

Setembro de 2021

**Crise hídrica,
termelétricas e renováveis**
*Considerações sobre o
planejamento energético e seus
impactos ambientais e climáticos*

Risco hidrológico brasileiro

Desde a crise hídrica brasileira de 2001, que afetou o fornecimento e a distribuição de energia elétrica, o quadro de risco de racionamento se fez presente outras vezes. Os efeitos das mudanças climáticas já influenciam a variação da hidrologia brasileira, responsável por 65,2% da geração de eletricidade em 2020 (BEN, 2021). Secas cada vez mais severas vêm acontecendo desde 2014. Na Bacia do Paraná, uma das mais importantes do país em termos de estoque de água, chuvas abaixo da média vêm sendo detectadas consistentemente desde o início do século (MCTI, 2021).

Estudos como o “Brasil 2040” apontaram o risco de redução de vazão de grandes aproveitamentos hidrelétricos ao longo do tempo (SAE, 2015). A Nota Técnica 08/2021 da Secretaria de Planejamento Energético do Ministério de Minas e Energia (MME) reforça esse caminho. O documento analisa as séries históricas hídricas entre 1931 e 2019 e aponta que a tendência de queda da água disponível para a geração de energia nos subsistemas Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste deve persistir nas próximas décadas.

O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) tem discutido o armazenamento dos reservatórios hidrelétricos à luz da pior afluência em 91 anos de históricos de medições. Segundo o Boletim diário divulgado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), as hidrelétricas do subsistema Sudeste/Centro-Oeste fecharam agosto com pouco mais de 20% de sua capacidade de armazenamento (ONS, 2021). O patamar registrado converge com o cenário mais pessimista projetado pelo órgão no estudo prospectivo para o período seco, entre junho e novembro (ONS, 2021). O diagnóstico demanda, além do acionamento de todo o parque termelétrico e da importação de energia da Argentina e do Uruguai, medidas de redução de consumo para grandes consumidores e para o setor público.

O planejamento de longo prazo não parece ter sido considerado quando maximizar o acionamento das termelétricas é a última solução para reduzir o risco de um novo racionamento. Até então, as térmicas a gás, diesel e óleo combustível vinham sendo usadas em complementação ao atendimento da demanda de eletricidade apenas

em parte do ano, dados seus elevados custos de combustível. No entanto, o Governo Federal autorizou o aumento do acionamento de termelétricas a fim de evitar o esvaziamento dos reservatórios das hidrelétricas e controlar os riscos de um potencial racionamento de energia.

A contratação prévia de um maior volume de fontes energéticas renováveis poderia ter evitado o cenário atual e há correções de rota que podem evitar a repetição deste quadro no futuro, como se apontará nos próximos itens.

Aprendizados da crise de eletricidade de 2001

Por mais traumático que possa ter sido o racionamento de 2001, com a redução média de 20% do consumo dos setores residencial e industrial (EPE, 2020) e impacto econômico de R\$ 45 bilhões (TCU, 2009), houve importantes lições aprendidas. O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), iniciado em 1986, mantém uma economia anual superior a 20 TWh nos últimos quatro anos, o que equivale ao consumo de mais de 10 milhões de residências (Procel, 2021). O custo dessa energia economizada equivale a pouco mais de um quinto do custo médio de geração de eletricidade e há ampla margem para intensificar tal economia. A rede de transmissão de energia, um dos gargalos que provocou o racionamento, teve sua extensão ampliada de 70 mil km em 2001 para mais de 145 mil km em 2020 (EPE, MME, 2021).

