

15797-Texto do Artigo-68877- 70905-9-20250724.docx

by Sidney Soares Filho

Submission date: 15-Aug-2025 11:46AM (UTC-0300)

Submission ID: 2730039320

File name: 15797-Texto_do_Artigo-68877-70905-9-20250724.docx (77K)

Word count: 10377

Character count: 62453

Análise econômica do direito regulatório e o uso da *Megapack* no Brasil como forma de substituição das termelétricas

Economic analysis of regulatory law and the use of Megapack in Brazil as a way to replace thermoelectric plants

Resumo

Este estudo analisa economicamente o direito regulatório relacionado ao uso de Megapacks como substitutos das termelétricas no setor de energia brasileiro. O objetivo principal é avaliar os possíveis impactos econômicos da implementação dos Megapacks como alternativa às termelétricas, sob a perspectiva do direito regulatório. Para isso, os objetivos específicos buscaram avaliar a atual estrutura regulatória do setor de energia no Brasil, o desempenho econômico das termelétricas em comparação aos Megapacks, bem como, identificar os principais desafios legais e regulatórios para a adoção dessas baterias em larga escala no País. Nesse sentido, a análise considerou os custos de operação e manutenção, a eficiência e os impactos ambientais tanto das termelétricas quanto dos Megapacks. Além disso, exploraram-se as normas que regem a operação e integração dessas fontes de energia no sistema energético brasileiro. Como objetivo geral, o estudo primou em fundamentar a formulação de políticas públicas que incentivassem a transição para fontes de energia mais limpas, eficientes e sustentáveis. Para a pesquisa, utilizou-se o método dedutivo, com abordagem qualitativa dos documentos e materiais bibliográficos indexados. Conclui-se que é necessário explorar a diversificação da matriz energética brasileira e promover um sistema de armazenamento energético mais resiliente e ambientalmente responsável, tendo em vista os altos custos e instabilidades geradas pelas termelétricas, propondo-se, portanto, a adoção do sistema Megapacks como alternativa.

Palavras-chave: Análise econômica; Armazenamento; Direito regulatório; Megapacks; Setor energético.

Abstract

This study economically analyzes the regulatory law related to the use of Megapacks as substitutes for thermal power plants in the Brazilian energy sector. The main objective is to evaluate the possible economic impacts of the implementation of Megapacks as an alternative to thermal power plants, from the perspective of regulatory law. To this end, the specific objectives sought to evaluate the current regulatory structure of the energy sector in Brazil, the economic performance of thermal power plants in comparison to Megapacks, as well as to identify the main legal and regulatory challenges for the adoption of these batteries on a large scale in the country. In this sense, the analysis considered the operation and maintenance costs, efficiency and environmental impacts of both thermal power plants and Megapacks. In addition, the regulations governing the operation and integration of these energy sources in the Brazilian energy system were explored. As a general objective, the study aimed to support the formulation of public policies that would encourage the transition to cleaner, more efficient and sustainable energy sources. For the research, the deductive method was used, with a qualitative approach to the indexed documents and bibliographic materials. Finally, it was concluded that it is necessary to explore the diversification of the Brazilian energy matrix and promote a more resilient and environmentally responsible energy storage system, given the high costs and instabilities generated by thermoelectric plants, therefore proposing the adoption of the Megapacks system as an alternative.

Keywords: Economic analysis; Storage; Regulatory law; Megapacks; Energy sector.

1 Introdução

O setor energético configura-se como elemento essencial ao desenvolvimento econômico, industrial e social de qualquer nação, sendo responsável por viabilizar o funcionamento de atividades estratégicas em larga escala. No Brasil, essa relevância é acompanhada por desafios persistentes quanto à manutenção de um abastecimento seguro, eficiente e ambientalmente sustentável. Em virtude da crescente demanda por fontes alternativas de energia, associada à

necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa, tem-se intensificado a busca por soluções inovadoras que combinem viabilidade econômica, segurança jurídica e racionalidade ambiental. Entre essas inovações, os sistemas de armazenamento de energia, como os *Megapacks*, vêm ganhando atenção na literatura especializada e no planejamento energético de países desenvolvidos.

Diante desse cenário, este estudo tem como escopo central a comparação entre os sistemas *Megapacks* e as usinas termelétricas tradicionais, a partir da análise de seus respectivos custos de operação, manutenção e impacto ambiental. A pesquisa se insere no campo da análise econômica do direito regulatório, com o propósito de avaliar os efeitos jurídicos e econômicos decorrentes da adoção de novas tecnologias energéticas no contexto normativo brasileiro.

A questão norteadora que orienta esta investigação é a seguinte: quais são os impactos econômicos e regulatórios da implementação de sistemas de armazenamento *Megapack* no setor energético brasileiro, em comparação ao modelo tradicional termoeletrônico? Com base nessa indagação, os objetivos específicos são: (i) examinar a regulamentação vigente no setor elétrico brasileiro, com ênfase nas normas que tratam das termelétricas e dos sistemas de armazenamento; (ii) realizar uma análise comparativa entre os dois modelos quanto aos custos operacionais, eficiência energética e externalidades ambientais; e (iii) identificar os principais desafios e barreiras regulatórias para a implementação dos *Megapacks*, propondo diretrizes normativas que incentivem sua adoção.

A justificativa para a presente pesquisa reside na necessidade urgente de diversificação da matriz energética nacional, aliada à importância de se promover um ambiente regulatório estável e tecnicamente atualizado, capaz de fomentar investimentos em tecnologias limpas. Além disso, a investigação contribui para o aprofundamento do debate jurídico acerca da transição energética e do papel do Estado na indução de inovações sustentáveis, articulando os instrumentos normativos vigentes com os princípios da eficiência econômica e da justiça distributiva.

Para alcançar os objetivos propostos, a abordagem adotada é de natureza qualitativa, fundamentada no método dedutivo, por meio da análise documental e bibliográfica. Foram examinados diplomas legais como o Decreto Federal n.º 11.120/2022, que trata das operações de comércio exterior de minerais e minérios de lítio e seus derivados; a Lei Federal n.º 14.300/2022, marco da micro e minigeração distribuídas; e o Projeto de Lei n.º 1.224/2022, que dispõe sobre o armazenamento de energia no âmbito do Sistema Interligado Nacional (SIN). A análise desses dispositivos é articulada aos fundamentos da Análise Econômica do Direito

(AED), a fim de compreender, sob uma perspectiva crítica, os incentivos e desincentivos jurídicos para a adoção de tecnologias inovadoras no setor energético nacional.

2 Análise Econômica Do Direito

A aplicação da análise econômica ao direito permite examinar as normas jurídicas sob a ótica dos incentivos que produzem, considerando-as mecanismos capazes de influenciar o comportamento individual. Essa perspectiva possibilita a antecipação de escolhas coletivas com base na observação dos padrões individuais (Farnsworth, 2012).

A AED se caracteriza por romper com a noção do direito como disciplina autônoma e desvinculada das dinâmicas sociais (Esposito, 2015). Fundamenta-se na premissa de que as normas legais são moldadas por fatores econômicos e sociais, o que justifica a incorporação de métodos provenientes de outras ciências sociais à análise jurídica (Sunstein, 2013).

Embora haja diferenças metodológicas entre as abordagens econômica e jurídica, superá-las é essencial para alcançar uma compreensão mais abrangente dos problemas jurídicos. Apesar das divergências em linguagem e instrumentos, direito e economia oferecem visões distintas, porém complementares, sobre questões comuns (Mahoney, 2017). Considerá-las como campos inconciliáveis limita a capacidade analítica. Uma interpretação puramente econômica da norma revela-se incompleta, assim como o é uma aplicação do direito que ignore a eficácia de seus efeitos práticos (Jones *et al.*, 2011). Por isso, torna-se necessário reconhecer os limites, as áreas de atuação e a utilidade de cada campo para a sociedade.

Nesse sentido, evidencia-se que, embora distintas, as ciências jurídica e econômica estão interligadas. Em um cenário de globalização, é difícil conceber um ato jurídico que não repercuta na esfera econômica. Do mesmo modo, a legislação é sensível às variações e pressões econômicas.

Enquanto a economia dedica-se ao estudo das escolhas humanas e de suas consequências, o direito tem por objetivo regular essas escolhas com base em valores e princípios sociais próprios de cada contexto histórico e cultural, uma vez que a inter-relação entre essas duas áreas do conhecimento sustenta a proposta de um estudo interdisciplinar como método de interpretação do fenômeno jurídico. A Análise Econômica do Direito, nesse contexto, consiste na utilização de conceitos e instrumentos da economia para compreender, avaliar e aprimorar o ordenamento jurídico:

[...] um método de interpretação do fenômeno jurídico no qual são utilizadas as metodologias criadas na ciência social econômica, especialmente com a incorporação dos elementos valor, utilidade e eficiência. Esse método está baseado em dois enfoques: na análise positiva do Direito, relativo aos efeitos econômicos que ocorrem com um determinado enquadramento jurídico, e na análise normativa do Direito, que determina qual enquadramento jurídico deve ser criado a fim de se atingir a maior eficiência econômica (Morettini; Gonçalves, 2014, p. 56).

