Este artigo está licenciado sob a licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivação 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).



**Revista de Direito Administrativo**
ISSN: 0034-8007
eISSN: 2238-5177

# Considerações sobre a regulação do armazenamento de eletricidade no Brasil: estudo comparado com o modelo europeu visando a transição energética*

## *Considerations on electricity storage regulation in Brazil: a comparative study with the European model regarding energy transition*

*Luiz Ugeda***
*David Felice****
*Luis Renato Vedovato*****

* Artigo recebido em 9 de setembro de 2024 e aprovado em 2 de outubro de 2024. DOI: https://doi.org/10.12660/rda.v284.2025.92007.

** Pós-doutorado em direito (Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG) e doutorado em geografia (Universidade de Brasília, UnB). Doutorando em direito (Universidade de Coimbra, FDUC). O trabalho é fruto da pesquisa apoiada pela Fapesp (CPTEn Proc. 2024/04170-2). E-mail: luiz.ugeda@gmail.com.

*** Doutor (2024) pela Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas (Feec-Unicamp). Graduado em engenharia elétrica (2015) e em direito (2022). Obteve o título de mestre (2019) pela Feec-Unicamp. E-mail: davidfelice.ba@gmail.com.

**** Livre-docente pela Unicamp, doutor em direito internacional pela Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo (USP), professor associado da Unicamp e professor da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC Campinas). O trabalho é fruto da pesquisa apoiada pela Fapesp (CPTEn Proc.21/11380-5 e Proc. 22/15017-5). E-mail: lrvedova@unicamp.br.

RESUMO

O artigo examina a transição energética sob a ótica do enquadramento jurídico do armazenamento de energia elétrica no Brasil, com enfoque na necessidade de se construir uma abordagem regulatória específica, tomando como referência o modelo da União Europeia em geral e o de Portugal em particular. Para tanto, um estudo dogmático e de direito comparado é realizado, sendo analisadas a estrutura normativa do setor elétrico brasileiro e os caminhos para a regulação do armazenamento no Brasil, segundo o modelo europeu estabelecido, abrangendo tanto o armazenamento associado (*behind-the-meter*) quanto o armazenamento autônomo (como agente setorial). Identificou-se que já existe a figura do armazenamento associado presente no ordenamento jurídico brasileiro, e que as diretrizes fixadas são semelhantes às existentes na Diretiva UE nº 2019/944. Por sua vez, reconhecida a inexistência de figura jurídica para o armazenamento autônomo no Brasil, identificaram-se propostas legislativas visando sua criação, que a grosso modo estão alinhadas com o modelo europeu, exceto pela vedação à verticalização de serviços elétricos na distribuição. Conclui-se que a regulação da atividade de armazenamento no Brasil é necessária para acelerar os objetivos de transição energética, assegurando maior segurança e sustentabilidade ambiental.

PALAVRAS-CHAVE

sustentabilidade — energia elétrica — armazenamento de energia — direito comparado — transição energética

ABSTRACT

The article examines the energy transition from the perspective of the legal framework for electric energy storage in Brazil, focusing on the need to develop a specific regulatory approach, taking the European Union model in general and the Portuguese model in particular as a reference. To this end, a doctrinal and comparative law study is conducted, analyzing the normative structure of the Brazilian electric sector and the pathways for storage regulation in Brazil, according to the established European model, where coexist both behind-the-meter storage and autonomous storage (as a sectoral agent). It was identified that the figure of behind-the-meter storage already exists in the Brazilian legal system, and that the established guidelines are similar to those in EU Directive No. 2019/944. On the other

hand, recognizing the absence of a legal framework for autonomous storage in Brazil, legislative proposals aiming at its creation were identified, which are broadly aligned with the European model, except for the prohibition of vertical integration of electric services in distribution. It is concluded that regulating the storage activity in Brazil is necessary to accelerate the energy transition objectives, ensuring greater security and environmental sustainability.

KEYWORDS

sustainability — electric energy — energy storage — comparative law — energy transition

## 1. Introdução

O mito de Prometeu, o titã que trouxe o fogo à humanidade e como consequência recebeu um castigo eterno, sendo acorrentado a uma rocha por Zeus, pode ser reinterpretado como uma metáfora para os desafios modernos enfrentados na transição energética, especialmente no que diz respeito ao armazenamento de eletricidade. Prometeu foi um agente de mudança, punido por sua generosidade ao oferecer o fogo, uma nova fonte energética, à humanidade. Hoje, a questão que se coloca é: como promover uma nova transição energética, suprindo a demanda existente de forma controlada, resiliente, segura e, fundamentalmente, limpa? Muitos apontam o armazenamento de energia como uma das tecnologias fundamentais para este processo.[1]

Em termos simples, armazenamento de energia refere-se à captura de energia produzida em um momento para uso em um momento posterior. Essa prática permite equilibrar a oferta e a demanda de energia, além de contribuir, no setor elétrico, para a estabilidade da rede elétrica e ajudar a garantir os parâmetros de qualidade da eletricidade entregue.[2] As tecnologias de armazenamento variam da forma mais ampla possível, incluindo, por exemplo, baterias de íon-lítio, sistemas de armazenamento de energia por ar

[1] IRENA. Electricity storage and renewables: costs and markets to 2030. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2017.

[2] DUNN, Bruce; KAMATH, Haresh; TARASCON, Jean-Marie. Electrical energy storage for the grid: a battery of choices. *Science*, 334.6058, p. 928-935, 2011.

comprimido (Caes), armazenamento térmico e supercapacitores.[3]-[4] Trata-se, atualmente, de um campo pungente de pesquisa.

A tecnologia de armazenamento de energia elétrica tem avançado significativamente devido a melhorias tanto nos componentes eletroquímicos quanto nos sistemas de gerenciamento,[5]-[6] e o desenvolvimento de Battery Energy Storage Systems (Bess) e a implementação de sistemas avançados de gerenciamento de baterias (BMS) têm contribuído para esses avanços.[7]-[8] Tais sistemas permitem a monitorização em tempo real do estado das baterias, otimizando a eficiência e prolongando a vida útil dos dispositivos,[9] o que nos leva a crer que o avanço do campo não se dá somente no campo do objeto armazenador, em si mesmo. A evolução tecnológica e a redução dos custos de produção tornaram o armazenamento de energia uma solução viável e atrativa apenas nas últimas duas décadas,[10] e em 2016 o armazenamento hidráulico bombeado (Phes) ainda responde por 94% da capacidade de armazenamento de energia em todo o mundo (equivalente a 9000 GWh).[11]-[12]

A crescente ampliação no emprego de fontes renováveis intermitentes, como a solar e a eólica,[13]-[14] acaba por apresentar maiores desafios em relação à segurança energética, uma vez que os potenciais de tais fontes renováveis

---

3 BEARD, K. W. Linden's handbook of batteries. 5. ed. McGraw Hill, 2019.

4 POONPUN, Piyasak; JEWELL, Ward T. Analysis of the cost per kilowatt hour to store electricity. *Ieee Transactions on Energy Conversion*, v. 23, n. 2, p. 529-534, 2008.

5 ZAKERI, Behnam; SYRI, Sanna. Electrical energy storage systems: a comparative life cycle cost analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 42(C), p. 569-596, 2015.

6 DIVYA, Kurthakoti C.; ØSTERGAARD, Jacob. Battery energy storage technology for power systems—an overview. *Electric Power Systems Research*, v. 79, n. 4, p. 511-520, 2009.

7 ECKER, Madeleine et al. Calendar and cycle life study of Li (NiMnCo) O2-based 18650 lithium-ion batteries. *Journal of Power Sources*, v. 248, p. 839-851, 2014.

8 BARRÉ, Anthony et al. A review on lithium-ion battery ageing mechanisms and estimations for automotive applications. *Journal of Power Sources*, v. 241, p. 680-689, 2013.

9 LI, Siguang; ZHANG, Chengning. Study on battery management system and lithium-ion battery. In: 2009 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AND AUTOMATION ENGINEERING, 2009. p. 218-222.

10 CHEN, Haisheng et al. Progress in electrical energy storage system: a critical review. Progress in Natural Science, v. 19, n. 3, p. 291-312, 2009.

11 BARBOUR, Edward; WILSON, I. A. Grant; RADCLIFFE, Jonathan; DING, Yulong; LI, Yongliang. A review of pumped hydro energy storage development in significant international electricity markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016.

12 IHA et al. *Hydropower status report*. Londres: International Hydropower Association, 2018.

13 Confira o caso brasileiro: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanço energético nacional* — relatório síntese 2024. Ano base 2023. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia (MME), 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf. Acesso em: 22 fev. 2025.