Outra importante lição foi a revisão do planejamento energético. O país passou a contratar energia por meio de leilões de energia, com resultados positivos para a economicidade das tarifas de energia elétrica. Ainda que leilões entre 2006 e 2008 tenham contratado acima de 13.000 MW, incluindo carvão, óleo combustível e gás natural, leilões exclusivos de energia eólica e solar apoiaram o desenvolvimento dessas fontes de energia e impulsionaram a diversificação da matriz elétrica (Aneel, 2021). A capacidade instalada total mais do que dobrou, passando de 75 GW em 2001 para 179 GW no atual momento. Se em 2001 a matriz tinha participação de 91% de hidrelétricas, hoje esta fração caiu para 63%. Solar e eólica, incluindo a geração distribuída, beiram os 30 GW instalados, superando o total de termelétricas fósseis,

que representam mais de 16% de participação na matriz elétrica (Aneel, 2021).

Térmelétricas fósseis no horizonte

Dentre os fatos recentes que corroboram o avanço da operação e da instalação das termelétricas fósseis, o mais significativo foi a aprovação da Medida Provisória 1.031/2020, convertida na Lei 14.182/2021, que trata da privatização da Eletrobras. O texto final teve a inclusão de trecho sem relação com a proposta original da MP, determinando a inserção de 8 GW de termelétricas a gás natural operando em tempo integral. Para efeito de comparação, a capacidade instalada atual de termelétricas a gás é de 15,7 GW (Aneel, 2021).

Em seguida, os leilões de energia elétrica existente (LEE) A-4 e A-5 de 2021, permitiram, pela primeira vez, o funcionamento em tempo integral das termelétricas contratadas, ao contrário dos 50% de flexibilidade acordados em contratações anteriores. Ainda que tenha sido contratada uma única usina a gás, com 249,9 MW, o maior ponto de preocupação são o volume e o perfil das térmicas licenciadas, que terão novas oportunidades de serem contratadas em leilões futuros.

O contingente de térmicas licenciadas, cadastradas nos leilões de energia existentes realizados em junho de 2021, foi de 84 unidades geradoras, totalizando 43,2 GW de potência disponível para contratação. O próximo leilão de energia nova, agendado para o final de setembro de 2021, tem a inscrição de 55 térmicas a combustíveis fósseis, enquanto o leilão de reserva de capacidade, marcado para dezembro, será exclusivo para esta fonte.

Por fim, a despeito da ampla discussão global sobre a descontinuidade do uso de termelétricas a carvão, o MME publicou recentemente o “Programa para Uso Sustentável do Carvão Mineral Nacional”. O plano prevê a perpetuação da utilização de termelétricas a carvão até 2050, retardando a transição da matriz elétrica para fontes renováveis, mantendo o impacto econômico dos subsídios anuais de R\$ 750 milhões para a fonte e ignorando a apresentação de qualquer proposta de transição justa para os trabalhadores das regiões carboníferas do país.

Impactos ambientais de termelétricas fósseis

A inserção de 8 GW de usinas termelétricas determinada pela MP 1.031/2021 provocará o aumento da geração a gás natural e o aumento das emissões anuais de gases de efeito estufa (GEE). Considerando um fator de capacidade de 70% para as usinas a serem instaladas, as emissões anuais representarão um acréscimo de 17,5 MtCO₂e, o que equivale a um aumento percentual de 33% em relação às emissões do setor elétrico registradas em 2019 e 60% em relação às emissões do parque de termelétricas a gás natural no mesmo ano. Já as emissões acumuladas referentes aos 15 anos de operação dessas usinas totalizarão 260,3 MtCO₂e, mais do que as emissões de todo o setor de transportes em 2019.

Em relação à demanda por água, 23 termelétricas cadastradas nos leilões LEE propõem a utilização de água doce em seus sistemas de resfriamento, sendo que nove delas estão em bacias com balanço hídrico quantitativo preocupante, crítico ou muito crítico. O uso de águas interiores por usinas termelétricas é um ponto de atenção, pois entre 70% e 80% da água captada pelas termelétricas não volta para a bacia hidrográfica em questão; evapora após o resfriamento do sistema. Por exemplo, uma usina termelétrica a gás natural pode demandar aproximadamente 1.000 litros de água por MWh. Operando durante todo um dia, uma usina de 1.000 MW consumiria o correspondente ao abastecimento público diário de uma cidade de aproximadamente 156 mil habitantes ou 24 milhões de litros de água. No caso das usinas a carvão mineral, a demanda é quase três vezes maior, correspondendo ao abastecimento público de 450 mil habitantes.