Assim, direito e economia formam “um todo indivisível, uma espécie de frente e verso da mesma moeda, sendo difícil saber até que ponto a lei determina a economia ou, ao contrário, a última influencia a primeira” (Nusdeo, 2021). Embora seja evidente a necessidade de um estudo conjunto entre essas duas áreas, essa aproximação não está isenta de riscos.

A adoção irrestrita de preceitos econômicos em detrimento da norma jurídica pode ser tão prejudicial quanto ignorar a relevância da economia para a ciência do direito. Como apontam Mackaay e Rousseau (2015, p. 7), “reconhecer o perigo de confiar na ciência social não significa renunciar a ela”.

Entre os desafios da abordagem interdisciplinar, destaca-se a tendência de reduzir a justiça ao conceito de eficiência. Essa concepção é inaceitável, pois restringe o direito a uma lógica meramente instrumental, desconsiderando valores essenciais à sociedade.

A justiça não pode ser simplificada à eficiência econômica. Políticas públicas, regras e decisões que sejam eficientes sob a ótica econômica podem, ainda assim, ser consideradas injustas sob critérios jurídicos ou sociais. Essa tensão entre justiça e eficiência é central no debate da Análise Econômica do Direito. Posner (2010, p. 84), um dos principais expoentes da área, reconhece a relevância dessa conexão, mas também alerta para os desafios e limitações inerentes à integração dos dois campos.

Entre os principais riscos dessa integração, destaca-se a possibilidade de que a busca por eficiência comprometa princípios de equidade e justiça distributiva. Uma política pública que maximize o bem-estar econômico agregado pode, ao mesmo tempo, aprofundar desigualdades entre grupos sociais, violando preceitos fundamentais de justiça social (Farber; Hemel, 2020).

Além disso, há o risco de que a complexidade do direito seja reduzida a cálculos econômicos simplistas, ignorando valores intrínsecos, como a dignidade humana e os direitos fundamentais. Decisões judiciais orientadas exclusivamente por critérios econômicos podem desconsiderar aspectos morais e éticos, resultando em soluções legalmente válidas, mas socialmente inaceitáveis (Leff, 2021).

Para muitos estudantes de filosofia moral, Direito e Economia parecem coisas incompatíveis. Mas não são. A teoria dos direitos de propriedade é um importante ramo da teoria microeconômica moderna. Tanto para a ciência jurídica quanto para a Economia, um direito de propriedade é um direito de excluir todas as outras pessoas

do uso de algum recurso escasso. Um direito dessa espécie é absoluto dentro de seu domínio (detalhe importante ao qual voltarei em breve), no sentido de que aquele que careça de um determinado bem sobre o qual a pessoa tenha direito de propriedade não poderá tirar esse direito dela recorrendo ao bem-estar da sociedade. Estabelecer os direitos de propriedade como absolutos, mas condicionados aos custos de transação e subordinados à meta da maximização da riqueza, significa conferir-lhes um *status* inferior ao que muitos 'teóricos dos direitos' lhes conferem. Embora os direitos de propriedade, do ponto de vista econômico, sejam absolutos e incluam tanto a pessoa humana quanto os bens não humanos (eu tenho, dentro de limites amplos, o direito absoluto de decidir para quem trabalhar ou com quem me casar), não são transcendentais nem têm em si mesmos seu próprio fim; e geralmente operam apenas em cenários de baixos custos de transação. Não obstante, o termo se lhe aplica em um sentido perfeitamente legítimo, a menos que se considere que a ideia de direitos exclua aqueles que, embora absolutos, sejam instrumento de alguma finalidade externa à proteção dos direitos como tais (Posner, 2010, p. 84).

Diante do exposto, cabe reconhecer que, em determinadas circunstâncias, a incorporação de preceitos econômicos de eficiência no campo da justiça é necessária para o aprimoramento do sistema jurídico. Tais preceitos envolvem conceitos como a maximização do bem-estar social, a minimização de custos e a alocação eficiente de recursos escassos, frequentemente empregados para orientar decisões legais e políticas públicas (Cooter; Ulen, 2012). Por exemplo, em casos de responsabilidade civil, os tribunais podem aplicar o conceito de eficiência econômica ao determinar que a parte que pode evitar um dano ao menor custo deve ser a responsável pela prevenção deste. No entanto, a utilização exclusiva desses conceitos econômicos na busca pela justiça pode ser inadequada e ineficaz no âmbito jurídico, uma vez que desconsidera aspectos essenciais, como equidade, dignidade humana e direitos fundamentais.

Ademais, é inadequado presumir que a análise conjunta de direito e economia ofereça respostas definitivas aos complexos dilemas jurídicos que têm sido objeto de debate entre estudiosos e profissionais ao longo dos séculos. O maior desafio reside, portanto, em encontrar um equilíbrio adequado entre direito e economia, isto é, entre justiça e eficiência. Esse equilíbrio exige uma aplicação criteriosa dos princípios econômicos, sem negligenciar os valores intrínsecos do direito. Exemplos práticos desse equilíbrio podem ser observados em decisões judiciais que, ao aplicar a análise de custo-benefício, consideram não apenas os impactos econômicos de uma decisão, mas também garantem a preservação dos direitos fundamentais dos indivíduos. Um exemplo é o da regulação ambiental, em que os tribunais frequentemente ponderam a necessidade de proteção ambiental em face dos custos econômicos impostos às empresas, buscando uma solução que seja simultaneamente eficiente e justa (Kazmi *et al.*, 2021).

É neste contexto que a análise econômica do direito é proposta como alternativa, promovendo o uso de métodos econômicos para avaliar a adequação das normas e decisões legais.

A análise econômica do direito é mais ambiciosa. Parte da premissa de que os instrumentos de análise que podem ser utilizados para compreender o “direito econômico” são, igualmente, aplicáveis a outros ramos do direito. Propõe, então, a partir da concepção do ser humano e de suas relações com os outros a releitura do direito. Procura atualizar a “economia do direito”. [...] A análise econômica do direito retoma a razão de ser das instituições jurídicas (Mackaay; Rousseau. 2015, p. 7).

A análise econômica do Direito evidencia não apenas a viabilidade, mas sobretudo a necessidade de se estabelecer uma interlocução sistemática entre os campos jurídico e econômico. No contexto brasileiro, juristas como Eros Roberto Grau e Arnaldo Wald vêm contribuindo para o amadurecimento dessa abordagem, ao defenderem a integração dos métodos da ciência econômica como instrumento de aperfeiçoamento da hermenêutica e da aplicação normativa (Grau, 2024). A principal função dos estudiosos que se dedicam a essa perspectiva é justamente desmistificar a utilização de instrumentos analíticos econômicos, demonstrando que tais ferramentas, longe de representarem uma ameaça ao ordenamento jurídico, podem proporcionar uma leitura mais objetiva e consequencialista dos efeitos das normas jurídicas.

Ainda assim, a resistência à análise econômica do direito revela-se compreensível, na medida em que o Direito se estrutura sobre valores plurais e subjetivos, muitas vezes incompatíveis com métricas quantitativas próprias da economia. A complexidade do sistema jurídico brasileiro, marcado pela multiplicidade de fontes, princípios e interpretações, suscita questionamentos legítimos quanto à adequação da avaliação normativa por indicadores de eficiência e custo-benefício (Ferraz Junior, 2018).

Contudo, é possível vislumbrar que os métodos econômicos, quando empregados de forma subsidiária e complementar, têm o potencial de enriquecer o discurso jurídico ao oferecerem novas categorias de análise voltadas à efetividade, justiça distributiva e racionalização das políticas públicas. Longe de suprimir os valores intrínsecos do Direito, a análise econômica pode, ao contrário, contribuir para sua concretização, ao estruturar decisões que promovam simultaneamente a justiça e o bem-estar social.

A consolidação dessa perspectiva encontra seus fundamentos em autores clássicos. Adam Smith, considerado o fundador da economia moderna, já demonstrava preocupação com os efeitos da legislação sobre os mercados em sua obra seminal *A Riqueza das Nações*, na qual criticava a intervenção estatal excessiva e introduzia a concepção de uma “mão invisível” como

reguladora espontânea das interações econômicas. Jeremy Bentham (1974), por sua vez, introduziu o utilitarismo como critério normativo para a avaliação das normas, defendendo que o objetivo central da legislação deve ser a maximização da felicidade coletiva. Em *An Introduction to the Principles of Morals and Legislation*, propõe que a dor e o prazer funcionam como estímulos fundamentais à conduta humana, constituindo, assim, uma base racional para a formulação e interpretação das normas jurídicas (Araújo, 2006).

