

1 INTRODUÇÃO

A questão energética é deveras debatida mundialmente, pois configura-se como uma das maiores preocupações da humanidade. A inquietude que o tema causa deve-se ao fato de se tratar de um fator *sine qua non* para a qualidade de vida do homem, quiçá para sua sobrevivência.

Durante longo lapso temporal a única fonte energética conhecida e utilizada era subtraída de combustíveis fósseis. Contudo, trata-se de uma fonte esgotável e que acabou se revelando como grande poluente, emissora de gases tóxicos e potencializadora do efeito estufa e do aquecimento global.

Desta feita, o homem vem cada vez mais intensificando a busca por outras formas energéticas que sejam alternativas e limpas.

Neste esteio, uma das fontes aventadas, e que hoje é significativamente utilizada ao redor do globo, é a energia nuclear.

A atividade nuclear possui como escopo a geração de energia através da utilização de materiais radioativos.

Há quem defenda que é uma forma limpa de obtenção de energia e muitos cogitam a sua larga ampliação como meio de eliminar a propagação de gases poluentes.

Contudo, em que pese seja uma fonte energética diretamente mais limpa, existem questões preocupantes que circundam a energia nuclear, tais quais o descarte dos resíduos, bem como os riscos de acidentes, que por menores que sejam, quando o acidente é deflagrado, as consequências revelam-se nefastas e transfronteiriças.

A legislação que regula a questão nuclear ainda é parca e, possivelmente em razão do assunto ser deveras técnico e complexo, a disciplina jurídica revela-se insuficiente para reger a questão a contento.

Assim, diante da carência legislativa, a atividade acaba se desenvolvendo de forma solta, de modo a potencializar os riscos.

Desta feita, inegável que a questão energética é extremamente preocupante e soluções necessitam ser encontradas com presteza, porém, a energia nuclear não se revela como salvação aos problemas que precisam ser enfrentados, conforme se vislumbrará ao longo do presente trabalho.

2 FUNCIONAMENTO DE UMA USINA NUCLEAR

A Usina Nuclear se configura em uma instalação industrial cujo escopo é a produção de energia elétrica através de reações nucleares de elementos radioativos. Estas produzem uma considerável gama de energia térmica. Normalmente há uma estrutura de ferro armado, aço e concreto para contenção a envolvendo com o intuito de fornecer proteção ao reator nuclear para que este não emita radiação ao meio ambiente. O mais usado elemento para produzir mencionada energia é o urânio. (SILVA, 2020)

A energia nuclear gerada pelas usinas revela maior eficiência quando comparada com outras fontes energéticas (como a eólica, por exemplo) e possui um custo final mais baixo do que o da grande parte das demais tecnologias utilizadas na atualidade. (____. Usina Nuclear, 2020)

A primeira usina nuclear do mundo teve a inauguração datada de 1954, na cidade de Obininsk, membro da antiga União Soviética. Em 2011 a tecnologia em questão já era responsável pelo fornecimento de 17% da energia elétrica mundial. (____. Como Funciona uma Usina Nuclear?, 2020) As primeiras usinas existentes dispunham de reatores com tecnologia menos segura, tais quais os reatores RMBK utilizados de Chernobyl, na Ucrânia. Hodiernamente, no mundo inteiro, 90% das plantas utilizam reatores de água leve. Na linguagem técnica da engenharia nuclear, água leve significa água corrente. Existem dois tipos de reatores de água leve, quais sejam: Reator Nuclear de Água Leve Pressurizada ou PWR, e Reator Nuclear de Água a Ferver ou BWR. (PLANAS, 2020)

Dentre os dois tipos de reator, o de água pressurizada é o mais largamente usado no mundo.

O reator nuclear caracteriza-se como a parte mais sensível e mais relevante da planta, sendo o responsável por transformar a energia nuclear em energia térmica. Em seu interior são inseridas as barras de combustível nuclear. Comumente urânio, material deveras instável. Com a colisão de um nêutron com um átomo de urânio, há imensa probabilidade dele se quebrar. Esse intervalo se configura uma reação de fissão nuclear. (PLANAS, 2020)

No que toca ao custo com a produção de energia, independente de qual for a tecnologia utilizada, pode ser separado em 3 componentes essenciais, quais sejam, custo de capital, custo de operação e manutenção, e custo de combustível. As usinas nucleares, assim como as hidrelétricas, demandam alto investimento em obras de engenharia civil, bem como com montagens eletromecânicas complexas, de modo que demandam um custo de capital elevado. Nas usinas térmicas convencionais, tem-se que a montagem eletromecânica não envolve normalmente obras complexas de engenharia civil. Todavia, as usinas nucleares possuem baixo custo com combustível se comparado com usinas que funcionam com

combustíveis fósseis. Tipicamente, esses custos representam em torno de 10 a 15% do custo unitário de geração. Ademais, o Brasil conta com vastas reservas de urânio, que somada à capacidade de fabricação do combustível, asseguram baixos custos e garantem estabilidade de preço.

No que toca especificamente ao funcionamento das usinas, impende mencionar que os átomos de determinados elementos químicos possuem a propriedade de ao entrar em reações nucleares, converter massa em energia. Tal processo acontece de forma espontânea em certos elementos, contudo em outros necessita ser provocado via técnicas específicas. (OLIVEIRA, 2020)

Há dois modos de aproveitar mencionada energia para a produzir eletricidade: a fissão nuclear, através da qual o núcleo do átomo se divide em duas ou mais partículas; e a fusão nuclear, em que dois ou mais núcleos são unidos para produção de um novo elemento. (OLIVEIRA, 2020)

A primordial técnica utilizada para gerar eletricidade nas usinas nucleares é através da fissão do átomo de urânio, sendo empregada em torno de quatrocentas centrais nucleares ao redor do planeta. (OLIVEIRA, 2020)

Uma usina nuclear possui basicamente três fases de funcionamento: a primária, a secundária e a refrigeração. Primeiramente, o urânio é inserido no vaso de pressão. Ocorrendo a fissão, produz-se energia térmica. Dentro do sistema primário, a água é usada para resfriamento do núcleo do reator. (OLIVEIRA, 2020)

Já no sistema secundário, a água aquecida no sistema primário converte-se em vapor de água através de um sistema chamado gerador de vapor. Este vapor fabricado no sistema secundário é usado para mover a turbina de um gerador elétrico. (OLIVEIRA, 2020)

O vapor de água que é produzido no sistema secundário é transformado, na sequência, em água por meio do sistema de condensação. Ou seja, via um condensador o qual, a seu turno, é resfriado através de um sistema de refrigeração de água. Referido sistema promove o bombeamento da água do mar, ou seja, água fria, por meio de circuitos de resfriamento os quais se localizam dentro do condensador. (OLIVEIRA, 2020)

Finalmente, a energia criada por meio do processo de fissão nuclear alcança às residências através das redes que distribuem energia elétrica. Vale lembrar que a fumaça branca que deixa as chaminés das usinas é apenas vapor de água. (PLANAS, 2020)

Desta feita, pode-se resumir o processo da seguinte forma: o cerne da usina nuclear é o reator nuclear, o qual utiliza a energia existente dentro do átomo para ferver a água. Deste momento em diante, tudo funciona nos moldes de uma usina a vapor comum (movida a

carvão ou petróleo) - o vapor de água faz girar uma turbina, a qual move um gerador, que produz energia elétrica.