Já em relação à qualidade do ar, das 57 usinas licenciadas participantes dos leilões, apenas 18 estão localizadas em municípios equipados com pelo menos uma estação de monitoramento da qualidade do ar que disponibilize concentrações de poluentes aferidas. Um fator de agravamento desse impacto ambiental cumulativo é o adensamento de usinas em territórios já bastante pressionados, como, por exemplo, em Macaé (Rio de Janeiro), que teve 15.000 MW em projetos cadastrados no leilão e já conta com duas usinas em operação, além de outras cinco usinas com licenças ambientais emitidas.

Perspectivas para energias renováveis variáveis

O crescimento recente das fontes eólica e solar entre o início de 2020 e o presente momento foi significativo. Os parques eólicos avançaram 3,5 GW neste período, de 15,5 GW para 19,3 GW e a geração fotovoltaica de grande e pequeno porte dobrou, passando de 4,6 GW para 10,5 GW (ABEE-eólica, 2021; ABSOLAR, 2021). Vale mencionar que o crescimento de quase 50% neste período (de 20,1 GW para 29,9 GW) aconteceu durante a pandemia, enquanto a maior parte dos demais setores econômicos e industriais encolheu ou apresentou recuperação modesta.

O crescimento poderia ter sido ainda maior se não tivessem sido cancelados os leilões de energia de reserva de 2016, que pretendia contratar usinas solares e eólicas. Essa capacidade contratada já estaria operando entre 2018 e 2020 e teria minimizado o quadro de risco de racionamento atual.

Outro impacto significativo sofrido pelas fontes é a restrição de operação em momentos de menor demanda do sistema, gerando desperdício de energia eólica e solar produzida e prejuízos às usinas. O chamado *constrained off* tem impactado ambas as fontes que, por critérios atuais do Operador Nacional do Sistema, são as primeiras a terem sua geração interrompida. A Aneel vem trabalhando desde 2019 uma solução para o tema junto aos setores eólico e solar, com desfecho previsto para 2021.

Um indicativo de que a perda de escoamento de energias renováveis ao sistema continuará é a possibilidade de que as térmicas a gás sejam contratadas nos próximos leilões para operar em tempo integral, restringindo o suprimento de energia de outras fontes. Ao apresentar os resultados do Cenário de Referência para a expansão do sistema elétrico, nos quais a expansão termelétrica poderia funcionar como indutora do desenvolvimento da indústria do gás natural, o PDE 2030 prevê que a inclusão de 8.000 MW de termelétricas (2.000 MW/ano de 2027 a 2030), coincidentemente o cenário consolidado no texto final da MP 1.031/2020, resultaria na redução significativa do despacho de fontes renováveis. A alternativa diminuiria cerca de 18.000 MW de capacidade instalada das fontes renováveis variáveis, 12.000 MW de usinas eólicas e 3.500 MW

de usinas fotovoltaicas (EPE, 2020).

Se no início da década passada as térmicas eram despachadas por serem a única opção disponível em períodos de reservatórios baixos, atualmente a medida não faz sentido, considerando que a capacidade instalada de solar e eólica já supera a representatividade de térmicas a gás, carvão, óleo combustível e diesel somadas, além de apresentarem custos sensivelmente inferiores.

O caminho para o futuro

Ao longo dos últimos anos, foram publicados diferentes cenários energéticos para o Brasil, como o “Revolução Energética” (Greenpeace, 2016), o “100% Wind Water and Solar” (Universidade de Stanford, 2017) e o “Brazil 2050 Outlook”, atualizado anualmente pela Bloomberg New Energy Finance (BNEF, 2020). Todos eles apontam para a diversificação da matriz brasileira nos próximos 30 anos, com uma presença de mais de 50% das fontes eólica e solar ao final deste horizonte. O próprio PNE 2050, publicação da EPE, de um total de 64 análises de sensibilidade realizadas, traça a maioria de cenários favoráveis à geração renovável variável representada pelas fontes eólica e solar e complementada pelo armazenamento de energia por diferentes modalidades, como baterias, hidrogênio e usinas reversíveis.

