

De Ulrich Beck A Klaus Schwab: A Transformação do Direito Ambiental Brasileiro no contexto do reposicionamento do risco frente à Quarta Revolução Industrial

From Ulrich Beck to Klaus Schwab: the transformation of Brazilian Environmental Law in the context of the repositioning of risk in the face of Fourth Industrial Revolution

Deise Marcelino da Silva*

Gabriela Soldano Garcez**

Resumo: O texto tem como objetivo estudar algumas transformações ocorridas no Direito Ambiental brasileiro com o apoio da contextualização da obra de Ulrich Beck intitulada *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade* (1986) e da obra de Klaus Schwab intitulada *A Quarta Revolução Industrial* (2016). Pretende-se realizar o levantamento de novos instrumentos e métodos de proteção do meio ambiente que se projetaram na perspectiva de riscos da sociedade industrial e à luz das tecnologias físicas e digitais. Essa abordagem estampa a evolução necessária dos instrumentos jurídicos (e não jurídicos) para o enfrentamento das questões socioambientais atuais (riscos, escassez e tecnologias) com vistas à sustentabilidade. Almeja-se demonstrar o espaço de interface Direito Ambiental e tecnologias para que se alcem o equilíbrio do meio e o desenvolvimento social diante do reposicionamento do risco na era da Quarta Revolução Industrial. Utilizou-se a metodologia dedutiva, partindo de premissas gerais para específicas. As técnicas foram de levantamento bibliográfico e de atos normativos.

Palavras-chave: Direito Ambiental brasileiro; sociedade de risco; Quarta Revolução Industrial; tecnologias; transformações; sustentabilidade.

* Professora do Programa de Mestrado Profissional em Direito, Sociedade e Tecnologias da Escola de Direito das Faculdades Londrina/PR.

** Professora do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* (Mestrado e Doutorado) da UniSantos. Pós-doutora pela Universidade Santiago de Compostela (Espanha). Pós-doutora pela Universidade de Coimbra (Portugal).

Artigo submetido por Doutor a convite do Conselho Editorial da Revista Direito Ambiental e Sociedade

Abstract: The text aims to study some transformations that have occurred in Brazilian Environmental Law with the support of the contextualization of the works of Ulrich Beck, *Risk society: towards another modernity* (1986) and Klaus Schwab, *The fourth industrial revolution* (2016). It is intended to carry out the survey of instruments and methods of environmental protection that have been projected from the perspective of risks of industrial society and in light of physical and digital technologies. This approach outlines the necessary evolution of legal (and non-legal) instruments to address current socio-environmental issues (risks, scarcity, and technologies) with a view to sustainability. The aim is to demonstrate the space for interfacing Environmental Law and technologies in order to achieve environmental balance and social development. The deductive methodology was used, starting from general premises to specific ones. The techniques used were a bibliographical survey and normative acts..

Keywords: Brazilian environmental law; risk society; fourth industrial revolution; technologies; transformations; sustainability.

Introdução

O Direito, como instrumento regulador e decisório, enfrenta novos desafios em uma sociedade na qual os riscos e as novas tecnologias moldam a condição humana. O mundo tecnológico tem exigido uma adaptação dos dogmas jurídicos e propiciado condições de autorregulação por parte das organizações. O que se observa, então, é que o Direito Ambiental, ainda que ramo recente, vem se adaptando a esse contexto.

O objetivo geral da presente pesquisa é tratar, juridicamente, sobre as mudanças ocorridas no Direito Ambiental brasileiro que oxigenaram seus instrumentos legais para adquirir maior capacidade de enfrentar as questões socioambientais atuais (riscos, escassez e tecnologias). Trata-se de um olhar realista, dinâmico e prático do arcabouço jurídico de proteção ambiental, que deixa para trás a supremacia das normas de comando e controle como referência fixa.

Pretende-se, como objetivos específicos, a) realizar o levantamento de instrumentos e métodos de proteção do meio ambiente que se projetaram na perspectiva de riscos da sociedade industrial e à luz das tecnologias físicas e digitais, b) analisar as

temáticas sobre o risco e as novas tecnologias partindo do contexto das obras de Beck e Schwab, respectivamente, e c) demonstrar a tecnologia como imperativa para a sustentabilidade.

A pesquisa elegeu como contextualização a obra de Ulrich Beck intitulada *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade* e a de Klaus Schwab intitulada *A Quarta Revolução Industrial*, pois tais literaturas são importantes marcos teóricos que demonstram o advento de uma sociedade em transformação. Nessa percepção, ganha espaço e força a interface Direito Ambiental e tecnologias para que se alcem, ao mesmo tempo, o equilíbrio do meio e o desenvolvimento social.

Com o título “De Ulrich Beck a Klaus Schwab: a transformação do Direito Ambiental brasileiro no contexto do reposicionamento do risco frente à Quarta Revolução Industrial”, deseja-se chamar a atenção para a coerência dos autores diante do estudo sobre as temáticas *riscos, proteção ambiental e tecnologias emergentes*. Afirma-se haver um diálogo entre o trabalho de Beck sobre a sociedade de risco e o de Schwab na Quarta Revolução Industrial diante do reposicionamento do risco na era da Quarta Revolução Industrial.

