

De como um modelo regulatório exemplar, orgulho da engenharia nacional, se tornou, em pouco tempo, defasado da realidade¹

Flavio Miguez de Mello²

Do final do Século XIX quando o uso da energia elétrica começou a trazer progresso e conforto à humanidade, o suprimento de energia elétrica passou no Brasil de sistemas isolados em duas diferentes frequências (unificadas no final da década de sessenta em 60Hz baseada em sugestão do embaixador Amaral Peixoto ao presidente Getúlio Vargas, em oposição ao adotado pelos países do Cone Sul), até atingir o final do Século XX quando o setor elétrico era um sistema hidrotérmico predominantemente hidroelétrico, que dispunha de inércia e de controle de geração, de frequência e de tensão, com um sistema amplamente interligado em quase todo território nacional. O sistema era fácil de ser operado e adições eram programadas com relativa facilidade, possibilitando a configuração de um sistema confiável e com modicidade tarifária. Até o final do Século XX o fluxo de energia elétrica era unidimensional, indo das geradoras num sistema hidrotérmico que precificava apenas a energia, para os centros de carga.

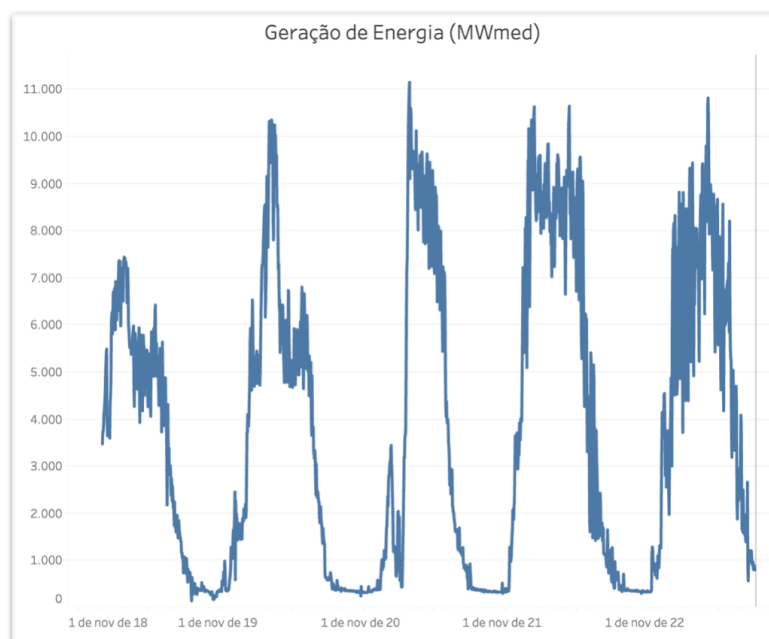
A partir do início do Século XXI a geração de energia elétrica no País vem experimentando acentuada transformação motivada pelo acelerado aumento de geração por fontes renováveis intermitentes, praticamente desprovidas de flexibilidade e de inércia, portanto não despacháveis, incentivadas que foram por subsídios que permanecem sendo amplamente concedidos. Com as novas hidroelétricas há mais de quatro décadas sendo projetadas para serem operadas a fio d'água e com a exponencial entrada das incentivadas unidades geradoras renováveis intermitentes, principalmente as eólicas e fotovoltaicas, somadas à estranha carência de regulação de sistemas de armazenamento de energia, o sistema gradativamente passou a se tornar de difícil operação, tendendo a perder confiabilidade e gerando questionamentos judiciais por vertimentos de descargas turbináveis nas hidroelétricas que no primeiro semestre do corrente ano atingiram 3.648 MW médios, e por crescentes curtailments (cortes de operação) de usinas eólicas e fotovoltaicas que, em agosto passado, atingiram 26% segundo o Itaú BBA, baseado em dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Portanto, as perspectivas atuais são de que estamos perdendo a confiabilidade de suprimento de energia e a modicidade tarifária que usufruíamos na segunda metade do século anterior. O ONS sinaliza com riscos de não atendimento da demanda de ponta de carga de 30% já entre 2027 e 2028, de 60% em 2028 e de mais de 90% em 2029, níveis estes considerados altíssimos pelo próprio ONS e pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética). Uma simples extrapolação da tendência de risco parece levar à certeza de deficiência de atendimento da demanda de ponta já no início da próxima década. Prevê-se, portanto, a necessidade urgente de instalação de grandes termoeletricas de operação dispendiosa e poluente que sujarão a matriz elétrica, que só por pouco tempo permanecerá limpa.

No presente século a geração de energia renovável neste País passou de quase 100% de fonte hidroelétrica em 2000 para uma previsão em que a hidroeletricidade será ultrapassada por ambas as fontes intermitentes, eólica e fotovoltaica, já em 2030, quando prevê-se sérios problemas de planejamento da operação do sistema interligado em função de que nos últimos quarenta anos não mais se projetou reservatórios de hidroelétricas para serem operados com regularização de vazões. Além disso, tem havido estranha resistência no desenvolvimento de regulação que possibilite a implantação de usinas hidroelétricas reversíveis, tecnologia amplamente utilizada como armazenamento de energia em diversos países há muitos anos.