O Brasil está entre os seis maiores emissores de gases de efeito estufa do mundo (Climate Watch, 2018). Ao contrário da maioria dos países, que tem o setor de energia encabeçando as emissões, os setores de uso do solo (mudança de uso da terra e agropecuária) concentram historicamente as emissões, respondendo conjuntamente por 72% do total, enquanto a parte de energia, que inclui a produção ou do uso de combustíveis, representa uma parcela de 19% (Observatório do Clima, 2020). De acordo com os cenários mencionados anteriormente, o potencial brasileiro de energias renováveis daria conta de atender à descarbonização do setor de eletricidade nos próximos 30 anos, revertendo a tendência de crescimento das emissões do setor, que aumentaram em mais de seis vezes entre 1990 e 2019 (Observatório do Clima, 2020).

No entanto, ao invés de manter o avanço de energias renováveis, o governo aposta em um retro-

cesso, considerando a estruturação da indústria do gás natural, a extensão da operação das térmicas a carvão e as oportunidades próximas para a inserção de mais termelétricas fósseis.

Considerações finais

Ainda que a matriz elétrica tenha reduzido a dependência em relação à fonte hidrelétrica nos últimos 20 anos, recomenda-se que o processo de diversificação da matriz mantenha o curso, priorizando energias renováveis variáveis, conforme projetado nos diferentes cenários energéticos apresentados. A evolução visa o aumento da segurança energética do sistema diante do cenário desfavorável de recursos hídricos para as próximas décadas e a redução do despacho emergencial de termelétricas fósseis.

Para evitar quadros futuros de risco de abastecimento, indica-se que o planejamento reveja os critérios para a contratação de energia no médio e longo prazo, evitando o cancelamento de leilões do ambiente regulado, como foi o caso em 2020, ou a baixa contratação registrada nos últimos leilões de energia nova e existente. A previsão desta demanda deve incorporar os efeitos das mudanças climáticas na disponibilidade de energia hidrelétrica que, por sua vez pode ser respaldada com uma melhor gestão integrada de recursos hídricos, com o monitoramento dos usos múltiplos de água em diferentes setores.

A segurança da oferta de eletricidade pode ser garantida pela contratação de renováveis flexíveis e termelétricas a biomassa. O desenvolvimento das regras para a regulação de sistemas de armazenamento de eletricidade no sistema elétrico permitirá sua inserção ao longo desta década, apoiando a descarbonização da matriz. Decisões políticas que orientem planejamento e regulações adequadas, incorporando riscos sociais e ambientais nas fases iniciais do processo decisório, são as únicas alternativas para reduzir a dependência do suprimento de eletricidade de fatores climáticos cada vez mais adversos.

Para além de medidas emergenciais para o aumento da oferta de energia e a economia do consumo, cabe a reflexão estrutural sobre a demanda de eletricidade. O planejamento da ampliação da oferta de eletricidade deveria incluir, em igual

grau de importância, o gerenciamento permanente da demanda. Essa gestão, além de ações e medidas de eficiência energética, inclui a otimização dos horários de operação de usos finais nos setores industrial, comercial e residencial. Um processo equilibrado e integrado de planejamento energético traria efeitos técnico-econômicos positivos para a segurança do sistema elétrico e benefícios socioambientais com a postergação de sua ampliação.

