

Revista de
**Direito Econômico e
Socioambiental**

ISSN 2179-8214

Licenciado sob uma Licença Creative Commons



REVISTA DE DIREITO ECONÔMICO E SOCIOAMBIENTAL

vol. 15 | n. 1 | janeiro/abril 2024

Periodicidade quadrimestral | ISSN 2179-8214

Curitiba | Programa de Pós-Graduação em Direito da PUCPR

<https://periodicos.pucpr.br/direitoeconomico>



As novas tecnologias como premissa contemporânea da sustentabilidade e a sociedade de risco*

*New technologies as a contemporary premise of sustainability
and the society of risk*

Mateus de Oliveira Fornasier,¹**

¹ Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Ijuí-RS, Brasil)

mateus.fornasier@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1617-4270>

Fernanda Viero da Silva*,¹**

¹ Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Ijuí-RS, Brasil)

fefeviero@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3978-7395>

Como citar este artigo/*How to cite this article*: FORNASIER, Mateus de Oliveira; SILVA, Fernanda Viero da; KNEBEL, Norberto Milton Paiva. As novas tecnologias como premissa contemporânea da sustentabilidade e a sociedade de risco. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 15, n. 1, e251, jan./abr. 2024. doi: 10.7213/revdireconsoc.v15i1.29497

* Pesquisa Institucional produzida na disciplina Direitos Humanos, Meio Ambiente e Sustentabilidade do curso de Mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* (Mestrado e Doutorado) em Direitos Humanos da UNIJUÍ, visando aprovação no componente.

** Professor do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* (Mestrado e Doutorado) em Direito da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ (Ijuí-RS, Brasil). Doutor em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS (São Leopoldo-RS, Brasil), com Pós-Doutorado em Direito e Teoria (Law and Theory) pela University of Westminster (Londres, Reino Unido). Advogado.

*** Doutoranda em Direito pelo Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* em Direito da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Ijuí-RS, Brasil). Bolsista CAPES/PROSUC. Mestre em Direito pelo Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* em Direito da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Ijuí-RS, Brasil).

Norberto Milton Paiva Knebel**, 1**

¹ Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Ijuí-RS, Brasil)

norberto.knebel@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0674-8872>

Recebido: 12/07/2022

Aprovado: 29/03/2024

Received: 07/12/2022

Approved: 03/29/2024

Resumo

Este artigo objetiva entender os riscos e possibilidades na busca por sustentabilidade a partir do desenvolvimento de novas tecnologias. Objetivos específicos: a) compreender as premissas e dimensões da sustentabilidade; b) estudar e comparar conceitos como “quarta revolução industrial”, “sociedade de risco” e “indústria 4.0”; c) avaliar como as tecnologias disruptivas contemporâneas acarretam riscos inerentes de modo paralelo a contribuições para com a sustentabilidade; d) debater acerca do papel do Direito na sistemática de possíveis alternativas regulatórias para a tecnologia. Metodologia: método de procedimento hipotético-dedutivo, com abordagem qualitativa e técnica de revisão bibliográfica.

Palavras-chave: sustentabilidade; novas tecnologias; meio ambiente; sociedade de risco; indústria 4.0.

Abstract

This article aims to understand the risks and possibilities in the search for sustainability from the development of new technologies. Specific objectives: a) to understand the premises and dimensions of sustainability; b) to study and compare concepts such as “fourth industrial revolution”, “risk society” and “industry 4.0”; c) to assess how contemporary disruptive technologies entail inherent risks in parallel with contributions to sustainability; d) discuss the role of Law in the systematic of possible regulatory alternatives for technology. Methodology: hypothetical-deductive procedure method, with a qualitative approach and literature review technique.

Keywords: sustainability; new technologies; environment; risk society; industry 4.0.

**** Pós-Doutorando no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Direito da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Ijuí-RS, Brasil). Bolsista CAPES. Doutor em Direito pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Direito da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Advogado.

Sumário

1. Introdução; 2. As dimensões da sustentabilidade; 3. A quarta revolução industrial, a indústria 4.0 e a sociedade de risco; 4. As novas tecnologias como ferramentas disruptivas na construção de uma “sustentabilidade 4.0”; 5. Regulação e perspectivas legais; 6. Conclusões. Referências.

1. Introdução

A sociedade está imersa em lógicas digitais, pautada no uso das tecnologias de informação e comunicação nas mais diversas áreas do conhecimento humano e nas rotinas gerais. Essa dependência generalizada se intensificou com a pandemia da COVID-19, que foi capaz de demonstrar o quão avançado se está em diversos aspectos e como diversas tecnologias não precisam necessariamente serem vistas *apenas* como propulsoras de riscos sociais e ambientais.

Com isso, diversos debates acerca do uso “consciente”, “adequado” ou “justificado” das tecnologias e para fins “necessários” se amplificaram na mesma medida em que se atinge um estágio da dependência do qual retroceder já não é mais uma opção. Nesse cenário, este artigo estuda formas pelas quais novas tecnologias podem atuar de forma participativa no que tange à sustentabilidade. Para tanto, parte do seguinte problema de pesquisa: poderiam as tecnologias figurarem como um novo paradigma na busca pela sustentabilidade na sociedade contemporânea?

A hipótese para tal problema é de que as tecnologias apesar de trazerem consigo riscos inerentes a sua utilização, podem atuar de forma satisfatória e inovadora em prol da sociedade e na busca por sustentabilidade e por um meio ambiente equilibrado se, usadas para as finalidades certas e com respaldo jurídico.

Seu objetivo geral é entender quais os riscos e possibilidades de tais processos, sendo os objetivos específicos quatro: a) compreender as noções gerais acerca do conceito de sustentabilidade bem como, suas premissas e dimensões; b) estudar conceitos como a “quarta revolução industrial”, “sociedade de risco” e “indústria 4.0”; c) avaliar de quais formas as tecnologias contemporâneas que operam de forma disruptiva, na medida em que trazem riscos inerentes a si, podem em seus resultados igualmente se traduzirem em formas atinentes a sustentabilidade; e por fim, d) debater

brevemente qual o papel do direito nesta sistemática de possíveis alternativas regulatórias. Logo, o presente artigo se dividirá nestes quatro momentos citados sob forma de objetivos específicos.

Metodologicamente, trata-se de pesquisa de natureza exploratória, cujo método de procedimento é o hipotético-dedutivo, a abordagem é qualitativa e a técnica de pesquisa, de revisão bibliográfica.

2. As dimensões da sustentabilidade

A sustentabilidade emerge como grande potencial axiológico para ser aplicada e reconhecida na centralidade da nova ordem jurídica altamente complexa, plural e transnacionalizada (CRUZ; FERRER, 2015, p. 240). Atualmente, portanto, não se pode pautar a sociedade apenas em valores como modernização e progresso, entendendo-se a sustentabilidade também como novo paradigma para o Direito (FERRER; GLASENAPP; CRUZ, 2014), influenciando tanto movimentos transnacionais de ordens jurídicas não-estatais quanto ordens jurídicas supranacionais e locais, exigindo certa harmonização em torno da proteção ao meio ambiente.

Sustentabilidade é um valor sobre o qual se tenta construir uma sociedade global capaz de se perpetuar indefinidamente no tempo e em condições que garantam a dignidade humana. Atingido o objetivo de construir essa nova sociedade, será sustentável tudo aquilo que contribua com esse processo, e insustentável será aquilo que se afaste dele (CRUZ; FERRER, 2015, p. 240). Assim, pode-se concebê-la como o direito do indivíduo em aspirar o futuro (FREITAS, 2019) – ou seja, a sustentabilidade ambiental passa a ser vista como um conceito amplo ligado diretamente à dignidade da pessoa humana e à necessidade de promover o bem-estar de todos (PAVANELLO, 2018, p. 56).

A consecução de uma sociedade sustentável supõe pelo menos de forma mínima que a sociedade que se considera seja planetária, e admita que o destino seja comum, não cabendo a sustentabilidade parcial em algumas comunidades nacionais ou regionais, à margem do que acontece no restante do planeta (CRUZ; FERRER, 2015, p. 240). Para tanto, é necessário a construção de uma comunidade global de cidadãos ativos para a consolidação da Sustentabilidade e tal medida requer a superação da parcial visão “ocidental” que temos do mundo. Por isso é preciso compreender a sustentabilidade como uma complexidade, conforme Mariotti (2013, p. 242): “uma permanência alimentada por uma rede de elementos do

ambiente que ela por sua vez realimenta, e assim se estabelece uma recursividade.”

Dentre as premissas para o alcance da sustentabilidade há: a) a possibilidade da manutenção dos ecossistemas essenciais que tornam possível a subsistência da humanidade como espécie em condições ambientais aceitáveis; b) a redução drástica da demanda e consumo de capital natural até se atingir níveis razoáveis de reposição; c) a capacidade de alimentar e, mais ainda, oferecer uma vida digna para o conjunto dos habitantes do planeta, acabando com injustificáveis desigualdades – sendo, para isso, preciso reconsiderar e reformular os modos de produção e distribuição da riqueza (afinal, a fome e a pobreza não são sustentáveis); d) a recomposição da arquitetura social de modo a superar o modelo opressor que baseia o conforto e o progresso de umas camadas sociais na exclusão sistemática de legiões de desfavorecidos, órfãos de qualquer oportunidade – e, nessa perspectiva, fala-se de noções tangentes a uma concepção de justiça social como caminho da sustentabilidade; e) a construção de novos modos de governança para garantir a prevalência do interesse geral sobre os individualismos não solidários – seja de indivíduos, de corporações ou de Estados (CRUZ; FERRER, 2015, p. 241).

Para Cruz (2009, p. 87) trata-se de politizar a globalização, colocando-a a serviço das pessoas e estendendo mecanismos de governo baseados em novas formas de democracia, de arquitetura assimétrica e de responsabilidade dos cidadãos. Ferrer (2012, p. 65) complementa tal raciocínio constatando que a ciência e a técnica devem ser colocadas a serviço do objetivo comum. Não só os novos conhecimentos devem nos ajudar a corrigir erros passados, como por exemplo, diminuir a emissão de gases de efeito estufa, ou a encontrar soluções eficazes para problemas como os apresentados pela atual “civilização do petróleo”. E ainda, finaliza entendendo que inevitavelmente a tecnologia disponível deverá determinar os modelos sociais dentro dos quais nos desenvolvamos, tal como insistentemente a história demonstra. Ainda, sem acreditar que a tecnologia, por si só, tem a capacidade de erradicar falhas humanas quanto à sustentabilidade, mas na necessidade de pensar a partir da tecnologia em aplicações sustentáveis de acordo com os limites e possibilidades dos seres e do ambiente (AQUINO, 2017, p. 205).

