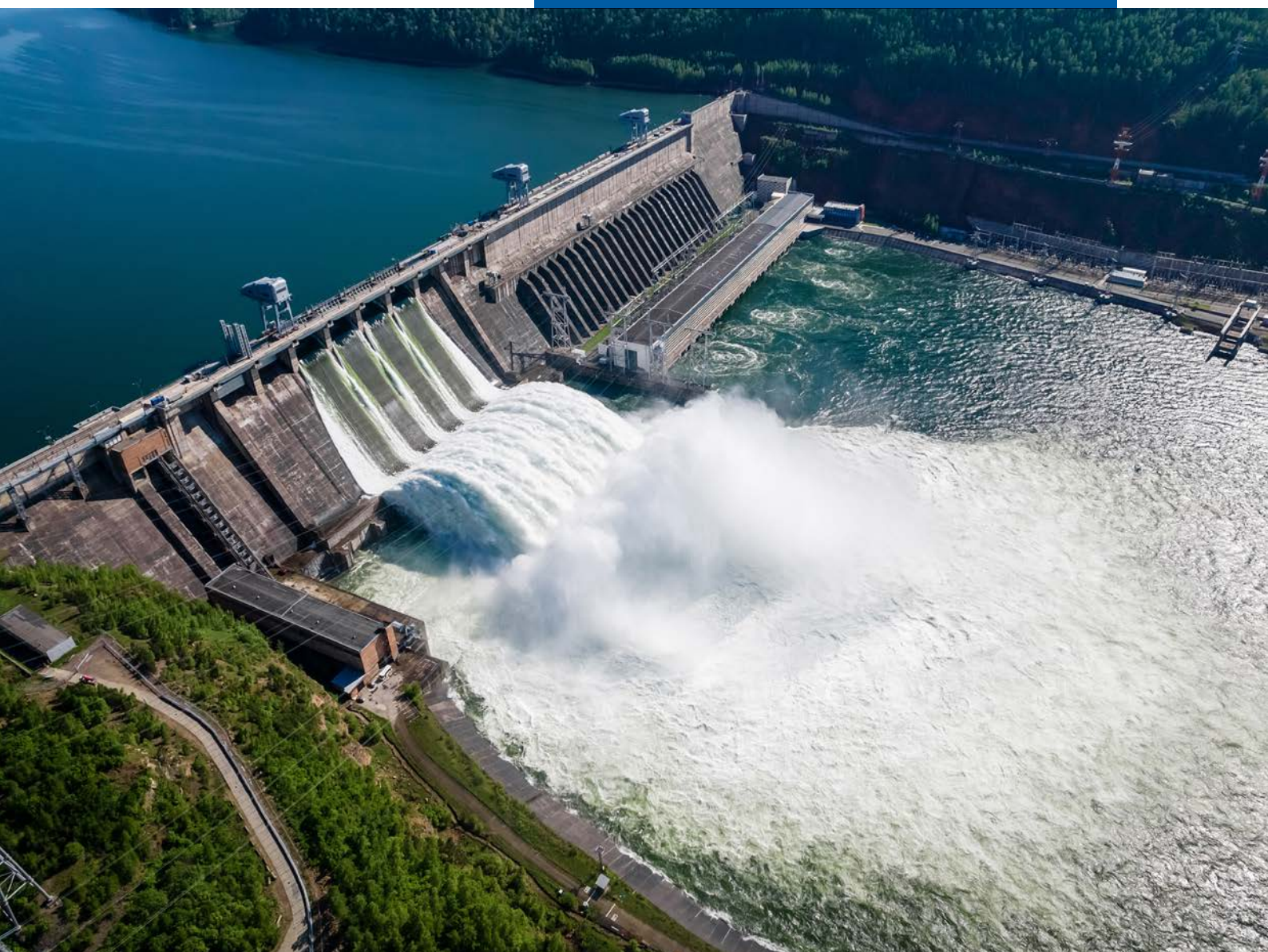


# O PAPEL DAS HIDRELÉTRICAS PARA SEGURANÇA ENERGÉTICA



Confederação Nacional da Indústria  
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA



# O PAPEL DAS HIDRELÉTRICAS PARA SEGURANÇA ENERGÉTICA

**CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

*Robson Braga de Andrade*

Presidente

**Gabinete da Presidência**

*Teodomiro Braga da Silva*

Chefe do Gabinete - Diretor

**Diretoria de Desenvolvimento Industrial e Economia**

*Lytha Battiston Spíndola*

Diretora

**Diretoria de Relações Institucionais**

*Mônica Messenberg Guimarães*

Diretora

**Diretoria de Serviços Corporativos**

*Fernando Augusto Trivellato*

Diretor

**Diretoria Jurídica**

*Cassio Augusto Muniz Borges*

Diretor

**Diretoria de Comunicação**

*Ana Maria Curado Matta*

Diretora

**Diretoria de Educação e Tecnologia**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*

Diretor

**Diretoria de Inovação**

*Gianna Cardoso Sagazio*

Diretora

**Superintendência de Compliance e Integridade**

*Oswaldo Borges Rego Filho*

Superintendente



# O PAPEL DAS HIDRELÉTRICAS PARA SEGURANÇA ENERGÉTICA



Confederação Nacional da Indústria  
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

© 2023. CNI – **Confederação Nacional da Indústria.**

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CNI

**Gerência Executiva de Infraestrutura**

---

FICHA CATALOGRÁFICA

---

C748m

Confederação Nacional da Indústria.

O papel das hidrelétricas para segurança energética / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2023.

59 p. : il.

1.Planejamento Climático. 2. Hidreletricidade. I. Título.

CDU: 502.174.3:627.8.09

---

CNI  
Confederação Nacional da Indústria  
**Sede**  
Setor Bancário Norte  
Quadra 1 – Bloco C  
Edifício Roberto Simonsen  
70040-903 – Brasília – DF  
Tel.: (61) 3317-9000  
Fax: (61) 3317-9994  
<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

**Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC**  
Tels.: (61) 3317-9989/3317-9992  
[sac@cni.com.br](mailto:sac@cni.com.br)

# LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Participação da energia renovável no fornecimento total de energia (%).....	16
<b>Figura 2</b> – Contribuições das fontes de energia para o serviço de robustez .....	40

# LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Ranking Mundial de consumo per capita de energia 2021 – em milhões de Btu.....	15
<b>Gráfico 2</b> – Matriz elétrica mundial 2020 .....	22
<b>Gráfico 3</b> – Matriz elétrica Brasileira 2021.....	22
<b>Gráfico 4</b> – Utilização de fontes renováveis e não renováveis para a geração de energia elétrica no Brasil e no mundo para o ano de 2020.....	22
<b>Gráfico 5</b> – Evolução da geração por fonte .....	23
<b>Gráfico 6</b> – Potencial hidrelétrico inventariado .....	29
<b>Gráfico 7</b> – Complexidade socioambiental para a expansão hidrelétricas.....	29

# LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Usinas Hidrelétricas Inventariadas.....	30
<b>Tabela 2</b> – Usinas Hidrelétricas Inventariadas: distribuição por região .....	30





# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>SUMÁRIO EXECUTIVO.....</b>	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 A SITUAÇÃO ATUAL DA GERAÇÃO HIDRELÉTRICA NO BRASIL.....</b>	<b>21</b>
<b>3 INCORPORAÇÃO DA HIDRELETRICIDADE NO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO: EVOLUÇÃO RECENTE.....</b>	<b>27</b>
3.1 O potencial hidrelétrico, a distribuição geográfica e a complexidade socioambiental .....	28
3.2 O PDE 2031, sob o impacto da escassez hídrica de 2020/21 .....	31
3.3 A preparação do PDE 2032 .....	33
<b>4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA FONTE HÍDRICA .....</b>	<b>39</b>
<b>5 PROPOSTAS PARA SUPERAR OS PRINCIPAIS ENTRAVES À EXPANSÃO DA GERAÇÃO HIDRELÉTRICA NO BRASIL .....</b>	<b>47</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>



# APRESENTAÇÃO

A principal fonte de geração do sistema elétrico brasileiro sempre foi a hídrica, que já representou mais de 80% da nossa capacidade instalada nos anos 1980 e 1990, mas vem perdendo espaço nos últimos anos. A redução da participação da hidreletricidade na matriz nacional se relaciona a restrições ambientais e ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia, impulsionadas pelo aumento da competitividade dessas opções e por políticas de incentivos.

As usinas hidrelétricas com reservatório de acumulação oferecem flexibilidade operacional incomparável, uma vez que podem responder imediatamente às flutuações da demanda por eletricidade. Essa característica, aliada à capacidade de armazenamento, torna as usinas hidrelétricas o meio mais eficiente e econômico para dar suporte ao emprego de fontes intermitentes de energia renovável, como a solar ou a eólica. Por isso, as hidrelétricas garantem a manutenção do equilíbrio entre a oferta e a demanda do sistema.

Este trabalho tem o propósito de discutir o novo papel da hidreletricidade no planejamento energético brasileiro. Ressaltamos a importância da combinação das diferentes fontes de energia renovável, de modo a alcançar uma matriz energética que ofereça confiabilidade, robustez, sustentabilidade ambiental, e modicidade tarifária ao consumidor e à indústria brasileira.

Esperamos que a presente publicação contribua para o necessário debate sobre o assunto, com o objetivo de aumentar a competitividade do setor industrial no país.

Boa leitura.

**Robson Braga de Andrade**

Presidente da CNI



# SUMÁRIO EXECUTIVO

A agenda de descarbonização da economia global pode trazer oportunidades para o Brasil, que tem evidentes vantagens comparativas na produção de energia verde e renovável. Os desdobramentos da guerra na Ucrânia, da pandemia da Covid-19 e dos conflitos tecnológicos entre a China e os EUA somam-se à urgência da mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE), trazendo novas perspectivas para o desenho das cadeias globais de valor. Para além das tendências de rearranjo na distribuição global da produção e as expectativas quanto a movimentos como *reshoring*, *nearshoring* e *friendshoring*, há agora a questão do *powershoring*.

Confiabilidade no suprimento, estabilidade política e alinhamento com valores internacionais são atributos aos quais se somam disponibilidade e estabilidade no fornecimento de energia baseada em fontes de baixa emissão de GEE como fatores relevantes para a atração de investimento direto estrangeiro. O Brasil pode se beneficiar durante a transição global para a economia de baixo carbono por já possuir uma matriz relativamente limpa e dispor de fontes abundantes de energias renováveis. Para aproveitar as oportunidades desta agenda e fazer face ao aumento da demanda por energia, que certamente virá com a retomada sustentada do crescimento da economia brasileira, será preciso enfrentar um conjunto de reformas regulatórias que facilitem a expansão da geração de energia verde a preços competitivos.

A hidreletricidade tem sido a principal fonte de geração do sistema elétrico brasileiro. Já representou mais de 80% da capacidade instalada do parque gerador nacional nos anos 80 e 90 e respondeu nos últimos dez anos por cerca de 70% do total. A redução do peso da hidreletricidade na matriz energética relaciona-se ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia, renováveis e não renováveis. Esta evolução foi impulsionada, nos últimos anos, pelos acelerados ganhos de competitividade de fontes renováveis não hídricas, como a eólica e a solar fotovoltaica, incentivados por programas governamentais. De acordo com a EPE, esta tendência se manterá ao longo dos próximos anos, levando a hidreletricidade a representar, em 2031, 46% da capacidade de geração do sistema elétrico brasileiro, contra 40% das fontes renováveis não hídricas.

Em um contexto de diversificação de fontes de energia, a hidreletricidade tornou-se, no Brasil, mas também em diversos outros países, objeto de questionamentos em função de seus potenciais impactos socioambientais e dos altos custos de investimento, sobretudo em projetos de grande porte. No Brasil, tais questionamentos foram maximizados pelo fato de os principais projetos hidrelétricos terem sido desenvolvidos, ao longo das últimas

décadas, na região amazônica. Aos altos custos de investimentos agregavam-se aqueles associados à distância entre os projetos e os grandes centros consumidores (custos de transmissão) e as preocupações socioambientais.

Este trabalho discute o papel da hidreletricidade no planejamento energético brasileiro, ressaltando a importância da combinação dos atributos das diferentes fontes de energia renovável de modo a alcançar uma matriz energética que ofereça confiabilidade, robustez, sustentabilidade ambiental e modicidade tarifária ao consumidor e à indústria brasileira.

A expansão da geração elétrica no Brasil tem sido e continuará sendo apoiada na crescente participação das fontes eólica e solar, verdes por natureza, mas também intermitentes. Tal tendência traz incertezas para a matriz elétrica brasileira, que precisa aumentar os ativos de armazenamento para conferir confiabilidade e robustez à oferta de energia.

Há expressivas oportunidades para a expansão da geração hidrelétrica no Brasil, respeitando as condicionantes ambientais e evitando o desenvolvimento de projetos com risco de elevado impacto ambiental e social. Neste contexto, cinco são os principais vetores de expansão da geração hidrelétrica:

- **a construção de usinas hidrelétricas de porte médio** (potencialmente com menor dificuldade para o licenciamento ambiental);
- **a exploração de PCHs e CGHs**, que podem contribuir como complemento ao sistema;
- **a repotenciação e a modernização das usinas mais antigas**, com possibilidade de ganho de potência;
- **a ampliação das usinas que possuem espaço para crescer**, com a introdução de novos geradores; e
- **o investimento em hidrelétricas reversíveis**, conferindo maior flexibilidade ao sistema.

