

ANÁLISE DA POSSIBILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE USINAS HIDRELÉTRICAS REVERSÍVEIS NO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

Suele Maria de Sousa¹ (EG), Rogério José da Silva(PQ)¹

¹ Universidade Federal de Itajubá.

Palavras-chave: Armazenamento. Energia Renovável. Flexibilidade.

Introdução

A consolidação das questões ambientais atrelada às crises que atingiram o setor elétrico pelo mundo tem influenciado no desenvolvimento e na expansão das energias renováveis para a geração de energia. No entanto, muitas dessas novas tecnologias estão associadas à intermitência dos recursos naturais utilizados, o que afeta a estabilidade das redes de distribuição de eletricidade. Assim, a expansão das UHRs com a finalidade de permitir o ajuste entre a geração e carga, é uma alternativa para garantir a segurança energética.

O funcionamento das usinas hidrelétricas reversíveis consiste em bombear água de um reservatório inferior para um reservatório superior, nas horas de baixo consumo e, quando for solicitado pela carga, especialmente nas horas de ponta, a comporta do reservatório superior se abrirá e o volume de água será turbinado, produzindo energia para injetar na rede.

De acordo com Sandia National Laboratory e IHA (2020, p13.) a capacidade instalada total de usinas hidrelétricas reversíveis no mundo já atinge cerca de 160 GW, equivalente a mais de 95% da capacidade total de todas as tecnologias de armazenamento existentes. Dez países acumulam 77% da capacidade total de UHRs, sendo eles: China (19%), Japão (17%), Estados Unidos (14%), Itália (5%), Alemanha (4%), Espanha (4%), França (4%), Áustria (4%), Índia (3%) e Coreia do Sul (3%).

Dentre os empreendimentos, destaca-se a Usina reversível Goldisthal com 1.060 MW de capacidade instalada. Trata-se do maior projeto hidrelétrico da Alemanha e foi a primeira aplicação de equipamento com velocidade variável e também o mais moderno da Europa até então.



Figura 1 – Usina reversível Goldisthal

O presente artigo apresenta uma revisão da literatura sobre a possibilidade de implantação de usinas hidrelétricas reversíveis no Sistema Interligado Nacional (SIN), e a situação dessa tecnologia no cenário brasileiro atual. No texto se descrevem as generalidades, aplicação, oportunidades e desafios associados à implantação das UHRs no Brasil.

Metodologia

O presente artigo buscou, a partir da revisão da literatura, identificar os principais desafios e oportunidades associados à implantação de usinas hidrelétricas reversíveis no sistema elétrico brasileiro. Inicialmente, foram consultados e selecionados os estudos, possibilitando a obtenção de dados para o desenvolvimento da análise.

A partir da pesquisa realizada, foram selecionadas, no total, 10 referências bibliográficas, predominantemente brasileiras, tais como a nota técnica da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) sobre Usinas Hidrelétricas Reversíveis: Desafios para a inserção em mercados de energia elétrica.

Os documentos serviram como base para a revisão da literatura, sendo que 5 deles tratavam exclusivamente da análise da implantação das usinas hidrelétricas

reversíveis no Brasil.

Resultados e discussão

O Brasil foi o primeiro país onde foi instalada a primeira turbina reversível do mundo, porém, o princípio das UHRs foi negligenciado na década de 1970. Esse fato deve-se principalmente à riqueza de recursos naturais no país que permitiu a construção de usinas hidrelétricas com reservatório, com grande capacidade de armazenamento e que garantiu o atendimento aos picos de demanda por muito tempo. Ademais, a integração das regiões do país através do Sistema Interligado Nacional (SIN), possibilitou a transferência e troca de energia elétrica excedente entre os subsistemas, além da otimização do armazenamento de água nos reservatórios de usinas, o que fez com que outros sistemas de armazenamento fossem desnecessários.

No entanto, o setor elétrico brasileiro tem sofrido alterações significativas. A crescente dificuldade de atendimento à demanda horária, devido a redução da capacidade de regulação dos reservatórios instalados, acrescido da participação de fontes de geração intermitentes e o aumento de restrições ambientais, que estabelece a tendência da construção de usinas hidrelétricas a fio d' água, configuram-se novos desafios que exigem inovações tecnológicas para garantir a segurança de abastecimento do sistema elétrico brasileiro.

Segundo a International Water Power & Dam Construction (2012 apud Canales et al, 2014), ao todo foram instaladas quatro UHRs no Brasil, sendo três no estado de São Paulo: Edgard de Souza, Pedreira e Traição, comissionadas em 1955, 1939 e 1940, respectivamente, e a UHR Vigário, instalada no Rio de Janeiro em 1952. Contudo, a usina Edgard de Souza foi desativada em 1984 e as demais não operam como usinas reversíveis devido às restrições operativas.

As usinas Pedreira (100 MW) e Traição (22 MW) compõem o complexo Henry Borden. De acordo com EMAE (2022), foram implementadas com a finalidade de bombear água do rio Pinheiros ao reservatório Billings, aumentando a capacidade de geração da Usina Henry Borden. No entanto, desde 1992, com o intuito de preservar a qualidade da água destinada ao abastecimento da região metropolitana de São Paulo, esse bombeamento só é permitido para controle das cheias.

A Usina Vigário (88 MW) integra o complexo de lajes e geralmente opera bombeando a água do rio Paraíba do Sul para o reservatório de Vigário, permitindo a geração de energia na usina de Nilo Peçanha. Porém, sua operação também é limitada devido ao uso da água para

o abastecimento da cidade do Rio de Janeiro.

