

# Usinas híbridas, o futuro da geração elétrica<sup>1</sup>

Edmar Almeida<sup>2</sup>

Eloi Fernández y Fernández<sup>3</sup>

Marco Antonio Haikal Leite<sup>4</sup>

A transição energética em curso no setor elétrico mundial está produzindo profundas implicações econômicas, regulatórias e tecnológicas. Uma das principais características do processo de transição é a difusão de fontes renováveis variáveis, cuja geração não pode ser controlada e depende da base primária de energia, como o sol ou o vento. Uma das consequências da difusão de fontes não despacháveis é a forte necessidade de aumento da flexibilidade do sistema. Para promover o aumento da flexibilidade, os governos estão fazendo mudanças no desenho do mercado do setor elétrico para valorizar a versatilidade da geração e a estocagem da energia. Desta forma, diferentes países mudaram a forma de precificar a energia no mercado atacadista, com a implantação de sistemas de preços horários.

Nos novos desenhos de mercados elétricos, o preço da energia tende a variar com a curva de carga e, principalmente, com a necessidade de despacho de fontes mais caras ou de estocagem de energia nos períodos de pico da demanda. A introdução de novos mecanismos de precificação dos serviços ancilares para garantir a oferta nos períodos de demanda elevada também faz parte da tendência de revisão das arquiteturas de mercados.

À medida que os desenhos de mercado estão se modificando para promover a maior flexibilidade do sistema, o perfil dos projetos de geração centralizada de energia também está mudando rapidamente. Nos EUA cerca da metade dos projetos de usinas solares já são híbridos, principalmente com sistemas de estocagem.

No Brasil, a Aneel regulamentou as usinas híbridas e associadas em 2021 através da resolução normativa 954. Essa regulamentação se aplica a centrais com potência superior a 5 MW, também engloba centrais associadas. A Central Geradora Híbrida é definida como “instalação de produção de energia elétrica a partir da combinação de diferentes tecnologias de geração, com medições distintas por tecnologia de geração ou não, objeto de outorga única”. Já as Centrais Geradoras Associadas são definidas como “duas ou mais instalações, com a finalidade de produção de energia elétrica com diferentes Tecnologias de Geração, com outorgas e medições distintas, que compartilham fisicamente e contratualmente a infraestrutura de conexão e uso do sistema de transmissão”.

---

<sup>1</sup> Artigo publicado em Valor Econômico. Disponível em:

<https://valor.globo.com/opiniao/coluna/usinas-hibridas-o-futuro-da-geracao-eletrica.ghtml>

Acessado em 04.09.2025

<sup>2</sup> Professor e pesquisador do Instituto de Energia da PUC-Rio (Iepuc).

<sup>3</sup> Professor, pesquisador e diretor do Instituto de Energia da PUC-Rio.

<sup>4</sup> Pesquisador do Instituto de Energia da PUC-Rio.

Assim, a integração de fontes diversas em uma única instalação permite melhorar o uso de infraestrutura existente, dar maior utilização de capacidade no sistema de transmissão e distribuição, otimização do uso da área disponível, sinergias logísticas e operacionais, redução de custos com tarifas de uso da rede e compartilhamento de equipamentos. Ainda, as usinas híbridas apresentam vantagens como otimizar a operação, reduzir a dependência de uma única fonte, consolidar a segurança energética, otimizar o portfólio de oferta energética disponível.

A precificação horária da energia tem contribuído para mudar a economia da geração elétrica e incentivar a estocagem da energia. Por esta razão o perfil dos projetos de geração centralizada de energia vem mudando rapidamente. A precificação horária no Brasil foi introduzida em janeiro de 2021, quando a CCEE passou a calcular o Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) diariamente para cada hora do dia seguinte com base no Custo Marginal de Operação (CMO), considerando a aplicação dos limites máximos (horário e estrutural) e mínimo vigentes para cada período de apuração e para cada submercado. O PLD é um preço de referência utilizado para liquidar as diferenças entre a energia contratada e a energia efetivamente gerada e consumida.

Em um cenário de recuperação da demanda de energia no Brasil é possível esperar um forte aumento da volatilidade diária dos preços de energia. Neste cenário, projetos de geração solar poderão ser fortemente penalizados por gerar apenas em momentos de menor preço da energia. A resiliência do negócio da geração vai depender da antecipação da evolução do contexto do mercado e da inovação na estratégia de produção e comercialização de energia. Neste arranjo, a geração híbrida se apresenta como uma estratégia crucial para mitigar os efeitos da precificação horária e do curtailment sobre os projetos de geração renováveis.

Além do papel fundamental para os operadores enfrentarem a volatilidade do novo contexto regulatório do setor elétrico, as usinas híbridas são essenciais para descarbonizar sistemas elétricos isolados, substituindo a geração termelétrica por fontes renováveis. O programa Energias da Amazônia, estabelecido pelo decreto 11.648/2023 do Ministério de Minas e Energia (MME), é uma iniciativa crucial nesse sentido, visando reduzir as emissões de gases de efeito estufa ao diminuir o uso de óleo diesel na produção de energia na região. Além disso, busca garantir a qualidade e segurança do suprimento de energia para mais de 3,1 milhões de pessoas em sistemas isolados.

Alguns programas já estão em implementação na Amazônia para fornecer energia aos sistemas isolados, incluindo o Programa Energias da Amazônia, com o objetivo de integrar esses sistemas ao Sistema Interligado Nacional.

Apesar da hibridização da geração ser um caminho inexorável para enfrentar os desafios do setor elétrico em um contexto de adição e transição energética, as usinas híbridas, e em particular a estocagem de energia, ainda não estão recebendo a atenção que merecem no Brasil. Ainda há importantes desafios tecnológicos a serem enfrentados para otimizar o planejamento e a operação de sistemas de geração híbridos. O custo e eficiência destes sistemas dependem da consideração de muitas variáveis em tempo real, tais como o preço dos combustíveis e da energia elétrica e o custo de investimento dos diferentes componentes do sistema; a característica da curva de carga, os custos operacionais dos sistemas etc. Atores do setor e o governo deveriam estar atentos aos novos imperativos tecnológicos que se descortinam, para garantir a liderança do país na transição energética do setor elétrico.