

BIG DATA DA ÁGUA: TECNOLOGIA E INFORMAÇÃO NA PROTEÇÃO E EFETIVAÇÃO DO DIREITO FUNDAMENTAL DE ACESSO À ÁGUA POTÁVEL

BIG DATA FROM WATER: TECHNOLOGY AND INFORMATION IN THE PROTECTION AND EFFECTIVENESS OF THE FUNDAMENTAL RIGHT OF ACCESS TO DRINKING WATER

Deise Marcelino da Silva¹

Professora do Programa de Mestrado Profissional em Direito, Sociedade e Tecnologias da Escola de Direito (Faculdades Londrina, Londrina/PR, Brasil)

Maria Luiza Machado Granziera²

Professora associada do Programa de Mestrado e Doutorado em Direito Ambiental (UNISANTOS, Santos/SP, Brasil)

ÁREA(S): direito constitucional; direito ambiental; tecnologia ambiental.

RESUMO: O texto tem como objetivo estudar, a partir do Direito brasileiro, o *big data* da água como instrumento tecnológico importante para a proteção e efetivação do direito fundamental de

acesso à água potável. O problema da pesquisa circunda a precariedade de saneamento básico e o reconhecimento do direito de acesso à água potável. O estudo afirma que, embora esse direito não esteja expresso na Constituição brasileira, o aparato institucional

¹ Doutora em Direito Ambiental Internacional pela UNISANTOS (2017). Professora do Programa de Mestrado Profissional em Direito, Sociedade e Tecnologias da Escola de Direito das Faculdades Londrina/PR. *E-mail:* deise.marcelino@hotmail.com. Currículo: <http://lattes.cnpq.br/2466797631971309>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7938-0813>.

² Professora associada do Programa de Mestrado e Doutorado em Direito Ambiental da Universidade Católica de Santos-UNISANTOS. Graduada em Direito pela Universidade de São Paulo (1980), Mestrado em Direito Internacional pela Universidade de São Paulo (1988) e Doutorado em Direito (Departamento de Direito Econômico e Financeiro) pela Universidade de São Paulo (2000). É especialista em Direito Administrativo e Ambiental com ênfase em Direito de Águas, atuando principalmente em recursos hídricos, meio ambiente, saneamento, contratos públicos, concessões e licitações. *E-mail:* marialuiza.granziera@gmail.com. Currículo: <http://lattes.cnpq.br/8528042411984286>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7954-1747>.

vigente é suficiente para garanti-lo, pois pertence à categoria dos direitos fundamentais. Dessa forma, a ação do poder público e dos particulares vincula-se a esse direito, frente aos usos múltiplos da água. Adotou-se o método hipotético-dedutivo, com o uso de fontes bibliográficas e documentais. Com vistas ao desenvolvimento sustentável, conclui-se que as tecnologias (*big data*) contribuem para solucionar os problemas ambientais e evitar os riscos que ameaçam a proteção da água potável.

ABSTRACT: *The purpose of this research is to study, based on Brazilian law, the big data of water as an important technological instrument for the protection and realization of the fundamental right of access to drinking water. The problem presented in this research surrounds the precariousness in basic sanitation facilities and the recognition of the right to access potable water. This study claims that, although this right is not present in Brazilian Constitution, the current institutional procedures are enough to its guarantee, because it belongs to the fundamental rights categories. Based on that, the actions of the public authorities and the private ones are connected to this right faced to the multiple water usages. It was applied the hypothetical-deductive method based on the bibliography and documental materials. Based on sustainable development, it is concluded that the technologies contribute to solving environmental problems and avoiding risks that menace the protection from potable water.*

PALAVRAS-CHAVE: direito fundamental de acesso à água potável; efetivação; tecnologias ambientais.

