

Inserção de sistemas de armazenamento de energia nos sistemas elétricos do Brasil

Audiência Pública | Comissão de Minas e Energia (CME)

2 de julho de 2025

O Instituto Acende Brasil é um *Think Tank* (centro de estudos) voltado ao desenvolvimento de ações e projetos para aumentar o grau de **Transparência** e **Sustentabilidade** do Setor Elétrico Brasileiro. Baseados em números e fatos, pensamos e analisamos o setor com a lente de longo prazo, buscando oferecer à sociedade um olhar que identifique os principais vetores e pressões econômicas, políticas e institucionais que moldam o Setor Elétrico Brasileiro.

Nossas análises e recomendações são publicadas de diferentes formas, como inserções em revistas acadêmicas nacionais e internacionais, artigos na imprensa geral, White Papers (WP) etc.

O tema Armazenamento foi objeto do WP# 31, recém publicado, contendo:

- A descrição, o grau de maturidade e o custo das tecnologias de armazenamento disponíveis (globalmente)
- A análise da demanda e as consequências da falta de armazenamento
- As perspectivas e propostas (considerando um plano de inserção e aspectos regulatórios).
- <https://acendebrasil.com.br/estudo/white-paper-31-armazenamento-de-energia-no-setor-eletrico-brasileiro?>



- A **redução das emissões** de gases de efeito estufa (**GEEs**) na matriz elétrica global tem motivado a mudança no uso de fontes de energia, com a redução de combustíveis fósseis e o **aumento da participação de fontes renováveis**;
- Diferentemente de muitos países, o **Brasil possui uma matriz elétrica** diversificada e **predominantemente renovável**;
- A maior parte da nossa energia elétrica é gerada por hidrelétricas e o país tem crescido em outras renováveis, como eólica e solar.

- **Hidrelétrica**: 110GW (**51,44%** da capacidade instalada da matriz elétrica);
- **Eólica**: ultrapassou 33 GW (**15,86%** da matriz elétrica); e
- **Solar**: se aproxima de 18 GW (**8,42%**)

(Fonte: Aneel, maio/2025)

IMPORTÂNCIA DO ARMAZENAMENTO

- O aumento da participação das fontes variáveis resulta em maiores **desafios operacionais para o sistema elétrico**;
- A variabilidade na geração das fontes renováveis e a incerteza do regime de chuvas aumentam a **importância de fontes de flexibilidade para o sistema**;
- O aumento de fontes variáveis sem um sistema robusto de armazenamento pode levar a **falhas e instabilidades na rede elétrica**, especialmente em períodos de seca ou baixa produção eólica e solar;
- Cenários de sobreoferta de energia somados a limitações da rede podem resultar em cortes de geração (**curtailment**);
- Tecnologias de armazenamento possibilitam **compensar os efeitos da intermitência** no sistema elétrico, permitindo uma alta participação de fontes renováveis no sistema elétrico.

As soluções de armazenamento são importantes para:

