

## **Lições do “apagão” frente à expansão das fontes renováveis no Brasil<sup>1</sup>**

Nivalde de Castro<sup>2</sup>

Alessandra Amaral<sup>3</sup>

Roberto Brandão<sup>4</sup>

Em 15 de agosto de 2023, o Brasil presenciou um inusitado evento de interrupção no fornecimento de aproximadamente 19 GW, equivalente a 27% da demanda total de energia elétrica, afetando 25 estados e o Distrito Federal, por cerca de seis horas. O “apagão” ocorreu quando a demanda de energia era menor e em momento de sobre oferta, em um sistema elétrico reconhecido por sua funcionalidade e robustez.

De acordo com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), o marco zero do evento decorreu da atuação incorreta da proteção da Linha de Transmissão de 500 kV Quixadá-Fortaleza II. Deve-se mencionar que falhas em linhas de transmissão ocorrem usualmente no sistema elétrico sem que isso provoque interrupções no fornecimento.

A informação mais recente divulgada pelo ONS é que agentes de geração próximos à linha de transmissão desligada não teriam respondido ao evento no tempo formalmente declarado pelos agentes, o que permitiu a propagação da perturbação. O ponto crítico foi que a sequência de ocorrências desencadeou o acionamento do Esquema Regional de Alívio de Carga (ERAC), um recurso utilizado pelo ONS para restabelecer o necessário equilíbrio entre a geração e o consumo. A avaliação do ONS, contudo, será consolidada no Relatório de Análise da Perturbação (RAP), previsto para ser finalizado em outubro.

Destaca-se que são diversas e preocupantes as indagações que emergem desse evento, razão pela qual a sua análise e conclusões tecnicamente qualificadas são fundamentais

---

<sup>1</sup> Artigo publicado pelo Broadcast Energia da Agência Estado de São Paulo. Disponível em: <https://energia.aebroadcast.com.br/tabs/news/747/45953906>. Acesso em: 01 de set. 2023.

<sup>2</sup> Professor do Instituto de Economia da UFRJ e coordenador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL).

<sup>3</sup> Consultora do GESEL e ex-diretora da Energisa e Light.

<sup>4</sup> Pesquisador Sênior do GESEL-UFRJ e coordenador da linha de pesquisa sobre UHR.

para se aprender com o ocorrido e, assim, elaborar novos procedimentos e um plano de ação que evitem a sua repetição, além de penalizar os culpados.

Se, por um lado, as conclusões precipitadas são ainda mais perigosas do que a insistência por explicações conclusivas neste momento, por outro lado, a demora em se finalizar um diagnóstico preciso do ocorrido também provoca um sentimento de insegurança sobre um sistema elétrico que tem como duas de suas marcas de credibilidade: segurança e resiliência. Neste sentido, deve-se destacar a crescente complexidade de o ONS garantir o equilíbrio dinâmico e instantâneo entre a demanda e a oferta de energia, no contexto de um sistema elétrico interligado, com crescente participação de fontes intermitentes, em um país de dimensão continental.

