São Paulo, 6 de novembro de 2025

CURTAILMENT

Brasil registra terceiro recorde seguido no corte de renováveis

Entre janeiro e outubro, foram descartados 20,4% de toda a geração solar e eólica que poderia ser produzida no país, mais que o triplo do ocorrido no mesmo período do ano passado. Este valor equivale a 10,1% do consumo de todo o Brasil no mês. Prejuízo acumulado somente em 2025 já chega a R$ 5,4 bilhões

Dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), monitorados e analisados pela **Volt Robotics**, indicam que, no mês de outubro, as usinas solares sofreram cortes em 37% de seu potencial de geração, com mais de 1,3 mil GWh não escoados e perdas equivalentes a R$ 192 milhões. Entre as eólicas, os cortes chegaram a 37,1%, com quase 4,6 mil GWh cortados e R$ 741 milhões em prejuízo. No total, **5,9 mil GWh** deixaram de ser gerados no mês e o prejuízo dos geradores de renováveis somou **R$ 1,1 bilhão**.

Os cortes de geração renovável registrados entre janeiro e outubro de 2025 correspondem a 20,4% da produção que poderia ser realizada. Isso significa, por exemplo, que as usinas renováveis poderiam gerar 100 unidades de energia, mas geraram somente 79,6 unidades. Esse nível de curtailment já é 283% superior (mais que o triplo) ao ocorrido em todo o ano de 2024. Os cortes de geração renovável em outubro concentraram-se no **Rio Grande do Norte (43,8%), Ceará (34,9%), e Minas Gerais (30,8%)**.

O diretor geral da Volt Robotics, Donato Filho, chama atenção para o fato de que, bem no momento em que o Brasil é o palco das discussões mundiais sobre clima, temos a triste notícia de que, pelo terceiro mês consecutivo, batemos os recordes de desperdício de energia renovável. Fizemos a nossa lição pela metade. É hora de apresentar capacidade de liderança e visão de futuro para transformar o problema do excesso de energia renovável em um diferencial competitivo", afirma Donato Filho.

Prejuízo bilionário coloca em risco a geração renovável no país

Considerando-se o valor efetivo de cada contrato das usinas solares e eólicas no ambiente regulado (exclui-se aqui o Mercado Livre), em que os impactos sofridos se dão pelo preço da energia vendida, o custo dos cortes de geração de janeiro a outubro de 2025 soma **R$ 5,4 bilhões**. De outubro de 2021, quando os dados passaram a ser disponibilizados pelo ONS, até outubro de 2025, o custo do curtailment soma **R$ 8,1 bilhões**.

Horários e dias com maior volume de cortes

O perfil horário dos cortes de geração médios se assemelha ao da geração solar, com valores mais elevados durante o dia, especialmente **entre 9h e 16h**, e valores muito reduzidos durante as madrugadas e à noite. Embora o corte médio do mês tenha sido de aproximadamente 8.000MWmédios, em algumas horas do dia são observados cortes de até 38.000MWmédios.

Em grande parte do tempo os cortes ocorreram por falta de consumo, ou seja, porque a oferta de energia era maior que a demanda, o que o ONS classifica como cortes por Razão Energética (ENE). **Em outubro, 50% da energia renovável foram cortados por Razão Energética ou excesso de energia**.

Os cortes de geração renovável também variam de acordo com a demanda do país por energia elétrica, o que está diretamente associado aos dias da semana. Para o mês de outubro de 2025, os cortes de geração renovável aos domingos somaram 9.000MWmédios. Devido a restrições elétricas no estado do Espírito Santo, os cortes com confiabilidade fizeram com que **os dias da semana com maior corte fossem as quartas e quintas-feiras, com cortes médios de 9.493MWmédios e 10.136MWmédios**.

Excesso de incentivos, evolução tecnológica e falta de regulação

Analisando-se a regulação vigente, percebe-se que um dos fatores determinantes para a situação atual do curtailment resulta de um período longo de incentivos à geração de energia renovável no Brasil, com uma série de subsídios concedidos ao longo dos anos. Além disso, a evolução tecnológica especialmente das fontes e eólica e solar, suas altas modularidades, com ganhos de escala crescentes, redução de custos, redução de preço e ampla oferta também foram determinantes para a rápida expansão.

Contudo, essa revolução energética não foi acompanhada pelas demais partes da cadeia de valor do setor de energia, tampouco pelos órgãos de planejamento, operação e regulação.

Neste documento, apresentamos a perspectiva histórica do curtailment, a sua razão de existir, os valores envolvidos, os agentes impactados (dentro e fora do setor elétrico) e soluções de curto, médio e longo prazo para essa crise que coloca em risco a transição energética brasileira.

O que é “Corte de Geração Renovável”

Os cortes de geração renovável, ou curtailment, ocorrem sempre que usinas solares e eólicas – apesar de estarem em condições para operar normalmente – são obrigadas a reduzir suas gerações de energia elétrica devido a fatores externos, tais como problemas no sistema de transmissão de energia, ou mesmo devido a imposições sistêmicas, como falta de consumo ou outras condições identificadas pelo ONS.

Um corte de geração pode ocorrer a qualquer tipo de usina. Por exemplo, para as usinas termoelétricas, sempre houve a previsão de recebimentos de encargos por *constrained-off*, quando a usina não pode gerar por imposições sistêmicas, apesar de estar disponível.

Os cortes de geração renovável existem porque o sistema de geração cresceu ampliando de forma muito acelerada a oferta de energia renovável, sobretudo solar. Há uma oferta relevante de energia no período da manhã, que acaba não sendo alocada no sistema por falta de sistemas de transmissão (rede elétrica) ou por falta de consumo. As usinas que sofrem o curtailment têm sido proibidas de gerar energia durante o dia, sobretudo durante as manhãs, quando a geração solar é intensa, tal como ilustrado na Figura 1:

- **Disponibilidade**: a linha cheia alaranjada indica a capacidade total disponível das usinas eólicas e solares para produzirem energia. O valor um pouco maior durante o dia é porque algumas usinas solares se desconectam da rede (se tornam indisponíveis) durante a noite.
- **Geração de Referência**: a linha tracejada verde é a energia que as usinas poderiam gerar com os recursos de sol e de vento disponíveis.
- **Geração Limitada**: a linha tracejada alaranjada é a máxima geração permitida pelo ONS, com valores iguais aos da disponibilidade a partir das 18h, e valores sempre inferiores à disponibilidade durante o dia, com valores reduzido entre as 7h e as 17h, com o mínimo valor às 11h.
- **Geração Real**: a linha cheia verde é a energia efetivamente produzida, sempre inferior à Geração de Referência (a energia que poderia ser produzida com os recursos disponíveis) e à Geração Limitada (máxima geração permitida pelo ONS).
- **Corte**: a área cinza é o corte de geração, correspondente basicamente à diferença entre a Geração de Referência (o que poderia ser gerado) e a Geração Real (o que foi gerado, respeitando as ordens de limitação de geração do ONS).

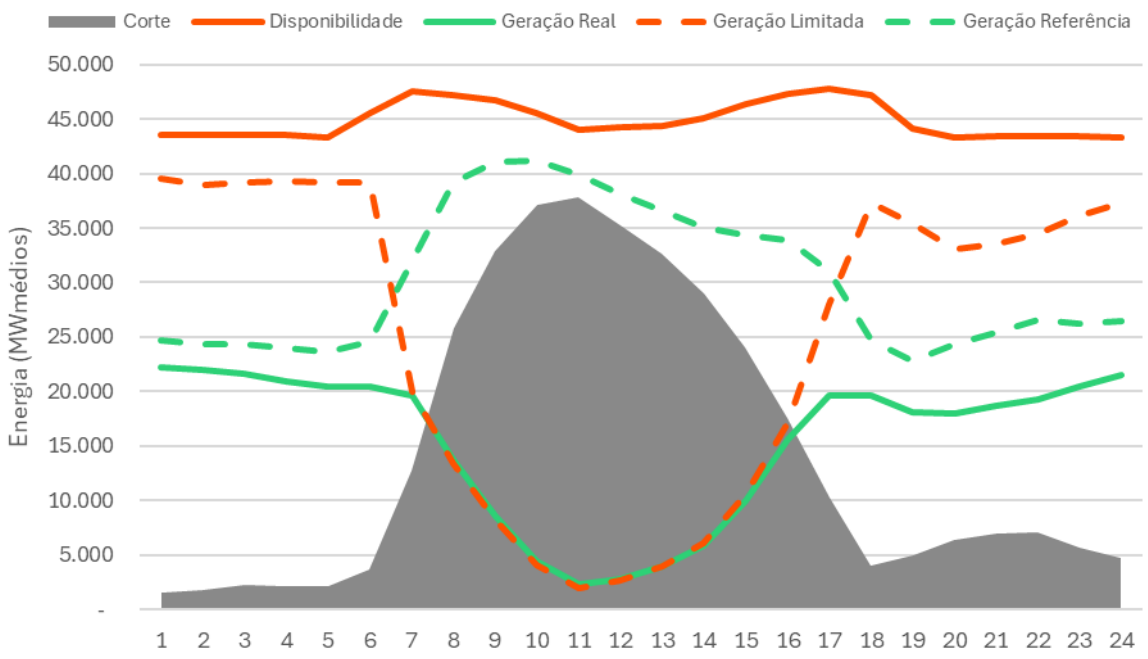

Figura 1 – Exemplo de corte diário (dia 5 de outubro de 2025).

O corte de geração (área cinza) é, basicamente, a diferença entre a Geração de Referência (o que poderia ser gerado com os recursos de vento e sol disponíveis) e a Geração Real (o que foi efetivamente gerado, respeitando as ordens de limitação de geração do ONS). Neste dia, os cortes foram de aproximadamente 14.500 MWmédios.