Cruz e Ferrer (2015, p. 243) ensinam que pelo menos desde a Cúpula de Johannesburgo – Conferência sob coordenação da Organização das

Nações Unidas, realizada em 2002 – menciona-se três dimensões da sustentabilidade: a social, a ambiental e a econômica. Vale destacar que alguns autores entendem e defendem a existência de outras dimensões (das mais às menos razoáveis), como por exemplo, a existência de uma dimensão cultural.

A dimensão social da sustentabilidade está diretamente ligada a capacidade de suprir necessidades humanas de forma adequada, como a nutrição, vestimenta e aspectos gerais de qualidade de vida, portanto, é, diretamente, uma preocupação com a distribuição desigual dos bens, habilidades e oportunidades (RIEDNER; RIBEIRO; BRANDALISE; BERTOLINI, 2018, p. 403). Vallance, Perkins e Dixon (2011, p. 342) apontam que a sustentabilidade social possui três aspectos: a) o do desenvolvimento, que diz respeito às necessidades inter e intragerações; b) a transformação, que busca mudar comportamentos em nome de objetivos gerais; e c) a manutenção, que diz respeito àquilo que deve e pode ser mantido a longo prazo. Em suma, são as práticas como: estabilidade no emprego, saúde e segurança, desenvolvimento de capacidades, saúde, educação, habitação, serviços, participação social e prosperidade econômica (LOURENÇO; CARVALHO, 2013, p. 17-18).

No que tange à dimensão ambiental, é necessário entender que não só foi a primeira idealizada como também é de fato, a mais conhecida. A primeira como motor propulsor das demais e alvo das preocupações a nível global – pelo menos, que movimentaram a comunidade internacional em propor ações comuns. Tais iniciativas são marcos históricos que refletem a tomada de consciência por parte dos governos de que o ecossistema planetário não seria capaz de resistir às agressões do modelo de vida recente e isso colocava em questão a própria sobrevivência humana (CRUZ; FERRER, 2015, p. 243). A partir da Conferência de Estocolmo de 1972, tal realidade foi penetrando no ideário coletivo e, pontualmente, nas agendas internacionais. A partir dela que se passou a admitir que o progresso no conhecimento dos complexos processos que possibilitam a sustentação da vida humana no Planeta possibilita identificar razoavelmente o que se deve corrigir nos comportamentos para reduzir a pressão sobre a natureza.

A sustentabilidade econômica, por sua vez, consiste essencialmente em resolver um duplo desafio: por um lado, aumentar a geração de riqueza, de um modo ambientalmente sustentável e, por outro, encontrar os mecanismos para a sua mais justa e homogênea distribuição. E ainda, a

dimensão da Sustentabilidade social é tão ampla quanto à atividade humana, já que se trata de construir uma sociedade mais harmônica e integrada, motivo pelo qual nada de humano escapa a esse objetivo (CRUZ; FERRER, 2015, p. 243). Ela perpassa: tanto pela proteção da diversidade cultural, quanto pela garantia real do exercício dos direitos humanos, passando pelo fim de qualquer tipo de discriminação; ainda, o acesso à saúde e à educação também cabem em sua égide. Então, trata-se de construir uma nova estrutura social que permita desenvolver uma vida digna para qualquer um de seus membros.

Para Abdala et al (2014, p. 98) as questões de sustentabilidade globais são um dos grandes desafios a serem enfrentados no século XXI, e a temática da sustentabilidade em si tem se tornado um conceito cada vez mais aplicado e estudado, sendo amplamente exposto a partir da teoria do *Triple Bottom Line*. Tal teoria por sua vez entende que o desenvolvimento sustentável só é possível se as esferas sociais, econômicas e ambientais forem levadas em consideração.

3. A quarta revolução industrial, a indústria 4.0 e a sociedade de risco

A palavra “revolução” nos introduz uma noção de mudança abrupta e radical, e historicamente elas têm ocorrido quando novas tecnologias (e com elas novas formas de perceber o mundo) são introduzidas a sociedade, desencadeando uma alteração profunda nas estruturas sociais e sistemas econômicos (SCHWAB, 2016, p. 32). Do ponto de vista da produção industrial, consideram-se, na literatura sobre o tema (MAGALHÃES; VENDRAMINI, 2018, p. 42), quatro revoluções industriais: a primeira, nos séculos XVIII e XIX, ligada à introdução da máquina a vapor; a segunda, no século XIX e no começo do século XX, ligada à introdução da energia elétrica; a terceira, no início dos anos 1960, ligada ao desenvolvimento de semicondutores, *mainframes*, computadores pessoais e a internet; e a quarta, já no século XXI, ligada ao crescimento exponencial da capacidade de computação e combinação de tecnologias físicas, digitais e biológicas.

O fenômeno da evolução é bastante simples na ótica de Noronha, Rodrigues e Valente (2018, p. 207): novas gerações são criadas em arsenal tecnológico mais desenvolvido que suas antecessoras, razão pela qual desafiam os modelos de organização, estruturas de informação, fatores de produção e as próprias engrenagens do convívio social. São bastante

conhecidas três grandes revoluções tecnológicas que afetaram e modificaram fundamentalmente esses desafios que as novas gerações se impõem perante as sucessoras. A esse mesmo grupo pertencem os crentes que vivemos nesse exato momento a nova grande revolução tecnológica, a chamada Quarta Revolução ou Revolução 4.0, liderada a partir das novas possibilidades que a evolução da informática e inteligência artificial nos cria.

O termo “quarta revolução industrial” foi cunhado inicialmente pelo engenheiro e economista alemão Klaus Martin Schwab no ano de 2016 no Fórum Econômico Mundial, onde destaca-se como uma de suas principais características a definitiva convergência de inovações tecnológicas em nível físico, biológico e digital capazes de modificar a forma como convivemos com as outras pessoas, o modo como trabalhamos, consumimos e nos divertimos, em uma autêntica revolução (CZYMMECK, 2020, p. 07). De acordo com Schwab (2016, p. 26) as mudanças que vivenciadas nessa quarta revolução industrial são tão profundas que, na perspectiva da história humana nunca houve um momento tão potencialmente promissor ou perigoso. Dentre as características que de fato, legitimam o fenômeno como uma quarta revolução e não somente uma continuação da terceira seriam: a) sua velocidade (ritmo exponencial e não linear); b) amplitude e profundidade (revolução digital como base); e, c) impacto sistêmico (por envolver a transformação de sistemas inteiros).

Uma das principais terminologias do sociedade pós-moderna reflexiva é a “disrupção” que irá impactar o mercado através de novos paradigmas na economia. A disruptividade pode ser entendida como um espaço não abarcados pelos modelos atuais de negócios, sendo a Inteligência Artificial um exemplo de disruptividade. A quarta revolução industrial nos apresenta o fenômeno da dissociação do tempo e do espaço com a eliminação de limites entre o mundo físico, digital e biológico, bem como o controle racional da informação e a criação de tokens simbólicos (como por exemplo, a internacionalização da moeda).

Outra questão a ser destacada é a convergência mundial na utilização e desenvolvimento de novas tecnologias, e com isso, o efeito de gerar um profundo desenvolvimento cognitivo da sociedade e mudanças profundas nas relações humanas – que por sua vez, se tornam cada vez mais complexas. Czymmeck (2020, p. 07) ensina que a disruptividade é uma terminologia frequentemente utilizada para retratar a intensidade do impacto que tais mudanças produzirão nas sociedades, significando tecnologias e potenciais

inovadores, perfeitamente capazes de promover rupturas com procedimentos bem estabelecidos na atualidade.

Com isso, remete-se ao termo Indústria 4.0 que por sua vez, foi introduzido na Feira de Hannover na Alemanha em 2011 para se referir ao conjunto das inovações tecnológicas que desempenharam um papel significativo no próximo ciclo econômico. Tais tecnologias seriam responsáveis por um salto tecnológico que garantiria a automatização de todos os processos de produção (BARBOSA; COSTA; PONTES, 2020, p. 14). Nessa lógica, ressalta-se a noção de “fábricas inteligentes” possíveis graças a quarta revolução industrial situada em uma realidade onde os sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível (SCHWAB, 2016, p. 35). A digitalização promovida pela automação da Indústria 4.0, nesse cenário, serve como oportunidade para a sustentabilidade (GHOBAKHLOO, 2020), justamente por promover meios remotos de promoção de sustentabilidade energética, menores emissões de gases nocivos ao meio ambiente e promoção de bem-estar social.

A quarta revolução digital, portanto, não diz só respeito a sistemas e máquinas inteligentes devidamente conectadas, mas também de um escopo muito mais amplo, onde novas descobertas ocorrem simultaneamente, e assim o que torna tal revolução fundamentalmente diferente das anteriores é essa fusão de tecnologias e a interação dos domínios físicos, digitais e biológicos (SCHWAB, 2016, p. 36). Com relação à categoria digital, deve-se destacar a presença de elementos como a computação em nuvem, a Big Data e a Inteligência Artificial, que podem ser usados como Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (SOUSA; COSTA, 2020).

Cabe destacar que tal revolução, na mesma medida em que irá gerar benefícios, em igual medida gerará grandes desafios, principalmente quanto ao aumento da desigualdade, tendo em vista que essas transformações irão afetar os padrões de vida, de trabalho, de comportamento e de bem-estar (positivamente e negativamente). Nessa perspectiva, o consumidor se coloca como quem mais irá ganhar uma vez que, a quarta revolução industrial torna possível a existência de novos produtos e serviços (SCHWAB, 2016, p. 44), sendo que essas inovações reconstroem a relação entre consumidores e indústria, no qual a preocupação com tecnologias renováveis é imposta pelos dois lados – no qual a adequação da indústria ao paradigma da sustentabilidade afeta diretamente a “intenção de compra” do consumidor (KHAN; TOMAR; FATIMA; KHAN, 2022).

Com a disseminação da Internet, as pessoas passaram a ter acesso às mesmas informações e conhecimentos, sem distinção alguma entre as classes sociais a que pertencem (CARLI; RIBAS, 2021, p. 132); e ainda há de se considerar que o uso das TICs possibilita uma transformação positiva na melhoria de problemas das cidades, por exemplo, melhorando a mobilidade e diminuindo a poluição para assim contribuir com um meio ambiente saudável dentre outras formas de atuação. Sendo uma das aplicações das “cidades inteligentes” a adesão ao paradigma amplo da sustentabilidade, buscando a boa convivência com o meio ambiente, a sociedade e as tecnologias, orientados pela captação cada vez mais complexos dados sobre o dia-a-dia das cidades – no qual as novas tecnologias urbanísticas e a sustentabilidade passam a ser o centro da agenda urbana (TRINDADE et al, 2017, p. 11)

Carli e Ribas (2021, p. 134) trazem um questionamento: se tanto o direito a um meio ambiente equilibrado e saudável quanto o direito ao desenvolvimento são considerados direitos humanos e, portanto, devem ser tratados de forma equitativa, como realizar essa inter-relação? Para isso pode-se ter a seguinte resposta – o desenvolvimento sustentável se coloca como uma ótima alternativa a tal questionamento, tendo em vista que une os conceitos desenvolvimento e respeito ao meio ambiente.