Referências bibliográficas

Abeeólica, 2021. Boletim Anual Dados 2020
http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o_2020.pdf

ABSOLAR, 2021. Energia Solar Fotovoltaica no Brasil – Infográfico
<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>

Agência Nacional de Energia Elétrica, 2021. Sistema de Informações de Geração da Aneel. Acessado em 02 de setembro de 2021
<https://www.aneel.gov.br/siga>

Agência Nacional de Energia Elétrica, 2021. Resultados de Leilões
<https://www.aneel.gov.br/resultados-de-leiloes>

Bloomberg New Energy Finance, 2020. New Energy Outlook 2020: América Latina e Brasil
<https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>

Climate Watch, 2018. Historical GHG Emissions
https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2018&start_year=1990

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e Ministério de Minas e Energia (MME). Balanço Energético Nacional 2021 – Ano Base 2020
<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>

Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Ministério de Minas e Energia (MME), International Energy Agency (IEA), 2020. Atlas da Eficiência Energética Brasil – 2019
<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/pu>

[blicacao-461/Atlas%20da%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20do%20Brasil%20\(002\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/infogr%C3%A1fico.pdf)

Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Ministério de Minas e Energia (MME), 2021. Escassez hídrica e o fornecimento de energia elétrica no Brasil
<https://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/infogr%C3%A1fico.pdf>

Empresa de Pesquisa Energética, 2020. Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 - PDE 2030
https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030_RevisaoPosCP_rv2.pdf

Empresa de Pesquisa Energética, 2020. Plano Nacional de Energia 2050 - PNE 2050
<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>

Greenpeace Brasil, 2016. [R]evolução Energética: Rumo a um Brasil com 100% de energias limpas e renováveis
https://www.greenpeace.org/static/planet4-brasil-stateless/2018/07/Relatorio_RevolucaoEnergetica2016_completo.pdf

Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2021. Questionamentos à inserção de termelétricas a gás natural na Medida Provisória 1.031/2021
https://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2021/06/20210609_notatecnica_eletrobras.pdf

Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2021. Boletim Leilão de Energia Elétrica. Análise prévia dos Leilões de Energia Existente (LEE) A-4 e A-5 de 25 de junho de 2021
https://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2021/06/IEMA_primeiroboletimleilaoenergia-jun2021.pdf

Jacobson et al, 2017. 100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World
<https://web.stanford.edu/group/efmh/jacobson/Articles/I/CountriesWWS.pdf>

Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações. Nota Técnica 31/05/2021. Situação Atual e Previsão Hidrometeorológica para a Bacia do Rio Paraná

http://www2.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/NotaTecnica_BaciaParana_2021_Maio31.pdf

Ministério de Minas e Energia, 2021. NOTA TÉCNICA Nº 8/2021/DDE/SPE. Análise das séries históricas de Energias Naturais Afluentes (ENAs) de 1931 a 2019

Observatório do Clima, 2020. Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas Implicações para as Metas de Clima do Brasil - 1970-2019
https://energiaeambiente.org.br/wp-content/uploads/2020/11/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf

Operador Nacional do Sistema (ONS), 2021. Avaliação das Condições de Atendimento Eletroenergético do Sistema Interligado Nacional - Estudo prospectivo Junho a Novembro de 2021
http://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosE-Publicacoes/oficio_13_2021_cmse_mme-1.pdf

Operador Nacional do Sistema (ONS), 2021. Boletim Diário de Operação
<http://sdro.ons.org.br/SDRO/DIARIO/index.htm>

Procel Info - Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética
<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD}>

SAE - Secretaria de Assuntos Estratégicos, 2015. Brasil 2040
[http://www.agroicone.com.br/\\$res/arquivos/pdf/160727143013_BRASIL-2040-Resumo-Executivo.pdf](http://www.agroicone.com.br/$res/arquivos/pdf/160727143013_BRASIL-2040-Resumo-Executivo.pdf)

Tribunal de Contas da União, 2009. Relatório de Auditoria.
<http://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/file-Download.jsp?fileId=8A8182A24E08D405014E0D-24568C5ED7>



Instituto de Energia e Meio Ambiente

Rua Artur de Azevedo, 1212, 9º andar,
Pinheiros, São Paulo (SP), CEP 05404-003
Telefone: +55 (11) 3476-2850

energiaeambiente.org.br