É oportuno mencionar que, ao entrar em contato com o vapor que exala das turbinas, a água fria, diante do contato térmico, esquentando com rapidez. Ou seja, o calor é transferido e, graças a ele, parcela da água externa converte-se em vapor. Por esta razão que as usinas nucleares devem ser instaladas próximas de uma larga fonte de água fria, seja de rio, mar ou lago, vez que esta água é necessária para resfriar o tanque de condensação.

Para conferir segurança a operacionalidade das usinas nucleares, utilizam-se as denominadas “defesa de profundidade”, que se consubstanciam-se em sucessivas barreiras físicas que são construídas para manter a radiação sob controle completo.

Entretanto, não há como extirpar por inteiro o risco de acidente, de modo que um vazamento de energia nuclear é capaz de causar danos irreversíveis.

O lixo nuclear estampa perigo, pois, ao sofrer o processo de fissão nuclear, os isótopos de urânio desintegram-se e começam a emanar radiação gama, sendo esses raios altamente daninhos à saúde humana. Por deterem elevado poder de penetração, são capazes de entrar nas células do organismo, podendo, inclusive, ser letal. Por esta razão os materiais radioativos revelam riscos à saúde humana. (SOUZA, 2020)

Rejeitos de baixa atividade de reatores advêm de aventais, luvas, máscaras, vidros laboratoriais, ferramentas contaminadas. Eles são armazenados dentro de tambores pelo período de 50 à 300 anos. Já os de média atividade, tais quais filtros de purificação do refrigerante, parte de equipamentos que são substituídas, filtros de ar, entre outras, são acondicionadas, depois de sua incorporação, em matriz sólida por cimentação permanecendo armazenados pelo período de 50 a 300 anos. (OKUNO, 2020) Assim, os rejeitos de níveis baixo e intermediário são tratados e gerenciados por um baixo custo, vez que detêm menor complexidade e sofisticação tecnológica. Eles se submetem à compactação para redução de volume e, após, são armazenados em receptáculos estanques ou então colocados dentro de tambores. (CARAJILESCOV, 2008)

Em outra toada, os rejeitos de alta atividade, consubstanciam-se nos combustíveis exauridos. Sobre seu destino, discorre-se:

são armazenados, inicialmente, na própria usina até que o calor residual decaia. A cada ano, 1/3 do combustível nuclear queimado é trocado por um novo. Este tem ainda de 0,7% a 0,8 % de urânio-235 e de 0,6% a 0,7% de plutônio. Por ser altamente radioativo e muito quente, é estocado em uma piscina com profundidade de 10 m a 12 m localizada no próprio reator ou nas proximidades do prédio do reator, por no mínimo cinco anos e no máximo uns 40 anos. Quando a piscina fica lotada, o rejeito é colocado nos chamados dry casks, que são cilindros de

tipicamente 5,2 m de comprimento, 2,5 a 3,5 m de diâmetro e 150 toneladas de peso. Uma vez confinado de forma apropriada, os combustíveis são armazenados em depósitos subterrâneos por centenas de anos. (OKUNO, 2020)

Existe também, além do armazenamento final, a alternativa da reciclagem, através da qual o combustível é reprocessado com o fito de ser separado e reaproveitado o urânio e o plutônio que ainda se encontram presentes. Referido procedimento gera um rejeito líquido detentor de alta atividade. (CARAJILESCOV, 2008)

Para armazenamento de rejeitos radioativos de baixa e média atividade há depósitos finais licenciados. Já para depositar rejeitos de alta atividade, há muitas propostas sendo estudadas por inúmeras nações. Até o momento hodierno não existe no planeta um depósito permanente de rejeito de combustível queimado de reator. (OKUNO, 2020)

Assim, um dos grandes problemas da energia nuclear encontra-se no descarte do lixo e resíduos radioativos, o qual necessita ser realizado de forma correta, tendo em vista o risco de degradação e de contaminação dos recursos e população que tenham contato com o perímetro no qual foi realizado o descarte. (COSTA, 2020)

Parcos países têm algum projeto para depósito permanente de rejeito de alta atividade de combustível queimado oriundo de seus reatores nucleares. Um deles é a Finlândia, que possui o Projeto Onkalo. Trata-se de um depósito que fica a 500 metros de profundidade, em uma descida em formato espiral de cerca de 5 quilômetros, dentro de uma rocha granítica. A escavação desta rocha teve início no ano de 2004 e a construção iniciou-se no ano de 2016. O começo do uso do depósito encontra-se previsto para o ano de 2023, e seu preenchimento total tem previsão de ocorrer no ano de 2120. (OKUNO, 2020)

A maior crítica acerca da utilização da energia nuclear encontra-se justamente no fato do seu lixo remanescer perigoso por milhares de anos. No presente, já existe uma grande quantidade de acúmulo de resíduos nucleares provenientes de atividades passadas. Existe grande preocupação com as futuras gerações, vez que o elevado nível de resíduos nucleares é capaz de permanecer ativo por centenas de anos no ambiente. (LINS, 2020)

3 TRATATIVA LEGAL

O conjunto de leis pátrias e internacionais que se aplicam à indústria nuclear se desenrolaram em três diferentes fases. A primeira delas se estende do deslinde da década de 40 até o começo da década de 50, podendo ser distinguida pela promoção da utilização pacífica da energia nuclear. (LINS, 2020)

A segunda fase tem início com o acidente de Chernobyl, no ano de 1986, sendo marcada pela utilização da lei como meio de restringir o emprego da energia nuclear. A fase em questão foi palco de uma gama de normas que estipulavam restrições e cuidados no que toca a utilização da energia nuclear, assim como da decisão de inúmeras nações em procurar por outras fontes energéticas. Já a terceira fase, a mais recente, revela um reequilíbrio entre a promoção e a constrição. (LINS, 2020)

