

A ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL ENTRE A SOBERANIA ENERGÉTICA E A
INVISIBILIDADE REGULATÓRIA

Ricardo Alvarenga ¹

Ruben Ferraz ²

Resumo: A energia nuclear ocupa posição estratégica no ordenamento jurídico brasileiro, sendo expressamente reconhecida pela Constituição Federal como atividade essencial à soberania nacional, à segurança energética e ao interesse público. Apesar desse reconhecimento constitucional, observa-se que os instrumentos normativos, regulatórios e de planejamento do setor elétrico nem sempre refletem as especificidades técnicas e sistêmicas da geração nuclear. O presente artigo analisa o descompasso entre o tratamento jurídico conferido à energia nuclear como ativo estratégico e sua limitada inserção no planejamento e na regulação do setor elétrico brasileiro. Para tanto, adota-se metodologia dogmático-analítica, baseada no exame da Constituição Federal, da legislação infraconstitucional, de documentos oficiais de planejamento energético e da literatura especializada. Conclui-se que a ausência de mecanismos regulatórios específicos e a predominância de modelos voltados às fontes intermitentes comprometem a coerência entre o discurso jurídico da soberania energética e a prática regulatória, evidenciando a necessidade de aperfeiçoamento da governança, do planejamento e da segurança do sistema elétrico nacional.

Palavras-chave: energia nuclear; planejamento energético; regulação do setor elétrico; segurança do suprimento; soberania energética.

¹ Advogado, mestrando em Direito Constitucional pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, pós-graduado em Direito Regulatório pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, advogado voluntário da Association of International Energy Negotiators - AIEN, membro do grupo de pesquisa sobre Direito Administrativo Contemporâneo - GDAC, pesquisador voluntário do Laboratório de Simulações e Cenários (LSC) da Escola de Guerra Naval (EGN), na linha de pesquisa de Energia Nuclear. Militante na área de energia e transição energética, principalmente sob uma perspectiva regulatória.

² Advogado com 20 (vinte) anos de atuação jurídica estratégica em estatais do setor de energia. É membro da Comissão Especial de Energia Elétrica – CEELE da OAB/RJ. É membro de Comitê de Sustentabilidade da Associação Brasileira para o Desenvolvimento De Atividades Nucleares – ABDAN. Foi Assessor (2022/2023) do Diretor Financeiro da Eletronuclear. Também foi Gestor (2021/2022) do passivo judicial referente ao Empréstimo Compulsório de Energia na Eletrobrás; Desempenha/desempenhou a função de Conselheiro em Entidades Privadas. Detém especialização em direito tributário pela FGV. Mantém atualização em direito nuclear, pela *International Atomic Energy Agency* (IAEA).

1. INTRODUÇÃO

No ordenamento jurídico brasileiro, a energia nuclear ostenta status constitucional de ativo estratégico, essencial à soberania nacional e ao interesse público. Contudo, esse reconhecimento não encontra correspondência adequada nos instrumentos infraconstitucionais de regulação, tampouco nas políticas públicas e nos documentos de planejamento do setor elétrico.

O arcabouço normativo vigente, desenhado primordialmente para a expansão de fontes intermitentes, relega a fonte nuclear a uma posição secundária. A questão central não reside na ausência de um regime jurídico para a atividade nuclear—que é robusto em matéria de segurança—, mas na sua dissociação com as políticas gerais do setor elétrico. Cria-se, assim, um descompasso entre o seu reconhecimento como pilar de estabilidade e sua efetiva inserção nos mecanismos de expansão da matriz.

Essa incongruência compromete a segurança energética e introduz incertezas para os atores setoriais, em dissonância com os princípios da segurança jurídica e da previsibilidade regulatória.

Em suma, o texto evidencia a premente necessidade de alinhar o planejamento e a regulação setorial à diretriz constitucional, tratando a energia nuclear não como uma alternativa pontual, mas como um componente estruturante para a garantia de um suprimento elétrico seguro, confiável e de baixa emissão de carbono para o Brasil.

2. A ENERGIA NUCLEAR COMO ATIVO NACIONAL

A energia nuclear, qualificada pelo ordenamento jurídico brasileiro – essencialmente, no âmbito constitucional - como um ativo de soberania nacional, transcende a mera condição de fonte energética para se firmar como um domínio estratégico do Estado. Sua disciplina jurídica fundamenta-se tanto em preceitos constitucionais quanto em compromissos internacionais que reconhecem seus riscos e exigem uma governança de longo prazo, focada na segurança e no interesse público qualificado.

Historicamente, contudo, observa-se um descompasso entre esse reconhecimento normativo e sua efetiva integração no planejamento do setor elétrico. Apesar de instrumentos como o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2019), o Plano Nacional de Energia 2010–2030 (PNE), o PNE 2050 e o RENUCLEAR – incentivo tributário para novos empreendimentos nucleares – terem atestado o seu papel, a fonte

permaneceu em uma posição marginal. No momento, há um descompasso no Brasil em relação à crescente mobilização internacional para sua expansão da energia nuclear, conforme consolidado na COP 28 - pelo compromisso de 22 países para triplicar a oferta de energia nuclear até 2050.