Para avançar nesta direção é essencial enfrentar uma agenda de reformas regulatórias e conferir segurança jurídica e remuneração compatível com os serviços ancilares prestados pelas diferentes fontes à matriz energética. Entre as principais componentes desta agenda encontram-se:

- Aprovar a **Lei Geral de Licenciamento Ambiental**, com os ajustes necessários para eliminar as incertezas decorrentes da flexibilização do licenciamento de algumas atividades produtivas;
- **Regular o uso da água**, por meio da harmonização das normas que orientam os processos de gestão dos Conselhos das Bacias Hidrográficas (CBHs), da adoção de um sistema de precificação do uso da água que esteja fundamentado em princípios econômicos e da plena implantação da Lei das Águas (Lei nº 9.433/1997);



- **Adotar mecanismos de precificação que incorporem uma remuneração adequada pelos serviços prestados pelas usinas hidrelétricas**, de modo a tornar os investimentos em novos empreendimentos hidrelétricos atraentes, bem como as iniciativas de repotenciação, modernização e expansão da capacidade de geração de UHE existentes;
- **Privilegiar a modicidade tarifária** na definição dos mecanismos de precificação, eliminando subsídios desnecessários e transferindo encargos que não estão diretamente vinculados à geração de energia para o Orçamento da União, de modo que as tarifas de energia reflitam os custos e serviços prestados pelas diversas fontes que compõem a matriz elétrica brasileira.

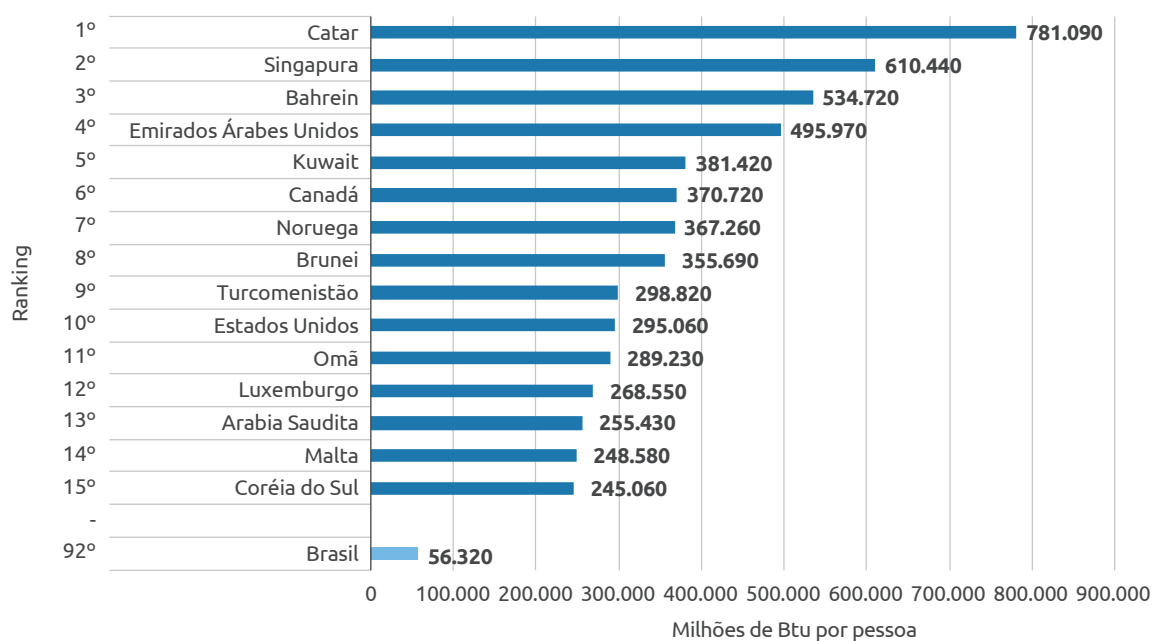


# 1 INTRODUÇÃO

O aumento da frequência e da intensidade dos fenômenos climáticos extremos faz crescer a pressão para que os países acelerem a adoção de políticas que contribuam para diminuir a emissão dos gases de efeito estufa (GEE) e mitigar os riscos do aquecimento global. Essa tendência pode representar uma oportunidade para países que, como o Brasil, têm vantagens comparativas na produção de energias renováveis e limpas. Para que a oportunidade se transforme em realidade, é preciso enfrentar uma agenda de reformas regulatórias que facilitem a expansão da geração de energia verde a preços competitivos.

Embora a matriz energética do Brasil seja relativamente verde em comparação com as dos principais países emissores, a preocupação com o crescimento da participação da energia renovável deve continuar presente na política energética brasileira. Em primeiro lugar, o consumo *per capita* de energia no País ainda é bastante inferior aos dos países desenvolvidos. Em 2021, o país ocupou a 92ª posição no *ranking* mundial de consumo *per capita* de energia.

**GRÁFICO 1 – Ranking Mundial de consumo per capita de energia 2021 – em milhões de Btu**



Fonte: EIA – U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. *Energy consumption per capita 2021*. Disponível em: <https://www.eia.gov/international/rankings/world?pa=283&u=2&f=A&v=none&y=01%2F01%2F2021&ev=false>. Acesso em: 11 maio 2023.

Em 2021, o setor energético respondeu por apenas 18% das emissões brasileiras de gases de efeito estufa (GEE)<sup>1</sup>. A retomada do crescimento sustentado da economia brasileira deverá levar ao aumento do consumo de energia *per capita* no País. As emissões devem seguir a mesma lógica. Ainda que seja possível avançar na agenda de eficiência energética, reduzindo desperdícios e modernizando parques produtivos, será inevitável o investimento no aumento da oferta de energia e, em particular, de fontes renováveis.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2022), com base em informações da Agência Internacional de Energia (IEA, em inglês), cada brasileiro, produzindo e consumindo energia em 2021, emitiu em média 1,9 t CO<sub>2</sub>-eq, ou seja, o equivalente a 13% de um americano, 32% de um cidadão da União Europeia e 27% de um chinês. Segundo essas fontes, a intensidade de carbono na economia brasileira equivale a 32% da economia chinesa, 57% da economia americana e 95% da economia da União Europeia. Para cada tep (tonelada equivalente de petróleo) disponibilizada, o Brasil emite o equivalente a 89% das emissões da União Europeia, 65% dos EUA e 49% da China.

Como se pode observar na Figura 1, o Brasil se distingue da maioria dos países industrializados pela elevada participação de renováveis em sua matriz energética (44%), enquanto nos Estados Unidos esta participação é de 8%, na China de 10% e na Alemanha de 15%. Por outro lado, há muitos países em desenvolvimento com participação de renováveis mais elevada que do que a observada no Brasil.

**FIGURA 1** – Participação da energia renovável no fornecimento total de energia (%)



Fonte: OECD. *Renewable energy*. 2023. <https://data.oecd.org/energy/renewable-energy.htm?context=oecd>. Acesso em: 12 maio 2023.

1 SEEG – SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. *Emissões Totais*. 2022. Disponível em: [https://plataforma.seeg.eco.br/total\\_emission#](https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission#). Acesso em: 01 out. 2022.

Em segundo lugar, há muitos desafios e oportunidades para o Brasil nos próximos anos relacionados às características e evolução de sua matriz energética. As turbulências no contexto internacional, como os desdobramentos do conflito militar na Ucrânia, da pandemia da Covid-19 e dos conflitos tecnológicos entre a China e os EUA, combinadas à necessidade de mitigação de emissões de gases de efeito estufa, trazem novas perspectivas para o desenho das cadeias globais de valor. Para além das tendências de rearranjo na distribuição global da produção e as expectativas quanto a movimentos como *reshoring*, *nearshoring* e *friendshoring*, há agora a questão do *powershoring*<sup>2</sup>.

Confiabilidade no suprimento, estabilidade política, alinhamento com valores internacionais são atributos aos quais se soma a disponibilidade e confiabilidade no fornecimento de energia baseada em fontes de baixa emissão como fatores relevantes para a atração de investimento direto estrangeiro. O Brasil pode se beneficiar durante a transição global por já possuir uma matriz relativamente limpa e dispor de fontes abundantes de renováveis. As oportunidades estão tanto relacionadas ao processo de reindustrialização verde quanto à atração de investimentos estrangeiros orientados pelo *powershoring*.

Até mesmo tendências que à primeira vista podem ser interpretadas como novas barreiras às exportações brasileiras, como a introdução de mecanismos como as taxas de ajuste de carbono na fronteira (CBAM, na sigla em inglês) na Europa e eventualmente nos Estados Unidos, podem representar oportunidades para o Brasil. As exportações brasileiras dos produtos que estarão sujeitos a este tipo de mecanismo têm como concorrentes empresas localizadas em países que tendem a ter matrizes energéticas mais sujas que a do País.

O conflito militar na Ucrânia aprofundou as preocupações com a segurança energética e os impactos sobre preços e custos da transição. As fontes de energia renovável de geração intermitente certamente contribuem para a complementação e diversificação das matrizes de energia, mas será necessário desenvolver estratégias de armazenamento e diversificação de fornecedores.

A combinação da emergência de avançar na descarbonização da economia mundial com a demanda por segurança energética traz grandes oportunidades para as estratégias de desenvolvimento e reindustrialização do Brasil, inclusive pela atração de investimentos estrangeiros.

Para aproveitar as oportunidades, será necessário combinar as fontes renováveis de geração intermitente, que vêm crescendo no Brasil, com aquelas que podem prover segurança energética. Será também fundamental rever o processo de formação das tarifas de energia, reduzindo os impactos deletérios dos subsídios cruzados, dando transparência à formação

---

<sup>2</sup> *Reshoring*: retomada dos processos industriais em caráter nacional. *Nearshoring*: encurtar as cadeias de produção, ou seja, as empresas optam por fabricar em países mais próximos. *Friendshoring*: limitar as redes de cadeia de suprimentos a aliados e países amigos. *Powershoring*: descentralização da produção para países que oferecem energia limpa, segura, barata e abundante.

dos preços de energia. Mais além, será preciso contar com um arcabouço regulatório que confira previsibilidade e segurança jurídica aos investidores.

Neste contexto, é importante discutir o papel da hidreletricidade na matriz energética brasileira. Além da complementariedade com as novas fontes renováveis (principalmente eólica e solar), a hidreletricidade confere segurança à base da matriz. Este trabalho dedica-se a apresentar a situação atual da geração hidrelétrica no Brasil, avaliar o potencial de expansão da hidreletricidade na matriz energética, identificar os melhores caminhos para o desenvolvimento desta fonte e os principais entraves ao seu melhor aproveitamento.





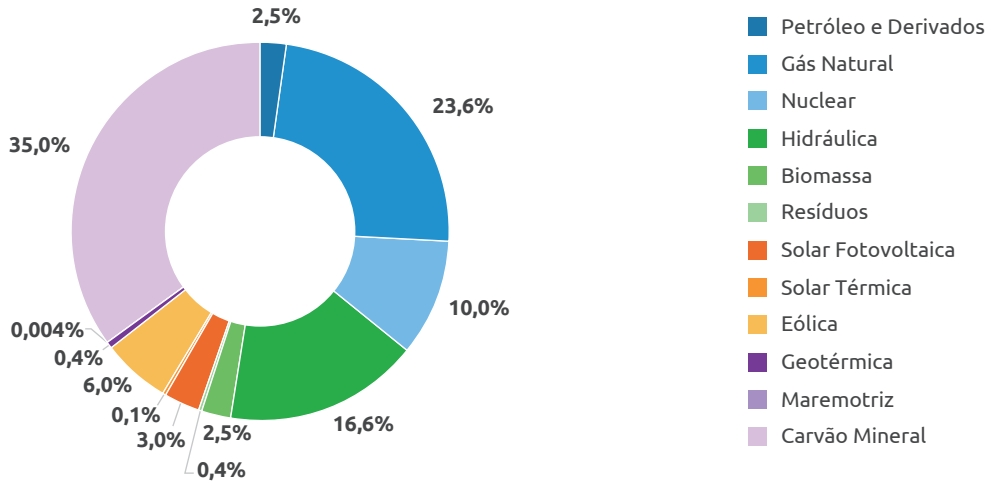


## 2 A SITUAÇÃO ATUAL DA GERAÇÃO HIDRELÉTRICA NO BRASIL

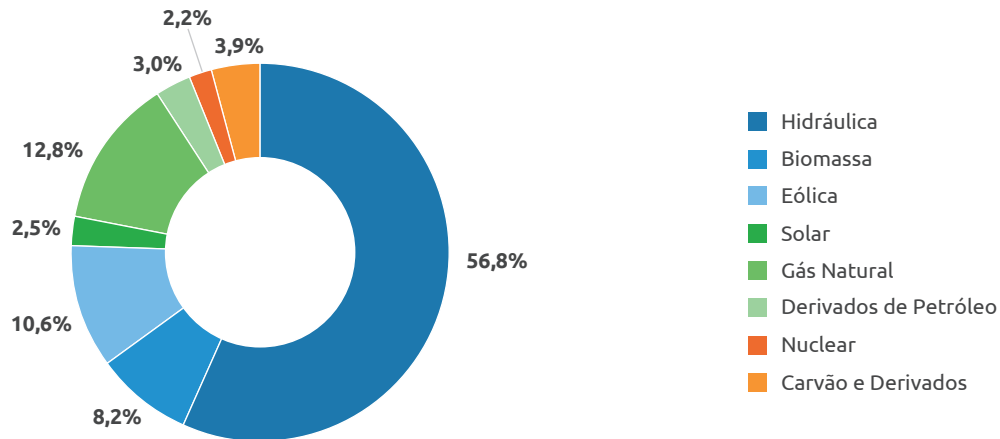
O setor elétrico brasileiro tem nos recursos hídricos sua principal fonte de geração, o que é determinante para que o país conte com uma das matrizes elétricas mais limpas do mundo. De acordo com o Balanço Energético Nacional – BEN (2022), as usinas hidrelétricas responderam, em 2021, por 56,8% da potência instalada no Brasil, percentual muito superior ao registrado na matriz elétrica mundial – 16,6% (Gráficos 2 e 3). Associada à outras fontes, é a principal responsável pelo fato de o Brasil possuir uma das matrizes com maior nível de participação de energia renovável no mundo (82,9% da matriz elétrica em 2020) e um sistema elétrico com baixos níveis de emissão de GEE, na comparação internacional (Gráfico 4).