14 DENHOLM, P.; HAND, M. Grid flexibility and storage required to achieve very high penetration of variable renewable electricity. *Energy Policy*, v. 39, p. 1817, 2011.

são considerados não despacháveis,[15] dependendo de soluções eficazes de armazenamento para seu melhor aproveitamento. Considerando que a União Europeia (UE) adota a eletrificação acelerada e expansão de fontes renováveis como estratégia de descarbonização,[16] evidencia-se então o papel fundamental do armazenamento para a promoção da transição energética proposta.

Se Pirstner-Ebner[17] ensina que a eletricidade também pode ser armazenada convertendo-a em outra forma de energia, esse processo deve ser diferenciado, por exemplo, do armazenamento de gás.[18] Ainda que a eletricidade possa ser armazenada em baterias e acumuladores sem conversão,[19] é inviável tecnologicamente que isso seja feito para grandes quantidades de energia. Nesse sentido, diversas estratégias podem ser empregadas como transformar a eletricidade excedente em energia cinética por meio de uma usina de armazenamento por bombeamento ou em gás sintético (tecnologia *power-to-gas*).[20] O gás sintético pode então ser armazenado na instalação de armazenamento de gás e transformado de volta em eletricidade quando necessário.[21]

Viabilizar o emprego de armazenamento de energia, no entanto, não é uma tarefa trivial, especialmente no setor elétrico, e vai muito além do desenvolvimento tecnológico do setor. É necessário desenvolver políticas públicas[22] que se concentrem em várias áreas-chave, como o fomento tecnológico,

---

15 Isto é, não podem ser aproveitados somente a partir do comando do operador, como ocorre, por exemplo, em uma termelétrica.

16 EUROPEAN COMISSION. COM(2018) 773 final — COMUNICAÇÃO DA COMISSÃO AO PARLAMENTO EUROPEU, AO CONSELHO EUROPEU, AO CONSELHO, AO COMITÉ ECONÓMICO E SOCIAL EUROPEU, AO COMITÉ DAS REGIÕES E AO BANCO EUROPEU DE INVESTIMENTO. *Um Planeta Limpo para Todos*: estratégia a longo prazo da UE para uma economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima. Bruxelas: [s.n.], 2018.

17 PIRSTNER-EBNER, Renate. *European energy law*: market system for electricity and gas-energy supply security-green energy system of the future (green smart grid). Nomos Verlag, 2022. p. 146-149.

18 Conforme definido na Diretiva do Mercado de Gás de 2009. PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO. 2009. *Diretiva 2009/73/EC relativa a regras comuns para o mercado interno de gás natural*. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32009L0073. Acesso em: 22 fev. 2025.

19 ANEKE, Mathew; WANG, Meihong. Energy storage technologies and real life applications–A state of the art review. *Applied Energy*, v. 179, p. 350-377, 2016.

20 GÖTZ, Manuel et al. Renewable power-to-gas: a technological and economic review. *Renewable Energy*, v. 85, p. 1.371-1.390, 2016.

21 LUND, Henrik et al. Smart energy and smart energy systems. *Energy*, v. 137, p. 556-565, 2017.

22 KEAR, Gareth; SHAH, Akeel A.; WALSH, Frank C. Development of the all-vanadium redox flow battery for energy storage: a review of technological, financial and policy aspects. *International Journal of Energy Research*, v. 36, n. 11, p. 1.105-1.120, 2012.

a modernização da infraestrutura de rede, a implementação de incentivos econômicos, o desenvolvimento de regulamentações e padrões técnicos, além da promoção de programas de educação e conscientização sobre a importância do armazenamento de energia e o papel das energias renováveis na luta contra as mudanças climáticas.[23] Neste trabalho, o objetivo de análise está voltado ao arcabouço legal e regulatório do armazenamento de eletricidade, em especial, no estudo comparado entre a experiência europeia e a brasileira.

Para explorar esses dilemas, analisaremos a situação atual do armazenamento de energia, que envolve um panorama geral das tecnologias disponíveis e os desafios e oportunidades globais nesse setor, que oferece benefícios em toda a cadeia de energia por ser possível o acoplar tanto a geração quanto a transmissão, distribuição, fornecimento e uso final de energia.[24]

Metodologicamente, será realizado um estudo jurídico-dogmático, associado à técnica de direito comparado.[25] Inicialmente, buscar-se-á compreender juridicamente como o armazenamento é estabelecido dentro do contexto europeu e brasileiro, de forma a definir o regime jurídico associado a cada ordenamento regulatório. Em uma segunda etapa, são analisadas as semelhanças e diferenças entre os modelos regulatórios postos, trazendo possíveis caminhos apresentados pela experiência europeia e que poderiam ser adotados no Brasil.

Na primeira seção, será apresentado o regime jurídico do armazenamento que tem sido desenvolvido na União Europeia, em geral, e em Portugal, especificamente. Após, o cenário brasileiro será exposto, apontando a fórmula geral da regulação dos serviços associados à eletricidade no país. Por fim, analisaremos o estado atual da regulação do armazenamento no Brasil, assim como as propostas legislativas para sua instituição, cotejando-as com o modelo europeu e expondo os rumos da regulação, assim como suas implicações para os debates sobre a transição energética, segurança e a sustentabilidade ambiental.

---

[23] WENNERSTEN, Ronald; SUN, Qie; LI, Hailong. The future potential for carbon capture and storage in climate change mitigation–an overview from perspectives of technology, economy and risk. *Journal of Cleaner Production*, v. 103, p. 724-736, 2015.

[24] EUROPEAN PARLIAMENT. *Energy storage*: which market designs and regulatory incentives are needed? Committee on Industry, Research and Energy (Itre), 2015. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/563469/IPOL_STU(2015)563469_EN.pdf. Acesso em: 22 fev. 2025.

[25] KOSZOWSKI, Maciej. *Analogical reasoning in law*. Cambridge Scholars Publishing, 2019.

## 2. Regime jurídico do armazenamento de eletricidade na União Europeia

### *2.1 Contexto geral da União Europeia (UE)*

A União Europeia tem manifestado recorrentemente preocupação sobre a necessidade de haver uma mudança estrutural de longo prazo na abordagem dos sistemas de energia, de forma a deixá-los mais integrados, inteligentes e capazes de gerenciar e equilibrar padrões dinâmicos de oferta e demanda em níveis europeu, nacional e local. É a busca de se construir uma nova economia energética,[26] tempo de se propor soluções empresariais ousadas para a nova era energética[27] e discutir os dilemas e soluções para a segurança energética em um clima em mudança.[28] Todavia, atualmente, ela não possui um quadro regulatório específico sobre armazenamento de energia, tema que é tangenciado de forma dispersa em diversos documentos oficiais, sendo alguns dos mais relevantes listados na tabela 1.

Tabela 1
Quadro exemplificativo de políticas da Comissão Europeia sobre armazenamento de eletricidade

*(continua)*

| Documento | Ano | Descrição |
|---|---|---|
| Clean Energy For All Europeans/ COM(860) | 2016 | Neste documento, a questão do armazenamento aparece intimamente ligada à estratégia de descarbonização da Europa, focando no papel que a participação das tecnologias de armazenamento nos mercados de energia pode ter e, em particular, a necessidade de terem as mesmas condições de outros agentes que oferecem flexibilidade, bem como no papel que as tecnologias distribuídas podem ter. |
| Renewable Energy — Recast to 2030 (RED II) (2018/2001/EU) | 2018 | Este documento aborda a necessidade de promover o armazenamento como fundamental para aumentar a penetração de renováveis e sua ligação aos mercados de energia, a não penalização dos sistemas de armazenamento distribuídos. |

[26] RIFKIN, Jeremy. *The green new deal*: why the fossil fuel civilization will collapse by 2028, and the bold economic plan to save life on earth. Macmillan+ ORM, 2019.

[27] LOVINS, Amory. *Reinventing fire*: bold business solutions for the new energy era. Chelsea Green Publishing, 2013.

[28] BRADSHAW, Michael J. Global energy dilemmas: a geographical perspective. *Geographical Journal*, v. 176, n. 4, p. 275-290, 2010.