Para cada dia de outubro, este padrão de cortes de repete, totalizando 7.977 MWmédios de energia renovável cortados, como mostra a Figura 2. Para se ter uma ideia do que isso representa, em outubro, a geração da parte brasileira da usina hidroelétrica de Itaipu, a maior usina hidroelétrica do país, somou 4.587MWmédios. Ou seja, os cortes de geração renovável foram 74% maiores do que a geração da maior usina hidroelétrica brasileira no período analisado. A situação é física e economicamente insustentável.

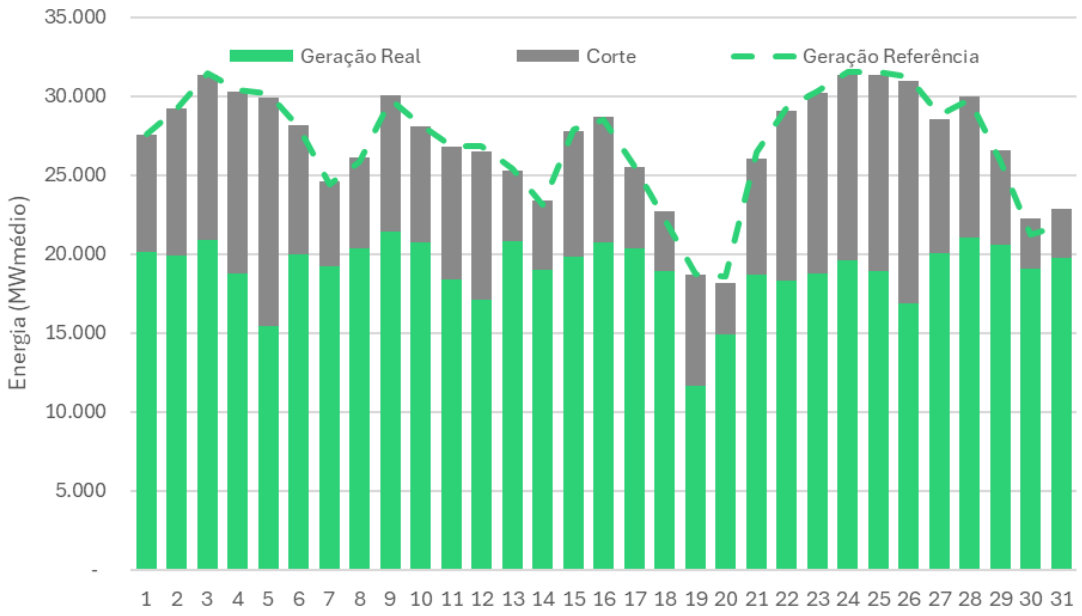

Figura 2 – Geração real e corte de geração renovável para dia do mês de outubro de 2025.

O corte de geração (área cinza), corresponde basicamente à diferença entre a Geração de Referência (o que poderia ser gerado com os recursos de vento e sol disponíveis) e a Geração Real (o que foi efetivamente gerado, respeitando as ordens de limitação de geração do ONS). No mês, os cortes foram de 7.997 MWmédios, enquanto a geração da parte brasileira da usina hidroelétrica de Itaipu somou 4.587MWmédios.

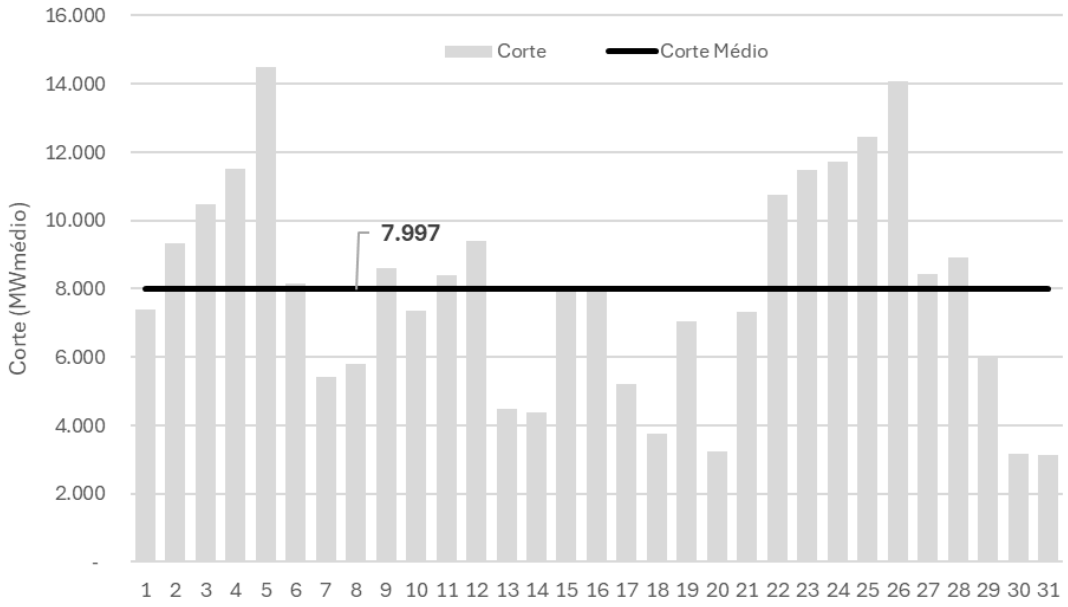

Figura 3 – Corte médio de energia renovável ao longo do mês de outubro de 2025.

No mês de outubro os cortes de geração renovável somaram 7.997 MWmédios, com destaque para o dia 5 de outubro, em que os cortes superaram 14.500 MWmédios.

Dos cortes totais, 7.997MWmédios, 6.287MWmédios (78,6%) correspondem a usinas eólicas e 1.710MWmédios (21,4%) a usinas solares, tal como ilustrado na Figura 4.

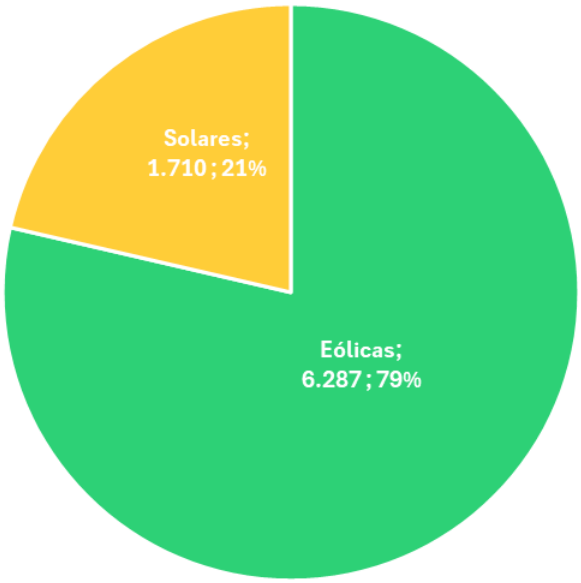

Figura 4 – Participação das fontes solar e eólica nos cortes de geração renovável em outubro de 2025.

No mês de outubro os cortes de geração renovável somaram 7.997MWmédios, com 6.287MWmédios de usinas eólicas, ou 78,6% do total, e 1.710MWmédios de usinas solares, ou 21,4% do total.

A Dimensão dos Cortes de Geração Renovável

Tecnicamente, de acordo com a regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), os cortes são classificados em três modalidades:

- **Cortes de Razão Energética (ENE)**: causados pelo excesso de geração, quando há mais oferta do que consumo.
- **Cortes de Razão Elétrica (REL)**: causados pela indisponibilidade de linhas de transmissão devido a manutenções ou falhas.
- **Corte de Razão Confiabilidade (CNF)**: causados porque a rede elétrica, apesar de disponível, pode se comportar de forma indesejável caso toda a geração renovável seja escoada, elevando as chances de uma falha ("apagão").

Assim, cada uma das barras cinzas da Figura 2 pode ser desdobrada em três barras, indicando a razão do corte. Para obter uma visão histórica dos cortes de geração renovável, a Figura 5 apresenta os valores mensais desde outubro de 2021. Percebe-se o notório incremento dos cortes em 2025, **com o recorde de curtailment em outubro**. Além disso, em outubro observa-se um empate entre os cortes por confiabilidade (barras alaranjadas) e os cortes energéticos (barras roxas), com um comportamento extraordinário dos cortes elétricos (barra verde) em fevereiro de 2025, com cortes provocados pela queda de um linhão de transmissão que traz energia da usina hidroelétrica de Belo Monte.

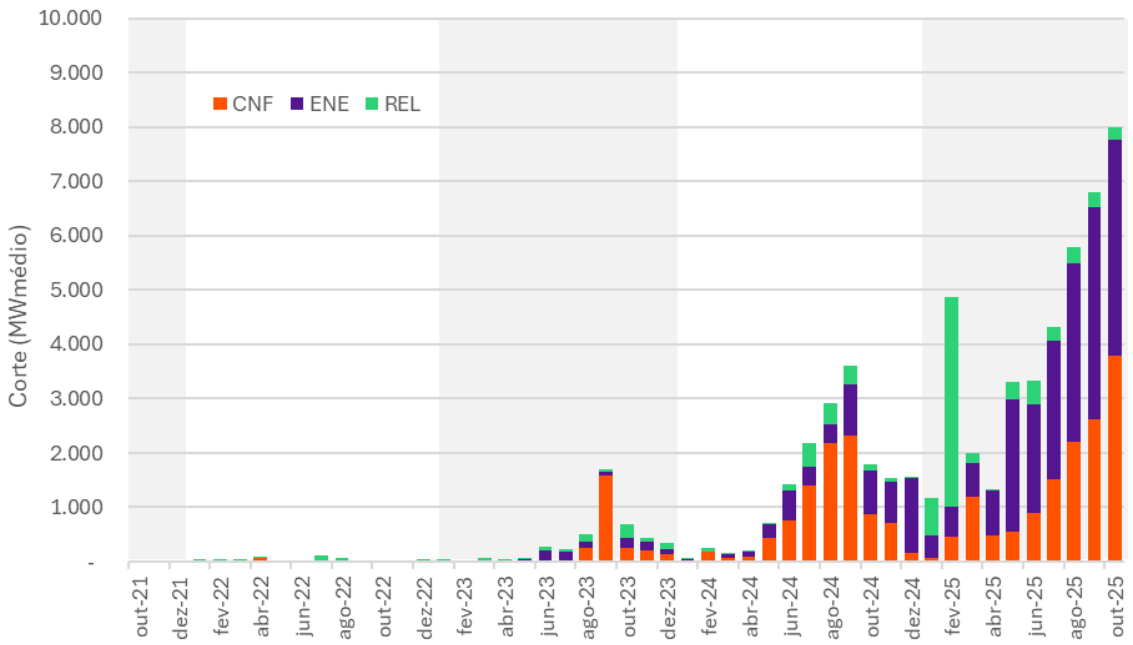

Figura 5 – Perspectiva histórica dos cortes de geração renovável.