KEYWORDS: *fundamental rights to access potable water; effectiveness; environmental technologies.*

SUMÁRIO: Introdução; 1 Crise hídrica e o direito fundamental de acesso à água potável: para além dos 12% das reservas brasileiras; 2 Saneamento básico no Brasil: o novo regime jurídico; 3 *Big data* da água como instrumento tecnológico de proteção e efetivação do direito de acesso à água potável; Conclusões articuladas; Referências.

SUMMARY: *Introduction; 1 Water crisis and the fundamental right to access to potable water: beyond the 12% of Brazilian reserve; 2 Basic sanitation facilities in Brazil: the new legal regime; 3 Big data from water as a technology instrument of protection and effectiveness of fundamental rights to access potable water; Articulated conclusions; References.*

INTRODUÇÃO

O Direito e as tecnologias são áreas dinâmicas do conhecimento, posto que oferecem respostas aos anseios sociais que surgem em momentos de transformações. Pode-se afirmar que o desenvolvimento da humanidade decorre dos avanços das tecnologias; dessa forma, o Direito busca acompanhar o desenvolvimento tecnológico, com vistas a regular os novos conhecimentos, o que é sempre um desafio. Isso posto, no texto, compreendem-se as tecnologias disponíveis como instrumentos que podem evitar ou minimizar os riscos que ameaçam a proteção do ambiente e da água potável.

Este artigo tem por objetivo estudar o *big data* da água, na perspectiva da proteção e efetivação do direito fundamental de acesso à água potável. Considera-se que os avanços tecnológicos devem ser utilizados na tutela desse direito, que é essencial à existência humana e à própria vida no Planeta.

Partindo da premissa de que o acesso à água e ao esgotamento sanitário são direitos fundamentais, o passo seguinte é verificar como o Direito brasileiro aborda essa questão. Nessa perspectiva, a pesquisa parte do reconhecimento do acesso à água potável como um direito fundamental, bem como do contexto de precariedade de saneamento básico no Brasil. Defende-se que as tecnologias contribuem para melhorar a gestão e a proteção da água e do saneamento básico sob o paradigma da sustentabilidade e da aplicabilidade dos direitos fundamentais.

A relevância do estudo consiste em considerar os produtos tecnológicos e as técnicas inovadoras como aparatos necessários ao enfrentamento das situações de crise da água potável impedindo o direito fundamental de acesso ao recurso. Aponta-se para o fato de que o estresse hídrico e a precariedade do saneamento básico no País contribuem para a poluição ambiental, a exclusão social e o não desenvolvimento humano. Parte-se da premissa de que as tecnologias são de grande valia para realizar a gestão dos recursos hídricos e melhorar, ainda que indiretamente, a qualidade dos serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário e, assim, promover o direito fundamental de acesso à água potável e ao esgotamento sanitário.

Adotou-se o método hipotético-dedutivo, com a utilização de textos normativos brasileiros e do direito internacional, bem como de livros brasileiros e estrangeiros e revistas científicas.

Para a construção desse pensamento, o texto foi dividido em três partes. No primeiro momento, tratou-se da importância da água e a crise hídrica. Na mesma seção, abordou-se o direito humano à água como fundamento para as ações necessárias à melhoria na gestão dos recursos hídricos, incluindo o uso da tecnologia e dos sistemas de informação. Nesse sentido, as tecnologias podem funcionar como verdadeiros instrumentos de avanço na concretude do direito à água e ao esgotamento sanitário.

A doutrina, atenta à construção histórica dos direitos fundamentais, à sua evolução e às carências que fazem surgir essa categoria de direitos, compreende o acesso à água potável como um direito de sexta dimensão dos direitos fundamentais. A sexta dimensão, consubstanciada no direito de acesso à água potável, nasceu das situações de crise da água e foi sendo positivada nas constituições mais recentes, independentemente da previsão do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Em seguida, abordou-se a situação do saneamento básico. Nesta seção, foram utilizados microdados gerados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, instituídas pela Lei nº 11.445/2007, e alterada pela Lei nº 14.026/2020, abarcam a tecnologia como fator de efetividade dos serviços. Registrou-se, nessa parte, que o acesso à água potável e ao esgotamento sanitário são fatores de inclusão social, cabendo ainda um longo caminho a percorrer nesse sentido.

