

Geração de Energia Elétrica por Hibridização: Estudo de um Sistema Híbrido, anexo, a PCH existente, através das fontes renováveis - biogás e fotovoltaica

Palavras-Chave: ANÁLISE ESPACIAL E ENERGIA RENOVÁVEL, ENERGIA FOTOVOLTAICA, RESÍDUOS E BIOGÁS

Autores:

MARCOS HENRIQUE SOUSA DE SA, FEM - UNICAMP

Prof. Dr. MAURO DONIZETI BERNI (orientador), NIPE - UNICAMP

RESUMO

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo principal o levantamento do potencial técnico de geração de energia elétrica, através do dimensionamento preliminar de um sistema híbrido de energias renováveis – biogás e fotovoltaica -, anexo, a uma Pequena Central Hidroelétrica (PCH), na bacia hidrográfica do Alto Rio Mogi Guaçu, cidades de Mogi Guaçu, Mogi Mirim e Itapira, Estado de São Paulo. O sistema híbrido geração de energia elétrica a ser estudado, contempla três fontes de energia renovável e tem como principal premissa a utilização da infraestrutura elétrica existente da PCH. Além da fonte hidráulica, tem-se a utilização do biogás que será produzido pela tecnologia de digestão anaeróbia de resíduos agrícolas oriundos dos municípios de Mogi Guaçu, Mogi Mirim e Itapira e a fonte fotovoltaica. Os módulos hidráulico, biogás e fotovoltaico ocuparão espaços do entorno do reservatório existente. No módulo “fonte fotovoltaica”, a quantidade de flutuadores mais placas no reservatório existente serão dimensionadas, considerando variáveis de contorno como o uso múltiplo das águas, influências no ecossistema do reservatório, eficiência de conversão, redução da evaporação da superfície da água e redução do crescimento de algas. Para o módulo “fonte biogás” no dimensionamento, a distribuição espacial Latlong dos resíduos agrícolas e sua quantificação possibilita a uma hierarquização ótima entre os diferentes resíduos e sua eficiência por tipo de plataforma tecnológica de digestão anaeróbia, considerando logística e infraestrutura elétrica existente

INTRODUÇÃO

Reduzir as emissões e avançar em direção à descarbonização da energia são dois objetivos fundamentais para proteger o planeta. Para tal, a combinação das energias renováveis mais competitivas, como o uso de biogás oriundo de digestão anaeróbia, a fotovoltaica e a hidráulica, em instalações híbridas — que podem ser complementadas ou não com sistemas de armazenamento —

pode-se consolidar como uma boa alternativa para fornecer energia elétrica limpa e de forma ininterrupta.

Os sistemas híbridos de geração são aqueles que geram energia elétrica a partir de duas ou mais fontes, geralmente de origem renovável, compartilhando um mesmo ponto de conexão. Ainda que a soma das potências dos módulos de geração híbrida seja maior do que a capacidade de fornecimento, a energia vertida nunca pode ultrapassar esse limite. Por exemplo, uma instalação de geração híbrida pode usar a energia fotovoltaica (quando o sol está brilhando) e de outra fonte (biogás, por citar alguma, quando o tempo não estiver bom), garantindo assim um fornecimento ininterrupto com qualidade. Uma instalação híbrida pode incluir, ou não, sistemas de armazenamento (Rios, 2019).

OBJETIVO

Este trabalho discute economicamente, ambientalmente e socialmente, o dimensionamento preliminar de um sistema híbrido composto por: módulo hidráulico (existente) + módulo fotovoltaico + módulo biogás. Para tanto, tem-se a execução de “estudo de caso” envolvendo uma Pequena Central Hidroelétrica (PCH) de 7,2 MW, localizada no Rio Mogi Guaçu, município de Mogi Guaçu. Latlong 22° 22 '44,49 - Latitude Sul e 46° 54' 03,10" - Latitude Oeste.