*(conclusão)*

| | | |
|---|---|---|
| Energy performance of buildings directive (2018/844/EU) | 2018 | Este documento aborda a promoção da inteligência dos edifícios por meio do Smart Readiness Indicator que avalia entre outros fatores a capacidade dos edifícios de interagirem com os sistemas de energia e o armazenamento de energia, bem como a garantia de condições para promover a mobilidade elétrica e o desenvolvimento dos edifícios de balanço-zero, com geração local de energia. |
| Internal Market Directive (2019/944/EU) | 2019 | Este documento aborda a necessidade de integrar os vários agentes nos mercados de energia, incluindo os produtores-consumidores, sistemas de armazenamento, agentes de flexibilidade; a utilização destes serviços por parte dos operadores de sistema e que estes não devem estar na sua posse; a necessidade de desenvolver armazenamento sazonal. |

Fonte: Adaptado de FERRÃO, P. (Coord.). Armazenamento de energia em Portugal. Adene — Agência para a Energia, Observatório da Energia, Ciências ULisboa, Técnico Lisboa. Disponível em: https://www.observatoriodaenergia.pt/wp-content/uploads/2021/03/ESTUDO-armazenamento-de-energia_Texto_Final_revisto-OBS-v2.pdf. Acesso em: 22 fev. 2025.

Relatórios como *The future role and challenges of energy storage*[29] e *Energy storage: the role of electricity*,[30] publicados pela Comissão Europeia, iniciaram um movimento de aproximação institucional com o tema ao analisarem a importância do armazenamento nos sistemas energéticos, identificando barreiras e políticas para sua promoção. Talvez, no direito comunitário, possamos considerar a principal base normativa existente para o armazenamento a Diretiva do Mercado de Eletricidade de 2019 (Diretiva UE nº 2019/944),[31] que definiu, em seu art. 2º, 59, o armazenamento de energia como:

> Adiar o uso final da eletricidade para um momento posterior ao da sua geração, ou a conversão de energia elétrica em uma forma de energia que possa ser armazenada, o armazenamento dessa energia e a reconversão subsequente dessa energia em energia elétrica ou seu uso como outro transportador de energia.

[29] EUROPEAN COMMISSION. *The future role and challenges of energy storage*. DG ENER Working Paper, 2013. Disponível em: http://ec.europa.eu/energy/infrastructure/doc/energy storage/2013/energy_storage.pdf. Acesso em: 22 fev. 2025. .

[30] EUROPEAN COMMISSION. Commission Staff Working Document. *Energy storage*: the role of electricity. 2017.

[31] KREEFT, Gijs; MAUGER, Romain. Developing a regulatory framework for electricity storage. *In*: *Energy law, climate change and the environment*. Edward Elgar, 2021. p. 679-693.

Para Parra e Mauger,[32] o regime jurídico decorrente da Diretiva do Mercado de Eletricidade nº 2019/944/UE define o armazenamento de energia diferenciando-o da geração e consumo, estabelecendo uma figura jurídica independente. Isso implica que todas as tecnologias devem ser tratadas igualmente pelos formuladores de políticas, permitindo aos agentes de mercado escolherem a melhor opção para suas aplicações. Eles concluem que o empilhamento de benefícios, embora tenha centralidade no aumento do valor do armazenamento de energia, ainda carece de um quadro jurídico à altura na UE.

Com a Diretiva nº 944/2019, os Estados-membros passam a definir os critérios de concessão das autorizações de construção de capacidades de produção no seu território. Definem, para tanto, diversos critérios dispostos no seu art. 8º, 2, como segurança e proteção de rede (a), proteção do ambiente (c), ocupação do solo e localização (d). Especificamente quanto ao armazenamento, determina o legislador comunitário que se deve levar em conta as alternativas à construção de novas capacidades de produção, como as soluções baseadas na resposta da procura e o armazenamento de energia.

Voltando os olhos para o armazenamento em pequena escala, de forma distribuída, determina a Diretiva que os Estados-membros devem assegurar que os clientes ativos que possuem instalações de armazenamento de energia tenham (art. 15, 5): a) direito à ligação à rede em um prazo razoável após o pedido, desde que atendam todas as condições necessárias; b) isenção de pagamento de taxas duplas, incluindo taxas de rede, pela manutenção da eletricidade armazenada ou ao prestar serviços de flexibilidade aos operadores de redes; c) isenção de requisitos de licenciamento ou comissões desproporcionais; e d) permissão para prestar vários serviços simultaneamente, se tecnicamente viável.

Em regra, as distribuidoras não podem deter a propriedade, desenvolver, gerir ou explorar instalações de armazenamento de energia na União Europeia (art. 36º, 1), sendo exceções previstas nos itens 2 e 4, desde que sejam componentes de rede totalmente integrados e com aprovação regulatória da entidade correspondente do Estado-membro. Tal determinação parece vir no sentido de vedar a verticalização dos serviços de energia elétrica,

[32] PARRA, David; MAUGER, Romain. A new dawn for energy storage: an interdisciplinary legal and techno-economic analysis of the new EU legal framework. *Energy Policy*, v. 171, 113262, 2022.

principalmente pela distribuição, mas consigna exceções em prol da regular, segura e eficiente operação da rede.

Com o objetivo de iniciar e apoiar uma mudança estrutural na forma como os sistemas de energia operam, a referida Diretiva buscou pensar um sistema energético muito mais inteligente e integrado, desde o nível europeu até o local.

Há, nesse programa, uma grande ênfase no fomento de abordagens inovadoras para armazenamento e fornecimento de energia como sistemas locais.[33] Parte-se da premissa de que a segurança e resiliência de um sistema energético são mais bem alcançadas quando a demanda de energia é minimizada e a demanda de pico restante é melhor gerenciada,[34] o que se pode atingir com o emprego de armazenamento. Dentro do programa, o Grupo de Trabalho 1: "Fornecimento, Geração e Armazenamento de Energia" é o responsável por analisar diversos parâmetros do setor elétrico, com o objetivo de otimizar o papel do armazenamento (incluindo térmico, elétrico e hidrogênio) no sistema energético. As cidades que lideram esta iniciativa são Londres (Reino Unido), Gotemburgo (Suécia), Údine (Itália), Tilburg (Países Baixos) e Navarra Nasuvinsa (Espanha).

Em 2021, as instituições da União Europeia (UE) concordaram com definir como meta a redução das emissões de gases de efeito estufa na ordem de 55% até 2030,[35] situação que só será possível caso se integrem elevados volumes de eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis.[36] Soares et al.[37] demonstram que o dilema de garantir um fornecimento estável a partir de fontes intermitentes cria valor para produção ou consumo sob demanda e, portanto, para o armazenamento de eletricidade, empregado como forma de equilibrar a oferta e a demanda de energia.

---

[33] Disponível em: https://futurium.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-02/Energy%20transition.pdf.Acesso em: 22 fev. 2025.

[34] Por demanda de pico, deve-se considerar que o perfil combinado de consumo dos usuários do setor elétrico segue um padrão tal que, em um determinado momento do dia, atinge-se o máximo de demanda, forçando a operação centralizada a despachar usinas em quantidade suficiente para que aquela demanda de pico seja atingida. Como o próprio nome sugere, a demanda de pico não corresponde à necessidade energética geralmente demandada durante as outras horas do dia, e o despacho de usinas especificamente voltadas para suprir aquela demanda bastante específica tende a causar estresse no sistema, por vezes a energia sendo fornecida por geração a partir de termelétricas não renováveis, cujo despacho é mais ágil.

[35] EUROPEAN COMMISSION. *European climate law*. 2021. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_en. Acesso em: 22 fev. 2025.

[36] HANN, Veryan. Transition to decentralised electricity storage: the complexities of consumer decision-making and cost-benefit analyses. *Energy Policy*, v. 147, 10.101, 2020.

[37] SOARES, Ian Varela; MAUGER, Romain; SANTOS, Thauan. Considerations for benefit stacking policies in the EU electricity storage market. *Energy Policy*, v. 172, 113333, 2023.

Em 14 de março de 2023, foi adotada a Recomendação C/2023/1729 relativa ao armazenamento de energia da Comissão — Sistema energético descarbonizado e seguro da UE,[38] que destacou a importância de um sistema energético mais inteligente, integrado e resiliente, conforme o Pacto Ecológico Europeu, que busca reduzir as emissões de gases de efeito estufa em pelo menos 55% até 2030. Os Estados-membros têm várias obrigações a cumprir com essa Recomendação. Eles devem considerar o duplo papel do armazenamento de energia (como produtor e consumidor) ao definir o quadro regulamentar e procedimentos aplicáveis, especialmente ao aplicar a legislação da União relativa ao mercado de eletricidade. Isso inclui eliminar obstáculos, evitar a dupla tributação e facilitar a concessão de licenças. As autoridades reguladoras nacionais devem levar esse papel em conta ao fixarem as tarifas de acesso à rede e os regimes tarifários.