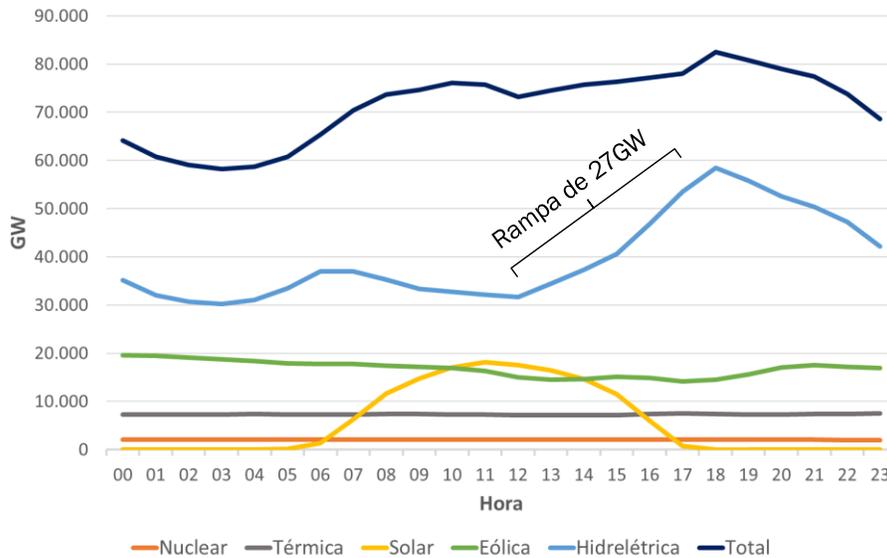
Entretanto, se restam ainda dúvidas sobre o motivo do evento, é inquestionável que a matriz elétrica brasileira vem apresentando grandes transformações nos últimos anos e em velocidade crescente, por força da dinâmica do processo de transição energética. Na comparação internacional, o Brasil exhibe invejáveis 83% da sua matriz elétrica em fontes renováveis, contra 29% da matriz mundial. Em 2022, segundo a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) 92% da geração total de energia elétrica teve como origem fontes renováveis. Em suma, o Brasil já alcançou, em 2023, a meta vinculada ao *net zero* que o mundo almeja atingir em 2050.

Para analisar os desafios que se colocam para o SEB e em especial para o ONS, parte-se dos dados de julho de 2023, sistematizados pela Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia (ABRACEEL), que indicam que as fontes eólica e solar irão representar 93% dos 129,5 GW de acréscimo na capacidade de geração do país com entrada em operação prevista para o período entre 2023 e 2029.

O aumento da participação de fontes não despacháveis que dependem exclusivamente de fatores climáticos aumentará, todavia, a responsabilidade das usinas hidrelétricas, em especial da energia armazenada em seus reservatórios. Deste modo, cabe questionar como poderá ser mantido esse ritmo de crescimento das fontes renováveis de modo a garantir segurança e confiabilidade do sistema elétrico. Como resposta, o atributo da flexibilidade torna-se, portanto, cada vez mais relevante e estratégico.

Uma simulação bem simples realizada pelo GESEL-UFRJ com base na geração por fontes de energia de julho de 2023 demonstra que, das 12:00h às 18:00h, foi requerida uma ampliação de 27 GW da geração hidrelétrica (rampa) para atender à carga (demanda), conforme demonstra o Gráfico 1, abaixo. Em cenários de incrementos de carga de 15%, 30% e 45% com forte crescimento da geração solar e da geração eólica, a estimativa é que a rampa de geração poderá atingir 48 GW, 69 GW e 91 GW, respectivamente.

Gráfico 1



Fonte: ONS

A partir deste enquadramento analítico, destaca-se que a variável crucial de equilíbrio entre a oferta e a demanda é, hoje, a flexibilidade das hidrelétricas, que permite o aumento da geração à noite, quando a demanda é elevada e não há geração solar. Contudo, como não há expectativa de crescimento da geração hídrica com reservatórios, torna-se estratégico e imprescindível explorar alternativas para dar maior flexibilidade ao sistema elétrico.

A primeira e mais imediata alternativa é a geração através de usinas termelétricas flexíveis. Entretanto, além de terem custos elevados, essas usinas comprometem as metas de descarbonização que o Brasil assumiu em relação a este pilar central da transição energética, o que obriga e desafia o Setor Elétrico Brasileiro (SEB) a buscar soluções de flexibilidade mais alinhadas e aderentes à sustentabilidade.

Além disso, a utilização de usinas hidrelétricas com reservatórios e termelétricas controláveis para prover flexibilidade ao sistema também encontra limitações técnicas e requer a definição novos serviços, os chamados “novos serviços ancilares”, cuja regulamentação carece de consolidação no SEB, o qual, por seu turno, segue com o desafio de explorar outras opções.