No âmbito do sistema jurídico pátrio, torna-se patente o fortalecimento da governança e da regulação técnica, cujo maior expoente foi o efetivo funcionamento da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN).

Esse novo momento é reforçado por avanços legislativos concretos, como a inclusão da fonte nuclear no Programa de Aceleração da Transição Energética (PATEN), conforme Lei n. 15.103/2025, bem como, de forma reflexa, a manutenção das fontes limpas, ou seja, abrangendo a energia nuclear, no Projeto de Lei n. 278/2026, que trata do Regime Especial de Tributação para Serviços de Datacenter (REDATA).

Aqui é interessante um *disclaimer*, no sentido de que, quando políticas públicas não refletem o mundo fático/fenomênico, a tendência é uma fratura ou um grande prejuízo social num dado recorte temporal. Vale lembrar que, a sinalização mundial aponta a fonte por energia nuclear, como uma fonte de eletricidade relevante para os em relação aos *data centers*, Esse racional, é refletido pela International Energy Agency (“IEA”), ver:

“Após 2030, os SMRs (Small Modular Renewables, ou Reatores Modulares Pequenos) entram em cena, fornecendo uma fonte de eletricidade de base com baixas emissões para os operadores de data centers. Atualmente, os hiperescaladores estão entre os principais investidores corporativos no desenvolvimento de SMRs.”

Tais movimentos sinalizam um alinhamento inicial entre a relevância estratégica da energia nuclear e sua aplicação prática. Contudo, impõe-se uma convergência mais robusta para posicionar esta fonte de modo compatível com o contexto tecnológico e com as commodities (urânio/yellowcake) disponíveis no Brasil, consolidando-a como vetor essencial para a transição energética e para a segurança do suprimento elétrico nacional.

2.1 FUNDAMENTOS CONSTITUCIONAIS E LEGAIS DO SETOR NUCLEAR

A energia nuclear ocupa, no ordenamento jurídico brasileiro, uma posição normativa singular, que não pode ser compreendida adequadamente a partir das categorias

tradicionais do direito econômico ou da regulação setorial da energia elétrica.

Essa centralização constitucional projeta efeitos diretos sobre o papel do Estado enquanto garantidor da segurança nuclear. A titularidade da atividade implica dever permanente de governança, compreendendo planejamento, regulação técnica, fiscalização contínua (Brasil, 1988).

O marco regulatório do setor nuclear brasileiro remonta à década de 1950, com a criação do Conselho Nacional de Pesquisas. Na sua origem, o arcabouço normativo estabeleceu a prerrogativa do Estado sobre o aproveitamento da energia atômica, conforme disposto no artigo 5º da lei fundadora do Conselho, resguardando, a liberdade de pesquisa científica e tecnológica.

A Lei nº 4.118/1962 instituiu a política nuclear brasileira sob uma racionalidade claramente distinta da política energética convencional, reconhecendo a necessidade de um regime jurídico próprio para atividades envolvendo materiais nucleares e radioativos (Brasil, 1962).

A faceta do Estado como agente empresarial foi aprofundada com a Lei n.º 6.189/1974 e o Decreto n.º 76.805/1975, que impulsionaram a criação de novas entidades para a execução do PNB. Essa reorganização promovida pela Lei nº 6.189/1974 solidifica o entendimento de que, esse desenho institucional do sistema

nuclear nacional, independente dos seus efeitos práticos, sinaliza relativa autonomia em relação ao setor elétrico em sentido estrito (Brasil, 1974). Essa separação normativa reflete compreensão institucional de que a segurança nuclear não pode ser tratada como variável residual da política energética, mas como eixo estruturante da própria legitimidade do programa nuclear (Forman, 2018).

A Lei nº 10.308/2001 estruturou um regime jurídico que pressupõe continuidade administrativa e responsabilidade estatal prolongada, independentemente de ciclos políticos ou econômicos (Brasil, 2001).

O reforço institucional mais recente, com a criação da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear, que permitiu a separação entre funções operacionais e fiscalizatórias (Brasil, 2021). Essa arquitetura aderente ao direito nuclear internacional, reforça a necessidade de o regulador exercer funções específicas, como condição mínima para a credibilidade do sistema de segurança nuclear (IAEA, 2015; OECD/NEA, 2016).

A literatura aponta que a ausência dessa separação tende a produzir conflitos de interesse e fragilização da confiança pública.³

No plano internacional, o direito nuclear brasileiro encontra-se profundamente articulado ao regime global de segurança e responsabilidade. A Convenção de Viena sobre Responsabilidade Civil por Danos Nucleares e seus instrumentos complementares estabeleceram parâmetros que influenciaram diretamente a conformação do direito interno, especialmente no que se refere à objetivação da responsabilidade e à exigência de garantias financeiras (IAEA, 1963; 1997).

O conjunto desses fundamentos revela que, do ponto de vista constitucional, legal e doutrinário, a energia nuclear é tratada no Brasil como ativo estratégico de soberania, dotado de regime jurídico próprio, denso e tecnicamente orientado. Por conseguinte, para além das ponderações sobreditas, ao se tratar do preço de energia, é imperioso ressaltar outros elementos inerente à energia gerada por fonte nuclear, como a estabilidade, o alto fator de capacidade, a resistente a eventos climáticos relevantes e a prolongada duração dos ativos – com projeção de até 80 (oitenta) anos.