Historicamente a aplicação do conhecimento exerceu influência sobre os rumos da economia, e foi a tecnologia que, por meio da força gerada pela máquina a vapor, deu origem à primeira revolução industrial; entretanto, o problema é que na “Nova Economia,” na qual todos estão imersos, as novas tecnologias são seu fundamento e o conhecimento sua principal matéria prima (CRUZ; FERRER, 2015, p. 261). A nova economia, a economia da globalização, cuja principal ferramenta é a internet, não só facilita, para velhas e novas empresas, novas formas de domínio e servidão econômica.

É possível constatar que a nova economia, tal como se está desenvolvendo neste momento, não preenche os requisitos de sustentabilidade. O fosso social entre ricos e pobres alargou-se sobremaneira, e a riqueza gerada não serve para melhorar a vida das pessoas (CRUZ; FERRER, 2015, p. 261). E essa desigualdade sócio-econômica também possui uma faceta digital, ligada ao acesso às tecnologias, que é o *digital divide* (DEMO, 2007) – que representa a exclusão e a marginalização em relação ao acesso ao mundo digital, comprometendo as oportunidades de vida e de trabalho, comprometendo o eixo social da sustentabilidade.

De acordo com Kitchin (2017, p. 19) as tecnologias digitais têm sido usadas nas últimas décadas para entender e ao mesmo tempo gerenciar serviços e questões relacionadas à infraestrutura das cidades através de fenômenos como o processamento. A própria promessa do desenvolvimento de uma lógica cibernética apurada, por si só, tem guiado cada vez mais a sociedade na direção de que as cidades em si poderiam ser gerenciadas da mesma forma. Entretanto, perpassando as décadas de 1980 e 1990, a computação continuou avançando progressivamente para ser incorporada às práticas de trabalho usadas para planejar e gerenciar cidades, e na infraestrutura usada para fornecer serviços essenciais, como por exemplo o uso do SCADA (controle supervisorio e aquisição de dados) para monitorar e utilitários de controle e SIG (sistemas de informação geográfica) para documentar e analisar o uso da terra e a constituição espacial dos bens da cidade, população e economia (KITCHIN, 2017, p. 20).

Na sequência, com a massiva implantação da internet ao longo dos anos 90, mais os sistemas das cidades passaram a depender da computação e das redes, enquanto a sociedade começou a se conectar digitalmente. Neste cenário, as tecnologias de informação e comunicação se tornaram cada vez mais críticas à maneira como a qual as cidades e as atividades dentro delas funcionavam, e estavam tendo efeitos profundos na reestruturação urbano-regional (KITCHIN, 2017, p. 20-21). Com a chegada dos anos 2000, a computação bem como as tecnologias advindas desta, se tornaram cada vez mais moveis e portáteis com o surgimento de smartphones entre outros dispositivos, e assim a computação urbana passou a se organizar de forma com a qual se tornou difundida, onipresente e instantânea, com escalas crescentes das redes e armazenamento com a implantação da internet das coisas (IOT).

É interessante, nessa perspectiva, abordar o fato de que muitos autores trabalharam a perspectiva da evolução do *Homo sapiens* ao que se denomina (terminologicamente) ao *Homo technologicus* – e o mesmo progresso que moldou a expressão *homo technologicus*, que começa a abrir seu espaço no discurso atual (CRUZ; FERRER, 2015, p. 255). Gingras (2005, p. 146) nesta discussão entende que o mundo em que vivemos é um produto da razão humana e é a combinação da tecnologia e a razão, que deu lugar à tecnologia; logo, o ser humano é necessariamente um ser contranatura, antinatura, o produto mais paradoxal da natureza. Foi transformado, em última análise, num “*Homo tecno-logicus*” – uma ideia, em suma, na qual os

seres humanos controlam o progresso por meio da ciência, da tecnologia, da *internet* e das redes sociais (VIEIRA, 2021, p. 143).

Cruz e Ferrer (2015, p 257) compreendem que a tecnologia é determinante para entender o comportamento atual e o futuro da espécie humana, projetando-se como uma nova dimensão de sua natureza. Daí o porquê de ser reclassificado como *homo tecnologicus* que vive em função do que projeta, prevê e constrói, se desenvolvendo coletivamente numa tecnossociedade. Efetivamente, não se pode descrever a sociedade atual sem levar em conta a influência que a tecnologia exerce sobre a sua estrutura e sobre as relações que nela se estabelecem. De fato, ao longo da história, foi a tecnologia que determinou os modelos sociais imperantes em cada.

Ao se dissertar sobre as novas tecnologias na sociedade contemporânea e sua relação com a sustentabilidade, recai-se em uma questão: a do risco, que norteou toda uma teoria sociológica amplamente estudada no Direito Ambiental. Ulrich Beck (1997, p. 12) entende que os mundos sociais estão, hoje, completamente infundidos pelo conhecimento humano reflexivo, mas isso conduz a uma situação em que coletivamente a sociedade é senhora do próprio destino – ao contrário, o futuro parece-se cada vez menos com o passado e torna-se assustador em alguns de seus aspectos mais básicos.

A noção de risco é central na cultura atual, precisamente porque grande parte do pensamento do tipo “se... então”. Em muitos aspectos da nossa vida – individual ou coletiva – há métodos para construir potenciais futuros, sabendo-se, porém, que essa mesma construção pode impedi-los de chegar a acontecer. Novas áreas de imprevisibilidade são muitas vezes criadas pelas próprias tentativas que visam o seu controle.

Para Beck (2011, p. 23), na modernidade tardia a produção social de riquezas é acompanhada sistematicamente pela produção de riscos e, conseqüentemente, aos problemas e conflitos distributivos da sociedade da escassez sobrepõem-se aqueles oriundos da produção, definição e distribuição de riscos científico-tecnologicamente produzidos. Essa distribuição que é inegavelmente desigual, ou seja, segue as desigualdades de classe e as posições sociedade, todavia, é uma sociedade global de risco, no qual os riscos podem ser geridos ao ponto que algumas pessoas ou entidades mais poderosas podem deixar de correr certos riscos, em detrimento de outros que acabam correndo (GUIVANT, 1998, p. 19-20).

Ainda, Beck (2011), ao analisar as transformações ocorridas na sociedade industrial, verifica que o dinamismo desta destrói seus próprios fundamentos, fazendo surgir uma nova sociedade (a de risco), entendendo que nessa fase, em que um tipo de modernização transforma outro tipo, ocorre uma modernização reflexiva, referente à “possibilidade de uma (auto) destruição criativa de toda uma época: a da sociedade industrial (PINTO, 2021, p. 75). Avançando sob a modernidade “simples” – aquela da era industrial, na qual os riscos eram produzidos e sistematicamente ignorados ou legitimados – a modernidade reflexiva não se compreende como um progresso inevitável e passa a refletir acerca de sua própria ciência e como desenvolve suas tecnologias (BAUM; HUPFFER; FIGUEIREDO, 2016, p. 10)

Pinto (2021, p. 76) explica que o termo “reflexivo” do conceito não significa “reflexão,” mas “autoconfrontação,” precisamente entre as bases da modernização e suas consequências. E, nas palavras de Beck (1997, p. 17) a modernidade reflexiva se traduz na autoconfrontação com os efeitos da sociedade do risco, efeitos esses que não podem ser resolvidos nem assimilados pelo sistema da sociedade industrial, nem medidos pelos modelos institucionalizados desta última. Na sociedade atual as ameaças não podem ser determinadas pela ciência e estão além da capacidade de percebê-las (PINTO, 2021, p. 76). Beck determina três áreas de referências que marcam a modificação trazida pela sociedade de risco:

Primeiro, há o relacionamento da sociedade industrial moderna com os recursos da natureza e da cultura, sobre cuja existência ela é construída, mas que estão sendo dissipados no surgimento de uma modernização amplamente estabelecida. Isto se aplica à natureza não humana e à cultura humana em geral, assim como aos modos de vida cultural específicos [...]. Segundo, há o relacionamento da sociedade com as ameaças e os problemas produzidos por ela, que por seu lado excedem as bases das ideias sociais de segurança [...]. Isto se aplica a componente da sociedade, como os negócios, o direito ou a ciência, mas se torna um problema particular na área da ação política e da tomada de decisões. Terceiro, as fontes de significado coletivas e específicas de grupo (por exemplo, consciência de classe ou crença no progresso) na cultura da sociedade industrial estão sofrendo de exaustão, desintegração e desencantamento. Estas deram apoio às democracias e às sociedades econômicas ocidentais no decorrer do século XX e sua perda conduz à imposição de todo esforço

de definição sobre indivíduos; é isso que significa o conceito do “processo de individualização” (BECK, 1997, p. 17-18).

Para Giddens (2007, p. 33), risco não é sinônimo de infortúnio ou perigo, mas sim a adversidades ativamente avaliadas em relação a possibilidades futuras. A palavra só passa a ser amplamente utilizada em sociedades orientadas para o futuro, que o veem precisamente como um território a ser conquistado/colonizado. O risco pressupõe uma sociedade que ativamente rompe com o passado – o que é característica primordial da civilização industrial moderna (PINTO, 2021, p. 79). É interessante ressaltar que, a ideia de risco sempre esteve atrelada à modernidade, mas atualmente toma novos contornos. Demonstra-o a diferença entre dois tipos de riscos: o externo, referente às externalidades (como a natureza, por exemplo); e o fabricado, que diz respeito ao resultante da ação humana a partir de seu conhecimento sobre o mundo, e cujos níveis são cada vez mais incertos.

A “sociedade de risco” é, por sua vez, essencialmente, aquela na qual esses riscos são constantes e o objeto central de gestão das pessoas, Estados e organizações, sendo inerentemente global, no qual se dá o impacto e a dimensão planetária da globalização, sendo permanente a ubiquidade da incerteza e do risco, ao mesmo tempo que presente uma constante gestão deles por todo o território global (LOURENÇO, 2019).

