

## NOVAS TECNOLOGIAS E INFRAESTRUTURA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO – ARMAZENAMENTO DE ENERGIA EM BATERIAS

**Rogério Diogne de Souza e Silva**

Pesquisador do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. *E-mail*: <rogeriodss@ieee.org>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2746>

Os sistemas de armazenamento em bateria (Battery Energy Storage Systems – BESS) vêm sendo implantados nos diversos sistemas do setor elétrico, da rede básica até o consumidor, e tal abrangência demanda diferentes modelos de negócio e estrutura regulatória. No Brasil, a agenda regulatória deve incluir o armazenamento de energia como serviço ancilar, a criação do modelo de operador do sistema de distribuição, o serviço de agente agregador para viabilizar usinas virtuais, e a partir das unidades consumidoras (pelo lado da demanda) os modelos de carga e descarga de baterias envolvendo o fornecimento ou compensação de energia elétrica com a concessionária de distribuição.

O objetivo desta discussão é a aplicação do armazenamento de energia no setor elétrico em todos os seus sistemas, nesse caso concentraremos o estudo no armazenamento de energia elétrica em baterias. O armazenamento de energia através de baterias caracteriza-se pela ampla faixa de aplicações, podendo ser utilizada por unidades consumidoras até os sistemas de distribuição, transmissão e geração de energia elétrica, abrangendo desde pequenos aparelhos eletrônicos até grandes plantas em escala de sistemas de distribuição e transmissão.

De acordo com Departamento de Energia dos Estados Unidos, existem 767 projetos de sistemas de armazenamento em baterias em operação atualmente no mundo, resultando em 1,79 GW de potência instalada. Os países com maior quantidade de projetos e potência instalada de baterias, além do Brasil, com apenas dois sistemas totalizam 392 kW. O país com o maior número de sistemas de armazenamento a bateria são os Estados Unidos, com 321 projetos e 793.722 kW, seguido do Japão, com 42 sistemas e 242.434 kW. Na América do Sul, destaque para o Chile, que embora tenha apenas três projetos em operação somam 32.180 kW.

Há uma grande diversidade de tecnologias atualmente, como baterias à base de chumbo (chumbo ácido, chumbo carbono, chumbo ácido regulada por válvula e baterias avançadas de chumbo ácido), baterias à base de lítio (titanato de lítio, lítio aço fosfato, lítio polímero e lítio íon), à base de sódio (sódio íon e sódio enxofre), níquel base, capacitor eletroquímico e bateria de fluxo de vanádio (redox de vanádio). A tradicional tecnologia de chumbo ácido destaca-se apenas quanto ao tempo de descarga, quando comparada as baterias de lítio e baterias de fluxo. As baterias de fluxo, dependendo dos componentes utilizados, se destaca em relação às tecnologias de lítio, porém, baterias de lítio apresentam alta densidade, e valores interessantes de vida útil em ciclos e tempo de descarga.

A alta densidade é justamente a vantagem fundamental das baterias lítio sobre as baterias de chumbo-ácido ou níquel-cádmio. Enquanto as baterias de chumbo-ácido têm energias específicas na faixa de 35 a 40 watts-hora por quilograma (Wh/kg), as baterias de íon-lítio têm uma faixa de cerca de 90-260 Wh/kg. Quanto às emissões, em média, cerca de 110 g de CO<sub>2</sub> equivalente de emissões de gases de efeito estufa são emitidos para produzir 1 Wh de capacidade de armazenamento de baterias de lítio.

O menor custo para utilização centralizada de baterias ocorre com a utilização conjunta com usinas fotovoltaicas de grande porte. Para essa aplicação, considerando um sistema com 20 MW de armazenamento e 40 MW de solar fotovoltaica, o custo de baterias de lítio varia entre 108 US\$/MWh e 140 US\$/MWh, seguido pelas baterias de zinco com custo entre 115 US\$/MWh e 137 US\$/MWh, e o maior custo é para baterias de vanádio, entre 133 US\$/MWh e 222 US\$/MWh.

# SUMEX

Para aplicações centralizadas, em escala de rede, deve-se incluir as soluções de armazenamento de energia nos planos de expansão de capacidade de longo prazo. No âmbito do mercado, são necessárias adaptações regulatórias que permitam que sistemas de armazenamento de bateria participem de mercados de serviços ancilares e sejam remunerados em conformidade, além disso, métodos de medição e faturamento devem ser desenvolvidos e implementados.

Pelo lado da demanda de eletricidade, são poucas as barreiras de entrada, pois a contratação e implementação é realizada pela unidade consumidora. Assim, observa-se uma mudança do modelo de negócio, com o início de oferta de armazenamento como serviço com potencial para influenciar no custo da energia elétrica. Para o avanço nesse mercado, são necessários requisitos como a definição de padrões técnicos e operacionais, o estabelecimento de estruturas de avaliação e remuneração claras, a permissão para que os operadores do sistema de transmissão e distribuição obtenham serviços de flexibilidade baseados no mercado de recursos de energia distribuída, e a permissão da participação de agregadores e recursos energéticos distribuídos no mercado livre de eletricidade.

O Plano Nacional de Energia 2050 considera como desafio preparar-se para uma matriz energética com grande percentual de geração variável não controlável, e para a participação das baterias em auxílio a este desafio recomenda para os próximos dez anos a regulamentação do uso de sistemas de armazenamento junto à geração, transmissão, distribuição e atrás do medidor, bem como, a adequação dos modelos de planejamento, programação e despacho.

Neste contexto, este estudo aborda as tecnologias de armazenamento em baterias, o estado da arte, as respectivas aplicações no setor elétrico, o cenário internacional e brasileiro, objetivando discutir as ações necessárias, aspectos relacionados a regulação e políticas, e como estas novas tecnologias podem direcionar o planejamento da infraestrutura do setor elétrico no Brasil.