Diga-se que, a tensão sobredita e a seguir detalhada, não decorre da ausência de base normativa, mas do descompasso entre esse reconhecimento jurídico estruturante e a forma como a energia nuclear é incorporada — ou marginalizada — nos instrumentos infraconstitucionais de planejamento e regulação do setor elétrico.

2.2 PLANEJAMENTO ENERGÉTICO E A POSIÇÃO DA ENERGIA NUCLEAR

O planejamento energético ocupa posição singular no setor elétrico por articular escolhas técnicas, econômicas e jurídicas de longo prazo. Diferentemente de setores regidos predominantemente por sinais de mercado de curto ciclo, a infraestrutura elétrica exige antecipação de cenários, coordenação entre expansão de oferta e rede e avaliação de riscos sistêmicos.

No contexto brasileiro, o planejamento assume função ainda mais relevante em razão da dimensão territorial, da diversidade de fontes e da integração nacional do sistema. Sob perspectiva jurídica, o planejamento energético pode ser compreendido como instrumento de concretização de políticas públicas setoriais.

³ A separação entre operador nuclear e autoridade reguladora independente constitui padrão consolidado no direito nuclear internacional. Documentos da IAEA e da OECD/NEA apontam que a ausência dessa independência tende a gerar conflitos de interesse e déficits de credibilidade regulatória, especialmente em contextos de expansão do parque nuclear ou de acidentes relevantes. Ver, a propósito, IAEA (2015) e OECD/NEA (2016).

Parte da doutrina sustenta que o planejamento, em setores de infraestrutura essencial, aproxima-se de dever estatal de organização racional do serviço (Sarlet; Fensterseifer, 2014; Varella, 2019).⁴ No Brasil, o planejamento é institucionalizado por meio de estudos e planos elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética. A posição da energia nuclear nesse planejamento revela ambivalência recorrente.

Documentos de planejamento frequentemente reconhecem o valor estratégico da fonte em termos de segurança energética e baixa emissão de carbono, mas sua materialização em projetos concretos tende a ser mais cautelosa (EPE, 2020; IEA, 2022). Essa dualidade é registrada em análises comparadas, que indicam que países tratam a nuclear como opção de longo prazo sujeita a decisões políticas e econômicas de alto nível (OECD/NEA, 2019).⁵

Pontualmente, no caso da energia nuclear, para além de estar naqueles documentos orientativos, é preciso que, ocorra coerência entre planejamento, regulação e política energética. Assim, o debate sobre a posição da energia nuclear no planejamento energético brasileiro não se resume a preferências tecnológicas, mas, sim, como o Estado se organizará até a efetiva transição energética, observando a distribuição de riscos e a resiliência sistêmica.

Pontualmente, no caso da energia nuclear, para além de estar naqueles documentos orientativos, é preciso que, ocorra coerência entre planejamento, regulação e política energética. Assim, o debate sobre a posição da energia nuclear no planejamento energético brasileiro não se resume a preferências tecnológicas, mas, sim, como o Estado se organizará até a efetiva transição energética, observando a distribuição de riscos e a resiliência sistêmica.

O planejamento aparece, nesse contexto, como instrumento de soberania energética no sentido funcional: capacidade de estruturar a matriz de forma compatível com objetivos de longo prazo (IEA, 2022; OECD/NEA, 2019).

⁴ Sobre planejamento como dever estatal em matéria ambiental e energética, ver SARLET, Ingo; FENSTERSEIFER, Tiago. *Direito Constitucional Ambiental*. São Paulo: RT, 2014.

⁵ Ver OECD/NEA. *Nuclear Energy and System Costs*, 2019, sobre o papel da nuclear em planejamentos de longo prazo.

⁶ Ver também IEA. *World Energy Outlook 2022*, especialmente capítulos sobre segurança energética.

2.3 DO PLANO NACIONAL DE ENERGIA (PNE 2050) E DOS PLANOS DECENAIS DE EXPANSÃO (PDE's)

No que se refere à energia nuclear, o PNE 2050 adota postura de reconhecimento discursivo de seu potencial estratégico. O documento menciona a nuclear como fonte de baixa emissão de carbono, capaz de contribuir para diversificação da matriz e segurança do suprimento (EPE, 2020). A presença da nuclear no plano, portanto, não é marginal em termos conceituais.

Se a energia nuclear é apresentada como opção relevante para segurança energética e descarbonização, a literatura de direito da energia indica que a consistência entre planejamento e instrumentos regulatórios torna-se fator de credibilidade institucional (Sundfeld, 2014; Varella, 2019).⁷ O planejamento não substitui a regulação, mas influencia a forma como ela se desenvolve.

Assim, o PNE 2050 revela dupla dimensão da posição nuclear no Brasil: presença estratégica no discurso de longo prazo e cautela na tradução executiva.