Na terceira parte, procurou-se analisar o aparato tecnológico usado na proteção dos recursos hídricos, considerando-os um importante instrumento para a efetivação do direito fundamental de acesso à água potável.

Nesta seção, a questão que se impõe está na pergunta: como os produtos tecnológicos podem contribuir para a efetividade do direito fundamental à água potável? Portanto, tratou-se, a partir do conceito de tecnologia, do *big data* da água como um instrumento imprescindível para reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil em atenção ao comando legal previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos.

Tecnologias como o *big data* da água, técnicas de sensoriamento remoto, inteligência artificial na interpretação dos indicadores de avaliação da água, nanotecnologia de despoluição da água superficial e subterrânea, além de tecnologias de projeções climáticas, são exemplos de instrumentos de

enfrentamento da poluição dos corpos hídricos. Nesse contexto, esta pesquisa se dedica ao estudo do que se chamou aqui de *big data* da água. Não se despreza, contudo, que o potencial disruptivo da tecnologia do *big data* é maior, devido à possibilidade de sua combinação com outras tecnologias.

O *big data* da água compõe um dos valiosos instrumentos tecnológicos necessários à 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 (informação) sobre as águas superficiais e subterrâneas que podem apoiar a tomada de importantes decisões e reverberar na garantia do direito fundamental de acesso à água potável.

Ressaltou-se, por fim, que os documentos jurídicos internacionais sobre meio ambiente (resultados das Conferências Internacionais) reconhecem as tecnologias como um recurso de contribuição ao desenvolvimento econômico e social, devendo utilizá-las para combater os riscos que ameaçam o meio ambiente e o bem-estar das pessoas³. Nesse sentido, pretendeu-se contribuir para a reflexão sobre o papel das tecnologias ambientais para proteger e efetivar o direito humano fundamental de acesso à água potável.

1 CRISE HÍDRICA E O DIREITO FUNDAMENTAL DE ACESSO À ÁGUA POTÁVEL: PARA ALÉM DOS 12% DAS RESERVAS BRASILEIRAS

A água pode ser compreendida a partir de dois enfoques: como elemento natural descomprometido do viés mercadológico (natureza como santuário), assim como um bem econômico passível de utilização, caso em que recebe o nome de recurso hídrico⁴ (Pompeu, 2006, p. 678)⁵. Elemento com extraordinárias funções, a água é insubstituível para a existência da vida no Planeta Terra, pois condiciona os processos ecológicos, possui capacidade de reter calor e adquire potencial energético.

³ Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (1972), Princípio 18.

⁴ Apesar da distinção apontada, a legislação brasileira utiliza os termos “água” e a expressão “recursos hídricos” de forma livre.

⁵ POMPEU, Cid Tomanik. Água doce no Direito brasileiro. In: REBOUCAS, Aldo da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia (Org. e Coord.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 678.

Entre os múltiplos usos desse elemento, a função de higienizar, ou seja, carrear substâncias nocivas, sujeiras e impurezas do ambiente ou de tudo que se deseja limpar, foi, no ano de 2020, e ainda em 2021, bastante lembrada como uma das formas de evitar o contágio da Covid-19. Infelizmente, ficou explicitado que, ainda em 2021, 33.228.277 brasileiros não possuem acesso à água potável (Trata Brasil)⁶, o que dificultou a proteção sanitária de uma parte da população nesse momento dramático.

Demandada em grande monta por todos os setores da sociedade, a água é utilizada cada vez mais e, por isso, merece proteção jurídica para limitar seu impacto. Sobre esse entendimento, Granziera (2019, p. 246) afirma que a água é um “recurso ambiental tutelado pelo Poder Público, por sua importância ao consumo humano e aos ecossistemas, e é também insumo de processos produtivos, como a energia elétrica e a indústria”⁷.

