

Contribuições ABINEE para o Setor Elétrico Brasileiro

Sistemas de Armazenamento de Energia

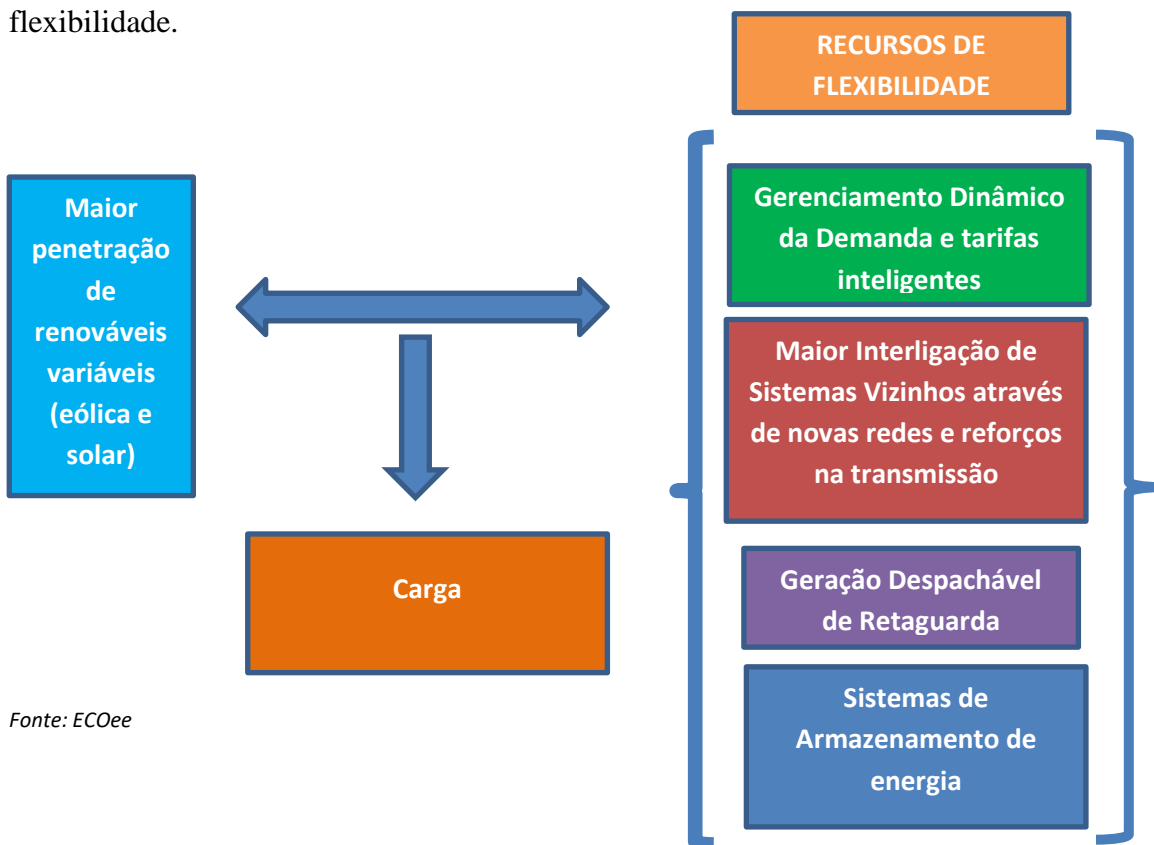
Introdução

Nas duas últimas décadas o mundo assistiu à acelerada e ainda em curso transformação da matriz elétrica, com a crescente e consistente penetração e participação de fontes variáveis e não despacháveis, como eólica, solar e hidrelétricas a fio d'água.

O sistema elétrico em corrente alternada requer que a potência de geração se iguale, a cada momento, à potência requerida pelos consumidores. A não manutenção deste equilíbrio pode levar à instabilidade do sistema elétrico, residindo neste ponto uma das maiores desvantagens da tecnologia renovável não despachável, cuja geração depende das condições atmosféricas.

Deste modo, o sistema elétrico pode enfrentar problemas em relação ao balanço de potências, sendo este agravado nos períodos em que o consumo é baixo e, por exemplo, a energia eólica disponível é elevada, ocorrendo assim excesso de geração.

A tendência de aumento de inserção de geração variável na matriz energética irá continuar segundo todas as previsões de organismos nacionais e internacionais, surgindo a necessidade crescente de recursos que visem dotar o sistema elétrico de maior flexibilidade.



As soluções de flexibilidade passam pela implementação de novos recursos já discutidos em contribuições anteriormente já oferecidas pela ABINEE ao setor elétrico brasileiro, conforme ilustrado na figura anterior:

- Necessidade de implementação de tarifas inteligentes e resposta da demanda, incentivando consumidores e prosumidores a consumirem energia nos horários de maior disponibilidade;
- Atualização tecnológica e ampliação dos sistemas de transmissão, promovendo maior Interligação entre sistemas vizinhos através de novas redes e reforços;
- Implantação de Sistemas de Geração Despachável, normalmente de fontes não renováveis, que dificultam a necessária redução de emissões, e que ficam ociosos à disposição para operação em reduzidas parcelas de tempo, gerando elevados custos de disponibilidade a serem rateados por todos os consumidores;

E, finalmente, a contribuição deste artigo, relativo à discussão sobre a oportunidade de implementação de sistemas de armazenamento de energia em diversas escalas, para apoiar a necessária transição energética e dotar os sistemas e uso final de energia de maior confiabilidade.

