

O licenciamento ambiental de depósito a seco de combustível nuclear utilizado da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA)

Ígor Miranda da Silva

Procurador da República com atuação na temática nuclear ao longo de três anos. Pós-graduado em Direito Público e Jurisdição pela Escola da Magistratura do Distrito Federal e Territórios (ESMA-DF).

Ayumi Vidigal

Advogada. Pós-graduada *lato sensu* em Direito Administrativo pela Faculdade de Direito de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP). Licenciada em Letras/Português pela Universidade de Brasília (UnB).

Resumo: Trata-se de estudo de caso do licenciamento ambiental da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), a partir da análise da natureza jurídica do combustível nuclear e levantamento da legislação internacional e nacional quanto ao tema.

Palavras-chave: Direito Ambiental; Direito Administrativo; Direito Internacional; rejeitos nucleares; licenciamento ambiental.

Sumário: 1 Introdução. 2 Da natureza jurídica do combustível nuclear utilizado e natureza de nova instalação nuclear da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). 3 Uma breve explanação sobre o processo de licenciamento ambiental da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). 3.1 Da inconveniência do sistema de regulação da energia nuclear no Brasil. 4 O ordenamento jurídico ambiental constitucional brasileiro: nota sobre a fundamentalidade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. 4.1 A defesa de um direito fundamental da proteção ao meio ambiente no tema

dos rejeitos nucleares. 4.2 A aplicação do princípio da precaução aos riscos nucleares. 4.3 O comando constitucional da necessidade de realização de estudo prévio de impacto ambiental e o respectivo relatório de impacto ambiental para atividades de significativo impacto. 5 Considerações finais.

1 Introdução

O artigo tem como objetivo analisar o processo de licenciamento ambiental simplificado da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em razão da proximidade de lotação do depósito inicial de guarda.

No Brasil há duas usinas nucleares (Angra 1 e 2) em funcionamento e uma terceira (Angra 3) em construção na Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), localizada no Município de Angra dos Reis, no Rio de Janeiro.

Toda produção de energia gera rejeitos e resíduos que exigem a adequada destinação. Quanto à produção de energia nuclear, a destinação do combustível nuclear utilizado é tema de reflexão e debate por todos os que se utilizam dessa tecnologia no mundo, especialmente em virtude dos riscos ao meio ambiente e à segurança, que podem durar por séculos (GUIMARÃES, 2010).

Inicialmente, o elemento combustível nuclear usado deve ser armazenado na Piscina de Combustível Usado (PCU) até que possa ser transportado com segurança e atenda as condições de aceitação para o próximo estágio do ciclo de combustível, que pode ser reprocessamento, eliminação geológica ou armazenamento intermediário (úmido ou seco) em instalações no local do reator ou centralizadas longe do reator, pendente de remessa para reprocessamento ou descarte (HAMBLEY *et al.*, 2016). No Brasil, utilizou-se das Piscinas de Combustíveis Usados (PCU) para armazenar e resfriar o combustível usado após a descarga do núcleo do reator para dissipar o calor de decaimento associado ao combustível (FERREIRA JÚNIOR, 2019). Após a queima dos combustíveis, esses elementos são armazenados, por pelo menos dez anos, em piscinas especialmente projetadas e construídas no interior das usinas, denominadas Piscinas de Combustíveis Usados (PCUs), visando

ao resfriamento e ao decaimento desses elementos combustíveis. Contudo, após o decurso de dez anos, os elementos combustíveis irradiados (ECIs) ainda possuem grande quantidade de materiais reaproveitáveis (consequentemente nucleares) e extremo calor residual (FERREIRA JÚNIOR, 2019).

O Plano Nacional de Energia (PNE 2030), que subsidia o Governo na formulação de sua estratégia para a expansão da oferta de energia até 2030, aponta a necessidade da construção de novas centrais nucleares nas regiões Nordeste e Sudeste.

Tal cenário de potencial crescimento de utilização do modelo de energia nuclear reserva especial necessidade de detida atenção ao tema, com eficiência de gestão de rejeitos nucleares, destacadamente quando já existe um relevante passivo a ser solucionado (combustível utilizado).

A Capacidade de Armazenamento de elementos combustíveis das PUCs de cada usina nuclear atualmente em funcionamento representava capacidade de 1252 (Angra 1), 1084 (Angra 2) e 1084 (Angra 3).

Por conseguinte, as previsões de esgotamento da capacidade de estocagem das piscinas de Angra 1 e 2, com base no número de ciclos e na quantidade de elementos combustíveis novos, trocados nos núcleos dos reatores a cada ciclo, datavam dezembro de 2021 para Angra 1 e julho de 2021 para Angra 2.

No entanto, em 12 de agosto de 2020, a Eletronuclear identificou um incidente de oxidação dos tubos que contêm as pastilhas de urânio em Angra 2 (FERNANDES, 2020), tendo sido relatado pela empresa que, em razão de tal evento, o combustível precisou ser descartado e, consequentemente, houve impacto no cronograma de lotação da PCU, antecipando em três meses a previsão de lotação (documento P-136/20).

Diante da possibilidade de iminente paralisação das operações dessas unidades geradoras de energia (Angra 1 e 2), ante o esgotamento da capacidade de estocagem do rejeito nuclear no depósito inicial, foi necessária a adoção de medidas para ampliação desse armazenamento.

Assim, nesse contexto de urgência prática, surge o processo de licenciamento da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro

Alberto (CNAAA), que permite receber o material combustível que já foi resfriado nas piscinas por décadas e fornece sobrevida à utilização das usinas Angra 1 e 2.

Com efeito, o estudo do tema não tem como objeto o debate da conveniência e oportunidade do implemento da unidade de armazenamento a seco em face de outras tecnologias disponíveis, nem mesmo a segurança da referida operação, ou, ainda, a economicidade da escolha, temas que poderiam ter sido devidamente refletidos caso o licenciamento adequado tivesse sido adotado.

Dessa forma, o fio condutor da análise consiste no levantamento de documentos e normas com relevo para o tema, com a necessária interface crítica. Entretanto, o propósito de realizar um levantamento dos textos normativos que disciplinam a matéria, concretizando o “estado da arte” da destinação de rejeitos radioativos, exigirá, em paralelo, a contextualização histórica de existência de crise energética brasileira no ano de 2021 (o que já era previsto em anos anteriores) e da gestão ineficiente da condução de temas sensíveis da gestão ambiental brasileira ao longo dos anos.