A necessidade de proteger juridicamente a água e gerenciar seus usos deve partir de uma visão holística, pois o tema é amplo e transversal. O aumento populacional, a precariedade de saneamento básico, a descarga de poluentes sem tratamento nos corpos hídricos e o alto desperdício por falta de tecnologias de monitoramento são fatores que exercem pressão e causam a crise da água potável.

Por outro lado, o equilíbrio global da água, conhecido como ciclo hidrológico, permite a sua renovação por meio de diversas etapas: evaporação, evapotranspiração, condensação, transporte, precipitações, infiltração e movimento de águas das geleiras para os oceanos nas superfícies ou subterrâneas, perpassando, também, por todos os seres vivos nesse ciclo. Enquanto recurso, a água tem valor econômico, porém é limitada, ainda que renovável.

Para a água se renovar, é necessário que se perpetue o fenômeno do ciclo hidrológico e que haja um lapso temporal para que sua utilização (extração e depuração) seja sustentável. Diante da intervenção antrópica, a natureza precisa se recompor e recuperar suas capacidades frente às mudanças. A água, para a manutenção de suas funções e do seu grau de resiliência, depende do potencial de recuperação da qualidade do rio após os lançamentos das diversas

⁶ TRATA BRASIL. *Painel Saneamento*. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/site/index>. Acesso em: 13 jul. 2021.

⁷ GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Direito ambiental*. 5. ed. Indaiatuba: Foco, 2019. p. 246.

fontes de poluição. Como agravante, mudanças do clima vêm alterando o ciclo da água, causando incertezas sobre a continuidade desse sistema natural, na forma como ele é conhecido (Nakicenovic *et al.*, 2016, p. 8)⁸.

Quando o processo de resiliência é comprometido, por eventos naturais ou interferência humana, surge um quadro de crise da água. Em sentido amplo, essa crise decorre da falta de chuvas. Esse quadro pode ser desencadeado não somente pela indisponibilidade de água, o que é uma realidade em algumas regiões do País, mas também pela má gestão do recurso. O Brasil possui aproximadamente 12% da água doce de todo o mundo; entretanto, essa quantidade não faz o País estar livre de um contexto de falta de água para o consumo das pessoas.

Conforme a Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017, editada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a crise hídrica se caracteriza da seguinte forma:

Os conflitos pelo uso da água decorrem do desequilíbrio entre os usos e os aspectos de quantidade e de qualidade da água. Essa criticidade pode ser agravada por outros fatores, como, por exemplo, os eventos extremos, o aumento acentuado do desmatamento e a falta de investimento em infraestrutura hídrica.⁹

O documento associou à crise hídrica o conflito entre os múltiplos usos, mas também apontou a falta de investimento em infraestrutura hídrica como um elemento catalisador do problema. Em conformidade com o exposto: “O crescimento populacional e as pressões para o crescimento econômico estão criando um futuro de água mais escassa e mais custosa, mesmo em um país

⁸ NAKICENOVIC, Nebojsa; ROCKSTRÖM, Johan; GAFFNEY, Owen; ZIMM, Caroline. *Global Commons in the Anthropocene: World Development on a Stable and Resilient Planet*. International Institute for Applied Systems Analysis, 2016, p. 8. Disponível em: https://www.iucn.org/sites/dev/files/global_commons_in_the_anthropocene_iiasa_wp-16-019.pdf. Acesso em: 14 jul. 2021.

⁹ Agência Nacional de Águas (Brasil). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno*. Brasília: ANA, 2017. p. 127. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf. Acesso em: dez. 2020.

rico em recursos hídricos, dinheiro e tecnologia como os Estados Unidos” (Hawken *et al.*, 2007. p. 202)¹⁰.