Já os Planos Decenais de Expansão de Energia constituem o principal instrumento de planejamento energético de médio prazo no Brasil. Diferentemente do PNE, de natureza mais prospectiva e estratégica, os PDEs dialogam diretamente com a dinâmica de leilões, autorizações e expansão da infraestrutura elétrica (EPE, 2020).

Do ponto de vista jurídico-institucional, essa persistente posição secundária suscita debate sobre coerência entre planejamento e discurso estratégico. Se a energia nuclear é reconhecida como relevante para segurança do suprimento e descarbonização, sua baixa presença nos planos executivos pode ser interpretada como sinal regulatório ambíguo (Varella, 2019).

⁷ Sobre coerência regulatória e previsibilidade institucional, ver SUNDFELD, Carlos Ari. *Direito Administrativo para Céticos*. São Paulo: Malheiros, 2014.

2.4 ENERGIA NUCLEAR E INTERESSE PÚBLICO

A vinculação da energia nuclear ao interesse público não decorre apenas de sua titularidade constitucional ou de sua natureza técnica, mas da função estrutural que desempenha na garantia da continuidade do serviço e da segurança do suprimento energético em sociedades complexas⁸.

A continuidade do serviço de energia elétrica constitui pressuposto fático indispensável à fruição de direitos fundamentais como saúde, segurança, comunicação e mobilidade, além de condição estrutural para o funcionamento regular do Estado e da economia⁹. A doutrina do direito administrativo e do direito regulatório reconhece que, em setores dessa natureza, a continuidade não pode ser tratada apenas como obrigação contratual ou regulatória, mas como verdadeiro dever institucional do Estado, especialmente quando estão presentes riscos sistêmicos e externalidades de grande escala (Prosser, 2010; Mendes, 2020)¹⁰.

A energia nuclear, em razão de sua previsibilidade operacional e elevada confiabilidade, contribui diretamente para esse dever estatal, reforçando sua conexão com o interesse público primário.

A literatura especializada em planejamento energético aponta que a segurança do suprimento não se limita à suficiência de capacidade instalada, mas envolve a capacidade do sistema de responder adequadamente a cenários adversos, como eventos climáticos extremos, falhas em cadeias de suprimento ou choques abruptos de demanda (IEA, 2019; EPE, 2021)¹¹.

Nesse cenário, fontes firmes e despacháveis assumem papel central, não apenas como complemento às fontes variáveis, mas como elemento estruturante da resiliência do sistema.

⁸ A noção de interesse público como categoria funcional e concreta é recorrente na doutrina contemporânea, especialmente quando associada à garantia de condições materiais mínimas para o exercício de direitos fundamentais.

⁹ A energia elétrica é frequentemente tratada pela doutrina constitucional como pressuposto material para a efetividade de diversos direitos fundamentais, o que reforça sua centralidade institucional.

¹⁰ Prosser desenvolve a ideia de que serviços essenciais demandam modelos regulatórios orientados à continuidade e à resiliência, enquanto Mendes destaca a dimensão institucional dos deveres estatais de proteção.

¹¹ Relatórios da IEA e da EPE indicam que a segurança do suprimento depende cada vez mais da capacidade de resposta do sistema a eventos extremos e incertezas climáticas.

A energia nuclear, ao operar com fatores de capacidade elevados e ciclos longos de combustível, reduz significativamente a vulnerabilidade do sistema a variáveis exógenas, distinguindo-se qualitativamente das fontes intermitentes (IAEA, 2018)¹². Essa característica projeta a energia nuclear no campo das infraestruturas estratégicas.

O conceito de infraestrutura estratégica, amplamente utilizado no direito comparado e na literatura de políticas públicas, refere-se a ativos cuja interrupção ou mau funcionamento produz impactos sistêmicos relevantes sobre a segurança nacional, a ordem pública ou a economia (OECD, 2019)¹³.

No caso brasileiro, essa dimensão estratégica assume contornos específicos em razão da configuração do Sistema Interligado Nacional e da elevada concentração de carga em determinadas regiões. A geração nuclear instalada no Sudeste contribui de forma estrutural para a estabilidade de um subsistema responsável por parcela expressiva do consumo nacional, reduzindo a necessidade de despacho emergencial de fontes térmicas mais onerosas e ambientalmente intensivas em momentos de estresse do sistema (ONS, 2021)¹⁴. Esse efeito sistêmico, embora frequentemente subestimado nos instrumentos regulatórios, constitui elemento central da análise sob a ótica do interesse público.

Com frequência, não enxergar tais atributos, tende a invisibilizar tecnologias cuja contribuição não se expressa plenamente em métricas de curto prazo, mas se revela na resiliência do sistema e na prevenção de crises energéticas.

Assim, a energia nuclear deve ser compreendida como instrumento de realização do interesse público em sua acepção mais ampla, articulando continuidade do serviço, segurança do suprimento, planejamento estatal de longo prazo e proteção contra riscos sistêmicos.

¹² A IAEA enfatiza que a previsibilidade operacional das usinas nucleares constitui um dos principais fatores de sua contribuição à segurança energética.

¹³ A OECD utiliza o conceito de infraestrutura estratégica para identificar ativos cuja proteção demanda políticas públicas específicas e coordenação estatal reforçada.