O corte de outubro (7.997MWmédios) marca o recorde histórico, com relativo empate entre os cortes por confiabilidade e razão energética. Em fevereiro, houve corte de razão elétrica devido à queda de uma grande linha de transmissão. Nos demais meses de 2025 predominam os cortes energéticos.

O crescimento anual dos cortes pode ainda ser observado na Figura 6, em que são apresentados os cortes de janeiro a outubro (inclusive) de cada ano:

- Em 2022, os cortes de janeiro a outubro somaram 47 MWm;
- Em 2023, 359 MWm, um crescimento de 665% em relação ao ano anterior;
- Em 2024, 1.335 MWm, um crescimento de 271% em relação ao ano anterior;
- Em 2025, 5.115 MWm, um crescimento de 283% em relação ao ano anterior.

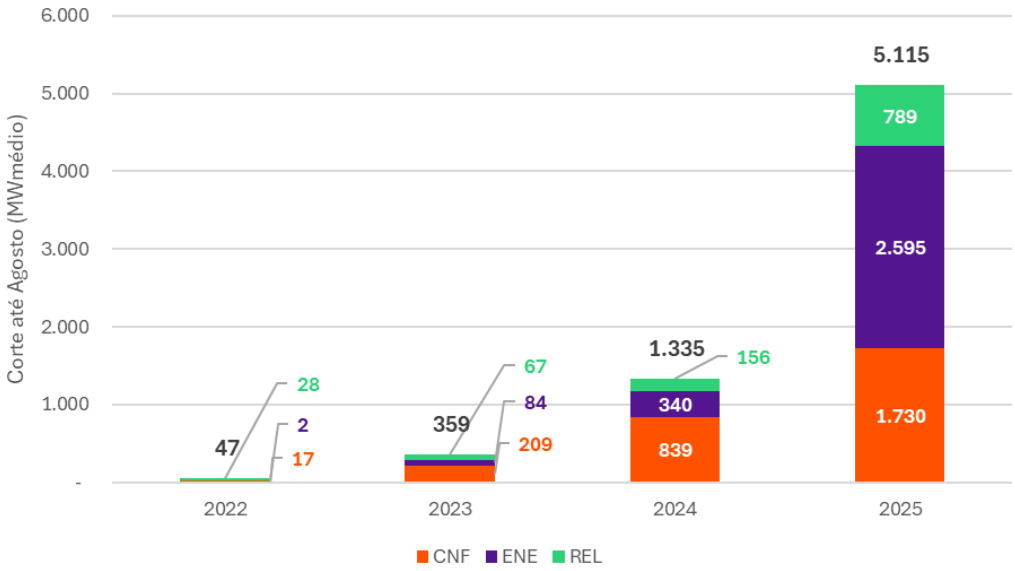

Figura 6 – Cortes acumulados de janeiro a outubro (inclusive) de cada ano.

Os cortes de geração renovável têm crescido de forma exponencial ao longo dos anos, assumindo proporções insustentáveis e, até o momento, sem perspectiva de reversão.

Em termos percentuais, os cortes de geração renovável correspondem em 2025 a 20,4% da geração que poderia ser realizada. Isso significa que as usinas renováveis poderiam gerar 100 unidades de energia, mas geraram somente 79,6 unidades.

O corte de geração renovável varia significativamente entre as diferentes usinas. No mês de outubro, há usinas com cortes de geração renovável de até 237MWmédio (veja a Figura 7), equivalente a 55% da geração da usina. Enquanto isso, no mesmo mês, há conjuntos com cortes praticamente nulos (Figura 8).

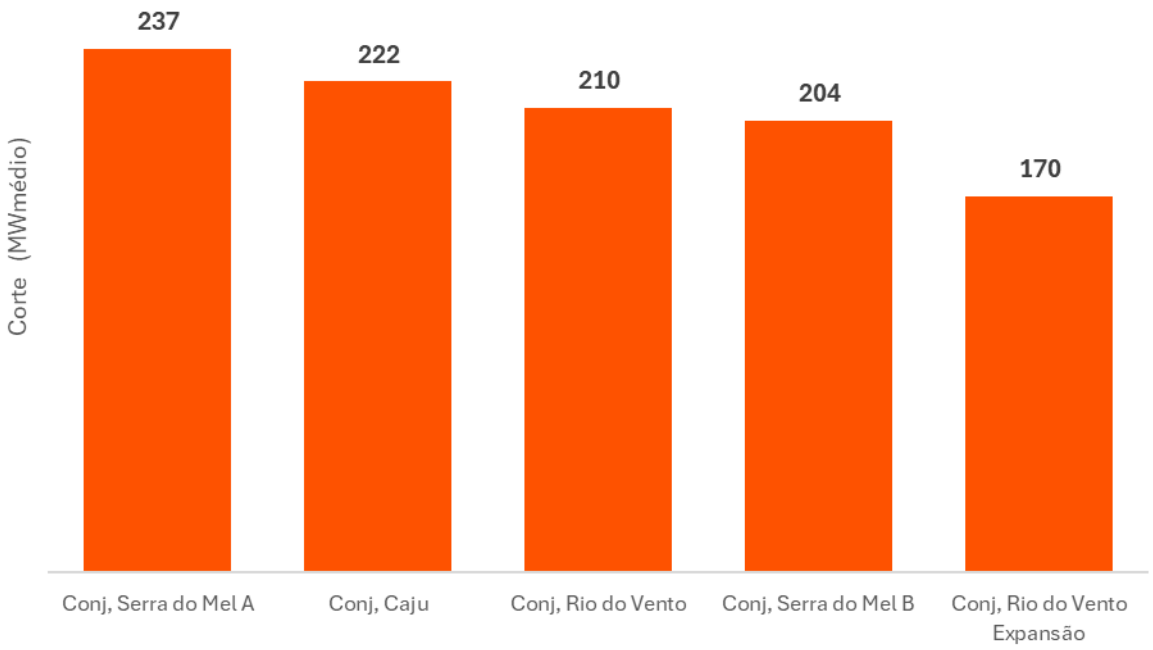

Figura 7 – Cortes de geração renovável dos conjuntos de usinas mais impactados em outubro de 2025.

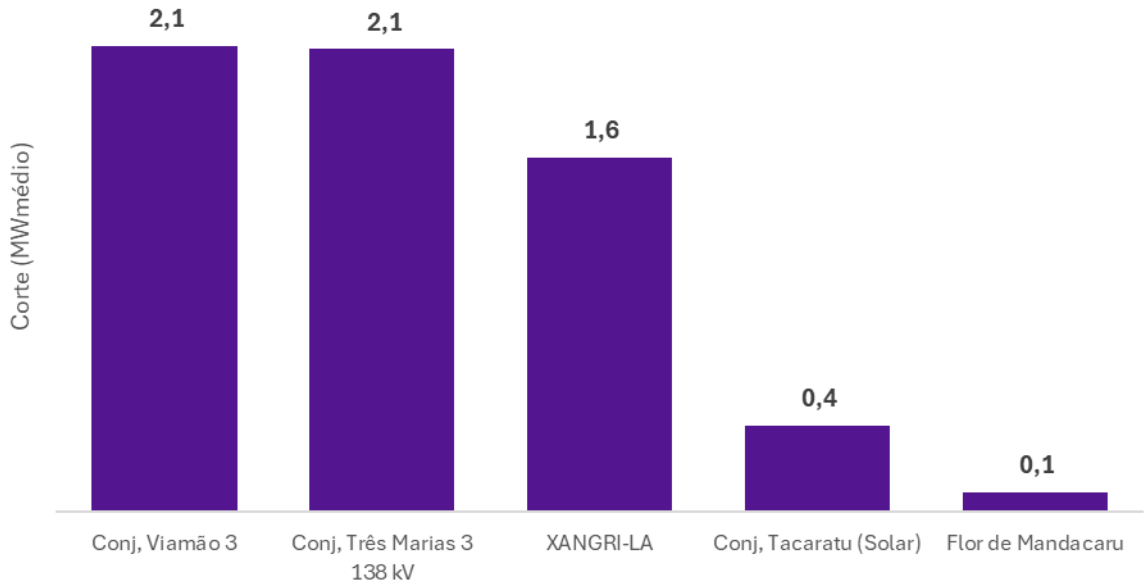

Figura 8 – Cortes de geração renovável dos conjuntos de usinas menos impactados em outubro de 2025.

Essas distorções nos impactos também aparecem nas comparações entre os estados. Como pode ser observado na Figura 9, os cortes de geração renovável de outubro se concentraram em Rio Grande do Norte, Ceará e Minas Gerais.