Estados Unidos, Brasil e outros países ricos em água, com rios e aquíferos caudalosos, também enfrentam o problema de estresse hídrico devido à má distribuição geográfica, à gestão insuficiente desse recurso e à falta de tecnologias aplicadas para a sua proteção. Como se trata de um problema de alta relevância socioambiental presente em várias partes do mundo, enfrentar a crise hídrica compreende dimensão local, nacional e internacional, sendo imperativa a coexistência de programas nacionais e de cooperação internacional paralelamente à utilização de recursos tecnológicos.

As situações de crise são interpretadas pelo mundo jurídico como oportunidades de repensar sua dogmática. A crise da água potável fez nascer um novo direito fundamental. Assim como o direito à paz foi compreendido por Bonavides (2009, p. 590) como a quinta dimensão de direitos fundamentais – pela ocorrência de guerras e atentados terroristas¹¹ –, o acesso à água potável emerge como um direito fundamental de sexta dimensão pelas circunstâncias históricas.

A construção histórica dos direitos fundamentais e as carências sociais que fazem surgir novas categorias desses direitos propiciara conceber o acesso à água potável como um direito de sexta dimensão dos direitos fundamentais. A realidade atual, que demonstra a dificuldade de acesso à água potável pelas pessoas em várias partes do mundo, bem como os diagnósticos de incerteza quanto à disponibilidade hídrica para as gerações futuras foram os indicadores do surgimento dessa nova dimensão de direito fundamental consolidado pelo acesso à água potável (Fachin; Silva, 2017, p. 77)¹².

Novos direitos fundamentais são concebidos ao longo do caminhar da humanidade¹³, mas, ainda que partejados no seio da sociedade, ainda que transformados em dogmas jurídicos e lhes atribuído *status* constitucional,

¹⁰ HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory; LOVINS, L. Hunter. *Capitalismo natural: criando a próxima revolução industrial*. Trad. Luiz A. de Araújo, Maria Luiza Felizardo. São Paulo: Cultrix, 2007. p. 202.

¹¹ BONAVIDES, Paulo. *Curso de direito constitucional*. 24. ed. São Paulo: Malheiros, 2009. p. 590.

¹² FACHIN, Zulmar; SILVA, Deise Marcelino da. *Acesso à água potável: direito fundamental de sexta dimensão*. 3. ed. Londrina: Thoth, 2017. p. 77.

¹³ Ver as gerações de direitos fundamentais. BOBBIO, Norberto. *A era dos direitos*. Trad. Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

nem todos os direitos fundamentais são amplamente alcançados por todas as pessoas na realidade cotidiana¹⁴.

Aqui, cabe abordar o fato de a Constituição brasileira de 1988 não prever expressamente o acesso à água potável como um direito fundamental e o significado prático disso. Em princípio, seria possível afirmar que, se a Constituição fosse reescrita, desde que em um contexto de responsabilidade ambiental, esse direito seria explicitado no texto, considerando que “o ambientalismo passou a ser tema de elevada importância nas Constituições mais recentes” (Silva, 2019, p. 46)¹⁵ – e o acesso à água potável é um direito nitidamente vinculado à vida e à saúde.

Embora sem expressa citação, não há dúvida de que o direito humano à água e ao esgotamento sanitário são direitos reconhecidos em nível constitucional, com base no art. 225 da Constituição de 1988, que prevê o meio ambiente equilibrado como um bem de uso comum e essencial ao bem-estar e à saúde humana.