METODOLOGIA:

A metodologia adotada neste trabalho foi exploratória contemplando pesquisas na literatura e internet, e quando possível levantamento de dados no campo. Cabe destacar que os volumes de resíduos foram obtidos em base de dados do Projeto Temático FAPESP, n. 15-50612-8R. A distribuição espacial dos resíduos agrícolas será visualizada com um mapa criado com o software ArcGIS (Sistema de informação geográfica).

Revisão da literatura sobre os principais entraves e desafios de implantação dos sistemas híbridos, utilizando as plataformas de pesquisa acadêmica Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), considerando as publicações da área de ciências sociais, ciências ambientais e engenharias. Visita à PCH de Mogi Guaçu para levantamento de dados e informações sobre a infraestrutura elétrica existente e condições e tamanho do reservatório.

Definição e Regulação de Sistemas Híbridos:

No Brasil, existem diferentes tipos de combinações sob a denominação genérica “sistema híbrido”, entre eles as usinas adjacentes, as usinas associadas e usinas híbridas (EPE, 2020; Trannin, 2016). As usinas adjacentes são aquelas construídas próximas entre si, podendo compartilhar o terreno e as instalações. Do ponto de vista da conexão, cada usina deve contratar uma capacidade de uso da rede (Rede Básica ou de Distribuição) compatível com a sua potência instalada, conforme as regras vigentes. As usinas associadas possuem um nível de integração maior do que as usinas adjacentes. São duas (ou mais) usinas de fontes energéticas que, além de estarem próximas (podendo utilizar o

mesmo terreno), compartilham fisicamente e contratualmente a infraestrutura de conexão e acesso à rede básica ou de distribuição. Isto traz como benefício a contratação de uma capacidade de uso da rede menor do que a soma de suas potências individuais, o que possibilita economia com tarifas de uso.

Por fim, tem-se as usinas formadas a partir de sistemas híbridos, foco deste trabalho pesquisa, em que as fontes renováveis, combinam-se, ainda no processo de geração, não sendo possível sequer distinguir qual fonte primária foi responsável por qual parte da geração de energia elétrica. Para exemplificar, pode ser considerado um módulo termo + módulo solar, com a queima de biomassa, na qual o vapor produzido por ambas as fontes é aproveitado na mesma turbina, ou então uma usina fotovoltaica que compartilhe os conversores dos aerogeradores, dispensando o uso dos inversores fotovoltaicos (Trannin, 2016).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) responsável pelo planejamento energético brasileiro, já considera em seus estudos para expansão de geração de energia o uso de usinas na forma de sistema híbridos (EPE, 2020). Sistemas de geração de energia elétrica com fontes de energias renováveis estão em permanente processo de inovação para aumentar sua eficiência, competitividade e proteger o meio ambiente. Entre as principais vantagens dos projetos híbridos, cabe destacar (Iberdrola, 2022):

Um maior fator de capacidade no ponto de acesso do sistema híbrido, graças à complementariedade das curvas de carga das tecnologias; Ao trocar de fonte, quando uma delas está inativa, reduz-se a imprevisibilidade inerente às energias renováveis e melhora a estabilidade da energia elétrica fornecida; Otimização no uso de infraestruturas elétricas, envolvendo sinergias em O&M e em CAPEX; Agiliza os prazos de conexão e colocação em funcionamento das novas instalações de geração renovável, visto que no âmbito regulatório não é preciso solicitar um novo ponto de acesso.

No tocante a regulação, sendo a geração de energia elétrica por sistemas híbridos uma inovação recente, a regulamentação específica sobre a matéria é ainda pequena em quase todo o mundo. De uma forma geral, exige-se um claro marco regulatório, começando com uma definição das diferentes instalações de geração híbrida, padronização dos requisitos de conexão à rede, medição e procedimentos de rastreabilidade de energia renovável e no caso deste projeto de pesquisa que torna híbrida uma instalação já existente, deve-se poder instalar uma capacidade de energia renovável total superior à capacidade de conexão à rede acordada quando somente utiliza-se a fonte hidráulica.