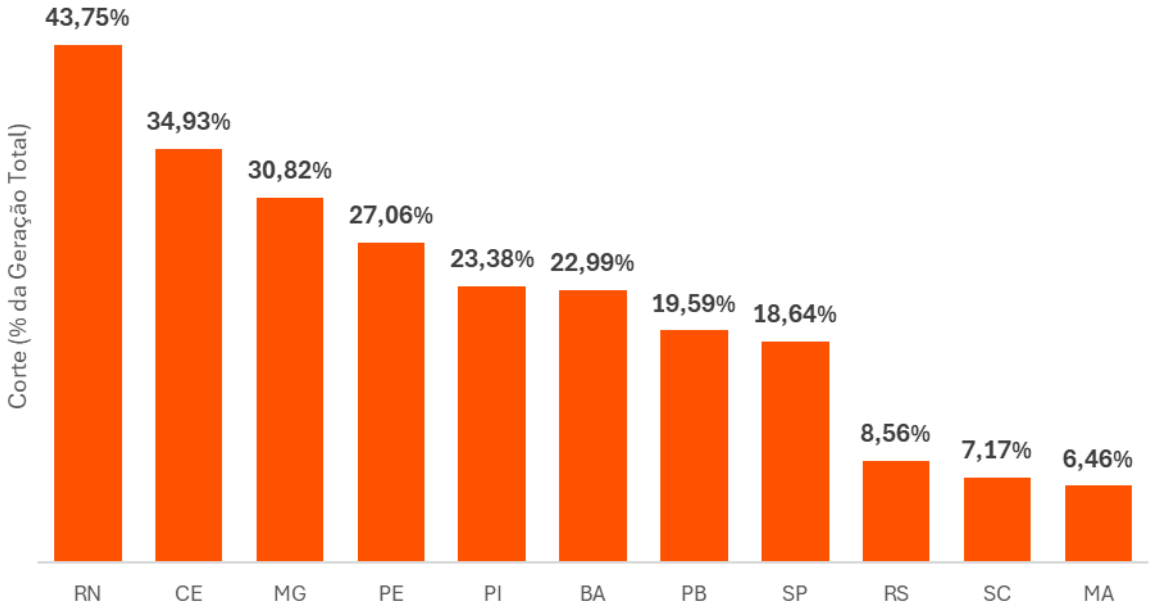

Figura 9 – Cortes de geração renovável por estado.

Alguns Detalhes sobre os Cortes de Geração Renovável

Conforme pode ser observado na Figura 10, em que são apresentados os cortes de geração médios por hora para o mês de outubro de 2025, há um perfil horário dos cortes muito semelhante ao da geração solar, com valores mais elevados durante o dia e valores muito reduzidos durante as madrugadas e as noites.

Embora o corte médio do mês tenha sido de 7.997MWmédios, em algumas horas do dia são observados cortes superiores a 20.000MWmédios.

Ademais, observa-se também uma predominância de barras roxas pelas manhãs e no início das tardes, indicando uma maior participação dos cortes por falta de consumo, de razão energética (ENE). De fato, a Figura 11 mostra que 50% da energia renovável cortada ocorreu devido à Razão Energética em outubro de 2025.

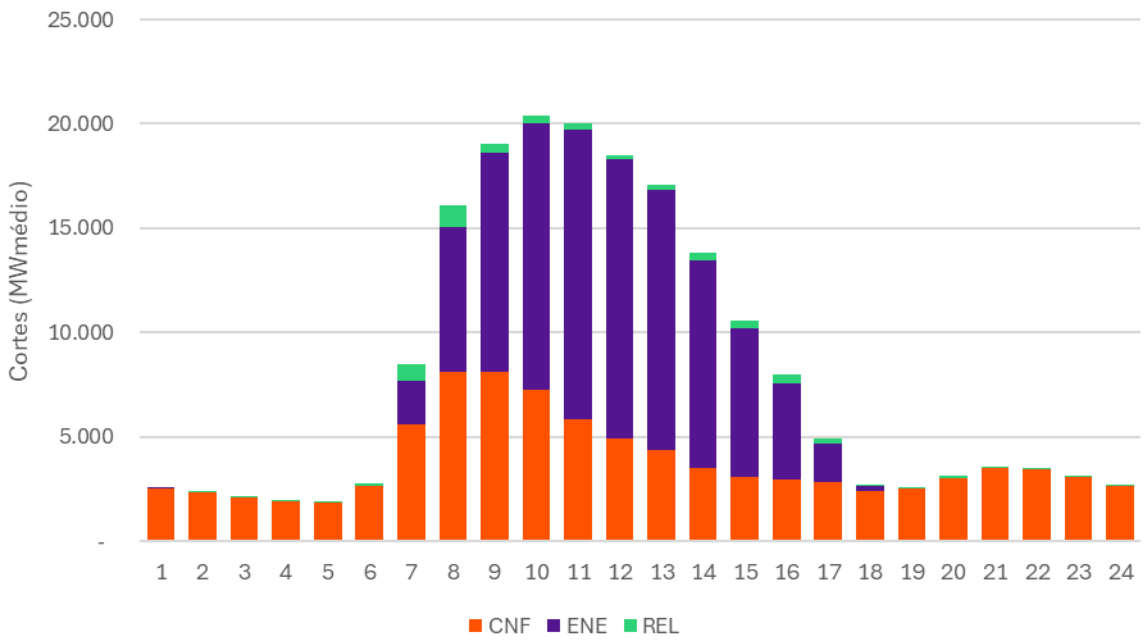

Figura 10 – Corte de geração renovável horário médio no mês de outubro de 2025.

Embora os cortes médios do mês de outubro sejam de 7.997MWmédios, ao observar os corte horários observam-se valores de até 20.000MWmédios às 10horas.

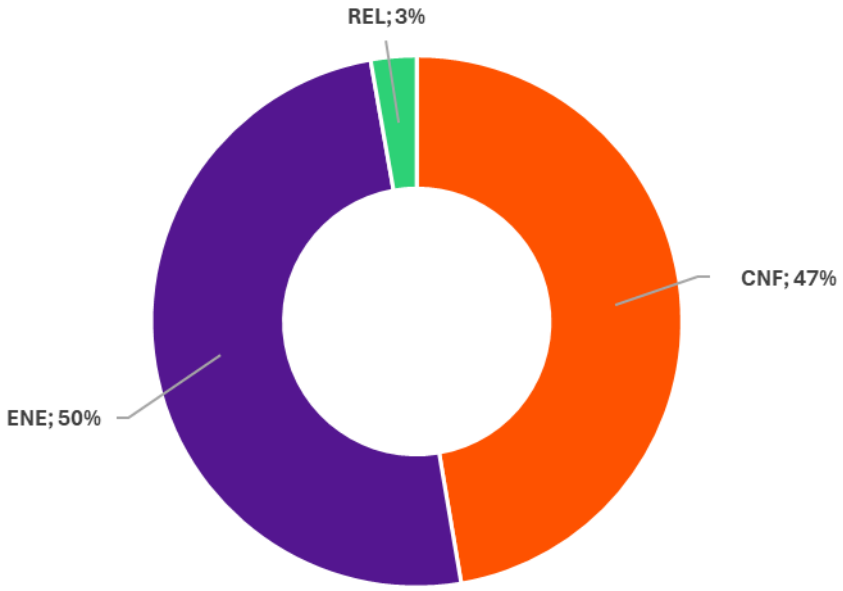

Figura 11 – Tipos de corte de geração renovável no mês de outubro de 2025.

Em outubro de 2025, de acordo com a classificação realizada pelo ONS, os cortes de geração renovável ocorreram predominantes devido à Razão Energética (50%), seguida da Razão Confiabilidade (47%) e Razão Elétrica (3%).

Os cortes de geração renovável também possuem comportamentos específicos por dia da semana, tal como pode ser observado na Figura 12. Para o mês de outubro de 2025, os cortes de geração renovável aos domingos somaram 9.004MWmédios, sobretudo devido à razão energética (ENE). Às quartas e quintas-feiras se observam cortes elevados devido à razão confiabilidade (CNF).

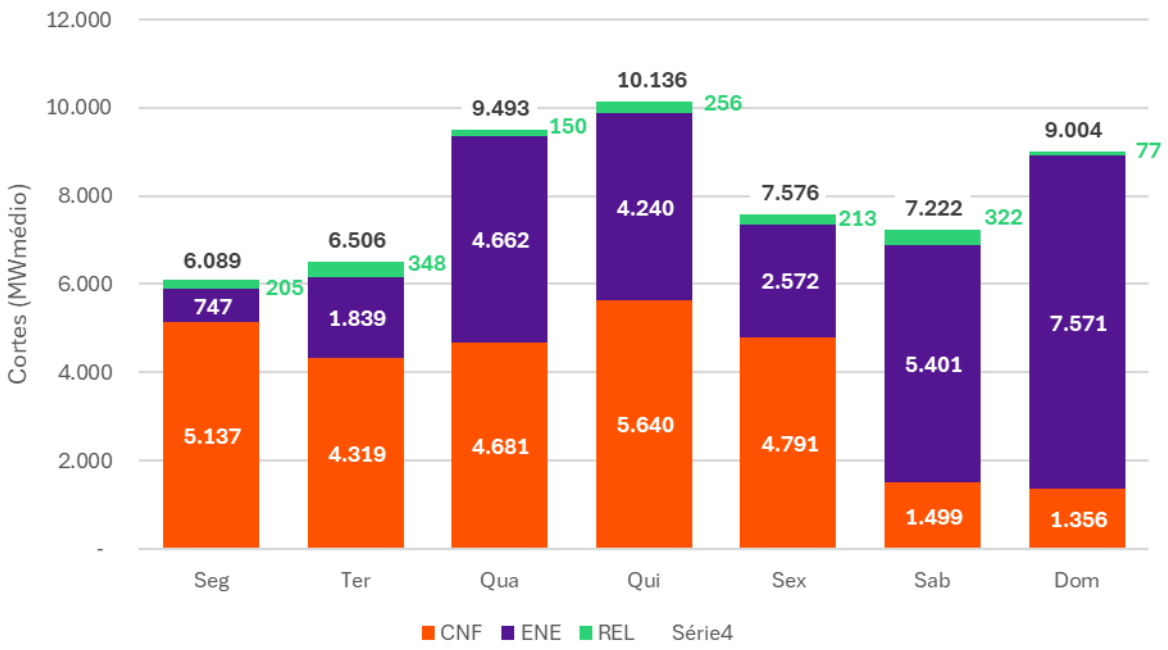

Figura 12 – Cortes de geração renovável por dia da semana do mês de outubro de 2025.