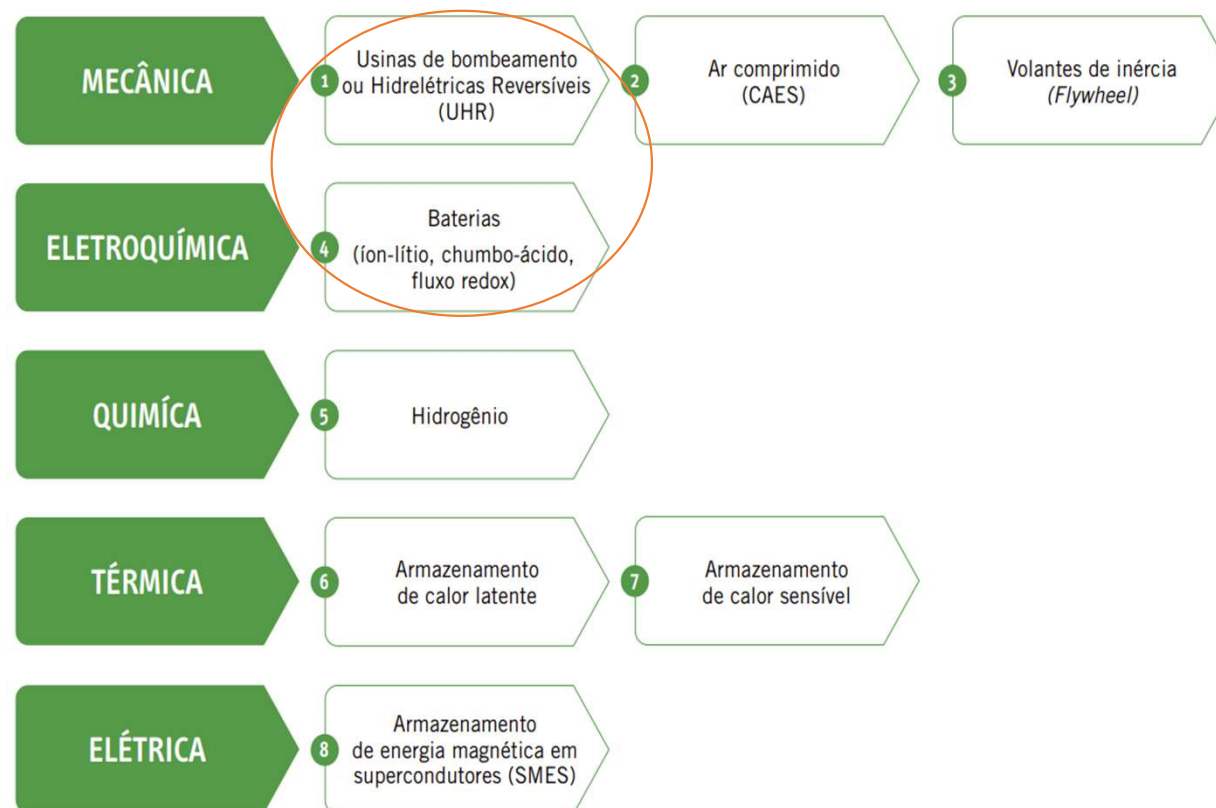
- **integração** de fontes renováveis;
- **segurança e confiabilidade** do sistema elétrico; e
- atendimento aos **sistemas isolados**.

Além disso, estas tecnologias podem:

- suportar a descentralização da geração de energia;
- aumentar a **eficiência energética**; e
- acelerar a eletrificação de setores como o de transporte por meio de veículos elétricos.

- Aplicações de sistemas de armazenamento podem suprir a necessidade de **armazenar energia excedente** durante períodos de excesso de geração **para utilizá-la em períodos de baixa geração**, reduzindo o desperdício de parte da energia natural disponível.
- Armazenamento pode ser aplicado como reserva estratégica para garantir a confiabilidade do sistema em caso de falhas ou picos de demanda, pois sua flexibilidade operativa permite **compensar potenciais desequilíbrios de curto prazo entre oferta e demanda**, mantendo a segurança no suprimento de energia.
- Tecnologias com resposta rápida (como Usinas Hidrelétricas Reversíveis, baterias e ar comprimido) permitem o atendimento célere e flexível, **fornecendo tanto carga quanto energia (potência) para o sistema**.

Existem diferentes tecnologias de armazenamento disponíveis no mundo. Tais soluções apresentam diversos estágios de desenvolvimento, variando desde condições incipientes de pesquisa e desenvolvimento até a maturidade comercial.

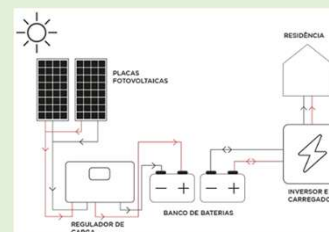


PERSPECTIVAS

- As **soluções tendem a evoluir sua maturidade tecnológica**, elevando a sua capacidade de armazenamento de energia e operacionalidade, com ganhos de competitividade nos custos de fabricação e operação e aumento da confiabilidade.
- Em um panorama global, **baterias assumirão o protagonismo** desta modalidade energética.
- As **hidrelétricas reversíveis manterão sua relevância**.
- Já as outras fontes de armazenamento - como armazenamento de energia a ar comprimido, volante de inércia e armazenamento térmico - seguem com **desafios para sua aplicação**.
- Atualmente, no Brasil, as iniciativas envolvem projetos de pesquisa conduzidos por concessionárias, institutos de pesquisa e academia. A **implementação destas tecnologias em grande escala requer amplo esforço em P&D, além de ações políticas e regulatórias para desenvolver o mercado**.