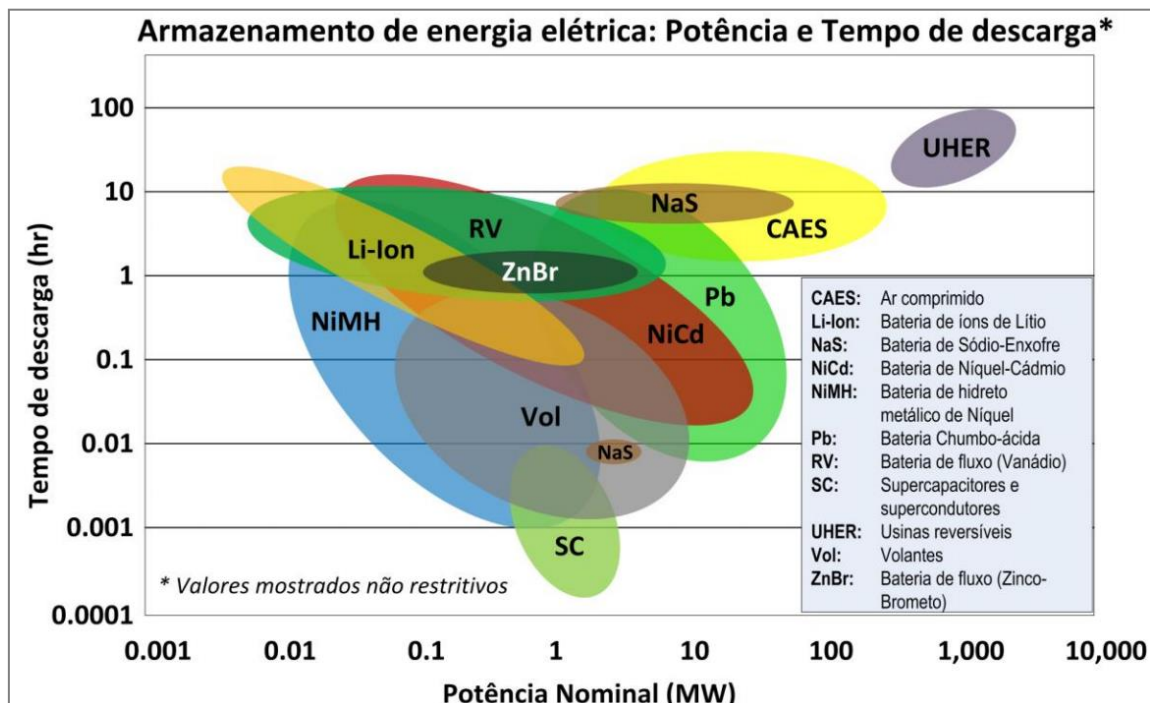
Principais tipos e sistemas de armazenamento de energia elétrica

Diversos sistemas de armazenamento de energia vêm sendo estudados, para soluções em pequena ou larga escala, encontrando-se em variados estágios de desenvolvimento técnico e viabilidade econômica. Nos itens subsequentes, um breve descritivo dos principais sistemas é apresentado.

O Quadro seguinte apresenta uma síntese dos principais sistemas em uso ou em desenvolvimento e a Figura abaixo também representa graficamente as faixas de aplicação, em termos de potência e tempo de descarga de vários sistemas de armazenamento. A alta capacidade das usinas hidrelétricas reversíveis se destaca e evidencia a razão de seu uso em larga escala no mundo. Por questões óbvias de interesse e objetividade o artigo enfocará apenas os sistemas atualmente em uso em escala comercial atualmente no mundo.

QUADRO - Sistemas de Armazenamento de Energia

SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA
<p>Sistemas Mecânicos (AEM) (Mechanical Energy Storage Systems - MES)</p> <p>Usinas Hidrelétricas Reversíveis (UHR) ou Bateria de Água (BDA) (<i>Pumped Hydro Storage - PHS; Water Batteries</i>) Ar Comprimido - AEAC (<i>Compressed Air Energy Storage - CAES</i>) Gravidade – AEG (<i>Gravity Energy Storage Systems - GES</i>). Volantes de inércia - AEVI (<i>Flywheel Energy Storage - FES</i>)</p>
<p>Sistemas Químicos - AEQ (Chemical Energy Storage Systems - CES)</p> <p>Células de Combustível (Hidrogênio)</p>
<p>Sistemas Eletroquímicos – Baterias - AEEQ (Electro-Chemical Energy Storage Systems – Bateries - ECES)</p> <p>Baterias convencionais: Chumbo-Ácido (Pb-Ac); Níquel-Cádmio (Ni-Cd); Íon Lítio (Li-ion) Baterias de alta temperatura: Sódio-Enxofre (Na-S); Bateria de Sódio-Níquel-Cloro (ZEBRA - Zero Emission Battery Research) Baterias de fluxo: Vanádio Redox (VBR); Zinco-Bromo (Zn-B); Ferro-Cromo (Fe-Cr) Baterias Zinco – Ar (Zn/ar)</p>
<p>Sistemas Elétricos e Magnéticos – AEEM (Electric and Magnetic Energy Storage Systems - EMES)</p> <p>Supercapacitores – AESC (<i>Supercapacitor Energy Storage - SCES</i>) Supercondutores Magnéticos – AESCM (<i>Superconducting Magnetic Energy Storage - SMES</i>),</p>
<p>Sistemas Térmicos - AET (Thermal Energy Storage Systems – TES)</p> <p>Armazenamento de energia por calor sensível Armazenamento de energia por mudança de fase Armazenamento de energia por reações químicas</p>



Fonte: Adaptado de Denholm et al. (2010)