Beck publicou o livro citado em maio de 1986, na Alemanha, quando o mundo havia recebido a notícia sobre o acidente na Usina Nuclear de Chernobyl (Ucrânia, ex-URSS). A tragédia socioambiental de 26 de abril daquele ano atraiu olhares para o perigo que ronda a tecnologia da fissão nuclear para a liberação de energia com a quebra das estruturas dos átomos. O fato também anunciou uma questão ao mundo: como é possível evitar a contaminação em proporções acentuadas do ar, da água, da fauna e dos seres humanos em uma sociedade capitalista industrial na qual não há zonas de proteção e os riscos possuem efeito bumerangue? Com essa preocupação, e outras, o autor evidencia “uma civilização que ameaça a si mesma”. Ademais, a busca pelo “ápice da modernidade”, que vem acompanhada pela “produção social de riscos”, constitui uma das principais mensagens do autor.

Mais tarde, Schwab escreveu seu livro no âmbito do Fórum Econômico Mundial,

em 2016, para tratar da “profusão de novidades tecnológicas”, que, rapidamente, com amplitude e impactos sistêmicos, muda a realidade física, digital e biológica. O autor considera essa conjuntura a Quarta Revolução Industrial, pois “as mudanças são tão profundas que, na perspectiva da história humana, nunca houve um momento tão potencialmente promissor ou perigoso” (SCHWAB, 2016, p. 12).

Beck alerta que o risco está em toda parte e Schwab afirma que as novas tecnologias são impulsionadores de outras descobertas e que depende de as pessoas usarem esse aparato como oportunidade. A partir dos cenários descritos por Beck e Schwab, convém examinar se as análises dos autores podem contribuir para o debate sobre a eficácia do Direito Ambiental na tutela dos recursos naturais e, conseqüentemente, da saúde humana. Como hipótese da pesquisa, é possível afirmar que o sistema de coordenadas do Direito Ambiental teve de se adaptar a essa realidade – de sociedade de risco, mas também de novas tecnologias emergentes –, e aquelas normas jurídicas aparentemente pétreas se tornaram parte de um regime com novos arranjos (jurídicos institucionais).

A fim de abordar o propósito da pesquisa, optou-se por dividir o texto em três partes. A primeira parte é dedicada à análise da sociedade de risco na obra de Beck naquilo que é pertinente para o objeto principal deste estudo. A segunda parte trata da Quarta Revolução Industrial conforme Schwab e o impacto desse promissor, mas também perigoso, cenário para a política ambiental. A última parte identifica a transformação do Direito Ambiental brasileiro a partir do surgimento de novos instrumentos jurídicos (econômicos e da informação), da autorregulação das organizações e *stakeholders* e da tecnologia como imperativa para reposicionar o risco ao patamar da sustentabilidade.

Justifica-se essa investigação pela importância do tema para a academia que transfere conhecimentos à sociedade de forma a contribuir com as demandas sociais e econômicas, com vistas ao desenvolvimento nacional, regional e local (art. 2º, II, da Portaria Capes nº 60, de 20 de março de 2019).

Utilizou-se a metodologia dedutiva, partindo de premissas gerais para específicas. As técnicas foram o levantamento bibliográfico (fonte secundária) e atos normativos.

1 O RISCO EM CONTEXTO ECOLÓGICO NA OBRA DE BECK

Imbuído de sensibilidade de interpretar a sociedade de seu tempo, o sociólogo alemão Ulrich Beck escreveu o livro intitulado *Risikogesellschaft* (em inglês, *Risk society*), traduzido como *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. O livro foi publicado, pela primeira vez, em maio de 1986, na Alemanha, quando o mundo havia recebido a notícia da ocorrência de um grave problema em um dos reatores da Usina Nuclear de Chernobyl (Ucrânia, ex-URSS). O problema técnico e a falha humana causaram a emissão de material radioativo na atmosfera e na água, contaminando o local e o entorno de curta e de longa distância (para um sumário abrangente, ver *Consequências ambientais do acidente de Chernobyl e da sua remediação: vinte anos de experiência*).

A tragédia socioambiental de 26 de abril de 1986 chamou a atenção para os perigos que rondam a tecnologia da energia nuclear e anunciou uma questão ao mundo: como é possível evitar a contaminação de proporções acentuadas do ar, da água, da fauna e dos seres humanos em uma sociedade capitalista industrial na qual os riscos possuem efeitos bumerangue¹ e não há zonas de proteção? A indagação pertinente ao contexto dos acidentes ambientais consta no livro em comento. O autor, que evidenciou “uma civilização que ameaça a si mesma” (BECK, 2010, p. 12), recebera a chancela dos fatos – acidente de Chernobyl e outros – para corroborar sua teoria da sociedade de risco.

Beck expôs o perigo da busca pelo “ápice da modernidade”, pois acompanhada pela “produção social de riscos”. Assim, o livro “em muitos aspectos é não só uma excursão visionária à nossa condição actual, mas também uma perspectiva profética sobre o futuro” (ADAM, 2000, 2 Introdutivo). O trabalho de Beck não se volta, exclusiva e especificamente, para o contexto do meio ambiente natural, mas o seu livro influenciou os

¹ Beck explica que os riscos têm efeito bumerangue porque atingem também aqueles que os produziram e lucraram com eles (p. 44), como no trecho “efeitos que repercutem não apenas no âmbito da natureza, mas também nos cofres dos ricos e na saúde dos poderosos” (p. 45).

debates na política pública ecológica na Alemanha.

No Brasil, a obra tem reverberado nos campos da Sociologia e do Direito Ambiental ao examinar o processo de modernização e o efeito centrífugo dos riscos. O risco é tema de alta importância para o Direito Ambiental. Ele pode ser definido como a probabilidade de danos ambientais devido a determinados processos tecnológicos. Sem dúvida, esse é o contexto que condiciona o diálogo entre os trabalhos de Beck sobre a sociedade de risco e de Schwab na Quarta Revolução Industrial. O binômio risco-tecnologia pode ser examinado por diversas disciplinas e áreas de pensamento – a par delas, o Direito Ambiental.