As **hidrelétricas reversíveis**, solução internacionalmente **mais madura** e competitiva, apesar de apresentar custos menores, **não tem sido explorada no Brasil**. Eventual retomada da expansão desta solução implicaria a necessidade de atualização do mapeamento dos locais com potenciais hidráulicos adequados.



As **baterias**, apesar da redução dos custos, ainda são relativamente caras e não estão amplamente disponíveis no mercado brasileiro. Apesar do desafio dos custos, as baterias são uma boa alternativa para várias aplicações devido à sua portabilidade, escalabilidade e velocidade de atuação.

Evolução regulatória sobre armazenamento de energia no setor elétrico brasileiro

2016

- Início da discussão interna na Aneel, com **Chamada Pública Estratégica de P&D** em 2016 sob o título de “*Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia no Setor Elétrico Brasileiro*”.

2020

- Realização da **Tomada de Subsídios da Aneel 11/2020**, que discutiu a elaboração de propostas de adequações regulatórias necessárias à inserção de sistemas de armazenamento no setor elétrico brasileiro.

2022

- Publicação da **Nota Técnica NT 137/2022** da Aneel, consolidando as contribuições da TS 11/2020, com propostas regulatórias necessárias para a inserção de sistemas de armazenamento de energia no Sistema Interligado Nacional.
- Proposta de Roadmap regulatório com o planejamento subdividido em ciclos temporais para a regulamentação.

2023 (1)

1º Ciclo do Roadmap regulatório (2023 e 1º semestre de 2024):

- Conceito: especificações e características;
- Outorga: Armazenamento junto ao Gerador, Armazenamento independente, casos de dispensa de outorga;
- Acesso e uso da rede: CUST/D, MUST/D, TUST/D, sistema de supervisão e controle, e proteções;
- Acesso à comercialização: cadastro, medições, e aspectos de contabilização e liquidação;
- Eventuais ajustes para retirada de barreiras regulatórias: Serviços Ancilares, Leilões de Capacidade, Resposta da Demanda, e Leilões Sistemas Isolados.

2023 (2)

- Realização da **Consulta Pública CP 39/2023** da Aneel, que obteve subsídios para o aprimoramento do relatório de Análise de Impacto Regulatório (AIR) sobre a regulamentação para o Armazenamento de Energia Elétrica, incluindo Usinas Reversíveis.

2024

2º Ciclo do Roadmap regulatório: (2º semestre de 2024 e 2025):

- Ajustes finais nas instruções de Armazenamento, com exceção das Usinas Hidroelétricas Reversíveis de ciclo aberto: instruções nos Procedimentos de Rede e nas Regras de Comercialização.
- Usinas Hidrelétricas Reversíveis de ciclo aberto: Estudo de inventário e questões de aproveitamento ótimo.
- Avaliação sobre Sandboxes Regulatórios: Flexibilização, no que couber, a respeito do “empilhamento de receitas” (value stacking)

2026

3º Ciclo do Roadmap regulatório: (2026 e 1º semestre de 2027):

- Ajustes finais nas instruções das Usinas Reversíveis de ciclo aberto: instruções nos Procedimentos de Rede e nas Regras de Comercialização.
- Novos modelos de negócios: (i) Redução de curtailment e constrained-off;
- (ii) Definições sobre o “empilhamento de receitas” (value stacking);
- (iii) Agregadores dos serviços correlatos; e
- (iv) Simulação nos modelos computacionais: impactos na programação da operação e na formação de preço de curto prazo.