¹⁴ Dados do ONS evidenciam o papel da geração nuclear na mitigação de riscos operacionais no subsistema Sudeste, especialmente em cenários hidrológicos adversos.

2.5 O ATIVO NUCLEAR NO CONTEXTO DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL

A inserção da geração nuclear no Sistema Interligado Nacional (SIN) não pode ser analisada apenas sob a ótica empresarial ou tarifária, mas como componente da arquitetura técnico-institucional do sistema elétrico brasileiro. Do ponto de vista técnico, usinas nucleares operam com altos fatores de capacidade e ciclos longos de operação contínua, contribuindo para estabilidade de carga e redução de volatilidade sistêmica (IAEA, 2022). Essa função não é substituível por simples aumento de capacidade instalada variável, pois se relaciona à qualidade da energia entregue ao sistema.

A literatura de direito da infraestrutura observa que determinados ativos não são apenas unidades de produção, mas “infraestruturas críticas”, cujo funcionamento contínuo possui relevância sistêmica (Sarlet; Fensterseifer, 2014). Nesse sentido, a geração nuclear brasileira pode ser compreendida como parte do núcleo duro de confiabilidade do sistema, sobretudo em contextos de estresse hidrológico ou de elevada variabilidade renovável.

As usinas de Angra, localizadas no Sudeste, operam em região de maior densidade de carga do país, contribuindo para equilíbrio regional do sistema (EPE, 2020). Essa dimensão regional reforça a leitura de que a função da nuclear não se esgota na produção de MWh, mas envolve estabilidade e confiabilidade sistêmica.

Sob perspectiva regulatória, contudo, a tradução dessa função sistêmica em instrumentos tarifários e contratuais nem sempre é linear. Parte da literatura aponta que mercados elétricos tendem a valorizar energia e potência de forma mais explícita do que atributos de previsibilidade e base firme (Joskow, 2011). Essa assimetria pode produzir sub-reconhecimento econômico de funções sistêmicas relevantes.¹⁵

A discussão jurídica desloca-se da pergunta “quanto custa a energia nuclear” para “qual função sistêmica ela desempenha”. Essa mudança de enfoque é recorrente em debates contemporâneos sobre

¹⁵A literatura de economia da energia destaca que atributos sistêmicos frequentemente não são integralmente precificados em mercados de energia. Ver JOSKOW (2011) sobre valoração de confiabilidade e capacidade firme.

segurança energética e resiliência de sistemas elétricos (IEA, 2022; OECD/NEA, 2019).¹⁶

2.6 NATREZA ESTRATÉGICA DA ENERGIA NUCLEAR: SEGURANÇA ENERGÉTICA E EQUIDADE TARIFÁRIA

Em sistemas elétricos de grande porte e elevada complexidade, como o brasileiro, a segurança energética está diretamente associada à existência de fontes firmes capazes de sustentar a base do suprimento (*baseload*)¹⁷, reduzindo a exposição do sistema a choques hidrológicos, meteorológicos ou operacionais (IEA, 2019; EPE, 2020).

Nesse contexto, a energia nuclear ocupa posição singular, como ativo estratégico – no âmbito constitucional e diante da própria complexidade do SIN - pois combina alta densidade energética, estabilidade operacional e baixo risco de interrupção não programada (IAEA, 2018).

A literatura de planejamento energético é consistente ao afirmar que a confiabilidade do suprimento não pode ser assegurada exclusivamente por fontes intermitentes, ainda que renováveis. Autores que analisam a transição energética sob perspectiva sistêmica ressaltam que a expansão acelerada de eólica e solar, sem contrapartida proporcional de fontes firmes ou mecanismos robustos de armazenamento, tende a aumentar a volatilidade do sistema e os custos ocultos de operação (Joskow, 2011; Newbery et al., 2018). A energia nuclear, nesse cenário, desempenha papel estrutural distinto, não como concorrente das renováveis variáveis, mas como elemento de estabilização do sistema elétrico (Sovacool, 2017).¹⁸

No caso brasileiro, essa função sistêmica assume relevância ainda maior em razão da elevada dependência histórica da matriz hidrelétrica e da crescente variabilidade hidrológica observada nas últimas décadas. Estudos recentes indicam que eventos extremos de seca tendem a se tornar mais frequentes, ampliando o risco de déficits de suprimento quando o sistema não dispõe de fontes firmes suficientes para compensar a redução da geração hidráulica (ONS, 2021; EPE, 2021).

¹⁶ Relatórios recentes da IEA tratam a confiabilidade do sistema como dimensão autônoma de política energética, não redutível a custo marginal de geração. Ver *World Energy Outlook* (2022) e *Electricity Security* (2020).

¹⁷ A noção de *baseload* como elemento central da segurança energética é recorrente na literatura de planejamento elétrico, especialmente em sistemas de grande escala. A IAEA enfatiza que usinas nucleares são projetadas para operar com fatores de capacidade elevados, justamente para assegurar estabilidade ao sistema. Ver IAEA (2018).

¹⁸ Joskow (2011) e Newbery et al. (2018) destacam que a intermitência impõe custos sistêmicos que nem sempre são internalizados nos preços de mercado, exigindo mecanismos regulatórios complementares. Sovacool (2017) trata a nuclear como tecnologia de suporte estrutural à transição energética.

