

## Artigo: Armazenamento de energia<sup>1</sup>

Pietro Erber<sup>2</sup>

Acher Mossé<sup>3</sup>

Tão importante quanto a expansão da geração eólica e solar é a criação de instalações de armazenamento de energia para compensar a intermitência e sazonalidade destes e outros aproveitamentos de fontes de energias renováveis, os quais vêm atendendo parte crescente da carga.

A variabilidade da geração eólica e da solar, principalmente, tem sido compensada mediante o manejo das hidrelétricas e seus reservatórios, termelétricas, interligações regionais, com prejuízo da eficiência da operação do SIN, como demonstra o aumento dos Encargos do Sistema. Importante capacidade hidrelétrica tem sido mantida em regime de reserva girante para atender com presteza às variações da geração intermitente que, no Nordeste, já alcançam, em menos de três horas, montantes comparáveis à potência instalada nas hidrelétricas dessa região.

Em breve, senão desde já, os reservatórios do SIN não mais darão conta de atenuar aquela variabilidade, seja pelas dimensões dos parques geradores que lhe dão origem, seja pelas restrições à operação das hidrelétricas, relacionadas a outros usos dos recursos hídricos.

Por outro lado, a impossibilidade do mercado das regiões Sudeste e Sul absorver eventuais excessos de geração na região Nordeste tem exigido o desligamento de geradores intermitentes nessa região. Assim, energias isentas de emissões de gases de efeito estufa (GEE) deixam de ser geradas por falta de carga, que poderia ser a do carregamento de baterias ou de bombeamento em usinas hidrelétricas

---

<sup>1</sup> Artigo publicado no Valor Econômico. Disponível em: <https://valor.globo.com/opinia/coluna/armazenamento-de-energia-1.ghtml>. Acesso em: 28 de fev. de 2023.

<sup>2</sup> Pietro Erber é membro do Instituto Nacional de Eficiência Energética.

<sup>3</sup> Acher Mossé é membro da Academia Nacional de Engenharia.

reversíveis (UHR). Em termos mundiais, em 2021 baterias somavam 16 GW e as UHR, mais de 160 GW instalados.

Apesar, ou à revelia das atuais preocupações com o aumento de emissões de GEE, a compensação da intermitência e da sazonalidade mediante geração termelétrica ainda vem sendo amplamente considerada. Implica, obviamente, tornar aquela geração renovável indutora de consumo de combustível fóssil. O prejuízo ambiental pode ser considerável: no caso da geração solar, cujo fator de capacidade médio anual é da ordem de 25%, a regularização plena de sua oferta levaria as termelétricas a operarem com fator de capacidade de até 75%, ou seja, para cada kWh de origem solar até 3 kWh adicionais seriam termelétricos.

Para a geração eólica, com fator de capacidade de cerca 50%, a complementação térmica também seria considerável e sujeita a grande variabilidade. Finalmente, muitas vezes essa oferta combinada de energias renováveis e termelétrica não poderá ser acomodada na curva de carga local ou de outras regiões. Portanto, ampliar a capacidade de transmissão nem sempre permitirá a utilização de excedentes de geração em outras regiões.

A solução ambientalmente correta para a intermitência é o armazenamento de energia renovável, intermitente ou não, de modo a absorver excessos de geração e disponibilizá-los quando necessários. O custo dessa energia regularizada será maior do que o chamado custo nivelado da geração intermitente, que omite aquele de compensar a intermitência, arcado pelo SIN. Mas conferirá maior clareza aos custos do suprimento e propiciará o aumento da oferta de energias renováveis, pois para cada kW de geração solar seriam instalados até mais três kW e cada kW de eólica seria até duplicado, para gerarem energia a ser armazenada e proporcionar geração contínua e de maior fator de capacidade.

Para armazenar excedentes de energia ou aproveitar energia de baixo custo para utilizá-la quando o atendimento é mais caro, utilizam-se principalmente usinas hidrelétricas de acumulação por bombeamento (UHR) e baterias. São instalações cuja tecnologia é conhecida, utilizadas em muitos países e que armazenam quantidades de energia compatíveis com as necessidades do SIN. Sua adoção depende da escala do armazenamento, da eficiência do ciclo armazenamento/geração e do tempo em que a energia precisa ser armazenada, que afetam seus custos.

O armazenamento permite deslocar temporalmente ofertas momentaneamente desnecessárias para evitar que sejam desperdiçadas e compensar reduções temporárias da oferta da forma mais econômica para os usuários.

Para viabilizar a implementação dessas instalações, o regulador deverá definir como serão cobrados seus serviços e como serão remunerados os agentes responsáveis pela sua implantação. A remuneração dos agentes, além de contemplar o valor do investimento, deveria considerar o valor dos benefícios

proporcionados, ao aumentar a capacidade do SIN para fazer face a grandes e rápidas variações de oferta e pelo aproveitamento de excedentes de geradores não controláveis.

O atendimento de demanda de potência é feito pelo acionamento dos geradores das UHR ou pela descarga das baterias, bem como pelo seu desligamento, se estiverem acumulando energia. Sua operação no modo geração ou bombeamento, fornecendo ou absorvendo energia do SIN, depende da situação dos custos da oferta, presente e esperada. A acumulação requer que, futuramente, os valores da geração compensem as perdas, que são da ordem de 20% no caso das UHR. Essa operação seria valorizada pela potência e pela energia fornecidas, separadamente. Já a acumulação, por absorver energia excedente, presta um serviço à usina que de outra forma poderia deixar de gerar.

Na hipótese de o investidor entregar sua instalação de armazenamento ao ONS para que o opere, receberia remuneração contratual que cobriria seus custos de investimento e manutenção. Talvez possa haver investidores independentes que operem de forma análoga à das usinas térmicas “merchant”, só que em vez de comprarem combustível comprariam energia elétrica, para vendê-la mais tarde. Se o investidor operar essa instalação comprando e vendendo ao SIN, poderia repartir seu lucro entre seus acionistas e o governo, ou pagar bônus de outorga de licença para explorar essa atividade.

A cobrança pelos serviços prestados pelas instalações de armazenamento não deveria ser feita exclusivamente a todos os consumidores, através dos Encargos do Sistema e sim também aos agentes responsáveis pela intermitência, para que o custo da energia que fornecem seja reconhecido em sua integralidade. Haverá assim melhor alocação de custos e maior clareza na comparação de alternativas.

Embora a importância do armazenamento seja reconhecida por autoridades governamentais, como a EPE/MME, não se percebe ainda interesse de investidores em sua implementação. Possivelmente, por falta de regulamentação da forma pela qual tais instalações serão remuneradas. A evidente urgência e complexidade desse desafio recomenda que a Aneel assumira logo essa tarefa, de modo a viabilizar os investimentos necessários.