Para Pinto (2021, p. 82) a modernização reflexiva descrita por Beck e Giddens traz à tona um turbilhão de novas e complexas situações ambientais imprevisíveis e incontroláveis e, nessa perspectiva, os efeitos negativos e os desdobramentos resultantes dessa modernização inserem a natureza e as sociedades atuais em um cenário de crise que reclama uma adequada postura do Direito Ambiental, inclusive reavaliando seus próprios fundamentos frente aos diversos desafios próprios da sociedade de risco. Diante de uma sociedade qualificada pelo risco, em que os efeitos tecnológicos tomam a forma de acontecimentos naturais de grande vulto e capacidade de proliferação pelo mundo, percebe-se a insuficiência do conhecimento científico em gerir tais riscos ecológicos e em consequência questiona-se a capacidade regulatória do Direito Ambiental para tratar tais situações.

Frente aos impactos negativos do “progresso” sobre o meio ambiente, típicos da sociedade de risco, interessante observar uma tendência do Estado e das instituições privadas em esconder suas ações irresponsáveis a

fim de manter a sociedade não ciente sobre a realidade dos riscos ecológicos (PINTO, 2021, p. 83) e tal fenômeno refere-se a outro conceito cunhado por Beck chamado de irresponsabilidade organizada (BECK, 2006, p. 50). Sendo esse um desafio para a sustentabilidade, tendo em vista que a fragmentação da sociedade, das relações e dos riscos, suscita um anonimato quanto a responsabilização pelos danos, pelo aumento de riscos ou pela distribuição desigual deles (FREITAS, 2020).

Para Pinto (2021, p. 89) o paradigma emergente pautado na visão holística, na abordagem sistêmica e na interdisciplinaridade tem seus reflexos na área jurídica e mais especificamente no Direito Ambiental e esta mudança trouxe a incorporação de uma nova hermenêutica sobre a juridicidade do dano ambiental e deu novas funções à responsabilidade civil através da observância de princípios estruturantes como o da dignidade da pessoa humana, a proteção da sadia qualidade de vida e a reparação integral do meio ambiente.

4. As novas tecnologias como ferramentas disruptivas na construção de uma “sustentabilidade 4.0”

A Quarta Revolução Industrial fundiu as novas tecnologias e inovações de forma muito mais rápida e ampla do que nas revoluções anteriores. Fenômenos como Uber, Airbnb, Whastapp e Facebook eram praticamente desconhecidos ou inexistentes até há poucos anos (LIMA et. al., 2020, p. 77); e a inteligência artificial (IA) mudou a forma como o ser humano se relaciona com os demais e com o mundo, desde carros autônomos, passando por drones, assistentes virtuais, chegando a softwares de tradução.

Para Lima et al (2019, p. 78) essa revolução tem proporcionado um ciclo profundo de benefícios de modo concomitante a perspectivas cada vez mais impactantes nas próximas décadas, também tem gerado grandes desafios em igual medida. Transformações econômicas, sociais e ambientais com crescente influência na vida das pessoas geram dúvidas sobre a capacidade inclusiva e sustentável desse processo, como alterações no mercado de trabalho com surgimento de novas profissões e desaparecimento de outras, transformações nas cadeiras produtivas globais através da criação, escala e aplicação de novas tecnologias.

Cruz e Ferrer (2015, p. 259) entendem que as clássicas dimensões da sustentabilidade estão indefectivelmente determinadas por esse fator. No

que diz respeito à dimensão ambiental, ciência e tecnologia – ou a adequada gestão do conhecimento – são simplesmente a única esperança que se tem. Se a sustentabilidade pretende a construção de um modelo social viável, já foi visto que, sem atender ao fator tecnológico, não se pode sequer imaginar como será essa sociedade. Contando, atualmente, com mais de dez bilhões de habitantes, a Terra não parece apta a suportar a pressão sobre os recursos naturais como atualmente se faz, mas regredir não parece ser uma possibilidade (pois isso pressuporia a eliminação de cerca de metade da humanidade). Apenas a gestão adequada do conhecimento, com a adoção de um novo modelo energético de energias limpas e a reversão de alguns efeitos nocivos já experimentados, poderá oferecer caminhos sustentáveis.

A tecnologia traz à tona conceitos como a disruptividade, e como qualquer ferramenta que provoca profundas transformações e rupturas, é evidentemente necessário mensurar riscos, embora os âmbitos nos quais a tecnologia gera riscos de difícil concreção são muitos. Mesmo que uma boa parte deles tenha a ver com a manipulação dos elementos básicos da matéria, seja com os progressos nos estudos sobre a vida, biotecnologia, biologia sintética, limites da vida humana, seja sobre a matéria inerte, nanotecnologia, robótica e microrrobótica (CRUZ; FERRER, 2015, p. 264-266). A biotecnologia, por exemplo, como um poder não politizado e, por consequência, não limitado pelo Direito, constitui um autêntico buraco negro legal, principalmente o que tem a ver com as nanotecnologias, âmbito de estudo que nos oferecerá, sem dúvida, avanços portentosos, quase inimagináveis.

Já no que tange às nanotecnologias, a organização Center for Responsible Nanotechnology (CRN, 2008, sp.) identifica ao menos os seguintes riscos derivados da extensão da nanotecnologia: a) perturbação da economia por uma abundância de produtos baratos; b) pressão econômica por preços inflados artificialmente; c) risco pessoal derivado de seu uso criminal ou terrorista; d) risco pessoal ou social por restrições abusivas; e) alterações sociais por novos estilos de vida derivados de novos produtos; f) corrida armamentista imponderável; g) danos ambientais ou riscos para a saúde devido a produtos não regulados; h) geração de auto replicantes fora de controle; i) mercado negro em nanotecnologia, o que aumenta geometricamente os riscos; j) programas de nanotecnologia excessivamente competitivos, o que aumentaria outros riscos; k) descarte descontrolado, o que também aumenta outros riscos. A materialização de qualquer um desses

riscos colocaria em questão o objetivo da Sustentabilidade, mas pouco se está fazendo a respeito (CRUZ; FERRER, 2015, p. 269).

Nesta sistemática, Fornasier e Rogerio (2015, p. 419) ensinam que a produção de elementos em escala nano permite a imitação e a recriação da natureza, e com isso, diversos setores a estão incorporando para a fabricação de seus produtos, que inclusive já são oferecidos no mercado de consumo. Destacam-se neste trabalho as áreas de alimentos e da agricultura, essenciais à vida humana. Vale considerar, entretanto, que como ocorre alteração química nos materiais em que a nanotecnologia é agrupada, os efeitos dessa manipulação química sobre o meio ambiente e o ser humano ainda não são conhecidos, e podem causar consequências negativas, embora se saiba que são muitas as melhorias que essa técnica pode agregar.

A nanotecnologia é, basicamente, transdisciplinar, envolvendo químicos, físicos, biólogos, engenheiros e farmacêuticos, entre profissionais de outras áreas, e o objetivo das pesquisas e estudos em nanoescala tende à imitação e à recriação da natureza (ENGELMANN, 2011), sendo o seu diferencial o potencial de se criar coisas com a manipulação de átomos e moléculas. Tal tecnologia está permeando quase todo o setor produtivo mundial, mesmo que de maneira mais pronunciadamente incremental do que revolucionária, incorporando-se aos portfólios de várias empresas, sejam as genuinamente nanotecnológicas, bem como as que estão se adequando a essa nova tecnologia (FORNASIER; ROGERIO, 2015, p. 421).

As análises sobre as nanotecnologias e seu aproveitamento na cadeia de alimentos *são promissoras*, inclusive na agricultura, a iniciar no preparo do solo, do plantio, com a seleção de sementes e a utilização de fertilizantes e bactericidas, até a industrialização e fabricação de novos tipos de comida, bem como de embalagens. A perspectiva que se apresenta para o uso das nanotecnologias na esfera alimentar parece ser infinita (FORNASIER; ROGERIO, 2015, p. 422).

Embora não haja esclarecimentos científicos claros a respeito dos riscos que os produtos nanotecnológicos podem causar, estes já estão à disposição para consumo, mesmo que não se saiba, explicitamente, que a manipulação em escala nano foi incorporada ao produto adquirido. Com isso, é necessário haver alternativas que promovam o uso racional na manipulação de elementos nanotecnológicos, principalmente no ramo alimentício e da agricultura, pois ainda se desconhecem os efeitos desse

processo tecnológico em contato com o meio ambiente e com o ser humano (FORNASIER; ROGERIO, 2015, p. 429).

Podemos citar, de forma exemplificativa também, que já que o conceito de sustentabilidade – diretamente atrelado ao ambiente ao qual a vida se desenvolve de forma sadia – está intimamente ligado às cidades, afinal elas podem ser concebidas como ecossistemas de vida, ainda que complexos, onde diferentes atores, com interesses diversos são obrigados a colaborar para garantir um ambiente sustentável e uma qualidade de vida adequada. Nessa lógica, e para tais fins, uma *smart city* poderia ser vista como uma cidade que se utiliza de tecnologias de informação e comunicação (TICs) para majorar a qualidade de vida dos seus habitantes, contribuindo assim para um desenvolvimento sustentável. Mas desta lógica se derivam desafios, sobretudo relacionados ao desenvolvimento econômico, inclusão social, segurança, sustentabilidade, infraestrutura, transporte, habitação (RIZZON et al. 2017, p. 125-126).

O termo *smart city* foi criado no início dos anos noventa a fim de conceituar o fenômeno de desenvolvimento urbano dependente de tecnologia, inovação e globalização, principalmente em uma perspectiva econômica. As “cidades inteligentes,” para Komninos (2008, p. 01), surgem da convergência de duas correntes principais da abordagem contemporânea da cidade e do desenvolvimento urbano: a) o da redefinição da cidade sob o prisma das tecnologias de comunicações, da interligação digital da respectiva representação; e, por outro lado, b) a percepção da cidade como um espaço de criatividade e inovação.

Vale ressaltar que o principal argumento para a implantação das *smart cities* reside em estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), que indica que a população mundial irá crescer em cerca de 2 bilhões de pessoas nos próximos 40 anos, ultrapassando o patamar de 9,7 bilhões de habitantes em 2050, e mais de 65% deles viverão em cidades (ONU, 2019). As perspectivas geradas da dramática aglomeração urbana representam importantes desafios para a gestão pública, exigindo novas abordagens para planejamento (WEISS; BERNARDI; CONSONI, 2015, p. 310).

Na literatura atual, a *smart city* é caracterizada pela ampla utilização de tecnologias de informação e comunicação em infraestruturas tradicionais, a fim de propiciar uma maior integração social. Tal abordagem pautada na premissa da utilização das tecnologias é considerada por muitos como sendo capaz de lidar com diferentes problemas urbanos garantindo,

simultaneamente, a qualidade do ambiente urbano e a sustentabilidade do seu desenvolvimento (RIZZON et al., 2017, p. 126).