O risco, expressão indicativa de probabilidade, sinaliza que, a qualquer tempo, pode ocorrer um dano ou uma catástrofe ambiental. Inerente à atividade humana, o risco foi potencializado pela modernidade capitalista industrial, que o tornou um problema global e coletivo. Afirmou Beck que “cedo ou tarde se atinge a unidade entre culpado e vítima [...] ele (o risco) aniquila inclusive o agressor, [...] nem os ricos e poderosos estão seguros diante deles” (2010, p. 16 e 44/45). Como evidenciado nos acidentes de Chernobyl (1986) e de Fukushima (2011), o risco se alastra e “faz com que todos, globalmente e por igual, arquem com o ônus” (BECK, 2010, p. 45).

A “sociedade de risco” de Ulrich Beck é o pano de fundo contra o qual a maioria dos argumentos apresentados neste livro são desenvolvidos e dos quais eles se afastam criticamente. Muitos dos capítulos estão preocupados com riscos que não são apenas assumidos por indivíduos, mas impostos a sociedades inteiras, riscos que escapam à detecção pela percepção sensorial e salvaguarda por meios públicos, que escapam não apenas ao cálculo, mas até mesmo aos poderes da imaginação convencional. Nas análises apresentadas neste livro, os perigos tecnologicamente constituídos e suas relações sociais associadas à definição de risco parecem ser fonte, meio e resultado em tempo e espaço não especificados, ao mesmo tempo globalmente dispersos, localmente específicos, contextuais e pessoais, construídos e vividos agora em um futuro aberto. (ADAM, 2000, p. 8)

Para Beck, o risco ecológico pode ser analisado considerando a intensidade da probabilidade de ocorrência de dano ambiental, a saber: riscos reais (concretos) e riscos irreais (abstratos). De um lado, percebe-se o perigo pela presença concreta da poluição e da degradação. O risco é visível por tudo que já ocorreu, como poluição, extinção ou

escassez. O risco irreal é o que não se pode ver no presente, mas sim no horizonte, pois “reside nas ameaças projetadas no futuro” (2010, p. 40). Beck destaca que, apesar de os riscos serem simultaneamente reais e irreais, nesse último caso, são:

Riscos que, quando quer que surjam, representam destruições de tal proporção que qualquer ação em resposta a elas se torna impossível e que, já como suposição, como ameaça futura, prognóstico sincreticamente preventivo, possuem e desenvolvem relevância ativa. O núcleo da consciência do risco não está no presente, e sim no futuro. (2010, p. 40)

O risco irreal é considerado invisível no momento presente – radioatividade, por exemplo –, mas também é aquele desconhecido ou que o ser humano ainda não tem capacidade de compreendê-lo (LEITE; AYALA, 2012, p. 114). Mesmo quando se adquire capacidade de conhecer os riscos, pela ciência ou pela vivência, eles não se esgotam com os danos ocorridos, pois, na natureza, os fenômenos ocorrem em cascata, ou seja, o efeito de um é a causa do efeito de outro. Um exemplo é a mudança do clima causada pela emissão antropocêntrica de gases de efeito estufa que pode gerar externalidades negativas e afetar outros microssistemas ambientais conforme relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC (para um sumário abrangente, ver Relatório de Síntese do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC).

Oportuno mencionar o conceito de risco adotado pelo referido Relatório: “O risco é o potencial de consequências quando algo de valor está em jogo e o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade de valores” (Climate Change 2014, Synthesis Report, p. 36). No contexto do direito ao meio ambiente, o valor jurídico que está em jogo parece ser o maior de todos: o equilíbrio ambiental e a vida humana. Reside, aqui, a importância da abordagem da antecipação da ação. Beck alerta que o teor do risco é o ainda não evento que desencadeia a ação. Essa ação comporta a pergunta feita por ele (2010, p. 34): como queremos viver? A questão suscita debates científico e político, bem como a cobertura da mídia, pois o risco se coloca na intermitência entre o não evento e o dano ocorrido. Eis um precioso espaço para a racionalidade sobre o risco.

Lúcido em sua análise, Beck trata de uma racionalidade científica e social (setor econômico) para a definição de risco. Ele lembra que na racionalidade sobre o risco existem visões e interesses concorrentes; logo, a sociedade em geral não sabe ao certo quais os limites das negociações que determinaram o teor do risco. Como, geralmente, o setor econômico tem poder, a racionalidade científica (objetiva e metodológica) deixa de ser levada em conta e a possibilidade de um desastre ecológico não é tomada como superior.

O autor, valendo-se de uma interessante metáfora para examinar a “dança” de interesses, escreve que, ao se ocuparem dos riscos socioambientais, a ciência, a economia e a política vivem em um “concubinato não declarado” (2010, p. 35), porque, na dimensionalidade do risco, “a ciência acaba por abandonar sua base de lógica experimental” frente às pressões do mercado. A firma ele, ainda, 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. Todos ignoram-se mutuamente. De um lado são colocadas questões que sequer chegam a ser respondidas pelos outros, enquanto, de outro lado, são oferecidas respostas e perguntas que, desse modo, sequer chegam ao fulcro daquilo que na verdade foi perguntado e que aviva os temores. (2010, p. 35 e 36)

No cenário de dimensionalidade dos riscos, não se deve promover para o desgaste ou a aniquilação de uma racionalidade ou de outra; o próprio autor defende a dialética da perícia e da contraperícia, aduzindo que, “sem argumentos científicos e crítica anticientífica de argumentos científicos, ela (a racionalidade do risco) fica *apática*”, pois “a racionalidade científica sem a racionalidade social fica *vazia*, a racionalidade social sem a racionalidade científica, *cega*” (2010, p. 36). O exame do risco deve ser composto de múltiplas avaliações, pretensões e racionalidades, a fim de não estabelecer uma harmonia universal, mas uma decisão/ação com vistas à sustentabilidade.