De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2031, “as emissões de GEE por unidade de energia consumida no Brasil são pequenas comparativamente a outros países. Porém, como o consumo de energia *per capita* deverá aumentar consideravelmente até 2031, as emissões do setor serão crescentes. Como esperado, os setores de transporte e industrial se mantêm ao longo do horizonte como os principais responsáveis pelas emissões no setor energético.

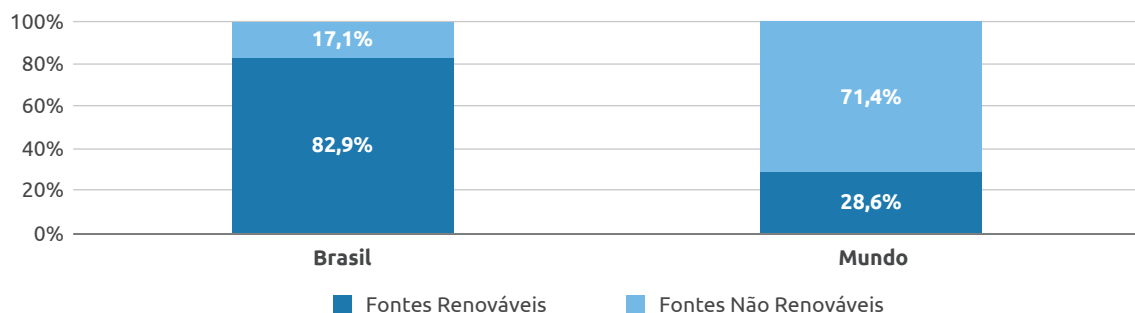
Considerando o potencial brasileiro para produção de energia elétrica e combustíveis a partir de fontes renováveis, a principal estratégia do setor para mitigação das emissões de GEEs é justamente manter elevada a participação dessas fontes na matriz, mantendo o destaque do Brasil na produção de energia com baixas emissões”.

**GRÁFICO 2 – Matriz elétrica mundial 2020**

Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. *Matriz energética e elétrica*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 12 maio 2023.

**GRÁFICO 3 – Matriz elétrica Brasileira 2021**

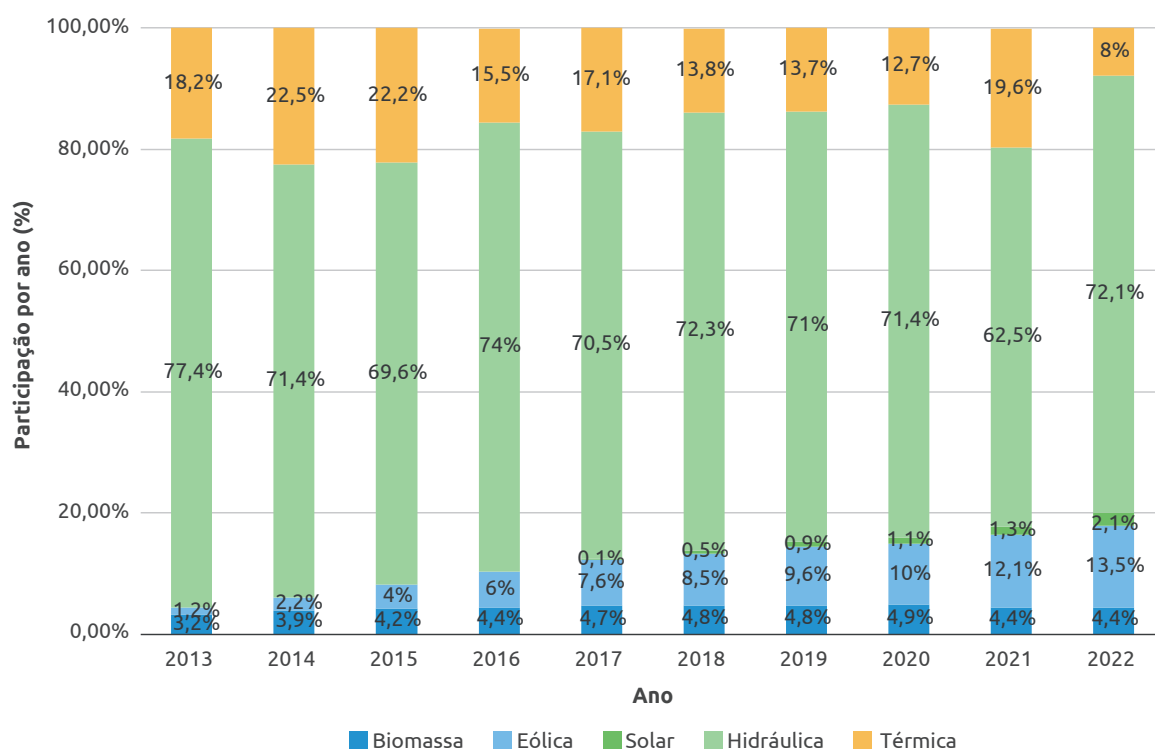
Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. *Matriz energética e elétrica*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 12 maio 2023.

**GRÁFICO 4 – Utilização de fontes renováveis e não renováveis para a geração de energia elétrica no Brasil e no mundo para o ano de 2020**

Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. *Matriz energética e elétrica*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 12 maio 2023.

Historicamente, a hidreletricidade tem sido a principal fonte de geração do sistema elétrico brasileiro. Já representou mais de 80% da geração total nos anos 80 e 90 e nos últimos dez anos por cerca de 70% do total, a exceção tendo sido o ano de 2021 em função da grave crise hídrica que atingiu o país (Gráfico 5).

**GRÁFICO 5 – Evolução da geração por fonte**



Fonte: CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. **Balanco 2022**. Disponível em: [https://www.ccee.org.br/o/ccee/documentos/CCEE\\_1068101](https://www.ccee.org.br/o/ccee/documentos/CCEE_1068101). Acesso em: 12 maio 2023.

A redução do peso da hidreletricidade na matriz energética brasileira relaciona-se ao desenvolvimento de fontes alternativas de energia, renováveis e não renováveis. Esta evolução foi impulsionada, primeiro pela necessidade de responder aos impactos do racionamento de energia, em 2001 (ampliação do parque termelétrico), depois pelos acelerados ganhos de competitividade de fontes renováveis não hídricas, como a eólica e a solar fotovoltaica, incentivados por programas governamentais. Tal tendência se manterá ao longo dos próximos anos, levando a hidreletricidade a representar, em 2031, 46% da capacidade de geração do sistema elétrico brasileiro, contra 40% das fontes renováveis não hídricas (EPE, 2022).

Frente a este cenário de diversificação de fontes de energia, a hidreletricidade tornou-se, no Brasil, mas também em diversos outros países, objeto de intensos questionamentos em função de seus potenciais impactos socioambientais e dos altos custos de investimentos, sobretudo em projetos de grande porte.

No Brasil, tais questionamentos foram maximizados pelo fato de os principais projetos hidrelétricos terem sido desenvolvidos, ao longo das últimas décadas, na região amazônica. Aos altos custos de investimentos agregavam-se aqueles associados à distância entre os projetos e os grandes centros consumidores (custos de transmissão). Já as preocupações socioambientais ganhavam peso crescente, considerando-se as características econômicas, sociais e ambientais daquela região e a presença nela de populações originárias, unidades de conservação etc.

No caso das hidrelétricas da região amazônica, os questionamentos levaram à adoção do modelo de usina a fio d'água, reduzindo substancialmente as dimensões dos reservatórios e atenuando as resistências geradas pelos impactos de tais reservatórios sobre a biodiversidade, as terras indígenas e unidades de conservação. Esta estratégia, por outro lado, afetou negativamente uma das principais vantagens da participação da hidreletricidade na matriz elétrica, que é a sua função de dar estabilidade à oferta de energia, o que as usinas com grandes reservatórios são capazes de prover.







# 3 INCORPORAÇÃO DA HIDRELETRICIDADE NO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO: EVOLUÇÃO RECENTE

A hidreletricidade manteve-se no radar do planejamento energético de médio e longo prazo. A criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2004, incorpora a hidreletricidade no marco de um planejamento energético integrado, que leva em consideração as diferentes fontes (e usos) de energia, inclusive as renováveis não hídricas.

O Plano Nacional de Energia (PNE) 2030, publicado em 2006, indicava um potencial hidrelétrico de 251 GW, dos quais 78 GW já aproveitados, 126 GW inventariados e 47 GW estimados. Desde então, parte do potencial inventariado foi construído ou está em construção e parte do potencial estimado foi inventariado.

Retomaram-se mais recentemente os estudos de inventários hidrelétricos de bacias e análises de viabilidade de novas usinas, com foco principalmente em projetos nas bacias da Amazônia (Xingu, Tapajós e seus afluentes, Madeira etc.). Os resultados destes esforços foram heterogêneos (EPE, 2018).

Se por um lado, alguns grandes projetos foram executados (Belo Monte, Santo Antônio e Jirau sendo os principais), por outro, sua implementação reacendeu os questionamentos acerca dos custos e impactos negativos da construção e operação de grandes hidrelétricas na Amazônia. Isso em função de seus “impactos sobre a biodiversidade, da frágil governança pública e da falta de estrutura dos municípios do Norte do país para receber empreendimento daquele porte e a vulnerabilidade dos povos indígenas e das comunidades tradicionais” (EPE, 2018).

Após a publicação do PNE 2030, a prioridade para estudos voltados a aproveitamentos hidrelétricos de grande porte continuou a ser a região amazônica, inventariando-se praticamente todos os grandes rios da região, com exceção daqueles que se situam em áreas de alta complexidade socioambiental, como o Trombetas e o Negro.

Gradualmente, porém, observam-se, no planejamento energético, diferenças significativas entre, de um lado, as metas de expansão do parque hidrelétrico e de sua contribuição ao aumento da capacidade de geração elétrica, e, de outro, os resultados alcançados.

Em 2006, o PDE 2015 indicava que a maioria da expansão do parque elétrico se daria a partir da hidreletricidade, que levaria o parque a um total de 109 GW, mas ela ocorreu em função principalmente da expansão de usinas eólicas, biomassa e óleo combustível, refletindo em boa medida os ganhos de competitividade da energia eólica nos leilões pós 2008.

No PDE 2019, publicado em 2010, previam-se 104 GW (cinco GW a menos do que no PDE 2015) para a geração hídrica em 2017, mas o resultado ficou em 95 GW, já refletindo dificuldades de diversas ordens na implementação de determinados projetos na região amazônica.

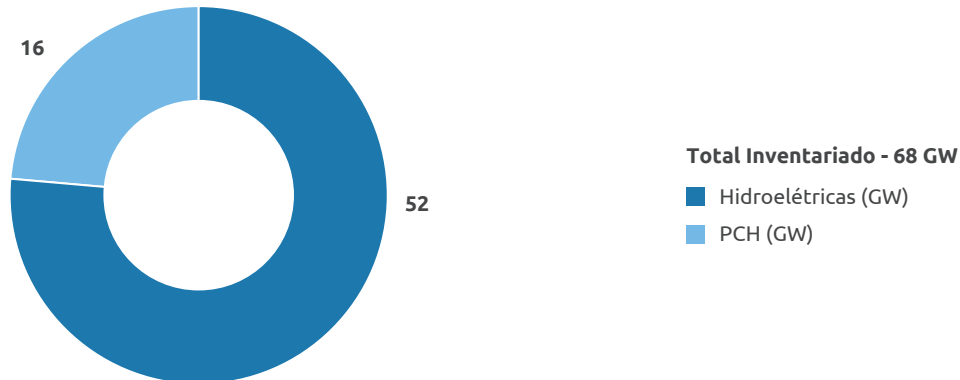
Enquanto o PDE 2024 introduzia uma previsão otimista de expansão da hidreletricidade, com a entrada de 28,3 GW em dez anos, o PDE 2026 adotou, como cenário-base uma expansão prevista para o parque gerador – ainda não contratada – de apenas 2,6 GW até 2026.