Ainda nessa linha, Gary Becker amplia o escopo da racionalidade econômica ao aplicá-la a campos tradicionalmente alheios ao mercado, como a criminologia e as relações sociais. Em *Crime and Punishment: An Economic Approach*, sustenta que a prática de delitos pode ser compreendida como uma escolha racional, pautada por uma equação entre o ganho ilícito potencial e o risco de punição, considerando a probabilidade de detecção e a severidade da pena (Jesus *et al.*, 2023). Embora tal abordagem enfrente objeções de ordem ética, especialmente ao propor o endurecimento das sanções como forma mais eficaz de dissuasão, é inegável sua contribuição para a compreensão instrumental do Direito Penal sob a ótica da eficiência.

O marco teórico da Análise Econômica do Direito, contudo, consolida-se com Ronald Coase. Em *The Problem of Social Cost*, o autor apresenta o que ficou conhecido como Teorema de Coase, segundo o qual, em condições de baixos custos de transação, a alocação de recursos será eficiente independentemente de quem detenha os direitos de propriedade inicialmente atribuídos (Coase, 1960). Essa premissa inaugura uma nova forma de pensar a estrutura e os efeitos das normas jurídicas, orientando a atuação do legislador e do aplicador do Direito para uma racionalidade econômica que considere os custos sociais envolvidos nas interações jurídicas.

A consolidação da análise econômica do Direito remonta ao final do século XIX, quando emergiram os primeiros esforços voltados à articulação teórica entre as ciências jurídica e econômica. Nesse período, a legislação relativa à propriedade evidenciou a necessidade de uma abordagem interdisciplinar capaz de lidar com os efeitos jurídicos e econômicos das relações patrimoniais. Esse movimento ganhou força na Universidade de Chicago, a partir da década de 1930, em que a análise econômica do Direito encontrou terreno fértil para sua institucionalização acadêmica, reunindo expressivo número de adeptos.

Entre os principais expoentes dessa corrente destaca-se Ronald Coase, que, em seu artigo seminal “A Natureza da Firma”, defende que a existência de custos de transação justifica a própria constituição das empresas como unidades organizacionais mais eficientes que o mercado para determinadas transações. Sua teoria dos custos de transação passou a

desempenhar papel fundamental na avaliação da eficiência normativa, ao considerar que tais custos, definidos como aqueles incorridos pelos agentes ao realizarem trocas, influenciam diretamente a eficácia dos arranjos legais (Coase, 1960).

Dentre os principais tipos de custos de transação, destacam-se as assimetrias de informação, os custos de negociação e os encargos legais e administrativos (Tabak, 2015). Quando elevados, esses custos comprometem a alocação eficiente dos recursos, fazendo com que a economia opere abaixo de seu potencial. A função da análise econômica, nesse contexto, é identificar e mitigar essas ineficiências sistêmicas.

À luz dos princípios expostos, é possível examinar como a análise econômica do Direito pode ser instrumental na avaliação de eventos de alto impacto socioambiental. Um exemplo paradigmático é o desastre ambiental provocado pela empresa Samarco S.A., ocorrido em 2015 com o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. O episódio resultou no vazamento de mais de 39 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração, provocando a morte de 19 pessoas, a destruição de comunidades e a contaminação do Rio Doce, com danos irreparáveis à biodiversidade e à segurança hídrica da região (Jankowsky *et al.*, 2024).

À luz da análise econômica do Direito, tal tragédia suscita questionamentos fundamentais. De um lado, indaga-se até que ponto o progresso empresarial pode ser considerado desejável quando confrontado com os riscos socioambientais decorrentes. De outro, evidencia-se que os custos de transação envolvidos, aqui representados pelos danos ambientais, sociais e financeiros que devem ser incorporados na equação decisória das corporações e na formulação das políticas públicas de regulação e controle (Cooter; Ulen, 2012).

A análise da responsabilidade civil, especialmente em contextos de atividades de risco, como a mineração, impõe às empresas a obrigação de reparar os danos causados, independentemente de culpa. Trata-se da aplicação da Teoria do Risco Integral, que pressupõe a responsabilização objetiva do agente causador do dano (Grau, 2024). Contudo, na prática, a reparação tem se mostrado morosa e insuficiente, revelando as limitações do aparato jurídico diante de empreendimentos de grande porte e alto impacto.

Esse cenário, representado de forma contundente pelo caso da Samarco, permite refletir sobre um fenômeno mais amplo: o surgimento de uma sociedade de risco global, desde a Revolução Industrial até os dias atuais marcados pela economia digital, nanotecnologia e atuação de conglomerados multinacionais o grau de complexidade e periculosidade associado ao desenvolvimento econômico aumentou consideravelmente. Vivemos, nas palavras de Ulrich Beck (2016), em uma verdadeira “sociedade de risco”, na qual as decisões de investimento

assumem proporções globais e cujas externalidades podem comprometer a integridade de ecossistemas inteiros ou, em última instância, a própria sobrevivência humana.

Esse risco é alimentado por uma lógica de mercado que privilegia o crescimento econômico e a inovação tecnológica, mesmo diante de incertezas quanto à sustentabilidade das práticas adotadas. O desafio consiste, portanto, em compatibilizar a promoção do desenvolvimento com a preservação ambiental e a justiça social. É nesse contexto que a análise econômica do Direito, conjugada à responsabilidade civil, revela-se instrumental para a construção de um modelo jurídico-regulatório mais equilibrado.

Compreender as decisões empresariais sob a ótica da análise econômica demanda considerar modelos teóricos que capturam a lógica estratégica envolvida. A Teoria dos Jogos, nesse sentido, revela-se especialmente útil, diante de oportunidades altamente lucrativas, tendem a aceitar níveis elevados de risco ambiental, motivados pela expectativa de retorno e pela possibilidade de diluir responsabilidades. Dessa lógica surge também um “mercado de segurança”, centrado em seguros, garantias e mecanismos de compensação, cuja função é mitigar financeiramente os impactos negativos dessas decisões.

Em termos jurídicos, isso implica reconhecer que a assunção voluntária de riscos pelo agente econômico gera uma responsabilidade objetiva ampliada, especialmente quando os danos superam sua capacidade de prevenção ou controle. Quando há omissão, negligência ou imprudência, a análise passa a incorporar também elementos subjetivos, avaliando se as condutas de cautela exigíveis foram efetivamente observadas.

Considerando os riscos e externalidades discutidos, observa-se um reflexo direto na esfera judicial, em que a sociedade busca no Estado a resolução de conflitos complexos, por meio do sistema judicial, para resolver uma ampla gama de conflitos. Este problema é agravado pelo fato de que, em muitos casos semelhantes, decisões divergentes foram tomadas, resultando em jurisprudência conflituante sobre a mesma questão. Além das inovações legislativas visando a criação de leis que estejam atentas ao seu impacto na sociedade, também é necessário conscientizar os envolvidos sobre a necessidade de transcender os limites da disputa em questão.

Embora o conceito de “Justiça” tenha sido objeto de controvérsia desde o início da organização jurídica da sociedade, ele é um ideal a ser perseguido em qualquer direção adotada. É inegável que a justiça não é compatível com a possibilidade de haver decisões diferentes e antagônicas para casos semelhantes. Com a implementação do Incidente de Resolução de Demandas Repetitivas na legislação brasileira, juízes e sociedade têm a possibilidade de

resolver suas disputas de forma rápida e segura, causando menos ônus para as partes envolvidas e menos desgaste para o próprio sistema judiciário.

Essas considerações teóricas fornecem a base necessária para compreender os desafios regulatórios e econômicos enfrentados pelo setor energético brasileiro. A Análise Econômica do Direito revela-se especialmente relevante na formulação de soluções normativas que equilibrem eficiência, segurança jurídica e justiça social. À luz desse referencial, é possível avançar para a análise das estruturas legais e institucionais que regulam a adoção de inovações tecnológicas, com destaque para os sistemas de armazenamento de energia como os Megapacks.

3 Estrutura Regulatória do Setor Energético Brasileiro

O setor energético brasileiro é caracterizado por uma complexa teia normativa, composta por leis, decretos, resoluções e políticas públicas que visam a garantir a expansão da matriz elétrica com segurança, continuidade, modicidade tarifária e respeito ambiental. A inserção de novas tecnologias, como os sistemas de armazenamento de energia em larga escala, representa um desafio adicional a esse arcabouço regulatório, que historicamente se estruturou em torno de fontes convencionais, especialmente hidrelétricas e termelétricas.