No Brasil, a tratativa da energia nuclear ocorre dentro do ramo do Direito energético (abrangeado pelo direito econômico), dentro do sub-ramo direito nuclear, o qual possui o escopo de disciplinar proteção em face da radiação ionizante e suas possíveis consequências. O art. 8º, XVII, i, da Constituição de 1969 trouxe nacionalmente pela primeira vez uma tratativa constitucional acerca da energia nuclear ao transferir para a União a competência de legislar sobre ela, bem como as demais espécies de energia. Hodiernamente, além de constar tratativa do assunto na Constituição Federal de 1988 e em legislação infraconstitucional, há diversos acordos internacionais multilaterais acerca do tema dos quais o Brasil é signatário. (FAYAD, 2015)

A primeira legislação a tratar sobre o tema foi a Lei nº 4118 de 1962, que embora com dispositivos revogados, ainda se encontra vigente, e que dispõe sobre a política nacional de energia nuclear e cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Em 1971 é promulgada a Lei nº 5740, que autoriza a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) a constituir a sociedade por ações Companhia Brasileira de Tecnologia Nuclear -C.B.T.N.

Na sequência, em 1977, a Lei nº 6453 deu um passo a frente no que toca a responsabilização acerca da manipulação da energia nuclear, dispondo sobre a responsabilidade civil por danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados a tal atividade. É possível a aplicação concomitante da penalidade em ambas as searas sem gerar *bis in idem*.

Em 1998 foi promulgada a Lei nº 9765, que instituiu taxa de licenciamento, controle e fiscalização de materiais nucleares e radioativos.

Em 2001 foi sancionada, com veto parcial, a Lei 10.308, que regulamenta o destino dos rejeitos radioativos no país.

Finalmente, em 2018, foi promulgada a Lei nº 9600 que veio consolidar as diretrizes sobre a Política Nuclear Brasileira.

No que toca à tratativa constitucional acerca da matéria, impende asseverar que o art. 21, XXIII, da Constituição Federal de 1988, admite a produção de energia nuclear dentro do

território nacional apenas para fins pacíficos, ficando restrita a finalidade bélica. De outro lado, o art. 22, determina a competência privativa e indelegável da União para legislar sobre desapropriação e sobre atividades nucleares de qualquer natureza.

Por sua vez, na seara que trata do direito ao meio ambiente, a Constituição traz tímido dispositivo sobre a energia nuclear. O § 6º, do art. 225, aduz que “*as usinas que operem com reator nuclear deverão ter sua localização definida em lei federal, sem o que não poderão ser instaladas*”. (BRASIL, Constituição..., 2020)

No que concerne à principiologia adotada pelo ordenamento pátrio no tocante à energia nuclear, destaca-se os princípios da precaução e da prevenção, previstos na Declaração do Rio de Janeiro de 1992, no art. 9º, III, IV e V da Lei nº 6.938/81, e no art. 225, § 1º, IV e V, da Constituição Federal. Há quem mencione também “*a teoria do risco nuclear onde se procura socializar os riscos juntamente com o Estado e o explorador da atividade nuclear*”. (RABELO, 2021)

É válido listar as primordiais legislações que trataram do tema no cenário pátrio: Lei nº 4118 de 1962; art. 8º, XVII, i, da Constituição de 1969; Lei nº 5740/1971; Lei 6189/1974; Lei nº 6453 /1977; Lei nº 6571/1978; Decreto-lei nº 1982/1982; art. 21, XXIII; 22; 177; 225, §6º, da CF de 1988; Lei nº 9765/1998; Lei 10.308/2001; Lei nº 9600 /2018.

Não se pode, ainda, deixar de mencionar que a Instrução Normativa (IN) 01/16 do IBAMA traduz a obrigatoriedade de regulamentar as atividades radioativas, por meio da regularização ambiental. Depois da entrada em vigor da Lei Complementar 140/11, passou para a competência federal (do IBAMA) o licenciamento ambiental para qualquer empreendimento que utilize energia nuclear, e não unicamente os que possuíam considerável impacto ambiental, conforme era antes disciplinado pela Resolução CONAMA 237/97. Nesta toada, a IN 1/16 veio justamente solucionar este conflito. A norma em questão determinou os necessários procedimentos aos empreendimentos que ainda vão adquirir a licença ambiental para começar a funcionar, como também para regularizar os que já estão funcionando. (STOKLER, 2020)

No que toca a responsabilização, tem-se que a responsabilidade civil em caso de danos nucleares acompanha a responsabilidade ambiental: é objetiva, (independe de culpa), porém em uma breve comparação temporal, o § 3.º do art. 225 da CF/1988 deixava uma imprecisão de responsabilidade em relação ao evento de acidente nuclear.

A responsabilidade civil por danos nucleares não depende da presença de culpa e, por esta razão foi inserida pela EC 49/2006, para concretizar a objetividade delineada em 1988 e também, com a Lei de Crimes Ambientais - 9.605/1998, a qual não apenas determina a

responsabilidade objetiva como ainda estipula a tríplice responsabilidade - administrativa, criminal e civil - para cada infração praticada. (FAYAD, 2015)

Outrossim, não se pode deixar de mencionar a existência da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), que se consubstancia em uma autarquia federal, criada em 1956 e vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Sua responsabilidade é de regular e fiscalizar a utilização da energia nuclear no território nacional. Ela também investe em pesquisa e desenvolvimento, tentando expandir cada vez mais e de forma segura as técnicas do setor. Sua sede encontra-se no Rio de Janeiro e ela possui 15 unidades que se encontram distribuídas em nove estados do país. (BRASIL, Sobre..., 2020)

Além das legislações mencionadas no item anterior, que são referenciais na tratativa da energia nuclear no país, faz-se necessário trazer à lume a existência das inúmeras normas técnicas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) sobre o tema. (BRASIL, Normas..., 2020)

Já o regime internacional de responsabilidade nuclear rege-se notadamente através de dois instrumentos, a saber: as convenções de Paris e de Viena. Adotou-se esta última no ano de 1963, com o escopo de garantir uma indenização correta e justa para as vítimas de danos oriundos de acidentes nucleares. Ela sofreu alteração pelo Protocolo de 1997, o qual trouxe uma nova definição de dano nuclear, unindo a noção de dano ambiental e de medidas de prevenção; elastecendo a seara de aplicação geográfica, ampliando o período para apresentação de pedidos indenizatórios e expandindo os valores mínimos de indenizações. (FERREIRA, 2020)

Tal protocolo, aprovado com o apoio da Agência Internacional de Energia Atômica à Convenção de Viena, contém preceitos concernentes à competência e acerca do reconhecimento e execução das decisões, que interferem em determinações existentes no conjunto de leis da União Europeia. Assim, a UE possui competência no que toca aos preceitos do Protocolo. É vedado aos Estados-Membros tornarem-se “*partes contratantes no protocolo, na medida em que essas disposições estão em causa*” (FERREIRA, 2020).