Da mesma forma com a que o surgimento de tais tecnologias de informação e comunicação permitem uma democratização na capacidade de produção dos agentes sociais, que passam a ter capacidade de fazer parte de uma nova dinâmica informacional, há de se ponderar que o capital social pautado no conhecimento ganha forma e relevância (RIZZON et al., 2017, p. 125), afinal conceitos com estes, quando postos em prática, atingem propósitos competitivos e impactos sustentáveis.

Dessa forma, tal cenário torna-se mais desafiador quando consideradas as desenvolturas digitais as quais a sociedade caminha, onde o implemento das tecnologias é uma demanda do mercado. Nessa perspectiva, o conceito de cidade inteligente surge como uma nova dimensão da gestão pública para o enfrentamento desses desafios (WEISS; BERNARDI; CONSONI, 2015, p. 310). Cury e Marques (2017, p. 104) complementam tal lógica ao enfatizarem que ideia sobre cidade inteligente lhes remete primariamente ao conceito de sustentabilidade, afinal gerir um ambiente sustentável, onde a ação preze pela relação entre as particularidades de cada ecossistema e o ideal de qualidade de vida do cidadão, é uma das grandes pautas do século XXI.

De acordo com Abdala et al. (2014, p. 114), a eficácia das tecnologias empregadas nas cidades pode ser vista, por exemplo, na automação das funcionalidades em ambientes sociais, entretanto, a falta de alinhamento dessas soluções às reais necessidades das pessoas, bem como a sua acessibilidade (que possui altos custos) fará com que nem sempre tais benefícios sejam fornecidos a todos, pelo menos não de forma igualitária. Essa transformação digital impacta o propósito, os objetivos e os negócios das organizações e na economia atual, ao contrário dos séculos passados, as pessoas constituem o maior patrimônio das organizações, notadamente pelo conhecimento que detém (LAMB, 2020, p. 02). É profundamente relevante considerar a questão da sustentabilidade e consequências sociais dos empreendimentos na nova economia. A consciência sobre a necessidade de melhor gestão dos recursos naturais obriga as corporações a considerarem as consequências ambientais, a sustentabilidade e a governança responsável no centro de seus negócios.

Na imersão em um cenário de digitalização de processos e revolução tecnológica, pode-se notar uma crescente tendência, pelo menos do ponto

de vista do discurso, sobre o frenesi de organizações em busca da eficiência produtiva e essa primeira constatação nos permite afirmar que os processos de inovação tecnológica e digitalização trazidos com essa nova onda tem forte potencial para contribuir em esferas econômicas, sociais e ambientais. Soluções que trazem visível benefício nessas esferas são às que podemos atribuir o caráter sustentável (DE NORONHA; RODRIGUES; VALENTE, 2018, p. 207-208). Afinal, a partir da segunda metade do século XX discussões sobre a natureza, responsabilidade social e questões econômicas se intensificaram e começaram a ser pauta de encontros entre líderes mundiais (LIMA et. al., 2019, p. 79).

O tripé da sustentabilidade serve de parâmetro para empresas, pessoas e agentes de forma geral avaliem suas contribuições individuais e coletivas para um efetivo desenvolvimento que seja garantidor da dignidade humana com isonomia a todos os cidadãos; que garanta a produção de riquezas presentes e não prejudique o acesso de gerações futuras a recursos naturais (NORONHA; RODRIGUES; VALENTE, 2018, p. 208). Nessa perspectiva, Barbosa (2007, p.14) explica que além do tripé da sustentabilidade, as práticas sustentáveis nas empresas envolvem discussões como desenvolvimento sustentável, cidadania corporativa, responsabilidade social corporativa, performance social corporativa, inclusão social, entre outros.

Do ponto de vista do indivíduo, praticar a sustentabilidade pode envolver diversas ações cotidianas como: preservação de áreas de vegetação, utilização de energias limpas e renováveis, mecanismos de eficiência energética, reciclagem e utilização de materiais e exploração de recursos minerais de forma controlada (DE NORONHA; RODRIGUES; VALENTE, 2018, p. 208).

Atualmente a humanidade está na era e na sociedade da informação, o que pode ser entendido pelo papel crucial que a conectividade e consequente fluxo de informações desempenham nos serviços (negócios, comunicação, finanças), administração pública (educação, saúde) e questões intelectuais intangíveis (economia baseada no conhecimento). A conectividade de fato, foi predecessora do que se cunhou como “Revolução Industrial 4.0”, o termo utilizado para caracterizar um conjunto de processos tecnológicos ligados a autonomia, eficiência, digitalização e customização de cadeias de valor e ciclos de vida de produtos (KAGEMANN, 2011, sp.). Neste nicho, estão inclusas inovações tecnológicas diversas, que estão sobretudo

relacionadas com à robotização e otimização autônoma de processos, internet das coisas e digitalização de máquinas (MANYKA, 2013, p.07).

Com isso, a revolução 4.0 também pode ser entendida também como ferramenta facilitadora para os debates de cunho social, político, ambiental, ampliando e transformando as oportunidades de mercado com função de modificar a forma de consumir e produzir, e auxiliar os diferentes tipos de público em suas escolhas como consumidor (NORONHA; RODRIGUES; VALENTE, 2018, p. 210). Dos processos e tecnologias digitais derivam ações como compartilhamento de automóveis, escolhas por energias renováveis, brechós online e impressão 3D, que levam a formas mais responsáveis de consumo, alinhadas à maior autonomia dos consumidores sobre suas escolhas em mercados diversos.

No que diz respeito ao aspecto de recuperação e preservação ambiental e sua relação com os novos paradigmas da Indústria 4.0, ainda na ótica de Schwab (2017) são destacadas novas oportunidades para o mundo atingir altos patamares de eficiência energética e uso racional de recursos naturais, de tal forma que seja possível a criação de novos modelos econômicos sustentáveis (LIMA et. al., 2019, p. 79). Nesse contexto são destacados caminhos que podem ajudar a atingir tal objetivo: i) Internet das Coisas (IoT) e ativos inteligentes, que permitirão rastrear materiais e fluxos de energia de tal forma que seja possível novo patamar de eficiência ao longo das cadeias de valor; ii) transparência e democratização da informação, no sentido de conscientizar e empoderar os cidadãos no que diz respeito às suas atitudes frente aos governos e empresas, através da confiabilidade e rastreabilidade trazida pelo *blockchain*, por exemplo, que pode certificar dados de gastos de governo ou de monitoramento de desmatamento de florestas; e por fim, a criação de novos modelos organizacionais e de negócios que possibilitem maneiras inovadoras de criar e compartilhar valor, como na união entre carros auto dirigíveis e economia compartilhada, que podem gerar taxas de utilização de ativos muito maiores que as atuais e consequente redução de emissões de poluentes, ou ainda na substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis e fontes energéticas de baixo carbono, contribuindo para uma economia mais sustentável (LIMA et. al., 2019, p. 83).

Com o crescimento da automação e as novas relações homem/máquina, modificações nos postos de trabalho, conflitos intergeracionais e aumento das desigualdades, as diretrizes das empresas e

governos precisam ser repensadas para adoção de posturas que amparem os seres humanos, o meio ambiente e a economia em posição de equilíbrio, de forma inclusiva e sustentável. Para isso, um diagnóstico bem estruturado e fundamentado sobre a Quarta Revolução Industrial no que diz respeito aos seus impactos sobre dimensões econômica, social e ambiental é fundamental para que tais ações sejam assertivas. Essa autonomia reverbera em diversas possibilidades de escolha de serviços mais customizados, mais engajados em assuntos de caráter tecnológico, social e ambiental (MANYKA, 2013, p. 14), onde as marcas e organizações que cumprem os critérios de desenvolvimento tecnológico e de sustentabilidade passam a conquistar a confiança de seus consumidores.

Podemos citar como exemplo a Nike por meio de um aplicativo nomeado como *Making of Making*, desenvolveu um Índice de Sustentabilidade de Materiais (MSI), que serve como um guia de referência, apresentando os insumos como energia utilizada e consumo de água para a criação de produtos com o objetivo de inspirar empreendedores a escolher materiais mais sustentáveis e que causam menos impacto ao ambiente (NORONHA; RODRIGUES; VALENTE, 2018, p. 210).

Ademais, esse movimento tecnológico impulsionou as empresas de diferentes setores a buscarem um melhor desempenho econômico e sustentável, consolidando práticas nos negócios por meio da tecnologia que buscam o equilíbrio entre a gestão de recursos naturais e a obtenção de lucros para as empresas. Staats e Morais (2020, p. 09) entendem que uma vez que a IA tem sua conceituação relacionada à automação de atividades associadas ao pensamento humano, à tomada de decisões e à resolução de problemas, as atividades da IA são feitas através de algoritmos,¹ que são uma sequência de regras ou operações que, aplicadas a um número de dados, permite solucionar classes semelhantes de problemas.

Com a IA algumas companhias identificaram nichos de mercado e formas para contribuir com a sustentabilidade e um consumo responsável dos recursos naturais. Por exemplo, a empresa Microsoft criou o programa de inteligência artificial chamado *AI for Earth* que fornece recursos computacionais a partir da nuvem para organizações que buscam transformar a forma de gerir os recursos naturais da terra. Essa ferramenta

¹ Um algoritmo é um procedimento que liga um valor ou conjunto de valores, como dados de entrada, a uma solução, que é um valor ou conjunto de valores de saída. Na teoria dos algoritmos, entre os dados de entrada e saída há o método, o procedimento, o algoritmo propriamente dito, que liga os valores iniciais à solução adequada (STAATS; MORAIS, 2020, p. 09).

pode ser utilizada para diagnosticar condições da água, ar e solo capturando dados e informações para o desenvolvimento de soluções mais sustentáveis, tendo como frentes de atuação, a princípio, quatro principais áreas: agricultura, água, biodiversidade e mudanças climáticas (NORONHA; RODRIGUES; VALENTE, 2018, p. 210).

O conceito sustentabilidade é amplo e denota sobretudo uma preocupação internacional em promover o pleno desenvolvimento sustentável dos povos e das comunidades de modo a preservar o meio ambiente equilibrado para as presentes e futuras gerações. Conforme Staats e Morais (2020, p. 13), trata-se do princípio constitucional que determina, com eficácia direta e imediata, a responsabilidade do Estado e da sociedade pela concretização solidária do desenvolvimento material e imaterial, socialmente inclusivo, durável e equânime, ambientalmente limpo, inovador, ético e eficiente, no intuito de assegurar, preferencialmente de modo preventivo e precavido, no presente e no futuro, o direito ao bem-estar. Com isso, objetivando gerar o que podemos entender como efetividade sustentável, já que a efetividade da tutela jurisdicional e a razoável duração do processo, hoje tidos como direito fundamental do cidadão (e que têm íntima relação com o princípio do desenvolvimento sustentável, não aplicável apenas ao direito ambiental) a utilização da Inteligência Artificial no âmbito do poder judiciário brasileiro poderá garantir a celeridade dos andamentos processuais.