Figura: Sistemas de armazenamento de energia – Faixas de aplicação

Sistemas Mecânicos de armazenamento de energia

Nesses sistemas (Mechanical Energy Storage Systems - MES), a energia é convertida entre as formas de energia mecânica e elétrica. São os mais usados em todo o mundo devido à sua flexibilidade. Nesta área se destacam as **Usinas Hidrelétricas Reversíveis - UHR** (Pumped Hydro Storage - PHS), também denominadas “Usinas de Armazenamento Bombeado”, se constituem nos maiores sistemas de armazenamento de energia do mundo, com cerca de 125 GW, quase 96% da capacidade de armazenamento elétrico do mundo e 3% da capacidade de geração global. Estes sistemas de armazenamento promovem armazenamento hidráulico por bombeamento, e por isso são também chamadas “Usinas de Armazenamento Bombeado”. O armazenamento se dá no conjunto de dois reservatórios, em circuito fechado ou semiaberto. São motorizadas com grupos turbinas-bombas que basicamente alternam a geração de energia do reservatório superior para o inferior, quando há demanda no sistema, e o bombeamento no sentido inverso, quando há excedente de energia, geralmente em horários de baixa demanda e preços mais baixos de energia.

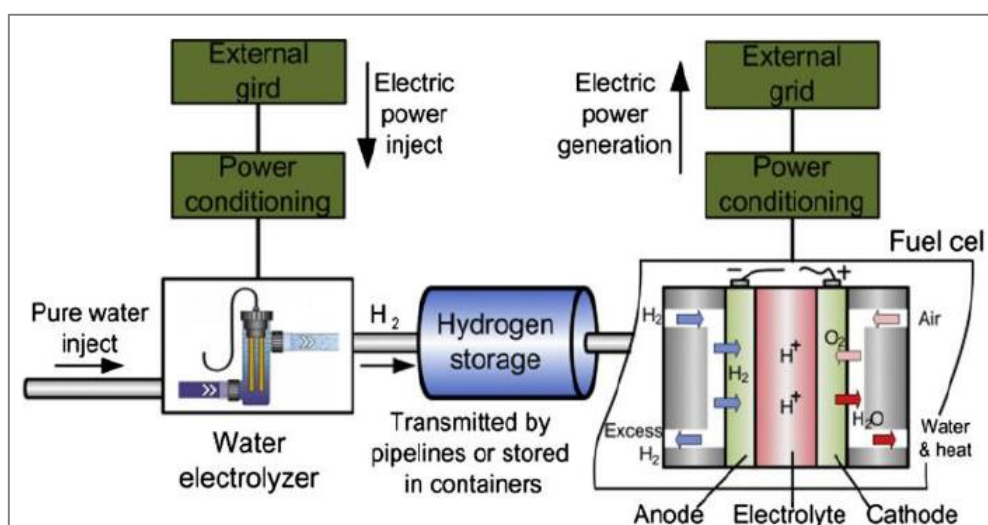
As UHR têm potências instaladas que vão de 1 MW a 3.000 MW, operam com eficiência de 70 a 85%, tempo de reação típicos de 10 a 15 minutos, com uma vida útil muito longa, de aproximadamente 50 anos ou mais, e ciclos de vida praticamente ilimitados. É uma tecnologia amadurecida, que exige locais de instalação específicos, grande investimento de capital e períodos de construção plurianuais.

No mundo, há mais de 270 estações deste tipo em operação. Dado que o sistema opera em módulos, consegue gerar energia de maneira estável por um longo período e de forma compatível com a variação sazonal de demanda. Em contrapartida, é geralmente um sistema com resposta lenta aos picos de demanda que acontecem em períodos menores do que 15 minutos. Entretanto, nos últimos anos, com a introdução das bombas com variadores de frequência, foi possível aumentar a velocidade de resposta e a flexibilidade do sistema frente às oscilações de demanda de curta duração. Há ainda dois condicionantes importantes para a adoção deste tipo de sistema de armazenamento de energia: a dependência de características de relevo para implementação e os impactos ambientais de se criar reservatórios (inundação de áreas x fauna e flora).

Sistemas Químicos de armazenamento de energia

Chemical Energy Storage Systems – CES: consiste no armazenamento de energia na forma de ligações químicas de compostos moleculares. A substância primária da qual a energia é recuperada é convertida em uma célula a combustível em uma substância totalmente nova, com emissão de elétrons (energia elétrica) e calor, sem produção de gases de efeito estufa.

A capacidade de armazenamento pode ser superior a 100 GWh, dependendo do tamanho dos tanques de armazenamento do combustível e do oxidante. Diferentemente de sistemas de baterias, o sistema fornece eletricidade continuamente, desde que o combustível ativo e o oxidante, fornecidos externamente, estejam disponíveis. Pode ser aplicado em grandes instalações, em geração distribuída e até mesmo em veículos. Nesta área destacam-se as *Células a Combustível que utilizam a energia elétrica disponível na rede ou em centrais renováveis dedicadas para realizar a eletrólise da água e produzir hidrogênio, o qual é armazenado em tanques de alta pressão e depois conduzido à célula a combustível para reagir com o oxigênio e produzir eletricidade, calor e vapor de água.* O sistema pode ser projetado para operar em circuito fechado, usando hidrogênio e oxigênio puros armazenados em tanques de pressão: o vapor de água produzido pela célula a combustível retorna ao equipamento que faz a eletrólise e separa os dois gases, em um ciclo que pode ser repetido indefinidamente. O sistema tem ainda relativamente baixo rendimento (40 a 50%), alto custo inicial e atualmente existem muitos estudos em desenvolvimento em nível mundial para viabilizar maior infraestrutura para reabastecimento de hidrogênio, bem como para desenvolver medidas de segurança para rápido aumento na escala comercial, uma vez que o hidrogênio é um gás de difícil armazenamento e altamente explosivo. Portanto, é um sistema que tem recebido crescente investimento para o desenvolvimento e viabilização de uso em larga escala, com muitos investimentos em pesquisa e desenvolvimento para a sua viabilização possivelmente ainda no final desta década. O hidrogênio é uma tecnologia que permite crescentemente o armazenamento de maiores quantidades de energia e estará certamente presente na próxima geração tecnológica de mobilidade, aplicada a grandes distâncias e embarcações como ônibus e navios.