Com efeito, imprescindível lembrar que o Brasil ratificou em 1963 a Convenção de Viena, a qual assinalava alguns princípios decorrentes de danos causados por acidente nuclear. (BRASIL, Decreto..., 2020)

Outrossim, não se pode deixar de comentar que a Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA, com o auxílio de especialistas dos Estados integrantes, no que concerne à segurança no uso da energia nuclear, criou as *Nuclear Safety Standards* – NUSS (Normas de Segurança Nuclear), que fixou critérios de segurança no formato de guias e códigos de prática

para compor a base da segurança energética. O cerne da preocupação encontra-se no *“fornecimento de pessoal com qualificação adequada; a capacidade para realizar uma avaliação específica de projetos de segurança em centrais nucleares; e capacidade para implementar um projeto adequado de garantia da qualidade que inclua controle e inspeção”* (BRASIL, Decreto..., 2020).

Contudo, assevera-se que os Códigos de Conduta da AIEA possuem tão somente o caráter de recomendação para os Estados-Membros, sendo a NUSS somente obrigatória nos casos de assistência técnica dada pela AIEA. (INTERNATIONAL ATOMIC, 2011)

Outrossim, a AIEA atua na questão da segurança através da Convenção Internacional sobre a Segurança Nuclear de 1994, com providências e avisos em situações que existam emergência nuclear, bem como protegendo a vida humana na ocorrência de acidentes. (RODRIGUEZ-RIVERA, 2008, p.174)

4 SOCIEDADE DE RISCO

Na modernidade tardia, observa-se que a produção social da riqueza é regularmente seguida pela produção social de riscos. Por conseguinte, às dificuldades e choques na distribuição da sociedade da escassez se justapõe as dificuldades e choques oriundos da produção, definição e distribuição de riscos científico-tecnologicamente produzidos. É deveras dificultoso vislumbrar uma forma dos riscos e ameaças concomitantemente produzidos no processo tardio de modernização, verdadeiros efeitos colaterais dela, sejam isolados ou redistribuídos de forma que não comprometa o processo de modernização e nem tampouco lesione aquilo que é psicológica, social, medicinal e ecologicamente aceitável. Assim, *“o processo de modernização torna-se ‘reflexivo’, convertendo-se em si mesmo em tema e problema”*. As celeumas envolvendo a distribuição de riquezas produzidas pela sociedade tomam e tomarão conta da atenção nos países do Terceiro Mundo enquanto o pensar e agir humano for orientado pela privação material – a ditadura da escassez. (BECK, 2010, p. 24)

Ao que tudo indica, o termo “risco” possui profunda ligação com o setor econômico. Contudo, da segunda metade em diante do século XX, os riscos e as incertezas passaram a dividir o mesmo grupo de probabilidades, quais sejam, as desconhecidas. Passou-se a vislumbrar o futuro tão somente pela ótica da probabilidade, analisando-se aquilo que é mais ou menos provável. Isto significa que, para o presente, o futuro se perde como objeto de conhecimento, de modo que a viabilidade de muda-lo resta cada vez menor. Com isso, além

da incerteza, da probabilidade e do futuro, atribui-se outra característica ao risco: ele afigura-se como resultado de decisões presentes. Desta feita, vislumbra-se o risco como “*a representação de um acontecimento provável e incerto que se projeta no futuro através de determinações presentes*”, distinguindo-se do perigo pelo seu aspecto racional, quer dizer, por ser produto de decisões e ações humanas. Acrescente-se, ainda, a questão de deter uma natureza complexa. (FERREIRA, 2016, p. 110-114)

Um traço marcante da sociedade pré-industrial são os perigos incalculáveis. Já a sociedade industrial veio a mesclar dois modos de ameaça, somando-se os riscos advindos das decisões humanas aos perigos que já marcavam a sociedade pré-industrial. Tratam-se de riscos fabricados, que são calculáveis e com efeitos potenciais que podem ser contidos. Os riscos continuam a ser produzidos, mas sob a égide de um aparato institucional e cognitivo que assegura seu controle. (FERREIRA, 2016, p. 115)

Assim:

O estado de autolimitação da sociedade industrial, impulsionado pelos avanços técnico-científicos e pelo crescimento econômico, fez nascer a sociedade de risco. Aqui se acumulam novamente os perigos e os riscos, estes últimos, entretanto, subdividem-se em dois grandes grupos: os previsíveis e calculáveis e os imprevisíveis e incalculáveis. Isso significa que aos riscos característicos da primeira modernidade somam-se agora os riscos que vão delinear a segunda modernidade. (FERREIRA, 2016, p. 116)

A variação da natureza do risco revela com clareza que uma sociedade ancorada fundamentalmente no capital não é sustentável sob os mais diversos aspectos, notadamente o ambiental. Apareceram novas formas de riscos que superam os limites de espaço e tempo até então conhecidos, de modo que os riscos da segunda modernidade não podem circunscrever-se em searas geograficamente específicas ou determinadas. Os riscos advindos das novas tecnologias, tais quais a biotecnologia e a energia nuclear, possuem potencial de destruição jamais visto na história. E, a isto, soma-se a falência dos padrões de segurança. Com isso, as novas ameaças existentes tornam inválidos os padrões de cálculo dos riscos, vez que as ações preventivas não se mostram suficientes frente a possibilidade de imensos desastres, intervindo de modo negativo na ideia de segurança e no controle prévio de resultados. Diante dos riscos globalizados e voláteis, de efeitos na maior parte das vezes irreparáveis, revela-se absolutamente inconsistente o antigo modelo de indenização monetária. Assim, a sociedade de risco se revela como um modelo de organização social não assegurável, a proteção é inversamente proporcional ao risco, quanto maior um, menor o outro. A essa mistura de múltiplas crises interdependentes que são divididas pela população mundial em diferentes

níveis, denominou-se risco global. A ideia de globalidade pode ser vislumbrada sob o aspecto de riscos com potencial de destruição que fragiliza fronteiras físicas postas pela humanidade. (FERREIRA, 2016, p. 117-122)

Existe uma superprodução de riscos que em parte se complementam e em outra, relativizam-se, ou, ainda, invadem a seara um do outro. “Cada ponto de vista interessado procura armar-se com definições de risco, para poder dessa maneira rechaçar os riscos que ameacem seu bolso”. (BECK, 2010, p. 36)