Segundo Beck, o risco está associado à existência da sociedade capitalista (também chamada de modernidade avançada ou pós-modernidade), que ameaça a hígidez e a resiliência do solo, da fauna, da flora, do ar e das águas por eleger a racionalidade do lucro

(2010, p. 36 e 37). Contudo, urge reconhecer que o risco é o perigo ou a ameaça à espreita do acontecimento danoso; logo, risco e dano, em sua distinção, complementam-se (SILVA; GRANZIERA, 2021, p. 88).

Na obra em comento, entre tantos trechos de alerta, o autor faz um chamamento à consciência, ao dizer que “a fase de latência das ameaças do risco chega ao fim” (2010, p. 66):

As ameaças invisíveis tornam-se visíveis. Os danos e destruições infligidos à natureza já não se realizam apenas na esfera inverificável das cadeias de efeitos químico-físico-biológicos, mas aguilhoam de modo cada vez mais pungente os olhos, o nariz e os ouvidos. Apenas os fenômenos mais chamativos: a esqueletização das florestas que avança a passos largos, as águas interiores e os mares cobertos de espumas, carcaças de animais besuntadas de óleo, *smog*, erosão arquitetônica de edifício e monumentos decorrentes da poluição, a secessão de acidentes, escândalos e catástrofes causadas por materiais tóxicos, assim como a respectiva cobertura da mídia a respeito. (2010, p. 66)

Tal referencial, pertinente à sociedade de risco, deve ser apropriado pelo Direito Ambiental e enfrentado pelos instrumentos da política adotada.

Beck, desde as primeiras páginas, destinadas ao propósito da obra (2010, p. 10), lança a afirmativa que juristas e doutrinadores não gostam de ouvir: “sistemas jurídicos não dão conta da situação de fato”; na sequência, afirma que “[...] o progresso mantém-se na esfera de competência da economia, da ciência e da tecnologia, em decorrência do qual garantias democráticas tidas por evidentes acabam sendo suprimidas” (2010, p. 17). Frente a tal tensão, o direito deve se agigantar e corresponder com novos instrumentos e métodos de proteção do meio ambiente. Conforme Rei (2017, p. 31), os novos desafios ambientais são “exatamente a oportunidade da influência da ciência e da tecnologia”. Nesse sentido, o espaço de interface Direito Ambiental e tecnologias para que se alcem o equilíbrio do meio e o desenvolvimento social é profícuo. Não é fácil construir um cenário de previsibilidade de riscos; todavia, na era da Quarta Revolução Industrial, as tecnologias físicas e digitais adquirem potencial de reposicioná-lo.

2 A TECNOLOGIA NA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL CONFORME SCHWAB E O IMPACTO SOCIOAMBIENTAL

A Quarta Revolução Industrial (também chamada de Revolução Industrial 4.0, ou, simplesmente, Revolução Tecnológica²) trata-se de um fenômeno que está mudando, em larga escala, as etapas de produção e os modelos tradicionais de negócios, pela implementação e uso de máquinas e computadores, representando uma automação industrial, com base nos lemas de inovação, eficiência e customização, bem como com fatores de velocidade, amplitude e profundidade das inovações tecnológicas (além da fusão entre os domínios físicos, digitais e biológicos no setor industrial, como, por exemplo, o que acontece com as impressoras 3d) (SCHWAB, 2018), com o objetivo de melhorar os processos industriais e aumentar a produtividade.

Imagine as possibilidades ilimitadas de bilhões de pessoas conectadas por dispositivos móveis, dando origem a um poder de processamento, recursos de armazenamento e acesso ao conhecimento sem precedentes. Ou imagine a assombrosa profusão de novidades tecnológicas que abrangem numerosas áreas: inteligência artificial, robótica, a internet das coisas, veículos autônomos, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia e computação quântica, para citar apenas algumas. Muitas dessas inovações estão apenas no início, mas já estão chegando a um ponto de inflexão de seu desenvolvimento, pois elas constroem e amplificam umas às outras, fundindo as tecnologias dos mundos físico, digital e biológico. (SCHWAB, 2018, p. 11 Introdução)

Ainda de acordo com Schwab (2016, p. 15), “a palavra ‘revolução’ denota uma mudança abrupta e radical. Em nossa história, as revoluções têm ocorrido quando novas tecnologias e novas formas de perceber o mundo desencadeiam uma alteração profunda nas estruturas sociais e nos sistemas econômicos”.

Por conta disso, uma nova arquitetura mundial está em desenvolvimento, onde as distâncias entre as pessoas serão inexistentes, em razão do aumento da cobertura, do incremento da qualidade e das inovações tecnológicas das redes de comunicação, o que faz desaparecer as limitações de tempo e espaço entre as sociedades, colocando-as em

² Este termo foi “cunhado em 2011 na feira de Hannover para descrever como isso irá revolucionar a organização das cadeias globais de valor” (SCHWAB, 2016, p. 16).

constante interação (e integração), o que cria a possibilidade de novas organizações sociais e de reordenação do território, inserindo determinadas comunidades locais em contextos globais (GARCEZ, 2022, p. 157).