Fonte: Nadeem et al., 2019

Figura: Sistema de armazenamento de energia química

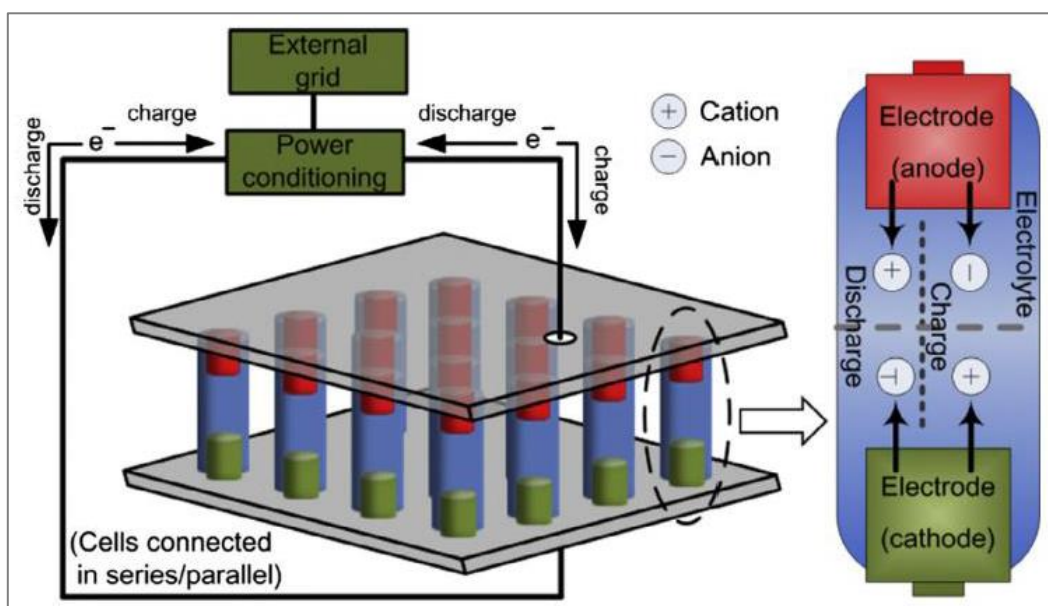
Sistemas Eletroquímicos de armazenamento de energia - Baterias

Os sistemas eletroquímicos de armazenamento de energia (*Electro-Chemical Energy Storage Systems – Baterias - ECES*) constituem as mais antigas tecnologias de armazenamento de energia e abrangem as baterias convencionais recarregáveis e as baterias de fluxo. Neles, uma reação química reversível no material ativo (eletrólito) é usada para produzir/armazenar energia. Esse grupo – que inclui vários tipos de baterias – opera sem emissões de gases de efeito estufa e com o mínimo de manutenção, tendo ampla faixa de densidades de energia e rendimentos de 50 a 95%.

As baterias incorporam tecnologia avançada e madura para armazenamento de curta duração (1 s a 15 h). Devido à disponibilidade em vários tamanhos e às características de mobilidade as baterias têm sido aplicadas em escala de redes, em edifícios residenciais e comerciais e veículos. Por outro lado, a maior parte dos materiais usados nas baterias são tóxicos e de difícil reciclagem e a descarga da energia armazenada deve ser parcial para evitar a redução rápida de sua vida útil, o que acaba reduzindo, na prática, a densidade de energia armazenada disponível.

As baterias podem ser classificadas em dois grupos: sistemas integrados (ex.: baterias de chumbo-ácido, íon-lítio, enxofre-sódio, níquel-cádmio e níquel-hidreto metálico) e sistemas de armazenamento externo (ex.: baterias de fluxo redox de vanádio, sistemas ZnBr e Zn-ar). Nos sistemas integrados não há separação espacial entre a unidade de conversão de energia e o material ativo onde a carga/descarga ocorre. Nos sistemas de armazenamento externo, a unidade de conversão de energia e o material ativo são fisicamente separados um do outro.

Não se pode considerar uma bateria melhor que a outra, pois nenhuma ocupa a primeira posição em todos os parâmetros técnicos. A escolha para determinada aplicação depende da potência e da energia necessárias, do tamanho, peso, tempo de resposta, quantidade de descarga necessária, temperatura operacional e temperatura ambiente.



Fonte: Nadeem et al., 2019

Figura: Sistema eletroquímico de armazenamento de energia

Entre as dezenas de tipos de baterias hoje existentes e em contínuo desenvolvimento merecem destaque as baterias de fluxo, na qual os elementos são separados por uma membrana. Essas baterias estão surgindo como uma opção promissora, entre suas vantagens pode-se citar: longo tempo de descarga, capacidade de alta sobrecarga por períodos curtos, tempo de resposta em milisegundos, operação em temperatura ambiente, grande número de ciclos de carga e descarga e alta eficiência.

Sistemas Térmicos de armazenamento de energia

Thermal Energy Storage Systems – TES constitui-se uma tecnologia bastante usada em todo o mundo, com uma capacidade instalada de aprox. 3,3 GW, representando 1,9% do armazenamento mundial de energia em 2017. O armazenamento é feito aquecendo-se ou resfriando-se um material para que a energia armazenada possa ser usada posteriormente para aplicações de aquecimento e resfriamento e para geração de energia. Como as necessidades de aquecimento e resfriamento representam 45% do uso total de energia doméstica e comercial, esses sistemas podem oferecer um suporte significativo aos requisitos de variação de carga e de aquecimento/resfriamento dos setores industrial e doméstico. De fato, o uso de aquecedores solares de água para uso doméstico tem se expandido rapidamente nos últimos anos.

