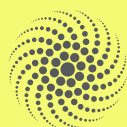


# INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS AO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

AGOSTO DE 2024



**iema**  
Instituto de Energia  
e Meio Ambiente



**coalizão  
energia  
limpa**

# SUMÁRIO



FOTO: Rodrigo Baleia/Greenpeace Brasil

Sistema fotovoltaico instalado no escritório do Greenpeace, em São Paulo.

**INTRODUÇÃO** 3

**CONTEXTO ATUAL DE OPERAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS** 4

**OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA O APRIMORAMENTO DE INTEGRAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS** 6

**AÇÕES REGULATÓRIAS, OPERATIVAS E ECONÔMICAS** 10

**CONCLUSÃO** 12

**BIBLIOGRAFIA** 14

Agosto de 2024

**Sobre o IEMA:**

O Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) é um *think tank* fundado no Brasil em 2006. Ele tem como propósito qualificar os processos decisórios para que os sistemas de transporte e de energia no Brasil assegurem o uso sustentável de recursos naturais com desenvolvimento social e econômico.

**Quem somos:**

André Luis Ferreira  
David Shiling Tsai  
Fabio Galdino  
Felipe Barcellos e Silva  
Gabrielly de Castro Alves  
Helen Sousa  
Ingrid Graces  
Isis Rosa Nóbile Diniz  
Mônica Takeda  
Raissa Gomes

Ricardo Baitelo  
Rodrigo Pimenta  
Vinicius Oliveira da Silva

**Autores**

Ricardo Baitelo  
Vinicius Oliveira da Silva

**Revisão técnica**

Anton Schwyter  
André Ferreira

**Agradecimento**

ABEEólica, ABRATE, ABSOLAR, BID, CCEE, ETF, ICS, Idec, IEE-USP, Instituto E+, ITA, MC&E, MRTS, New Charge, PSR, Poli-USP e Única.

**Comunicação**

Isis Rosa Nóbile Diniz

**Projeto gráfico e diagramação**

Cyntia Fonseca

**Foto de capa:**

Alexander Mills/ Unsplash+



**Fale conosco:**

Rua Artur de Azevedo, 1212, 9º andar,  
Pinheiros, São Paulo – SP, CEP 05404-003  
Telefone: +55 (11) 3476-2850  
energiaeambiente.org.br  
energiaeambiente@energiaeambiente.org.br

**Acompanhe nossas redes sociais:**



[coalizaoenegialimpa.org](http://coalizaoenegialimpa.org)



Sistema de transmissão da usina hidrelétrica de Itaipu, Paraná.

## INTRODUÇÃO

A 28ª Conferência das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (COP 28), que aconteceu em dezembro de 2023 em Dubai, trouxe em seu texto final uma meta inédita em direção à transição da matriz elétrica global: a recomendação de que até 2030 a capacidade instalada de fontes renováveis no mundo seja triplicada e os ganhos de eficiência energética duplicados (COP 28, 2023). A meta foi projetada pela Agência Internacional de Energia (IEA, da sigla em inglês, IEA, 2023a) e os investimentos necessários para alcançar tais resultados são estimados em 35 trilhões de dólares, aplicados em financiamento e em políticas para a aceleração do crescimento das fontes eólica e solar e, secundariamente, biomassa e hidrelétricas (IRENA, 2023). No campo da eficiência energética, há ainda ampla margem para aprimorar processos e tecnologias de usos finais para refrigeração, condicionamento ambiental e calor nos diferentes setores de consumo. Colocar em prática essa meta depende da implementação ou da continuidade de ações nacionais e subnacionais de planejamento energético, urbano e arquitetônico.

No caso do Brasil, a boa notícia é que as fontes renováveis, excluindo as hidrelétricas, têm registrado um crescimento alinhado à meta proposta pela ONU. Entre janeiro de 2022 e 2024, as fontes eólica e solar saltaram de um total de 35,4 GW para 66 GW de capacidade insta-

lada, ou um crescimento de 89%. Atualmente, respondem por mais de 31% da capacidade instalada total (ANEEL, ABSOLAR, 2024). Se incluídas as fontes hidrelétrica e biomassa, o crescimento das renováveis no período foi de 160,6 para 192,8 GW. A contribuição do Brasil é destacada no balanço de crescimento global de energias renováveis da IEA, que teve o recorde de 50% de aumento em 2023, atingindo 510 GW (IEA, 2023b).

Constatada a consolidação dessas indústrias e do atendimento dessas fontes à crescente demanda de energia, a grande discussão é se há um limite para a participação dessas fontes na matriz e como o sistema elétrico pode continuar incorporando tal quantidade crescente de energias renováveis variáveis, mantendo sua resiliência e economicidade.

Neste sentido, o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) e o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec) realizaram dois encontros com especialistas do setor elétrico, em 2023. O primeiro deles buscou discutir a transição energética no setor e o segundo, o estado da arte da integração de fontes renováveis variáveis no sistema elétrico e as soluções de armazenamento e de redes de transmissão. Esta nota técnica traz os principais aspectos discutidos, bem como reflexões e sugestões de aprimoramentos ao sistema elétrico.

## CONTEXTO ATUAL DE OPERAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS

A penetração de energia eólica e solar fotovoltaica tem aumentado significativamente. A primeira, desde a década passada e a segunda, principalmente nesta década. Entre os fatores, estão a competitividade dos parques eólicos e solares nos leilões de energia e, mais recentemente, a possibilidade econômica e regulatória de consumidores finais optarem pela geração distribuída – instalando sistemas fotovoltaicos em residências ou empresas.

A despeito desse crescimento, ambas as fontes são suscetíveis a fatores naturais como a alteração da velocidade do vento ou da radiação solar ao longo do dia e do ano e, principalmente, pelos critérios de despacho do Operador Nacional do Sistema (ONS)<sup>1</sup>.

Alguns fatos recentes e circunstâncias futuras nos mostram que o setor elétrico deve se adequar ao cres-

cimento e perfil de geração das renováveis de modo a potencializá-lo ao invés de limitá-lo. O primeiro exemplo são os diversos casos de desperdício de fontes renováveis entre o final da década passada e o início desta, conhecido como *constrained off*<sup>2</sup>. O segundo é a pressão do aumento da demanda de energia do sistema. Em 14 de novembro de 2023, registrou-se recorde de demanda de eletricidade de 101.475 MW em função da onda de calor que atingiu o país. A marca foi novamente quebrada em 15 de março de 2024, quando a demanda de eletricidade atingiu 102.478 MW, em função do calor, e a carga média também chegou a uma nova marca de 91.338 MW<sub>méd</sub>, atendida por 92,5% por fontes renováveis, de acordo com o ONS.