2 Da natureza jurídica do combustível nuclear utilizado e natureza de nova instalação nuclear da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA)

Antes do estudo do caso concreto do licenciamento ambiental da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da CNAAA, convém estabelecer a natureza jurídica do combustível nuclear utilizado e do depósito de armazenamento de tal material.

Por definição legal (art. 1º, inciso III, da Lei n. 6.453, de 17 de outubro de 1977, que dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares), os rejeitos radioativos são entendidos como

os materiais radioativos obtidos durante o processo de produção ou de utilização de combustíveis nucleares, ou cuja radioatividade se tenha

originado da exposição às irradiações inerentes a tal processo, salvo os radioisótopos que tenham alcançado o estágio final de elaboração e já se possam utilizar para fins científicos, médicos, agrícolas, comerciais ou industriais. (Grifo nosso).

A legislação nacional (Lei n. 6.453/1977) define o combustível nuclear como “o material capaz de produzir energia, mediante processo autossustentado de fissão nuclear”, e material nuclear “o combustível nuclear e os produtos ou rejeitos radioativos”.

Com efeito, os rejeitos mantêm a natureza nuclear do processo produtivo a partir do qual foram obtidos e, por conseguinte, implicam os mesmos riscos à vida, à saúde e à incolumidade humanas, e à higidez ambiental (FERREIRA JÚNIOR, 2019).

Consequentemente, os locais de armazenamento dos materiais nucleares, exceto aqueles ocasionalmente usados durante seu transporte, são considerados, por lei (art. 1º, inciso VI, alínea c, da Lei n. 6.453/1977), instalações nucleares. Assim, a natureza jurídica dos depósitos de rejeitos radioativos de alta radioatividade (hipótese de combustível nuclear utilizado) é de instalação nuclear.

O Brasil assumiu o compromisso internacional da Convenção de Viena sobre Responsabilidade Civil por Danos Nucleares, de 21 de maio de 1963, que entrou em vigor em 12 de novembro de 1977, estabelecida na Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), internalizada através do Decreto n. 911, de 3 de setembro de 1993, que dispõe que unidade de armazenamento de rejeito é uma instalação nuclear.

A Lei n. 10.308/2001, que dispõe sobre a seleção de locais, a construção, o licenciamento, a operação, a fiscalização, os custos, a indenização, a responsabilidade civil e as garantias referentes aos depósitos de rejeitos radioativos, prevê em seu art. 3º três tipos de depósitos de rejeitos radioativos: iniciais, intermediários e finais.

Em síntese, os depósitos iniciais, de ordinário, são construídos dentro do prédio de contenção das usinas nucleares, materializam uma situação transitória, até o seu descarte ou a sua transferência para um depósito final. O depósito inicial é parte de uma instalação nuclear ou radiativa. Já o depósito intermediário é destinado a receber e,

eventualmente, acondicionar, rejeitos radioativos, objetivando a sua futura remoção para depósito final. Por fim, os depósitos finais constituem a verdadeira e definitiva solução para os rejeitos radioativos.

Nesse contexto, conforme reconhecido em glossário da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a UAS é instalação nuclear, na esteira da definição da Norma CNEN-NE-1.04, item 3.21 (depósitos de materiais nucleares), instrumento normativo da autarquia que trata do licenciamento de instalações nucleares.

A política nacional de energia nuclear (Lei n. 4.118/1962), recentemente modificada pela Medida Provisória n. 1.133, de 12 de agosto de 2022, trouxe definições de material nuclear que englobam o combustível nuclear utilizado.

A necessidade de resfriamento, por si, já conduz à impossibilidade, no estado da arte da tecnologia atual, da utilização da UAS como depósito inicial, nos termos da Lei n. 10.308/2001.

De acordo com o art. 9º da Lei n. 10.308/2001, cabe à CNEN projetar, construir e instalar depósitos intermediários e finais de rejeitos radioativos. Ademais, dispõe que “a CNEN arcará com os custos relativos à seleção de locais, projeto, construção, instalação, licenciamento, administração, operação e segurança física dos depósitos intermediários e finais” (art. 17 da Lei n. 10.308/2001).

Ainda que assim não fosse, que se compreenda ser a UAS um depósito inicial, importante destacar que a própria legislação prevê que o depósito inicial pode se transformar em depósito definitivo, esclarecendo-se que, nesse sentido, a CNEN e, logicamente, o Estado podem ser responsabilizados por eventual dano ocasionado pelas unidades de armazenamento a seco.

E a hipotética viabilidade de reutilização do combustível nuclear utilizado não retira a natureza jurídica de dejetos nucleares, nos moldes da Lei n. 10.308/2001 e da Convenção de Viena sobre Responsabilidade Civil por Danos Nucleares, por conseguinte, natureza de instalação nuclear à Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS).

3 Uma breve explanação sobre o processo de licenciamento ambiental da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA)

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), no Processo n. 02001.003272/2011-48, licenciou a Unidade Independente de Armazenamento a Seco mediante o rito de Relatório Ambiental Simplificado (RAS), com suposto fundamento na Instrução Normativa Ibama n. 01/2016, o que prescinde da realização de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), essencialmente sob o argumento que o complexo nuclear já estava licenciado, tendo sido realizado EIA/RIMA no licenciamento de Angra 3.

A opção brasileira de armazenagem de combustível nuclear utilizado era pelo depósito inicial úmido (piscinas) e dentro do prédio de contenção. Assim, com a proximidade do esgotamento da capacidade de armazenamento de elementos combustíveis irradiados (ECIs), nas PCUs das Usinas Angra 1 e 2, intentou-se, inicialmente, construir uma Unidade Complementar de Armazenamento de Combustíveis Irrradiados em piscinas (UFC) – armazenamento úmido.

A Nota Técnica Ibama n. 174, de 7 de fevereiro de 2013, que encaminhou o termo de referência para elaboração do RAS do projeto (suspensão) da Unidade de Armazenamento Complementar de Combustível Irrradiado em piscinas (UFC), assim justificava a opção pelo rito simplificado:

A Resolução CONAMA 279/2001 estabelece procedimentos para o Licenciamento Ambiental Simplificado, nos termos de seu art. 2, Inciso IV, [...]. Assim, para a UFC, como sistema associado às Usinas de Angra 1, Angra 2 e Angra 3, usaremos o instrumental do Licenciamento Ambiental Simplificado.