Os sistemas térmicos são usados principalmente em edifícios e em processos industriais. As vantagens incluem um aumento na eficiência geral e uma melhor confiabilidade, e isso pode levar a uma maior economia, reduções nos investimentos e nos custos de operação e menos poluição do ar, isto é, menos emissões de dióxido de carbono.

O sistema inclui três partes principais: tanque de armazenamento térmico, mecanismo de transferência de calor (sistema de refrigeração, canais de fluxo de calor, bombas) e sistema de controle. Inicialmente, o calor é armazenado em um reservatório isolado termicamente. O calor armazenado é extraído pelo mecanismo de transferência de calor, direta ou indiretamente, para o uso direto da energia térmica ou para geração de eletricidade por uma usina térmica.

Embora a eficiência total do sistema seja baixa (30 a 50%), as vantagens são: baixa autodescarga diária (aprox. 1%), boa densidade de energia (80 a 250 Wh/kg), operação não agressiva ao ambiente, investimentos reduzidos. É o sistema ideal para armazenamento de grande quantidade de energia, com vasta gama de aplicações e sem grandes riscos.

Esses sistemas estão se tornando particularmente importantes para o armazenamento em usinas de concentração de energia solar, nas quais a energia solar pode ser armazenada para produção de eletricidade quando a luz solar não está disponível.

Comparação dos diversos sistemas de armazenamento

Os Quadros seguintes apresentam parâmetros médios característicos das diversas tecnologias. Destaca-se que as Usinas Reversíveis podem dispor de altas potências armazenadas, com elevada eficiência do ciclo recarga e geração. Destaca-se também que o ciclo de recargas para estas Usinas é ilimitado, dentro da expectativa de vida útil e manutenção adequada.

QUADRO: Parâmetros de Tecnologias de Armazenamento de Energia (A)

TECNOLOGIA	POTÊNCIA (MW)	ENERGIA ARMAZENADA (MWh)	DENSIDADE DE ENERGIA (Wh/kg)	TEMPO DE RESPOSTA	VIDA ÚTIL (Anos)
Usinas Reversíveis - UHR	1 a 3000	200 a 500	0,5 a 1,5	min.	30 a 60
Ar Comprimido - AEAC	5 a 300	200 a 1000	10 a 60	min.	20 a 40
Baterias - SAB	0,005 a 100	0,05 a 40	25 a 1300	ms.	1 a 25
Volantes - AEVI	0,005 a 25	0,005 a 0,5	5 a 200	min.	15 a 20
Supercondutores – AEBS	0,01 a 0,3	0,000001 a 0,005	0,05 a 15	ms.	20 a 30
Supercapacitores	0,01 a 10	0,001 a 5000	0,5 a 5	ms.	25 a 30

Elaboração: ECOee

QUADRO: Parâmetros de Tecnologias de Armazenamento de Energia (B)

TECNOLOGIA	TEMPO DE RECARGA	RENDIMENTO (%)	CICLO DE VIDA (x 10 ³)	CUSTO [US\$/kW]	CUSTO [US\$/ kWh]
Usinas Reversíveis - UHR	1 a 24+ h	70 a 85	Ilimitado	500 a 2000	5 a 100
Ar Comprimido - AEAC	1 a 24+ h	40 a 75	0,5 a 13	500 a 1800	50 a 400
Baterias - SAB	seg. a 15 h	50 a 95	0,5 a 10	100 a 4000	60 a 2500
Volantes - AEVI	seg. a 15 min	80 a 95	20 a 100	100 a 300	1000 a 5000
Supercondutores – AESC	ms a min	85 a 95	20 a 100	200 a 350	1000 a 10000
Supercapacitores– AESCM	ms a seg	90 a 98	100 a 500	100 a 300	300 a 2000

Elaboração: ECOee

Os custos apresentados, entretanto, vem caindo vertiginosamente ao longo do tempo e deverão ainda continuar com tendencia de queda pelos próximos anos, especialmente aqueles relacionados com as baterias.

Escalas de tempo para necessidades de flexibilidade no sistema elétrico e principais opções de flexibilidade

A figura seguinte apresenta as diferentes opções tecnológicas de endereçamento das causas mais comuns de necessidade de diferentes tipos recursos de flexibilidade (estabilidade, flexibilidade ou adequação sistêmica) na escala de eventos de diferentes durações e necessidade de resposta.