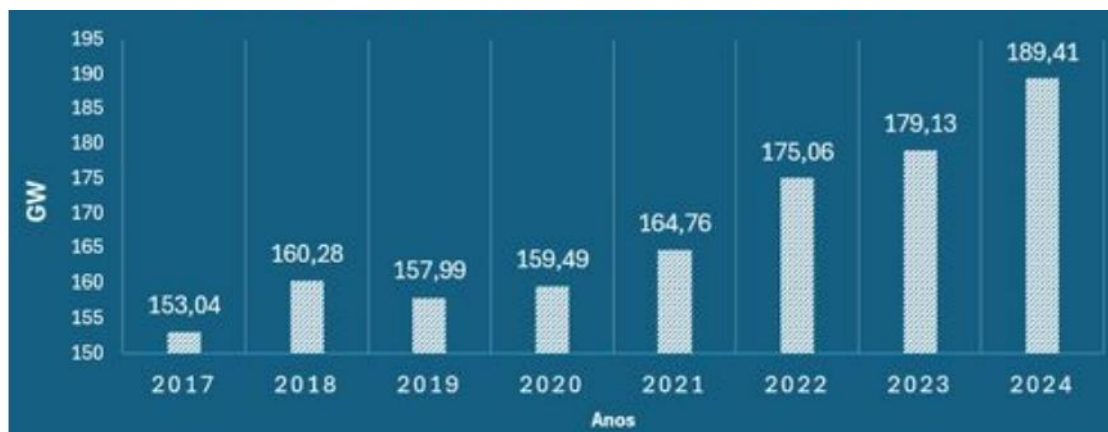
A não implantação de reservatórios de regularização para as mais recentes hidroelétricas fez com que os reservatórios que foram implantados em épocas anteriores passassem a serem operados para propiciar serviços ancilares que possibilitaram a ampliação das geradoras eólicas e fotovoltaicas que, ao invés das geradoras do sistema hidrotérmico do século passado composto de fontes convencionais controláveis e de fácil planejamento operativo, disponibilizam apenas energia e consomem flexibilidade.

Entretanto, apesar da crescente importância da operação de hidroelétricas e termoeletricas que têm sido demandadas para prestação de serviços ancilares essenciais à operação das fontes variáveis não despacháveis, esses fundamentais serviços não têm sido precificados e remunerados, o que contribui com desincentivo para novos investimentos que contribuam para a flexibilidade. Além desse aspecto, hidroelétricas projetadas para serem operadas a fio d'água em regime estável, têm sido despachadas de maneira variável para possibilitar a operação de geradoras renováveis variáveis, como indica o gráfico abaixo.



Após longo tempo, volta a haver leilão de fontes hídricas. O recente leilão de energia nova A-5 realizado em 22 de agosto passado para contratar pequenas hidroelétricas, resultou na contratação de 815,5 MW em 65 usinas (capacidade média de apenas 12,5 MW) com deságio de somente 3,16% em relação ao teto, atendendo nove distribuidoras com contratos de vinte anos de duração. Essas pequenas hidroelétricas são praticamente desprovidas de reservatórios com volumes úteis, sendo, portanto, inoperantes para regularização de vazões e, consequentemente, para serviços ancilares tão necessários para as geradoras variáveis. O referido leilão não contemplou o aspecto mais urgente que é a reserva de capacidade que atenderia aos alertas do ONS.

Os sistemas de armazenamento de energia por hidroelétricas reversíveis são os mais eficientes e mais utilizados nos mais diversos países representando mais de 90% do armazenamento de energia de acordo com a Associação Internacional de Hidroelétricas (IHA, 2024) que tem relatado acentuado crescimento da capacidade instalada em usinas reversíveis, tendo atingido, ao final do ano passado, 149,41 GW instalados, com crescimento de mais de 10 GW por ano como indica a figura abaixo obtida do relatório anual da IHA de 2024.



Evolução da capacidade instalada em hidroelétricas reversíveis (IHA)

A China aparece com 31% da capacidade instalada em usinas reversíveis, seguida pela Europa com 30%, Japão com 14%, EUA com 12% e os demais países com 13%.

Apesar de teoricamente no Brasil terem existido algumas das instalações pioneiras neste campo, implantadas pela Light em meados do século passado (Traição, Pedreira e Vigário), o Brasil, embora reconhecidamente necessite de armazenamento de energia em usinas reversíveis, presentemente tem participação nula nesta estatística.

Neste mesmo mês de agosto em que assistimos a um leilão de pequenas hidroelétricas no Brasil, nos EUA havia 16 usinas reversíveis aprovadas pelo FERC (correspondente à ANEEL americana) com potências que chegam a mais de 4.000 MW na maior usina, num total de 18.860 MW (potência média de 1.179 MW). A China, embora seja a maior fabricante de baterias, investe pesadamente em hidroelétricas reversíveis com 55.000 MW já instalados, 88.000 MW presentemente em construção e 276.000 MW em planejamento.

Pela carência atual de armazenamento de energia no Brasil, o cada vez mais tênue equilíbrio entre demanda e oferta de energia faz com que o ONS venha tendo que aumentar desligamentos denominados curtailments nas geradoras intermitentes e provocado vertimentos de descargas turbináveis nas hidroelétricas.

O modelo regulatório está nitidamente defasado em relação à realidade atual do sistema interligado nacional. Torna-se imprescindível e urgente a implantação de um arcabouço regulatório que garanta segurança jurídica, econômica e financeira ao armazenamento de energia, e incentivar empreendedores para que seja garantida potência quando for demandada, conferindo resiliência ao sistema interligado pela implantação a curto prazo de sistemas de armazenamento de energia como tecnologias de baterias e, principalmente, de usinas hidroelétricas reversíveis.

¹ artigo apresentado no Seminário sobre Desafios e Tendências da Engenharia Rumo ao Desenvolvimento Sustentável, promovido pela Academia Nacional de Engenharia. 23 de setembro de 2025.

² Engenheiro Civil, com especialização em hidráulica, pela UFRJ, e mestre em Ciência em Geologia pela mesma instituição, Flávio Miguez de Mello é referência em Engenharia de barragens e hidrelétricas.