Do ponto de vista regulatório, a não-intermitência da energia nuclear deveria ser tratada como atributo sistêmico relevante, passível de reconhecimento explícito nos instrumentos de planejamento e contratação de energia.

A doutrina do direito regulatório destaca que sistemas complexos exigem diferenciação normativa entre tecnologias com perfis de risco e contribuição distintos, sob pena de se produzir alocações ineficientes de custos e responsabilidades (Aragão, 2017; Prosser, 2010).

A experiência internacional reforça essa leitura. Países que mantiveram ou expandiram seus parques nucleares — como França, Coreia do Sul e, mais recentemente, China — o fizeram com base em estratégias explícitas de segurança energética, reconhecendo a nuclear como instrumento de estabilidade do sistema e de mitigação de riscos associados à dependência excessiva de fontes variáveis ou importações energéticas (World Nuclear Association, 2020; IEA, 2022).

Imperioso ressaltar que, a segurança do suprimento energético vem sendo progressivamente reconhecida como categoria jurídico-institucional autônoma no direito da energia.

Energia elétrica deixou de ser mero insumo econômico para assumir papel de infraestrutura essencial. A doutrina constitucional contemporânea identifica que direitos sociais e atividades estatais dependem de fornecimento energético estável, o que aproxima o debate da noção de dever estatal de garantia de serviços essenciais (Sarlet, 2019; Mendes, 2020).¹⁹ A segurança do suprimento, nesse contexto, não é apenas meta de eficiência, mas dimensão da própria função estatal de proteção.

Ressalve-se que, essa tensão entre valor técnico-sistêmico e invisibilidade normativa, acaba contaminando instrumentos de planejamento energético.

A literatura de economia da energia alerta, contudo, que a avaliação de projetos nucleares não pode ser reduzida a comparações pontuais de custo por MWh, pois envolve horizonte de longo prazo e funções sistêmicas (Joskow, 2011; IEA, 2022).

¹⁹A dependência de direitos fundamentais em relação a infraestruturas essenciais é discutida por SARLET (2019) e MENDES (2020) no contexto de deveres estatais de proteção

Portanto, esse debate é recorrente em sistemas que buscam conciliar transição energética, segurança do suprimento e racionalidade econômica (IEA, 2022; OECD/NEA, 2019).²⁰

Eis o ponto de inflexão, do ponto de vista jurídico-regulatório, a geração de base firme desafia modelos que remuneram predominantemente energia produzida, sem distinguir suficientemente atributos de previsibilidade. Isso pode levar a sub-remuneração de ativos que, embora não sejam os mais baratos em termos de custo marginal, exercem papel estabilizador relevante no sistema.

Dessa forma, o debate sobre tratamento regulatório e, consequentemente, tarifário da geração nuclear, envolve menos comparação direta entre fontes e mais reflexão sobre qual arquitetura regulatória é capaz de internalizar custos, riscos e benefícios de forma transparente.

Em sistemas com alta penetração de renováveis variáveis, a necessidade de geração térmica de respaldo torna-se mais frequente. Usinas térmicas, muitas vezes concebidas para operação complementar, passam a ser despachadas em caráter recorrente, com impactos sobre custos e emissões. Esse fenômeno evidencia que a avaliação econômica de fontes intermitentes não pode ser dissociada da arquitetura do sistema no qual se inserem (IEA, 2022; OECD/NEA, 2019).²¹

Em sistemas com alta penetração de renováveis variáveis, a necessidade de geração térmica de respaldo torna-se mais frequente. Usinas térmicas, muitas vezes concebidas para operação complementar, passam a ser despachadas em caráter recorrente, com impactos sobre custos e emissões. Esse fenômeno evidencia que a avaliação econômica de fontes intermitentes não pode ser dissociada da arquitetura do sistema no qual se inserem (IEA, 2022; OECD/NEA, 2019).²²

O desafio regulatório consiste em internalizar custos sistêmicos sem comprometer a transição energética, preservando simultaneamente a segurança do suprimento e a racionalidade econômica do setor (Joskow, 2011; OECD/NEA, 2019).²³

²⁰ Ver IEA, *Electricity Security* (2020), sobre interação entre desenho de mercado e segurança do suprimento.

²¹ Sobre *system integration costs*, ver JOSKOW (2011) e relatórios da IEA sobre integração de renováveis.

²² Sobre *system integration costs*, ver JOSKOW (2011) e relatórios da IEA sobre integração de renováveis.

²³ Ver também estudos da OECD/NEA sobre custos de sistema e segurança energética.

Em setores nos quais a falha tem custo social elevado, a prudência regulatória e o planejamento de longo prazo aparecem menos como restrição e mais como expressão de racionalidade pública (Beck, 2011; OECD, 2018).²⁴

Ao final, o racional sobredito, para além do alinhamento das políticas públicas em valorar fontes que geram segurança no SIN, também, atrai uma necessidade de real simbiose regulatório entre a ANEEL e a ANSN.