A má utilização do conhecimento científico se detrai do valor conferido a sua aplicação tecnológica, e não da ciência considerada em si. Compreende-se a tese da neutralidade, hodiernamente, como uma tentativa de manter a pureza e autonomia da ciência, erguendo barreiras ao seu redor em face de críticas voltadas ao potencial destrutivo de muitas de suas aplicações. Isto porque não se pode fechar os olhos para o fato de que o conhecimento científico desenvolvido na atualidade provém de pesquisas oriundas de interesses notadamente mercadológicos, de modo que a extensão do conhecimento científico resta limitada em razão de valores substancialmente econômicos. Nota-se que a ciência deixa de se conectar somente com a tecnologia e passa a firmar elos com a indústria, uma seara que nutre a ciência de valores que legitimam as suas estratégias mercadológicas. Com o reforço dessas conexões, que se evoluem através de sistemas de retroalimentação, são deixados de lado valores sociais, morais e ecológicos e, ao se acomodar nessa roda-viva, a ciência se distancia mais e mais de seus ideais de controle e certeza. E, ao progredir sob a interferência de valores econômicos, a ciência não somente alterou qualitativamente os ambientes de risco, mas também deixou de possuir capacidade de reação diante deles. (FERREIRA, 2016, p. 125-127)

É notório o poder e influência das definições institucionais sobre interpretação pública. É por esta razão que a construção do risco seja indicada como um dos maiores instrumentos de poder dentro da segunda modernidade. “*As ameaças fabricadas passam a ser dissimuladas e desvirtuadas*”. O que se vislumbra é que as instituições dominantes tentam encobrir o verdadeiro risco, mas sem se desprender das relações de definição existentes na sociedade industrial – é o denominado fenômeno da responsabilidade organizada. Em que pese os riscos já não possam mais ser previstos por meio de cálculos e previsão, continuam a ser definidos por eles. Opta-se por esconder as ameaças e por divulga-las sem alarde, garantindo que essas práticas não serão invalidadas ou reconhecidas. Assim, a ideia de irresponsabilidade organizada traz consigo a indicação de um movimento cíclico entre a normalização simbólica e as perenes ameaças e destruições materiais. (FERREIRA, 2016, p. 128-132)

Inegável que os efeitos da criação de verdades simbólicas revelam-se nocivos ao público e ao meio ambiente. Afinal, a ciência é também capaz de fabricar desinformação – conhecimentos simbólicos e parciais. Na mesma toada, a política também pode ser simbólica, quando metas e medidas que são informadas com o escopo de atingir resultados fictícios ou até mesmo de não atingir resultado algum. Tratam-se de estratégias políticas elaboradas por meio de atuação não transparentes cujo intuito é falsear a verdade e desenvolver um ilusório estado de normalidade. No que concerne a politização da ciência, o problema não se encontra na politização em si, mas na “*politização negativa que se exerce através da adequação do conhecimento científico ao que é politicamente desejável*”. (FERREIRA, 2016, p. 134-140) Assim, “*quem quer que subitamente se veja exposto no pelourinho da produção de riscos, acabará refutando, na medida do possível, com uma ‘contra-ciênica’ paulatinamente institucionalizada em termos empresariais, os elementos que o prendem ao pelourinho , trazendo outras causas e portanto outros réus à tona*”. (BECK, 2010, p. 38)

Neste cenário, o direito exerce uma função meramente simbólica, com a produção de legislações criadas com um único escopo, qual seja, o de manter-se ineficazes no âmbito jurídico. O direito ineficaz se perpetua por meio de regras que foram produzidas exclusivamente por não revelarem qualquer proteção ou porque encontram-se repletas de lacunas. Tal legislação tende a possuir efetividade no campo político, ou seja, ser profícua no atingimento da finalidade política oculta contida na norma. Na realidade, tais normas jamais estiveram comprometidas com o intuito que supostamente perseguem, donde as distorções presentes no método de regulamentação das relações sociais. (FERREIRA, 2016, p. 140-143)

Outrossim, a própria realidade se incumbem de revelar a fragilidade dos padrões simbólicos de regulamentação e comunicação de riscos. Porém, em que pese a percepção dos riscos tenha atingido a seara pública, tal processo não se manifesta de modo uniforme entre as pessoas e grupos da sociedade. Inclusive porque a aceitação do risco encontra-se conectada aos benefícios que a ele se relacionam e, a ausência de benefícios faz com que as ameaças sejam menos aceitáveis. (FERREIRA, 2016, p. 144-145)

Assim:

o público está despreparado para incorporar análises objetivas dos riscos em sua dimensão apropriada. (...) o risco percebido representa uma visão distorcida do risco, delineada pela ignorância, pelos preconceitos e pelas experiências pessoais subjetivas dos não-especialistas. No curso do tempo, entretanto, a estratégia de opor racionalidade científica à racionalidade pública converte-se em objeto de crítica e se consolida como um dos principais mecanismos responsáveis pela erosão da confiança pública nas instituições científicas, suas explicações e justificações. O problema básico consolida-se na falta de habilidade para comunicar e regulamentar

os riscos através de um debate construtivo com todos aqueles envolvidos nas controvérsias da segunda modernidade
(...) afirma-se que a sociedade de risco demanda uma abertura dos processos decisórios. (...) imprescindível uma reforma institucional das relações de definição e das estruturas de poder ocultas nos conflitos de risco. Com isso, ter-se-ia aberta a possibilidade para a redefinição da esfera pública, um espaço no qual as contingências deveriam ser debatidas e avaliadas. (FERREIRA, p. 2016, p. 150)

De todo o modo, os riscos ameaçam a vida dentro do planeta, nas suas variadas formas. O progresso e a distribuição dos riscos fazem surgir situações de ameaça. O efeito dos riscos implode o esquema de classes, gerando desníveis internacionais, sendo que sua prevenção e manuseio podem eclodir na necessidade de reorganizar poder e responsabilidade. Assim, a sociedade de risco revela-se como uma sociedade catastrófica. (BECK, 2010, 26-28)

Na realidade, os riscos de todas as espécies encontram-se, hodiernamente, vinculados espacialmente e, ao mesmo tempo, desvinculados com alcance universal. A distribuição dos riscos na modernização tende à globalização, vez que com a produção industrial, universaliza-se as ameaças, independente do local de sua produção. Mais cedo ou mais tarde atingem até mesmo aqueles que geraram e lucraram com o risco. A grande e variada divisão do trabalho culmina em uma cumplicidade geral no que toca ao risco e, também, em uma irresponsabilidade generalizada. A ideia se sistema traz à lume a possibilidade de fazer-se algo sem precisar responder pessoalmente pelo que foi feito, bem como traz a possibilidade de atuar fisicamente sem, contudo, atuar-se política ou moralmente. (BECK, 2010, p. 31-43)

Com efeito:

Riscos têm, portanto, fundamentalmente que ver com antecipação, com destruições que ainda não ocorreram mas que são iminentes, e que, justamente nesse sentido, já são reais hoje. (...)