Além da pressão da demanda, o órgão também projetava uma baixa energia natural afluyente (ENA) no sistema

<sup>1</sup> O órgão define o intercâmbio de energia das usinas aos centros consumidores e quais fontes terão prioridade nessa operação.

<sup>2</sup> De acordo com a Aneel, "o *constrained-off* caracteriza-se como a redução da geração por questões operativas do Sistema Interligado Nacional – SIN. Os agentes de geração eólica pleiteiam uma análise e solução da ANEEL para disciplinar essa questão, estabelecendo compensação financeira para restrições operativas que impeçam sua geração."

Usina fotovoltaica em Macaé, Rio de Janeiro.



Recorde de demanda  
de eletricidade no Brasil

Em 2023

**101.475 MW**

Em 2024

**102.478 MW**

Sudeste/Centro-Oeste até julho de 2024, ou seja, baixos níveis de reservatórios e necessidade de mais energia para minimizar riscos de racionamento (ONS, 2024)<sup>3</sup>. Felizmente, o aumento das chuvas atenuou o pessimismo desse cenário e os subsistemas apresentaram recuperações entre 11% e 30% em termos de energia armazenada<sup>4</sup> nos primeiros meses do ano.

Os altos custos arcados pelos consumidores brasileiros com a contratação de termelétricas fósseis em 2021 em função da crise hídrica deixaram clara a urgência de atualizar critérios e processos do planejamento do setor elétrico (IEMA, 2021).

Nessa ocasião, o preço médio de termelétricas a gás natural foi de R\$ 1.599,60/MWh, enquanto as fontes renováveis solar e biomassa obtiveram preços médios R\$ 343/MWh e R\$ 345,2/MWh, respectivamente (EPE, 2021). O impacto na tarifa de energia elétrica do ano seguinte seria de 4,5%, se não houvesse uma suspensão de boa parte das usinas em função da atenuação do cenário de crise (DUTRA, MAURER, 2022).

## O SETOR ELÉTRICO

ainda opera essencialmente  
na lógica do sistema  
**HIDROTÉRMICO.**

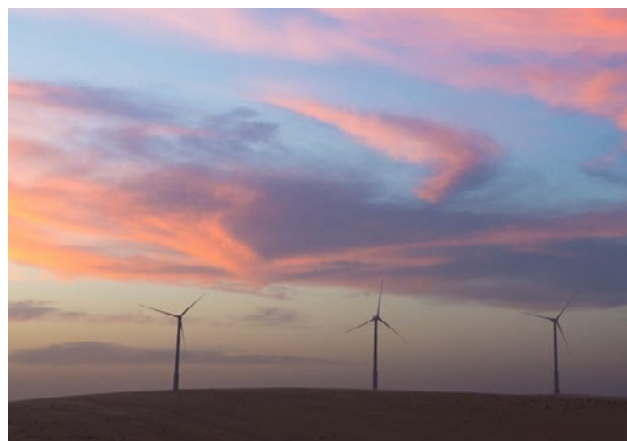


FOTO: Divulgação/Ar/Version/PAC

Parque eólico em Icaraí, no Ceará.

Adicionalmente, a contratação compulsória dos 8.000 MW em térmicas inflexíveis, previstos na Lei 14.182/2021, poderia resultar no aumento do custo mensal de operação das térmicas brasileiras em 41%, passando de R\$ 1,7 para R\$ 2,4 bilhões (Idec, 2023), acréscimo de mais de 12% no custo da energia consumida pelos brasileiros (Idec, 2022).

É importante mencionar que o setor elétrico ainda opera essencialmente na lógica do sistema hidrotérmico apesar da diversificação recente da matriz elétrica. Ou seja, com usinas hidrelétricas funcionando em tempo integral e, quando necessário em “horário de pico” ou em momentos de escassez hídrica, sendo complementadas por termelétricas.

A perspectiva de reviver uma situação de potencial risco de falta de energia ou de aumento de seu custo reacende o debate por uma reforma geral no setor capaz de atender aos desafios de expansão do sistema dentro de critérios ótimos: econômicos, garantindo a precificação adequada dos serviços prestados pelos diferentes geradores; técnicos, aumentando a segurança do sistema e reduzindo o risco de escassez de energia; ambientais, reduzindo a emissão de gases de efeitos estufa e poluentes atmosféricos, o uso de recursos hídricos e a mudança do uso do solo; e sociais, prezando pela modicidade da tarifa e evitando os altos custos das bandeiras. Esse desafio múltiplo inclui necessariamente acomodar a participação das fontes renováveis no sistema.

Os aprimoramentos ao sistema e as ações e desafios debatidos para diferentes fontes de energia e áreas da cadeia e do setor elétrico são detalhados a seguir.

<sup>3</sup> O subsistema Sudeste/Centro-Oeste concentra 70% dos reservatórios do Sistema Interligado Nacional (SIN), ou 204.615 MW/mês. A ENA prevista para o subsistema SE/CO para o mês de agosto é de 59% da Média de Longo Termo (MLT), ou a segunda pior ENA para o mês de agosto em uma série histórica de 24 anos, semelhante ao verificado em agosto de 2021. A previsão do sistema Nordeste é de 42%, quarta pior ENA da série histórica. Já a Energia Armazenada (EAR) tinha previsão mais cômoda ao final de março, em patamares superiores a 60% nos sistemas Norte, Nordeste e Sudeste.

<sup>4</sup> No início de maio de 2024, a EAR dos subsistemas SE/CO, S, NE e N foi de 72,9%, 85,4%, 78,3% e 95,4%, respectivamente. Já a previsão de julho para o final do mês de agosto é de 55,2%, 80,9%, 56,8% e 84,0%, respectivamente (ONS, 2024). A redução desses índices tem impacto direto no custo de operação do sistema, influenciando tanto o preço de liquidação das diferenças (PLD) quanto as bandeiras tarifárias aplicadas aos consumidores.



FOTO: Marcello Casal Jr/Agência Brasil

Hidrelétrica de Sobradinho, nos municípios de Sobradinho e Casa Nova, estado da Bahia.

## OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA O **APRIMORAMENTO DE INTEGRAÇÃO DE FONTES RENOVÁVEIS**

As principais ações necessárias para a integração das fontes renováveis na matriz elétrica podem ser divididas nas áreas de regulação, planejamento, operação e critérios econômicos. Como fontes e tecnologias do lado da oferta, consideram-se as energias renováveis – solar, eólica, biomassa, hidrelétrica –, bem como as termelétricas a combustíveis fósseis. Do lado da demanda, pressupõem-se o armazenamento de energia e o gerenciamento da demanda, exemplificado por ações para a alteração da curva de carga, do consumo ou da qualidade da energia. Conectando ambos os elos, está a transmissão de eletricidade.

A primeira proposta é a mudança no papel estratégico das hidrelétricas. Para além da oferta de energia elétrica, com a qual contribuem maciçamente<sup>5</sup>, a operação das usinas pode

potencializar importantes serviços ao sistema para o armazenamento de energia de forma econômica e para o atendimento de potência em momentos críticos, equacionando a variabilidade das fontes eólica e solar, bem como incidentes de transmissão<sup>6</sup>. Atualmente, a capacidade de despacho das hidrelétricas na base, ou em tempo integral, é reduzida, mas a função de acompanhar a curva de carga e cobrir variações é igualmente relevante. Um exemplo de proposta de adaptação de operação seria a Hidrelétrica de Sobradinho, na Bahia, cuja localização estratégica permitiria parte do seu uso para a prestação de serviços de flexibilidade, ou seja, parte da energia da usina se prestaria a um atendimento específico de potência, o que envolveria a diminuição de sua garantia física<sup>7</sup>. Para esta e outras hidrelétricas, a transição do perfil de operação seria planejada e o serviço

<sup>5</sup> As hidrelétricas seguem historicamente como a fonte que mais contribui para a capacidade instalada atual, com aproximadamente 48% da capacidade instalada, ou 68,9% da energia gerada em 2022 (BEN, 2023).

<sup>6</sup> Como exemplos mais notáveis, citam-se i) a sobretensão provocada pela sobrecarga de geração eólica em linhões locais, resultando em dificuldade no escoamento da energia e ii) casos em que a variação da velocidade do vento altera a potência da geração do aerogerador, causando variações de frequência na linha de transmissão.

<sup>7</sup> Tal atendimento específico significaria fornecer potência ou energia elétrica por um período curto (entre uma a quatro horas do dia), após o qual a usina deixa de operar. Este perfil de geração diminuiria sua capacidade de fornecer energia elétrica de forma contínua.

da flexibilidade prestado seria precificado e vendido no mercado como bem público.

Em outro campo, a adaptação e modernização de hidrelétricas para uso reversível, no qual a água dos reservatórios pode ser novamente bombeada e aproveitada, é outra alternativa que contribuiria com mais energia firme ao sistema e implicaria a implantação de uma remuneração apropriada pelo serviço prestado. De todo modo, é importante citar que a opção de repotenciação de usinas, aumentando sua capacidade instalada é tecnicamente mais simples, ainda que não ofereça o mesmo resultado ou ganho energético. A partir dessas propostas, as grandes hidrelétricas já existentes e a atual rede de transmissão continuariam dando segurança ao fornecimento de energia, complementando as fontes de energia solar e eólica.

A extensão de linhas de transmissão do Brasil já está na casa de

**180 mil km**

em 2022

Um outro ponto diz respeito à transmissão de energia elétrica: é preciso ter planejamento superior a cinco anos para conciliar o ritmo de crescimento de fontes renováveis à expansão das redes. Há mais de 70 GW de projetos solares em planejamento apenas em estados do Nordeste e serão necessárias mais linhas de transmissão para dar conta desse crescimento, como os exemplos da linha de

A instalação de bancos de bateria junto a sistemas renováveis

**REDUZ FLUTUAÇÕES DE TENSÃO E, AO PROPORCIONAR ENERGIA FIRME, aumenta a adequação dessas fontes ao sistema.**

Janaúba para reforçar o escoamento de energia ao Sudeste ou da expansão da rede entre o Maranhão e Goiás<sup>8</sup>.

Equacionar o avanço da transmissão de eletricidade é uma tarefa complexa, que necessita de amplos estudos. A extensão de linhas de transmissão do Brasil já está na casa de 180 mil km em 2022, permitindo, por um lado, maior capacidade de intercâmbio de energia entre todas as regiões e fontes de geração de energia. Por outro lado, dado o grande salto na geração distribuída, é necessário que se façam estudos e análises para otimizar a expansão da transmissão, evitando a existência de ociosidade de linhas já construídas.

Em complementação ao aumento da capacidade de transmissão, outro aliado para potencializar a expansão de fontes renováveis intermitentes são sistemas de armazenamento de energia<sup>9</sup>. A instalação de bancos de bateria junto a sistemas renováveis reduz flutuações de tensão e, ao proporcionar energia firme, aumenta a adequação dessas fontes ao sistema. Estabiliza ainda a variação do fornecimento da geração renovável em determinados momentos, nivelando o suprimento e reduzindo seu desperdício. Esse tipo de serviço, além da gestão do uso do sistema de transmissão, não pode ser provido por usinas de grande porte e baixa agilidade de resposta de demanda como hidrelétricas ou termelétricas. Outra vantagem dos sistemas de armazenamento é a redução do custo de ampliação do sistema de transmissão, ao evitar ou postergar a construção de novas linhas de transmissão.

<sup>8</sup> A linha de transmissão, inaugurada em 2021, tem como propósito aumentar em 25% o escoamento da energia gerada em usinas eólicas e solares na Região Nordeste para o Sudeste e o Centro-Oeste, preservando assim o uso de usinas hidrelétricas. No caso da expansão da linha de transmissão entre Maranhão e Goiás, a previsão é da construção de 1.513 quilômetros de linhas de transmissão e duas subestações para garantir o escoamento da produção de energia renovável do Nordeste.

<sup>9</sup> Apesar da diversidade de opções de armazenamento de diferentes portes, como hidrelétricas reversíveis e células combustível a hidrogênio, os sistemas de armazenamento de energia de baterias (ou BESS, da sigla em inglês) são a opção que vem apresentando ganho de escala no mercado global.

Mais uma configuração crescente que aumenta a estabilidade da geração renovável são os parques híbridos – que conjugam energia solar e eólica, solar e hidrelétrica, entre outras opções. A combinação de usinas solares e parques eólicos traz ganhos econômicos, ao aproveitar a mesma subestação e rede de transmissão, além de reduzir custos operacionais. A complementaridade de suas curvas de geração aumenta o fator de capacidade e a disponibilidade de energia ao longo do dia e do ano<sup>10</sup>. Infelizmente, esse tipo de sistema ainda se concentra no estágio de projetos de pesquisa e desenvolvimento ou em pequenos parques nos sistemas isolados de eletricidade, como em Roraima.