O meio ambiente, em sentido amplo, chamado de macrobem ambiental, abrange os microbens, como solo, atmosfera, fauna, flora e água. Portanto, a Constituição protege a natureza como um todo, incluindo os elementos do meio ambiente físico e também o ambiente cultural (art. 215), artificial (art. 182) e do trabalho. O Supremo Tribunal Federal (STF) reconheceu o meio ambiente equilibrado como fundamental:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Trata-se de um típico direito de terceira geração (ou de novíssima dimensão), que assiste a todo o gênero humano (RTJ 158/205-206). Incumbe, ao Estado e à própria coletividade, a especial obrigação de defender e preservar, em benefício das presentes e futuras gerações, esse direito de titularidade coletiva

¹⁴ SARLET, Ingo Wolfgang. *A eficácia dos direitos fundamentais: uma teoria geral dos direitos fundamentais na perspectiva constitucional*. 12. ed. rev., atual e ampl. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2015. p. 223.

¹⁵ SILVA, José Afonso da. *Direito ambiental constitucional*. 11. ed. atual. São Paulo: Malheiros, 2019. p. 46.

e de caráter transindividual (RTJ 164/158-161).
(Brasil, 2005)¹⁶

Outros autores já entendem que declarar expressamente o direito de acesso à água potável no capítulo de direitos fundamentais da Lei Maior tem grande eloquência, pois indica a necessidade de os Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário estarem vinculados à efetividade de tal direito. Assim, a lição de Gomes Canotilho (2010, p. 12):

A força normativa da Constituição ambiental dependerá da concretização do programa jurídico-constitucional, pois qualquer Constituição do ambiente só poderá lograr força normativa se os vários agentes – públicos e privados – que actuem sobre o ambiente o colocarem como fim e medida das suas decisões.¹⁷

O art. 225 não está no capítulo da Constituição destinado aos direitos fundamentais, mas, ainda que fora desse catálogo, seu enunciado é fundamental porque a matéria assim exige. Nesse contexto, o § 2º do art. 5º da Lei Maior estabelece que a Constituição não exclui outros direitos fundamentais que não estejam nela escritos, possibilitando o entendimento de que o acesso à água potável é um direito materialmente fundamental, ampliando o bloco de constitucionalidade. Para mais, o § 1º do art. 5º da Constituição prevê que as normas definidoras de direitos fundamentais têm aplicabilidade direta e, nessa perspectiva, poder-se-ia dizer sobre a responsabilidade dos órgãos estatais frente à aplicabilidade desses direitos¹⁸.

A interpretação extensiva do art. 225 da Constituição alcança o direito de acesso à água potável. Dessa forma, torna-se importante reafirmar que a falta da menção expressa ao direito humano à água na Constituição não impede, em

¹⁶ BRASIL. Supremo Tribunal Federal. Pleno. ADIn-MC 3540/DF. Rel. Min. Celso de Mello, J. 01.09.2005. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/portal/inteiroTeor/obterInteiroTeor.asp?id=387260>. Acesso em: mar. 2021.

¹⁷ CANOTILHO, José Joaquim Gomes. Princípio da sustentabilidade como princípio estruturante do direito constitucional. *Revista de Estudos Politécnicos (Polytechnical Studies Review)*, v. VIII, n. 13, 007-018, p. 12, 2010.

¹⁸ CANOTILHO, J. J. Gomes; MENDES, Gilmar Ferreira; SARLET, Ingo Wolfgang; STRECK, Lenio Luiz (Coordenação Científica); LEONCY, Léo Ferreira (Coordenação Executiva). *Comentários à Constituição do Brasil*. 2. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018. p. 549.

hipótese alguma, que as pessoas possam vindicar esse direito e que os poderes públicos estejam engajados e obrigados em sua garantia.

Constituições mais recentes preveem expressamente que a água é um direito humano. É o caso do Equador, 2008: *“El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”* (art. 12); da Bolívia, 2009: *“Toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, electricidad, gas domiciliario, postal y telecomunicaciones”* (art. 20); e do Marrocos, 2011: *“L’Etat, les établissements publics et les collectivités territoriales œuvrent à la mobilisation de tous les moyens disponibles pour faciliter l’égal accès des citoyennes et des citoyens aux conditions leur permettant de jouir du droit: à l’accès à l’eau et à un environnement sain”* (art. 31).