De um lado, muitas ameaças e destruições já são reais: (...). De outro lado, a verdadeira força social do argumento do risco reside nas ameaças projetadas no futuro. São, nesse caso, riscos que, quando quer que surjam, representam destruições de tal proporção que qualquer ação em resposta a elas se torna impossível (...). O núcleo da consciência do risco não está no presente, e sim no futuro. Na sociedade de risco, o passado deixa de ter força determinante em relação ao presente. Em seu lugar, entra o futuro, algo todavia inexistente, construído e fictício como 'causa' da vivência e da atuação presente. (BECK, 2010, p. 39-40)

Deste modo, a modernização traz consigo uma produção de riscos desenfreada, causando uma “política da terra que se torna inabitável”, ou seja, ocorre a desapropriação ecológica, social e econômica do bem, mas resta apenas a propriedade legal. (BECK, 2010, p. 46)

Uma comprovação da periculosidade dos riscos que a humanidade enfrenta suporia a autodestruição definitiva, e este é o argumento ativador da ação que converte a periculosidade

projetada em algo real. As situações de perigo são universais e inespecíficas. O espaço para investigação científica resta cada vez mais estreitado pelo potencial ameaçante das forças produtivas. Hoje os perigos invisíveis já são mais visíveis a alguns, não se sabe se pela intensificação dos riscos ou se em razão dos olhos terem se despertado para sua existência. A consciência sobre os riscos da modernização tem sido imposta contra a resistência da racionalidade científica, o que leva a uma larga sombra de erros científicos, estimativas falsas e minimizações. Assim, a história da consciência e do reconhecimento social dos riscos coincide com a história da desmistificação da ciência. O fato dos cientistas não conseguirem identificar uma causa ou problema individual não significa que o dano não vai ocorrer. Estipular limites de tolerância máximos para determinadas toxinas e criar regulação sobre quantidade máxima é uma falácia deveras perigosa, que viabiliza um envenenamento coletivo normatizado e normalizada, vez que a tolerância não pode ser medida em relação a elementos individuais, mas em relação ao homem e a natureza como um todo, pois são eles os receptáculos de todas as toxinas e substâncias contaminante, de modo que é primordial se computar a acumulação de substâncias nocivas. A ameaça não está nas substâncias individuais, mas sim na globalidade delas. (BECK, 2020, p. 58-74)

Assim, a ciência tornou-se o administrador supremo da poluição global do homem e da natureza. Contudo, a crise da autoridade científica pode favorecer um ofuscamento geral dos riscos. A crítica da ciência também é, portanto, contraproducente para o reconhecimento dos riscos. O ser humano precisa compreender que faz parte do sistema ao invés de se ver apartado e superior a ele, parte do todo natural ao qual ameaça, pois existe uma solidariedade entre os seres vivos de modo que uma ameaça afeta igualmente a tudo e todos. Há de se aventar, contudo, que uma situação ameaçadora conduz necessariamente à consciência do perigo, mas também pode causar o contrário: a negação por medo. De qualquer forma, recentemente detalhes econômicos e tecnológicos passaram a ser vislumbrados sob uma nova moral ecológica. Contudo, no reconhecimento dos riscos da modernização e com o aumento dos perigos neles contidos, pouca mudança significativa no sistema ocorre. A sociedade de risco não é uma sociedade revolucionária, mas sim uma sociedade de catástrofe, na qual o estado de exceção ameaça se tornar um estado normal, ela abarca uma tendência a um totalitarismo legítimo em defesa dos perigos, que sob o pretexto de prevenir o pior, cria algo pior ainda. Entretanto, não se pode perder de vista que *“os problemas do meio ambiente não são problemas do meio ambiente, mas (...) problemas sociais, problemas do ser humano, de sua história, de suas condições de vida, de sua referência ao mundo e à realidade, de sua vida econômica e cultural. ordem e política”*. (BECK, 2002, p. 78-90)

5 CONCLUSÃO

Diante de todo o arcabouço técnico assimilado acerca da energia nuclear, é possível se constatar que muitos consideram-na uma fonte de energia limpa em razão da não emissão direta de gases poluentes causadores do efeito estufa e, conseqüentemente, do aquecimento global.

Contudo, de outro, verificou-se que existem efeitos deveras negativos decorrentes da energia atômica. Primeiramente, tem-se que o enriquecimento do urânio (material utilizado na maior parte das usinas) não é um processo totalmente limpo e libera substâncias tóxicas. Em segundo lugar, não há como deixar de mencionar a possibilidade de dano ao ecossistema aquático do local onde a usina é instalada, vez que a liberação de calor causará o aquecimento da água. Ainda, existe a questão do lixo nuclear, notadamente os que detém alto nível de radiação, os quais devem ser armazenados de forma isolada e segura devendo assim permanecer durante centenas de anos. Para tanto, existe uma questão técnica, de espaço e logística envolvidas.

Contudo, sem sombra de dúvidas, o problema que mais causa temor é o risco de acidente nuclear. Por mais que a construção das usinas estejam mais modernas, a história revela o acontecimento de acidentes assoladores que estão arraigados na memória do homem, tais quais o de Chernobyl e de Fukushima.

No que toca a questões ambientais o acidente de Chernobyl não possui precedentes. Entre 13 a 30% do material radioativo de um dos reatores foi eliminado na atmosfera, sendo que em torno de 60% dele se fixou no território Bielorrusso, que foi o mais afetado. O país perdeu aproximadamente 265 mil hectares de terras agricultáveis em razão da radiação, ¼ das suas florestas restaram contaminadas, cerca de 2 milhões de pessoas ainda vivem em locais contaminados, houve um aumento exponencial de casos de câncer na população e, entre 1986 e 2016 o Governo do país estima um gasto de 235 bilhões de dólares causado pelo acidente. (HELERBROCK, 2020) As estimativas feitas por cientistas apontam que a região de Chernobyl deverá permanecer inabitada por até 20 mil anos até que se torne segura para a habitação humana. Apesar disso, existem evidências que apontam que algumas pessoas voltaram a morar na chamada “zona de exclusão”. (SVETLANA, 2016)

O risco de um novo acidente jamais pode ser extirpado por completo.