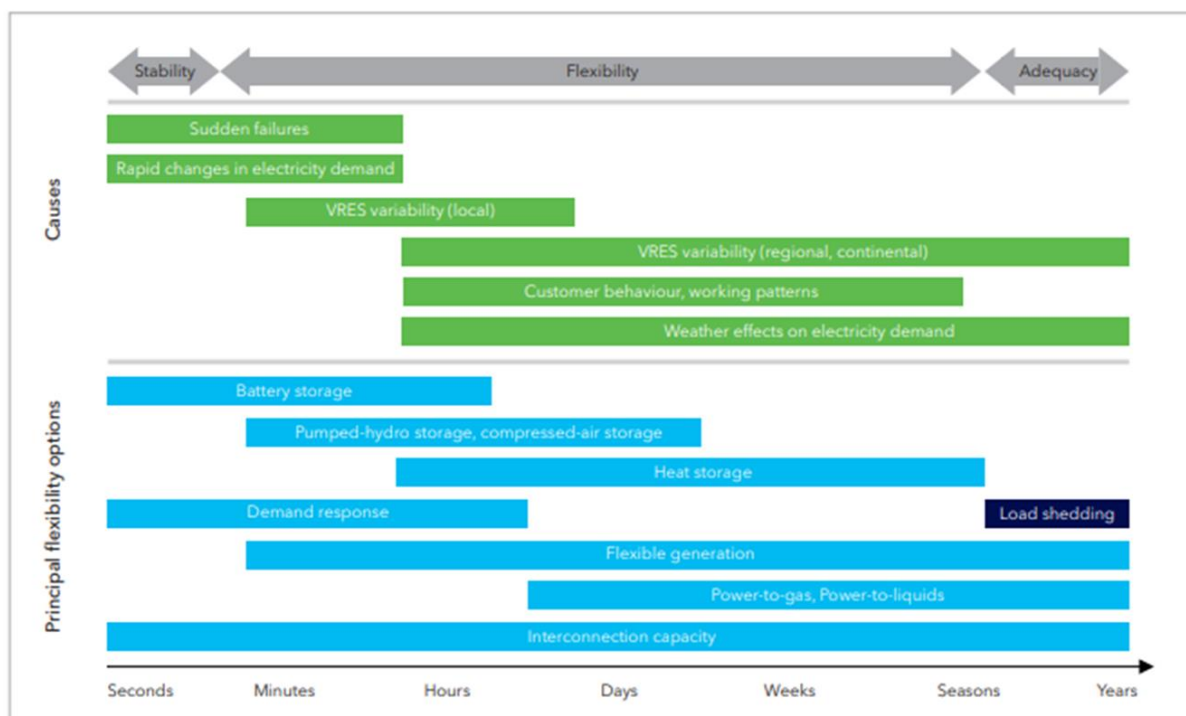


Figure 2 - Time scales for flexibility needs in the electricity system⁷, including principal flexibility options

Fonte: DNV - THE PROMISE OF SEASONAL STORAGE, position paper 2020

Na escala de eventos que demandam reação em segundos, para fins de manter a estabilidade sistêmica, apenas as alternativas de armazenamento em baterias, a resposta da demanda (ou corte pré acordado de carga) e a capacidade de interconexão com sistemas vizinhos conseguem atender aos requisitos.

Na escala de poucos minutos, somam-se às possíveis soluções anteriores as soluções de usinas de armazenamento bombeado (hidroelétricas reversíveis) e a geração flexível de retaguarda.

Por estas razões a ABINEE tem defendido a necessidade de um programa nacional de implantação de medição e tarifas inteligentes, de um programa nacional de renovação dos sistemas da transmissão e distribuição e a implementação de um programa nacional de implementação de sistemas de recursos de flexibilidade e de armazenamento de energia.

Os desafios da regulação na área de armazenamento de energia

Em Agosto de 2020 a ANEEL anunciou a Abertura da Tomada de Subsídios número 11/2020 para obter contribuições para as adequações regulatórias necessárias à inserção de sistemas de armazenamento, incluindo usinas reversíveis, no Sistema Interligado Nacional – SIN. Com o objetivo de fomentar o debate e receber contribuições da sociedade a respeito das adequações regulatórias necessárias à inserção de sistemas de armazenamento no Sistema Interligado Nacional – SIN, para atender ao item 55 da agenda regulatória 2020-2021, deveria ter sido concluída até o segundo semestre de 2021. A TS-11/2020 visava obter subsídios e informações dos agentes econômicos do setor elétrico, consumidores e demais interessados da sociedade, de forma a identificar e aprimorar os aspectos relevantes à matéria em questão, de forma a propor posteriormente, a partir das contribuições recebidas, alterações regulatórias, acompanhadas das respectivas Análises de Impacto Regulatório. Para subsidiar a TS mencionada foi desenvolvida antecipadamente a Nota Técnica nº 094/2020-SRG/ANEEL, que apresentou em detalhes as crescentes necessidades de recursos flexibilização e armazenamento no SIN e debateu as experiências, tecnologias, perspectivas, além de políticas e regulações em desenvolvimento em vários países do mundo. A Nota Técnica 94/2020 também enfocou as barreiras regulatórias no mundo e no contexto brasileiro e buscou angariar contribuições para a caracterização dos recursos de armazenamento, a especificação dos serviços a serem prestados, aos processos de outorga, ao uso no atendimento aos sistemas isolados, aos serviços ancilares, ao mercado de capacidade, aos programas de resposta da demanda e ao uso dos sistemas de T&D.

Posteriormente a ANEEL lançou também a Tomada de Subsídios de número TS 11/2021 – Recursos Energéticos Distribuídos, proposta pela NT 76/2021 Aneel, que teve seus resultados reportados pela NT 33-2022 SRD, de 24/05/2022, apresentando amplo consenso de mercado sobre necessidade de substituição de medição e da implementação de tarifas inteligentes como a medidas mais importantes no curto prazo, além da regulamentação das atividades de armazenamento de energia e seu uso

conjunto com demais recursos distribuídos de energia, como microgeração distribuída e veículos elétricos.

Apesar de ter sido reagendada para 2022 na agenda regulatória da ANEEL, a regulamentação dos sistemas de armazenamento ainda não foi colocada em consulta pública e, portanto, não avançou.