Nos domingos de outubro o corte de geração renovável médio foi de 9.004MWmédios, com domínio da razão energética. Às quartas e quintas feiras houve o predomínio de cortes devido a restrições de transmissão (confiabilidade).

O Valor dos Cortes de Geração Renovável

As usinas que tiveram suas produções cortadas experimentaram reduções de receita ou elevações de custo. As reduções de receita ocorrem para os contratos que as usinas recebem pelo que produzem, tais como os contratos regulados do PROINFA[1], dos Leilões de Reserva ou dos Leilões por Disponibilidade. As elevações de custo ocorrem para as usinas que garantem a entrega da energia e compram a energia correspondente aos cortes no mercado, tais como a maioria dos contratos no Mercado Livre, autoprodutores ou mesmo os Leilões por Quantidade.

Uma estimativa conservadora da escalada de custos pode ser observada na Figura 13, com os cortes de geração valorados a PLD[2]. Constata-se que de janeiro a outubro de 2025, o custo dos cortes de geração chega a R$3,73 bilhões, representando um crescimento de 217% em relação aos R$ 1.174 milhões observados no mesmo período de 2024.

Esta estimativa é conservadora, pois não considera o valor efetivo de cada contrato do ambiente regulado, em que os impactos sofridos pelas usinas se dão pelo preço da energia vendida. Se esses contratos são considerados de forma detalhada, o custo dos cortes de geração de janeiro a outubro de 2025 soma R$ 5,4 bilhões.

[1] Programa de Incentivo às Fontes de Energia Elétrica, criado pelo governo em 2002 (Lei 10.438/2002).
[2] PLD: preço de liquidação das diferenças, calculado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), disponíveis em www.ccee.org.br.

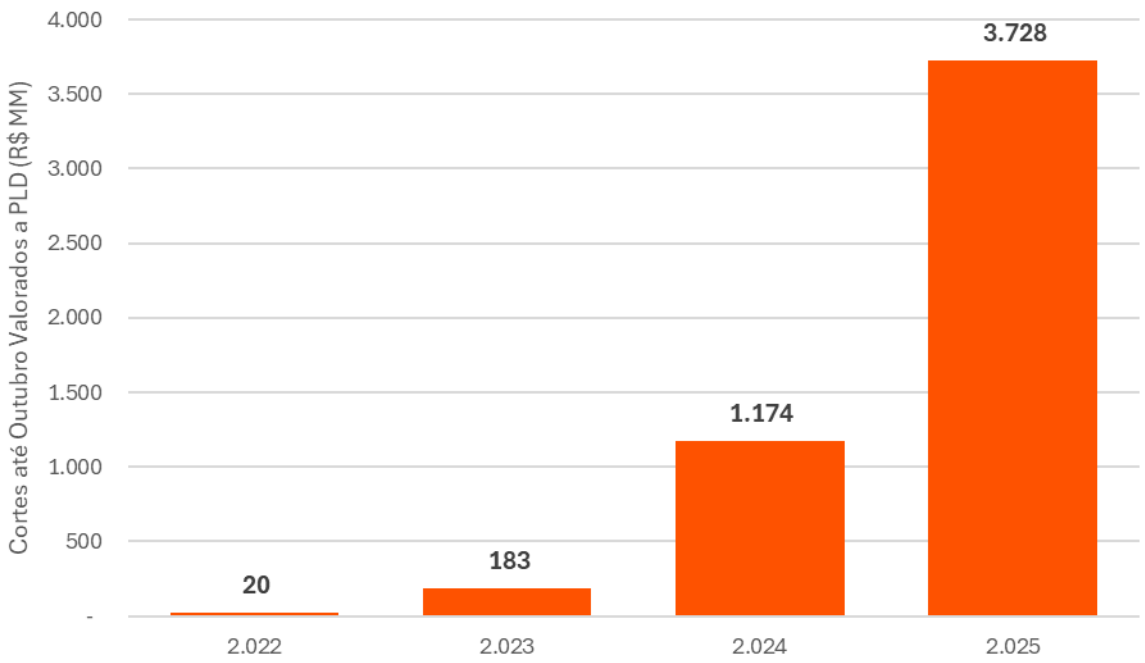

Figura 13 – Custos dos cortes de geração de janeiro a outubro (inclusive) de cada ano.

De janeiro a outubro de 2025, o custo dos cortes de geração valorados a PLD soma R$3,7bilhões, representando um crescimento de 217% em relação aos R$ 1.174 milhões observados no mesmo período de 2024.

Em todo o horizonte, de outubro de 2021 (quando os dados passaram a ser disponibilizados pelo ONS) até outubro de 2025, o custo dos cortes de geração calculado de forma detalhada soma R$ 8,1 bilhões. É, portanto, uma situação crítica e insustentável que coloca em risco todo o segmento de geração renovável do Brasil.

O porquê dos Cortes de Geração Renovável existirem

Os cortes de geração renovável existem porque o sistema de geração cresceu ampliando de forma muito acelerada a oferta de energia renovável, sobretudo solar. Há uma oferta relevante de energia nos períodos das manhãs, que acaba não sendo possível de ser aproveitada por falta de sistemas de transmissão (rede elétrica) ou por falta de consumo.

A situação atual resulta de um período longo de incentivos à geração de energia renovável no Brasil. Conforme pode ser observado na Figura 14, os incentivos começaram com descontos na tarifa de uso da rede ("Desconto no Fio"), passaram por programas específicos de incentivo como o PROINFA, e ainda tiverem incentivos ao investimento (REIDI[3], com redução no pagamento de impostos sobre o investimento) e reduções nos custos de financiamento (Projetos Prioritários[4], com isenções fiscais).

Para a geração distribuída, a ANEE aprovou o regime de *Net Metering* em 2012, aumentando os incentivos e turbinando-o em 2015. A Lei 14.300/2022 estendeu o benefício do REIDI para

[3] REIDI: Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura.

[4] Projetos prioritários são aqueles considerados de importância estratégica para as áreas de infraestrutura ou de produção econômica intensiva em pesquisa, desenvolvimento e inovação. Esses projetos devem atender aos critérios e condições estabelecidos no Decreto nº 11.964, de 2024 e são elegíveis para a emissão de valores mobiliários com benefícios fiscais junto à Comissão de Valores Mobiliários – CVM.

as usinas descentralizadas e. ainda em 2025, as usinas do PROINFA ganharam o direito de extensão de seus contratos.

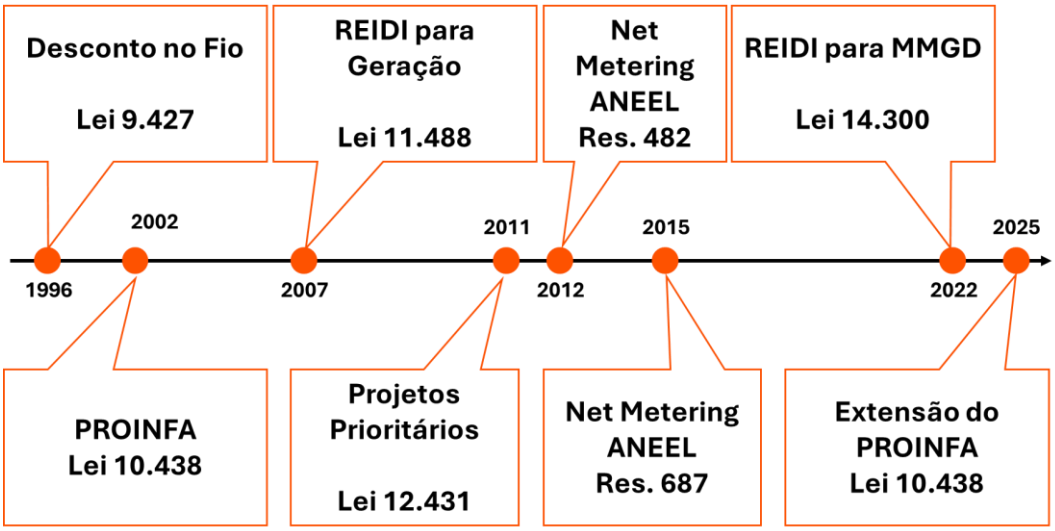

Figura 14 – Incentivos às usinas renováveis ao longo do tempo.

Uma série de leis e resoluções da ANEEL incentivaram a energia renovável ao longo das últimas décadas.

Com tantos benefícios para usinas renováveis, era esperado que as pequenas centrais hidroelétricas, as usinas a biomassa, as eólicas e as solares se expandissem exponencialmente. Ocorre que somente as eólicas e as solares tiveram uma expansão exponencial, tal como pode ser observado na Figura 15 e na Figura 16.

Conclui-se que somente os benefícios apresentados não foram responsáveis por toda a expansão das usinas solares e eólicas, uma vez que esses benefícios também eram aplicáveis às outras fontes. A maior utilização das forças dos ventos e da irradiação do sol decorreu sobretudo da evolução tecnológica dessas fontes e de suas altas modularidades, com ganhos de escala crescentes, redução de custos, redução de preço e ampla oferta.