Portanto, o foco do artigo é avaliar a (in)adequação da decisão administrativa ambiental que licenciou a Unidade Independente de Armazenamento a Seco mediante o rito de Relatório Ambiental Simplificado (RAS), sem a confecção de específico Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), com análise das possíveis consequências jurídicas e práticas e impactos à sociedade atual e futura.

O licenciamento de usina nuclear engloba o licenciamento ambiental e o licenciamento dos aspectos de segurança nuclear.

3.1 Da inconveniência do sistema de regulação da energia nuclear no Brasil

Até 18 de outubro de 2021, data da publicação da Lei n. 14.222, que criou a autarquia federal Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN) – atualmente com a competência de expedir licença a depósitos de rejeitos radioativos e licença aos operadores de reatores nucleares, nos termos do art. 6º, inciso V e inciso VII, alíneas *a* e *b*, da Lei n. 14.222/2021 –, o licenciamento para a construção e operação de instalações do ciclo combustível nuclear brasileiro dependia de licenciamento concomitante da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)^[1] e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

Relevante esclarecer que a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) possui natureza jurídica de autarquia federal, criada pela Lei n. 4.118, de 27 de agosto de 1962, vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, com a até então competência, segundo as Leis n. 6.189, de 16 de dezembro de 1974, e n. 7.781, de 27 de junho de 1989, de emitir autorizações para a construção e operação de instalações do ciclo combustível nuclear.

Conforme destacado, a CNEN, à época a autarquia responsável pela regulamentação, licenciamento e fiscalização das Instalações da área nuclear, encarregava-se também do Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Área Nuclear no Brasil (inciso II do art. 4º da Lei n. 4.118/1962) através de seus institutos de pesquisa, entre eles: o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo; o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), em Minas Gerais; e o Instituto de Energia Nuclear (IEN), no Rio de Janeiro. Ainda mais contraintuitivo, a CNEN também controla as Indústrias Nucleares Brasileiras (INB), responsáveis por todas as etapas do ciclo combustível (as unidades de Resende, Poços de Caldas e Caetité), e a Nuclep, a maior indústria de equipamentos pesados do Brasil (RABELLO, 2023).

Consequentemente, as Indústrias Nucleares do Brasil (INB), que pertencem à CNEN, fornecem o combustível nuclear para as usinas

Angra 1 e Angra 2. Assim, a CNEN atuava (até a promulgação da Lei n. 14.222/2021) ao mesmo tempo como fornecedora (incluindo aí interesses comerciais) e como licenciadora e fiscalizadora da Eletronuclear (operadora das usinas).

Nas palavras de Luiz Carlos Menezes, conselheiro da Sociedade Brasileira de Física e professor da Universidade de São Paulo (USP), no relatório do Grupo de Trabalho (GT) Fiscalização e Segurança Nuclear, da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CMADS) da Câmara dos Deputados, realizado em 2006,

somente uma pessoa esquizofrênica consegue ser ao mesmo tempo o promotor e o fiscalizador. Essa esquizofrenia institucional nunca funcionou em lugar nenhum do mundo; não vai ser aqui que vai funcionar.

Em 20 de setembro de 1994 o Brasil tornou-se signatário da Convenção Internacional sobre Segurança Nuclear, assinada em Viena, aprovada pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo n. 04, em 22 janeiro de 1997, e posteriormente sancionada pelo presidente da República através do Decreto n. 2.648/1998, de 1º de janeiro de 1998, que, ao dispor sobre o "órgão regulatório", diz, em seu art. 8º, item 2, que cada país signatário

tomará as medidas apropriadas para assegurar uma efetiva separação entre as funções do órgão regulatório e aquelas de qualquer outro órgão ou organização relacionados com a promoção ou utilização de energia nuclear.

Apesar do exposto compromisso internacional de concretização de separação entre o órgão regulatório e as entidades de promoção e utilização da energia nuclear, o modelo brasileiro, até outubro de 2021, não observava o teor da Convenção Internacional sobre Segurança Nuclear, o que repercutia em diversas incoerências e inobservância de normas diversas de proteção, já que o regulador também constituía efetivo interessado no mercado regulamentado.

Na crítica de Paulo Affonso Leme Machado, seria inexequível incentivar a energia nuclear e ao mesmo tempo fiscalizá-la, sob pena de constituição de flagrante conflito de interesses (MACHADO, 2011, p. 839-840).

A incoerência do sistema de regulamentação nuclear brasileiro foi tema de constatação pela própria Agência Internacional de Energia

Atômica, cujo relatório de auditoria realizada na CNEN, no período de 13 a 17 de novembro de 2006, resultou em severas recomendações, seja com relação à legislação brasileira, seja com referência à forma de atuação do órgão regulador, especialmente quanto ao acúmulo de funções incompatíveis (BRAGA, 2014).

Assim, ente com participação direta em pesquisa e promoção da atividade nuclear, até mesmo com o fornecimento do combustível nuclear ao operador, participa do licenciamento ambiental com elaboração de parecer.

Ao passo que a competência da CNEN tinha como missão garantir o uso seguro e pacífico da energia nuclear, ao Ibama segue reservado o importantíssimo dever constitucional de preservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado, com atenção à presente geração e às futuras, o que implica "exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental", inciso IV do § 1º do art. 225 da Constituição Federal.

Atualmente, a CNAAA possui três depósitos iniciais de rejeitos de baixo e médio níveis de radiação (Depósitos 1, 2 e 3), que compõem seu Centro de Gerenciamento de Rejeitos (CGR), localizado no próprio sítio da Central Nuclear.

Os rejeitos sólidos de baixo e médio níveis de radiação são acondicionados em embalagens metálicas e transferidos para o depósito inicial, construído no próprio sítio da CNAAA. Por sua vez, os elementos combustíveis de alta atividade radioativa são colocados dentro de uma piscina contendo um sistema de resfriamento, no interior das usinas, este é considerado um depósito inicial de longa duração.

Os Depósitos de Rejeitos Radioativos (DIRR) 1 e 2A não tiveram Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) e são anteriores à Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000), no entanto passaram por processo regulatório. O DIRR 2-B e o Prédio de Monitoração do CGR possuem EIA/RIMA.

No citado EIA, item Áreas Protegidas, informa-se que as áreas de influência direta e indireta abrangem três Unidades de Conservação

(UCs): Estação Ecológica – ESEC Tamoios; Parque Nacional Serra da Bocaina – PNSB; e Área de Preservação Ambiental – APA Tamoios.