Essa redução de ambições refletiria, segundo a EPE, “os desafios e restrições técnicas, econômicas e socioambientais, tanto sob o ponto de vista da redução do potencial disponível competitivo, quanto das dificuldades enfrentadas para viabilizar este potencial” (EPE, 2018). Entre o PDE 2024 e o PDE 2026, dois grandes projetos na região amazônica, totalizando 10,3 GW, foram excluídos da carteira de projetos no planejamento de médio prazo da EPE.

Na mesma direção – dificuldades crescentes para concretizar metas de expansão da capacidade hidrelétrica com base em grandes projetos na Amazônia – sinalizou o PDE 2027, em 2016, ao estimar prazo superior ao horizonte decenal para projetos com características dos anteriormente implementados. Isso “em função das incertezas geradas pela ausência de regulamentação dos dispositivos legais e normativos, e diante da complexidade das tratativas necessárias à implantação de unidades hidrelétricas com interferência direta em terras indígenas” (EPE, 2018).

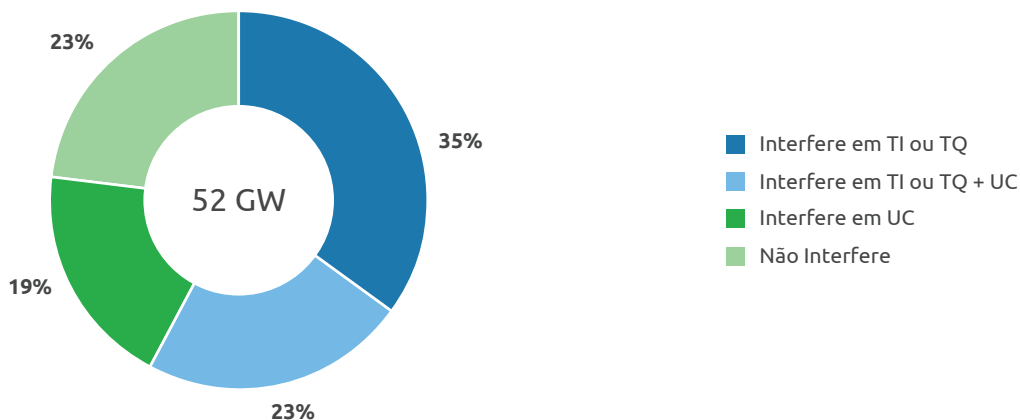
### **3.1 O POTENCIAL HIDRELÉTRICO, A DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E A COMPLEXIDADE SOCIOAMBIENTAL**

Ao avaliar “o potencial hidrelétrico a ser considerado nos estudos do PNE 2050”, documento da EPE sobre a expansão hidrelétrica (EPE, 2018) estima potencial inventariado e não explorado de 52 GW, cerca da metade da capacidade instalada de hidrelétricas no Brasil, da ordem de 100 GW (Gráfico 6).

**GRÁFICO 6 – Potencial hidrelétrico inventariado**

Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Considerações sobre a Expansão Hidrelétrica nos Estudos sobre Planejamento Energético de Longo Prazo:** Documento de Apoio ao PNE 2015. 2018. <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Considera%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20a%20Expans%C3%A3o%20Hidrel%C3%A9trica%20nos%20Estudos%20de%20Planejamento%20Energ%C3%A9tico%20de%20Longo%20Prazo.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.

Desses 52 GW, 77% “interferem em áreas legalmente protegidas, como terras indígenas (TI), territórios quilombolas (TQ) ou unidades de conservação de proteção integral (UC PI) ou de uso sustentável (UC US)”. O potencial que não interfere em áreas legalmente protegidas corresponde a 12 GW e cerca de 90% dele é “de aproveitamentos de médio porte, com até 150 MW, sendo apenas um acima de 800 MW” (Gráfico 7).

**GRÁFICO 7 – Complexidade socioambiental para a expansão hidrelétricas**

OBS: TI: Terras Indígenas; TQ: Territórios Quilombola; UC: Unidade de Conservação.

Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Considerações sobre a Expansão Hidrelétrica nos Estudos sobre Planejamento Energético de Longo Prazo:** Documento de Apoio ao PNE 2015. 2018. <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Considera%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20a%20Expans%C3%A3o%20Hidrel%C3%A9trica%20nos%20Estudos%20de%20Planejamento%20Energ%C3%A9tico%20de%20Longo%20Prazo.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.



O potencial hidrelétrico nacional foi atualizado, para fins de elaboração do PNE 2050, sendo composto de 176 GW, dos quais 108 GW em operação ou em construção até 2019 e 68 GW inventariados. Não foi incluído o potencial estimado e os cálculos consideram as usinas hidrelétricas, bem como projetos menores que 30 MW com estudos de inventário concluídos e aprovados pela ANEEL (Tabelas 1 e 2). Os aproveitamentos estão distribuídos por todas as regiões do Brasil, mas a maior parte dos grandes projetos inventariados se concentra nas regiões hidrográficas da Amazônica e do Tocantins-Araguaia (região amazônica *latu sensu*).

**TABELA 1 – Usinas Hidrelétricas Inventariadas**

Região Hidrográfica	Potencial Inventariado - UHEs (GW)	Participação (%)
Amazônica	33	64%
Tocantins-Araguaia	7,9	15%
Paraná	2,9	6%
Uruguai	2,8	6%
São Francisco	1,8	4%
Atlântico Sudeste	1,2	2%
Atlântico Leste	0,8	2%
Parnaíba	0,6	1%
Atlântico Sul	0,3	1%
<b>Total</b>	<b>52</b>	<b>100%</b>

Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Considerações sobre a Expansão Hidrelétrica nos Estudos sobre Planejamento Energético de Longo Prazo:** Documento de Apoio ao PNE 2015. 2018. <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Considera%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20a%20Expans%C3%A3o%20Hidrel%C3%A9trica%20nos%20Estudos%20de%20Planejamento%20Energ%C3%A9tico%20de%20Longo%20Prazo.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.

**TABELA 2 – Usinas Hidrelétricas Inventariadas: distribuição por região**

Região Geográfica	Potencial Inventariado - Projetos < 30 MW (GW)	Participação (%)
Centro-Oeste	5,5	34%
Sul	4,7	29%
Sudeste	4,1	26%
Norte	0,9	6%
Nordeste	0,8	5%
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100%</b>

Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Considerações sobre a Expansão Hidrelétrica nos Estudos sobre Planejamento Energético de Longo Prazo:** Documento de Apoio ao PNE 2015. 2018. <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Considera%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20a%20Expans%C3%A3o%20Hidrel%C3%A9trica%20nos%20Estudos%20de%20Planejamento%20Energ%C3%A9tico%20de%20Longo%20Prazo.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.



## 3.2 O PDE 2031, SOB O IMPACTO DA ESCASSEZ HÍDRICA DE 2020/21

O PDE 2031, documento de planejamento de médio prazo da EPE, aborda o planejamento decenal sob o impacto da maior escassez hídrica registrada no país em 90 anos, ocorrida em 2020 e 2021.

O cenário de referência utilizado pela EPE no PDE 2031 incorpora “as diretrizes de políticas energéticas, em especial o disposto na Lei nº 14.182 de 2021 (Desestatização da Eletrobras)”, apontando para a substituição de parte da expansão indicativa de eólicas e solares centralizadas por termelétricas com geração compulsória movidas a gás natural, carvão mineral e nuclear”. Tal cenário prevê expansão da capacidade de oferta do sistema elétrico da ordem de 43 GW, o gás natural respondendo por quase 40% do acréscimo (24,6 GW), a soma de solar, eólica e biomassa por 15% (6,5 GW) e as hidrelétricas por 12% (5 GW), dos quais 86% (4,3 GW) referem-se à modernização de usinas.

De fato, apenas uma usina hidrelétrica nova (UHE Bem Querere, no Rio Branco, na Amazônia, com 650 MW) é prevista para o horizonte de dez anos<sup>3</sup> e o cenário de referência contempla a modernização de usinas hidrelétricas existentes, que será responsável por 7,2% da expansão elétrica centralizada sem a construção de novas usinas e “com maior eficiência no uso do recurso hídrico e na geração hidrelétrica”<sup>4</sup>.

No cenário de referência do PDE 2031, a expansão hidrelétrica ocorre em todas as regiões brasileiras e é responsável pelo aumento de aproximadamente 7,9 GW (UHE: 5,2 GW; PCH: 3,3 GW) no horizonte decenal. Na expansão contratada de 0,25 GW de UHE, há dois projetos no Sul e um no Centro-Oeste.

Mais além das respostas de curto prazo ao cenário de restrição de oferta – os “despachos termelétricos fora da ordem de mérito econômico”, a importação de energia de países vizinhos e a flexibilização das restrições operativas e de transmissão, entre outras – a restrição provocou “a discussão sobre a chamada “inflexibilidade” das usinas hidrelétricas, associada à geração compulsória para atender a outros usos da água”, evidenciando que os “diferentes usos da água impactam na gestão dos reservatórios” das usinas. Em suma, “a fonte hidrelétrica, que ainda será predominante no Sistema Interligado Nacional - SIN, precisará de maior gestão e previsibilidade para sua operação, de modo que possa ser

3 Há outras três UHEs contratadas, duas no Sul e uma no Centro-Oeste, totalizando 254 MW.

4 Pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e centrais geradoras hidrelétricas (CGHs) representam juntas 6% da expansão da capacidade acumulada em dez anos (2,7 MW). Com relação às PCHs e CGHs, segundo o PDE 2031, 47 projetos (635 MW) estão contratados, previstos para entrar em operação até 2026, e 2,7 GW fazem parte da expansão indicativa, estando localizados principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

utilizada para acomodar as variações de carga e o aumento da participação de fontes renováveis variáveis, se esta for a estratégia operativa do sistema”.

A escassez hídrica, ao comprometer a reconhecida capacidade das hidrelétricas para atuar como reservatório do sistema de geração elétrica como um todo, trouxe à baila o tema das relações entre a mudança climática e as condições de produção de energia hidrelétrica.

Agora, a interface entre as agendas ambiental e de energia hidrelétrica não mais se limita aos impactos dos grandes projetos sobre biodiversidade, povos indígenas e comunidades locais, mas passam a envolver a questão da compatibilidade dos projetos com a gestão hídrica. Mais além, a mudança climática se perfila como um risco para os projetos de hidreletricidade, na medida em que a mudança nos regimes pluviométricos pode reduzir o desempenho daqueles, bem como seu papel até hoje central no sistema<sup>5,6</sup>.

O novo cenário se reflete na análise socioambiental do PDE 2031, que contempla sete temas ambientais – biodiversidade, organização territorial, paisagem, povos e terras indígenas, qualidade do ar, resíduos e recursos hídricos<sup>7</sup> – bem como as “interferências” nesses temas associados a cada fonte de energia e às regiões de localização dos projetos.

No que diz respeito à hidreletricidade, a síntese da análise socioambiental apresentada no PDE 2031 ressalta as interferências relacionadas à biodiversidade e povos e terras indígenas (regiões Norte e Sul, nos dois casos), recursos hídricos (regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste) e organização territorial (região Norte). Portanto, a questão da utilização dos recursos hídricos emerge com relevância na avaliação de projetos hidrelétricos em diferentes regiões do país, inclusive naquelas em que não se associa o uso dessa fonte de energia aos temas socioambientais mais tradicionais – povos e terras indígenas e biodiversidade.

---

5 De acordo com o PDE 2031, esse quadro torna necessário integrar ao marco do planejamento energético do país o fenômeno das mudanças climáticas, buscando identificar as vulnerabilidades do sistema elétrico brasileiro e criar estratégias para superá-las de modo eficiente: “diante desse cenário, são necessárias alterações metodológicas e de dados de entrada para a consideração das mudanças climáticas nos estudos de planejamento, de modo que as indicações do PDE promovam medidas de mitigação e adaptação que aumentem a resiliência do setor de geração frente às possíveis secas, aumentos de temperatura e eventos extremos em geral”.

6 Além da hídrica, outras fontes renováveis de energia elétrica, inclusive as não tradicionais, como a eólica, podem ter seu desempenho afetado pelos efeitos das mudanças climáticas sobre os regimes de ventos. Artigo recente do Financial Times refere-se à “seca de ventos”, que marcou o verão de 2021 e à possibilidade de que tal fenômeno se repita no futuro, em função das mudanças climáticas, comprometendo as expectativas geradas em torno da contribuição da energia eólica para a descarbonização da economia da União Europeia. Ahuja, A. Lazy winds could blow Europe’s renewable future off course, Financial Times, 8/11/2022.

7 A inclusão do tema “recursos hídricos” é uma novidade do PDE 2031 em relação às versões anteriores dos documentos de planejamento energético de médio prazo. No mesmo documento, a compatibilização da geração de energia com outros usos da água é apontada como um dos “desafios socioambientais estratégicos” a ser enfrentados pela expansão energética no país.