Além disso, os Estados-membros devem identificar as necessidades de flexibilidade de seus sistemas energéticos a curto, médio e longo prazo. Nos planos nacionais de energia e clima, devem reforçar objetivos, políticas e medidas que promovam a implantação de armazenamento de energia e flexibilidade de forma eficaz em termos de custos. É importante que os operadores de sistemas energéticos avaliem melhor essas necessidades ao planejar redes de transporte e distribuição, considerando o potencial do armazenamento de energia uma alternativa de custo eficaz aos investimentos na rede.

A Recomendação também aponta que os Estados-membros devem identificar déficits de financiamento para armazenamento de energia e outros instrumentos de flexibilidade, avaliando a necessidade de recursos adicionais para alcançar objetivos ambientais e de segurança. Além disso, é essencial examinar se os serviços de armazenamento de energia são suficientemente remunerados, especialmente em relação à flexibilidade nas redes de distribuição, e se os operadores podem acumular remuneração por vários serviços. Considerar a adoção de concursos competitivos pode ser necessário para alcançar um nível suficiente de fontes de flexibilidade, garantindo a consecução de objetivos de segurança do abastecimento e ambientais. É fundamental melhorar os mecanismos de capacidade para facilitar a participação de fontes de flexibilidade, como o armazenamento de energia.

---

[38] EUROPEAN COMMISSION. *Commission recommendation of 14 March 2023 on energy storage*: underpinning a decarbonised and secure EU energy system 2023/C 103/01. 2023. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=oj:JOC_2023_103_R_0001. Acesso em: 22 fev. 2025.

Para eliminar obstáculos à implantação da resposta da procura e do armazenamento a jusante do contador, os países que fazem parte da UE devem identificar ações específicas, regulamentares e não regulamentares. A aceleração da implantação de armazenamento e flexibilidade em ilhas, zonas remotas e regiões ultraperiféricas também é necessária, promovendo projetos híbridos de produção e armazenamento de energia renovável. Publicar dados detalhados sobre congestionamento da rede, deslastre de geração renovável, preços de mercado, emissões e instalações de armazenamento existentes é crucial para facilitar decisões de investimento em novas instalações. Finalmente, os Estados-membros devem continuar apoiando a pesquisa e inovação no armazenamento de energia, especialmente em soluções de longo prazo e na integração de eletricidade com outros vetores energéticos, utilizando instrumentos de redução de riscos para apoiar tecnologias inovadoras até a comercialização.

A implantação de armazenamento de eletricidade na UE, neste contexto econômico e de engenharia, ainda enfrenta vários obstáculos jurídicos[39] que tendem a ser reduzidos com a transposição da Diretiva nº 944/2019 na legislação nacional dos Estados-membros da UE, adaptando-a aos seus próprios ordenamentos jurídicos.

## *2.2 Contexto de Portugal*

Para nos restringirmos a uma transposição da legislação nacional europeia cujo sistema jurídico nos é próximo, faz sentido analisar o caso português. Por força do Decreto-Lei nº 162/2019, de 25 de outubro,[40] Portugal introduziu alterações significativas no regime de autoconsumo de energia elétrica. Nesse mesmo instrumento normativo foi pela primeira vez previsto o armazenamento atrás do medidor (*behind-the-meter*), conforme o art. 2º, l,[41] definindo a "energia armazenada" como a energia elétrica acumulada em

[39] EUROPEAN COMMISSION. *Study on energy storage*: contribution to the security of the electricity supply in Europe. 2020. Disponível em https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a6eba083-932e-11ea-aac4-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=37085&WT.ria_f=3608&WT.ria_ev=search, acessado em 22 de fevereiro de 2025.

[40] Decreto-Lei que alterou significativamente o Decreto-Lei nº 153/2014, de 20 de outubro.

[41] Revogado pelo Decreto-Lei nº 15/2022, de 14 de janeiro e outrora estabelecido no Decreto-Lei nº 153/2014, de 20 de outubro.

dispositivos de armazenamento de energia, incluindo em veículos elétricos quando estejam instalados postos de carregamento bidirecionais. Atualmente, o Decreto-Lei nº 15/2022, de 20 de outubro, veio a substituir aquele de 2019, mantendo, no entanto, o armazenamento local como figura jurídica do direito português.

Filipe Matias Santos[42] nos ensina que a figura jurídica do autoconsumo é a base que permite a associação e o compartilhamento de diversas instalações de produção e consumo, por lá denominado autoconsumo coletivo. O Decreto-Lei de 2019,[43] inclusive, permitia que tal arranjo se estabelecesse por meio da utilização da rede pública, modificando os requisitos de medição, criando-se figuras como as comunidades de energia renovável, e admitindo a integração de infraestruturas de armazenamento de energia elétrica, num quadro que passa a privilegiar a venda em regime de mercado. Nesse cenário, passou a haver uma clara opção em equiparação do armazenamento *behind-the-meter* a uma instalação de consumo ou produção, adotando-se as respectivas regras (de consumo ou de produção) consoante o comportamento dominante do armazenamento em cada período quarto-horário, conforme Regulamento Erse[44] nº 373/2021, consagrando regras especiais para projetos-piloto em forma de *regulatory sandboxes*.

O regime jurídico do Sistema Elétrico Português, aprovado pelo Decreto-Lei nº 15/2022, estabeleceu novas regras gerais aplicáveis ao licenciamento dessas instalações, além de determinações específicas para o armazenamento de energia, possibilitando sua existência a partir de duas modalidades distintas: (i) o armazenamento autônomo, quando a instalação de armazenamento possui ligação direta à Rede Elétrica de Serviço Público (Resp) e não está associada a um centro eletroprodutor ou a uma Unidade de Produção para Autoconsumo (Upac); e (ii) o armazenamento associado, quando o armazenamento não possui ligação direta à Resp e está associado a um centro eletroprodutor ou a uma Upac.[45]

O Regulamento Erse nº 815/2023, de 27 de julho, que aprovou o Regulamento do Autoconsumo do Setor Elétrico com as premissas do Decreto-Lei nº 15/2022, estabeleceu as disposições aplicáveis ao exercício da atividade

---

42 SANTOS, Filipe Matias. Tendências recentes do direito administrativo da energia: a regulação das comunidades de energia (e do autoconsumo coletivo) e a descarbonização do setor do gás natural. *e-Pública*, Lisboa, v. 8, n. 1, p. 271-283, abr. 2021.

43 Agora transposto no Decreto-Lei nº 15/2022.

44 Erse: Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

45 Isto é, quando o armazenamento se dá atrás do medidor.

de autoconsumo de energia renovável, tanto individual quanto coletivo, quando existe ligação à Rede Elétrica de Serviço Público. Além disso, regulou as comunidades de energia renovável e as comunidades de cidadãos para a energia que realizam a atividade de autoconsumo de energia renovável. No âmbito do Regulamento, são abrangidas as regras de relacionamento comercial, as regras aplicáveis à medição, leitura e disponibilização de dados, as regras aplicáveis aos modos de partilha e as regras de aplicação das tarifas e preços.

Em abril de 2024, o primeiro-ministro português Luís Montenegro anunciou que o país planeja criar uma Estratégia Nacional de Armazenamento de Energia até 2026, com o objetivo de acelerar investimentos no setor, incluindo a integração de baterias em parques eólicos e fotovoltaicos, além de abordar o armazenamento de gases renováveis.[46] A meta é atingir a neutralidade carbônica até 2045 e cumprir as disposições da Lei de Bases do Clima, garantindo o funcionamento do Conselho de Ação Climática e a elaboração de Planos Municipais de Ação Climática.

## 3. O armazenamento de eletricidade no Brasil

### *3.1 Estrutura normativa do setor elétrico brasileiro*

A Constituição Brasileira de 1988 estabelece, no art. 21, que compete à União explorar diretamente, ou mediante autorização, concessão ou permissão, os serviços e instalações de energia elétrica. Além disso, tratando da ordem econômica e financeira nacional, cria no país regimes para exploração de atividades econômicas tanto pela livre-iniciativa, segundo o seu art. 170, assim como por meio de serviços públicos, no art. 175, regimes a partir dos quais a doutrina brasileira debate sua aplicabilidade às atividades associadas à energia elétrica.

Por sua vez, o que a Constituição Federal não previu, nem poderia ter previsto, são determinações específicas para todas as tecnologias setoriais. Não é papel da Carta Magna detalhar cada tecnologia específica, visto que isso a tornaria excessivamente analítica e sujeita à obsolescência.[47]-[48]

---

[46] Disponível em https://www.jn.pt/7435992254/programa-do-governo-preve-estrategia-para-armazenar-energia-ate-2026/. Acesso em: 22 fev. 2025.

[47] SILVA, J. A. *Curso de direito constitucional positivo*. 45. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2024.