O DIRR de Média e Baixa Atividade 3 possui EIA/RIMA, e sua licença também condiciona a obrigatoriedade de formalizar Termo de Compromisso referente à Compensação Ambiental. No EIA consta que, dentro da Área de Influência Direta deste empreendimento, encontram-se a ESEC Tamoios, o PNSB e a APA Tamoios. Dentro da Área de Influência Indireta está a APA de Cairuçu.

Como demonstrado, a opção brasileira de estocagem de combustível nuclear utilizado era pelo depósito inicial úmido (piscinas) e dentro do prédio de contenção. Desse modo, devido à proximidade do esgotamento da capacidade de armazenamento desse material nas Usinas Angra 1 e 2, intentou-se, a princípio, construir uma Unidade Complementar de Armazenamento de Combustíveis Irrradiados em piscinas (UFC).

No entanto, em 2015, a Eletronuclear mudou o curso e optou pela implantação de Unidade de Armazenamento Complementar a Seco da CNAAA, tecnologia até então não aplicável no País.

A Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) da CNAAA constitui área externa ao prédio de contenção, ao ar livre, onde os elementos combustíveis irradiados (ECIs) serão acondicionados em espécies de cilindros (chamados de *canisters*) de aço e concreto hermeticamente fechados em módulos de armazenamento (denominados de *overpacks*) e perfilados ao lado do outro em um pátio de concreto previamente elaborado.

A operação consiste em remover os ECIs, armazenados em piscinas dentro das próprias usinas nucleares, acondicioná-los em *canisters* e em seguida transferi-los, com uso de cascos de transferência, para módulos de armazenamento (*overpacks*) na UAS, localizada na área externa ao prédio de contenção.

Nesse passo, a Eletronuclear submeteu à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) a cópia impressa do Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS) da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da CNAAA, por meio da Carta ALI.T-0160/18, de 4 de junho de 2018, para a obtenção da licença de construção de acordo com a Norma CNEN-NE-1.04.

Após análise da documentação encaminhada, a CNEN, por meio da Resolução n. 242, de 18 de abril de 2019, optou por conceder a 1ª Licença de Construção Parcial (LPC1) da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da CNAAA, em Itaorna, Angra dos Reis-RJ.

Em seguida, mediante a Resolução n. 249, de 5 de setembro de 2019, a CNEN concedeu a licença de construção. E, por meio da Carta ALIT-0010/20, de 9 de janeiro de 2020, a Eletronuclear submeteu à CNEN o Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS) da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da CNAAA e, por força da Resolução n. 275, de 25 de março de 2021, obteve a Autorização para Operação Inicial da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA), em Itaorna, com menção à Norma CNEN-NE-1.04.

No bojo do referido processo de análise do Relatório Ambiental Simplificado (RAS), o Ibama acabou por expedir a Licença Prévia (LP) n. 617/2019, referente ao empreendimento "Unidade Complementar de Armazenamento a Seco de Combustíveis Irrradiados da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto" – composta por laje de concreto edificada em maciço rochoso, com capacidade total prevista para receber 72 cilindros de concreto (*overpacks*), armazenadores de cascos metálicos móveis (*canisters*), destinados a receberem Elementos de Combustível Irrradiado (ECIs) –, tendo estabelecido: "a validade desta licença está condicionada ao fiel cumprimento das condicionantes constantes e demais documentos que, embora aqui não transcritos, são partes integrantes deste licenciamento".

No mesmo dia, o Ibama também emitiu a Licença de Instalação (LI) n. 1.310/2019 à Eletronuclear, relativa ao "empreendimento 'Unidade Complementar de Armazenamento a Seco de Combustíveis Irrradiados da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto'".

Em síntese, ocorreu autorização, à CNAAA, para uma nova instalação nuclear nos moldes da legislação internacional e nacional, dada a natureza jurídica do combustível utilizado, sem a confecção de um novo EIA/RIMA.

Entretanto, como já verificado que a UAS constitui atividade de impacto ambiental significativo, os termos das normas vigentes reclamam licenciamento por meio da submissão de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e divulgação de Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), conforme a art. 225, inciso IV, da Constituição Federal; art. 8º, *caput*, inciso I, e art. 9º, incisos III e IV, da Lei n. 6.938/1981; e Resolução n. 1/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

O argumento jurídico-administrativo utilizado pelo Ibama para não realizar o EIA/RIMA foi que as usinas nucleares da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) já estão licenciadas, com condicionantes estabelecidas; portanto, não seriam necessários novos estudos de impacto para o novo empreendimento.

Em 1º de abril de 2021, o Ibama retificou a Licença de Operação (LO) n. 1.217/2014 das Usinas Nucleares Angra 1 e Angra 2, objeto do processo administrativo ambiental SEI n. 02001.003272/2011-48, com previsão de vencimento em 12 de março de 2024, e incluiu a autorização de operação da Unidade de Armazenamento a Seco de Combustíveis Irrradiados (UAS), com validade de 2 anos e 11 meses, a contar da data de assinatura, tendo havido o apensamento do processo n. 02001.007599/2018-65 ao anteriormente citado.

Com efeito, o objeto do presente artigo está nas expedições de licenças ambientais pelo Ibama em descompasso com o regramento constitucional e legal sobre o tema.

4 O ordenamento jurídico ambiental constitucional brasileiro: nota sobre a fundamentalidade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado

4.1 A defesa de um direito fundamental da proteção ao meio ambiente no tema dos rejeitos nucleares

Na Constituição Federal, os direitos fundamentais estão amplamente delineados no art. 5º do texto constitucional. Isso não quer dizer, no entanto, que se trata de rol taxativo, pois, além de a própria Constituição, em seu art. 5º, § 2º, permitir a previsão de direitos

fundamentais em outros atos normativos, há definições esparsas de outros direitos fundamentais na própria Carta Magna.

No aspecto dimensional ou geracional, o direito fundamental de proteção ao meio ambiente compõe a terceira geração, que assiste, de modo subjetivamente indeterminado, a todo o gênero humano, e com a atenção à solidariedade e compromisso intergeracional.

E tal premissa fundamenta-se tanto no preceito da Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente (1972), consagrada no texto constitucional, como na posição doutrinária.