Nesta direção, há a alternativa dos mecanismos de resposta da demanda, utilizada para prover a flexibilidade demandada pelo sistema. Todavia, esta opção encontra limitações técnicas e barreiras regulatórias, sobretudo no que se refere ao sinal de preço. De fato, no mercado livre nem sempre as variações de preço horário estimulam a adequação do consumo, enquanto no mercado regulado não há diferenciação tarifária capaz de alcançar esse objetivo.

Assim, os sistemas de armazenamento de energia despontam, nesta linha de raciocínio, como as soluções técnicas e econômicas mais promissoras para atender à necessidade de flexibilidade em um sistema elétrico cada vez mais inflexível.

As tecnologias de armazenamento têm a vantagem de criar demanda por energia elétrica, aproveitando excessos momentâneos de energia renovável que, na ausência de demanda, deveriam ser cortados, desperdiçando energia natural. Esses cortes, conhecidos como *curtailment*, já são comuns no SEB, especialmente nos domingos e sábados, quando é comum haver excesso de oferta de energia de fontes não controláveis frente ao menor consumo. No futuro, as diferenças momentâneas entre oferta e demanda deve se agravar, pois a geração renovável tende a crescer a taxas elevadas, com um perfil de geração horária notoriamente diverso do perfil horário do consumo.

No atual estado da arte das tecnológicas de armazenamento, destacam-se as baterias e as usinas hidrelétricas reversíveis (UHRs). Do ponto de vista econômico, as baterias, embora venham registrando redução de preço ao longo dos últimos anos, mas ainda são muito caras, ainda enfrentam dificuldades de viabilidade em larga escala, sobretudo para volumes de armazenamento maiores. Ademais, em termos ambientais, as baterias enfrentam barreiras decorrentes do elevado grau de emissão de CO<sub>2</sub> em toda a sua cadeia produtiva. Somam-se a esses problemas outras questões, como o descarte das baterias e o fato de as fontes de energia necessárias para o seu carregamento carecem de uma análise mais aprofundada e de soluções no curto e médio prazo.

Deste modo, as UHRs são uma alternativa que merece atenção dos *policy makers* do SEB. Essas usinas podem absorver as variações operacionais de energia por meio do bombeamento para montante e armazenamento de água, utilizada posteriormente para a geração de energia elétrica. Além disso, uma razão central para que essa solução seja analisada é a quantidade de usinas hidrelétrica que o Brasil possui, representando um elevado potencial de possibilidades de investimentos nesta tecnologia já madura mundialmente. Portugal é um exemplo do quão eficiente é esta tecnologia de armazenamento.

Entretanto, a regulamentação setorial precisa avançar para atrair investimentos, motivo pelo qual a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) já incluiu no seu planejamento a intenção de instaurar uma consulta pública para colher subsídios da sociedade sobre sistemas de armazenamento de energia.

Destaca-se que, nos investimentos para o uso da hidroeletricidade, a questão ambiental é sempre um ponto de atenção. Porém, as UHRs são uma alternativa favorável neste âmbito, pois os impactos para o seu desenvolvimento são substancialmente menores, já que, em grande medida, será necessária somente a implementação de reservatórios superiores às usinas hidrelétricas existentes.

O Brasil é muito abundante em recursos naturais, com destaque para os aproveitamentos hídricos, portanto encontra terreno fértil para o desenvolvimento das UHRs como uma das soluções para o crescimento da matriz elétrica com foco nas fontes renováveis. Assim, com a implementação de UHRs no SEB, será possível manter a segurança e a confiabilidade do suprimento de energia elétrica de uma forma aderente às metas da transição energética.

Concluindo, as causas do “apagão” recente que desligou quase 30% da carga do Brasil por até seis horas ainda são incertas e estão em análise pelo ONS. Entretanto, há uma certeza, a de que inovações regulatórias precisam ser adotadas para acolher o inevitável e desejável crescimento das fontes renováveis no país, de modo a manter a sua posição exemplar na geração, transmissão e distribuição de uma energia limpa e segura. E nesta direção as usinas hidrelétricas reversíveis terão um papel relevante.