No Brasil o sistema híbrido de geração de energia com vistas à descentralização, diversificação da matriz e eficiência energética, tem forte apelo pelas condições brasileiras de geração de energia, mas ainda aguarda parecer da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), já que as regras para contratação de empreendimentos neste formato estão em deliberação. A ANEEL lançou, em outubro de 2020, a primeira fase da Consulta Pública 061/2020 para discutir a normatização para a implantação de sistema híbridos. Conforme o Canal Energia (2021), mesmo sem um prazo para a regulamentação, a ANEEL aprovou o primeiro projeto de sistema híbrido no Brasil através do piloto da Joint venture VTRM, formada pela Votorantim Energia e CPP Investments, e combina a complementariedade entre as fontes solar e eólica. A usina solar será instalada dentro do parque eólico Ventos do Piauí I e a ideia é utilizar a capacidade ociosa do sistema de transmissão de energia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Estudo de Caso: Características da PCH

Localizada entre os municípios de Mogi Guaçu e Mogi Mirim, o barramento que represa as águas do rio que dá nome às cidades e ao empreendimento (Rio Mogi Guaçu) possui uma potência instalada de 7,2 MW. Suas obras foram iniciadas em 1990 e entrou em operação em 1994. Inicialmente de propriedade da CESP (Companhia Energética de São Paulo) foi adquirida pela AES Tietê S.A no fim da década de 90, durante a privatização do setor elétrico e permanece sob concessão dessa empresa, agora denominada AES Brasil.

O reservatório possui uma seção de travessia de uma ponte, a qual possui largura semelhante ao canal natural no rio, dividindo o comportamento sedimentológico do reservatório a montante deste local (Figura 1). Toda esta região apresenta um avançado estágio de assoreamento, com o desenvolvimento de grandes bancos de sedimentos com presença de aguapés, impedindo a navegação na calha principal do rio Mogi Guaçu (Estigone et al., 2015).

Demonstrar que o sistema híbrido de geração de energia elétrica proposto, pode ser alternativa em proposto adaptável nos processos de crise energética, em que novas alternativas de produção, tendem a atender uma grande parcela da população, sendo de importância vital tanto na prevenção de apagões como na perspectiva de se ter um sistema híbrido confiável, podendo estar na base do fornecimento às concessionárias, atendendo requisitos técnicos e de segurança necessários para instalação e operação dos sistemas elétricos.

Por outro lado, as fontes de energias renováveis, ecológicas e de tipologia inesgotável, lideram o esforço de atingir os objetivos estipulados no Acordo de Paris e nos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da ONU (Organização das Nações Unidas) 2030, especialmente, aqueles que se referem ao combate contra as mudanças climáticas e ao acesso universal à energia.

Neste contexto, verifica-se como fundamentais as instalações de geração híbrida, que utilizam duas ou mais fontes de energia renovável para garantir um fornecimento não intermitente, que podem entrar na base do fornecimento de energia elétrica firme. Estima-se que a população mundial será próxima a 9 bilhões em 2040 (Iberdrola, 2022). Na comparação com o consumo de 2010, para o atendimento a essa demanda será necessário um aumento de mais de 35% do fornecimento total de energia, o que demandará recursos energéticos mais diversificados e sustentáveis (Iberdrola, 2022, EPE, 2021, Tolmasquin, 2016).

O desenvolvimento deste trabalho demonstra através do estudo de caso, a viabilidade de implantação de dois módulos de geração de energia elétrica, anexo ao módulo hidráulico existente. O módulo fotovoltaico tem seu dimensionamento de flutuadores e placas, considerando variáveis de contorno como o uso múltiplo das águas, influências no ecossistema do reservatório, eficiência de conversão, redução da evaporação da superfície da água e redução do crescimento de algas e aguapés (Borda e Novak, 2020). O módulo de biogás utiliza-se a rota tecnológica da digestão anaeróbia de resíduos agrícolas do entorno da PCH.