A oferta de energia renovável pelas fontes solares e eólica pode ser caracterizada como uma revolução energética, com destaque para a velocidade mais acelerada das usinas solares e do alcance às casas das pessoas e aos pequenos estabelecimentos, com geração local.

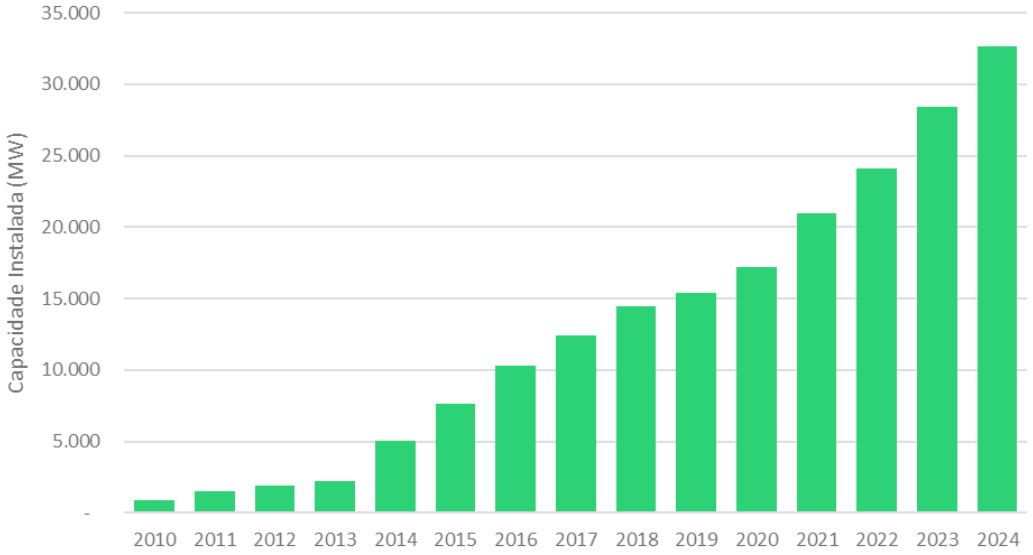

Figura 15 – Expansão da capacidade instalada em usinas eólicas.

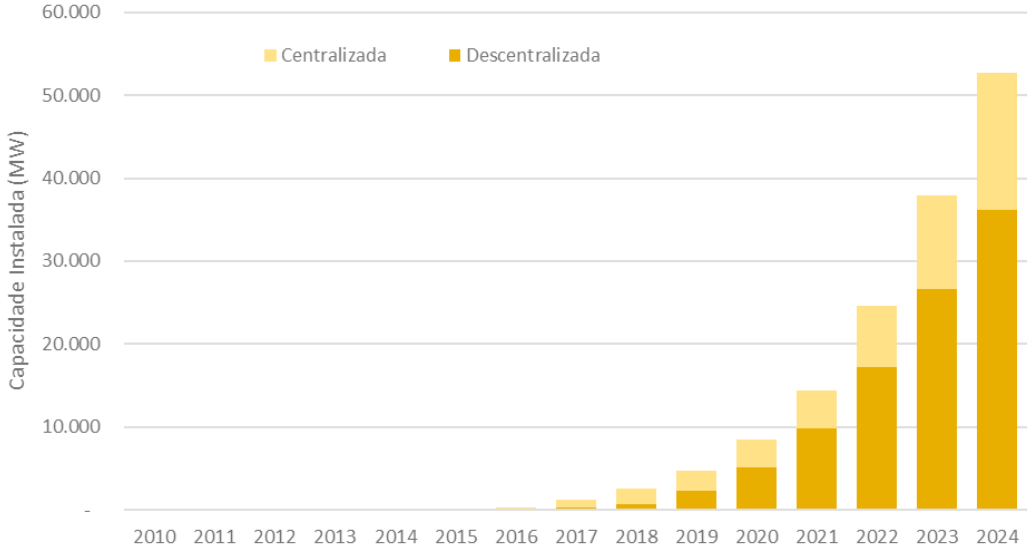

Figura 16 – Expansão da capacidade instalada em usinas solares.

Toda esta revolução energética não foi acompanhada pelas demais partes da cadeia de valor do setor de energia, tampouco pelos órgãos de planejamento, operação e regulação. Por anos, continuamos a acreditar em planos decenais que não se realizam e a operar o sistema como há 15 ou 20 anos, com uma regulação econômica e tarifária que conseguiu enxergar as necessidades sistêmicas há muito pouco tempo.

De forma objetiva, o sistema atual tem muita oferta pela manhã, graças ao sol, e muita demanda no fim do dia, pois o consumo cresceu. Pela manhã, sobra energia; ao fim da tarde, falta energia. São duas maldições diárias que nos levaram à insustentável situação atual: outubro foi o mês recorde em termos de corte de geração renovável, mas ao mesmo tempo em que cortamos mais de 7.997MWmédios, houve Bandeira Tarifária Vermelha

Patamar 2, indicando a necessidade de alto despacho de termoelétricas em prol da segurança de abastecimento.

Como explicar: proíbem-se usinas renováveis de custo variável nulo de gerar energia e despacham-se, ao mesmo tempo, usinas termoelétricas? As termoelétricas não deveriam ser chamadas após as usinas mais baratas, e não para substituí-las?

O que falta no sistema elétrico brasileiro é flexibilidade, tanto para o consumo quanto para a geração:

- Pela manhã, precisamos reduzir a oferta de energia e elevar o consumo.
- Nos fins de tarde, precisamos aumentar a oferta de energia e reduzir o consumo.

Sem flexibilidade, navegar diariamente entre o excesso energético das manhãs e a escassez vespertina pode levar a um colapso, conhecimento popularmente como "apagão", ou *blecaute*.

Como resolver esta equação que à primeira vista parece impossível? Esta equação somente se resolve com uma mobilização setorial intensa em prol da cooperação entre os agentes. Todos podem fazer parte da solução. Vamos ver como!

Soluções para os Cortes de Geração Renovável

Toda vez que se inicia uma conversa sobre soluções para os cortes de geração renovável, listam-se grandes obras ou soluções que somente podem ter algum efeito em 2029, 2030 ou mesmo depois desses prazos.

O que se espera de todas as lideranças é um senso de urgência semelhante aos das crises de 2014, 2015 e 2021, para não mencionar 2001. Quando houve secas severas e grandes chances de racionamento de energia, houve ampla mobilização para elevar a oferta de energia a qualquer custo.

E agora, com o Brasil colocando em risco o seu futuro de celeiro mundial de energia renovável, não deveria haver senso de urgência semelhante? Não deveríamos, a exemplo das grandes secas, termos uma medida provisória com ações emergenciais para a redução dos cortes e a mitigação de seus efeitos?

É neste sentido que gostaríamos de apresentar oito medidas emergenciais para conter os efeitos e os custos dos cortes de geração renovável, envolvendo toda a cadeia de valor do Setor Elétrico.

Medida 1: Aceleração de Obras de Transmissão

Há várias obras de transmissão já licitadas que ampliam a capacidade de transmissão dos estados da região nordeste para a região sudeste, tal como ilustrado na Figura 17 e na Figura 18. Essas obras, quando em operação, trarão segurança à rede de transmissão, reduzindo substancialmente os cortes por confiabilidade (barras laranjas da Figura 5).

Como essas obras ajudam a reduzir os cortes de geração renovável, essas obras poderiam ser aceleradas por meio de incentivos, tais como: acesso a crédito com taxas reduzidas, desde que antecipadas em pelo menos 18 meses; acesso a um prêmio constituído por empresas de geração de energia renovável que se beneficiarão das obras; aceleração de trâmites regulatórios e legais (meio ambiente, REIDI, Projeto Prioritário, importação prioritária de equipamentos etc.), ou outros incentivos que podem ser estabelecidos.

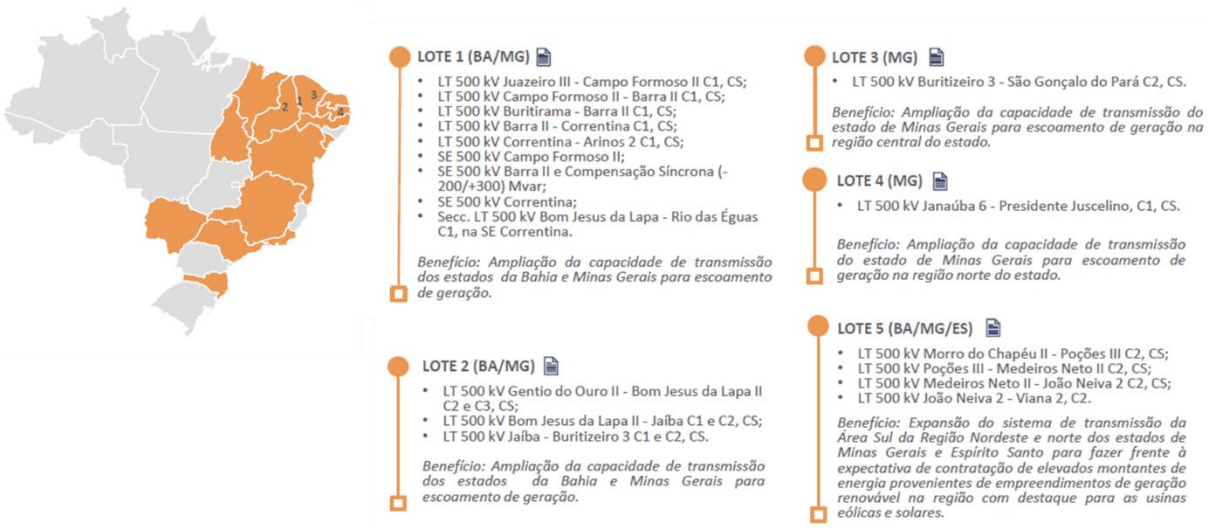

Figura 17 – Obras de transmissão licitadas – Leilão de 2023.