Destaca-se Edis Milaré, que considera o direito a um meio ambiente sadio como direito fundamental da pessoa humana, que se configura, “na verdade, como extensão do direito à vida, quer sobre o enfoque da própria existência física e saúde dos seres humanos, quer quanto ao aspecto da dignidade dessa existência” (MILARÉ, 2004, p. 149).

José Afonso da Silva acrescenta que o disposto no art. 225 contempla normas distintas, sendo que no *caput* “se inscreve a norma-princípio, a norma-matriz, substancialmente reveladora do direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado”, enquanto “direito fundamental entre os direitos sociais do Homem, com sua característica de direitos a serem realizados e direitos a não serem perturbados” (SILVA, 1995, p. 69-70).

Assim, devido à natureza de direito fundamental, o direito ao meio ambiente sadio passou a ser amparado pelos princípios que regem os direitos fundamentais, mormente, o princípio constitucional da vedação ao retrocesso social. Significa dizer que os direitos fundamentais consolidados durante o percurso histórico civilizatório não podem sofrer limitação ou diminuição por atos normativos ou administrativos.

Para Ingo Wolfgang Sarlet e Tiago Fensterseifer, o princípio vincula os atos normativos constitucionais e infraconstitucionais, ou seja, decretos, leis ou outros atos do Poder Legislativo e Executivo capazes de acarretar a diminuição ou limitação do direito ao meio ambiente sadio e equilibrado (SARLET; FENSTERSEIFER, 2010).

Convém dizer, ainda, que, com o princípio da vedação ao retrocesso ambiental, surgiu o princípio da progressividade, que denota a obrigação

do Estado de não apenas impedir o recuo, mas também de empregar recursos para melhorar e fortalecer a proteção ambiental.

Tal entendimento encontra respaldo no Princípio 3, item c, do Acordo Regional sobre Acesso à Informação, Participação Pública e Acesso à Justiça em Assuntos Ambientais na América Latina e no Caribe (Acordo de Escazú), assinado pelo Brasil em 27 de setembro de 2018, à margem da 73ª Assembleia Geral das Nações Unidas: "Na implementação do presente Acordo, cada Parte será guiada pelos seguintes princípios: [...] c) princípio de vedação do retrocesso e princípio de progressividade;"

O Pacto Internacional dos Direitos Econômicos, Sociais e Culturais, de 1966, também impõe aos Estados a obrigação de implementação progressiva dos Direitos Sociais, conforme se infere do art. 2º, § 1º, do Pacto.

Dito isso, a condição do direito ao meio ambiente como direito fundamental, com o compromisso intergeracional, transparência e solidariedade social, exige um adequado manejo dos rejeitos nucleares de alta radioatividade.

Assim, decisões administrativas açodadas, ainda que resolvam necessidades econômicas atuais, não podem comprometer a vida das futuras gerações e impor retrocesso de proteção ambiental.

4.2 A aplicação do princípio da precaução aos riscos nucleares

O princípio da precaução, como princípio estruturante do Estado de Direito Ambiental, corresponde à essência do direito ambiental (DERANI, 2001, p. 169). A doutrina de Paulo Affonso Leme Machado ensina que se aplica o princípio da precaução mesmo que exista a incerteza, não se devendo aguardar para que esta se torne certeza (MACHADO, 2011).

Enquanto o princípio da prevenção está atrelado a uma noção de risco certo, o princípio da precaução é a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados (EWALD, 1997, p. 122).

Para Leite e Ayala, nas duas espécies de princípios encontra-se o elemento risco, mas sob configurações diferenciadas. O princípio da prevenção refere-se ao perigo concreto; o princípio da precaução refere-se ao perigo abstrato (2002).

O certo é que a reduzida possibilidade de ocorrência de determinado dano ambiental não exonera de responsabilidade, ao contrário, reforça o dever de prudência (LASCOUNE, 1997, p. 131).

No direito internacional o termo precaução foi inserido no parágrafo 11, alínea b, da Carta Mundial para a Natureza, elaborada no seio da Assembleia Geral das Nações Unidas, mediante a Resolução da Assembleia Geral das Nações Unidas n. 37/7, U.N.GAOR, 37^a sessão, de 1982, que estabeleceu o dever de controle das atividades que possam produzir impactos na natureza e de uso das melhores tecnologias disponíveis, a fim de minimizar os riscos significativos para a natureza ou quaisquer outros efeitos adversos. Na ordem internacional, o princípio da precaução foi reconhecido como princípio autônomo em nível internacional na Segunda Conferência Internacional sobre proteção do Mar do Norte em 1987.

Após, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, conhecida como Conferência Eco-92 ou Rio-92, adotou, em sua declaração de princípios, o denominado princípio da precaução, no item 15.

Justamente a previsão constitucional de obrigação de realização de estudo prévio de impacto ambiental para as obras ou atividades potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente (art. 225, *caput*, § 1º, inciso IV, da Constituição da República Federativa do Brasil) consagra os princípios da prevenção e precaução, consistentes na necessidade de prestígio à preservação socioambiental.

Conforme Francisco Saccomano Neto (2015), a concretização do risco no princípio da precaução traduz que o risco é uma das características da atividade nuclear. Some-se a isso o fato de que os acidentes podem trazer grandes consequências, atingindo uma considerável quantidade de pessoas e se estendendo por um longo período, como já vimos nas ocorrências de Three Mile Island, Chernobyl e Goiânia (SACCOMANO NETO, 2015).

Quando vai se instalar ou realizar qualquer atividade que envolva a área nuclear, há a necessidade de efetuar ações preventivas, sendo indispensável a realização de Estudo Prévio de Impacto Ambiental, Relatório de Impacto Ambiental e Avaliação do Impacto Ambiental, para apurar os

riscos existentes e avaliar os impactos que serão causados caso a instalação ou atividade seja autorizada. (SACCOMANO NETO, 2015).

Daí a necessidade de estudos ambientais com dados precisos e suficientes para avaliar os possíveis impactos de empreendimentos, as respectivas medidas mitigadoras.

4.3 O comando constitucional da necessidade de realização de estudo prévio de impacto ambiental e o respectivo relatório de impacto ambiental para atividades de significativo impacto

4.3.1 Da competência e poder-dever do Ibama no licenciamento ambiental nuclear e a necessidade de prestígio ao princípio da juridicidade na análise de licenciamento pela CNEN

A preservação da integridade do meio ambiente é expressão constitucional de um direito fundamental que assiste à generalidade das pessoas, e os preceitos do art. 225 da nossa Carta traduzem a consagração constitucional, em nosso sistema de direito positivo, de uma das mais expressivas prerrogativas asseguradas às formações sociais contemporâneas.