Neste contexto, torna-se imperioso examinar a legislação vigente que regula tanto o funcionamento das termelétricas quanto o enquadramento jurídico dos Megapacks, especialmente à luz da recente reestruturação normativa promovida por instrumentos como o Decreto Federal n.º 11.120/22, a Lei n.º 14.300/22 e o Projeto de Lei n.º 1.224/22. A análise desses dispositivos permitirá avaliar se o ambiente regulatório nacional oferece incentivos ou barreiras à adoção dessas novas tecnologias, e em que medida ele se alinha aos princípios da eficiência econômica e da sustentabilidade, conforme delineado no capítulo anterior.

3.1 Desafios e perspectivas para a integração do sistema energético no Nordeste brasileiro

A integração do sistema energético no Brasil apresenta um desafio significativo, sobretudo mediante a regionalização dos aspectos energéticos. Particularmente no Nordeste, observa-se uma considerável flutuação e desconexão no setor de energia, destacando a necessidade de um sistema mais coeso e eficaz. Anjos *et al.* (2024) apontam que a predominância de fontes energéticas renováveis intermitentes, como solar e eólica, nessa

região, demanda estratégias mais integradas para assegurar a estabilidade no fornecimento de energia.

O processo de integração energética compreende a conexão física das infraestruturas energéticas, bem como a harmonização de políticas e normativas entre diferentes estados e regiões. Trevisan e Oliveira (2024) destacam a importância da cooperação entre os governos estaduais e o governo federal para superar desafios regulatórios e de infraestrutura. Segundo os autores, uma cooperação ampliada pode resultar em um sistema de distribuição de energia mais eficiente e resiliente, beneficiando todos os estados da região Nordeste.

Para que essa integração seja efetiva, segundo Oliveira *et al.* (2019), é necessário harmonizar diversas políticas e normativas, como as tarifas de energia, os incentivos fiscais para o desenvolvimento de fontes renováveis e as normas de segurança e operação das redes de transmissão, já que diferença nas tarifas de energia entre os estados, por exemplo, pode gerar distorções no mercado, em que algumas regiões se tornam mais competitivas do que outras.

Outro desafio regulatório envolve a harmonização das políticas de incentivos fiscais para a geração de energia renovável, como a solar e a eólica. Alguns estados oferecem incentivos mais atrativos do que outros, resultando em uma distribuição desigual dos investimentos em infraestrutura renovável. A harmonização dessas políticas é essencial para facilitar a expansão de energias limpas em toda a região Nordeste, promovendo um desenvolvimento sustentável (Anjos *et al.*, 2024).

Nesse sentido, a padronização das normas de segurança e operação das redes de transmissão é crucial para garantir a eficiência e a resiliência do sistema energético integrado. A ausência de normas unificadas pode comprometer a interconexão das redes, dificultando a transmissão de energia entre os estados em momentos críticos (Akuru *et al.*, 2017). Portanto, a cooperação entre os governos estaduais e federal na harmonização dessas políticas e normativas é vital para o sucesso do processo de integração energética no Nordeste.

Além disso, a efetiva integração do sistema energético demanda investimentos expressivos em tecnologia e infraestrutura. Oliveira e Costa (2023) argumentam que a implementação de redes inteligentes e de sistemas de armazenamento de energia representa uma solução promissora para mitigar as flutuações na geração de energia, particularmente em regiões com forte presença de energia eólica e solar. Essas tecnologias não apenas facilitam o gerenciamento do fornecimento de energia, mas também fomentam a sustentabilidade no setor.

Por fim, Oliveira e Costa (2023) enfocam a importância do investimento em tecnologias inovadoras, como as redes inteligentes e os sistemas de armazenamento de energia, para

enfrentar a variabilidade da geração de energia renovável. Essas tecnologias são essenciais para equilibrar a oferta e a demanda de energia, notadamente em uma região com grande potencial de fontes intermitentes, como a solar e eólica.

3.2 Da regulação

A reestruturação do setor elétrico brasileiro, iniciada na década de 1990, teve como principal motivação a necessidade de atrair investimentos privados para reverter o declínio nos aportes financeiros observado desde os anos 1980. Esse declínio ameaçava a universalização do acesso à eletricidade, culminando na crise energética de 2001. Entre 1950 e 1980, o setor experimentou um crescimento médio anual de 9,8% na capacidade de geração. Contudo, entre 1981 e 1993, esse crescimento reduziu-se para uma média de 4,1% ao ano, inferior à expansão do consumo, que foi de 5,3% ao ano. Estudos apontaram que a ineficiência da estrutura regulatória, o desempenho insatisfatório das empresas estatais e as restrições de investimento decorrentes do ajuste fiscal contribuíram para essa estagnação (Ferreira, 2000).

Diversos fatores comprometeram a eficácia técnica e alocativa do setor, incluindo incentivos distorcidos, dificuldades administrativas associadas ao controle estatal, interferência política, distorções tarifárias decorrentes da política de equalização de preços, subsídios cruzados e a regulamentação baseada na taxa de retorno. A situação financeira das empresas estatais agravou-se devido à combinação de baixa eficiência operacional e acúmulo de dívidas, exacerbada pela redução artificial das tarifas de eletricidade como mecanismo de controle inflacionário desde os anos 1970.

A decisão de atrair investidores privados consolidou-se em 1992, quando distribuidoras como a Light e a Escelsa foram incluídas no Programa Nacional de Desestatização. A reforma regulatória teve início com a promulgação da Lei n.º 8.631/1993, que instituiu o "encontro de contas" para reequilibrar financeiramente as distribuidoras locais, resultando em um desembolso de US\$ 26 bilhões pelo Tesouro Nacional. Essa legislação eliminou a equalização de preços e o sistema de taxas de retorno garantidas, permitindo que as empresas estabelecessem suas próprias tarifas, sujeitas à aprovação do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Esse processo foi complementado pela Lei n.º 8.987/1995, que tratou das concessões de serviços públicos, e pela Lei n.º 9.074/1995, que abordou a renovação das concessões, culminando na privatização de empresas como a Escelsa e a Light entre 1995 e 1996.

Em 1996, foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que iniciou suas operações em 1997, ainda sem um modelo regulatório plenamente definido. Para estabelecer esse modelo, o governo contratou a empresa Coopers & Lybrand em 1997, cuja proposta resultou na criação do Mercado Atacadista de Energia (MAE) e do Operador Nacional do Sistema (ONS) em setembro de 1998, instituições que se tornaram pilares do novo marco regulatório. A análise dessas mudanças regulatórias destaca a importância das reformas para o desenvolvimento e estabilização do setor energético no Brasil.

Nesse contexto, é relevante considerar a análise de Bastos (2019), que destaca a complexidade do espaço regulatório do setor elétrico brasileiro e a necessidade de coordenação eficaz entre os diversos atores envolvidos para assegurar a efetividade das políticas públicas e a estabilidade do setor.

A reformulação regulatória no setor elétrico brasileiro teve como um de seus eixos centrais o fomento à competição. Para tanto, promoveu a desverticalização das empresas estatais, separando as atividades de geração, transmissão e distribuição, tanto no âmbito federal quanto estadual. Nesse processo, a ANEEL passou a impor limites à concentração de mercado, além de estabelecer um cronograma de liberalização progressiva, permitindo a ampliação do mercado livre a um número maior de consumidores. O objetivo era estimular a livre negociação entre geradoras e distribuidoras, viabilizando contratos mais flexíveis e fortalecendo um ambiente concorrencial.

Apesar dos avanços estruturais iniciais, a experiência brasileira demonstrou que a mera privatização não assegura, por si só, os benefícios esperados. Embora tenha havido ganhos em eficiência, como a redução de perdas técnicas e de excedentes de pessoal, bem como a revitalização de parte da infraestrutura, o setor elétrico não experimentou a mesma transformação observada, por exemplo, no setor de telecomunicações. A crise energética de 2001 expôs essa assimetria, evidenciando que a expansão da capacidade de geração foi tímida, mesmo após quase uma década de reformas.

Esse desencontro entre expectativa e realidade decorre, em parte, do avanço das privatizações sem a devida consolidação de um novo marco regulatório. Enquanto o debate sobre as novas bases institucionais ocorria, o processo de venda de ativos públicos se intensificava. Entre 1997 e 1998, dezoito companhias estaduais de energia foram privatizadas antes mesmo da formalização do MAE e do ONS, gerando um vácuo normativo que comprometeu a coerência da transição institucional.