Figura 18 – Obras de transmissão licitadas – Leilão de 2024.

Medida 2: Leilões de Corte de Geração Renovável

Grande partes dos cortes de geração renovável, os cortes energéticos (veja a Figura 11), refletem uma sobra de energia durante as manhãs.

Nesse período, os consumidores poderiam ser incentivados a elevar seus consumos, além do que consomem regularmente, a partir de ofertas a preços de energia mais baixos, realizadas pelos geradores de energia renovável.

Seria um leilão diário de cortes de geração, ilustrado na Figura 19, em que eventualmente os geradores até poderiam pagar para os consumidores elevarem seus consumos e, ainda assim, os geradores teriam um custo inferior ao custo do corte.

Trata-se de uma solução ganha – ganha entre consumidores e geradores de energia renovável.

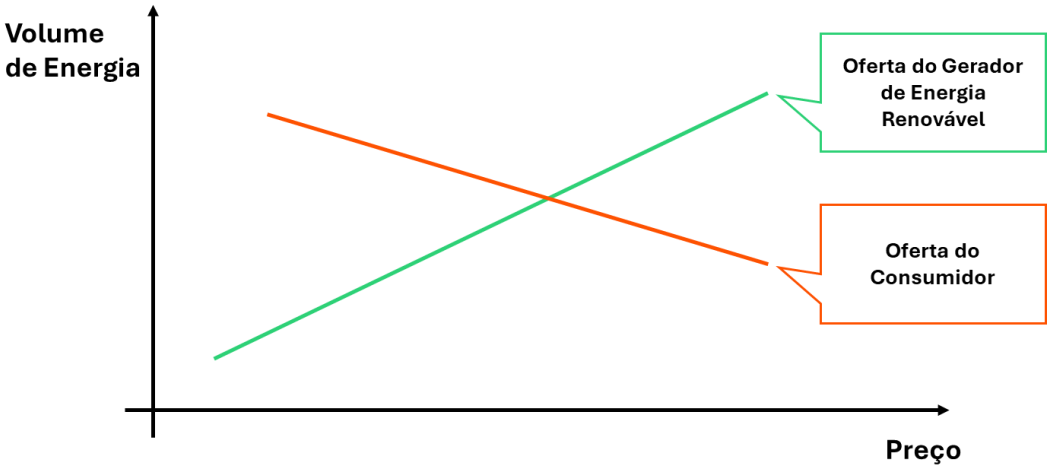

Figura 19 - Mecanismo de Leilão em que os geradores ofertam energia a preço mais baixo para evitar corte.

Medida 3: Ressarcimento dos Cortes de Geração Renovável

Há um volume significativo de recursos que os geradores de energia renovável devem pagar a título de ressarcimento de contratos regulados de energia de reserva e de contratos regulados na modalidade por disponibilidade.

Um terço dos valores, aproximadamente, referem-se a pagamentos devido à não geração devido aos cortes. Esta parcela, obviamente, não deve ser cobrados desses geradores. Afinal, foram contratados para elevar a segurança sistêmica e para estarem disponíveis; se recebem ordens para não gerar, por razões sistêmicas, não devem se responsabilizar pelos custos dessas gerações reduzidas.

Outro um terços dos valores, devem ser utilizados para ressarcir o custo dos cortes dos geradores que estão no mercado livre e que venderam contratos regulador na modalidade por quantidade. Seria uma forma de mitigar os efeitos dos cortes pretéritos e dar fôlego para as soluções estruturantes sobre curtailment.

O um terço final dos valores deve ser destinado à modicidade tarifária, tal como previsto nos contratos regulados.

Trata-se de uma solução que tem sido estruturada pelo Ministério de Minas e Energia e que deve ser aprovada, por meio de Portaria, com a maior brevidade possível.

Medida 4: Aceleração da Implantação das Tarifas Inteligentes

Uma forma de reduzir os cortes de geração renovável é fomentar o consumo de energia durante as manhãs, quando há excesso de geração.

Com a implantação de medidores inteligentes, as distribuidoras começam a testar essas tarifas em programas especiais definidos pela ANEEL por meio de sandboxes tarifários (www.sandboxestarifarios.com.br). É uma ótima iniciativa!

A Volt desenvolveu as tarifas inteligentes da COPEL, com valores que variam de acordo com a hora do dia e o dia da semana (Figura 20). Atualmente a tarifa está em fase de implantação em uma amostra de consumidores (https://www2.aneel.gov.br/cedoc/dsp20252253ti.pdf).

O que se propõe é a aceleração da instalação de sistemas de medição inteligente, com incentivos para as distribuidoras, e a massificação da oferta de tarifas inteligentes, com benefícios concretos para os consumidores que reduzirem o consumo no fim da tarde e elevarem o consumo durante as manhãs.

O processo de modernização dos medidores e das tarifas está em curso. O que se propõe é a aceleração deste processo por meio de incentivos concretos e benefícios para todos os envolvidos.

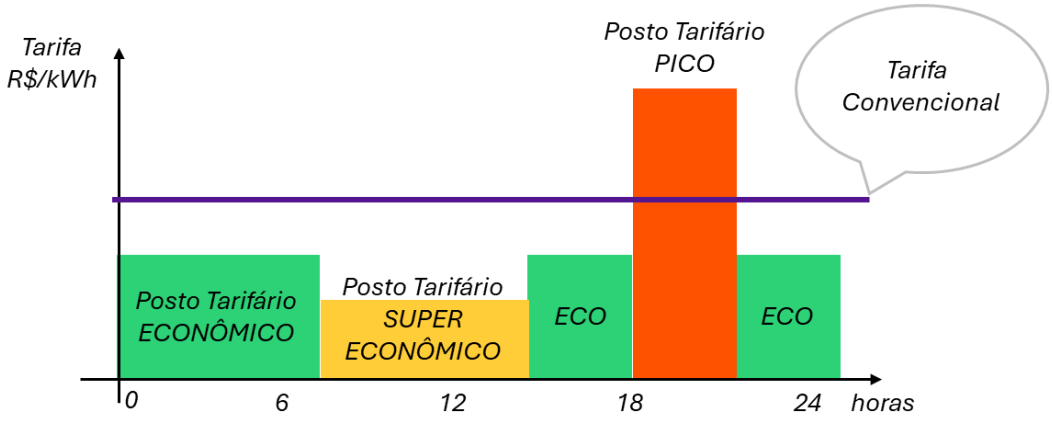

Figura 20 - Exemplo de tarifa inteligente para incentivar o consumo quando há cortes de geração renovável.

Medida 5: Flexibilização da Geração Hidroelétrica

A Volt realizou um estudo em que calculou a geração das demais usinas quando há cortes de geração renovável. A conclusão: quando há cortes de geração renovável, 50% da geração que ocorre é de usinas hidroelétricas, 30% de MMGD e 20% de geração termoelétrica.

Logo, se essas fontes puderem ser mais flexíveis, elas podem reduzir a geração no horário dos cortes e, assim, elevar a carga de energia a seguir atendida pelas usinas renováveis, reduzindo os cortes de geração renovável.

Para as usinas hidroelétricas, uma proposta simples, muito pouco intrusiva e potencialmente muito eficaz é o incentivo para a geração nos horários de pico, de preço alto, e para a redução da geração nos horários de preço baixo, e corte alto.

Mensalmente, cada usina hidroelétrica possui um volume de energia alocada que corresponde à sua Garantia Física multiplicada pelo Fator de Escala da Geração (*GSF – Generator Scaling Factor*), tal como ilustrado na Figura 21.

Posteriormente, a energia alocada mensal é distribuída entre as horas do mês de acordo com o perfil de geração de todas as usinas hidroelétricas. Assim, há praticamente nenhum

incentivo para as usinas buscarem serem flexíveis, pois suas receitas sempre dependerão das demais.

A proposta é alterar este estágio do processo, distribuindo a energia alocada mensal de acordo com o perfil de geração de cada usina, incentivando-a a gerar mais energia nos horários mais caros, de pico, e a gerar menos energia nos horários mais baratos, durante as manhãs, em que há corte de geração renovável (veja a Figura 1).

Com menos geração hidroelétrica durante as manhãs, há mais espaço para as usinas renováveis atenderem ao consumo, reduzindo os cortes.

Regulatoriamente, esta proposta precisa apenas da alteração de uma resolução da ANEEL e de uma atualização simples em uma Regra de Comercialização da CCEE.

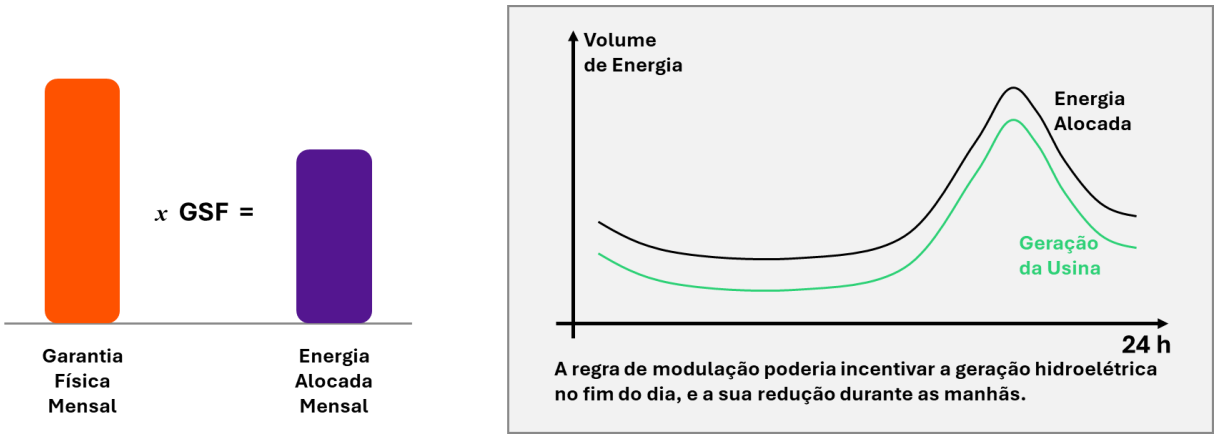

Figura 21 – Proposta de a energia alocada mensal ser modulada pelo perfil de geração da própria usina.