[48] MELLO, C. A. B. *Curso de direito administrativo*. 35. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2021.

Assim, visando incorporar a figura do armazenamento de energia no SEB, é necessário primeiro definir se ela será tratada como um novo segmento da cadeia produtiva da eletricidade ou como um serviço acessório à geração de energia, visto pelo ordenamento como parte integrante de outra figura. Visando entender melhor como se dá a definição de figuras jurídicas no marco legal e regulatório do SEB, olhemos o arcabouço jurídico relevante ao caso em análise.

Em 1995, o SEB deu o primeiro passo no sentido da estruturação que hoje se apresenta. Com a promulgação da Lei nº 9.074/1995,[49] definiu-se as normas aplicáveis às outorgas das atividades setoriais, estabelecendo as figuras e regimes jurídicos de direito econômico associadas a cada um dos principais serviços de eletricidade. A relevância desse diploma normativo é central para o caso do armazenamento, pois é a partir dele que será possível identificar a dinâmica jurídica setorial e balizar a melhor forma de englobar essa nova tecnologia.

Trazendo como exemplo o caso da geração de eletricidade, a Lei nº 9.074/1995 previu diversas figuras capazes de explorar a atividade, cada qual com um regime jurídico próprio. Ensina Baptista[50] que, a depender do objetivo da prestação de geração, a atividade se caracterizará como serviço público, produtor independente ou autoprodução. Ainda que todas elas, na prática, gerem energia e tenham a faculdade de injetar potência na rede, a pluralidade de naturezas jurídicas implica regimes jurídicos diferentes, cada qual com suas regras específicas, como a forma de outorga — se concessão, permissão ou autorização —, a depender das potências instaladas das usinas. Se tradicionalmente a geração de eletricidade no Brasil se dava apenas por serviço público, a introdução do produtor independente de eletricidade ao ordenamento jurídico permitiu que esses agentes pudessem produzir e comercializar eletricidade por conta própria e risco.[51] Mais à frente, o Decreto nº 2.003/1998 regulou a produção de eletricidade por produtores independentes e autoprodutores,[52] sendo atualmente complementado por meio da

[49] Vide em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9074cons.htm . Acesso em: 22 fev. 2025.

[50] BAPTISTA, David Felice Falivene. *Direito da energia elétrica*: uma proposta de regulação para microrredes. Tese (doutorado em energia elétrica) — Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2024. p. 175-179.

[51] TÁCITO, Caio. Produtor independente de energia elétrica. *Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, v. 242, p. 183-186, 2005.

[52] FAGUNDES, Maria Aparecida. Os novos rumos do direito da eletricidade. *Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, v. 224, p. 1-30, 2001.

Resolução Normativa (REN) Aneel nº 921/2021. Tais normas infralegais são, na prática setorial, as regras que disciplinam a execução da atividade de forma mais detalhada e operacional.

Pretender incluir no SEB uma nova tecnologia que pode, inclusive, se tornar uma nova figura setorial não é uma tarefa trivial. Assim como houve com a geração na década de 1990, é necessário que se escolha a natureza jurídica do armazenamento — e seu consequente regime jurídico —, de forma com que haja o fomento da tecnologia na medida em que ela agregue valor ao setor como um todo, sendo incorporada de forma coesa ao ordenamento jurídico já posto. Para tanto, vislumbramos que a atuação do Estado deve ser dar por diferentes frentes, quais sejam: (i) no Poder Legislativo, de forma a criar, ao menos, a figura jurídica, e regulamentar suas normas gerais e formas de outorga; (ii) no Poder Executivo na qualidade de órgão de governo, destinado à fixação de política pública via Ministério de Minas e Energia (MME), balizando seu fomento e incentivo benéfico ao setor elétrico e segurança energética; e (iii) no Poder Executivo na qualidade de órgão de Estado, detalhando sua regulação normativa via agência reguladora, além da sua fiscalização.

Visando demonstrar que a dinâmica proposta já é corrente no setor elétrico, vale observar o caso da mini e microgeração distribuída (MMGD) no Brasil. Pelo menos desde 2012, existe no país uma política de incentivo à adoção da geração de energia por forma descentralizada, política essa marcada pela edição da Resolução Normativa Aneel nº 482/2012. Tendo sido resultado da identificação da tecnologia como possivelmente benéfica aos consumidores e ao setor elétrico, naquele momento, estabeleceu-se sua criação a partir de figuras de geração já existentes no setor, suprindo o requisito de atuação estatal apontado no item i, anterior.[53] A criação da referida resolução normativa foi fundamental ao estabelecimento da tecnologia, uma vez que criou, por meio de suas regras, uma sistemática de créditos de energia que foi capaz de viabilizar economicamente uma figura até então de infraestrutura dispendiosa.[54]

É relevante ressaltar que, apesar de tal faceta expor claramente a atuação estatal descrita no item iii, o conteúdo material de suas normas

---

[53] Baptista, *Direito da energia elétrica*, *op. cit.*

[54] BAPTISTA, David Felice Falivene; SILVA, Luiz Carlos P. da; FONSECA, Isabel Celeste. A natureza jurídica da geração distribuída de energia elétrica no Brasil. *Revista Direito Público*, v. 19, n. 104, p. 179-186, 2022. Disponível em: https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/direitopublico/article/view/6956. Acesso em: 22 fev. 2025.

consubstancia-se, senão, como uma política pública propriamente dita — evidenciada no item ii —, capaz de apontar os rumos e definir freios e incentivos à adoção daquela modalidade de geração. A constante atualização que a REN Aneel nº 482/2012[55] sofreu é, senão, uma explicitação do exposto, visto que a política pública de incentivo de MMGD passou a ser ajustada conforme a tração que a figura foi assumindo no SEB, sendo hoje a segunda maior fonte em capacidade instalada na matriz energética.[56]

Dado o vertiginoso crescimento de MMGD no Brasil,[57] achou por bem o Congresso Nacional, em 2022, editar a Lei nº 14.300/2022, que ficou conhecida como o Marco Legal da Geração Distribuída. No caso, não só foram revistos os incentivos e subsídios até então dados à MMGD, como ela também foi legalmente definida como uma figura autônoma de geração, tratado por Baptista[58] como tendo natureza *sui generis* no ordenamento jurídico do SEB.[59] Com a lei promulgada, veio a REN Aneel nº 1.059/2023 regulamentá-la, alterando a REN Aneel nº 1.000/2021, estampando a atuação do Estado, mais uma vez, nas três frentes descritas e propostas anteriormente.

Como exposto, o caso da MMGD, considerando seus erros e acertos de percurso, pode servir de base para o armazenamento de energia. Seja considerando o armazenamento uma figura análoga à geração,[60] seja desde já criando figura autônoma para ela no ordenamento jurídico do setor, o caminho para a criação de um regime jurídico próprio deve seguir a lógica proposta, a fim de buscar garantir, o máximo possível, sua adoção de forma coesa e ordenada junto a um sistema de regras já existente e complexo.

---

55 Por exemplo, pelas Resoluções Normativas Aneel nº 517/2012, nº 687/2015, nº 786/2017, nº 1.000/2021.

56 ABSOLAR. *Energia solar fotovoltaica no Brasil*: infográfico Absolar — junho de 2024. São Paulo: Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, 2024. Disponível em: https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2024/07/Infografico_junho-724x1024.jpg. Acesso em: 22 fev. 2025.

57 *Ibidem*.

58 Baptista, *Direito da energia elétrica*, *op. cit.*, p. 179-186.

59 Ainda que haja controvérsia sobre o assunto, uma vez que órgãos setoriais tendem a ver a MMGD como um consumidor comum, e não um gerador, Felice (*Direito da energia* elétrica, *op. cit.*) sustenta a visão da MMGD como uma nova figura setorial, pela forma como foi prevista na Lei nº 14.300/2022.

60 Como se fez com a MMGD até o advento do seu marco legal específico. Baptista, Silva e Fonseca, A natureza jurídica da geração distribuída de energia elétrica no Brasil, *op. cit.*

### *3.2 Caminhos para a regulação do armazenamento no Brasil segundo o modelo europeu estabelecido*

Carvalho et al.[61] expõem que o marco regulatório e as estruturas de mercado do setor elétrico brasileiro, estabelecidos desde a última grande reforma de 2004, apresentam fragilidades e estão sujeitos a riscos econômicos, ambientais, sociais, legais e regulatórios crescentes. A redução dos níveis de água armazenada nas hidrelétricas e o aumento das fontes renováveis intermitentes, por exemplo, tornam mais complexo o planejamento e a operação do setor, que enfrenta riscos de escassez de capacidade e segurança no fornecimento. A visão europeia, principalmente aquela exposta nos documentos COM(860) e na Diretiva UE nº 2.018/2001, traz o armazenamento de eletricidade como um elemento a mais de manobra para toda essa equação, dando capacidade de balanceamento a um complexo equilíbrio no qual hoje acentamos, e ajudando a pavimentar um caminho em direção à transição energética e descarbonização.