De acordo com Bordoni e Tonet (2020, p. 153), para que o Poder Judiciário consiga enfrentar a sobrecarga expressiva de processos resultante dos conflitos da sociedade contemporânea e dar uma resposta proporcional às disputas surgidas dentro desta nova concepção, necessita de inovação. Ou seja, tanto inovações voltadas para a utilização das tecnologias, como também, ao aperfeiçoamento dos gestores e ferramentas do aparato público a fim de prestar uma jurisdição mais célere. Nesse contexto, de acordo com Valle e Gallo (2020, p. 72) a IA se identifica como uma forma de colaboração e governança e se caracteriza pela intencionalidade, no sentido de que o sistema algorítmico não opera de modo passivo e de relativa autonomia para exercer tarefas específicas, e pela adaptabilidade, pois ostenta a capacidade cognitiva de efetuar ajustes à medida que coleta vastíssimas informações.

Mas é necessário considerar que apesar do avanço tecnológico ainda há resistência de certos setores consumidores e algumas indústrias e cadeias de produção. Segundo o Instituto Akatu (2013, p.79), 45%, maior parte das

pessoas que foram questionadas sobre produtos sustentáveis afirmaram que consumir este tipo de produto é mais caro e que seus orçamentos não comportam o gasto. Em concomitância, 42% também afirmaram que consumir de forma mais responsável é consumir menos. Mas soluções para esses vieses também estão brotando (NORONHA; RODRIGUES; VALENTE, 2018, p. 211).

Mas soluções são constantemente desenvolvidas para orientar seus consumidores a comprar de forma mais racional e com melhor custo-benefício, a GoodGuide é uma plataforma que disponibiliza dados e informações a respeito de diversos tipos de produtos, onde é possível acessar, por exemplo, a existência de substâncias tóxicas ou o impacto socioambiental de uma determinada marca, impactando na tomada de decisão do consumidor e estimulando um consumo mais responsável.

Ao passo que surgem oportunidades para criar um elo entre sustentabilidade e tecnologia, também se identifica uma série de desafios fundamentais para o avanço industrial sustentável. Os desafios deste cenário tecnológico incluem entraves na regulação de mercado, custo de tecnologia, capacitação técnica e modelos obsoletos de negócios que impossibilitam o avanço da digitalização nos diferentes setores em que a sustentabilidade permeia. A indústria 4.0 permite às organizações melhor aproveitamento de recursos existentes para a criação de maior valor agregado para a oferta de produtos e serviços ao consumidor, o que é ligado à ideia de sustentabilidade.

Todavia, podemos concluir que a experiência histórica nos mostra que o mero avanço tecnológico não é por si causa de desenvolvimento de soluções sustentáveis, essas soluções nascem efetivamente a partir da consciência do consumidor a fim de criação de demanda junto ao mercado produtor por tais soluções. A oferta de soluções sustentáveis é sim cada vez mais possível e pode ser infinitamente beneficiada por uma correlação positiva com as chamadas tecnologias da revolução 4.0, basta a efetiva consciência dos erros do passado e a produção de um presente (futuro do passado) sem ignorá-los e/ou repeti-los.

5. Regulação e perspectivas legais

Costumeiro pensarmos que o direito produz respostas para fatos ou fenômenos já existentes, dependendo assim dos acontecimentos para produzir a devida regulação legal em seu espaço geográfico. Entretanto, no

que tange à presente temática vale ressaltarmos que para que normativas possam vir a existir, é preciso se entender a Sustentabilidade como uma pauta axiológica reconhecida e valorizada em escala global. Hoje não é mais um desafio exclusivo para a Ciência Jurídica a criação e a sistematização de normas capazes de limitar os novos poderes transnacionais não alcançados pelo direito estatal (CRUZ; FERRER, 2015, p. 250).

Cruz e Ferrer (2015, p. 250-251) entendem que na contemporaneidade não é mais suficiente somente o desenvolvimento de teorias jurídicas complexas e sofisticadas em relação a temas e institutos setoriais do fenômeno da convivência humana. E eles exemplificam: é de duvidosa utilidade, por exemplo, compreender tecnicamente o significado do direito de propriedade se este valor não é entendido e relacionado com as suas múltiplas manifestações e inúmeras relações que desencadeia, das rotas de colisão, parcial concordância e plena harmonização com outros institutos jurídicos, inclusive nas suas repercussões econômicas, culturais e tecnológicas.

Embora os benefícios sejam evidentes, e esse futuro se apresente promissor, deve-se ter cautela para enfrentar os desafios das novas tecnologias, valendo-se do senso crítico para prevenir e evitar seus possíveis efeitos indesejados (FORNASIER; ROGERIO, 2015, p. 429). Com isso, os atuais cenários transnacionais nos trazem à tona a necessidade da emergência e da consolidação de um novo paradigma do Direito que deve ser mais dúctil e operacionalmente adequado para a produção dialética e democrática de um repertório de argumentos mais densos e legítimos no atual contexto de complexidade; e nessa perspectiva a Sustentabilidade emerge, naturalmente, como grande potencial axiológico para ser aplicada e reconhecida na centralidade desta nova ordem jurídica altamente complexa, plural e transnacional (CRUZ; FERRER, 2015, p. 251). Logo, necessita-se de novas estratégias de governança transnacional ambiental para que seja possível a construção de um compromisso solidário e global em prol do ambiente para assegurar, inclusive de maneira preventiva, a melhoria contínua das relações entre os seres humanos e a natureza.

Fornasier (2014, p. 114) constata que em razão da complexificação social decorrente do desenvolvimento tecnológico, científico e econômico, surgem novos ramos específicos no interior do sistema do Direito – e, quando se observa especificamente esta seara, nota-se que, não obstante a importância de outros ramos, o Direito Ambiental e o Direito do Consumidor

são especialmente imbricados na problemática dos riscos – como por exemplo no que tange os riscos nanotecnológicos.

O princípio da precaução aplicado a tais casos é observável em diversos diplomas normativos da ordem jurídica brasileira (Constituição Federal, Código Civil, Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, etc.), cabendo principalmente aos tribunais a fundamentação de suas decisões (operações) no referido princípio, eis que são os centros detentores do privilégio de manipular o código do sistema (FORNASIER, 2014, p. 109-110).

Nesta sistemática, não seria necessário, por exemplo, sancionar uma nova lei concernente à matéria do risco nanotecnológico, pelas seguintes razões: a) em primeiro lugar, não é a lei o fundamento do Direito, mas sim as próprias observações do sistema; b) sendo tão grande a importância atribuída à lei na tradição relativa à ordem jurídica brasileira, já se pode apontar, em diversos textos, a presença de parâmetros normativos (substratos dogmáticos, portanto) para a disciplina do risco nanotecnológico.

Há um alerta sobre os riscos no que tange especialmente a Inteligência Artificial, e dentro de sua gama de atuações robótica (e seus progressos) estão inclusas, e com isso, as suas incertezas e preocupação são muitas. Conforme Cruz e Ferrer (2015, p. 269) os biólogos não consideram os vírus como seres vivos porque eles não têm a capacidade de se reproduzir sem intervenção de células alheias, pois o que separa o que tem vida do que não tem é, precisamente, a sua capacidade de autorreprodução.

Nesse sentido podemos questionar: um robô, ou um microrrobô, ou um nanorobô, dotado de autopoiese (nota de rodapé), deveria ser considerado um ser vivo? A questão apresenta desafios éticos, intelectuais e jurídicos extraordinários, porque se, além de tudo, está dotado de inteligência e vontade e provoca danos, como se deve reagir? Deveria ser processado antes de ser condenado, se for o caso de condená-lo? Qual Direito resultará aplicável? O de propriedade? Diante de um ser vivo, inteligente e com vontade, tal como se reagia em sistemas escravistas? (CRUZ; FERRER, 2015, p. 269).

O Direito Ambiental, nesse sentido, deve ser antropocêntrico ou biocêntrico – algo que alguns entendem superados, mas que são intermitentes, pois o Direito, produto tipicamente humano, respeita, e até defende, a vida de outros seres na medida em que resulta útil, conveniente ou simplesmente inócua para o homem, mas permite ou estimula acabar

com ela se entender que o prejudica. Após afirmar que acredita que chegou a hora de abrir o debate sobre os riscos da IA, acrescenta-se uma pergunta fulcral: o que se quer é que sejam os governos os que controlem estas criaturas ou vai se deixar nas mãos de companhias privadas?

Ao recurso à *soft law*, notadamente as medidas voluntárias de autorregulação e metarregulação, podem trazer benefícios, quando concebidas e aplicadas para serem complementares às normas estatais cogentes que protegem direitos básicos dos cidadãos e consumidores, no sentido de: a) provocar o cumprimento de obrigações, para além das impostas pela legislação existente; b) originar e difundir informação; c) estimular comportamentos preventivos (gestão dos riscos) entre atores privados (ENGLEMANN, 2013, p. 125).

No entanto, as questões que envolvem os riscos e as suas diferenciações do perigo são fundamentais, pois elas repercutirão nas formulações regulatórias o risco poderá ser vislumbrado como uma consequência incerta relacionada a algum evento ou atividade a partir de valores humanos. Assim, o risco apresenta uma dimensão social, envolvendo também a sua percepção pública e os níveis que o ser humano está disposto a correr talvez aqui esteja um ponto fundamental para a antecipação de eventuais riscos envolvendo as nanotecnologias, a partir de três componentes: avaliação do risco, gestão do risco e a comunicação do risco (ENGLEMANN, 2013, p. 117).

Temos também outra discussão central: como vamos lidar com a Inteligência Artificial e os produtos dela derivados no que tange a busca pela sustentabilidade global e qual o papel do Direito nessa sistemática. Além disso, há outra frente de preocupação: o Google dispõe da maior quantidade de informação que possa ser imaginada e recentemente comprou, por 400 milhões de dólares, a empresa DeepMind, que se transformou em seu próprio e ativo projeto de IA. É possível imaginar os resultados desta combinação? Informação plena e global e inteligência superior. E tudo isso sem os limites éticos, físicos e jurídicos. Os mesmos a que estão submetidos os pobres seres humanos comuns.