Nesse sentido, dispõe o inciso IV do § 1º do art. 225-A da Constituição Federal Brasileira de 1988 que incumbe ao Poder Público o dever de exigir Estudo de Impacto Ambiental para instalação de obra potencialmente causadora de degradação do meio ambiente, ao qual se dará publicidade.

Conforme cediço, os procedimentos de licenciamento objetivam o equilíbrio concreto entre valores e princípios consagrados na Constituição como regentes da ordem econômica, especialmente a defesa do meio ambiente (art. 170, inciso VI), a livre iniciativa (art. 170, *caput*), a livre concorrência (art. 170, inciso IV), a propriedade privada (art. 170, inciso II) e a busca do pleno emprego (art. 170, inciso VIII).

Nesse passo, a Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico e à proteção da dignidade da vida humana (art. 2º, *caput*, Lei n. 6.938/1981).

O licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras constitui instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (art. 9º,

inciso IV, da Lei n. 6.938/1981), razão pela qual o procedimento de licenciamento ambiental não pode furtar-se à avaliação dos impactos que os empreendimentos possuem sobre o desenvolvimento socioeconômico de comunidades locais, impondo-se o indeferimento das licenças ambientais sempre que houver grave violação aos direitos humanos, aos espaços territoriais e aos modos de vida que conformam a dignidade humana de povos e comunidades tradicionais.

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) estabelecia expressamente a competência do Poder Executivo Federal para licenciar instalações nucleares, desde que ouvidos os governos estaduais e municipais interessados (art. 10, § 4º). No entanto, a Lei Federal n. 7.804/1989 alterou a redação original do art. 10, § 4º, da PNMA, retirando menção expressa às instalações nucleares para determinar a competência genérica do Ibama para licenciar atividades e obras com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional.

O Decreto n. 99.274/1990, que regulamentou a Lei da Política Nacional de Meio Ambiente – Lei n. 6.938/1981 –, dispõe em seu art. 17:

A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem assim os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão estadual competente integrante do Sisnama, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

Assim, cabe ao Conama fixar os critérios básicos, segundo os quais serão exigidos estudos de impacto ambiental.

O mesmo Decreto Federal n. 99.274/1990 dispõe competir à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) o licenciamento dos estabelecimentos destinados a produzir materiais nucleares ou a utilizar a energia nuclear e suas aplicações, mediante parecer do Ibama, ouvidos os órgãos de controle ambiental estaduais e municipais (art. 19, § 4º).

Por sua vez, a Lei Complementar n. 140/2011 elenca como objetivo fundamental do Poder Público o equilíbrio entre a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento das condições socioeconômicas.

Referida lei complementar estabelece ainda, em seu art. 7º, inciso XIV, alíneas c e g, que compete à União, por meio do Ibama, promover o

licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades localizados em terras indígenas e daqueles que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações.

Em complemento, a Resolução Conama n. 237/1997 explicita a competência do Ibama para o licenciamento ambiental de empreendimentos

destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear (art. 4º, IV).

Por sua vez, o licenciamento das instalações nucleares pela Comissão Nacional de Energia Nuclear era regido conforme a Norma CNEN-NE-1.04, expedida pelo órgão em dezembro de 2002.

Diante disso, verifica-se que o licenciamento ambiental das instalações nucleares se dá em duas frentes, no âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), perante o Ibama, e no âmbito do Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro (Sipron), pela CNEN.

A opção normativa de licenciamento bifrente exige a cooperação administrativa institucional e a observância ao princípio da juridicidade, conforme já dispõe a inteligência do art. 19, § 4º, do Decreto n. 99.274/1990 e do art. 4º, IV, da Resolução Conama n. 237/1997, sob pena de eventuais posturas administrativas contraditórias e possível paradoxo de autorização (especialmente no tocante à licença de operação) de empreendimento com descompasso normativo, seja sob o prisma daquilo que for competência do Ibama, seja da CNEN, respectivamente.

Para Gustavo Binbenbojm, a “vinculação ao direito não plasmado na lei marca a superação do positivismo legalista e abre caminho para um modelo jurídico baseado em princípios e regras, e não apenas nestas últimas” (BINENBOJM, 2008, p. 149).

Nesse contexto, em observância ao princípio da juridicidade, a CNEN, ao licenciar a atividade, também deve observar os ditames legais que dizem respeito ao licenciamento ambiental, numa visão sistemática do tema, uma vez que poderá até mesmo ser responsabilizada, em hipótese de acidente ambiental.

O Decreto Federal n. 99.274/1990 regulamenta a disposição constitucional, com o estabelecimento da competência do Conama na fixação dos critérios básicos, segundo os quais serão exigidos estudos de impacto ambiental para fins de licenciamento (art. 17, § 1º).

Nesse passo, a Resolução Conama n. 01/1986 é a referência regulatória para o Estudo de Impacto Ambiental, dispondo sobre critérios básicos e diretrizes gerais para sua elaboração. E o art. 2º da Resolução n. 01/1986 determina que, tratando-se de atividade de significativo impacto ambiental, há necessidade de realização de Estudo Prévio de Impacto Ambiental e de seu relatório.

Ademais, cumpre ressaltar que eventual omissão do Estado brasileiro em uma hipótese, ainda que remota, de acidente severo (com comprometimento do núcleo, como por exemplo durante o transporte nos *canisters* para módulos de armazenamento, com conseqüente vazamento de radiação para o meio externo) pode gerar responsabilização estatal gravíssima e impactos socioambientais significativos por séculos.

Os próprios normativos do Ibama sobre licenciamento ambiental radiológico fazem referência expressa aos atos normativos da CNEN, já que era a autarquia responsável pela caracterização do impacto da atividade no campo da segurança, o que reforça a simbiose de ambos os licenciamentos.

Nesse sentido, cita-se, por exemplo, a antiga Instrução Normativa Ibama n. 01, de 23 de fevereiro de 2016 (revogada pela Instrução Normativa n. 19, de 20 de agosto de 2018 – Ibama), que estabelecia os procedimentos para o licenciamento e a regularização ambiental de instalações radiativas em seu capítulo 1º, § 1º, dispondo que, para fins de aplicação da Instrução Normativa, as instalações radiativas seriam classificadas e definidas em consonância com os critérios estabelecidos pela Norma CNEN NN 02/2014, e os rejeitos radioativos segundo os critérios da Norma CNEN NN 8.01/2014.