Esse descompasso prejudicou a credibilidade das instituições reguladoras. Como as regras foram criadas gradualmente e moldadas pelos contratos de concessão já firmados, a atuação da ANEEL tornou-se, em muitos casos, casuística e reativa, o que fragilizou sua imagem frente aos agentes do setor e à sociedade civil.

A comparação com o setor de telecomunicações é útil para evidenciar as peculiaridades do processo elétrico. A propriedade dos ativos era mais dispersa: enquanto ⁴ o governo federal detinha a geração e transmissão, os entes subnacionais controlavam a maioria das distribuidoras e algumas empresas verticalizadas com participação relevante nos demais segmentos. Essa fragmentação institucional impôs obstáculos adicionais à coordenação da reforma (Ferreira, 2000).

Adicionalmente, as empresas de energia elétrica apresentavam um grau de endividamento mais elevado. Ao contrário das empresas de telecomunicações, que conseguiram financiar sua expansão por meio da venda de ações e da antecipação de receitas, as estatais do setor elétrico dependiam fortemente de empréstimos de longo prazo. Com tarifas artificialmente reduzidas, instrumento de contenção inflacionária nos anos 1970, o autofinanciamento tornou-se inviável. Ainda assim, os financiamentos eram garantidos pelo Tesouro Nacional, o que, embora facilitasse o acesso a crédito externo, resultava em elevado risco fiscal.

Em muitos casos, governos estaduais utilizaram as empresas de energia como instrumentos de política fiscal indireta, agravando sua situação financeira. O resultado foi uma inadimplência generalizada que afetou especialmente as distribuidoras estaduais e geradoras federais, levando à paralisação de investimentos e à corrosão da saúde econômica do setor. Como sintetiza Ferreira (2000, p. 181), o conjunto formado pela composição acionária e pelo elevado endividamento comprometeu a possibilidade de realizar uma privatização ampla e coordenada.

Nesse cenário, optou-se por iniciar a privatização pelas distribuidoras, cuja performance era particularmente crítica e cuja fragilidade gerava incertezas sobre a viabilidade de negócios para novos investidores. Tal estratégia também foi determinante para possibilitar a entrada dos produtores independentes de energia, promovendo um mínimo de pluralismo no setor. À luz desse reposicionamento, é possível afirmar que a privatização obteve êxito parcial: ao final da década de 1990, dois terços da distribuição de energia elétrica já estavam sob controle privado, o que representou uma mudança estrutural se comparada ao cenário estatizante do início da década.

No entanto, a desaceleração da agenda de desestatização a partir de 1999 teve efeitos profundos. Como a privatização era o motor da reconfiguração regulatória, sua estagnação comprometeu a implementação do novo modelo, sobretudo a separação funcional entre geração e transmissão, elemento vital para o estabelecimento de um mercado verdadeiramente competitivo.

Mesmo sem a plena implementação do modelo, a retórica reformista foi mantida até o racionamento de energia de 2001. As decisões estratégicas do setor continuaram a ser tomadas com base na suposição de que a privatização da capacidade instalada, majoritariamente estatal, ocorreria em breve. Essa incerteza institucional prejudicou o planejamento de longo prazo e agravou os efeitos da retração nos investimentos públicos.

Por fim, além dos entraves fiscais e da instabilidade política em torno da privatização, o poder de mercado exercido por empresas estatais verticalizadas, como Furnas, Chesf, Eletronorte, Cemig e Copel, impôs barreiras adicionais à concorrência. Essas companhias mantiveram domínio sobre amplos segmentos da geração elétrica, muitas vezes excedendo os limites de concentração estabelecidos pela ANEEL, o que dificultou a atuação de novos entrantes.

Essa sobreposição de funções, em que o Estado figura simultaneamente como regulador e agente econômico, agravou os riscos regulatórios e comprometeu a confiança dos investidores privados. Conforme sustenta Monteiro (2020) em artigo publicado na Revista Pensar, o ambiente regulatório brasileiro, ao não distinguir com clareza os papéis institucionais, torna-se vulnerável a conflitos de interesse e à instabilidade decisória, elementos que desincentivam a alocação eficiente de capitais no setor energético.

A presença dominante de empresas estatais verticalmente integradas no setor elétrico agravou os riscos percebidos pelos investidores privados. Essas estatais, sobre as quais o órgão regulador exercia controle limitado, detinham usinas hidrelétricas estrategicamente localizadas, com custos operacionais reduzidos e, em muitos casos, ativos já completamente depreciados. Essa configuração proporcionava uma vantagem competitiva substancial às empresas públicas, comprometendo a isonomia entre os agentes do setor.

Como resultado, enquanto a energia oriunda de empreendimentos antigos era comercializada a preços inferiores, a chamada “energia nova”, proveniente de usinas recentes hidrelétricas ou termelétricas, era ofertada a tarifas significativamente mais elevadas. Essa disparidade tarifária, aliada à possibilidade de práticas anticoncorrenciais, como dumping ou

manipulação de preços pelas geradoras estatais, constituiu um desincentivo à entrada de novos agentes privados no segmento de geração.

O contraste entre os setores de telecomunicações e de energia elétrica, nesse ponto, é elucidativo. No primeiro, a privatização foi precedida pela liberalização do mercado, o que obrigou a antiga estatal Telebrás a competir diretamente com empresas privadas, acelerando sua reestruturação. No setor elétrico, no entanto, a curva de custo marginal de longo prazo apresenta inclinação positiva. Tal característica confere uma vantagem estrutural às empresas estatais que possuem acesso à energia mais barata, dificultando a penetração de concorrentes privados, sobretudo em um ambiente ainda marcado por assimetrias regulatórias.

A partir dos anos 2000, a instabilidade institucional se agravou. Após a crise energética de 2001 e o ciclo eleitoral de 2002, as incertezas quanto à continuidade da agenda de reformas se intensificaram. A vitória do Partido dos Trabalhadores (PT) nas eleições de 2002 inviabilizou politicamente a continuidade da política de privatizações. Por outro lado, o retorno a um modelo de predominância estatal também se mostrava impraticável, tanto por limitações fiscais quanto pela dificuldade de se retomar o nível de investimento público observado na década de 1980. Como aponta a literatura, seria necessário ampliar em pelo menos 0,5% do PIB o gasto público permanente para reverter o quadro de subinvestimento na Eletrobrás — uma hipótese considerada economicamente inviável.

Diante desse impasse, formulou-se a proposta de um modelo híbrido, no qual se manteria o controle público sobre as estatais estratégicas, mas com a introdução de um novo arranjo regulatório voltado à atração de capitais privados. Essa proposta visava, sobretudo, a criação de um ambiente institucional mais estável, menos suscetível a interferências políticas, e capaz de garantir previsibilidade jurídica aos agentes econômicos.

Em 2003, deu-se início à formulação do novo modelo institucional do setor, implementado a partir de 2004. Suas diretrizes incluíam a intensificação da atuação do Ministério de Minas e Energia na definição estratégica das políticas setoriais e a redução do foco exclusivamente concorrencial, com ênfase renovada no planejamento e na segurança energética. Reformas significativas foram implementadas, como a reestruturação da gestão do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a dissolução do Mercado Atacadista de Energia (MAE) e a criação de três novos órgãos: o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

As alterações institucionais vieram acompanhadas de uma nova política tarifária, cujo objetivo era aproximar os preços da energia ao custo marginal de longo prazo. Para isso, introduziu-se um mercado segmentado, no qual coexistem contratos de energia “velha” e “nova”, com tarifas diferenciadas. Aos consumidores finais, passou a aplicar-se um sistema de tarifação baseado na média ponderada dos custos de aquisição, conferindo maior racionalidade à estrutura tarifária.

No plano normativo, a reestruturação do setor consolidou a atuação do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) como órgão formulador da política energética, sob a supervisão do Ministério de Minas e Energia. Vinculada ao CNPE, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) passou a exercer um papel mais robusto na regulação e fiscalização do setor. A partir de 2004, diversas normas foram promulgadas com o intuito de fortalecer a governança institucional e garantir maior segurança regulatória.

No contexto da reestruturação institucional do setor elétrico brasileiro, a consolidação de um marco regulatório robusto e tecnicamente orientado representou passo decisivo para a retomada da confiança dos agentes privados e para a modernização do modelo de governança energética. Nesse processo, diversas normas legais e infralegais foram instituídas com o objetivo de conferir maior previsibilidade jurídica, reforçar a autoridade regulatória e estimular a concorrência sob bases normativas claras e estáveis.

A Lei n.º 10.848, de 15 de março de 2004, estabeleceu as diretrizes fundamentais para a comercialização de energia elétrica, estruturando os mecanismos de contratação e definindo os critérios de operação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). Ao conferir maior transparência às relações comerciais do setor, essa norma fortaleceu o ambiente competitivo regulado e ampliou as margens de segurança jurídica para novos investidores. No mesmo ano, a Resolução n.º 63 da ANEEL, de 12 de maio, complementou esse arcabouço ao disciplinar o regime sancionatório aplicável a concessionárias, permissionárias e autorizadas que descumprissem as normas do setor.