É igualmente importante ressaltar o crescente papel da geração distribuída. O consumidor residencial, comercial ou industrial tem cada vez mais produzido eletricidade e isso influenciará o fluxo e a demanda de acordo com períodos do dia. A curva de carga desses sistemas tem um suprimento concentrado no período diurno, que necessita ser reposta por outras fontes ao cair do sol. Nesse caso, a potência despachável é fundamental para manter a segurança do sistema elétrico. Novas tecnologias e métodos de armazenamento de energia, centralizado ou

O crescimento exponencial da geração distribuída fotovoltaica nos últimos dois anos saiu de

**9,7 GW**  
em janeiro de 2022

para

**26,4 GW**  
em janeiro de 2024

distribuído, podem cumprir essa função e devem estar disponíveis no portfólio de opções do operador nacional, bem como dos operadores das redes de distribuição.

O crescimento exponencial da geração distribuída fotovoltaica nos últimos dois anos – de 9,7 GW em janeiro de 2022 para 26,4 GW em janeiro de 2024 – pode ser justificado pela variedade de modelos de negócios para a aquisição de energia solar<sup>11</sup>, opções de financiamento e redução do período de retorno sobre o investimento, principalmente para consumidores residenciais. O aumento de 65% ao ano nos últimos dois anos se deve principalmente à adoção deste tipo de geração pelos consumidores, o que demandará um planejamento cada vez mais compartimentado.

Diferentes projeções nacionais e internacionais defendem sistemas elétricos com alta participação de fontes renováveis ou intermitentes. Dos cenários nacionais produzidos nesta década citam-se “Estudo de integração de fontes renováveis variáveis na matriz elétrica do Brasil”, produzido por GIZ, MME, EPE e ONS<sup>12</sup> (GIZ et al, 2020) e o próprio Plano Nacional de Energia PNE 2050, também de autoria da EPE (MME, EPE, 2020). O primeiro estudo apresenta uma participação de renováveis variáveis (eólica *onshore*, solar fotovoltaica e solar distribuída) de 41% da capacidade instalada ao final do horizonte de planejamento. O PNE2050



Sistema de armazenamento em Extrema, Minas Gerais.

<sup>10</sup> Períodos de baixa geração solar coincidem com alta geração eólica e baixo nível nos reservatórios. A combinação da oferta de energia entre diferentes fontes contribui para que a geração dessas usinas tenha menores variações ao longo do ano em comparação ao perfil de parques dedicados a uma fonte energética.

<sup>11</sup> Além da opção de instalação física dos sistemas fotovoltaicos, a resolução 482/2012 e a Lei 14.300/2022 possibilitam a contratação da energia solar por assinatura a partir de usinas centralizadas ou o compartilhamento da energia com outros clientes dentro da mesma área de concessão de uma distribuidora.

<sup>12</sup> O projeto foi executado por um consórcio de consultores composto por Lahmeyer International, PSR e Tractebel-Engie.



apresenta 64 diferentes cenários com graus diferentes de ambição para energias renováveis, chegando em um deles a uma penetração de renováveis flexíveis (eólica, solar centralizada e geração distribuída) de 58% da matriz elétrica.

Para o médio prazo, citam-se os exercícios dos PDEs 2031 e 2032 (MME, EPE, 2022)<sup>13</sup>. O PDE 2031 indicou não haver a necessidade de contratação de termelétricas inflexíveis ou com geração compulsória. O sistema foi atendido com uma grande participação de fontes renováveis e algumas usinas térmicas flexíveis. Adicionalmente, o PEN 2021, produzido pelo ONS, expressou a preocupação do operador quanto à alta inflexibilidade do sistema (calculada em 70%, incluindo a geração hidrelétrica).

Já para o longo prazo, citam-se os cenários desenvolvidos pela PSR para o Banco Mundial (Banco Mundial, 2023)<sup>14</sup>. Novamente, o resultado foi um custo total de operação do sistema 15% inferior para o cenário de descarbonização profunda, validando o benefício de ampliar o uso de renováveis em oposição ao preço do gás, que impacta a competitividade das termelétricas.

No campo dos estudos internacionais, “A Solution to Global Warming, Air Pollution, and Energy”, produzido pela Universidade de Stanford (Jacobson, 2021), projeta uma matriz baseada essencialmente nas fontes hidrelétrica, eólica e solar e aponta 53% da matriz brasileira de 2050 composta por fontes flexíveis. Já o estudo “On the History and Future of 100% Renewable Energy Systems Research” faz uma revisão de projeções globais de sistemas energéticos 100% renováveis nas últimas décadas. Três estudos de 2021 apontam participações combinadas das fontes eólicas e solar como 63% (Teske, 2021), 89% (Luderer, 2021) e 96% (Bogdanov, 2021).

Nesses cenários, a responsabilidade de garantir a resiliência recai sobre sistemas de armazenamento – bancos de baterias ou hidrelétricas com reservatórios. Outra modalidade energética despachável que contribuirá para essa resiliência são as térmicas a biomassa. Há um enorme potencial ainda pouco explorado de biomassa à base de resíduos florestais e agrícolas. A conversão do biogás para eletricidade poderia resultar em uma capacidade instalada superior a 19 GW (ABiogás, 2021). No entanto, seu custo ainda é um desafio. Uma térmica a biogás de pequeno porte

## A combinação de USINAS SOLARES E PARQUES EÓLICOS traz ganhos econômicos e reduz custos operacionais.

de 20 MW tem menor atratividade de contratação, por razões logísticas, entre outras, do que uma térmica a gás natural. Outra opção a se considerar, apesar de desafios ambientais e de custos, é a biomassa dedicada, explorada em estudo anterior do IEMA (2016).

No caso da cogeração a bagaço de cana, de modo a pensar a concentração da geração de energia nos meses de safra, entre abril e dezembro, propõe-se um modelo de garantia física diferenciado entre esses períodos e a entressafra, de dezembro a março. Na ausência do bagaço de cana, podem-se utilizar outros insumos como o cavaco de madeira e a casca de arroz, além do uso da palha e o aproveitamento do biogás. Vale ressaltar que as termelétricas a biomassa continuarão a desempenhar um papel importante na matriz elétrica das próximas décadas, quando o emprego de combustíveis fósseis para a geração de eletricidade tenderá a se concentrar nos casos extremos de escassez hídrica.