Atualmente, observa-se no cenário elétrico brasileiro o aumento no uso de fontes de energia renovável e a preferência de usinas a fio d' água. Em vista disso, e considerando que a operação dos sistemas elétricos deve garantir o atendimento à demanda, as UHRs apresentam-se como a melhor opção futura devido à capacidade de armazenamento e flexibilidade operativa. Além disso, de acordo com Ramirez (2016, p.21) as UHRs podem auxiliar na redução de gases de efeito estufa (GEE), devido ao suporte à introdução das fontes renováveis intermitentes no setor elétrico.

Do ponto de vista construtivo, as UHRs apresentam desafios similares aos de hidrelétricas convencionais, com questões técnicas e ambientais. Entretanto, uma oportunidade para a construção das UHRs é a transformação de centrais hidrelétricas ou reservatórios existentes, que possivelmente fazem parte de um sistema estável no qual os problemas ambientais já tenham sido solucionados. Assim, aumenta-se a capacidade de armazenamento da rede elétrica, com custos e impactos ambientais menores que aqueles que teriam com a construção de uma nova central com reservatório ou uma UHRs.

Ainda sob o viés construtivo, os custos e as características das UHRs são influenciados pelas condições locais, como topografia, geologia, hidrologia, entre outros, portanto, trata-se de projetos específicos e complexos. Segundo Galhardo (2012), a operação em circuito fechado pode tornar os projetos mais viáveis, pois aproveita de depressões naturais ou lagos existentes, reduzindo impactos ambientais e possibilitando maior agilidade no processo de licenciamento, por exemplo.

Nas UHRs, o reservatório superior pode variar sua profundidade em até 150 metros, o que reduz a extensão da área alagada necessária para o armazenamento de água e energia. Outrossim, os reservatórios de UHRs podem estar alocados em afluentes paralelos ao rio principal, onde o impacto socioambiental é menor.

De acordo com Galhardo (2012), o principal desafio das UHRs no Brasil é no que se refere a viabilidade comercial destes projetos pois, atualmente os ativos de geração são recompensados pela energia que o empreendimento garante entregar ao sistema. Portanto, torna-se necessária uma diferenciação tarifária mínima entre compra e venda da energia para viabilizar a implantação de uma UHR.

Segundo (CASTRO et al., 2018), o potencial de UHR no Brasil, possibilitaria armazenar energia por USD\$ 10,00/MWh. O Plano Decenal de Expansão de 2026, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética,

mostrou que, até 2026, o custo marginal de operação irá variar, aproximadamente, no entorno de USD\$ 20,00/MWh. Assim, uma UHR operando somente com o ciclo sazonal já poderia resultar em um empreendimento economicamente viável, por exemplo.

Ademais, o Brasil não possui um arcabouço regulatório que viabilize e incentive os investimentos, já que os arcabouços Legal e Regulatório vigentes não contemplam especificamente as UHRs. Dessa forma, torna-se necessária a definição legal das figuras do armazenador de energia e das UHRs, bem como de seus parâmetros de enquadramento e forma de outorga, de maneira que se possa valorar de forma justa os serviços associados aos sistemas de armazenamento.

Conclusões

O estudo permitiu concluir que a incorporação de UHRs no sistema elétrico brasileiro pode trazer uma série de benefícios visto sua capacidade de gerar potência complementar, de atender à demanda de ponta e de otimizar o uso do sistema de transmissão. Essas usinas podem contribuir de forma direta e eficiente para o equilíbrio dinâmico entre a carga e a geração dos sistemas, além de auxiliar na transição energética.

A tendência de diversificação da matriz energética brasileira, acrescida da diminuição da regularização de vazões em novas usinas, estabeleceu um novo papel para as UHRs, apontadas como meio importante para garantir a segurança e qualidade do fornecimento de energia elétrica na transição energética.

Agradecimento

A autora agradece ao Programa de Educação Tutorial - PET e à Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI pela oportunidade, participação e pela bolsa recebida.

Referências

ANANIAS, Alana Moreira. “Impactos ambientais da construção e operação de usinas hidrelétricas reversíveis no Brasil”. Alana Moreira Ananias; orientador, Rodrigo de Almeida Mohedano, 2022. 72p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2022.

CANALES, Fausto Alfredo; BELUCO, Alexandre; MENDES, Carlos André Bulhões. Usinas hidrelétricas reversíveis no Brasil e no mundo: aplicação e perspectivas. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS [s. l.], 4 mar. 2015.

CASTRO, Nivalde de; BRANDÃO, Roberto; HUNT, Julian David; CATÓLICO, Ana Carolina. “Características e

Funcionalidades das Usinas Hidrelétricas Reversíveis”. Agência CanalEnergia. Rio de Janeiro, 23 de julho de 2018.

CASTRO, Nivalde; BRANDÃO, Roberto; CATOLICO, Ana Carolina. Usinas hidrelétricas reversíveis - um novo negócio?. GESEL - Grupo de Estudos do Setor Elétrico, [s. l.], [201-].

COSTA, JONAS CARVALHEIRA. Armazenamento e geração de energia em centrais hidrelétricas reversíveis. Orientador: Prof. Dr. Edson da Costa Bortoni. 2018. Dissertação (Mestrado em ciência em Engenharia de Energia) - Universidade Federal de Itajubá, [S. l.], 2018.

EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Usinas Hidrelétricas reversíveis: Desafios para a inserção em mercados de energia elétrica. 2021.

GALHARDO, C. R. Os desafios para implantação de usinas hidrelétricas reversíveis no Brasil. PCH Notícias & SHP News, n. 55, p. 32, 2012.

INTERNATIONAL HYDROPOWER ASSOCIATION – IHA. New tool maps world’s water batteries: the clean storage solution for renewables