Por sua vez, a Norma CNEN NN 6.02/2014, que dispõe sobre o licenciamento de instalações radiativas, deixa bem claro no capítulo 1º, § 2º, III, que as disposições constantes dessa norma não se aplicam a instalações nucleares. Em síntese, inadmissível licenciamento ambiental simplificado para uma instalação nuclear.

Por fim, a Norma CNEN NN 8.01/2014 estabelece os critérios gerais e requisitos básicos de segurança e proteção radiológica relativos à gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação, bem como de rejeitos radioativos de meia-vida muito curta, o que não se aplica ao armazenamento de combustíveis irradiados, que são de alto grau de radiação e vida longa.

Assim, o processo de licenciamento nuclear da Unidade Independente de Armazenamento a Seco para Elementos Combustíveis Irrradiados (UAS) deveria obedecer à Norma CNEN-NE-1.04 – Licenciamento de Instalações Nucleares. Esta norma traz a definição de uma Instalação Nuclear em seu item 3.21:

Instalação Nuclear (ou simplesmente instalação) – instalação na qual material nuclear é produzido, processado, reprocessado, utilizado, manuseado ou estocado em quantidades relevantes, a juízo da CNEN. Estão, desde logo, compreendidos nesta definição: [...] e) *depósito de materiais nucleares*, não incluindo local de armazenamento temporário usado durante transportes. (Grifo nosso).

A Instrução Normativa n. 19, de 20 de agosto de 2018, do Ibama mantém a diferenciação de exigência de elaboração de EIA/RIMA e elaboração de Relatório Ambiental Simplificado (RAS) pela proporcionalidade do impacto: empreendimentos de significativo impacto ambiental e de pequeno potencial de impacto ambiental, respectivamente.

O licenciamento ambiental simplificado é reservado apenas aos empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, quais sejam: I) usinas hidrelétricas e sistemas associados; II) usinas termelétricas e sistemas associados; III) sistemas de transmissão de energia elétrica (linhas de transmissão e subestações); e IV) usinas eólicas e outras fontes alternativas de energia (art. 1º da Resolução n. 279/2001 do Conama). Portanto, sem menção a instalações nucleares.

Nesse passo, da simples leitura do art. 1º da Resolução n. 279/2001 do Conama, verifica-se claramente que usinas termonucleares não estão no escopo dessa Resolução e que o procedimento de licenciamento a ser adotado deve ser precedido de EIA/RIMA, dado o potencial de impacto deste empreendimento ao meio ambiente.

No entanto, no caso concreto, o licenciamento da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco (UAS) foi realizado indevidamente mediante procedimento de Licenciamento Ambiental Simplificado, com fundamento na Resolução n. 279, de 27 de julho de 2001, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), pelo Ibama.

Destaque-se que a UAS não estava prevista no projeto de Angra 1, tampouco de Angra 2 ou, ainda, Angra 3. Portanto, é, efetivamente, uma nova instalação nuclear, compreendendo todos os riscos a ela inerentes.

Pelo exposto, não caberia a aplicação da Instrução Normativa Ibama n. 01/2016 na definição do procedimento de licenciamento ambiental (Tipo 1; Tipo 2; ou Tipo 3, que definem o emprego do Relatório Ambiental Simplificado) para a Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da CNAAA, dada a natureza jurídica de instalação nuclear de alta radioatividade.

O correto licenciamento permitiria que o Poder Público avaliasse de forma ostensiva os possíveis danos e impactos causados pelas atividades humanas, especialmente aquelas descritas no art. 10 da Lei n. 8.638/1983, e estabelecesse condicionamentos a essas atividades, visando resguardar o direito constitucional ao meio ambiente sadio e equilibrado ecologicamente.

No caso, o licenciamento da Unidade de Armazenamento Complementar a Seco para Combustíveis Irrradiados (UAS) da CNAAA, nova instalação nuclear, não prescinde de EIA/RIMA, sob pena de violação dos dispositivos constitucionais acima citados e de toda a legislação infraconstitucional relacionada, além de vulnerar o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

5 Considerações finais

A proximidade do esgotamento da capacidade de armazenamento de elementos combustíveis irradiados nas piscinas de combustíveis usados das usinas nucleares Angra 1 e Angra 2 motivou a decisão administrativa de licenciar mediante licenciamento ambiental simplificado e construir a primeira instalação independente de armazenamento complementar a seco (UAS) para elementos combustíveis irradiados no Brasil.

O combustível nuclear possui natureza jurídica de rejeito nuclear de alta radiação, motivo pelo qual os ordenamentos jurídicos internacional e brasileiro classificam o depósito de combustível nuclear utilizado como instalação nuclear. A par dessa discussão, a atividade é inegavelmente de grande impacto ao meio ambiente, o que exige a realização de estudos de impacto ambiental.

Em virtude da urgência e possibilidade de interrupção da operação, o licenciamento ambiental foi açodado, mediante relatório ambiental simplificado, com a violação de sensíveis aspectos constitucionais, como a necessidade de realização de estudo de impacto ambiental e divulgação – com omissão sobre a prática de audiência pública, não concretizada a supralegal obrigação de consulta prévia e informada às populações tradicionais diretamente e indiretamente impactadas pela nova atividade.

A própria complexidade do tema licenciado, que exige conhecimentos interdisciplinares e engloba riscos de danos ambientais irreparáveis, acarretaria amplos estudos e legitimidade democrática na decisão estatal.

Assim, o licenciamento ambiental é um instrumento da política nacional do meio ambiente que deve ser utilizado para amplificar o debate sobre o uso da energia nuclear, garantindo que a população seja informada sobre o tema e ouvida na decisão que implemente atividade dessa natureza.

É necessário consolidar o ordenamento constitucional de gestão do meio ambiente, de modo que a livre iniciativa empresarial e o desenvolvimento econômico não se sobreponham à justiça social e à preservação do meio ambiente.

Conclui-se que a Unidade de Armazenamento Complementar a Seco de Combustível Irrradiado (UAS) possui natureza jurídica de nova instalação nuclear, na esteira da definição da citada Norma CNEN-NE-1.04, item 3.21 (depósitos de materiais nucleares), exigindo a realização prévia, no bojo do procedimento de licenciamento ambiental, de EIA/RIMA, sendo inadequada a opção do Ibama de expedição de Licença de Operação simplesmente com base em Relatório Ambiental Simplificado (RAS).