O ambientalismo constitucional, no qual o direito de acesso à água potável no Brasil está inserido, ainda que de forma implícita, concede às pessoas o direito fundamental de desfrutar de um ambiente hígido e equilibrado. Nesse compasso, Benjamin (2007, p. 13) remete a questão à ideia de implementação e eficácia do texto constitucional:

Finalmente, em Constituições mais recentes, observa-se uma nítida preocupação com a implementação, isto é, com a indicação, já no próprio texto constitucional, de certos direitos e deveres relacionados à eficácia do Direito Ambiental e dos seus instrumentos, visando a evitar que a norma maior (mas também a infraconstitucional) assuma uma feição retórica – bonita à distância e irrelevante na prática. O direito ambiental tem aversão ao discurso vazio; é uma disciplina jurídica de resultado, que só se justifica pelo que alcança, concretamente, no quadro social das intervenções degradadoras.¹⁹

Ainda que a Constituição não trate expressamente do direito à água, as garantias aos direitos fundamentais à vida, à saúde e ao meio ambiente já formam

¹⁹ BENJAMIN, Antonio Herman de Vasconcellos e. Direito constitucional ambiental brasileiro. In: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato (Org.). *Direito constitucional ambiental brasileiro*. São Paulo: Saraiva, 2007. p. 57-130. Parte II.

um compromisso para moldar a política nacional com base na dignidade da pessoa humana e na responsabilidade de longa duração. Esse último princípio abarca outros, o desenvolvimento sustentável, o aproveitamento racional dos recursos naturais, a salvaguarda da capacidade de renovação e estabilidade ecológica e o princípio da solidariedade entre gerações²⁰.

Pode-se também falar em irreversibilidade político-jurídica da proteção do direito fundamental de acesso à água potável, sendo vedadas novas políticas que se traduzam em retrocesso. Aplica-se, portanto, o princípio de não regressão, da intangibilidade do direito fundamental, ou ainda da “*eternity clause*” (Priour, 2011, p. 14)²¹.

Trata-se de um direito essencial à saúde e à vida humana/não humana; por isso, importa estar consignado nas constituições dos países em conformidade com os documentos internacionais de direitos humanos celebrados em âmbito regional, bem como sob os auspícios da Organização da Nações Unidas (ONU)²².

Nesse quadro, vale destacar a Agenda 2030. Os Estados-partes da ONU aprovaram o acordo “Transformando o Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” (2015). Esse compromisso adota 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), abordando temas sobre fatores relevantes da vida humana e do planeta. Entre a vasta literatura acadêmica brasileira sobre tais objetivos, Viola (2020, p. 9) afirma que a elaboração dos ODS “demonstra o papel relevante da ONU na evolução da humanidade”. O autor pondera ainda que “esse otimismo poderá somente ser confirmado em 2030, desde que os ODS sejam efetivamente implementados em alta proporção de objetivos e de países participantes”²³.

²⁰ CANOTILHO, José Joaquim Gomes. Princípio da sustentabilidade como princípio estruturante do direito constitucional. *Revista de Estudos Politécnicos (Polytechnical Studies Review)*, v. VIII, n. 13, 007-018, p. 13 e 14, 2010.

²¹ PRIEUR, M. O princípio da proibição de retrocesso ambiental. In: BRASIL. Congresso Nacional. Senado Federal. Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle. *O princípio da proibição de retrocesso ambiental*. Brasília: Senado Federal, 2011. p 14.

²² Conferências globais sobre meio ambiente (1972, 1992, 2002 e 2012).

²³ VIOLA, Eduardo. *ODS: desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista*. Org. por Klaus Frey, Pedro Henrique Campello Torres, Pedro Roberto Jacobi e Ruth Ferreira Ramos. Santo André: EdUFABC, 2020. p. 9 (prefácio).