Tal medida reforçou a autoridade fiscalizadora da agência reguladora e seu poder dissuasório, além de consolidar um *ethos* de *accountability* entre os agentes regulados. Ainda nesse ciclo normativo, a promulgação da Lei n.º 11.488, de 15 de junho de 2007, instituiu o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), que prevê a suspensão da incidência de PIS/PASEP e COFINS sobre bens e serviços destinados a projetos de infraestrutura, desonerando o investimento e fomentando a ampliação da capacidade instalada nacional.

A adoção desse conjunto normativo visou restaurar a capacidade de planejamento e regulação do Estado, reduzindo a insegurança jurídica e criando condições institucionais para o fortalecimento de um modelo misto de desenvolvimento energético, ancorado na colaboração entre os setores público e privado. Como destaca Barbosa (2018), em análise publicada na *Revista Pensar*, o novo modelo institucional depende, em larga medida, da estabilidade regulatória e da clareza das competências institucionais, sob pena de gerar retração de investimentos e fragmentação decisória.

Além desses marcos estruturantes, outras normas de natureza específica também foram implementadas com o propósito de atender a particularidades técnicas e regionais do setor. A Resolução Normativa n.º 343, de 9 de dezembro de 2008, estabeleceu critérios para a elaboração, aceitação, análise e aprovação de projetos relativos a Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), fomentando a diversificação da matriz energética com base em empreendimentos de menor porte e menor impacto ambiental.

No mesmo sentido, a Lei n.º 12.111, de 15 de dezembro de 2009, regulamentou a prestação de serviços de energia elétrica em sistemas isolados, assegurando o fornecimento a comunidades localizadas em áreas remotas ou de difícil acesso, promovendo, assim, maior equidade territorial no acesso à energia. Ainda em 2009, a Resolução Normativa n.º 389 da ANEEL disciplinou as condições gerais para a outorga de autorizações a produtores independentes e autoprodutores de energia elétrica, detalhando os requisitos técnicos, jurídicos e ambientais exigidos para ingresso desses agentes no mercado.

Essas medidas normativas, embora distintas em seu escopo, compartilham o objetivo de consolidar um setor elétrico mais eficiente, sustentável e juridicamente estável. Ao promover maior transparência, estimular o investimento produtivo e assegurar padrões regulatórios uniformes, o novo marco legal do setor contribuiu para reposicionar o Estado como indutor da coordenação institucional e da racionalidade econômica, sem, contudo, abdicar de sua função de regulação técnica e proteção do interesse público.

4 Desafios regulatórios para o uso das *Megapacks* no Brasil

4.1 O Que São As Megapacks?

A implementação de novas tecnologias visa auxiliar o Sistema Elétrico de Potência (SEP) na redução dos custos energéticos, especialmente durante os picos de demanda, além de

contribuir para a estabilidade do sistema e minimizar os índices de instabilidade. Desde 1991, baterias de íons de lítio começaram a ser utilizadas em dispositivos eletrônicos de pequeno porte, e atualmente, essas baterias são empregadas para fornecer energia aos consumidores do SEP. Uma das vantagens notáveis das baterias de íons de lítio é que elas não sofrem do “efeito memória” e não precisam ser completamente descarregadas para manter sua eficiência.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021) destaca as principais vantagens das baterias de íons de lítio, que incluem a capacidade de fornecer energia de forma rápida, alta eficiência, baixo custo operacional, densidade energética elevada, vida útil superior a 15 anos, e compatibilidade com geradores de energia fotovoltaica e eólica.

A WEG (2021) demonstrou que a combinação de baterias pode gerar alta potência. As células podem alcançar até 300W, e agrupamentos dessas células formam um módulo de até 7 kW. Um rack, constituído por módulos, pode variar de 40 kW a 60 kW de potência. Já um container, que agrupa vários racks, pode atingir potências de 2 MW a 3 MW. Mais de um container pode ser associado para alcançar a potência necessária, com as baterias tendo um ciclo de vida de 4.000 a 6.000 ciclos, dependendo do controle térmico.

Em termos de comparação, a Tesla oferece Sistemas de Armazenamento de Energia (SAE) de diferentes capacidades. De acordo com Lambert (2021), o modelo *Megapack* atinge até 3 megawatt-hora (MWh), com um custo aproximado de R\$ 5.512.069,40. Dez *Megapacks*, totalizando 30 MWh, custam cerca de R\$ 44.596.833,40, resultando em um preço por kWh de R\$ 1.690,45. Para 100 *Megapacks*, o preço por kWh cai para aproximadamente R\$ 1.445,74. Esta solução justifica-se pela facilidade de instalação, menor ocupação de espaço, tempo de instalação reduzido, e um custo inferior em comparação com outras fontes energéticas, além de uma garantia de 20 anos.

Caurio (2021) destaca que o custo de instalação por MWh dos SAE é mais econômico em comparação com outras fontes. O custo é de aproximadamente R\$ 3.010.816,59, enquanto para pequenas centrais hidrelétricas o valor é de R\$ 7.044.960,55 e para a energia eólica é de R\$ 4.315.289,33.

4.2 Desafios regulatórios para o uso das Megapacks no Brasil

A consolidação de tecnologias de armazenamento de energia no Brasil, com destaque para os sistemas conhecidos como *Megapacks*, enfrenta um conjunto expressivo de barreiras que transcendem os elevados custos iniciais de implantação. Embora o fator econômico

permanença relevante, diversos entraves de natureza regulatória, institucional e operacional vêm dificultando a incorporação plena desses recursos ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Nesse contexto, compreende-se “barreira” como qualquer obstáculo técnico, normativo ou econômico que impeça, restrinja ou limite a adoção de determinada tecnologia, seja por inviabilizar sua receita, atrasar sua implementação ou impor requisitos disfuncionais ao seu funcionamento (Bhatnagar *et al.*, 2013).

A morosidade na definição de marcos normativos e a falta de clareza sobre a inserção dos sistemas de armazenamento no setor elétrico brasileiro agravam o cenário de insegurança jurídica, desestimulando a atuação de novos agentes econômicos. Trata-se de um reflexo das limitações estruturais que permeiam o ambiente regulatório nacional. Como pontuam Medeiros e Feitosa (2023), a ausência de diferenciação funcional entre os sistemas jurídico, político e econômico compromete a autonomia institucional e fragiliza a estabilidade democrática, afetando diretamente setores estratégicos como o da energia elétrica.

A segunda dificuldade decorre das restrições funcionais impostas por classificações normativas rígidas e pela alocação compartimentalizada de custos. Tais limitações impedem que um mesmo sistema de armazenamento atue de forma transversal, por exemplo, acumulando funções de geração, transmissão e distribuição, o que compromete sua viabilidade econômica e técnica. Soma-se a isso a disparidade entre regras operacionais de diferentes mercados regionais e setoriais, o que dificulta a operação simultânea em múltiplos ambientes, criando incertezas quanto à remuneração e desempenho dos serviços prestados.

Outro entrave fundamental diz respeito aos mecanismos de remuneração pelos serviços auxiliares. Atualmente, os sistemas de armazenamento não são devidamente compensados por serviços como regulação de frequência, resposta rápida à carga e reserva girante, o que limita sua competitividade frente a tecnologias convencionais. Tal subvalorização compromete a construção de modelos de negócios sustentáveis, especialmente em um setor ainda dominado por estruturas tarifárias tradicionais. A ausência de precificação clara para serviços como resposta inercial, black-start e fornecimento de potência reativa também impede a adequada integração dos Megapacks aos mecanismos de planejamento energético.

Além dessas dificuldades estruturais, há desafios técnicos e institucionais relacionados ao conhecimento e à capacidade analítica dos agentes reguladores e operadores. Em muitos casos, os tomadores de decisão possuem conhecimento limitado sobre o funcionamento, benefícios e riscos associados às tecnologias de armazenamento, o que reduz sua consideração no planejamento setorial. As ferramentas de modelagem utilizadas para avaliação de

investimentos, por sua vez, frequentemente carecem de parâmetros adequados para comparar essas tecnologias com alternativas convencionais, o que compromete o reconhecimento de seu valor agregado.

Por fim, a própria estrutura de custos das tecnologias de armazenamento permanece, em alguns casos, elevada, o que reforça a preferência por soluções mais consolidadas, mesmo que menos eficientes. A instabilidade regulatória, somada à ausência de sinalizações econômicas claras, como preços e incentivos, agrava esse quadro, tornando o ambiente institucional brasileiro pouco favorável à difusão de inovações energéticas.