Além do planejamento focado na ampliação da oferta de energia, devem-se examinar as opções capazes de efficientizar o lado da demanda. Nesse caso, aponta-se a resposta voluntária de demanda para grandes consumidores como uma solução para equacionar a curva de demanda no curto e médio prazo. Os resultados da iniciativa implantada durante a crise hídrica em 2021 atestam que a redução de consumo e os benefícios econômicos foram claramente superiores à contratação de termelétricas pelo procedimento de contratação simplificado. Adicionalmente, para consumidores residenciais, sugere-se a ampliação de tarifas dinâmicas que reflitam os custos reais de geração de energia em diferentes momentos do dia. A abertura deste tipo de recurso energético em todo o sistema interligado tem potencial de permitir a formação de grupos ou portfólios de consumidores distribuídos na carga nacional, participando como agentes ativos do controle da curva de carga diária.

<sup>13</sup> No PDE 2031, foram rodados dois cenários: um cenário de referência, considerando as políticas setoriais e uma rodada livre, que busca a expansão de acordo com o menor custo, desconsiderando premissas de políticas públicas. A rodada livre indicou não haver a necessidade de contratação de termelétricas inflexíveis ou com geração compulsória.

<sup>14</sup> O primeiro deles, o Business Result, projetou a matriz brasileira até 2050, incluindo obrigações legais e empreendimentos acordados, como as térmicas inflexíveis. O segundo cenário, de descarbonização profunda, descontinuou o uso de 73 termelétricas ao final de seus contratos.

## AÇÕES REGULATÓRIAS, OPERATIVAS E ECONÔMICAS

Para que esse rearranjo sistêmico seja possível, é necessário aprimorar a forma de remuneração dos serviços de operação, de estabilização da carga demandada nas diferentes horas do dia e de confiabilidade do sistema providos por armazenadores e por fontes de geração de energia. Essas atribuições podem acontecer por alteração da regulação vigente e por mudanças no atual Mecanismo de Realocação de Energia (MRE)<sup>15</sup>, que compartilha financeiramente o risco hidrológico entre as hidrelétricas que estão sujeitas ao despacho centralizado do Operador Nacional do Sistema<sup>16</sup>.

Em relação aos sistemas de armazenamento de energia, é necessário definir um arcabouço legal para a figura do armazenador, valorando os diferentes serviços prestados

ao sistema, tanto na integração de energias renováveis, no suprimento de reserva de capacidade, serviços ancilares<sup>17</sup>, postergação de investimentos de transmissão e distribuição, e benefícios econômicos e técnicos ao consumidor final<sup>18</sup> (ABSOLAR, 2021). A versatilidade de aplicações mostra que o armazenamento de energia apoia toda a cadeia elétrica e não deve ser enquadrado em um só segmento.

Diferentes agentes do setor criticam o atual sinal econômico para as fontes energéticas, que parte de preços de contratação baixos mas resulta em custos altos em função de subsídios diferenciados<sup>19</sup>. Como efeito, dificulta-se a comparação entre as fontes e o equacionamento de serviços prestados. Um exemplo é a segurança do sistema, que

<sup>15</sup> A produção de uma hidrelétrica está relacionada ao seu despacho centralizado, realizado pelo operador do sistema. A decisão do despacho se baseia na disponibilidade das usinas do sistema interligado nacional em função de fatores como o armazenamento de água dos reservatórios, os preços ofertados pelas usinas térmicas e restrições operacionais. Nesse sentido, o Mecanismo de Realocação de Energia compartilha os riscos financeiros associados à comercialização de energia pelas hidrelétricas entre os proprietários das usinas, uma vez que esses não têm controle sobre seu nível de geração, independentemente de seus compromissos de venda de energia (CCEE, 2023).

<sup>16</sup> Cabe mencionar que as hidrelétricas que estão fora do despacho centralizado são excluídas da contabilização global de geração e água armazenada.

<sup>17</sup> Relacionados ao aumento da qualidade de energia provida, com regulação de frequência, suporte de reativos, entre outros exemplos.

<sup>18</sup> Como exemplo, há o corte de pico de demanda e o gerenciamento de custos da conta de luz e o aumento da confiabilidade e da qualidade da energia.

<sup>19</sup> As chamadas fontes incentivadas (pequenas centrais hidrelétricas, solar, eólica, biomassa e cogeração) recebem um desconto de no mínimo 50% nas tarifas de uso do sistema de transmissão (TUST) e de uso do sistema de distribuição (TUSD). O incentivo se aplica a unidades com potência total injetada inferior a 300 MW dando desconto aos geradores e consumidores do ambiente de contratação livre (ACL) que adquirem energia dessas fontes.

Sistema híbrido solar-eólico nos Estados Unidos.



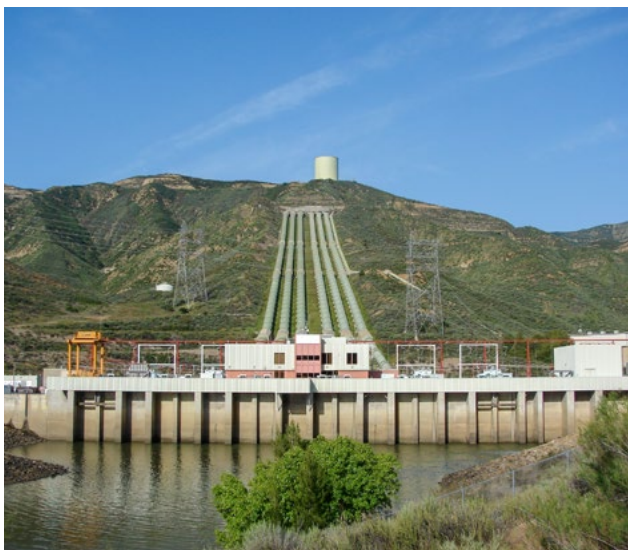
pode ter sua contabilidade aprimorada. Cabe mencionar que, atualmente, o custo da segurança sistêmica, exemplificado pelo Mecanismo de Realocação Energética, é pago apenas pelos geradores participantes deste mecanismo.