A **Aneel** vem discutindo a **regulação** sobre o tema com o objetivo de promover a integração das tecnologias de armazenamento ao sistema elétrico

Apesar dos avanços, o país enfrenta desafios significativos como a **falta de infraestrutura adequada** e a necessidade de **investimentos substanciais**

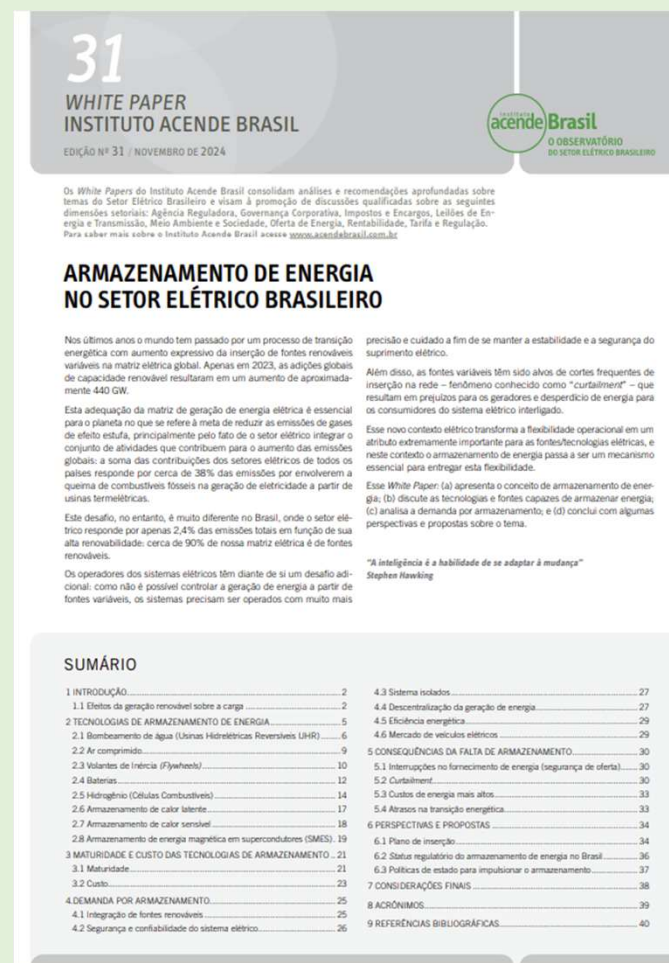
A **regulamentação** e as **políticas públicas** para incentivar o desenvolvimento e a implementação dessas tecnologias ainda são **incipientes**

- I. Para superar os desafios e expandir o uso destas soluções no setor elétrico é essencial que o Brasil **invista** em tecnologias de armazenamento de energia
- II. É necessário **avançar na implementação de uma regulamentação** clara e na promoção de incentivos para atrair investimentos privados e fomentar a pesquisa e desenvolvimento no setor
- III. A **cooperação entre o governo, a iniciativa privada** e as instituições de pesquisa pode ajudar a criar um ambiente propício ao avanço tecnológico

CONSIDERAÇÕES FINAIS



- As soluções de armazenamento de energia são essenciais para a segurança de um setor elétrico com alta participação de renováveis. Com o desenvolvimento das tecnologias disponíveis e a redução dos custos, **o armazenamento de energia terá um papel cada vez mais importante** na matriz energética global;
- Tecnologias de armazenamento **permitem a integração e o melhor gerenciamento entre a oferta e a demanda** de energia, contribuindo para uma **maior eficiência operativa** dos sistemas elétricos, maior **confiabilidade, segurança e qualidade** no fornecimento da energia;
- As soluções de armazenamento podem ser utilizadas para **aliviar as redes de transmissão e de distribuição** ou em **sistemas isolados**, tornando-os mais eficientes e beneficiando o consumidor;
- Além disso, são componentes importantes para a **modernização e descarbonização** do setor elétrico.



O Instituto Acende Brasil é um Centro de Estudos que visa a aumentar o grau de **Transparência e Sustentabilidade do Setor Elétrico Brasileiro**. Para atingir este objetivo, adotamos a abordagem de **Observatório do Setor Elétrico** e estudamos as seguintes dimensões:

Para saber mais acesse:
www.acendebrazil.com.br