Em perspectiva, ainda que se reconheça o avanço normativo com a criação da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), pela

Lei n. 14.222, de 15 de outubro de 2021, não houve alteração do inciso XIV do art. 7º da Lei Complementar n. 140/2011, que mantém a participação da CNEN no processo de licenciamento ambiental de competência do Ibama, o que sugere necessidade de alteração legislativa.

Referências

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito ambiental**. 7. ed. rev., ampl. e atual. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2004.

BARROSO, Luís Roberto. A proteção do meio ambiente na Constituição brasileira. **Revista Forense**, Rio de Janeiro, v. 88, n. 317, p. 161-178, jan./mar. 1992.

BENJAMIN, Herman. Princípio da proibição de retrocesso ambiental. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE O PRINCÍPIO DA PROIBIÇÃO DE RETROCESSO AMBIENTAL, 2012, Brasília-DF. **Princípio da proibição de retrocesso ambiental**. Brasília: Senado Federal, 201. p. 55-72. 269 p.

BINENBOJM, Gustavo. **Uma teoria do direito administrativo: direitos fundamentais, democracia e constitucionalização**. 2. ed. Rio de Janeiro: Renovar, 2008.

BRAGA, Dimis da Costa. **O modelo de regulação do programa nuclear brasileiro e suas implicações com os princípios da precaução e prevenção**. 2014. Dissertação (Mestrado em Direito Ambiental) – Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, 2014.

BRITO, Mônica do Nascimento; SOARES, Ana Maria Dantas; TIMÓTEO, Geraldo Márcio. Limites e possibilidades da educação ambiental crítica: um olhar para o licenciamento ambiental. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema-AL, v. 6, n. 1, p. 976-998, jan./mar. 2021.

CHRISTMANN, Luiza Landerdahl. Audiência pública ambiental: um instrumento democrático para a gestão compartilhada do risco ambiental. **Revista de Direitos Fundamentais e Democracia**, Curitiba, v. 9, n. 9, p. 54-90, jan./jun. 2011.

DERANI, Cristiane. **Direito ambiental econômico**. 2. ed. São Paulo: Max Limonad, 2001.

EWALD, F. Le retour du malin génie. Esquisse d'une philosophie de la précaution. In: GODARD, O. **Le principe de précaution: dans la conduite des affaires humaines**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1997.

FERNANDES, Vitória. Eletronuclear detecta oxidação em tubos de Angra 2. **Money Times**, São Paulo, ago. 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/b2agh4x7>. Acesso em: jun. 2023.

FERREIRA JÚNIOR, Paulo César Duarte. **Subsídios para o licenciamento nuclear para uma instalação independente de armazenamento complementar a seco de elementos combustíveis irradiados**: correlação das bases normativas para um sistema de garantia da qualidade no Brasil. 2019. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019. Disponível em: <https://encr.pw/H668o>. Acesso em: 10 set. 2021.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 5. ed. ampl. São Paulo: Saraiva, 2004.

GARZÓN, Biviany Rojas; YAMADA, Erika M.; OLIVEIRA, Rodrigo. **Direito à consulta e consentimento de povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais**. Washington, D.C.: Due Process of Law Foundation; São Paulo: Rede de Cooperação Amazônica, 2016.

GOLDBLATT, David. **Teoria social do ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

GUIMARÃES, Leonam dos Santos; MATTOS, João Roberto Loureiro; GOLDEMBERG, José (coord.). **Energia nuclear e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010.

HAMBLEY, David *et al.* Lessons learned from a review of international approaches to spent fuel management. **EPJ Nuclear sciences & Technologies**, Les Ulis-FR, v. 2, n. 26, maio 2016. DOI: <https://doi.org/10.1051/epjn/2016019>.

HAMMERSCHMIDT, Denise. O risco na sociedade contemporânea e o princípio da precaução no direito ambiental. **Seqüência Estudos Jurídicos Políticos**, Florianópolis, v. 23, n. 45, p. 97-122, dez. 2002. Disponível em: <https://tinyurl.com/2mchscjj>. Acesso em: 12 set. 2021.

LASCOUNE, P. La précaution un nouveau standard de jugement. **Esprit**, Paris, n. 237, nov. 1997.

LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. **Direito ambiental na sociedade de risco**. Rio de Janeiro: Forense, 2002. 290 p.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 19. ed. São Paulo: Malheiros, 2011.

MERK, Bruno *et al.* An innovative way of thinking nuclear waste management – Neutron physics of a reactor directly operating on SNF. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 12, n. 7, julho 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172021>. Acesso em: 11 set. 2021.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. 3. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

MOREIRA, Helena Margarido; GIOMETTI, Analúcia Bueno dos Reis. Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no mecanismo de desenvolvimento limpo por meio de projetos em energia limpa. **Revista Contexto Internacional**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 9-47, jan./abr. 2008.

MURRAY, Raymond Leroy; HOLBERT, Keith E. **Nuclear energy**: an introduction to the concepts, systems, and applications of nuclear processes. 8. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2019.

RABELLO, Sidney Luiz. Reflexões sobre a criação de um órgão regulatório para a área nuclear. **Ambiente Brasil**, Curitiba, jun. 2023. Disponível em: <https://tinyurl.com/2s3m9tp>. Acesso em: 22 dez. 2022.

SACCOMANO NETO, Francisco. **Atividades nucleares e suas implicações jurídicas**. Curitiba: Juruá, 2015. 229 p.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. Breves considerações sobre os deveres de proteção do Estado e a garantia da proibição de retrocesso em matéria ambiental. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 15, n. 58, p. 41-85, abr./jun. 2010.

SILVA, Geraldo Eulálio do Nascimento e. **Direito ambiental internacional**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Thex, 2002. 357 p.

SILVA, José Afonso da. **Direito ambiental constitucional**. 2. ed. rev. São Paulo: Malheiros, 1995.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de direito ambiental**. 3. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2005.

Nota

- [1] Conforme a antiga redação (expressamente revogada pela Lei n. 14.222/2021) das alíneas *a* e *b* do inciso III do art. 2º da Lei n. 6.189/1974, posteriormente transformada em alíneas *a* e *b* do inciso IX do art. 2º da Lei n. 6.189/1974, com as modificações promovidas pela Lei n. 7.781/1989.