A transferência de fábricas e complexos industriais para países do terceiro mundo na busca de salários baixos e reduzidas, quando não nulas, exigências ambientais é uma prática habitual de empresas e corporações de países desenvolvidos, existindo inclusive um índice para

se escolher os melhores países para os quais devem se transferir. Esse fenômeno, próprio da globalização, tem defensores e detratores, mas o fato é que não se pode permitir que empresas que usam tecnologia “suja” se transladem a países pouco exigentes. É inadmissível que processos industriais baseados em tecnologias que já não são aceitas nos locais de origem, como foi o caso da fábrica de Union Carbide em Bhopal, onde aconteceu a conhecida catástrofe, apenas atravessem uma fronteira (CRUZ; FERRER, 2015, p. 272).

Nessa mesma lógica, ainda temos que a utilização de diversos mecanismos que são integrados à lógica das cidades inteligentes requer necessariamente o tratamento de dados biométricos - que por sua vez são considerados dados sensíveis, cujo manuseio tem capacidade de servir como meio discriminatório com grupos vulneráveis da sociedade, pois podem parodiar padrões sociais discriminatórios e não há comprovação de que são totalmente eficazes (MONTEIRO, 2021, sp.).

As bases normativas da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) não impedem o uso dessas informações sensíveis pelo setor público ou privado, na verdade é o oposto, tendo em vista que o Estado poderá inclusive realizar o tratamento de dados biométricos sem o consentimento de seu titular para fins de proteção da vida dos cidadãos ou para o exercício de políticas públicas, por exemplo (MONTEIRO, 2021, sp.). São questões a serem pensadas, e possíveis soluções só o futuro será capaz de nos dizer, tendo em vista que a LGPD se trata de uma legislação recente no país.

Conforme relatam Carli e Ribas (2021, p. 135), no Brasil, gradual e continuamente, as legislações que versam sobre a temática e hoje integram o que podemos entender como “Política Nacional do Meio Ambiente” foram sendo elaboradas, com órgãos de controle em nível nacional, regionais e locais, responsáveis pela execução de programas e projetos relativos à proteção da qualidade ambiental e pela gestão ambiental.

A proteção ao meio ambiente obteve inclusão a nível constitucional a partir de 1988, um a vez que teve um capítulo da Constituição Federal de 1988 dedicada a si; uma vez que, o constituinte originário teve a preocupação de tutelar os bens ambientais, tendo em vista a necessidade de construção de uma sociedade sustentável (CARLI; RIBAS, 2021, p. 135).

Com isto, emerge como possibilidade instrumental de decisão o já consagrado princípio da precaução, o qual pode se ocupar pragmaticamente

de diversas questões concernentes aos possíveis riscos decorrentes de atividades cujos resultados ainda não seriam totalmente conhecidos pelo sistema da Ciência (FORNASIER, 2014, p. 114).

Devemos nos debruçar sobre uma questão importante: o princípio da precaução não pode vir a ser entendido como um princípio obliterador de toda atividade produtiva relacionada às nanotecnologias. Riscos se fazem presentes em toda decisão, sobre qualquer ponto da vida (FORNASIER, 2014, p. 110). Sendo assim, é importante salientar não apenas a possibilidade de sua utilização como parâmetro jurídico decisório, mas também – e fundamentalmente – para sua invocação quando da necessidade de decisão pelo sistema, não podendo ser converter semanticamente na proibição do arriscado.

Verifica-se que a escassez de debate público em torno de questões de gestão dos riscos, consequências ambientais, desinformação sobre as consequências advindas dos ramos das tecnologias e questões de consumo; e além disso, a adoção de políticas públicas no Brasil referentes à aplicação da tecnologia nano em todas as áreas é de suma importância, com destaque para aquelas que envolvem diretamente a saúde humana como a de alimentos e a do meio ambiente (FORNASIER; ROGERIO, 2015, p. 429).

6. Conclusões

Este artigo estudou como as novas tecnologias podem atuar de forma participativa no que tange os objetivos e as dimensões da sustentabilidade mesmo em meio aos seus riscos inerentes. Em relação ao primeiro objetivo específico conclui-se que a sustentabilidade é um conceito com uma amplitude de significados, mas que de forma geral pode ser traduzida como a busca por um processo ao qual se tenta construir uma sociedade global capaz de se perpetuar no tempo em condições que garantam a dignidade humana e da sociedade em aspirar um futuro coexistindo de maneira equilibrada entre si e em harmonia com o meio ambiente.

Quanto ao segundo objetivo específico conclui-se que a humanidade está imersa em uma sociedade resultante da quarta revolução industrial, caracterizada pela conversão de tecnologias disruptivas que impulsionam cada vez mais a indústria 4.0. E os próprios fundamentos dessa nova lógica social fazem surgir o que podemos entender como “Sociedade de Risco” onde constantemente a autoconfrontação se coloca como base da

modernização reflexiva – que, por sua vez, traduz a relação do homem com seus efeitos e riscos.

Atinente ao terceiro objetivo específico, conclui-se que são inúmeras as maneiras pelas quais as tecnologias (dentre elas, a Inteligência Artificial) estão inseridas no cotidiano, e podem igualmente servirem para fins sustentáveis mesmo em meio aos riscos que elas representam. A utilização de nanotecnologias, robôs, a implantação de *smart cities*, de IA no Judiciário e a melhoria em sistemas de irrigação e agricultura foram exemplos escolhidos dentre inúmeros possíveis. Com isso, tais exemplos têm forte potencial para contribuir positivamente nas esferas econômica, social e ambiental, e que a evolução da própria sociedade historicamente dependeu ao ato de se atentar a novas tecnologias presentes em sua época.

Quanto ao quarto objetivo específico, conclui-se que em que pese existam lacunas legislativas em inúmeros casos e inexistam legislações específicas para outros, legislações já existentes podem ser utilizadas de forma análoga tendo por base, reconhecer a sustentabilidade (e a busca por ela) como fator central na ordem jurídica, cada vez mais globalizada, plural e complexa. Para tanto, são necessários não somente mais debates jurídicos e acadêmicos, mas também de diálogos transnacionais de novas formas de governança ambiental para fins de configurar compromissos globais pautados na solidariedade na mensuração de riscos. Com isso, também, buscar alternativas conjuntas de prevenção e melhoramento na relação entre o humano, a tecnologia e o ambiente que os cerca.

Com isso, a hipótese preliminar elencada foi confirmada, pois em que pese o risco exista – e sempre existiu ao longo da história em detrimento da evolução – as possibilidades trazidas por tais tecnologias são positivamente promissoras conforme demonstradas. É importante entendermos que, do atual momento evolutivo que nos encontramos, é quase impossível retrocedermos; ou seja, as tecnologias já fazem parte de nosso cotidiano e a sociedade já se encontra dependente destas. Logo, um uso consciente e respaldado legalmente faz-se necessário bem como, um diálogo transnacional.

Referências

ABDALA et al. Como as cidades inteligentes contribuem para o desenvolvimento sustentáveis? Uma revisão sistemática da literatura. **International Journal of Knowledge of Engineer and Management**, Florianópolis, 2014, v. 3, n.5, p. 98-120. Disponível em: http://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2016/06/Cidades-Inteligentes_Lucas.pdf. Acesso em: 20 jan. 2022.

AKATU, Pesquisa. **Rumo à Sociedade do Bem-Estar: Assimilação e Perspectivas do Consumo Consciente no Brasil—Percepção da Responsabilidade Social Empresarial pelo Consumidor Brasileiro**. Textos de Aron Belinky e Helio Mattar. São Paulo: Instituto Akatu, 2013. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08a46e5274a27b20004f9/60956_Sumario_Peswuisaakatu.pdf. Acesso em: 13 jan. 2022.

AQUINO, Sérgio Ricardo Fernandes de. **(Contra o) eclipse da esperança**: escritos sobre a(s) assimetria (s) entre direito e sustentabilidade. Itajaí: UNIVALI, 2017.

BARBOSA, Alexandre; COSTA, Janaína; PONTES, Ricardo. Cidades Inteligentes no contexto da quarta revolução industrial. IN: CZYMMECK, Anja (org.). **A Quarta Revolução Industrial: Inovações e Desafios**,. Cadernos Adenauer, ano XX1. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, abril 2020.

BARBOSA, P. R. A. Índice de sustentabilidade empresarial da bolsa de valores de São Paulo (ISE-BOVESPA): exame da adequação como referência para aperfeiçoamento da gestão sustentável das empresas e para formação de carteiras de investimento orientadas por princípios de sustentabilidade corporativa. **Dissertação (Mestrado em Administração)** – Universidade Federal do Rio de Janeiro—UFRJ, Instituto COPPEAD de Administração. 2007. Disponível em: <https://www.coppead.ufrj.br/publicacao/indice-de-sustentabilidade-empresarial-da-bolsa-de-valores-de-sao-paulo-ise-bovespa-exame-de-sua-adequacao-como-referencia-para-aperfeiçoamento-da-gestao-sustentavel-das-empresas-e-para-a-formacao-de/>. Acesso em: 12 jan. 2022.

BAUM, Daniela Fabiana Thiesen; HUPFFER, Haide Maria; FIGUEIREDO, João Alcione Sganderla. **Modernização reflexiva e as perspectivas das decisões ambientais no futuro**. Revista Direito Ambiental e Sociedade, v. 6, n. 2, 2016.

BECK, Ulrich. A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva. In: GIDDENS, Anthony, BECK, Ulrich, LASH, Scott. **Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna**. São Paulo: Unesp, 1997, 11 -71.

BECK, Ulrich. **La Sociedad del Riesgo**. Segunda Edición. Trad. Jesús Alborés Rey. Madrid: Siglo XXI, 2006.

BECK, Ulrich. **Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2011.

BORDONI, Jovina d'Avila; TONET, Luciano. INOVAÇÃO E TECNOLOGIA NO JUDICIÁRIO. **THEMIS: Revista da Esmec**, v. 18, n. 2, p. 151-170, 2021. Disponível em: <http://revistathemis.tjce.jus.br/index.php/THEMIS/article/view/792>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CARLI, Franco Guerino de; RIBAS, Lídia Maria. Smart Cities: extrafiscalidade como indutora do desenvolvimento de cidades inteligentes. **INTERAÇÕES**, Campo Grande, MS, v. 22, n. 1, 2021, p. 131-150. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v22i1.2794>.

CRN. Center for Responsibility Nanotechnology. **Dangers of Molecular Manufacturing**, 2008. Disponível em: <http://crnano.org/dangers.htm> Acesso em: 23 de jan. 2021.

CRUZ, Paulo Márcio. O princípio republicano: aportes para um entendimento sobre o interesse da maioria. **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito (RECHTD)**, vol 1, n. 01, 2009, p. 87-96.