Medida 6: Flexibilização da Micro e Minigeração Distribuída

Conforme mencionado, a Volt realizou um estudo em que calculou a geração das demais usinas quando há cortes de geração renovável, concluindo que quando há cortes de geração renovável, 50% da geração que ocorre é de usinas hidroelétricas, 30% de MMGD e 20% de geração termoelétrica.

Logo, se essas fontes puderem ser mais flexíveis, elas podem reduzir a geração no horário dos cortes e, assim, elevar a carga de energia a seguir atendida pelas usinas renováveis, reduzindo os cortes de geração renovável.

Para as micro e miniusinas distribuídas (MMGD), como há a predominância de usinas solares, as propostas se baseiam em incentivos para reduzir a geração durante as manhãs e, assim, elevar o consumo da rede e reduzir os cortes de geração renovável das demais usinas.

Algumas propostas encontram-se em debate e devem ser aceleradas. Algumas são intrusivas, outras caracterizam-se como incentivos:

- Em discussão na Consulta Pública 045 da ANEEL, há a obrigação das usinas solares serem incluídas no rateio dos cortes das demais usinas renováveis. Sem entrar na discussão da legalidade da proposta, tecnicamente deveria ser criada uma metodologia que simule a redução da geração da MMGD de forma proporcional às

demais usinas solares e às usinas eólicas. De forma imediata, os cortes teriam uma base maior de pagantes, aliviando as usinas solares descentralizadas e as usinas eólicas.

- Incentivos para que a MMGD seja acompanhada de sistemas de armazenamento devem ser estabelecidos, por períodos pré-definidos e com volume total pré-definido. Esses incentivos podem ser reduções tarifárias e/ou tributárias.
- A obrigatoriedade de medição inteligente e de tarifas multipartes para novos projetos de MMGD também incentiva o desenvolvimento dos sistemas híbridos, com painéis solares e sistemas de armazenamento. A usina solar pode gerar energia e armazená-la durante as manhãs, injetando-a durante o período de pico.

Medida 7: Flexibilização da Geração Termoelétrica

Conforme mencionado, a Volt realizou um estudo em que calculou a geração das demais usinas quando há cortes de geração renovável, concluindo que quando há cortes de geração renovável, 50% da geração que ocorre é de usinas hidroelétricas, 30% de MMGD e 20% de geração termoelétrica.

Logo, se essas fontes puderem ser mais flexíveis, elas podem reduzir a geração no horário dos cortes e, assim, elevar a carga de energia a seguir atendida pelas usinas renováveis, reduzindo os cortes de geração renovável.

Para as usinas termoelétricas, observa-se um grande volume de geração inflexível durante as manhãs, justamente quando há cortes de geração renovável, tal como ilustrado na Figura 22. É comum encontrar, inclusive, um volume de geração termoelétrica muito superior ao determinado pelos modelos que otimizam a operação do sistema.

Neste contexto, é necessário entender as razões desta inflexibilidade das termoelétricas e possíveis formas de torná-las mais flexíveis, com investimentos ou mesmo com renegociações contratuais. Os contratos regulados das termoelétricas amarram o volume de geração inflexível às condições do leilão, o que pode não ser mais apropriado para as condições atuais do sistema de geração.

De qualquer modo, reforça-se que o objetivo é entender as inflexibilidades e buscar soluções ganha-ganha para os envolvidos, incluindo as usinas termoelétricas, os geradores de energia renovável, os demais geradores e os consumidores.

Figura 22 -Proposta de redução da geração termoelétrica inflexível.

Medida 8: Aceleração da Implantação da Tecnologia V2G

A tecnologia V2G permite que os veículos elétricos funcionem como baterias para a rede elétrica, absorvendo e injetando energia na rede, de acordo com sinais de preço ou mesmo para atender necessidades sistêmicas durante uma falha ou um blecaute. De forma ilustrativa, a Figura 23 apresenta os fluxos bidirecionais de energia entre o carro e a rede.

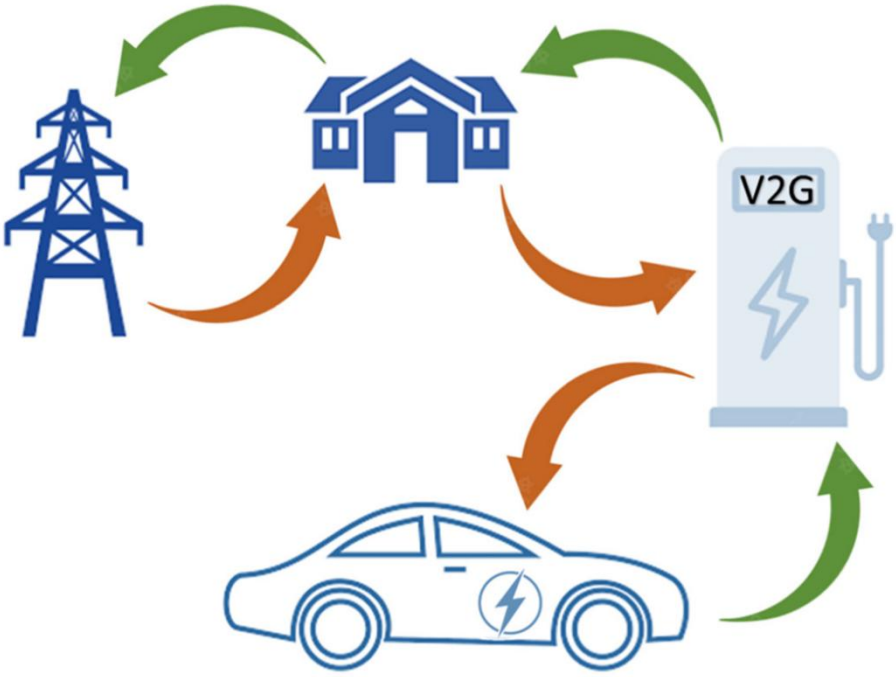

Figura 23 -Ilustração de um veículo que pode ser utilizado como bateria para a rede elétrica.

No mundo, há vários sistemas em funcionamento ou projetos em execução. O Japão oi pioneiro em bidirecionalidade devido, em parte, ao estímulo do desastre de Fukushima em 2011, que evidenciou o valor dos EVs como backup de energia. As montadoras japonesas dominaram os projetos iniciais: a Nissan lançou o sistema comercial "Leaf-to-Home" já em 2012; Toyota e a Nuvve iniciaram em 2018 o primeiro piloto de V2G em larga escala no país, com apoio do governo para testar modelos de negócio de agregação de EVs. Há ainda muitas iniciativas na Europa e nos Estados Unidos. Para 2030, por exemplo, a Europa prevê 114TWh de flexibilidade via EVs.

Tecnicamente, há a necessidade de padronização das conexões e do estabelecimento de protocolos de segurança. Economicamente, os carregadores bidirecionais custam cerca de dez mais do que um carregador convencional (US$5.000 contra US$500).

No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE), há mais de 520.000 veículos eletrificados em operação. Hipoteticamente, em um cenário otimista, isso significa que suas operações coordenadas podem representar até 20GWh de energia, podendo representar até 4.000MWm de consumo ou geração. Em um cenário mais realista, o volume de energia seria de 10GWh, representando ainda um volume de energia capaz de ajudar a reduzir os cortes de geração renovável.

Neste contexto, o que se propõe é a aceleração da instalação de postos de recarga V2G, com uma regulação que incentive este tipo de solução por um período pré-definido, e que

seja acompanhada de incentivos tributários e de parcerias estratégicas com fabricantes, instaladores, municípios e condomínios.

Conclusões

O curtailment deixou de ser um fenômeno técnico periférico para se tornar o principal entrave à consolidação da matriz renovável brasileira. A cada megawatt-hora cortado, desperdiçamos energia limpa, dinheiro público, oportunidades de investimento e a confiança de quem aposta no futuro sustentável do Brasil.

O que está em jogo não é apenas a operação do sistema elétrico — é a credibilidade do país como destino seguro para capital verde, é o compromisso com a transição energética, é a soberania energética das regiões que mais geram e menos consomem.

Os dados estão postos. As ferramentas existem. As soluções são viáveis. Falta apenas o essencial: vontade coordenada de agir.

A Volt Robotics seguirá mapeando os impactos, organizando as informações e propondo caminhos concretos para transformar o curtailment de maldição em oportunidade. Mas não podemos fazer isso sozinhos.

Sobre a Volt Robotics

Num mundo caótico de dados dispersos e decisões apressadas, quem usa energia ou opera nesse setor corre o risco de perder valor onde mais importa. A Volt Robotics é a consultoria que transforma esse ruído em sinal, desbravando o desconhecido, orientando decisões inteligentes através de ciência de dados e inteligência artificial e construindo liderança em um setor em transformação. A Volt atua com Consultoria, Pesquisa, Produtos Digitais e Suporte a Disputas, utilizando conhecimento técnico e experiência no setor de energia para ajudar empresas em toda a cadeia de valor.

Assessoria de Imprensa

LMA Consultoria
61 99959-8685