### 3.3 A PREPARAÇÃO DO PDE 2032

O PDE 2032 começou a ser preparado no final do governo Bolsonaro e não teve seu relatório final divulgado nos primeiros meses do governo Lula. Apesar disso, estão disponíveis os diversos estudos elaborados no seu processo de preparação, dentre os quais a Nota Técnica de Energia e Meio Ambiente, que identifica os desafios socioambientais estratégicos a serem enfrentados e as oportunidades socioambientais estratégicas que podem ser aproveitadas no horizonte decenal<sup>8</sup>.

A análise tem como base o documento “Diretrizes para uma estratégia nacional para neutralidade climática” (MMA, 2022), que toma como referência os compromissos de redução de emissões que constam na atualização feita da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) que o Brasil apresentou em 2022 à UNFCCC, no âmbito do Acordo de Paris.

Para o setor de energia, destacam-se os seguintes compromissos:

- Alcançar uma participação entre 45% e 50% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030;
- Expandir a participação e o consumo de biocombustíveis por meio do RenovaBio;
- Incentivar a fabricação e o uso de veículos elétricos e híbridos elétricos;
- Promover ganhos de eficiência no setor energético e elétrico;
- Fomentar o aproveitamento energético de resíduos;
- Reduzir pegada de carbono para o setor de óleo e gás e de biocombustíveis.

O documento ressalta a importância da manutenção da renovabilidade da matriz energética brasileira e do aproveitamento das sinergias e da complementaridade entre as diversas fontes, contribuindo para um “planejamento energético mais eficiente e resiliente às alterações do clima” (EPE, 2022).

No horizonte decenal, no que se refere à hidreletricidade, estão contratados 97 MW relativos a uma nova usina hidrelétrica no Centro-Oeste e à finalização da motorização de uma usina no Sul. Com relação às PCHs e CGHs, 52 projetos (628 MW) estão contratados, com previsão de entrada em operação até 2026. Comparada às demais fontes renováveis (6,1 GW para a eólica e 3 GW para a fotovoltaica), a hidreletricidade terá contribuição irrisória como fonte de expansão da oferta de energia.

<sup>8</sup> EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanco Energético Nacional 2022**: relatório Final. 2022. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 12 maio 2023.

Como se mencionou, a expansão da fonte hidrelétrica no planejamento energético brasileiro está concentrada nas regiões Sul e Centro-Oeste. “Na região Nordeste destacam-se os parques eólicos, as usinas solares fotovoltaicas e as UTEs a gás natural. Já na região Sudeste destaca-se, na região costeira, a exploração e produção de petróleo e gás natural e sua infraestrutura associada (térmicas a gás natural, gasodutos, UPGN e terminal de GNL) e no interior predominam as térmicas a biomassa. Na região Sul sobressaem as hidrelétricas (PCHs e CGHs) e as linhas de transmissão planejadas. Para a região Centro-Oeste, além das PCHs e CGHs, chama a atenção as usinas de etanol. Por último, na região Norte são notadas tanto as linhas de transmissão, quanto a infraestrutura de petróleo e gás natural.” (EPE, 2022).

Elaborado em um contexto hídrico muito mais favorável que o que prevaleceu nos dois anos anteriores, o estudo preparatório para o PDE 2032 manteve o uso da água como um dos três principais desafios socioambientais estratégicos para a expansão da oferta de energia no Brasil: compatibilização da geração e transmissão de energia com a conservação da biodiversidade; compatibilização da geração de energia com outros usos da água; e mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

No que se refere ao primeiro desafio – conservação da biodiversidade para empreendimentos hidrelétricos em regiões sensíveis ou fragmentadas por uma grande quantidade de barramentos – a EPE afirma que a principal ferramenta utilizada tem sido os estudos que consideram os impactos do conjunto de projetos em uma bacia hidrográfica, como a Avaliação Ambiental Integrada (AAI) e o Estudo Integrado de Bacia Hidrográfica (EIBH).

Em relação ao segundo desafio, compatibilização com outros usos da água, o setor energético tem papel relevante como usuário dos recursos hídricos. A água é usada como insumo primário para a geração de energia hidrelétrica ou em parte do processo produtivo, para resfriamento de usinas termelétricas, limpeza de painéis fotovoltaicos e irrigação de cana-de-açúcar. Além disso, o setor ainda armazena e regulariza a água por meio dos reservatórios das usinas hidrelétricas.

No que diz respeito às hidrelétricas, o aumento dos outros usos da água nas bacias hidrográficas pode resultar tanto na redução da produção de energia, em função do aumento das retiradas para outros usos a montante das hidrelétricas, quanto na ampliação da inflexibilidade da geração hidrelétrica, por meio do estabelecimento de restrições operativas às UHEs. Essa questão é relevante para a expansão de novas UHEs e para a modernização e repotenciação de usinas existentes.

Neste contexto, assume especial relevância o Plano de Recuperação de Reservatórios (PRR), que busca melhorar a integração de políticas, planejamento, governança e regulação do setor elétrico e dos demais setores usuários de recursos hídricos no sentido de otimizar

e garantir os usos múltiplos da água. O PRR é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) com participação do Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR), do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e tem como objetivo viabilizar, ao longo de 10 anos, a recuperação dos níveis de armazenamento dos reservatórios de regularização das usinas hidrelétricas do País. Para isso, busca-se uma avaliação multissetorial integrada, que privilegie tanto a segurança energética do SIN quanto a segurança hídrica, preservando os usos múltiplos da água.

Os resultados esperados devem permear três eixos: i) prevenção, a partir da redução da probabilidade de deplecionamento dos reservatórios a níveis considerados críticos sob a ótica de usos múltiplos, incluída a segurança energética; ii) comunicação, conferindo maior previsibilidade e compreensão dos riscos inerentes para os usuários da água, bem como redução de assimetria entre agentes institucionais envolvidos; e iii) adaptação, aumentando a adaptabilidade e resiliência climática do sistema elétrico brasileiro e dos usuários da água face a situações de escassez hídrica<sup>9</sup>.

Quanto ao terceiro desafio, o estudo preparatório para o PDE 2032 dá especial atenção à questão da vulnerabilidade das fontes renováveis e suas infraestruturas às mudanças climáticas e à importância de desenvolver ações voltadas para a adaptação, de ordem técnico-científica, administrativa, operacional ou construtiva. No que se refere à hidreletricidade, aparece novamente com destaque o Plano de Recuperação de Reservatórios (PRR). Dentre as ações previstas no Plano está a elaboração de um *roadmap* abordando iniciativas e estratégias que permitam o fortalecimento da resiliência do setor elétrico em resposta às mudanças climáticas. Prevê-se também a constituição de uma base de dados de indicadores e estatísticas socioambientais de riscos climáticos, mitigação e a adaptação às mudanças climáticas no setor de energia.

O estudo aponta as seguintes oportunidades socioambientais estratégicas para a expansão da oferta de energia: o aproveitamento energético dos resíduos, a otimização de recursos e de infraestrutura e os mecanismos de sustentabilidade e de descarbonização para projetos energéticos. Por sua natureza, a hidreletricidade tem papel relevante em duas das três oportunidades estratégicas identificadas.

O documento dá ênfase às iniciativas de repotenciação e modernização de usinas hidrelétricas existentes, otimizando o aproveitamento dos recursos hídricos para a geração de energia. Tais ações atuam como vetores para aumentar a capacidade hidrelétrica

9 CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. **Plano de recuperação dos reservatórios de regularização de usinas hidrelétricas do país**. jul. 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/publicada-resolucao-do-cnpe-que-aprova-plano-de-recuperacao-de-reservatorios/Plano\\_de\\_Recuperacao\\_dos\\_Reservatorios\\_\\_\\_PRR\\_Final\\_11\\_07\\_2022.pdf](https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/publicada-resolucao-do-cnpe-que-aprova-plano-de-recuperacao-de-reservatorios/Plano_de_Recuperacao_dos_Reservatorios___PRR_Final_11_07_2022.pdf). Acesso em: 12 maio 2023.

brasileira, evitando interferências socioambientais e os riscos associados à construção de novos projetos.

A EPE estima em 50 GW o potencial para repotenciação e modernização de UHEs no País, considerando a importância, a dimensão e a idade do parque hidrelétrico brasileiro existente (EPE, 2019). Para este cálculo foram consideradas 51 usinas, com potência instalada superior a 100 MW e idade superior a 25 anos, distribuídas em todos os submercados. As simulações realizadas pela EPE indicaram um ganho de energia firme da ordem de 441 MWh, enquanto o ganho de energia média computado foi de 520 MWh.

O estudo da EPE (2019) calcula que os ganhos de capacidade instalada adicional podem atingir 11.000 MW sem a necessidade de expansão hidrelétrica para novos sítios. Para tanto, é fundamental avançar na revisão das formas de remuneração das hidrelétricas, que reconheçam os demais serviços prestados por esta fonte de energia, para além da própria geração.

Iniciativas recentes mostram movimentação do setor elétrico para a modernização de UHEs. (EPE, 2022). Por este motivo, a EPE espera que ações de repotenciação e modernização representem parte considerável da expansão hidrelétrica futura. Entretanto, o documento chama a atenção que para alavancar esse novo mercado ainda são necessários aprimoramentos regulatórios e incentivos econômicos com o objetivo de mobilizar mais empreendedores para esse fim<sup>10</sup>. Regulação inadequada e desincentivos econômicos parecem ser os principais entraves para viabilizar o pleno aproveitamento da fonte hídrica no Brasil.

---

10 No caso de PCHs, além da possível reativação ou repotenciação de empreendimentos existentes, reservatórios construídos para outros fins (como abastecimento de água) podem ser aproveitados também para a geração de energia. Iniciativas desse tipo representam uma oportunidade de otimização do uso dos recursos hídricos. Adicionalmente, mecanismos que incentivem a hibridização das fontes com empreendimentos já existentes (geração de energia solar fotovoltaica em reservatórios de hidrelétricas ou em parques eólicos existentes, por exemplo) podem fomentar o compartilhamento de sistemas elétricos, minimizando a necessidade de novas obras e reduzindo os impactos socioambientais associados.











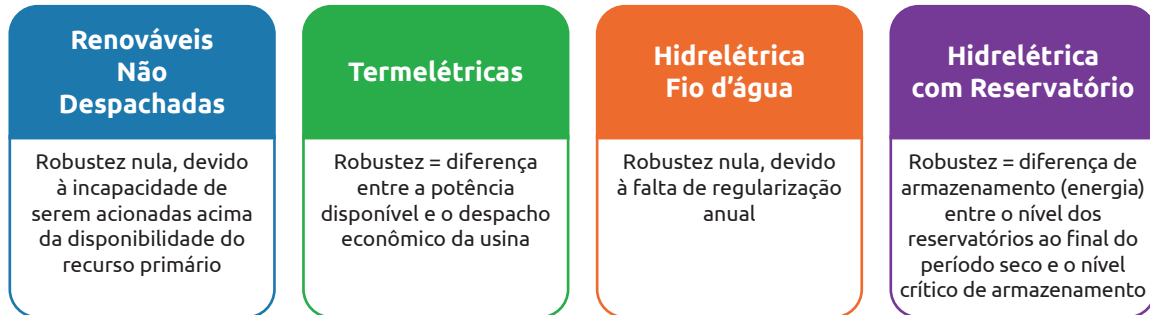
# 4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA FONTE HÍDRICA

O objetivo da política energética de qualquer país deve ser o de garantir o atendimento da demanda de forma **confiável** (sem racionamento ou interrupções), **robusta** (resistente a eventos raros, mas de alto impacto), **ambientalmente sustentável** (contribuindo para a redução de emissões de CO<sub>2</sub>, por exemplo) e com **modicidade tarifária**. As diferentes fontes de energia têm atributos próprios que devem ser combinados para atender a esse objetivo.

Além do fornecimento de energia para os consumidores, os geradores de energia prestam serviços por operarem de forma síncrona no sistema. Estudo divulgado pelo Instituto Escolhas (2018) identifica três serviços distintos de geração:

- **Modulação e sazonalidade:** é a capacidade do gerador de atender o perfil horário de demanda ao longo do mês (modulação) e atender o perfil mensal da demanda ao longo do ano (sazonalidade). Esses serviços incluem o benefício de evitar um déficit de energia no sistema;
- **Robustez:** é a capacidade do gerador de produzir energia acima do que seria requerido no despacho econômico. Constitui uma reserva de geração estrutural para o sistema; e
- **Confiabilidade:** é a capacidade do gerador de injetar potência no sistema para evitar interrupção no fornecimento causada por falta de capacidade de geração devido a quebras nos geradores. Esse serviço inclui o benefício de evitar um déficit de potência no sistema.

A Figura 2 abaixo, também reproduzida de Instituto Escolhas (2018), resume a estimativa do atributo de robustez para as diferentes fontes de geração. As fontes termelétrica e hidrelétrica com reservatório contribuem com este serviço. As demais fontes – hidrelétrica a fio d'água e renováveis não despachadas, não contribuem.

**FIGURA 2 – Contribuições das fontes de energia para o serviço de robustez**

Fonte: INSTITUTO ESCOLHAS. *Custos e Benefícios das Fontes de Geração Elétrica*. 2018. P. 30. Disponível em: [https://escolhas.org/wp-content/uploads/2018/10/CadernoPrincipa\\_Final-Final.pdf](https://escolhas.org/wp-content/uploads/2018/10/CadernoPrincipa_Final-Final.pdf). Acesso em: 12 maio 2023.

