**Desafios Regulatórios para inserção das Usinas Hidrelétricas Reversíveis no Brasil**

As usinas hidrelétricas reversíveis (UHRs) representam a maior parte da capacidade instalada de sistemas de armazenamento (96%) no mundo (Olabi et al., 2021). Para a realidade brasileira, a energia hidráulica representou em 2019, cerca de 64,1% da capacidade instalada de energia elétrica no Brasil, conforme dados publicados no Balanço Energético Nacional 2020 (EPE, 2020). Sendo assim, dentre as tecnologias de armazenamento, aquela com maior potencial para a realidade brasileira, seriam UHR, pois já há a estrutura adequada no país para construção de usinas hidrelétricas reversíveis ou para conversão das hidrelétricas convencionais em reversíveis.

Os sistemas de armazenamento de energia, considerando um cenário de predominância de (UHRs), poderiam atuar como provedores de requisitos de previsibilidade, flexibilidade e confiabilidade no setor elétrico brasileiro. Estas usinas apresentam elevada densidade de energia e baixo tempo de resposta operativa, o que permite lidar com os problemas causados por conta de variabilidade causada pela geração intermitente, especialmente, solar e eólica (Javed et al., 2020).

Sobre os aspectos regulatórios necessários para a inserção de UHRs no Brasil, estes estão caracterizados principalmente em desafios técnicos e de mercado. As alterações em normativos técnicos e nas políticas de mercado são de fundamental importância para superar tais barreiras como outorga, acesso à rede, licenciamento ambiental, remuneração e contratação no mercado de energia elétrica. Desta forma, este artigo tem por objetivo fazer uma análise em profundidade dos artigos científicos e documentos constantes na literatura, abordando os desafios regulatórias de cunho técnico e de mercado em países que implementaram as usinas hidrelétricas reversíveis, com vistas a possibilitar a inserção desta fonte de armazenamento na matriz elétrica brasileira.

Em relação aos desafios técnicos, há a tendência de que os modelos de contrato relativos ao acesso à rede para plantas de UHRs sigam as mesmas regras de normativos já estabelecidas para o cenário atual de operação das usinas hidrelétricas convencionais, haja vista que as UHRs geralmente possuem um perfil de geração centralizada e com alta entrega de capacidade (potência).

Quanto aos desafios de mercado, as alterações nas regras de remuneração e contratação do mercado de energia elétrica devem estar orientadas para a inserção das UHRs nos mercados regulado e livre atacadista. Além disso, os modelos de negócio tendem a seguir as práticas internacionais, sendo assim, as UHRs, em um horizonte futuro, devem possuir condições de serem remuneradas por três perfis diferentes: capacidade (separação entre lastro e energia), e serviços ancilares.

Entretanto, muitos estudos da literatura como Baumgarte et al. (2020) e Sani et al. (2020) indicam uma tendência de remuneração de UHRs por meio de serviços ancilares. Baumgarte et al. (2020), por meio de uma revisão sistemática da literatura, definiu os modelos de negócio mais apropriados para sistemas de armazenamento de energia, nos cenários de custos evitados, adiamento de investimentos e arbitragem de preços. Os serviços que se mostraram mais viáveis para o cenário de UHRs foram àqueles de regulação e restauração de frequência, reserva energética e auto-reestabelecimento, considerando todos os cenários simulados.

Alguns estudos vêm sendo realizados no Brasil, a fim de considerar futuros modelos de remuneração para os serviços ancilares. Neste sentido, PSR e GIZ (2021) propõem aprimoramentos na regulação do setor elétrico brasileiro, visando uma integração eficiente de sistemas de armazenamento. Neste estudo há a sugestão de mecanismos de remuneração para os serviços ancilares atuais de reserva operativa, autoreestabelecimento e para o futuro serviço de rampa flexível.

No caso das UHRs, dentre os serviços que hoje já são considerados pelo ONS, alguns, dos quais, as UHRs poderiam se beneficiar seriam: (i) controle secundário de frequência; (ii) reserva de potência para controle primário e secundário de frequência; (iii) reserva de prontidão; (iv) auto reestabelecimento.

Dentre os serviços que traduzem contribuição para a rede elétrica, mencionados em Argonne National Laboratory (2014), podem ser destacados os seguintes futuros serviços como relevantes para a rede elétrica brasileira: resposta de inércia (inércia sintética), nivelamento de carga (arbitragem de energia), resposta rápida de frequência e descongestionamento da transmissão. Estes serviços dependem de adequações regulatórias, no caso do horizonte de inserção de usinas hidrelétricas reversíveis (UHRs).

Portanto, sob o ponto de vista regulatório, há forte necessidade de que ocorram alterações no marco regulatório, especialmente serviços ancilares, com vistas a possibilitar a inserção de UHRs na matriz elétrica brasileira.