Mas o Projeto de Lei 1224/22, de maio de 2022, em análise na Câmara dos Deputados, buscou disciplinar o armazenamento de energia elétrica no Brasil, prevendo que a atividade seria caracterizada pelo armazenamento controlado da energia produzida por uma fonte, para posterior injeção na rede elétrica, conforme a demanda. Segundo a 'Agência Câmara Notícias', o armazenamento poderia ser feito por diferentes tecnologias, como baterias e hidrelétricas reversíveis, entre outros. O autor do projeto, deputado Beto Rosado (PP-RN), afirmou na ocasião que a regulação da atividade seria fundamental para a expansão da geração renovável e para oferecer uma opção mais barata ao acionamento de termelétricas a óleo combustível em horários de pico de consumo, definindo a forma de sua outorga para os serviços que poderão ser prestados, bem como a possibilidade de recebimento de múltiplas receitas para viabilização dos investimentos. Pelo projeto, o armazenador poderá ser um agente que disponha de instalações de armazenamento ou um agregador de armazenamento que represente vários agentes. A geração teria que vir obrigatoriamente de fonte renovável, sendo a atividade exercida por meio de autorização do poder público. Instalações de armazenamento com potência igual ou inferior a 5 mil quilowatts pico (kWp) seriam dispensadas da outorga, devendo apenas ser comunicadas ao poder concedente. O texto estabeleceu também que a capacidade das instalações de armazenamento não poderá superar a do sistema gerador, em kWp (medida de potência máxima usada em fontes renováveis). O armazenador ao injetar a energia armazenada na rede em horário definido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) receberia créditos, sobre os quais poderia ser aplicado um fator de ajuste, a ser definido em regulamentação, não podendo ser inferior a 1. Os armazenadores poderiam também receber autorização para comercializar a energia elétrica armazenada e fornecer outros serviços ao setor elétrico, como reserva de potência e de capacidade, reforço de sistemas de distribuição

e gestão da demanda. O projeto se encontra para ser analisado em caráter conclusivo pelas comissões de Minas e Energia; e de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJ), mas o relator, Dep. David Soares, deixou de ser membro da Comissão por fim de mandato em 31/01/2023 e o projeto segue aguardando designação do novo relator (situação pesquisada no Portal da Câmara em 24/02/2023).

Casos Pioneiros de aplicação no Brasil

Apesar da falta de regulamentação, a ISA CTEEP, Companhia de Transmissão Paulista, desenvolveu o primeiro projeto de armazenamento de energia em larga escala através de baterias conectadas ao seu sistema de transmissão, após estudos validados pela ANEEL. A tecnologia adotada é capaz de prover diferentes serviços de rede ao Operador Nacional do Sistema (ONS), além de compensar a intermitência da geração eólica e solar, possibilitando maior integração de fontes renováveis ao Sistema Interligado Nacional. Aprovado em novembro de 2021, o sistema foi instalado na subestação Registro, aumentando a confiabilidade do sistema em picos de consumo no Litoral Sul de São Paulo. As baterias de lítio foram instaladas em uma área de aproximadamente 4 mil m², com 30 MW de potência instalada, o que garante o atendimento da demanda máxima do Litoral Sul, de aproximadamente 400 MW, beneficiando em torno de dois milhões de pessoas. A tecnologia vai atuar nos momentos de pico de consumo, como um reforço à rede elétrica, assegurando energia adicional por até duas horas, totalizando 60 MWh, evitando interrupção no fornecimento de energia devido ao excesso de demanda neste período e garantindo mais segurança e confiabilidade na prestação do serviço à sociedade. O investimento autorizado pelo regulador foi de aproximadamente R\$ 146 milhões e a entrega da obra foi em novembro de 2022, a fim de atender à demanda do Verão a partir de 2022/2023. A Receita Anual Permitida (RAP) devido à implantação do empreendimento é de aproximadamente R\$ 27 milhões.

Assim sendo, também aqui no Brasil crescentemente as empresas concessionárias de distribuição e transmissão deverão adotar planejamentos inovadores também se apropriando das novas tecnologias e dos recursos disponíveis nas instalações dos consumidores, sempre comparando custos e benefícios totais destas alternativas em

relação aos modelos convencionais de planejamento de expansão de ativos e de energia.

(aqui existe a oportunidade de colocar outros “cases” de associados da ABINEE de forma resumida.)

Impactos na cadeia produtiva no Brasil

A ausência de um sinal claro sobre a adoção do conceito de redes inteligentes no Brasil influencia a postura da indústria fornecedora potencial. Este setor nacional tem dificuldade de se posicionar quanto a investimentos no tema porque não tem uma visão clara sobre este mercado nem no curto e nem no longo prazo, ou seja, existe uma incerteza sobre quando este mercado crescerá no Brasil e qual o potencial deste mercado. Para agravar a situação, as tecnologias voltadas para a medição e tarifas inteligentes, modernização dos sistemas de T&D e armazenamento de energia já estão sendo aplicadas em escala razoável em âmbito internacional e existem uma série de players estabelecidos na área representando forte concorrência quanto a oferta de produtos.

As duas principais ações propostas para superar o obstáculo da ainda baixa maturidade do mercado são baseadas na proposição de um programa nacional para adoção da medição e das tarifas inteligentes e de outras tecnologias para a modernização das redes de T&D, criando demanda pelos produtos para a modernização da rede elétrica; e na aplicação de políticas verticais que visem atrair investimentos na indústria. Tendo em vista que os benefícios das redes inteligentes não são totalmente apropriados pelo principal investidor, as distribuidoras de energia, justifica-se a análise da aplicação de políticas verticais. Estas políticas verticais podem envolver por exemplo linhas de financiamento específicas para a modernização da infraestrutura, a desoneração através de incentivos tributários temporários, para tecnologias de interesse do programa.

O Complexo Industrial Nacional apresenta elevada dificuldade em competir com a indústria internacional, pelo relevante impacto causado pelo Custo Brasil na

competitividade da industrial nacional frente as empresas internacionais e multinacionais, sobretudo nas áreas tecnológicas.

Barreiras relacionadas a custo poderiam ser tratadas com desonerações, financiamentos e incentivos, bem como simplificação de burocracias relacionadas a itens de interesse tecnológico. Podem adicionalmente ser consideradas medidas que facilitem a criação de centros tecnológicos locais, incentivos a parcerias firmes com as CPD&Is brasileiras, acordos de cooperação internacional e facilitação de transferência e absorção de tecnologias internacionais que já possuem elevada maturidade e domínio no mercado internacional.