Baseia-se, portanto, na revolução digital, “caracterizando-se pela internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquina)” (SCHWAB, 20016, p. 15), com a utilização de termos como *big data*, inteligência artificial, robótica avançada, cibersegurança, *blockchain*, arquivamento de dados em nuvem e internet das coisas (KUPFER, 2016, *online*), entre outros, que permitem gerar informação e conexão entre diversas etapas das cadeias de produção e de valor (desde o desenvolvimento do produto até o pós-venda).

Essa Revolução vem acompanhada de um impacto significativo na produtividade, aumentando o uso (e, claro, a eficiência deste uso) das tecnologias (principalmente em produções de larga escala), aumentando a capacidade produtiva das empresas (inclusive com o uso de ferramentas de baixo custo, como, por exemplo, sensoriamento e computação em nuvem) (KUPFER, 2016, *online*), reduz os custos gerais das empresas (seja com relação aos bens de consumo ou de capital), bem como integra os países em cadeias globais de valor³.

“A Indústria 4.0 é a transformação abrangente de toda a esfera de produção industrial por meio da fusão da tecnologia digital e de internet com a indústria convencional” (COIMBRA, 2017, *online*), por meio, principalmente, da tecnologia da informação, que permite um modelo de produção em massa.

Portanto, esse desenvolvimento das novas tecnologias traz muitos avanços para as

³ As cadeias globais de valor podem ser definidas como um “conjunto de atividades desenvolvidas por empresas e trabalhadores em diferentes países, responsáveis por tornar um produto consumível desde a sua concepção” (FERRAZ; GUTIERRE, 2015, p. 03). Trata-se do conjunto de atividades exercidas e articuladas progressivamente em diferentes países, para a produção e a entrega do produto final baseadas em processos de tecnologia. É, portanto, um novo padrão, que corresponde ao aumento exponencial do comércio de bens intermediários e que, apesar da fragmentação, encontra-se profundamente integrado num único sistema produtivo tecnológico (BALDWIN; LOPEZ-GONZALEZ, 2013, p. 55).

vidas humanas (vez que a velocidade da Revolução Tecnológica é sem precedentes na História, interferindo em todos os setores e levando a mudanças sistêmicas na sociedade e na economia global), ao mesmo tempo em que impõe grandes desafios (para processos, bens e pessoas), frente aos impactos na economia, no mercado de trabalho, no meio ambiente, entre outros setores de suma importância.

Trata-se de uma grande mudança, com estímulo à circulação de bens, à redução dos custos e à facilitação dos transportes (MACHADO, 2016, *online*), que, entre outros efeitos, reforça as conexões resultantes dos avanços tecnológicos, por meio do fluxo de pessoas, recursos, serviços, mercadorias e informações. Tome-se, por exemplo, a evolução dos setores comunicacionais e de informática, que levaram “à união dos mercados financeiros à desmaterialização da moeda, ao aparecimento de novas modalidades de comércio e às transferências eletrônicas de fundos” (AMARAL JUNIOR, 2008, p. 25).

Esse fenômeno comprimiu as distâncias e integrou o globo numa única problemática, dando origem, conseqüentemente, a uma interconexão global, a chamada “aldeia global” (HELD; MCGREW, 2001, p. 10), em que as fronteiras geográficas sofreram um processo de encolhimento, entrelaçando-se, com a ampliação das relações sociais, o crescimento dos investimentos e a intensificação das conseqüências socioeconômicas das ações.

Essa realidade contribuiu para a criação de complexas relações internacionais interdependentes para produtos e serviços, o que levou à fragmentação dos processos produtivos, à intensificação do fluxo comercial, ao surgimento de novos atores internacionais (que passam a exercer um papel relevante ao lado dos Estados e das Organizações Internacionais, como as Organizações Não Governamentais – ONGs –, a sociedade civil e as empresas transnacionais) (GONÇALVES; COSTA, 2015) e à conseqüente dispersão geográfica do provimento e da produção de bens intermediários (dos mais variados setores produtivos). Esse processo formou redes intrínsecas para o comércio internacional, “sendo hoje difícil identificar um setor ou produto que não possa se encaixar nessa forma de organização produtiva, fragmentada e dispersa

geograficamente” (OLIVEIRA, 2015, p. 15), sob a instrumentalização da governança, que se torna essencial para aliar interesses, criando mecanismos de interação, integração, consenso e cooperação.

[A governança] é hoje reclamada para corrigir as falhas de mercado, a prover bens públicos internacionais, a garantir o estado de direito, especialmente a resolução de disputas comerciais e disputas em outras áreas, a assegurar a estabilidade financeira e monetária, a estabelecer regras comuns para o comércio internacional, a elaborar regimes para os transportes e a comunicação global, além de solucionar problemas ambientais. (OLIVEIRA, 2015, p. 36)

No entanto, essa dispersão levou também à integração funcional das atividades, justamente em razão da relação interdependente dos setores produtivos para o comércio, que forma um sistema complexo e dinâmico (inclusive com outras redes, como, por exemplo, sistema financeiro, legislação, serviços logísticos, entre outros, visando à reorganização da cadeia produtiva para ensejar maior competitividade).

Dessa forma, há necessidade de um novo fundamento, teoria ou manejo/gestão para esses vínculos expandidos e transfronteiriços, entre a dimensão local e sua integração a distância, principalmente por conta da mudança de padrão ético do século XXI.