CRUZ, Paulo Márcio; FERRER, Gabriel Real. Direito, Sustentabilidade e a Premissa Tecnológica como Ampliação de seus Fundamentos. **Sequência**, n. 71, 2015, p. 239-278. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2177-7055.2015v36n71p239>.

CRUZ, Paulo Márcio; GLASENAPP, Maikon; REAL FERRER, Gabriel. Sustentabilidade: um novo paradigma para o direito. **Novos Estudos Jurídicos**, v. 19, n. 4, p. 1433-1464. 2014. DOI: 10.14210/nej.v19n4. p1433-1464.

CURY, Mauro José Ferreira; MARQUES, Josiel Alan Leite Fernandes. A cidade inteligente: uma reterritorialização. **Revista REDES**, vol. 22, 2017, p. 102-116. DOI: 10.17058/redes.v22i1.8476.

CZYMMECK, Anja. **A Quarta Revolução Industrial: Inovações e Desafios**. Cadernos Adenauer, ano XX1. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, abril 2020.

DEMO, Pedro. Marginalização Digital: Digital Divide. **Boletim Técnico do Senac**, v. 33, n. 22, p. 5-19, 2007. Disponível em: <https://bts.senac.br/bts/article/view/295>. Acesso em: 01 jul. 2022.

ENGELMANN, Wilson. As nanotecnologias e os novos direitos: a (necessária) revisão da estrutura das fontes do Direito. In: **Anuario de Derecho Constitucional Latinoamericano**. Año XVII. Montedivéo, 2011, p.383-396.

ENGELMANN, Wilson; ALDROVANDI, Andrea; BERGER FILHO, Airton Guilherme. Perspectivas para a regulação das nanotecnologias aplicadas a alimentos e biocombustíveis. **Vigilância Sanitária em Debate**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 4, p. 115-127, 2013. DOI: 10.3395/vd.v1i4.69pt

FORNASIER, Mateus de Oliveira. Princípio da precaução e nanotecnologias: uma abordagem sistêmica autopoietica. **Revista de Direitos Fundamentais e Democracia**, Curitiba: v. 16, n. 16, p. 95-115, 2014.

FORNASIER, Mateus de Oliveira; ROGERIO, Marcele Scapin. Inovação Nanotecnológica: criação, transformação e possíveis efeitos sobre o meio ambiente e o ser humano. **LIINC em Revista**, vol. 11, nº 02, 2015, p. 418-432. DOI: <http://dx.doi.org/10.18617/liinc.v11i2.794>.

FREITAS, Ana Virgínia Porto de. **Pandemia, Responsabilidade civil e direito à saúde do trabalhador de plataformas digitais**: uma reflexão a partir da concepção de irresponsabilidade organizada na teoria da Sociedade do Risco. *Revista do Direito do Trabalho e Meio Ambiente do Trabalho*, v. 6, n. 2, p. 96-115, 2020.

FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. Belo Horizonte: Fórum, 2019.

GIDDENS, Anthony. **Mundo em descontrole**. Tradução Maria Luiza X. de A. Borges - 6ª Ed. - Rio de Janeiro: Record, 2007.

GINGRAS, Yves. **Éloge de l'homo techno-logicus**. Coleção Les grandes conférences Fides: Montréal, 2005.

GHOBAKHLOO, Morteza. Industry 4.0, digitization, and the opportunities for sustainability. **Journal of Cleener Production**, v. 252, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>.

GUIVANT, Julia. **A trajetória das análises de risco**: da periferia ao centro da teoria social. *Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais*, v. 46, n. 2, p. 3-37, 1998.

KAGERMANN, H.; LUKAS, W.; WAHLSTER, W.: **Industrie 4.0 - Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution**. In: *VDINachrichten*, Issue 13, 2011. Disponível em: <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/produktion/industrie-40-mit-internet-dinge-weg-4-industriellen-revolution/> . Acesso em: 10 jan. 2022.

KAHN, Sameen; TOMAR, Sarika; FATIMA, Maryam; ZHAN, Mohd Zaheen. Impact of artificial intelligent and industry 4.0 based products on consumer behaviour characteristics: A meta-analysis-based review. **Sustainable Operations and Computers**, v. 3, p. 218-225, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.009>.

KOMNINOS, Nicos. Cidades Inteligentes: Sistemas de Inovação e Tecnologias da Informação ao serviço do Desenvolvimento das Cidades. **Unidade de Pesquisas URENIO, 2008.** Disponível em: <https://www.urenio.org/wp-content/uploads/2008/11/cidades-inteligentes.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2022.

KITCHIN, Rob. The Realtimeness of Smart Cities. **TECNOSCIENZA: Italian Journal of Science & Technology Studies**, 2017, p. 19-41. Disponível em: <http://www.kitchin.org/wp-content/uploads/2019/04/tecnoscienza-2017.pdf>. Acesso em 20 jan. 2022.

LAMB, Luís C. O Futuro do Trabalho Pós-Pandemia de COVID-19: Reflexões sobre os Impactos da Inteligência Artificial, Ciência e Educação. **Métricas USP**, 2020. Disponível em: [MétricasUSP-final09Jul2020-LAMB.LC_.pdf](#). Acesso em: 04 jan. 2022.

LIMA et. al. A quarta revolução industrial sob o tripé da sustentabilidade. **SEMIOSES: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, vol. 13, nº 03, 2019, p. 76-86. DOI: <https://doi.org/10.15202/1981996x.2019v13n3p76-86>.

LOURENÇO, Mariane Lemos; CARVALHO, Denise. Sustentabilidade social e desenvolvimento sustentável. **RACE-Unoesc**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 9-38, 2013. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5160837>. Acesso em: 20 jun. 2022.

LOURENÇO, Nelson. Sociedade global, risco e segurança. **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito (RECHTD)**, v. 11, n. 2, p. 211-219, 2019.

MAGALHÃES, Regina; VENDRAMINI, Annelise. Os impactos da quarta revolução industrial. **GVEXECUTIVO**, v. 17, n. 1, 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/26904/74093-153852-1-PB.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

MANYIKA, James, et al. Disruptive technologies: **Advances that will transform life, business, and the global economy**. San Francisco, CA: McKinsey Global Institute, 2013.

MARIOTTI, Humberto. **Complexidade e sustentabilidade: o que se pode e o que não se pode fazer**. Barueri: GEN, 2013.

MONTEIRO, Guilherme Ornelas. Instrumentos de reconhecimento facial e os contornos da lei geral de proteção de dados ante a privacidade nas cidades (in)inteligentes. **Revista Direito e Atualidades**, vol. 01, mar. 2021.

NORONHA, Matheus Eurico Soares; RODRIGUES, José Carlos; VALENTE, Lucas Luiz Fernandes. Sustentabilidade 4.0. IN: MELLO, PC. **O Dogmático mercado de arte: uma crítica contemporânea em desenvolvimento**. Congresso Internacional em Arte, Novas Tecnologias e Comunicação– CIANTEC. Clube Hebraica, SP, 2018. Disponível em: <https://www.ciantec.net/books/CIANTEC2018.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2022.

PAVANELLO, Eliane. Sustentabilidade ambiental e o direito de bem-estar. In: SOUZA, Maria Cláudia; ARMADA, Charles Alexandre. **Sustentabilidade: um olhar multidimensional e contemporâneo**. Itajaí: Univali, 2018. p. 43-60. Disponível em: <https://www.univali.br/vida-no-campus/editora-univali/e-books/Documents/ecjs/E-book%202018%20SUSTENTABILIDADE%20UM%20OLHAR%20MULTIDIMENSIONAL%20E%20CONTEMPOR%C3%82NEO.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2022.

PINTO, Celciane Malcher. A SOCIEDADE DE RISCO NA VISÃO DE ULRICH BECK E SUAS CONEXÕES COM O DIREITO E MEIO AMBIENTE. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, vol. 07, n° 01, 2021, p. 73-91. DOI: <http://dx.doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2525-9687/2021.v7i1.7721>.

REAL FERRER, Gabriel. La Construcción del Derecho Ambiental. **Revista Aranzadi de Derecho Ambiental**, n. 01, 2002, p. 73-93.

RIEDNER, Lilian Navrotzki; RIBEIRO, Ivano; BRANDALISE, Loreni Tersinha; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. Dimensão social da sustentabilidade: uma análise a partir de propriedades produtoras de mandioca. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 14, n. 3, p. 396-425, 2018.

RIZZON, Fernanda; BERTELLI, Janine; MATTE, Juliana; GRAEBIN, Janaina Macke. SMART CITY: UM CONCEITO EM CONSTRUÇÃO. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, São Paulo, vol 7, nº 3, 2017, p. 123-142. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/d444/4909a111b740e772b59f380a3809ba6006d1.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SOUSA, Rebecca Maria Nogueira; COSTA, Rodrigo Vieira. Direito autoral e Inteligência Artificial: uma análise acerca da tutela jurídica brasileira em composições musicais. **Âmbito Jurídico**, 2020. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-civil/direito-autoral-e-inteligencia-artificial-uma-analise-acerca-da-tutela-juridica-brasileira-em-composicoes-musicais/>. Acesso em: 22 mar. 2021.

STAATS, Sabrina; MORAIS, Fausto Santos. A UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PODER JUDICIÁRIO BRASILEIRO COMO EXERCÍCIO DE SUSTENTABILIDADE. **Revista Ilustração**, 2020, p. 07-18. DOI: <https://doi.org/10.46550/ilustracao.v1i2.15>.

TRINDADE, Evelin Priscila; HINNIG, Marcus Phoebe Farias; COSTA, Eduardo Moreira da; MARQUES, Jamile Sabatini; BASTOS, Rogério Cid; YIGITCANLAR, Tan. Sustainable development of smart cities: a systematic review of the literature. **J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.** v. 3, n. 33, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40852-017-0063-2>.

VALLE, Vivian Cristina Lima López; GALLO, William Ivan. Inteligência artificial e capacidades regulatórias do Estado no ambiente da administração pública digital. **Revista de Direito Administrativo e Constitucional**, ano 20, n. 82, 2020, p. 67-86. DOI: 10.21056/aec.v20i82.1396.

VALLENCE, Suzanne; PERKINS, Harvey; DIXON, Jennifer. What is social sustainability? A clarification of concepts. **Geoforum**, [s.l.], v. 42, n. 3, p. 342-348, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2011.01.002>.

VIEIRA, José. **A morte e o caminho para o belo**: uma reflexão em torno d'As intermitências. José Saramago e os Desafios do Nosso Tempo, p. 135-148, 2021.

WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flavia Luciane. Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de Porto Alegre. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), 2015, p. 310-324. DOI: 10.1590/2175-3369.007.003.AO01 ISSN 2175-3369.