Sugere-se, portanto, remunerar os agentes do sistema. Uma opção é um mercado liberalizado, no qual o preço das fontes seja formado pela sua oferta, sinalizando corretamente os serviços de reserva operativa e regulação de frequência agregados de forma sistêmica ao setor elétrico, incluindo a resposta à demanda e a remuneração por flexibilidade. A resposta à demanda pode ser endereçada no varejo, com a opção de cargas remuneradas por clientes, oferecendo maior flexibilidade de acordo com seu volume, para consumidores do mercado regulado. Já para consumidores residenciais, a resposta à demanda é representada pelos bônus, ou descontos na tarifa de acordo com a economia de energia<sup>20</sup>.

Além do nivelamento da precificação da geração e dos serviços prestados por cada fonte, outro ajuste pertinente é a separação de lastro e energia, ou em outras palavras, a contratação de potência, sem energia associada. A contrata-

## HIDRELÉTRICA REVERSÍVEL em Elderberry Forebay, Califórnia.

FOTO: Sirhatch



A resposta à demanda pode ser endereçada no varejo, com a **OPÇÃO DE CARGAS REMUNERADAS POR CLIENTES**, oferecendo maior flexibilidade de acordo com seu volume, para consumidores do mercado regulado.

ção de potência é fundamental para aumentar a segurança do suprimento de energia, atendendo ao ciclo de variação anual da Energia Armazenada<sup>21</sup>. Outra urgência para a contratação de potência é a redefinição recente de períodos de ponta, cujos momentos de pico resultam em impacto técnico e financeiro na operação e nas tarifas de energia elétrica.

Ambos os casos pedirão soluções criativas em termos de precificação da energia e serviços prestados, exigindo o equilíbrio de operação entre as hidrelétricas, eólicas e a geração solar fotovoltaica e um portfólio de opções de tecnologias que forneçam potência e armazenamento ao setor elétrico. Para tanto, será recomendável revisar a atual metodologia dos leilões de contratação de energia, incluindo critérios para a habilitação de termelétricas, contratação de potência e revisão dos modelos para a contratação de energia. Tais leilões poderiam inclusive incentivar a ampliação e diversificação de fontes renováveis combinadas com sistemas de armazenamento, ao invés de simplesmente adotar a geração térmica como um produto, haja vista a Consulta Pública nº 160/2024 para o leilão de reserva de capacidade, realizada pelo MME (MME, 2024).

Por fim, em termos de planejamento, será necessário aprimorar os modelos meteorológicos de previsão de geração renovável como eólica e solar de forma a permitir o uso mais localizado de aplicações de armazenamento de energia. Esse ajuste permitirá o aumento dessas tecnologias para estabilizar a intermitência da geração, substituindo gradualmente a geração a combustíveis fósseis. O mesmo pode-se dizer dos softwares tradicionais de operação do sistema, que precisarão evoluir para atender a um sistema elétrico em franca evolução e diversificação.

<sup>20</sup> Vale mencionar que os bônus dependem de sinal econômico, mas são menos perceptíveis em momentos de crise hídrica por conta do impacto das bandeiras tarifárias. O bônus tem efeito na economia mensal; já a redução de demanda atua em momentos pontuais, portanto, sua efetividade dependerá de uma sinalização adequada do preço da energia ao longo do dia.

<sup>21</sup> A Energia Armazenada (EAR) representa a energia associada ao volume de água disponível nos reservatórios das hidrelétricas e sua variação se dá em decorrência do enchimento e deplecionamento dos reservatórios.



Parque eólico de Osório, Rio Grande do Sul.

## CONCLUSÃO

O crescimento do uso das energias renováveis é uma tendência global e decorre, principalmente, da preocupação com a redução de emissões de gases de efeito estufa do setor elétrico. A transição energética, promovida desde os anos 1990 na Alemanha, representa hoje uma estratégia global para o cumprimento das metas do Acordo de Paris, no longo prazo, e da COP 28, no curto prazo. O Brasil tem plena consciência, tanto no campo político quanto mercadológico, de seu potencial em realizar sua transição doméstica e contribuir para a transição global, exportando tanto combustíveis limpos, como produtos e insumos de baixo carbono.

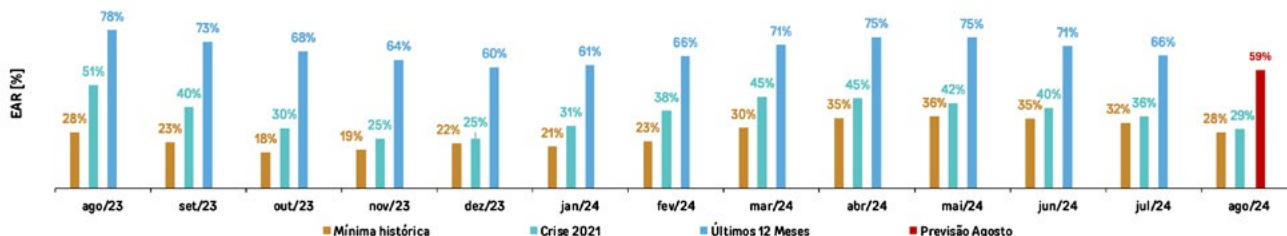
O desejado aumento da penetração de fontes renováveis deve atender a critérios econômicos e ambientais, ou seja, a retomada do crescimento econômico e industrial brasileiro depende do aumento da disponibilidade de energia sustentável e de baixo custo. Daí a importância de se discutir como conciliar esse crescimento com a manutenção da segurança e da economicidade da matriz, uma vez que as fontes renováveis variáveis demandarão investimentos vultosos em linhas de transmissão e sistemas de armazenamento de energia.

O debate de integração de renováveis e soluções de armazenamento e transmissão de energia proposto nesta nota técnica se presta a sugerir ações práticas para que a ampliação das fontes renováveis variáveis, compro-

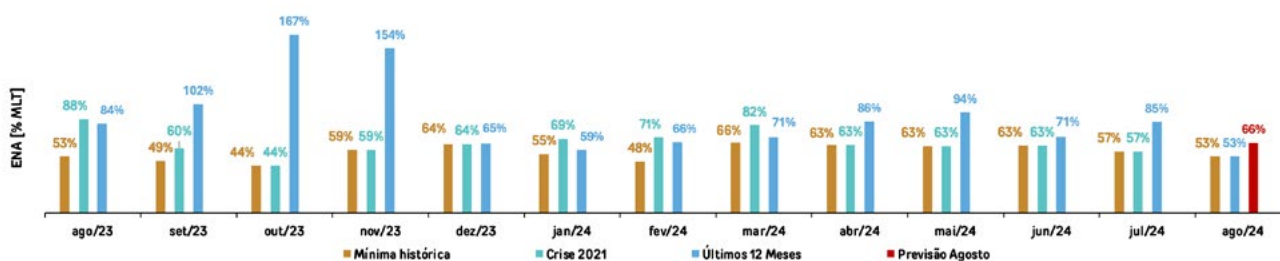
vada em diferentes modelos energéticos, possa ser implementada. Tal evolução permitirá descontinuar o uso de termelétricas a combustíveis fósseis, garantindo tanto o despacho de grandes volumes de energia quanto necessidades de suprimento de ponta a partir de outros recursos energéticos.