Nesta toada, não se pode perder de vista o potencial catastrófico que a energia nuclear possui. “*Mesmo uma probabilidade de acidentes tão reduzida é alta demais quando um acidente significa o extermínio*”, uma decisão errada é apta a colocar em risco as futuras

gerações, de modo que *“tornam-se evidentes nas discussões de risco as fissuras e trincheiras entre racionalidade científica e social ao lidar com os potenciais de ameaça civilizacional”*. (BECK, 2010, p. 35)

Como se pôde constatar, existe regulamentação sobre o tema. Entretanto, o fato de envolver um assunto extremamente técnico e complexo contribui para que a legislação nacional não regule a matéria à contento. Ademais, o que se vislumbra são normas mais promotoras da energia nuclear do que para controlá-la, observa-se um direito verdadeiramente permissivo no que toca a energia nuclear. A situação da regulamentação internacional revela-se ainda mais preocupante, vez que, além de parca e também promotora, trata-se na grande maioria de meras recomendações sem poder vinculativo.

Deste modo, fica evidente que o direito posto não é suficiente para lidar com tal espécie de risco, ou seja, há uma insuficiência do direito para tratar da problemática em questão.

Nesta toada, tem-se que a intratabilidade supranacional dos riscos corresponde a sua disseminação (BECK, 2010, p. 48). Diante da insuficiência legislativa, a permissividade ocorre e um assunto de potencial tão destrutivo fica à mercê da sorte, sem as amarras legais que lhe seriam tão necessárias para o controle real do risco.

Todo o ideário da sociedade de risco delineado por Ulrich Beck amolda-se com perfeição ao presente caso.

Um acidente nuclear, conforme tristemente comprova a história, possui efeitos supranacionais, pois o fluxo de irradiação não se circunscreve unicamente ao território onde a usina está instalada, de modo que o risco e o perigo em questão envolvem a civilização, a humanidade como um todo, não respeitando qualquer diferença ou fronteira social e nacional. Trata-se de uma autoameaça (vez que criada pelo próprio homem) civilizacional.

Por esta razão se faz tão necessário o aumento da importância social e política do conhecimento, de modo a colidir com egoísmos nacionais interessados na produção desta espécie de energia, indo de encontro a organizações partidárias. As consequências colaterais latentes só podem se romper através do conflito (BECK, 2002, 57). Para tanto seria necessária uma valoração do perigo a que se está diariamente sujeito e a aquisição da capacidade de controle do processo de conhecimento dos riscos. (BECK, 2002, p. 70)

O fato é que de nada adianta a repressão, a punição através de indenização pecuniária, quando o dano é irreparável. Premente manter uma indústria e uma política preventivas, devidamente acompanhadas de uma legislação no mesmo sentido, que evitem o aumento do risco, sem que sejam uma indústria e uma política simbólicas. (BECK, 2002, p. 63)

O pensamento tão somente voltado a produtividade e que atenda ao capital é apto a causar doenças, tendo como efeitos colaterais vozes, olhos, rostos e lágrimas. (BECK, 2002, p. 68)

Desta feita, chega-se à constatação de que a energia nuclear encontra-se longe de ser a forma de geração energética ideal e que não se coaduna com a recente e tão cara noção de ecologização. A teoria do direito Ecológico adensa o significado da proteção ambiental, com o escopo de garantir os direitos humanos e os direitos da própria natureza, introduzindo a noção de justiça ecológica como ponto crucial das ações e políticas dirigidas à proteção da natureza, no lugar da insuficiente tratativa voltada a reparação dos danos. O direito ecológico propõe a utilização de “*bases ecológicas que modifiquem a teoria geral do direito e do Estado, incorporando a sustentabilidade e sua ética ecológica*” (LEITE, 2018, p. 110). Notório, portanto, o desajuste da produção de energia nuclear à noção de ecologização.

Assim, dentro da grande dúvida acerca das fontes energéticas, que estão se esvaindo uma a uma, há de se encontrar uma solução em matéria de energia para suprir as necessidades de uma população cada vez maior. No que toca a energia nuclear há um “*debate acalorado em relação ao perigo radioativo, e em especial em relação aos seus rejeitos, capazes de durar milhares de anos, (...) Além disso, essa fonte corre o risco com o esgotamento das reservas de urânio passíveis de exploração.*” Assim, a única solução em matéria energética seria a fusão nuclear controlada, mas ela ainda não existe, contudo, uma vez descoberta, “*seria inesgotável como matéria-prima (isótopos de hidrogênio) e praticamente livre de subprodutos radioativos de vida longa*”. (JONAS, 2015, p. 305)

Há de se ressaltar, entretanto, que o problema térmico global não seria solucionado, pois “*mesmo que livre do efeito estufa, a profusa utilização da fusão nuclear traria consigo um aquecimento do meio ambiente, (...). Todo uso de energia termina em calor, e por isso o uso de energia no espaço terrestre não pode ser irrestrito*”. Ainda assim, a utopia da fusão controlada, ao ver de alguns, seria a única alternativa diante de um futuro sombrio em matéria energética. Contudo, necessário ressaltar “*o perigo de que esses poderes caiam nas mãos da avidez e da mesquinharia humanas (e mesmo da miséria humana!). Se formos contemplados com a fusão nuclear, poderemos resolver de vez o problema energético.*” Assim, “*seria preciso, apenas, que utilizássemos esse presente de forma sábia e moderada, assumindo um ponto de vista de responsabilidade global e não o da grandiosa esperança planetária.*” (JONAS, 2015, p. 305-307)

Assim, primando pela ideia de ecologização e diante da urgência humana em descobrir novas formas energéticas, faz-se necessário repensar a produção de energia, priorizando as que não se revelam nocivas ao meio ambiente.

Cada vez mais experimentos vêm sendo realizados e mais fontes limpas de energia vem sendo descobertas, as quais encontram-se aptas a serem explorados e difundidas. Basta vontade política e econômica para tanto.

Entre as fontes de energia limpa já existentes pode-se mencionar a solar, que pode ser captada por meio de painéis com células fotovoltaicas, sendo utilizada diretamente em residências para atividades como aquecimento de banheiros e de água dos chuveiros, ou indiretamente para produzir energia elétrica. Outra alternativa é a energia eólica, cuja matéria-prima é o vento, captado por meio de hélices presas em um pilar (denominadas eólicas). Ainda existe a opção da energia geotérmica, que se fulcra na captação do vapor gerado nos reservatórios subterrâneos através de tubos e canos apropriados. Mais uma fonte de energia é a maremotriz, captada via instalação de turbinas próxima dos mares, que produzirão energia elétrica através da energia potencial das ondas do mar. A substituição dos combustíveis fósseis para locomoção de veículos pode ser feita pelo biodiesel ou etanol, que são menos poluentes ou, ainda, pelos carros elétricos, cuja utilização se revela cada vez mais difundida no mundo. (FOGAÇA, 2020)

De toda a forma, é necessário que o capital deixe de falar mais alto e que se atente para o fato de que o homem está se autodestruindo, de modo que a ausência de investimento na busca e no fomento a fontes alternativas de energia é um preço demasiadamente caro que o planeta todo poderá, em breve, cobrar.