Superar tais barreiras exige um esforço coordenado entre Estado, setor produtivo, centros de pesquisa e comunidade financeira. A criação de marcos regulatórios específicos, a definição de mecanismos de precificação adequados, o fomento à pesquisa e desenvolvimento tecnológico, e a introdução de incentivos de mercado são medidas essenciais para a viabilidade e expansão dos sistemas de armazenamento no país. Como já reconhecido por estudos internacionais, a consolidação do armazenamento de energia como elemento estratégico da transição energética requer políticas públicas integradas, visão de longo prazo e disposição institucional para rever paradigmas técnicos e normativos que, até então, privilegiavam modelos centralizados e inflexíveis (Bhatnagar *et al.*, 2013).

4.3 Análise Econômica Do Direito: É vantajoso regularizar os novos métodos de armazenamento?

A análise econômica do direito é uma ferramenta poderosa para avaliar a relevância e os impactos da regulamentação dos novos métodos de armazenamento de energia. Essas tecnologias, que estão avançando rapidamente, têm o potencial de transformar significativamente a produção, armazenamento e consumo de energia. Contudo, antes de estabelecer regulamentações, é fundamental realizar um exame detalhado de diversos aspectos relacionados a esses métodos.

Um aspecto essencial é a avaliação dos custos e benefícios envolvidos na regulamentação desses novos métodos de armazenamento de energia. Essa avaliação deve considerar custos específicos de implementação, como os investimentos necessários para a instalação das infraestruturas de armazenamento, incluindo baterias de íons de lítio, sistemas de controle e monitoramento, e a adaptação das redes elétricas para integração dessas tecnologias (Silva, 2024). Além dos custos operacionais, como manutenção, controle térmico

das baterias, e gestão de resíduos gerados ao final da vida útil dos dispositivos, também devem ser incluídos na análise.

Os efeitos sociais contemplados na análise incluem, primeiramente, o impacto ambiental da fabricação e descarte das baterias, que pode envolver a emissão de poluentes e a contaminação do solo e da água por metais pesados. Além disso, o impacto socioeconômico deve ser considerado, como a criação de empregos na indústria de tecnologia e energia, o acesso mais amplo a fontes de energia renovável e os efeitos sobre os preços da energia para os consumidores (Oliveira; Costa, 2023).

Outro ponto importante é a sustentabilidade ambiental. Os novos métodos de armazenamento de energia podem reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa e diminuir a dependência de fontes de energia poluentes. Assim, a regulamentação deve incentivar a adoção dessas tecnologias limpas e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.

Ainda, deve-se avaliar o impacto das regulamentações na segurança e estabilidade do sistema elétrico. A integração de novos métodos de armazenamento pode apresentar desafios técnicos e operacionais que precisam ser abordados para assegurar o fornecimento de energia de forma segura e confiável.

É necessário considerar as externalidades tanto positivas quanto negativas associadas a essas tecnologias. Por exemplo, o armazenamento de energia pode aumentar a resiliência do sistema elétrico em eventos climáticos extremos, mas também pode gerar impactos negativos, como a degradação ambiental decorrente da extração dos materiais necessários para as baterias.

Em resumo, a análise econômica do direito é essencial para garantir uma regulamentação adequada dos novos métodos de armazenamento de energia, considerando os diversos aspectos envolvidos, desde econômicos até ambientais e sociais. Isso promove a transição para um sistema energético mais sustentável, eficiente e inovador.

5 Conclusão

A partir da análise econômica do direito aplicada aos novos métodos de armazenamento de energia, conclui-se que a regulamentação dessas tecnologias é fundamental para o avanço do setor energético. A evolução rápida desses métodos representa uma oportunidade única para transformar a produção e o uso de energia, tornando-os mais limpos, eficientes e acessíveis.

A avaliação dos custos e benefícios indica que os ganhos potenciais vão além do aspecto econômico, incluindo a redução das emissões de gases de efeito estufa e a diminuição da dependência de fontes de energia poluentes, o que é vantajoso para a sustentabilidade ambiental e o combate às mudanças climáticas. Para fomentar a competitividade no mercado de energia, é crucial que a regulamentação evite a formação de monopólios e promova a concorrência saudável. Exemplos de regulamentações bem-sucedidas incluem o incentivo à entrada de novos participantes no mercado e a criação de mecanismos de leilões competitivos, que têm sido utilizados em países como a Alemanha e os Estados Unidos para ampliar o acesso a tecnologias inovadoras de armazenamento de energia.

Adicionalmente, é necessário considerar os desafios técnicos e operacionais relacionados à integração dessas tecnologias ao sistema elétrico, bem como as externalidades, tanto positivas quanto negativas. Enquanto os benefícios, como maior resiliência do sistema, são evidentes, é igualmente importante atentar para os possíveis impactos ambientais e sociais, como o gerenciamento de resíduos e o uso de materiais raros nas baterias.

Em conclusão, a análise econômica do direito sugere que a regulamentação dos novos métodos de armazenamento de energia é essencial para o desenvolvimento sustentável do setor energético, beneficiando a transição para uma matriz energética mais limpa, eficiente e resiliente. Medidas regulatórias recomendadas incluem a adoção de padrões técnicos harmonizados, incentivos fiscais para tecnologias de baixo impacto ambiental e a criação de parcerias público-privadas para o desenvolvimento de infraestrutura.

Para alcançar esse objetivo, é necessário o esforço conjunto de governos, indústria, universidades, centros de pesquisa, empresas e a comunidade financeira, adotando uma abordagem colaborativa para a regulamentação e adoção dessas inovações. A regulamentação em países como o Japão, que investe em sistemas de armazenamento para estabilidade da rede, e na Austrália, com incentivos para a instalação de baterias em residências, pode servir de modelo. Assim, será possível construir um futuro energético mais promissor, contribuindo para um mundo mais sustentável e resiliente diante dos desafios do século XXI.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA [ANEEL]. **Relatório de Atividades da ANEEL 2010**. Brasília, DF: ANEEL, 2010.

AKURU, Udochukwu B.; ONUKWUBE, Ifeanyichukwu E.; OKORO, Ogbonnaya I.; OBE, Emeka S. Towards 100% renewable energy in Nigeria. **Renewable and Sustainable Energy**

Reviews, [S. l.], v. 71, p. 943-953, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.123>. Acesso em: 10 jul. 2024.

ANJOS, K. C. D. dos; CORREIA, L. S.; SILVA, L. R.; HOSSOÉ, H. S.; SILVA, J. P. da; CARVALHO, T. de S. N.; BEZERRA JUNIOR, J. T.; SANTOS, A. V. Energias renováveis no nordeste brasileiro: desafios e oportunidades. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, [S. l.], v. 17, n. 6, p. e7556, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/7556>. Acesso em: 12 jul. 2024.

ARAÚJO, Cicero. **Bentham, o utilitarismo e a filosofia política moderna**. São Paulo: DCP-FFLCH USP, 2006.

BECK, Ulrich. **The Metamorphosis of the World: How climate change is transforming our concept of the world**. Cambridge: Polity Press, 2016.

BENTHAM, Jeremy. **Uma introdução aos princípios da moral e da legislação**. Trad. Luiz João Baraúna. São Paulo: Editora Abril, 1974.

BHATNAGAR, Dhruv; CURRIER, Aileen; HERNANDEZ, Jacquelynne; MA, Ookie; KIRBY, Brendan. Market and Policy Barriers to Energy Storage Deployment: A Study for the Energy Storage Systems Program. **Sandia National Laboratories**, California, p. 1-58, 2013. Disponível em: <https://www.sandia.gov/ess-ssl/publications/SAND2013-7606.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2024.

BRASIL. **Decreto n.º 11.120, de 5 de julho de 2022**. Permite as operações de comércio exterior de minerais e minérios de lítio e de seus derivados. Brasília, DF: Presidência da República, 2022a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d11120.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2011.120%2C%20DE%205,que%20lhe%20confere%20o%20art. Acesso em: 01 ago. 2024.

BRASIL. **Lei n.º 14.300, de 6 de janeiro de 2022**. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis n.º 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2022b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/14300.htm. Acesso em: 01 ago. 2024.

BRASIL. **Lei n.º 8.631, de 4 de março de 1993**. Dispõe sobre a fixação dos níveis das tarifas para o serviço público de energia elétrica, extingue o regime de remuneração garantida e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1993. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8631.htm. Acesso em: 01 ago. 2024.

BRASIL. **Lei n.º 9.074, de 7 de julho de 1995**. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1995. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19074cons.htm. Acesso em: 01 ago. 2024.