Conforme estabelece o regime comunitário europeu, e especificamente naquele em Portugal por meio do Decreto-Lei nº 15/2022, entendemos que o Brasil caminha em direção a promover uma dupla visão em relação à figura do armazenamento: tanto como agente setorial autônomo assim como armazenador no formato *behind-the-meter*.

#### 3.2.1 Armazenamento associado (*behind the meter*)

Tratando inicialmente do segundo caso, é possível reconhecer a existência da figura no ordenamento jurídico brasileiro. A Lei nº 14.300/2022, ao definir marco legal para a MMGD no país, estabelece também o que ora chamamos de armazenador associado, que deve obrigatoriamente existir em conjunto com um consumidor-gerador, nos termos do art. 2º da Lei nº 14.300/2022:

> Art. 2º As concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica deverão atender às solicitações de acesso de unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída, com ou sem sistema de armazenamento de energia, bem como sistemas híbridos, observadas as disposições regulamentares.

---

[61] CARVALHO, Priscila; SPATARU, Catalina; SERRÃO, André. Electricity markets and regulatory developments for storage in Brazil. *In*: *Storing energy*. Elsevier, 2022. p. 811-830.

Para esse caso, o sistema de armazenamento deve estar alocado atrás do medidor — isto é, *behind-the-meter* —, e é por nós dito como associado visto que não age como agente setorial autônomo, mas sim como parte da unidade consumidora dotada de MMGD. Ademais, no universo da geração distribuída, o sistema de armazenamento associado serve como forma de classificar como despachável a central geradora fotovoltaica que tenha pelo menos 20% da sua capacidade de geração mensal de potência instalada de armazenamento em baterias.[62]

Ainda que não existam regulamentações infralegais específicas para disciplinar a prática de armazenamento, ou sequer sua definição normativa, a tecnologia, quando associada à MMGD, tende a ocorrer em pequena escala e, segundo nosso entendimento, fica com capacidade instalada também limitada aos limites de potência existentes para a figura da MMGD. Na prática, assim como ocorreu para a geração distribuída ainda em 2012, o armazenamento associado, por não ser figura autonomamente definida no ordenamento jurídico, empresta-se da figura da MMGD para poder existir, aplicando-se a ela todo o seu conjunto normativo. A forma de regulação eleita pelo legislador na Lei nº 14.300/2022 da figura muito se assemelha à experiência portuguesa para armazenamento local que, como traz Santos,[63] equipara-se aos regimes da geração e do consumo, tendo suas regras a ele aplicáveis.

Ainda em comparação do modelo europeu para armazenamento associado com o brasileiro, conforme apresentado na seção correspondente, a Diretiva UE nº 2019/944 estabelece uma série de critérios garantidores aos clientes ativos proprietários de sistemas de armazenamento. Mesmo que o regime estabelecido pela Lei nº 14.300/2022 e pela sua regulamentação presente na REN Aneel nº 1.000/2021 não faça menção específica às unidades com sistemas de armazenamento, é possível identificar preocupações semelhantes do agente legislador/regulador ao regular a MMGD, que, no caso, inclui o armazenamento associado.

Quanto ao prazo de conexão do sistema, o regime brasileiro define prazos específicos no art. 91 e seguintes da REN Aneel nº 1.000/2021, que atendem os critérios de razoabilidade estabelecidos na Diretiva europeia. Ademais, tais prazos são gerais, tratando todos os consumidores, ativos ou não, de maneira equânime (art. 655-A, parágrafo únicom da REN Aneel nº 1.000/2021).

---

[62] Assim como definido no art. 1º IX, da Lei nº 14.300/2022 e art. 2º, IV-A, c, da REN Aneel nº 1.000/2021.

[63] Santos, Tendências recentes do direito administrativo da energia, *op. cit.*

Da mesma forma, tratando-se de política tarifária, a legislação brasileira consigna a aplicação da mesma estrutura tarifária aplicável ao consumo, concedendo isenção parcial/subsídio para algumas plantas classificadas segundo critérios específicos, o que evita, como estabelece a norma europeia, a dupla taxação.

Ainda mais significativa é a forma como o Brasil trata a simplificação dos requisitos de licenciamento de tais tipos de unidades. Ao estar vinculado à figura da MMGD, o armazenamento associado beneficia-se do requisito de mera comunicação de ligação à distribuidora local, estabelecido como direito decorrente do art. 2º da Lei nº 14.300/2022. Assim, é dispensada qualquer tipo de outorga da agência reguladora, estando sua conexão dependente apenas de adequação de critérios técnicos e de segurança de instalação.

Por fim, ainda consigna a norma europeia pela autorização, aos armazenadores locais, de cumulação de diversos serviços de eletricidade em simultâneo. No Brasil, novamente pela associação da figura com a MMGD, tal autorização torna-se requisito, devendo estar associados à micro e minigeração.[64]

### 3.2.2 Armazenamento autônomo (como agente setorial)

Diferentemente do que ocorre para o armazenamento associado, não é possível atestar a existência, atualmente, de uma figura setorial que albergue o armazenador autônomo no setor elétrico brasileiro. Nada obstante, discussões e propostas para sua criação não faltam.

A Aneel, após um longo processo de Tomada de Subsídio (TS Aneel n 11/2020), que teve como produto o Relatório de Análise de Impacto Regulatório (AIR) nº 1/2023-SGM-SCE-STD-STE/Aneel, abriu a Consulta Pública nº 39/2023, a fim de elaborar propostas de adequações regulatórias necessárias à inserção de sistemas de armazenamento no setor elétrico, no contexto de transição energética do setor elétrico brasileiro. Entre as soluções ali propostas, constatam-se alternativas de tratamento tanto normativas quanto não normativas, visando os seguintes objetivos específicos: (i) adaptar a regulação de acesso à rede pelas novas tecnologias de armazenamento, (ii) adequar a

[64] Não adentraremos aqui na discussão da possibilidade de caracterização de um sistema de MMGD sem o elemento de geração, apenas formado por bancos de bateria.

regulação de outorgas às novas soluções de armazenamento de energia e (iii) avaliar alternativas de estruturas remuneratórias para os sistemas de armazenamento de eletricidade.

Ademais, o MME realizou um seminário em 24 de maio de 2024, focado nas "Perspectivas e Desafios para as Baterias no Sistema Nacional Interligado (SIN)",[65] reunindo especialistas da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e da Associação Brasileira de Soluções de Armazenamento de Energia (Absae). Segundo notícia oficial do governo federal anteriormente referido, foi destacada a competitividade crescente e as diversas aplicações do armazenamento de energia, enfatizando sua importância no planejamento energético. O Leilão de Reserva de Capacidade de Potência (LRCAP) visa contratar potência elétrica para suprimento a partir de 2027 e 2028, e o seminário discutiu a integração de tecnologias de armazenamento nesse contexto, como forma de otimizar a matriz energética do Brasil.

A criação, em 2008, dos Contratos de Energia de Reserva (CER) viabilizou mecanismo capaz de possibilitar uma gestão mais eficiente da energia disponível. Nesse contexto, o armazenamento surge como uma estratégia auxiliar e capaz de garantir a reserva de energia, nos termos como entendido pela UE na COM(860), que aponta o tratamento da tecnologia em mesmas condições de outros agentes que sejam capazes de promover tal flexibilidade e segurança do sistema.

De forma a tentar viabilizar os direcionamentos de política pública que vêm circundando o tema do armazenamento autônomo, o Congresso Nacional, por meio de projetos de emendas legislativas, realizou a proposição de criação da figura no ordenamento jurídico nacional.

O texto da Medida Provisória nº 1.232, de 12 de junho de 2024, ora em tramitação no Congresso Nacional, que aborda principalmente a gestão e regulamentação dos contratos de compra e venda de energia elétrica, a conversão desses contratos, e questões de controle societário e equilíbrio econômico-financeiro das concessões, trouxe uma possibilidade de debater o armazenamento de energia elétrica.