Isso porque, se o Direito Internacional (principalmente no aspecto econômico) relegou a questão da proteção ambiental a uma condição de exceção, o século XXI se abre para o tema do desenvolvimento sustentável (em diversas áreas diferentes do conhecimento), para reconhecer a relação intrínseca entre economia, social e proteção ambiental, numa verdadeira inclusão socioeconômica do planeta baseada na relação-tripé da sustentabilidade (THORSRENSSEN, 2016, s/p Prefácio).

Essa relação é colocada em destaque, principalmente, por documentos internacionais que elevam o tema ambiental, da proteção e do uso sustentável dos recursos naturais, como é o caso da Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas (ONU), com os respectivos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Trata-se, portanto, não mais de apenas um discurso “politicamente correto de proteção ambiental e inclusão social” (THORSRENSSEN, 2016, s/p Prefácio), mas sim do

reflexo de uma governança global que se instala em todos os ramos das relações e do Direito Internacional.

Diante desse cenário, é preciso que se adotem novos valores e padrões éticos ambientais, como *standards* a serem seguidos, principalmente no que se refere à qualidade ambiental, com a finalidade de proteção da dignidade das presentes e futuras gerações (tendo em vista o princípio da solidariedade geracional, adotado pela Constituição Federal de 1988, no *caput* do art. 225), bem como com a finalidade de implementar, de forma efetiva e eficiente, a sustentabilidade nas atividades e nas discussões do sistema multilateral.

3 A TRANSFORMAÇÃO DO DIREITO AMBIENTAL BRASILEIRO: NOVOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS, AUTORREGULAÇÃO E A TECNOLOGIA COMO IMPERATIVA PARA A SUSTENTABILIDADE

Percebe-se, portanto, que, apesar de trazer enormes potenciais significativos (como capacidade de inovação, aumento da produtividade, redução de custos, acesso às tecnologias, operações integradas a longas distâncias, mão de obra qualificada, integração, inovações em infraestrutura e capital, entre outros) (SCHWAB, 2018), a Quarta Revolução Industrial traz consigo, também, impactos crescentes para o meio ambiente (além de um aprofundamento das desigualdades socioeconômicas entre os países, vez que implica uma corrida para a incorporação de novas tecnologias na produção das industriais, sendo que aqueles países com menos recursos terão mais dificuldade em se igualar aos demais, resultando em isolamento), colocando a indústria e o meio ambiente em constante disputa, que provoca mudanças nos paradigmas técnico-científicos e que transforma a própria estrutura dos instrumentos de proteção ambiental (sejam econômicos, jurídicos ou fruto de uma nova era de governança, como são os casos dos regimes internacionais e da paradiplomacia).

Ou seja, o Direito Ambiental também teve de se transformar para incorporar em

seus processos estruturais a Quarta Revolução Industrial, em razão do surgimento destas novas tecnologias emergentes (como é o caso da autorregulação das organizações, da inovação quanto aos *stakeholders* e da tecnologia como imperativa para reposicionar o risco, dentro dessa nova dinâmica revolucionária, ao patamar da sustentabilidade).

Assim, aquelas normas jurídicas ambientais aparentemente pétreas se tornaram parte de um regime com novos arranjos (nacionais e internacionais), capazes de potencializar as vantagens e atenuar as desvantagens desta nova era.

Assim, se as novas tecnologias visam tornar as operações industriais mais inteligentes (e, por que não dizer, eficientes, com melhor produtividade e menos impacto), modernizando os processos de produção e de inovação, o conceito de sustentabilidade deve ser integrado nesta dinâmica, a ponto de fazer parte intrínseca da fusão entre os mundos “digital, físico e biológico”, como já dizia Schwab (2016, p. 15), por meio da implementação da relação-tripé (ambiental, social e econômico) no uso dos recursos disponíveis, inovando em tecnologias de automação de processos industriais, mas que contribuem, em linhas gerais, para o meio ambiente (sem deixar de lado ganhos financeiros), por meio de métodos e ferramentas mais inteligentes disponibilizados pelas novas tecnologias.

Esse novo conceito deve trazer consigo a intenção de alto desempenho ambiental em todas as etapas da cadeia produtiva (inclusive no que se refere à otimização dos recursos naturais utilizados, bem como quanto à destinação final adequada dos resíduos sólidos gerados, conforme determinado no Brasil pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, ou, ainda, à econômica energética, redução da matéria-prima, reciclagem e/ou conservação ambiental).

Isso porque o desenvolvimento industrial não pode seguir desacompanhado do desenvolvimento sustentável (conforme pregado nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS – da Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas – ONU), o que requer, em conjunto com todas as demais alterações já mencionadas, que sejam feitas mudanças profundas associadas ao cuidado, à preservação e à precaução ambiental.

Indústria, tecnologia e meio ambiente devem caminhar na mesma direção: a sustentabilidade.

Há a necessidade de internalização, portanto, de todo um conjunto de medidas que servem de guias para a formulação e a implementação de políticas voltadas à proteção ambiental; para a exploração sustentável dos recursos existentes a fim de garantir a possibilidade de vivência num ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações; e, inclusive, para a consagração do conceito de desenvolvimento sustentável, ocorrida com a formalização da Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como ECO-92 ou RIO-92, que teve como resultado a Declaração do Rio de Janeiro, cujo objetivo principal é

estabelecer uma nova e justa parceria global por meio do estabelecimento de novos níveis de cooperação entre os Estados, os setores-chave da sociedade e os indivíduos, trabalhando com vistas à conclusão de acordos internacionais que respeitem os interesses de todos e protejam a integridade do sistema global de meio ambiente e desenvolvimento. (ONU, 1992, *online*)

Neste sentido, o principal ponto de encontro ao estabelecer uma série de exceções à Revolução Industrial é a proteção ao meio ambiente, que, por sua vez, integra a proteção da dignidade da vida humana.