BRASIL. **Projeto de Lei n.º 1.224, de 2022**. Dispõe acerca da atividade de armazenamento de energia no âmbito do Sistema Interligado Nacional (SIN). Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2022c. Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2322803>. Acesso em: 01 ago. 2024.

CAURIO, Alice Pacheco. **análise da aplicação de sistemas de armazenamento e sistemas fotovoltaicos para redução de custos de energia elétrica de clientes do grupo A**. 2021. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Energia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2021.

COASE, Ronald H. The problem of social cost. **The Journal of Law & Economics**, Chicago, [S. l.], v. 3, out. 1960, p. 01-44.

COOTER, Robert; ULEN, Thomas. **Law and Economics**. 6. ed. Boston: Pearson, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA [EPE]. **Relatório Anual de Baterias e Armazenamento de Energia**. Brasília, DF: EPE, 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENÉRTICA [EPE]. **Plano de Decenal de Expansão de Energia 2027**. Ministério de Minas e Energia Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Brasília, DF: EPE, 2021.

ESPOSITO, Roberto. **Law, Community and the Political**. 1. ed. Londres: Routledge, 2015.

FARNSWORTH, E. Allan. 28 Comparative Contract Law. **Oxford University Press**, [S. l.], v. 1, p. 899-936, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199296064.013.0029>. Acesso em: 20 jul. 2024.

FERRAZ JUNIOR, Tercio Sampaio. **Introdução ao estudo do direito: técnica, decisão, dominação**. 10. ed., rev., atual. e ampl. São Paulo: Atlas, 2018.

FERREIRA, Carlos Kawall Leal. Privatização do setor elétrico no Brasil. In: PINHEIRO, Armando Castelar; FUKASAKU, Kiichiro. **A privatização no Brasil: o caso dos serviços de utilidade pública**. Brasil, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, BNDES, 2000. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jsui/bitstream/1408/2222/1/2000_A%20privatiza%C3%A7%C3%A3o%20no%20Brasil_P.pdf. Acesso em: 01 ago. 2024.

GRAU, Eros Roberto. **A ordem econômica na Constituição de 1988: interpretação e crítica**. 21. ed., rev., atual. e ampl. São Paulo: Editora JusPodivm, 2024.

JANKOWSKY, Mayra; MENDONÇA, Jocemar Tomasiho; FREITAS, Rodrigo Randow de. Changes and challenges in artisanal fishery: unpacking the impact of a mining waste disaster. **Ocean and Coastal Research**, [S. l.], v. 72, 2024. Disponível em: <https://revistas.usp.br/ocr/article/view/232041>. Acesso em: 10 ago. 2024.

JESUS, Thiago Allisson Cardoso de; CHAVES, Wesley Aguiar; NASCIMENTO, Whesley Nunes do; GUIMARÃES, Claudio Alberto Gabriel. Análise econômica do direito: considerações sobre a Teoria Econômica do Crime a partir da obra de Gary Becker. **Revista do Mestrado em Direito da Universidade Católica de Brasília**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 108-124, jan./jun. 2023.

JONES, Owen D.; O'CONNOR, Erin O'Hara; STAKE, Jeffrey Evans. Economics, behavioral biology, and law. **Supreme Court Economic Review**, [S. l.], v. 19, p. 103-145, 2011. Disponível em: <https://scholarship.law.vanderbilt.edu/faculty-publications/1068>. Acesso em: 22 jul. 2024.

KAZMI, Hussain et al. Towards data-driven energy communities: A review of open-source datasets, models and tools. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], v. 148, p. 111290, 2021.

LAMBERT, Fred. **Tesla reveals Megapack prices: starts at \$1 million**. Electrek. United States, 2021. Disponível em: <https://electrek.co/2021/07/26/tesla-reveals-megapack-prices/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

LEFF, Enrique. **Ecologia política: desconstruindo o capital e territorializando a vida**. Springer Nature, 2021.

MACKAAY, Ejan; ROUSSEAU, Stephane. **Análise Econômica do Direito**. 2. ed. Trad. Rachel Sztajn. São Paulo: Atlas, 2015.

MAHONEY, Paul G. Adam Smith, Prophet of Law and Economics. **The Journal of Legal Studies**, [S. l.], v. 46, n. 1, p. 207-236, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/691629>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MEDEIROS, Monique Ximenes Lopes de; FEITOSA, Maria Luiza Pereira de Alencar Mayer. Desafios do estado democrático de direito no Brasil: entre crises institucionais e a pandemia da COVID-19. **Revista Pensar**, Fortaleza, v. 28, n. 3, p. 1-13, jul./set. 2023. Disponível em: <http://periodicos.unifor.br/rpen>. Acesso em: 03 maio 2025.

MORETTINI, Felipe Tadeu Ribeiro; GONÇALVES, Oksandro Osdival. Análise econômica do controle judicial dos contratos de concessão e sua importância para o desenvolvimento. **Revista de Informação Legislativa**, Brasília, DF, v. 51, n. 203, jul./set. 2014. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/rii/edicoes/51/203/rii_v51_n203_p73.pdf. Acesso em: 01 ago. 2024.

NUSDEO, Fábio. **Curso de economia: introdução ao direito econômico**. 11. ed., rev., atual. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2021.

OLIVEIRA, C E; COSTA, H. **Inovação e sustentabilidade no setor energético: o caso do Nordeste**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2023.

OLIVEIRA, Ivan Tiago Machado; VEIGA, Pedro da Motta; RIOS, Sandra Maria C. Polônia; RIBEIRO, Fernando José da Silva Paiva. **The political economy of trade policy in Brazil**. Brasília, DF: Ipea, 2019. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9529/1/The_political_economy_of_trade_policy_in_brazil.pdf. Acesso em: 25 jul. 2024.

PARREIRA, Liziane; BENACCHIO, Marcelo. Da análise econômica do Direito para a análise jurídica da Economia: a concretização da sustentabilidade. **Prisma Jurídico**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 179-206, 2012.

PIRES, José Claudio; GOLDSTEIN, Andréa E. Agências reguladoras brasileiras: avaliação e desafios. **Revista do BNDES**, Brasília, DF, v. 8, n. 16, dez. 2001. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/17043>. Acesso em: 01 ago. 2024.

POSNER, Richard. **A Economia da Justiça**. Tradução: Evandro Ferreira e Silva; revisão da tradução Anibal Mari. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2010, p. 492.

SILVA, C. M. A.; FERREIRA, A. B. S.; FILHO, T. A. G.; NASCIMENTO, L. D.; ACRUZ, C. S.; MARQUES, F. R. V.; SILVA, L. H. P. da; PEREIRA, D. D. de M.; LIMA, L. A. T. de; SILVA, G. P. G. da. Sustainable energy in Brazil: Challenges and opportunities for the coming years. **Seven Editora**, [S. l.], 2024. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/4228>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SUNSTEIN, Cass R. Nudges.gov: Behavioral Economics and Regulation. **Oxford Handbook of Behavioral Economics and the Law**, [S. l.], v. 1, p. 1-46, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2220022>. Acesso em: 29 jul. 2024.

TABAK, Benjamin Miranda. A Análise Econômica do Direito: Proposições Legislativas e Políticas Públicas. **Revista de Informação Legislativa**, Brasília, DF, v. 52, n. 205, p. 321-345, 2015. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/509955>. Acesso em: 01 ago. 2024.

TREVISAN, R.; OLIVEIRA, M. M. L. P. de. Ex nihilo nihil fit – Cidades novas como infraestruturas territoriais no Brasil e em Portugal. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [S. l.], v. 26, n. 1, 2024. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/7579>. Acesso em: 20 jul. 2024.

WEG. **Sistema de Armazenamento de Energia em Baterias (BESS)**. [S. l.]: Static, 2021. Disponível em: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h0e/h3c/WEG-ESSW-sistema-de-armazenamento-de-energia-50100243-pt.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024

ORIGINALITY REPORT

12% SIMILARITY INDEX	9% INTERNET SOURCES	5% PUBLICATIONS	9% STUDENT PAPERS
--------------------------------	-------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to AMBRA University Student Paper	2%
2	www.emporiiododireito.com.br Internet Source	2%
3	repositorio.ufsm.br Internet Source	1%
4	repositorio.ipea.gov.br Internet Source	1%
5	www12.senado.leg.br Internet Source	1%
6	periodicos.ufmg.br Internet Source	1%
7	manualzz.com Internet Source	1%
8	Gustavo Gonçalves Borges. "Proposta de avaliação das políticas de subsídios e encargos no setor elétrico brasileiro.", Universidade de São Paulo. Agência de Bibliotecas e Coleções Digitais, 2024 Publication	1%
9	tede2.pucsp.br Internet Source	1%
10	sevenpublicacoes.com.br Internet Source	1%
11	iberojur.com Internet Source	1%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography Off