Rios voadores e a influência sobre a geração hidrelétrica do SIN[1]

Nivalde de Castro[2]

Katarina Ferreira[3]

Luiza Bonazza[4]

A geração hidrelétrica continua ocupando uma posição estrutural no Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Segundo o Balanço Energético Nacional, a fonte hídrica respondeu por 52,2% da oferta interna de eletricidade em 2025, permanecendo como principal fonte de produção do País. Embora as fontes eólica e solar tenham diversificado a matriz elétrica, as usinas hidrelétricas, com destaque para os seus reservatórios, são essenciais para o Sistema Interligado Nacional (SIN).

A importância das hidrelétricas deriva diretamente do conceito de energia armazenada (EAR), que consiste na quantidade de água dos reservatórios convertida em energia elétrica (MW médio). Além disso, tem como variável categórica a vazão natural de águas, determinada pelo volume das chuvas, conceito denominado por energia natural afluente (ENA).

Assim, no período úmido, de outubro a abril, as afluências de chuvas são superiores ao consumo de energia, permitindo o aumento da EAR. No período seco, de maio a setembro, por outro lado, quando a ENA é menor, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) utiliza a energia armazenada para suprir o atendimento da demanda. Desse processo pode-se concluir que as condições e cenários hidrológicos condicionam parte da capacidade futura de geração do SEB.

A partir desse enquadramento conceitual, pretende-se analisar um fenômeno climático cada vez mais importante para o SIN, os chamados "rios voadores". Sua definição simples é que esses "rios" correspondem ao transporte atmosférico da umidade proveniente da evaporação oceânica e, principalmente, da evapotranspiração da Região Amazônica para outras regiões da América Latina, em especial para as Regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

---

[1] Artigo publicado pelo Broadcast Energia. Disponível em: https://energia.aebroadcast.com.br/tabs/news/747/57439376. Acesso em: 29.09.2026

[2] Professor do Instituto de Economia da UFRJ e Coordenador-Geral do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (Gesel-UFRJ). Escreve quinzenalmente para o Broadcast.

[3] Pesquisadora do GESEL-UFRJ

[4] Pesquisadora do GESEL-UFRJ

Neste sentido, estudo da Amazon Conservation em parceria com o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam) identificou três rotas sazonais, associadas aos períodos chuvoso, de transição e seco, que convergem para áreas estratégicas da Amazônia Ocidental antes de alcançar os Andes. A rota do período seco apresenta uma maior dependência da reciclagem de umidade pela vegetação, reforçando a importância da floresta para a manutenção das chuvas.

O caso da Usina Binacional de Itaipu evidencia essa conexão. Segundo estudo do *Climate Policy Initiative* (CPI/PUC-Rio) e do projeto Amazônia 2030, as trajetórias de umidade são relevantes para Itaipu, atravessando diferentes regiões antes de chegar à usina, localizada a mais de mil quilômetros do bioma amazônico. Portanto, de forma bem direta, alterações na cobertura florestal podem gerar impacto nas precipitações e, posteriormente, nas vazões que determinam a ENA e a EAR.

Essa relação é particularmente relevante, também, para a hidrelétrica de Belo Monte, uma usina a fio d'água cuja geração depende diretamente da ENA, ou seja, do fluxo de vazão natural dos rios. Como Itaipu e Belo Monte representam aproximadamente 23% da geração hidráulica brasileira, a produção de energia elétrica é afetada diretamente pelo desmatamento amazônico.

Há evidências crescentes dessa influência sobre o regime de chuvas, ou seja, sobre a ENA. Estima-se que o desmatamento tenha explicado cerca de 74,5% da redução observada na precipitação durante a estação seca em áreas da Amazônia brasileira. No sul da bacia amazônica, entre 1980 e 2019, de 52% a 72% da redução da precipitação esteve relacionada ao desmatamento local e a áreas situadas a montante dos fluxos de umidade. Embora a precipitação seja influenciada por outros fatores, esses resultados reforçam a relevância da cobertura florestal para a dinâmica hidrológica e, consequentemente, para a performance do SIN.

Observa-se que desmatamento e mudanças climáticas são pressões distintas, mas convergem em um desafio para o SEB: maior incerteza sobre precipitação, vazões e disponibilidade hídrica. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) reconhece essa relação e destaca a necessidade de se incorporar os riscos climáticos ao planejamento da expansão do SIN.

Nesses termos, o desafio é transformar essa relação física em variáveis capazes de aprimorar ainda mais os cenários de planejamento do SEB. A ENA já é central nos modelos do setor elétrico, mas é necessário aprofundar o conhecimento sobre como as alterações persistentes nos regimes de chuva e vazão podem modificar as afluências futuras. Essa questão é ainda mais relevante tendo em vista que os reservatórios constituem um importante instrumento de flexibilidade ao SIN, armazenando energia entre estações e contribuindo para compensar diariamente a variabilidade das gerações eólica e solar. Com o crescimento dessas fontes intermitentes, a redução da

disponibilidade hídrica pode restringir esse instrumento, cada vez mais essencial para o ONS.

Portanto, no que diz respeito à incorporação da análise dos rios voadores no planejamento do SEB, três vetores merecem ser considerados. O primeiro é metodológico, com a incorporação de cenários de alteração de chuvas e vazões aos modelos de planejamento e operação. O segundo é territorial, para identificar as regiões amazônicas mais relevantes no que diz respeito às trajetórias de umidade que alimentam as bacias estratégicas. O terceiro é institucional, no intuito de articular conservação, restauração e financiamento climático às necessidades do planejamento energético, quando houver influência mensurável sobre a disponibilidade hídrica.

Destaca-se que os rios voadores tornam visível uma relação frequentemente tratada de forma separada: a disponibilidade de água para gerar energia não começa nos níveis dos reservatórios das hidrelétricas. E, além disso, a trajetória que conecta oceano, floresta, atmosfera, chuva, vazão, reservatório e geração atravessa diferentes territórios e escalas temporais.

Para o Brasil, essa conexão ganha importância diante da dependência ainda mais significativa da hidreletricidade, em razão da expansão de fontes variáveis, da necessidade de descarbonização e da maior exposição a eventos climáticos extremos. A resiliência energética do SIN dependerá não apenas da expansão e modernização de seus ativos, como também da capacidade de antecipar mudanças nas condições hidrológicas que sustentam parte relevante de sua geração.

Neste sentido, a conservação florestal também pode contribuir para a resiliência energética, ao reduzir pressões sobre a disponibilidade hídrica e evitar uma maior necessidade de geração alternativa em períodos de menor produção hidrelétrica.

Portanto, concluindo essa linha analítica, aqui resumidamente desenvolvida, os rios voadores devem ser incorporados à política energética no que se refere à geração, ao armazenamento, à adaptação climática e à descarbonização, reconhecendo-se que a resiliência do SIN se inicia antes mesmo de a água chegar aos seus reservatórios.