²⁴ BECK (2011) desenvolve a teoria da sociedade de risco, aplicada com frequência a setores tecnológicos complexos. Documentos da OECD sobre governança de risco enfatizam a necessidade de abordagens preventivas em infraestruturas críticas.

3. CONCLUSÕES

O percurso analítico desenvolvido ao longo deste artigo permitiu examinar a energia nuclear no Brasil a partir de uma perspectiva jurídico-institucional ampla, que ultrapassa a discussão puramente tecnológica ou econômica e a insere no campo da governança pública de infraestruturas críticas.

A tese central — de que há um descompasso entre o reconhecimento constitucional da energia nuclear como ativo estratégico e sua inserção marginal na regulação infraconstitucional do setor elétrico — mostrou-se sustentada por elementos históricos, normativos e regulatórios. Não se trata de afirmar ausência de disciplina jurídica, mas de identificar uma assimetria entre estatuto constitucional, planejamento energético e instrumentos regulatórios concretos (Sundfeld, 2014; Aragão, 2017).

Quando o discurso constitucional aponta para relevância estratégica da energia nuclear e o desenho regulatório opera com lógica residual, cria-se zona de ambiguidade normativa. Essa ambiguidade tende a afetar planejamento, investimentos e percepção pública, por vezes, sem o vislumbre da segurança energética do país. É imperativo reconhecer que os equívocos institucionais na elaboração e aplicação de planejamentos energéticos impõem um ônus que recai diretamente sobre o cidadão, seja na posição jurídica de consumidor ou, no limite, como contribuinte.

Do ponto de vista constitucional, a singularidade do regime nuclear não pode ser interpretada como mero resquício histórico. Nessa chave, planejamento e regulação não são dimensões externas à proteção de direitos, mas instrumentos de sua concretização.

A literatura de direito da infraestrutura observa que políticas públicas só se materializam quando seus instrumentos regulatórios são compatíveis com seus objetivos. Não basta reconhecer, em planos e documentos estratégicos, o valor de determinadas fontes ou atributos do sistema; é necessário que a regulação incorpore mecanismos que permitam sua viabilização econômica (Varela, 2019). Caso contrário, o planejamento assume caráter meramente declaratório, levando a uma remota capacidade de indução concreta.²⁵

Do ponto de vista jurídico, o debate também atinge a internalização transparente de custos e para a coerência entre instrumentos regulatórios e realidade física do sistema elétrico.²⁶

²⁵ Sobre a distinção entre planejamento declaratório e planejamento indutor, ver discussões em literatura de policy design aplicada a energia.

²⁶ A noção de “externalidade sistêmica” vem sendo utilizada para descrever custos que não se limitam ao agente individual, mas afetam o conjunto do sistema elétrico.

O exame do modelo regulatório brasileiro indicou que instrumentos predominantes, como leilões de energia e contratos padronizados, foram desenhados em contexto de abertura de mercado e diversificação de fontes, com foco em eficiência alocativa de curto e médio prazo. Tais instrumentos produziram resultados relevantes para expansão do parque gerador, mas não necessariamente capturam de forma plena atributos como confiabilidade sistêmica, previsibilidade operacional e contribuição à segurança do suprimento.

A análise da transição energética acrescenta nova camada de complexidade ao debate. A literatura internacional tem enfatizado que sistemas elétricos com alta participação de fontes intermitentes exigem maior atenção à flexibilidade, à firmeza e à resiliência do sistema (IEA, 2022; OECD/NEA, 2019). A contribuição potencial da energia nuclear deve ser compreendida nesse contexto de arquitetura do sistema, e não como solução isolada ou substitutiva.

Como fechamento, pode-se afirmar que a maturidade do debate energético depende menos de posições dicotômicas e mais de capacidade institucional de lidar com complexidade. O alinhamento entre Constituição, planejamento e regulação aparece como condição para maior previsibilidade e segurança jurídica.

Em setores nos quais a falha tem custo social elevado, a prudência regulatória e o planejamento de longo prazo não se apresentam como entraves ao desenvolvimento, mas como expressões de responsabilidade institucional. O mundo fático/fenomenico, trazem para a realidade, decisões, por vezes, pautadas em hipóteses que privilegiam ideologias. No entanto, temos a Guerra da Ucrânia, como um lembrete histórico, de que a transição energética precisa ser realizada, mas, sempre tendo como norte a segurança energética de cada Estado.

Um caminho equilibrado, considerando as particularidades da matriz elétrica brasileira, a solução converge com a tendência global de integrar, de forma equilibrada, fontes renováveis e a energia nuclear, sem aniquilar, de plano e de forma irrazoada, outras fontes que mantêm o sistema elétrico estável. Vale lembrar que, a Agência Internacional

de Energia (IEA), no seu relatório anual de *Eletricidade de 2026*, sinaliza que:

"Prevê-se que as energias renováveis e a energia nuclear, juntas, representem cerca de metade da geração global de eletricidade até 2030. A geração nuclear estabeleceu um novo recorde em 2025 e deverá continuar a crescer de forma constante até 2030."²⁷

Ao final, o alinhamento legislativo, regulatório e das políticas públicas, permitiria ao Brasil, valorizar sua vocação natural para a tecnologia nuclear, em aderência às diretrizes das COPs 28^o e 29^o. Essas conferências consolidaram o consenso internacional que enxerga a energia nuclear como uma solução estratégica para a descarbonização, em conformidade com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

²⁷ Energy Agency ("IEA"). IEA, divulga o relatório "Eletricidade 2026", fev.2026 - Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/electricity-2026>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2026. (ODS) 7 (Energia Limpa e Acessível) e 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima)²⁸, visando a meta *NetZero* até 2050.