Contudo, analisando a situação por uma seara mais otimista, por mais que não representem um número muito significativo, hodiernamente cada vez mais casas produzem sua própria energia. Vários países colocam a produção de energia renovável como prioridade máxima – muitos experimentos com energia renovável vem dando certo. O que se espera é um aumento da preocupação mundial no que toca a questão energética, de forma que a harmonia entre humanos e natureza se torne regra, e não exceção. (ARTTHUS-BERTRAND, 2020)

REFERÊNCIAS

_____. **Com Funciona uma Usina Nuclear?**. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-uma-usina-nuclear/>. Acesso em 23 Set. 2020.

_____. **Usina Nuclear**. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/usina-nuclear/>. Acesso em 23 set. 2020.

ARTTHUS-BERTRAND, Yann (Direção); CAROT, Denis; BESSON, Luc (Produção). **Nosso Planeta, Nossa Casa**. França: EuropaCorp, 2009. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=jqxENMKaeCU>. Acesso em: 13 out. 2020.

BECK, Ulrich. **La Sociedad del Riesgo: Hacia una Nueva Modernidad**. Barcelona: Ed. Paidós, 2002.

BECK, Ulrich. **Sociedade de Risco: Rumo a uma Outra Modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2010. p. 23-24.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 23 set. 2020.

BRASIL. **Decreto Legislativo nº 93, de 1992**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1992/decretolegislativo-93-23-dezembro-1992-358303-exposicaodemotivos-145287-pl.html>. Acesso em 23 set. 2020.

BRASIL. **Normas CNEN**. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/normas-tecnicas>. Aceso em 23 set. 2020.

BRASIL. **Sobre a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)**. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/perguntas-frequentes#1>. Acesso em 23 set. 2020.

CARAJILESCOV, Pedro; MOREIRA, João Manoel Losada. Aspectos Técnicos, Econômicos e Sociais do Uso Pacífico da Energia Nuclear. **Revista Ciência e Cultura**, vol.60, n.3, São Paulo, Set. 2008.

COSTA, Allison. **Responsabilidade Civil nas Atividades Nucleares**. Disponível em: <https://allisoncosta.jusbrasil.com.br/artigos/118538089/responsabilidade-civil-nas-atividades-nucleares?ref=serp>. Acesso em 23 set. 2020.

FAYAD, Anelize Klotz. **As Aparentes Responsabilidades: Civil e Criminal, Previstas na Legislação de Energia Nuclear no Brasil**. *Revistas dos Tribunais, Direito Ambiental*, v. 961, nov. 2015.

FERREIRA, Heline Sivini. A dimensão Ambiental da Teoria da Sociedade de Risco. In: FERREIRA, Heline Sivini; FREITAS, Cinthia Obladen de Almeida (Org.). **Direito Socioambiental e Sustentabilidade: Estados, Sociedades e Meio Ambiente**. Curitiba: Letra da Lei, 2016.

FERREIRA, João. **Convenção de Viena Relativa à Responsabilidade Civil em Matéria de Danos Nucleares**. Disponível em: <https://www.pcp.pt/convencao-de-viena-relativa-responsabilidade-civil-em-materia-de-danos-nucleares>. Acesso em 23 set. 2020.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Energia Limpa**. Disponível em: <https://brasile scola.uol.com.br/quimica/energia-limpa.htm>. Acesso em 23 set. 2020.

HELERBROCK, Rafael. **Acidente de Chernobyl**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historia/chernobyl-acidente-nuclear.htm>. Acesso em 23 set. 2020.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). The international legal framework for nuclear energy. **IAEA International law series**, n. 4, Vienna, 2011.

JONAS, Hans. **O Princípio Responsabilidade** – Ensaio de uma Ética para a Civilização Tecnológica. Rio de Janeiro: Editora PUC Rio, 2015. p. 305.

LEITE, José Rubens Morato (coord.). **A Ecologização do Direito Ambiental Vigente: Rupturas Necessárias**. Rio de Janeiro: Lumen Jures, 2018. p. 110.

LINS, Carolina Barreira. **Aspectos da Energia Nuclear no Mundo**. Disponível em: <https://conteudojuridico.com.br/consulta/artigos/45570/aspectos-da-energia-nuclear-no-mundo>. Acesso em 23 set. 2020.

OKUNO, Emico. Rejeitos Radioativos. In: **Jornal da USP**. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/rejeitos-radioativos/>. Acesso em 23 Set. 2020.

OLIVEIRA, Nathane. **Como Funciona uma Usina Nuclear?**. Disponível em: <https://cienciaemacao.com.br/como-funciona-uma-usina-nuclear/>. Acesso em 23 Set. 2020.

PLANAS, Oriol. **Como Funciona uma Usina Nuclear?**. Disponível em: <https://pt.energia-nuclear.net/operacao-usina-nuclear>. Acesso em 23 set. 2020.

RABELO, Fabricia Santos; SILVA, Rafaela Cristina; BRASIL, Deilton Ribeiro. **Responsabilidade Civil Ambiental por Dano Nuclear: uma Análise Crítica sobre o Nexó de Causalidade e seus Limites**. Disponível em: <http://conpedi.danilolr.info/publicacoes/7j4p413w/0jsz105n/nB5G0cGrv3iL59dv>. Acesso em 12 fev. 2021.

RODRÍGUEZ-RIVERA, L. E. The human rights to environment and the peaceful use of nuclear energy. **Denver Journal of International Law and Policy**, Denver, Vol. 35, n. 1, p. 173-192, 2008. p. 174.

SOUZA, Líria Alves de. **Lixo Nuclear: Perigo!**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/lixo-nuclear-perigo.htm>. Acesso em 23 set. 2020.

STOCKLER, Ingrid. **Como Deve Ser Feito o Licenciamento Ambiental de Atividades Radioativas?**. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/licenciamento-ambiental-atividades-radioativas/>. Acesso em 23 set. 2020.

SVETLANA, Alexievich, **Vozes de Chernobyl: história de um desastre nuclear**. Tradução de Galina Mitrahovich. Lisboa: Elsinore, 2016.