Ao menos duas emendas parlamentares são enfáticas nesta preocupação. A Emenda nº 32, assinada pelo deputado Marcelo Moraes (PL-RS), busca

[65] Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-debate-perspectivas-e-desafios-para-as-baterias-no-sistema-interligado-nacional-1. Acesso em: 22 fev. 2025.

criar a nova figura setorial, justificando a iniciativa pela crescente inserção de Sistemas de Armazenamento de Energia em todo mundo, devido aos processos de modernização do setor elétrico e da expressiva redução de custos dessas tecnologias. Aponta também a grande diversidade de aplicações de armazenamento, tanto para sistemas isolados como para sistemas interligados, propondo que a Lei nº 9.427/96[66] possa ser emendada, incluindo nos poderes da Aneel a regulação e fiscalização do armazenamento de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal. É explícita a emenda em criar a figura do agente armazenador autônomo, nos seguintes termos:

> Art. Xº, A Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, que passa a vigorar com as seguintes alterações: […] Art. 2º […] Parágrafo único: Cria-se a figura do agente de armazenamento de energia elétrica como toda tecnologia ou recurso capaz de converter energia elétrica em energia potencial com habilidade de armazenar e reconverter em energia elétrica, podendo ser empregados em todas as atividades da indústria de energia elétrica: geração, transmissão, distribuição, comercialização e consumo.

Detalhando a figura, segue a proposta legislativa a defini-la como um setor transversal, conforme demonstrado pela tabela 2.

Ainda que não vá no sentido de propor a criação da figura do agente armazenador,[67] a Emenda nº 37, de autoria do senador Wilder Morais (PL-GO), traz uma espécie de incorporação do armazenamento como atividade setorial do SEB, prevendo: (i) a positivação do princípio da neutralidade tecnológica, modicidade tarifária e descarbonização nos leilões de reserva de capacidade-potência, incluindo o armazenamento como figura viável de contratação; (ii) a explicitação da competência da Aneel para regular e fiscalizar atividades de armazenamento de energia elétrica; (iii) a inclusão de diretrizes para a redução de perdas energéticas, inclusive na atividade de geração hidrelétrica, renovável e na ineficiência no emprego das fósseis, considerando soluções de armazenamento para tanto; (iv) a determinação ao Conselho Nacional de Política Energética para propor uma política nacional específica para o armazenamento de energia; e (v) a consideração de investimentos em armazenamento de energia elétrica como projetos de infraestrutura para fins de habilitação junto ao Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento

[66] Lei esta que estabelece os poderes regulamentares da Aneel.
[67] Possivelmente pela proposta já ter sido apresentada pela Emenda nº 32 exposta anteriormente.

da Infraestrutura (Reidi) e como projetos prioritários de infraestrutura para emissão de debêntures e acesso a crédito público.

Tabela 2
Modelo jurídico dos Sistemas de Armazenamento de Energia por Baterias (Saeb) brasileiro, conforme a Emenda 32 da Medida Provisória nº 1.232, de 12 de junho de 2024, realizada pelos autores

| Perfil do Armazenador | Descrição |
|---|---|
| **Armazenamento autônomo** | Pessoa jurídica ou consórcio proprietário de recursos de armazenamento, conectado à rede elétrica de transmissão ou distribuição, integrante ou não de outorga de geração, transmissão, distribuição ou comercialização, prestando serviços ao sistema elétrico nacional com justa remuneração. |
| **Armazenamento com funções de geração** | Pessoa jurídica ou consórcio proprietário de recursos de armazenamento, conectado à rede elétrica de transmissão ou distribuição, associado a uma concessão ou outorga de geração de energia elétrica, com justa remuneração por serviços prestados. |
| **Armazenamento com funções de transmissão** | Pessoa jurídica ou consórcio proprietário de recursos de armazenamento, pertencente a uma concessão de serviço de transmissão de energia elétrica, com justa remuneração por serviços prestados. |
| **Armazenamento com funções de distribuição** | Pessoa jurídica ou consórcio proprietário de recursos de armazenamento, pertencente a uma concessão de serviço de distribuição de energia elétrica, com justa remuneração por serviços prestados. |
| **Armazenamento com funções de comercialização** | Pessoa jurídica ou consórcio proprietário de recursos de armazenamento, que realiza operações comerciais, com justa remuneração. |

Fonte: Elaborada pelos autores.

As emendas destacadas demonstram com clareza o interesse em incluir o armazenamento de energia elétrica como um novo segmento setorial, estando em linha com a visão europeia de descarbonização (COM(860)), assim como na sua capacidade de regular um sistema elétrico cada vez mais permeado de fontes intermitentes e distribuído (Diretiva UE nº 2018/2001). A neutralidade tecnológica, que conforme Parra e Mauger[68] é premissa da Diretiva UE nº 2019/944, também está presente na proposta brasileira, em duas vertentes:

[68] Parra e Mauger, A new dawn for energy storage, *op. cit.*

(i) tanto em relação à tecnologia em si, já que a figura proposta pela Emenda nº 32 não estabelece especificamente como se dará o armazenamento, por exemplo, por baterias ou qualquer outro tipo; (ii) assim como em relação ao setor como um todo, sendo a Emenda nº 37 enfática em inserir o armazenamento como figura viável de ser aproveitada nos mais diversos mecanismos do SEB, como os leilões de reserva de capacidade, assim como vem se manifestando o MME.

Inobstante as semelhanças nas propostas, o modelo proposto no Brasil, em especial na Emenda nº 32, difere em um ponto crucial da determinação europeia: a vedação, em regra, das distribuidoras em praticar atividade de armazenamento. Se a preocupação da Diretiva UE nº 2019/944 em garantir a desverticalização do sistema elétrico, preocupação essa que encontra eco no ordenamento brasileiro, já que o art. 4º, § 5º da Lei nº 9.074/1995 veda que a distribuição pratique diversas outras atividades setoriais, a Emenda é clara em permitir tal cumulação, com a criação do perfil de armazenamento com funções de distribuição. Uma vez que não existem na justificação da Emenda as razões que levaram o propositor a desconsiderar, para o armazenamento, a determinação de desverticalização do setor de distribuição, é difícil dizer ao certo quais os motivos de não serem seguidos o modelo já estabelecido no ordenamento jurídico nacional, assim como a recomendação europeia.

## 4. Conclusão

Diante da estratégia de descarbonização adotada pela União Europeia, que enfatiza a eletrificação acelerada e a expansão de fontes renováveis, torna-se evidente a centralidade do armazenamento de energia na promoção da transição energética, facilitando a integração de fontes renováveis intermitentes e melhorando a resiliência da rede. No contexto europeu, o armazenamento de energia é regulamentado de maneira a incentivar tanto a atuação de agentes setoriais autônomos quanto a implementação de soluções *behind-the-meter*. Especialmente em Portugal, o Decreto-Lei nº 15/2022 exemplifica como a regulamentação pode promover a adoção ampla de tecnologias de armazenamento para efetivar a transição energética pactuada no âmbito europeu.

Em contraste, o setor elétrico brasileiro enfrenta desafios significativos para o avanço da transição energética, uma vez que enfrenta fragilidades regulatórias e operacionais, com grande permeabilidade de fonte hidrelétrica

e o aumento da participação de energias renováveis intermitentes. A redução dos níveis de água armazenada nas hidrelétricas decorrente das mudanças climáticas, aliada ao aumento da complexidade na operação do sistema decorrente da entrada de novas matrizes energéticas, faz com que seja imperativo incorporar soluções de armazenamento de energia para mitigar esses riscos e garantir a segurança no fornecimento.

A adoção de práticas e regulamentações inspiradas no modelo europeu pode oferecer ao Brasil uma estratégia eficaz para superar seus desafios. Integrar o armazenamento de energia tanto como agente setorial autônomo quanto no formato associado pode promover a transição energética tão almejada pelo país, de maneira a assegurar maior segurança aliada à sustentabilidade ambiental. Ademais, ao promover políticas de incentivo e investimento em tecnologias de armazenamento, o Brasil pode fomentar o desenvolvimento de um mercado energético mais competitivo e inovador, de modo a não apenas alcançar suas metas de descarbonização, mas também assegurar um futuro energético resiliente e sustentável para as próximas gerações.

## Referências

ABSOLAR. *Energia solar fotovoltaica no Brasil*: infográfico Absolar — junho de 2024. São Paulo: Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, 2024. Disponível em: https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2024/07/Infografico_junho-724x1024.jpg. Acesso em: 17 jul. 2024.

ANEKE, Mathew; WANG, Meihong. Energy storage technologies and real life applications—a state of the art review. *Applied Energy*, v. 179, p. 350-377, 2016.

BAPTISTA, David Felice Falivene. *Direito da energia elétrica*: uma proposta de regulação para microrredes. Tese (doutorado em energia elétrica) — Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2024.