²⁸ Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>> Acesso em: 08 janeiro. 2026.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). *Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage*. Vienna: IAEA, 1963.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT)*. Vienna: IAEA, 1968.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). *Convention on Early Notification of a Nuclear Accident*. Vienna: IAEA, 1986.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). *Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency*. Vienna: IAEA, 1986.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). *Convention on Nuclear Safety*. Vienna: IAEA, 1994.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). *Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management*. Vienna: IAEA, 1997.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). *Safety Standards Series*. Vienna: IAEA, 2015.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). *Nuclear Power and Secure Energy Transitions*. Vienna: IAEA, 2018.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). *Nuclear Power and the Clean Energy Transition*. Vienna: IAEA, 2022.

ANEEL. *Resoluções normativas sobre acesso à rede e geração distribuída*. Brasília: ANEEL, 2012.

ARAGÃO, Alexandre Santos de. *Agências reguladoras e direito regulatório*. Rio de Janeiro: Forense, 2017.

BECK, Ulrich. *Sociedade de risco*. São Paulo: Editora 34, 2011.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

BRASIL. Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962. BRASIL. Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974. BRASIL. Lei nº 6.453, de 17 de outubro de 1977.

BRASIL. Lei nº 10.308, de 20 de novembro de 2001.

BRASIL. Lei nº 14.222, de 15 de outubro de 2021.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). *Relatórios de comercialização*. São Paulo: CCEE, 2021.

CANÇADO TRINDADE, Antônio Augusto. *Direito internacional contemporâneo*. Brasília: UnB, 2002.

CANOTILHO, J. J. Gomes. *Direito constitucional e teoria da Constituição*. Coimbra: Almedina, 2003.

DUPUY, Pierre-Marie. *Droit international public*. Paris: Dalloz, 2014.

EPE. *Plano Nacional de Energia 2050*. Brasília: EPE, 2020.

EPE. *Relatório de planejamento energético*. Brasília: EPE, 2021.

FORMAN, Paul. *Nuclear energy and the legitimacy of the modern state*. Cambridge: Harvard, 2018.

IEA. *World Energy Outlook*. Paris: IEA, 2019.

IEA. *Nuclear Power and Secure Energy Transitions*. Paris: IEA, 2022.

IPCC. *Sixth Assessment Report*. Geneva: IPCC, 2022.

JOSKOW, Paul. Comparing the costs of intermittent and dispatchable electricity. *American Economic Review*, 2011.

KAERCHER, Daniel. *Regulação nuclear e governança do risco*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2014.

- LEONAN, Almir. *Energia nuclear no Brasil*. Rio de Janeiro: Synergia, 2018.
- LEONARDI, Marcel. *Responsabilidade civil nuclear*. São Paulo: RT, 2016.
- MENDES, Gilmar Ferreira. *Curso de direito constitucional*. São Paulo: Saraiva, 2020.
- NEWBERRY, David et al. *Financing low-carbon generation*. Cambridge: EPRG, 2018.
- OECD/NEA. *Nuclear Energy and Renewables: System Effects*. Paris: OECD, 2019.
- OECD/NEA. *Nuclear liability and insurance frameworks*. Paris: OECD, 2016.
- ONS. *Relatório de operação do SIN*. Rio de Janeiro: ONS, 2021.
- POSNER, Richard. *Economic analysis of law*. New York: Aspen, 2014.
- PROSSER, Tony. *The regulatory enterprise*. Oxford: OUP, 2010.
- SANDS, Philippe. *Principles of international environmental law*. Cambridge: CUP, 2018.
- SARLET, Ingo Wolfgang. *A eficácia dos direitos fundamentais*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012.
- SARLET, Ingo Wolfgang. *Direitos fundamentais e proteção ambiental*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2019.
- SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. *Direito ambiental constitucional*. São Paulo: RT, 2014.
- SOVACOOOL, Benjamin. *Contesting the future of nuclear power*. *Energy Research & Social Science*, 2017.
- SUNDFELD, Carlos Ari. *Direito administrativo para céticos*. São Paulo: Malheiros, 2012.
- SUNDFELD, Carlos Ari. *Regulação e Estado*. São Paulo: Malheiros, 2014.
- SUNSTEIN, Cass. *Laws of fear*. Cambridge: CUP, 2005.
- TOLMASQUIM, Maurício. *Novo modelo do setor elétrico brasileiro*. Rio de Janeiro: Synergia, 2016.
- UNSCEAR. *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation*. New York: United Nations, 2013.
- VARELLA, Marcelo Dias. *Direito internacional da energia*. Belo Horizonte: Del Rey, 2019.
- WORLD NUCLEAR ASSOCIATION. *Nuclear Power in the World Today*. London: WNA, 2020.