Dentre os custos relevantes para a comparação das diferentes fontes de energia que compõem o sistema de geração, estão:

- Custos de investimento e operação – CAPEX e OPEX;
- Custos de infraestrutura causados (ou evitados) pelo gerador;
- Custos ambientais.

Além destes, o estudo do Instituto Escolhas inclui entre os custos os subsídios e isenções oferecidos aos geradores. Entretanto, enquanto os demais itens de custos referem-se a atributos estruturais de cada fonte, os subsídios e incentivos são instrumentos de política pública e, portanto, não necessariamente inerentes a cada uma delas.

As fontes consideradas no estudo de 2018 são aquelas que fazem parte da configuração da expansão de geração do Cenário de Referência do PDE 2026. E, como já mencionado anteriormente, o PDE 2026 adotou, como cenário-base uma expansão prevista para o parque gerador de apenas 2,6 GW até 2026, não incorporando, portanto, o parque já instalado com hidrelétricas de grande porte com reservatórios. Assim, as conclusões do estudo referem-se especificamente ao cálculo dos serviços e custos inerentes aos investimentos previstos na expansão da geração naquele PDE. A grande contribuição do estudo é sistematizar a valoração dos atributos e seus autores reconhecem que esse trabalho não foi exaustivo.

Sob o ponto de vista da operação elétrica, usinas hidrelétricas são recursos flexíveis, capazes de prover uma série de serviços ancilares, como o controle automático de geração, controle de tensão e de frequência. Muitas hidrelétricas possuem reservatórios de acumulação, que permitem regularizar as vazões afluentes aos rios, transferindo água de períodos úmidos para secos e, em alguns casos, de anos úmidos para anos secos. Além disso, seus reservatórios podem promover diversos usos da água, tais como: controle de cheias, irrigação, processamento industrial, suprimento de água para consumo humano, recreação e serviços de navegação. A capacidade de regularização dos reservatórios, face

à expansão do sistema, vem diminuindo nos últimos anos, devido às notórias dificuldades para construir novas hidrelétricas e reservatórios.

A estratégia de construir hidrelétricas a fio d'água, desenvolvida na década passada, buscou contornar estas dificuldades. Usinas como a de Santo Antônio e Jirau, no Rio Madeira, e a de Belo Monte, no Pará, têm suas estruturas baseadas no conceito fio d'água. Mesmo dispensando grandes reservatórios, essas usinas mantêm uma reserva mínima para garantir sua operação e estabilidade.

Apesar de ser um modelo sustentável, com vantagens ambientais e sociais, a usina a fio d'água diminui a segurança energética do país, uma vez que em períodos de seca prolongada, essas estruturas podem ficar sem água para gerar eletricidade, dado que seus reservatórios, com tamanho reduzido, não permitem funcionamento por longos períodos.

## O AVANÇO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

O Brasil alcançou recorde de geração de energia por fontes renováveis em 2022, que foram responsáveis por 92% de toda eletricidade gerada no Sistema Interligado Nacional – SIN<sup>11</sup>. Este é o maior percentual dos últimos dez anos e representou um alívio importante para a gestão de energia no País, em particular, pelo fato de ter vindo um ano após a pior crise hídrica que o Brasil enfrentou em 91 anos, que quase levou o País novamente a uma situação de racionamento por falta de água nos reservatórios. As chuvas contribuíram para um aumento médio de 17% na produção das hidrelétricas no ano passado.

O novo governo encontra o País em uma situação confortável do ponto de vista da oferta de energia. Alguns analistas preveem que mesmo que chova pouco nos próximos dois anos, os reservatórios das hidrelétricas provavelmente permanecerão em níveis razoáveis, tendo em vista o expressivo potencial de geração dos novos parques eólicos e solares. De acordo com Santana (2023)<sup>12</sup>, o custo adicional para atender um aumento da demanda será praticamente nulo, uma vez que os custos estão caindo e investimento em boa parte das usinas está pago.

Como se viu nas seções anteriores deste documento, o planejamento energético brasileiro coloca ênfase na repotenciação e modernização do parque existente de hidrelétricas para a expansão da capacidade instalada, prevendo que os investimentos em novas usinas terão contribuição inexpressiva para a geração de energia elétrica no Brasil nos próximos anos. Para 2023, está prevista a entrada em operação de 9,45 GW adicionais, sendo que deste total 8,7 GW são de fontes eólica e solar.

11 AGÊNCIA BRASIL. **Brasil bate recorde em geração de energia renovável**. 05 fev. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-02/brasil-bate-recorde-em-geracao-de-energia-renovavel>. 15 maio 2023.

12 VALOR ECONÔMICO. **A Força da Matriz. Valor Setorial**, abr. 2023. [www.valor.com.br](http://www.valor.com.br). Acesso em: 12 maio 2023. p. 22-23.

Esta tendência trará novos desafios para o planejamento energético do Brasil. A expansão da geração por meio das fontes solar e eólica requer a criação de instalações de armazenamento para compensar a intermitência e a sazonalidade. Como chamam a atenção “Erber e Mossé (2023)<sup>13</sup>,” a variabilidade da geração eólica e solar, principalmente, tem sido compensada pelo manejo das hidrelétricas e seus reservatórios, termelétricas, interligações regionais, com prejuízo para a eficiência da operação do SIN, como demonstra o aumento dos Encargos do Sistema.” Os autores afirmam que importante capacidade hidrelétrica tem sido mantida em regime de reserva girante para atender com presteza às variações da geração intermitente. “Em breve, os reservatórios do SIN não darão mais conta de mitigar aquela variabilidade, seja pelas dimensões dos parques geradores de fontes intermitentes, seja pelas restrições de operação das hidrelétricas, relacionadas a outros usos dos recursos hídricos.”

Apesar dos impactos indesejáveis sobre as emissões de CO<sub>2</sub>, o recurso às termelétricas tem sido considerado como alternativa para compensar a intermitência e a sazonalidade dessas fontes. Segundo cálculos feitos por Erber e Mossé, o prejuízo ambiental pode ser considerável: no caso da geração solar, cujo fator de capacidade média é de 25%, a regularização plena de sua oferta levaria as termelétricas a operarem com fator de capacidade de até 75%, ou seja, para cada kWh de solar, até 3 kWh de adicionais termelétricos.

Do ponto de vista ambiental, a solução mais adequada para a intermitência é o armazenamento de energia renovável, intermitente ou não, de modo a absorver a geração excedente para que seja possível usá-la em momentos de escassez. Para essa função de armazenamento utilizam-se, principalmente usinas hidrelétricas reversíveis (UHR) e baterias. Como argumentam os autores, o custo desta energia regularizada será maior que o custo nivelado na geração intermitente, que omite o ônus da intermitência arcado pelo SIN. Mas essa solução conferiria maior transparência ao sistema de preços e à contribuição de cada fonte para a oferta de energia.

O aproveitamento hidrelétrico ainda representa um elemento importante de ampliação de oferta de energia elétrica, inclusive suportando o crescimento das demais fontes renováveis. As hidrelétricas trazem diversos benefícios à matriz elétrica brasileira. Dentre estes destacam-se: as sinergias com outras fontes renováveis, a capacidade de armazenamento de energia complementado a geração intermitente das outras fontes, a flexibilidade operativa. As usinas prestam serviços ancilares como o autorrestabelecimento, uma vez que podem entrar em operação rapidamente para a recomposição do sistema e o controle de frequência e tensão. Além disso, as hidrelétricas prestam serviços não-energéticos, como a regularização das cheias, irrigação, abastecimento, recreação e navegação.

13 ERBER, Pietro; MOSSÉ, Acher. Armazenamento de energia. Valor Econômico, 28 fev. 2023. Disponível: <https://valor.globo.com/opiniao/coluna/armazenamento-de-energia-1.ghtml>. Acesso em: 15 maio 2023.



Reconhecendo as dificuldades para a retomada da construção de grandes usinas hidrelétricas com reservatórios no Brasil, em função da concentração do potencial em áreas ambientalmente e socialmente sensíveis, localizadas principalmente na Amazônia, representantes do setor privado da cadeia produtiva da hidreletricidade têm centrado suas recomendações em três áreas de política, que de alguma maneira já estão presentes nos últimos PDEs divulgados pela EPE: a construção de usinas hidrelétricas de porte médio (potencialmente com menor dificuldade para o licenciamento ambiental), a modernização das usinas mais antigas, com possibilidade de ganho de potência e a ampliação das usinas que possuem espaço para crescer<sup>14</sup>.

Quatro usinas de médio porte chegaram a ser incluídas no Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) no governo Bolsonaro: Bem Querer, de 650 MW, em Roraima, Tabajara (400 MW), em Rondônia, Telêmaco Borba (118 MW), no Paraná e Castanheira (140 MW), no Mato Grosso.

Em relação à segunda área de política, como já mencionado, estudo da EPE (2019) estima em 50 GW o potencial de repotenciação e modernização das usinas hidrelétricas, considerando apenas uma amostra de 51 usinas com mais de 25 anos de operação e com mais de 10 MW de capacidade.

Em suas conclusões, o estudo chama a atenção para os seguintes aspectos:

- Custos de degradação: a degradação das máquinas implica em perdas na geração elétrica e refletem-se, portanto, nos custos operativos do sistema;
- Ganhos energéticos com a eficiência: a operação de usinas mais eficientes traduz-se em ganhos de produtividade;
- Otimização da geração hidrelétrica: a recapacitação das usinas otimiza o uso do recurso hídrico com aumento de geração;
- Redução do Custo Marginal de Operação (CMO): a repotenciação reduz o CMO médio (para o período estudado pela EPE esta redução foi de 11%, quando comparada com o ano base);
- Ganhos de capacidade adicional: possibilidade técnica de dispor de 11 GW de capacidade instalada adicional sem a necessidade de expansão hidrelétrica para novos sítios.

No que se refere à terceira área, o mesmo estudo da EPE apontou a possibilidade de ampliação de usinas cujas estrutura atuais dispõem de espaços, para o acréscimo de unidades geradoras sem o aumento das áreas alagadas, o que, em princípio, facilita

14 ENERGIA HOJE. **Encontro com IHA propõe retomar investimentos em hídricas**. 2023. Disponível em: <https://energiahoje.editorabrazilenergia.com.br/encontro-com-ih-propoe-retomar-investimentos-em-hidricas/>. Acesso em: 15 maio 2023.

o licenciamento ambiental. O estudo afirma que em várias UHEs importantes há esta possibilidade, tendo listado 12 usinas que se enquadrariam nesta situação.

Há, ainda, o vetor das pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) com capacidade para gerar entre 5 MW e 30 MW e as centrais geradoras hidrelétricas (CGHs) com potência de até 5 MW. Atualmente, o Brasil conta com 1.046 PCHs e CGHs, que juntas representam 5.560 MW de potência fiscalizada e aproximadamente 2,5% da capacidade da matriz elétrica brasileira. Para representantes do setor, as pequenas centrais criam áreas de proteção ambiental, protegem as nascentes e seus reservatórios também complementam o fornecimento de água para uso humano e irrigação. A regulação determina que, ao final de 30 anos, estas usinas sejam entregues à União, tendo ainda uma vida útil de 70 anos, em média.<sup>15</sup>

Embora sua contribuição seja pequena, pela natureza dos empreendimentos, essas centrais funcionam como um complemento ao sistema. Entretanto, os empreendedores deste setor apontam os incentivos dados à geração eólica e solar como distorções que dificultam os investimentos nas pequenas unidades geradoras, para além da morosidade no licenciamento e registro das usinas.

Para aproveitar o potencial existente e avançar na expansão da geração de hidreletricidade no Brasil, há que superar uma série de entraves que causam distorções nos incentivos de mercado e aumentam custos ou geram incertezas para investimentos nesta fonte de energia.

---

<sup>15</sup> VALOR ECONÔMICO. A Força da Matriz. **Valor Setorial**, abr. 2023. [www.valor.com.br](http://www.valor.com.br). Acesso em: 12 maio 2023.





## 5 PROPOSTAS PARA SUPERAR OS PRINCIPAIS ENTRAVES À EXPANSÃO DA GERAÇÃO HIDRELÉTRICA NO BRASIL

Para aproveitar as oportunidades relacionadas à emergência da transição para uma economia de baixo carbono e às questões da geopolítica internacional e, eventualmente, capturar investimentos relacionados à possibilidade de *powershoring* na reconfiguração das cadeias de valor, o Brasil precisa superar desafios regulatórios, institucionais e financeiros que hoje afetam a alocação de recursos e os custos da energia no país.

A captura das oportunidades dependerá da combinação de disponibilidade de energias renováveis e limpas com a modicidade tarifária. Enquanto o País parece caminhar decisivamente para uma matriz cada vez mais limpa e em expansão, a evolução observada no custo de energia, particularmente para aqueles que operam no mercado cativo das distribuidoras, está longe de ser positiva.

As distorções nos mecanismos de formação das tarifas de energia no Brasil, a superposição de funções institucionais e os problemas regulatórios dificultam a alocação mais eficiente de recursos são alguns dos entraves que inibem a captura das inúmeras oportunidades que se abrem para o País com a agenda mundial da descarbonização.