No tocante a redução do crescimento de aguapés no reservatório existente, tem sido um problema para a captação de água bruta e navegação. Com flutuadores e placas fotovoltaicas instaladas na superfície do reservatório, ter-se-á a eliminação completa dos aguapés com melhor água bruta para a captação da Estação de Tratamento de Água (ETA). A figura 1, mostra como está tomado pelos aguapés. Nesta figura, o vermelho representa a vegetação.

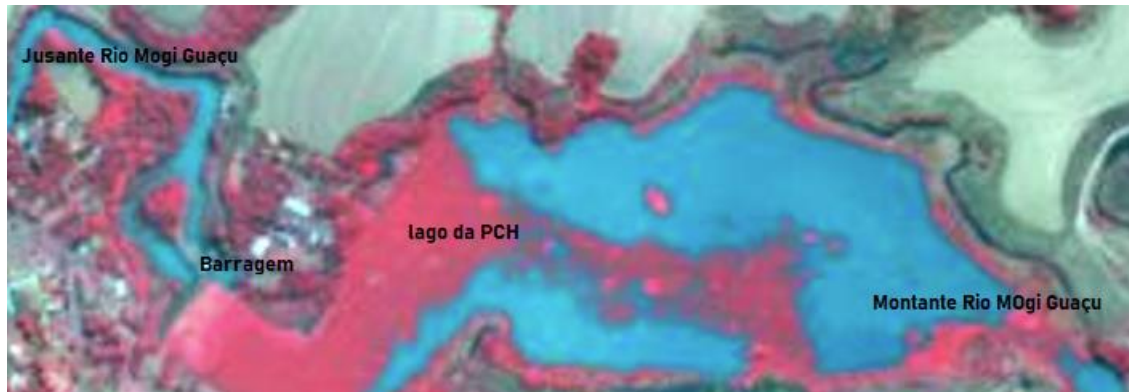


Figura 1: Localização do reservatório (lago) no conjunto com a barragem. Fonte: <https://earthexplorer.usgs.gov/> e <http://www.engesat.com.br/sentinel-2/>.

O módulo fotovoltaico flutuante no reservatório tem como vantagem a possibilidade de armazenar mais água caso a geração fotovoltaica desloque a hidrelétrica, atuando como uma “bateria virtual” (EPE, 2020). Merece destacar que o sistema híbrido dimensionado, tem como principais vantagens a produção de energia elétrica próxima ao seu consumo, com o aproveitamento da infraestrutura existente de subestações e linhas de transmissão, bem como garantir os usos consuntivo e não-consuntivo da água, atendendo assim o uso múltiplo de água do reservatório.

BIBLIOGRAFIA

- Borda, R. A., & Novak, L. H. (2020). **Sistemas Fotovoltaicos Flutuantes: aspectos positivos e desafios**. In: Congresso Brasileiro De Energia Solar, Fortaleza, CE, 2020. Anais CBENS, 2020.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética, **EXPANSÃO DA GERAÇÃO: Solar Fotovoltaica Flutuante, Aspectos Tecnológicos e Ambientais relevantes ao Planejamento**, EPE-DEE-NT-016/2020-r0, 2020
- Estigoni M.V., Miranda R. B., Mauad F. F., **Levantamento Topobatimétrico em Reservatórios: Estudo de Caso da PCH Mogi Guaçu**, Anais XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília, DF, 2015, 8 p
- Rios, C. A. (2019). **Análise Técnico-Econômica de Usina Fotovoltaica Flutuante no Reservatório Paranoá Para Redução no Gasto Com Consumo da Universidade de Brasília**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica), Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília-DF. 114 p.
- Tolmasquim, M. T. (2016). **Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica**. Empresa de Pesquisa Energética. 452 p.
- Trannin, M., **Desafios e oportunidades para a geração de energia elétrica por fontes renováveis no Brasil**, Caderno Opinião, FGV Energia, 2016, 8 p.