Dessa forma, mesmo em acordos não vinculantes (preferencialmente aqueles realizados pelos países em desenvolvimento), o compromisso pela qualidade ambiental está presente com o objetivo de cooperação, adoção de novos padrões éticos e um mínimo de qualidade ambiental (onde forem inexistentes) ou, ainda, admissão de novos padrões ambientais privados, determinação por políticas efetivas e respeito às normas em nível nacional dos países.

Além disso, deve-se evitar, ainda, o chamado *dumping* ambiental (VIEIRA, 2012, p. 71), que ocorre quando os preços comerciais estão abaixo do regular, em razão de os produtos terem sido fabricados em países em que há pouca ou nenhuma legislação ambiental protetiva, bem como ausência de investimentos no que se refere às tecnologias

para o setor de forma adequada, o que permite, em regra, preços baixos, mas meio ambiente degradado.

A incorporação de regras e valores ambientais deve ser vista de forma positiva, vez que o comércio internacional pode se beneficiar com a inclusão de novos padrões éticos para a sustentabilidade, “que forem sendo produzidos pelo conhecimento científico e tecnológico e também pelas decisões políticas no seio da sociedade internacional” (VIEIRA, 2012, p. 76).

Torna-se necessário, então, um *ethos* global que envolva a interdependência econômica e a ambiental, em razão da característica de transnacionalidade do meio ambiente (ANDRADE, 2005, p. 336), já que os sistemas e ecossistemas não se enquadram perfeitamente nas fronteiras geopolíticas preestabelecidas pelos países, como desastres ambientais, emissão de poluentes, derramamento de óleo, chuva ácida, acidentes nucleares, efeito estufa etc. – que são comumente associados às revoluções tecnológicas, mas que também podem se beneficiar de tais tecnologias (por exemplo, com o uso de satélites de sensoriamento remoto para a verificação de desastres naturais, evitando-se a perda de bens e de vidas; a análise de uma grande quantidade de dados pelo *big data*).

O *big data* da água compõe um dos valiosos instrumentos tecnológicos necessários para a proteção dos recursos hídricos. Trata-se de uma tecnologia na área da inteligência artificial que possibilita o processamento e a interpretação de grandes volumes de dados destinados ao conhecimento sobre as águas superficiais e subterrâneas. (SILVA; GRANZIERA, 2021, p. 82)

A fim de desenvolver soluções inovadoras de menor impacto, são construídas cidades inteligentes ou *smart cities* – que se utilizam das tecnologias para o alcance do bem-estar dos seus munícipes (PIRES; CEZAR, 2016, p. 123); controle de máquinas por sistemas integrados à internet das coisas, que permite promover economia de energia e recursos, associados à inteligência artificial; sensores para acompanhamento de todo processo produtivo a fim de evitar desperdícios; impacto na gestão de resíduos sólidos, com a reciclagem das sobras e o uso racional das matérias-primas; entre outros recursos flexíveis para atender a demanda da sustentabilidade.

A tecnologia torna-se, nesse sentido, imperativa para a sustentabilidade, formando uma nova realidade estrutural em prol da manutenção e/ou recuperação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações. Assim, os desafios devem ser encarados com criatividade e inovação, de modo que, no processo de desenvolvimento, sejam integrados padrões de produção e consumo mais sustentáveis, pois, conforme assevera Kanas (2002, p. 35), “o desenvolvimento sustentável coloca a proteção ambiental e o crescimento econômico em simbiose indissolúvel”.

CONCLUSÕES

É evidente a relação intrínseca entre desenvolvimento socioeconômico e proteção ambiental, o que leva a um abandono da postura regressiva do Direito Ambiental para a criação de novas normas regulatórias (baseadas, inclusive, em regimes menos burocráticos e mais informais, como é o caso da paradiplomacia e dos regimes internacionais, principalmente no que se refere às mudanças climáticas), bem como a adoção de novos padrões de qualidade ambiental, a fim de garantir o desenvolvimento sustentável, vez que os avanços tecnológicos vêm modificando a sociedade e impactando, de forma considerável, diversos setores.

Trata-se de um novo padrão de produção que acrescente valores ambientais, sob o fundamento da incorporação de princípios de Direito Ambiental Internacional (já pilares do Direito Internacional), como prevenção (com o objetivo de resguardar possíveis responsabilidades ambientais, nas três diferentes esferas: administrativa, civil e penal) e precaução (a fim de se evitar o dano, quando não há sequer certeza científica a respeito dele, conforme Princípio nº 15 da Declaração do Rio de Janeiro, o que obriga o uso dos recursos naturais de forma mais racional e sustentável).

Nesse contexto, o espaço de interface Direito Ambiental e tecnologias para que se alcem o equilíbrio do meio e o desenvolvimento social é profícuo. Na era da Quarta Revolução Industrial, as tecnologias físicas e digitais adquirem potencial de reposicionar

o risco causado pela modernidade. Beck alerta que o risco está em toda parte e Schwab afirma que as novas tecnologias são impulsionadoras de outras descobertas e que depende de as pessoas usarem esse aparato como oportunidade. Assim, o uso de satélites de sensoriamento remoto para a verificação de desastres naturais, evitando-se a perda de bens e de vidas; a análise de uma grande quantidade de dados pelo *big data*, a fim de desenvolver soluções inovadoras de menor impacto demonstram a influência da ciência e da tecnologia no Direito.