O notável crescimento das fontes intermitentes de geração nos últimos anos trouxe grande contribuição à diversificação das fontes e à expansão da capacidade de geração. O planejamento energético brasileiro prevê que a expansão da geração se dará em grande medida a partir dessas novas fontes. Se trazem ganhos inequívocos, estes vetores de expansão trazem também custos associados à menor previsibilidade e à perda de confiança no sistema e à necessidade de investimentos na rede de distribuição. Se os ventos diminuem e a radiação solar for insuficiente, a única fonte de energia limpa que pode substituir rapidamente as intermitentes é a hidrelétrica.

Há um amplo consenso entre empresários, formuladores de políticas e analistas sobre o papel central que a fonte hídrica ocupa na matriz energética e que desempenhará no progresso da descarbonização da economia brasileira. Menor consenso parece haver quanto à necessidade de valorar adequadamente os atributos de cada fonte de energia,

de modo a garantir flexibilidade e confiabilidade necessárias ao bom funcionamento da economia.

Dentre os principais entraves que afetam os investimentos e a expansão da fonte hídrica no Brasil, destacam-se:

#### *a. Licenciamento ambiental*

Como mencionado anteriormente, dos mais de 52 GW identificados pela EPE nos estudos de viabilidade de UHEs, a grande maioria está em terras indígenas, em unidades de conservação ou em unidades de uso sustentável. Apesar disso, há 12 GW que não interferem em nenhuma dessas unidades. Reconhecendo a dificuldade em se avançar na exploração de empreendimentos com impactos ambientais em áreas sensíveis para povos originários e comunidades locais, faz sentido concentrar esforços naquelas usinas de menor porte que não interferem em nenhuma dessas unidades. Há 98 projetos de usinas já identificados pela EPE e que poderiam ser desenvolvidos nos próximos anos.

Ainda assim, esses empreendimentos dependem de licenciamento ambiental e as incertezas e morosidade que afetam estes processos desestimulam os investimentos nessas usinas. As usinas a fio d'água, que foram desenvolvidas nas últimas décadas, embora contribuam para contornar os custos ambientais da construção de grandes reservatórios, não são capazes de prover o serviço de conferir confiabilidade a uma matriz crescentemente composta por fontes intermitentes. É importante um esforço de diálogo com a sociedade para esclarecer os custos e benefícios que as diferentes fontes podem trazer para os objetivos de desenvolvimento sustentável da economia brasileira.

De modo a eliminar incertezas, aumentar a previsibilidade e conferir segurança jurídica aos empreendimentos do setor elétrico, é importante aprovar a Lei Geral de Licenciamento Ambiental, com os ajustes necessários para eliminar as incertezas decorrentes da flexibilização do licenciamento de algumas atividades produtivas.<sup>16</sup>

#### *b. A regulação do uso da água*

O Brasil atravessou, no biênio 2020-2021, o período com a mais dura restrição hidrológica já registrada. A falta de chuvas, em especial nas bacias das regiões Sudeste e Centro-Oeste, teve consequências econômicas adversas que irão persistir por vários anos sob a forma de tarifas mais elevadas, perda de bem-estar para as famílias e competitividade, principalmente, para os setores intensivos em energia. O setor elétrico é um importante usuário

<sup>16</sup> INSTITUTO ACENDE BRASIL. Propostas para o setor elétrico para o próximo mandato presidencial (2023-2026). **White paper**, n. 28. 2022. <https://acendebrasil.com.br/estudos/>. Acesso em: 15 maio 2023.



da água, mas o maior consumo de água no Brasil está no setor agropecuário: irrigação e uso animal consomem 78% do total.

Paradoxalmente, a situação de crise hídrica convive com o fato de o Brasil ser o país com a maior disponibilidade de água doce no mundo possuindo cerca de 15,8% de todo o volume disponível no planeta. Esse fato sugere que o problema de escassez relativo à água e à competição crescente entre seus usos poderia ser mitigado caso os recursos fossem mais bem geridos.

A crise revelou dois problemas de natureza distinta na gestão dos recursos hídricos: um de natureza mais imediata, que tem a ver com as dificuldades de respostas dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs), que deveriam ser capazes de alocar esses recursos com critérios transparentes buscando eficiência e equidade em um ambiente de estresse. O segundo, de caráter mais estrutural, refere-se às dificuldades de precificação dos recursos, de modo a garantir uma oferta sustentável e consistente com as mudanças climáticas e seus impactos sobre o regime hidrológico.

Ao menos três iniciativas de políticas públicas poderiam contribuir para mitigar os riscos de que a situação de escassez vivida naquele biênio venha a se reproduzir com seus impactos negativos para a sociedade brasileira então experimentados:

- A harmonização das normas que orientam os processos de gestão dos CBHs, buscando a convergência de critérios nas decisões destes conselhos e reduzindo os efeitos adversos na alocação da água para seus diferentes usos;
- A adoção de um sistema de precificação do uso da água que esteja fundamentado em princípios econômicos e que vise a sustentabilidade dos recursos, assegurando para esta e as próximas gerações uma oferta de água elástica e de qualidade; e
- A plena implantação da Lei das Águas, particularmente na sua relação com a preservação dos biomas essenciais para a segurança hídrica, e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

A universalização do saneamento básico, com os investimentos estimados para os próximos 12 anos de R\$ 593 bilhões, também deve dar importante contribuição para a redução das perdas de água.

### *c. Remuneração adequada dos serviços ancilares prestados pelos reservatórios das hidrelétricas*

Um dos temas mais relevantes nos debates sobre a regulação do setor elétrico no Brasil é a valoração de atributos das fontes e dos requisitos de flexibilidade para a operação do sistema. Como já mencionado anteriormente, o avanço das fontes de energia variável – eólica e solar – na matriz elétrica, bem como da geração distribuída trouxe ao centro

do debate o papel das hidrelétricas e termelétricas para a estabilidade da oferta de energia. Ao final da tarde, quando o sol se põe, se não houver vento suficiente, somente as hidrelétricas ou termelétricas podem despachar energia no sistema para fazer face ao aumento da demanda por carga típico deste horário.

Os reservatórios das usinas hidrelétricas vêm cumprindo o papel de dar garantia e confiabilidade ao sistema. Atualmente, somente as hidrelétricas são capazes de responder à intermitência das outras fontes variáveis com a agilidade necessária, sem que isso represente o aumento de emissões de GEE, que as termelétricas trazem. No futuro é possível que baterias desenvolvidas para armazenar energia venham a cumprir este papel. Mas, por enquanto, a bateria mais confiável são os reservatórios das hidrelétricas. Entretanto, estes empreendimentos não são remunerados por este serviço.

Para usufruir das vantagens de uma matriz elétrica tão diversificada quanto a que se está desenvolvendo no Brasil, é crucial aumentar a flexibilidade do sistema. É necessário investir em transmissão para aproveitar a complementaridade entre as fontes. Contratar usinas com tempo de resposta rápida e investir em hidrelétricas reversíveis, inclusive com o emprego de máquinas reversíveis (bombeamento) em hidrelétricas existentes.

Os atributos das diversas fontes e os serviços ancilares por elas prestados precisam ser precificados. O modelo atual foi desenvolvido quando o sistema brasileiro era fundamentalmente hidrotérmico. A atualização do sistema requer a possibilidade de incorporar os custos relativos à intermitência adicionada à matriz e os serviços ancilares prestados pela geração hídrica.

No Brasil, a expansão da oferta de geração de energia tem como principal “motor” os leilões de energia nova do Ambiente de Contratação Regulada. Como argumenta o Instituto Escolhas (2018), “a comparação entre as diferentes ofertas nos leilões é realizada apenas pelo preço da energia (no caso dos contratos por quantidade) ou pela expectativa do custo da energia para o consumidor (no caso dos contratos por disponibilidade), as externalidades referentes a todos os serviços – ou atributos – que cada fonte de geração pode prestar a um sistema de potência não são valoradas explicitamente”.

Para que os investimentos em novos empreendimentos hidrelétricos, bem como as iniciativas de repotenciação, modernização e expansão da capacidade de geração de UHE existentes, sejam atraentes, é necessário adotar mecanismos de precificação que incorporem uma remuneração adequada pelos serviços prestados. O avanço das fontes variáveis abre a discussão sobre os mecanismos de formação de preços e requer a revisão do atual modelo de leilões. O novo modelo deve valorizar todos os aspectos, incluindo a remuneração de atributos de cada fonte.

#### *d. Respeito à modicidade tarifária*

O aproveitamento das oportunidades provenientes da agenda de descarbonização da economia mundial para a indústria brasileira, com atração de investimento estrangeiro e reposicionamento nas cadeias globais de valor, depende de uma matriz energética limpa e diversificada, mas também de preços de energia competitivos. Modicidade tarifária deve ser o objetivo permanente de uma política energética voltada para uma economia verde e competitiva.

No atual modelo de política energética no Brasil, os preços são afetados por uma miríade de taxas, subsídios e incentivos fiscais e financeiros, que distorcem o preço final da energia, influenciando a alocação de recursos, as decisões de investimentos e, portanto, a participação das distintas fontes na expansão da oferta de energia, sem que as externalidades relativas a cada fonte sejam valoradas e incorporadas aos preços.

Por exemplo, durante a crise hídrica, as usinas hidrelétricas atingiram o seu limite máximo de provisão de energia, estimulando a expansão de outras fontes de geração, como as termelétricas a gás natural, a eólica e posteriormente a fotovoltaica. Nesse processo, não se levaram em conta os atributos de cada fonte, os custos relacionados ao aumento de emissões de CO<sub>2</sub>, em função do aumento do uso de combustíveis fósseis, e a variabilidade na geração das demais fontes renováveis.

Como argumenta Edvaldo Santana<sup>17</sup>, “quando a seca esvaziou os reservatórios, o custo marginal da geração aumentou e os consumidores cativos foram chamados a pagar a conta. Eles ainda estão pagando pela crise passada e não se beneficiam da redução recente dos custos de geração como aqueles que têm acesso ao mercado livre”.

De acordo com Santana, até o governo Fernando Henrique Cardoso o consumidor era obrigado a contratar da distribuidora até 80% do seu consumo e podia contratar os demais 20% no mercado livre. No governo Lula, obrigou-se o consumidor a contratar 105% de sua demanda para estimular a expansão da capacidade instalada. Essa estratégia contribuiu para a expansão da oferta, mas agora há sobra de energia e o consumidor cativo continua contratando mais do que precisa e por um preço mais alto do que o custo atual.

A manutenção de subsídios às fontes eólica e solar é outro fator de distorção na formação das tarifas que termina por manter os preços acima do que seria necessário e por desestimular os investimentos nas demais fontes, em particular na fonte hídrica, tão necessária para a estabilidade da oferta. Os subsídios tiveram seu papel no incentivo aos investimentos nessas fontes renováveis, importantes para avançar no esverdeamento da

17 ENERGIA HOJE. **Encontro com IHA propõe retomar investimentos em hídricas**. 2023. Disponível em: <https://energiahoje.editorabrasilenergia.com.br/encontro-com-ih-propoe-retomar-investimentos-em-hidricas/>. Acesso em: 15 maio 2023.

matriz brasileira. Mas os custos dos investimentos caíram dramaticamente nos últimos 15 anos e a manutenção dos subsídios, que são incorporados na formação da tarifa, provocam distorções na alocação dos recursos e mantêm as tarifas mais elevadas do que seria necessário.

A racionalização e modernização dos mecanismos de formação das tarifas de energia é fundamental para que os agentes de mercado possam avaliar corretamente os custos e benefícios dos investimentos em cada uma das fontes que compõem a matriz. Considerações e objetivos de desenvolvimento social e setorial devem estar refletidos no Orçamento da União, com transparência para a sociedade. A tarifa de energia é um preço crucial para a economia e para o desenvolvimento econômico do Brasil e deve ser a mais barata possível refletindo as condições do mercado (BOX 1).

#### **BOX 1 – A tarifa de Itaipu: um exemplo de interferência de objetivos alheios à política energética**

A recente definição da tarifa de Itaipu é um exemplo claro de interferência de objetivos de política alheios à confiabilidade, sustentabilidade ambiental e modicidade tarifária na política energética.

Até recentemente, a tarifa de Itaipu era calculada de modo a incluir o Custo de Serviço de Eletricidade (Cuse) da usina, incluindo aí o valor necessário para fazer face ao pagamento da dívida contraída pelos dois sócios fundadores (Eletrobras, pelo lado brasileiro, e ANDE, pelo lado paraguaio) para a construção da usina.

O item VI do Anexo C do Tratado de Itaipu, que trata das bases financeiras da tarifa de suprimento de energia de Itaipu, determina que “as disposições do Anexo serão revistas, após o decurso de um prazo de cinquenta anos a partir da entrada em vigor do Tratado, tendo em conta, entre outros aspectos, o grau de amortização das dívidas contraídas pela Itaipu para a construção do aproveitamento e a relação entre as potências contratadas pelas entidades de ambos os países”. O contrato de financiamento se encerrara em 2023 e a dívida estava integralmente paga em fevereiro deste ano.