BAPTISTA, David Felice Falivene; SILVA, Luiz Carlos P. da; FONSECA, Isabel Celeste. A natureza jurídica da geração distribuída de energia elétrica no Brasil. *Revista Direito Público*, v. 19, n. 104, 2022. Disponível em: https://www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/direitopublico/article/view/6956. Acesso em: 22 fev. 2025.

BARBOUR, Edward; WILSON, I. A. Grant; RADCLIFFE, Jonathan; DING, Yulong; LI, Yongliang. A review of pumped hydro energy storage development in significant international electricity markets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, p. 421-432, 2016. DOI: 10.1016/j.rser.2016.04.019.

BARRÉ, Anthony et al. A review on lithium-ion battery ageing mechanisms and estimations for automotive applications. *Journal of Power Sources*, v. 241, p. 680-689, 2013.

BEARD, K. W. *Linden's handbook of batteries*. 5. ed. McGraw Hill, 2019.

BRADSHAW, Michael J. Global energy dilemmas: a geographical perspective. *Geographical Journal*, v. 176, n. 4, p. 275-290, 2010.

CARVALHO, Priscila; SPATARU, Catalina; SERRÃO, André. Electricity markets and regulatory developments for storage in Brazil. In: LETCHER, Trevor. *Storing energy*. Elsevier, 2022. p. 811-830.

CHEN, Haisheng et al. Progress in electrical energy storage system: a critical review. *Progress in Natural Science*, v. 19, n. 3, p. 291-312, 2019.

DENHOLM, P.; HAND, M. Grid flexibility and storage required to achieve very high penetration of variable renewable electricity. *Energy Policy*, v. 39, p. 1.817-1.830, 2011.

DIVYA, Kurthakoti C.; ØSTERGAARD, Jacob. Battery energy storage technology for power systems—an overview. Electric Power Systems Research, v. 79, n. 4, p. 511-520, 2009.

DUNN, Bruce; KAMATH, Haresh; TARASCON, Jean-Marie. Electrical energy storage for the grid: a battery of choices. *Science*, v. 334, Issue 6058, p. 928-935, 2011.

ECKER, Madeleine et al. Calendar and cycle life study of Li (NiMnCo) O2-based 18650 lithium-ion batteries. Journal of Power Sources, 2014, 248: 839-851.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanço energético nacional*: relatório síntese 2024. Ano base 2023. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia (MME), 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf. Acesso em: 22 fev. 2025.

EUROPEAN COMISSION. COM(2018) 773 final — COMUNICAÇÃO DA COMISSÃO AO PARLAMENTO EUROPEU, AO CONSELHO EUROPEU, AO CONSELHO, AO COMITÉ ECONÓMICO E SOCIAL EUROPEU, AO COMITÉ DAS REGIÕES E AO BANCO EUROPEU DE INVESTIMENTO. *Um planeta limpo para todos*: estratégia a longo prazo da UE para uma economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima. Bruxelas: [s.n.], 2018.

EUROPEAN COMMISSION. *Commission recommendation of 14 March 2023 on energy storage*: underpinning a decarbonised and secure EU energy system 2023/C 103/01. 2023. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=oj:JOC_2023_103_R_0001. Acesso em: 22 fev. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. Commission Staff Working Document. *Energy storage—the role of electricity*. 2017.

EUROPEAN COMMISSION. *The future role and challenges of energy storage*. DG ENER Working Paper, 2013. Disponível em: http://ec.europa.eu/energy/infrastructure/doc/energystorage/2013/energy_storage.pdf. Acesso em: 22 fev. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. *European climate law*. 2021. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_en. Acesso em: 22 fev. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. *Study on energy storage*: contribution to the security of the electricity supply in Europe. 2020. Disponível em: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a6eba083-932e-11ea-aac4-01aa75ed71a1/language-en?WT.mc_id=Searchresult&WT.ria_c=37085&WT.ria_f=3608&WT.ria_ev=search. Acesso em: 22 fev. 2025.

EUROPEAN PARLIAMENT. *Energy storage*: which market designs and regulatory incentives are needed? Committee on Industry, Research and Energy (Itre), 2015. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/563469/IPOL_STU(2015)563469_EN.pdf. Acesso em: 22 fev. 2025.

FAGUNDES, Maria Aparecida. Os novos rumos do direito da eletricidade. *Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, v. 224, p. 1-30, 2001.

FERRÃO, P. (Coord.). Armazenamento de Energia em Portugal. Lisboa: Adene — Agência para a Energia, Observatório da Energia, Ciências ULisboa, Técnico Lisboa. Disponível em: https://www.observatoriodaenergia.pt/wp-content/uploads/2021/03/ESTUDO-armazenamento-de-energia_Texto_Final_revisto-OBS-v2.pdf. Acesso em: 22 fev. 2025.

GÖTZ, Manuel et al. Renewable power-to-gas: a technological and economic review. *Renewable Energy*, v. 85, p. 1.371-1.390, 2016. DOI:10.1016/j.renene.2015.07.066.

HANN, Veryan. Transition to decentralised electricity storage: the complexities of consumer decision-making and cost-benefit analyses. *Energy Policy*, v. 147, 2020.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Grid-scale storage*. 2021. Disponível em: https://www.iea.org/energy-system/electricity/grid-scale-storage. Acesso em: 2 jul. 2024.

INTERNATIONAL HYDROPOWER ASSOCIATION (IHA) et al. *Hydropower status report*. Londres: International Hydropower Association, 2018.

IRENA. *Electricity storage and renewables*: costs and markets to 2030. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2017.

KEAR, Gareth; SHAH, Akeel A.; WALSH, Frank C. Development of the all-vanadium redox flow battery for energy storage: a review of technological, financial and policy aspects. *International Journal of Energy Research*, v. 36, n. 11, p. 1.105-1.120, 2012.

KOSZOWSKI, Maciej. *Analogical reasoning in law*. Cambridge Scholars Publishing, 2019.

KREEFT, Gijs; MAUGER, Romain. Developing a regulatory framework for electricity storage. In: ROGGENKAMP, Martha; GRAFF, Kars Jan; FLEMING, Ruven C. *Energy law, climate change and the environment*. Edward Elgar, 2021. p. 679-693.

LI, Siguang; ZHANG, Chengning. Study on battery management system and lithium-ion battery. In: 2009 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AND AUTOMATION ENGINEERING. IEEE, 2009, Bangkok. p. 218-222.

LOVINS, Amory. *Reinventing fire*: bold business solutions for the new energy era. Chelsea: Green Publishing, 2013.

LUND, Henrik; ØSTERGAARD, Poul Alberg; CONNOLLY, David; MATHIESEN, Brian Vad. Smart energy and smart energy systems. *Energy*, v. 137, p. 556-565, 2017. DOI: 10.1016/j.energy.2017.05.123.

MELLO, C. A. B. *Curso de direito administrativo*. 35. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2021.

PARRA, David; MAUGER, Romain. A new dawn for energy storage: an interdisciplinary legal and techno-economic analysis of the new EU legal framework. *Energy Policy*, v. 171, 113262, 2022.

PIRSTNER-EBNER, Renate. *European energy law*: market system for electricity and gas-energy supply security-green energy system of the future (green smart grid). Nomos Verlag, 2022. p. 146-149.

POONPUN, Piyasak; JEWELL, Ward T. Analysis of the cost per kilowatt hour to store electricity. *Ieee Transactions on Energy Conversion*, v. 23, n. 2, p. 529-534, 2008.

RIFKIN, Jeremy. *The green new deal*: why the fossil fuel civilization will collapse by 2028, and the bold economic plan to save life on earth. Nova York: Macmillan+ ORM, 2019.

SANTOS, Filipe Matias. Tendências recentes do direito administrativo da energia: a regulação das comunidades de energia (e do autoconsumo coletivo) e a descarbonização do setor do gás natural. *e-Pública*, Lisboa, v. 8, n. 1, p. 271-283, abr. 2021.

SILVA, J. A. *Curso de direito constitucional positivo*. 45. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2024.

SOARES, Ian Varela; MAUGER, Romain; SANTOS, Thauan. Considerations for benefit stacking policies in the EU electricity storage market. *Energy Policy*, v. 172, 2023.

TÁCITO, Caio. Produtor independente de energia elétrica. *Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, v. 242, p. 183-186, 2005.

WENNERSTEN, Ronald; SUN, Qie; LI, Hailong. The future potential for carbon capture and storage in climate change mitigation—an overview from

perspectives of technology, economy and risk. *Journal of Cleaner Production*, v. 103, p. 724-736, 2015.

ZAKERI, Behnam; SYRI, Sanna. Electrical energy storage systems: a comparative life cycle cost analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 42(C), p. 569-596, 2015.