Uma oportunidade desperdiçada de uso eficiente de recursos aproveitando o objetivo comum entre as partes interessadas é a falta de estímulos e incentivos para uma coordenação com outras Utilities e Serviços Públicos, como as empresas de água e esgoto, gás, transportes, etc... Estas empresas estudam criar a sua própria infraestrutura de telecomunicações, ao mesmo tempo que o setor público também passa crescentemente a investir no conceito de Cidades Inteligentes (Smart Cities), gerando uma ineficiência de aplicação de recursos, assim como da utilização de infraestrutura física (espectro, estrutura, espaço, etc.).

Assim, existe a oportunidade de busca de sinergias que permitam um melhor aproveitamento de recursos. A subutilização das redes de comunicação das concessionárias de energia pode ser amenizada, por exemplo, com parcerias entre empresas de utilidades (água e gás) interessadas em realizar medição remota. Estas empresas têm dificuldade em implantar estes sistemas, pois sua infraestrutura é menor do que a das empresas de energia (ex.: postes). Em geral, isto leva a inviabilização destes projetos e políticas publicas adequadas para incentivar este compartilhamento podem ser uma grande oportunidade de viabilização sustentável de projetos.

Finalmente e não menos importante, é a necessidade de qualificação da mão-de-obra, em todos os níveis. A criação de soluções mais complexas nas áreas de eletrônica, eletrotécnica, telecomunicação e Tecnologia da Informação pode apresentar a demanda de maior qualificação dos profissionais da indústria. Este aspecto não é específico do

Brasil, tendo diversos países investido em formação de mão-de-obra qualificada, suportada por uma política pública para a modernização das redes, aproveitando também para impulsionar a criação massiva e sustentável de empregos qualificados.

Conclusões

Os sistemas de T&D são a infraestrutura fundamental para a eletrificação necessária para a transição energética para uma sociedade de baixo carbono e por esse motivo precisam estar atualizados tecnologicamente para atender este desafio. Atualmente os consumidores estão digitalizando suas operações de forma mais rápida do que as concessionárias, ampliando o gap tecnológico e esta tendencia tem que ser revertida.

Já está configurada a necessidade urgente e crescente de aplicação de programas de gerenciamento do lado da demanda e de recursos de flexibilidade operativa, existindo também consenso de mercado que será necessária a implantação de um programa nacional de medição e tarifas inteligentes e de armazenamento de energia para suportar a abertura de mercado e a eliminação progressiva de subsídios para a mais eficiente alocação de custos.

Para isso será necessário um programa de incentivos e remoções de barreiras regulatórias para que sejam viabilizados investimentos requeridos pelos sistemas de T&D. Um grande programa setorial adicionalmente permitirá substancial crescimento da geração de empregos com postos profissionais mais qualificados, impactando a economia do país como um todo e facilitando o atingimento da meta de zero emissões.

Espera-se que o desenvolvimento dos mercados de armazenamento de eletricidade continue a crescer rapidamente nos próximos anos, impulsionado por vários fatores, incluindo:

- ✓ Aumento da implantação de energia renovável: À medida que mais fontes de energia renováveis, como solar e eólica, são implantadas, há uma necessidade crescente de armazenamento de energia para ajudar a gerenciar a produção intermitente dessas fontes e garantir um fornecimento de energia confiável e estável.
- ✓ Custos em declínio: O custo dos sistemas de armazenamento de energia tem diminuído rapidamente nos últimos anos, impulsionado por melhorias tecnológicas, economias de escala e aumento da concorrência no mercado.
- ✓ Políticas e regulamentos de apoio: Governos de todo o mundo estão implementando políticas e regulamentos para apoiar a implantação do armazenamento de energia, incluindo incentivos e mandatos para que as concessionárias invistam no armazenamento de energia.

- ✓ Crescente demanda por resiliência: A crescente frequência de eventos climáticos extremos e outras interrupções na rede elétrica está impulsionando a demanda por armazenamento de energia como forma de melhorar a resiliência e a confiabilidade da rede.

Os alicerces fundamentais para o desenvolvimento do mercado do armazenamento de eletricidade incluem:

- ✓ Inovação Tecnológica: A inovação tecnológica contínua é fundamental para o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de energia que sejam mais eficientes, confiáveis e econômicos. Os avanços na química das baterias, processos de fabricação e sistemas de controle estão entre as principais áreas de foco para a inovação.
- ✓ Padronização: O desenvolvimento de especificações técnicas e de desempenho padronizadas é importante para garantir a interoperabilidade e a compatibilidade entre os diferentes tipos de sistemas de armazenamento de energia.
- ✓ Infraestrutura: O desenvolvimento de infraestrutura para apoiar a implantação de sistemas de armazenamento de energia, incluindo instalações de fabricação, redes de distribuição e serviços de instalação e manutenção, é fundamental para o crescimento do mercado.
- ✓ Financiamento: O acesso ao financiamento é essencial para o desenvolvimento de projetos de armazenamento de energia, particularmente para sistemas menores e distribuídos. Mecanismos de financiamento inovadores, como contratos de compra de energia (CAE), acordos de locação financeira e obrigações verdes, podem ajudar a desbloquear o investimento no mercado.

No geral, espera-se que o desenvolvimento do mercado de armazenamento de eletricidade continue a crescer rapidamente nos próximos anos, impulsionado por uma série de fatores, incluindo inovação tecnológica, custos em declínio, políticas e regulamentos de apoio e crescente demanda por resiliência. Os blocos de construção fundamentais para esse desenvolvimento incluem inovação tecnológica contínua, padronização, infraestrutura e financiamento.