Para 2022, a Cuse havia sido fixada em US\$ 20,75, sendo que a dívida representava cerca de 60% deste valor. Ainda em 2022, sem que tenha havido a renegociação das bases financeiras da tarifa, como previsto no Anexo C, o governo Bolsonaro fixou unilateralmente a tarifa de serviço de eletricidade em US\$ 12,67 por kw, em caráter provisório, para 2023. Em abril deste ano, Brasil e Paraguai anunciaram um acordo fixando a tarifa de Itaipu Binacional em US\$ 16,71 por kw, um valor que representa a média entre o valor vigente em 2022 e aquele definido unilateralmente pelo Brasil em caráter provisório.

De acordo com Enio Verri, Diretor-geral brasileiro da Itaipu-Binacional, em declaração ao jornal Valor Econômico<sup>18</sup> por ocasião do anúncio do acordo, “a questão da escolha de modicidade tarifária ou de investimentos em políticas sociais está ligada a uma análise de conjuntura. Neste momento, com o resultado do governo passado, temos que ajustar a crise social que vivemos. Pode ser que daqui dois ou três anos nossa prioridade seja a modicidade tarifária”. A menção às políticas sociais reflete a intenção de que os valores arrecadados pela usina sejam usados para financiar empreendimentos no Paraná, como a Ponte de Integração Brasil – Paraguai e a Estrada Boiadeira, trecho da BR-487. Independentemente da avaliação da relevância e mérito das obras de infraestrutura mencionadas, sua fonte de financiamento não deveria ser a tarifa de Itaipu, responsável por 8,6% da energia consumida no Brasil.

18 RODRIGUES, Robson. Tarifa de Itaipu deveria ser mais baixa sem dívida da construção, dizem consumidores. **Valor Econômico**, 19 abr. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2023/04/19/tarifa-de-itaipu-deveria-ser-mais-baixa-sem-dvida-da-construo-dizem-consumidores.ghtml>. Acesso em: 15 maio 2023.









# CONCLUSÕES

A agenda das mudanças climáticas e a urgência de descarbonização da economia no âmbito global, os conflitos entre Estados Unidos e China e seus impactos sobre a reorganização das cadeias globais de valor e, mais recentemente, a guerra da Ucrânia e seus efeitos sobre a segurança energética mundial, podem trazer oportunidades para o Brasil. Com sua matriz energética verde e em expansão, em 2022, o Brasil experimentou a maior redução absoluta do mundo nas emissões do setor elétrico, de 34% na comparação com o ano anterior<sup>19,20</sup>.

A expansão da geração elétrica no Brasil tem sido apoiada na crescente participação das fontes eólica e solar, verdes por natureza, mas também intermitentes. Tal tendência traz incertezas para a matriz elétrica brasileira, que precisa aumentar os ativos de armazenamento para conferir confiabilidade e robustez à oferta de energia.

Por décadas, a hidreletricidade tem sido a principal fonte de geração de eletricidade no País. As características geográficas do país, com dimensões continentais, relevos e farto manancial hídrico favoreceram o desenvolvimento desta fonte de energia. O potencial hidrelétrico do Brasil é estimado em 172 GW, dos quais mais de 60% já foram aproveitados. Trata-se de uma tecnologia madura e confiável que, no contexto de maior preocupação com as emissões de gases de efeito estufa, apresenta a vantagem adicional de ser uma fonte renovável de geração, além de prestar o serviço de armazenamento para compensar a intermitência das fontes eólica e solar.

Aproximadamente 80% do potencial ainda não aproveitado estão localizados nas bacias hidrográficas Amazônica e Tocantins - Araguaia<sup>21</sup>. Os impactos ambientais e sociais da construção de grandes empreendimentos hidrelétricos com reservatórios em regiões sensíveis (com intensa biodiversidade e habitadas por povos originários) geraram reações crescentes à medida que a sociedade ganhou consciência sobre os custos desta opção. A solução foi substituir as usinas com grandes reservatórios por usinas a fio d'água, que não contam com o atributo de armazenamento e, portanto, não contribuem para conferir confiabilidade ao sistema elétrico nacional.

19 VALOR ECONÔMICO. A Força da Matriz. **Valor Setorial**, abr. 2023. [www.valor.com.br](http://www.valor.com.br). Acesso em: 12 maio 2023.

20 Essa redução tão expressiva pode estar em parte relacionada ao fato de que nos anos anteriores, com a escassez hídrica, as termelétricas foram acionadas, gerando maior volume de emissões de GEE do que o compatível com a matriz energética brasileira em termos de normalidade hidrológica.

21 EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Fontes**. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-689/topico-639/NT%20Energia%20e%20Meio%20Ambiente%20-%20PDE%202032.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.

Ainda assim, este trabalho identificou expressivas oportunidades para a expansão da geração hidrelétrica no Brasil, respeitando os riscos ambientais e evitando a insistência em desenvolver projetos com risco de elevado impacto ambiental e social. Neste contexto, cinco são os principais vetores de expansão da geração hidrelétrica:

- **a construção de usinas hidrelétricas de porte médio** (potencialmente com menor dificuldade para o licenciamento ambiental);
- **a exploração de PCHs e CGHs**, que podem contribuir para como complemento ao sistema;
- **a repotenciação e a modernização das usinas mais antigas**, com possibilidade de ganho de potência;
- **a ampliação das usinas que possuem espaço para crescer**, com a introdução de novos geradores; e
- **o investimento em hidrelétricas reversíveis**, conferindo maior flexibilidade ao sistema.

Para avançar nesta direção é essencial enfrentar uma agenda de reformas regulatórias e confirmam segurança jurídica e remuneração compatível com os serviços prestados pelos empreendimentos. Entre as principais componentes desta agenda encontram-se:

- Aprovar a **Lei Geral de Licenciamento Ambiental**, com os ajustes necessários para eliminar as incertezas decorrentes da flexibilização do licenciamento de algumas atividades produtivas;
- **Regular o uso da água**, por meio da harmonização das normas de orientam os processos de gestão dos CBHs, da adoção de um sistema de precificação do uso da água que esteja fundamentado em princípios econômicos e da plena implantação da Lei das Águas;
- **Adotar mecanismos de precificação que incorporem uma remuneração adequada pelos serviços prestados pelas usinas hidrelétricas**, de modo que a tornar os investimentos em novos empreendimentos hidrelétricos atraentes, bem como as iniciativas de repotenciação, modernização e expansão da capacidade de geração de UHE existentes;
- **Privilegiar a modicidade tarifária** na definição dos mecanismos de precificação, eliminado subsídios desnecessários e transferindo encargos que não estão diretamente vinculados à geração de energia para o Orçamento da União, de modo que as tarifas de energia reflitam os custos e serviços prestados pelas diversas fontes que compõem a matriz elétrica brasileira.

# REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Brasil bate recorde em geração de energia renovável**. 05 fev. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-02/brasil-bate-recorde-em-geracao-de-energia-renovavel>. 15 maio 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Diretrizes para uma estratégia nacional para neutralidade climática**. 2022. Disponível em [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/climaozoniodesertificacao/clima/diretrizes-para-uma-estrategia-nacional-para-neutralidade-climatica\\_.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/climaozoniodesertificacao/clima/diretrizes-para-uma-estrategia-nacional-para-neutralidade-climatica_.pdf). Acesso em: 12 maio 2023.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. **Balanco 2022**. Disponível em: [https://www.ccee.org.br/o/ccee/documentos/CCEE\\_1068101](https://www.ccee.org.br/o/ccee/documentos/CCEE_1068101). Acesso em: 12 maio 2023.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. **Plano de recuperação dos reservatórios de regularização de usinas hidrelétricas do país**. jul. 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/publicada-resolucao-do-cnpe-que-aprova-plano-de-recuperacao-de-reservatorios/Plano\\_de\\_Recuperacao\\_dos\\_Reservatorios\\_\\_PRR\\_Final\\_11\\_07\\_2022.pdf](https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/publicada-resolucao-do-cnpe-que-aprova-plano-de-recuperacao-de-reservatorios/Plano_de_Recuperacao_dos_Reservatorios__PRR_Final_11_07_2022.pdf). Acesso em: 12 maio 2023.

ERBER, Pietro; MOSSÉ, Acher. Armazenamento de energia. **Valor Econômico**, 28 fev. 2023. Disponível: <https://valor.globo.com/opiniao/coluna/armazenamento-de-energia-1.ghtml>. Acesso em: 15 maio 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanco Energético Nacional 2022**: relatório Final. 2022. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 12 maio 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Considerações sobre a Expansão Hidrelétrica nos Estudos sobre Planejamento Energético de Longo Prazo**: Documento de Apoio ao PNE 2015. 2018. <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Considera%C3%A7%C3%B5es%20sobre%20a%20Expans%C3%A3o%20Hidrel%C3%A9trica%20nos%20Estudos%20de%20Planejamento%20Energ%C3%A9tico%20de%20Longo%20Prazo.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Repotenciação e modernização das usinas hidrelétricas:** ganhos de eficiência, energia e capacidade Instalada. 2019. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-432/EPE-DEE-088\\_2019\\_Repotencia%C3%A7%C3%A3o%20de%20Usinas%20Hidrel%C3%A9tricas.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-432/EPE-DEE-088_2019_Repotencia%C3%A7%C3%A3o%20de%20Usinas%20Hidrel%C3%A9tricas.pdf). Acesso em: 12 maio 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanco Energético Nacional 2022:** relatório Final. 2022. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 12 maio 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Energia e meio ambiente:** estudos do plano decenal 2032. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-689/topico-639/NT%20Energia%20e%20Meio%20Ambiente%20-%20PDE%202032.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Fontes.** 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-689/topico-639/NT%20Energia%20e%20Meio%20Ambiente%20-%20PDE%202032.pdf>. Acesso em: 12 maio 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Matriz energética e elétrica.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 12 maio 2023.

INSTITUTO ACENDE BRASIL. Propostas para o setor elétrico para o próximo mandato presidencial (2023-2026). **White paper**, n. 28. 2022. <https://acendebrasil.com.br/estudos/>. Acesso em: 15 maio 2023.

INSTITUTO ESCOLHAS. **Custos e Benefícios das Fontes de Geração Elétrica.** 2018. Disponível em [https://escolhas.org/wp-content/uploads/2018/10/CadernoPrincipal\\_Final-Final.pdf](https://escolhas.org/wp-content/uploads/2018/10/CadernoPrincipal_Final-Final.pdf). Acesso em: 12 maio 2023.

OECD. **Renewable energy.** 2023. <https://data.oecd.org/energy/renewable-energy.htm?context=oecd>. Acesso em: 12 maio 2023.

RODRIGUES, Robson. Tarifa de Itaipu deveria ser mais baixa sem dívida da construção, dizem consumidores. **Valor Econômico**, 19 abr. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2023/04/19/tarifa-de-itaipu-deveria-ser-mais-baixa-sem-dvida-da-construo-dizem-consumidores.ghtml>. Acesso em: 15 maio 2023.

SEEG – SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Emissões Totais.** 2022. Disponível em: [https://plataforma.seeg.eco.br/total\\_emission#](https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission#). Acesso em: 01 out. 2022.

SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA - SEEG. **Emissões Totais**. 2022. Disponível em: [https://plataforma.seeg.eco.br/total\\_emission](https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission). Acesso em: out. 2022

VALOR ECONÔMICO. A Força da Matriz. **Valor Setorial**, abr. 2023. [www.valor.com.br](http://www.valor.com.br). Acesso em: 12 maio 2023.



**CNI**

*Robson Braga de Andrade*  
Presidente

**DIRETORIA DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS**

*Mônica Messenberg*  
Diretora de Relações Institucionais

**Gerência Executiva de Infraestrutura**

*Wagner Cardoso*  
Gerente-Executivo de Infraestrutura

*Roberto Wagner Lima Pereira*  
Gerente de Energia, Saneamento e Telecomunicações

*Euder Santana de Sousa*  
Equipe Técnica

**DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO – DIRCOM**

*Ana Maria Curado Matta*  
Diretora de Comunicação

**Superintendência de Publicidade e Mídias Sociais**

*Mariana Caetano Flores Pinto*  
Superintendente de Publicidade e Mídias Sociais

*Sarah de Oliveira Santana*  
Produção Editorial

**DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC**

*Fernando Augusto Trivellato*  
Diretor de Serviços Corporativos

**Superintendência de Administração – SUPAD**

*Maurício Vasconcelos de Carvalho*  
Superintendente Administrativo

*Alberto Nemoto Yamaguti*  
Normalização

---

*Sandra Polónia Rios*  
*Pedro da Motta Veiga*  
Consultores

*GINFRA*  
Revisão Gramatical

*Editorar Multimídia*  
Projeto Gráfico e Diagramação



 [www.cni.com.br](http://www.cni.com.br)

 [/cniBrasil](https://www.facebook.com/cniBrasil)

 [@CNI\\_br](https://twitter.com/CNI_br)

 [@cniBr](https://www.instagram.com/cniBr)

 [/cniweb](https://www.youtube.com/c/cniweb)

 [/company/cni-brasil](https://www.linkedin.com/company/cni-brasil)



*Confederação Nacional da Indústria*

**PELO FUTURO DA INDÚSTRIA**