Recomenda-se que a ampliação da potência instalada a partir dessas fontes renováveis seja acompanhada do aumento do armazenamento de energia (de forma centralizada em hidrelétricas existentes – repotenciadas ou hibridizadas), por meio de novas tecnologias de apoio à gestão da energia (como baterias junto à geração fotovoltaica e eólica e linhas de transmissão ou distribuição) ou por usinas hidrelétricas reversíveis, sinalizando para os agentes do setor que novas formas de geração e armazenamento estão sendo consideradas a médio e longo prazo.

É igualmente importante a introdução de mecanismos de resposta à demanda; como exemplos, citam-se o mecanismo de redução voluntária da demanda, já introduzido no setor elétrico, e a ampliação de tarifas dinâmicas. A variação do preço da tarifa ao longo do dia, refletindo o custo horário real da energia, estimula consumidores a reduzirem seu consumo de energia, reduzindo a carga horária e, conseqüentemente, a necessidade de despacho de fontes mais caras.



**Figura 1.** Porcentagem de Energia Armazenada (EAR) disponível nos reservatórios hidrelétricos do Sistema Interligado Nacional (SIN) [ONS, 2024]. A barra laranja demonstra as mínimas históricas de cada mês para um histórico de 24 anos, a barra verde, os valores no período pré e durante a crise de 2021, a barra azul, o realizado nos últimos 12 meses e a barra vermelha é o planejado para agosto de 2024.



**Figura 2.** Porcentagem de Energia Natural Afluyente (ENA) bruta no Médio Longo Termo (MLT) disponível para a operação do SIN [ONS, 2024]. A barra laranja mostra as mínimas históricas de cada mês para um histórico de 24 anos. A barra verde, os valores no período pré e durante a crise de 2021, a barra azul, o realizado nos últimos 12 meses e a barra vermelha, o planejado para agosto de 2024.

A abertura destes tipos de recursos energéticos em todo o sistema interligado tem o potencial de estimular a formação de grupos ou portfólios de consumidores distribuídos na carga nacional, participando como agentes ativos do controle da curva de carga diária. Ainda que esse tipo de recurso energético não contribua com a adição de nova capacidade instalada, sua atuação pontual em períodos pré-definidos e localizados contribuiria para o alívio das linhas de transmissão e distribuição locais. Ressalta-se ainda que o aumento da diversidade de fontes renováveis permite a expansão da complementaridade da oferta de energia, fortalecendo a confiabilidade, a segurança e a capacidade de enfrentamento de distúrbios que afetam a operação de determinadas fontes em diferentes regiões do País. Um exemplo dessa complementaridade, ainda que não relacionada a problemas climáticos ou sistêmicos, é o fato de que os parques eólicos e solares instalados na Região Nordeste geram mais energia justamente no período seco na Região Sudeste, quando as aflúências hídricas reduzem a vazão e, conseqüentemente, a produção de energia hidrelétrica.

Será necessário ampliar o debate técnico e o alinhamento entre especialistas e tomadores de decisão para soluções sistêmicas mais inclusivas às demais fontes além do histórico binômio hidrotérmico. Cabe reforçar que a opção por fontes renováveis e tecnologias associadas deve vir acompanhada do reforço das salvaguardas socioambientais dessas alternativas de geração. A avaliação e a incorporação desses riscos deve ser prevista durante o processo de planejamento da expansão do sistema e incluída nas diretrizes dos leilões. A sociedade e as comunidades diretamente afetadas por quaisquer que sejam as escolhas devem participar dessa discussão, com direito a consulta e decisão sobre os empreendimentos considerados.

Este é o único caminho possível para uma transição energética justa e equitativa. O tempo para realizar essa transição é exíguo e a cooperação técnica e de experiências será vital para o sucesso nesse processo.

# BIBLIOGRAFIA

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR, 2024. Infográfico ABSOLAR. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>

Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR, 2021. Estudo de Inserção de Tecnologia de Armazenamento ao SIN. Disponível em: [https://mcusercontent.com/cc1f6a28297fa160b30bed073/files/0c9417d1-d927-f344-4d78-ab2c8a689ce4/Relat%C3%B3rio\\_Executivo\\_Estudo\\_de\\_Armazenamento.pdf](https://mcusercontent.com/cc1f6a28297fa160b30bed073/files/0c9417d1-d927-f344-4d78-ab2c8a689ce4/Relat%C3%B3rio_Executivo_Estudo_de_Armazenamento.pdf)

Associação Brasileira do Biogás – ABiogás, 2021. PNPP – Programa Nacional do Biogás e Biometano. Disponível em: [https://assets-global.website-files.com/632ab10950c5e334290bfadf/6390dd3aaa9ca8211589e557\\_PNBB.pdf](https://assets-global.website-files.com/632ab10950c5e334290bfadf/6390dd3aaa9ca8211589e557_PNBB.pdf)

Banco Mundial – BM (2023) Relatório sobre clima e desenvolvimento para o país. Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial, Washington, pp. 74. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/af026935-5f2d-4edd-b19e-d8fb66f6e9da/content>

BOGDANOV et al 2021. Low-cost renewable electricity as the key driver of the global energy transition towards sustainability, Energy, vol. 227. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221007167?via%3DIihub>

BREYER et al, 2022. On the History and Future of 100% Renewable Energy Systems Research. IEEE Access. Volume 10. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9837910>

COP 28 – UAE, 2023. The UAE Consensus Negotiation Outcome. Disponível em: <https://www.cop28.com/en/the-uae-consensus-negotiations-outcome>

Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) 2023. Mecanismo de Realocação de Energia. Disponível em: [https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20221051\\_2\\_5.pdf](https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20221051_2_5.pdf)

DUTRA, MAURER, 2022. O passado incerto nos leilões da crise hídrica de 2021. Conjuntura Econômica, Novembro, 2022, pp. 46–47. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/rce/article/view/88971/83592>

GIZ, MME, ONS. Estudo de integração de fontes renováveis variáveis na matriz elétrica do Brasil. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/estudo-de-integracao-de-fontes-renovaveis-variaveis-na-matriz-eletrica-do-brasil>

Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, 2022. Avaliação de impacto dos dispositivos alheios ao objeto principal da lei de capitalização da Eletrobrás sobre os consumidores de energia elétrica. São Paulo.

Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, 2023. Por que você precisa ajudar a derrubar as novas térmicas ‘Jabuti’? Disponível em: [https://idec.org.br/termicas-jabuti?gclid=CjwKCAjw69moBhBgEiwAUFCx2N4ZDKuBqsFrBveIQ6XiDqC-JpBZMVT-RNpC-rKwhRqhOWURsYzgvBoCMAEQAvD\\_BwE](https://idec.org.br/termicas-jabuti?gclid=CjwKCAjw69moBhBgEiwAUFCx2N4ZDKuBqsFrBveIQ6XiDqC-JpBZMVT-RNpC-rKwhRqhOWURsYzgvBoCMAEQAvD_BwE)

Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2016. Florestas energéticas: potencial da biomassa dedicada no Brasil. Disponível em: [https://energiaemambiente.org.br/wp-content/uploads/2018/01/estudo\\_completo\\_energia\\_eucalipto.pdf](https://energiaemambiente.org.br/wp-content/uploads/2018/01/estudo_completo_energia_eucalipto.pdf)

Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2021. Crise hídrica, termelétricas e renováveis: Considerações sobre o planejamento energético e seus impactos ambientais e climáticos. Disponível em: <https://energiaemambiente.org.br/produto/crise-hidrica-termeletricas-e-renovaveis>

IEA (Agência Internacional de Energia), 2023a. Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach. 2023 Update. Disponível em: [https://iea.blob.core.windows.net/assets/9a698da4-4002-4e53-8ef3-](https://iea.blob.core.windows.net/assets/9a698da4-4002-4e53-8ef3-631d8971bf84/NetZeroRoadmap_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf)

[631d8971bf84/NetZeroRoadmap\\_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/9a698da4-4002-4e53-8ef3-631d8971bf84/NetZeroRoadmap_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf)

IEA (Agência Internacional de Energia), 2023b. Renewables 2023 Analysis and forecast to 2028. Disponível em: [https://iea.blob.core.windows.net/assets/96d66a8b-d502-476b-ba94-54ffda84cf72/Renewables\\_2023.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/96d66a8b-d502-476b-ba94-54ffda84cf72/Renewables_2023.pdf)

IRENA (Agência Internacional de Energias Renováveis), 2023. Tripling Renewable Power and Doubling Efficiency by 2030. Crucial Steps. Disponível em: [https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Oct/COP28\\_IRENA\\_GRA\\_Tripling\\_renewables\\_doubling\\_efficiency\\_2023.pdf?rev=9831037db9e44aa5976b582af19a90da](https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Oct/COP28_IRENA_GRA_Tripling_renewables_doubling_efficiency_2023.pdf?rev=9831037db9e44aa5976b582af19a90da)

JACOBSON, M. 2023. A Solution to Global Warming, Air Pollution, and Energy. Produzido pela Universidade de Stanford. Disponível em: <https://web.stanford.edu/group/efmh/jacobson/Articles/I/149Country/24-WWS-149Countries.pdf>

LUDERER et al, 2022. Impact of declining renewable energy costs on electrification in low-emission scenarios, Nature Energy, vol. 7, no. 1, pp. 32–42. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41560-021-00937-z>

MME, EPE, 2020. Plano Nacional de Energia PNE 2050. Relatório Final. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>

MME, EPE, 2021. Procedimento Competitivo Simplificado: Informe de Resultados e Vencedores. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/procedimento-competitivo-simplificado-informe-de-resultados-e-vencedores>

MME, EPE, 2022. Plano Decenal de Expansão de Energia PDE 2031. Estudos Complementares: Geração Centralizada de Energia Elétrica – Sensibilidades What if. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/Estudos%20Complementares%20PDE2031\\_Sensibilidades%20what%20if.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/Estudos%20Complementares%20PDE2031_Sensibilidades%20what%20if.pdf)

MME, EPE, 2023. Balanço Energético Nacional BEN 2023. Relatório Final. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>

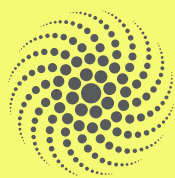
MME, 2024. Portaria de Diretrizes para a realização do Leilão de Reserva de Capacidade na forma de Potência de 2024 – LRCA de 2024. Disponível em: [https://antigo.mme.gov.br/pt/web/guest/servicos/consultas-publicas?p\\_p\\_id=consultapublicammeporlet\\_WAR\\_consultapublicammeporlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_pos=1&p\\_p\\_col\\_count=2&consultapublicammeporlet\\_WAR\\_consultapublicammeporlet\\_view=detalharConsulta&resourcePrimKey=6037958&detalharConsulta=true&entryId=6037960](https://antigo.mme.gov.br/pt/web/guest/servicos/consultas-publicas?p_p_id=consultapublicammeporlet_WAR_consultapublicammeporlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&consultapublicammeporlet_WAR_consultapublicammeporlet_view=detalharConsulta&resourcePrimKey=6037958&detalharConsulta=true&entryId=6037960)

Operador Nacional do Sistema, 2023. Análise da Perturbação do dia 15/08/2023 às 08H30min. Disponível em: <https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/RAP%202023.08.15%2008h030min%20vers%C3%A3o%20final.pdf>

Operador Nacional do Sistema, 2023. Relatório Executivo do Programa Mensal de Operação. Disponível em: [https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/RELATORIO-PMO-24\\_02%20a%2001\\_03.pdf](https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/RELATORIO-PMO-24_02%20a%2001_03.pdf)

Operador Nacional do Sistema, 2024. Energia Agora: Reservatórios. Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/reservatorios>

TESKE et al, 2021. 'It is still possible to achieve the Paris climate agreement: Regional, sectoral, and land-use pathways, Energies, vol. 14, no. 8, p. 2103. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/8/2103>



**iema**  
Instituto de Energia  
e Meio Ambiente



**coalizão  
energia  
limpa**

Rua Artur de Azevedo, 1212, 9º andar, sala 91,  
Pinheiros, São Paulo (SP), CEP 05404-003 | Telefone: +55 (11) 3476-2850  
energiaeambiente@energiaeambiente.org.br

[energiaeambiente.org.br](http://energiaeambiente.org.br)

[coalizaoenegialimpa.org](http://coalizaoenegialimpa.org)