A pesquisa reconhece que o sistema de coordenadas do Direito Ambiental teve de se adaptar a essa realidade – de sociedade de risco, mas também de novas tecnologias emergentes –, e aquelas normas jurídicas aparentemente pétreas se tornaram parte de um regime com novos arranjos (jurídicos institucionais).

Referências

- ADAM, B. *The risk society and beyond: critical issues for social theory*. Edited by Barbara Adam, Ulrich Beck and Joost van Loon. Sage Publications London. Thousand Oaks. New Delhi, 2000.
- AMARAL JUNIOR, A. *A solução de controvérsias na OMC*. São Paulo: Atlas, 2008.
- ANDRADE, R. de C. Desenvolvimento sustentável e direito internacional. In: AMARAL JUNIOR, A. (coord.). *Direito internacional e desenvolvimento*. São Paulo: Manole, 2005.
- BALDWIN, R.; LOPEZ-GONZALEZ, J. *Supply-chain trade: a portrait of global patterns and several testable hypotheses*. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2013.
- BECK, U. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. Tradução: Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2010.
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria nº 60, de 20 de março de 2019.
- COIMBRA, R. *O cérebro vazio*, 2017. Disponível em: <https://socientifica.com.br/o-cerebro-vazio/>. Acesso em: 12 fev. 2023.
- ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF THE CHERNOBYL ACCIDENT AND THEIR REMEDIATION: twenty years of experience. Report of the Chernobyl Forum Expert Group Environment. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2006. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1239_web.pdf. Acesso em: 23 jan. 2023.
- FERRAZ, L. P. do C.; GUTIERRE, L.; CABRAL, R. The manufacturing industry in Brazil in the era of global value chains. *Working Paper Series*, São Paulo: FGV, n. 402, 2015.
- GARCEZ, G. S. A influência das novas tecnologias satelitais para o alcance da comunicação e da liberdade de expressão, diante da globalização. In: Fábio da Silva Veiga e Mariusz Załucki. (Org.). *LegalTech, Artificial Intelligence and the Future of Legal Practice*. 1ed. Porto: IberoJur, 2022.
- GONÇALVES, A.; COSTA, J. A. F. Governança ambiental global: possibilidades e limites. In: GRANZIERA, M. L. M.; REI, F. C. F. (coord.). *Direito Ambiental internacional: avanços e retrocessos*. São Paulo: Atlas, 2015.
- HELD, D.; MCGREW, A. *Prós e contras da globalização*. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.
- IPCC – Climate Change 2014. Synthesis Report. Disponível em: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_All_Topics.pdf. Acesso em: jan. 2023.
- KANAS, V. S. A proteção ambiental no NAFTA. In: AMARAL JUNIOR, A. (coord.). *Direito do comércio internacional*. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2002.
- KUPFER, D. Indústria 4.0. 2016. Disponível em: <https://fernandonogueiracosta.wordpress.com/2016/09/23/industria-4-0-por-david-kupfer/>. Acesso em: 12 fev. 2023.
- LEITE, J. R. M.; AYALA, P. de A. *Dano ambiental: do individual ao coletivo*

extrapatrimonial. Teoria e prática. 5. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.

MACHADO, L. A. *Revoluções industriais: do vapor à internet das coisas*. 2016. Disponível em: <http://www.portalcafebrasil.com.br/iscas-intelectuais/revolucoes-industriais/>. Acesso em: 11 fev. 2023.

OLIVEIRA, S. E. M. C. de. *Cadeias globais de valor e os novos padrões de comércio internacional*. Brasília: Funag, 2015.

ONU. Declaração do Rio de Janeiro. 1992. Disponível em: <https://news.un.org/pt/tags/rio-92>. Acesso em: 13 fev. 2023.

PIRES, G. N. M.; CEZAR, L. W. O direito à cidade e o desenvolvimento sustentável urbano: dilemas do planejamento urbano moderno. *Revista de Direito Urbanístico, Cidade e Alteridade*, Florianópolis: Conpedi, v. 2, 2016, p. 123-142.

REI, F. International environmental law: concerning the influence of science and technology. In: REI, F. (coord.); GRANZIERA, M. L. M. (co-org.). *Global environmental issues: law and science*. Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2017.

SCHWAB, K.; DAVIS, N. Aplicando a Quarta Revolução Industrial. Tradução: Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2018.

SCHWAB, K. *A Quarta Revolução Industrial*. Tradução: Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SILVA, D. M. da; GRANZIERA, M. L. M. Princípio da precaução no Direito Ambiental brasileiro: do avanço tecnológico à contenção das externalidades. *RVMD*, Brasília, v. 15, n. 1, p. 80-105, jan./jun. 2021.

SILVA, D. M. da. GRANZIERA, M. L. M. Big Data da Água: Tecnologia e Informação na Proteção e Efetivação do Direito Fundamental de Acesso à Água Potável. In *Revista da AJURIS*. v. 48, n. 151, p. 61 a 90. 2021. Disponível em: <http://ajuris.kinghost.net/OJS2/index.php/REVAJURIS>. Acesso em: janeiro de 2023.

THORSTENSEN, V. Prefácio. In: VIEIRA, A. C. (org.). *Estudos sobre direito econômico internacional e meio ambiente*. São Paulo: Torto & Direito, 2016.

VIEIRA, A. C. Comércio internacional e meio ambiente: diálogo das fontes ou fragmentação de direito internacional? In: MENEZES, W. (org.). *Direito internacional em expansão*. Belo Horizonte: Arraes Editores, v. 1, 2012.