A Agenda 2030 propõe ações para alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e ao saneamento básico (Objetivo 6) e reconhece a inovação tecnológica em infraestruturas para promover o desenvolvimento sustentável (Objetivo 9). As próximas seções apresentam o estado da arte com relação ao objetivo 6. Importante destacar que o conceito de saneamento utilizado pela ONU consiste na provisão de instalações e serviços para o gerenciamento e o descarte de resíduos líquidos e sólidos gerados por atividades humanas. Segundo a legislação brasileira, a Lei de Diretrizes Nacionais do Saneamento Básico (Lei nº 11.445, de 2007) inclui, nos componentes do saneamento básico, além do esgotamento sanitário, o abastecimento de água, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais²⁴.

2 SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: O NOVO REGIME JURÍDICO

Considerando que a falta dos serviços de saneamento básico, sobretudo o abastecimento de água potável e o esgotamento sanitário, configura-se como indicador de exclusão social, cabe verificar como o Brasil vem tratando esse tema à luz do direito humano à água e ao esgotamento sanitário.

A Lei nº 11.445/2007, que dispõe sobre as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico no Brasil, foi alterada substancialmente pela Lei nº 14.026/2020, trazendo contribuições relevantes para a ampliação do entendimento de que o setor de saneamento básico desempenha papel fundamental para a garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado, especialmente para a conservação dos recursos hídricos que constituem matéria-prima para o abastecimento de água potável.

Destaca-se a universalização do acesso e a efetiva prestação do serviço como um dos princípios fundamentais da lei. Trata-se da ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico, em todos os serviços de interesse comum, incluídos o tratamento e a disposição final adequados dos esgotos sanitários (Lei nº 11.445/2007, art. 3º, III)²⁵. Encontra-

²⁴ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2019. p. 10. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/publicacoes/ods6/ods6.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

²⁵ Lei nº 11.445/2007, art. 3º, III.

-se aqui já uma pista clara para a concretização do direito humano à água e ao esgotamento sanitário.

Ao tratar da forma como deve ser realizada a prestação dos serviços de abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos, a Lei nº 11.445/2007 incluiu a conservação dos recursos naturais, além da adequação à saúde pública e à proteção do meio ambiente. O art. 2º, III, é explícito nesse sentido, ao estabelecer, como princípio fundamental, a prestação de tais serviços, os quais devem ser realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente.

No que se refere aos contratos relativos à prestação dos serviços públicos de saneamento básico, esses instrumentos deverão conter, expressamente, sob pena de nulidade, as cláusulas essenciais previstas no art. 23 da Lei nº 8.987/1995, além das metas de expansão dos serviços, de redução de perdas na distribuição de água tratada, de qualidade na prestação dos serviços, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, do reúso de efluentes sanitários e do aproveitamento de águas de chuva, em conformidade com os serviços a serem prestados (Lei nº 11.445/2007, art. 10-A, I).

Em relação à condição de validade dos contratos, ao tratar dos serviços prestados mediante contratos de concessão ou de programa, a lei determina que as normas de regulação abordem a inclusão, no contrato, das metas progressivas e graduais de expansão dos serviços, de redução progressiva e controle de perdas na distribuição de água tratada, de qualidade, de eficiência e de uso racional da água, da energia e de outros recursos naturais, em conformidade com os serviços a serem prestados e com o respectivo plano de saneamento básico (art. 11, § 2º, II).

Além disso, a disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, refere-se à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado.

Todavia, é preciso registrar que, apesar de todos os esforços, tanto legislativos como de investimento, ainda perpetuam quadros de exclusão no acesso à água, como é o caso da população rural, pois as ações são predominantemente centralizadas no meio urbano. O Plano Nacional de Segurança Hídrica (ANA, 2019) destinou a maior parte dos seus investimentos à região Nordeste, com

destaque a aumentar a disponibilidade hídrica do Semiárido (R\$ 15,7 bilhões, correspondendo a 58% do total); entretanto, esse investimento destina-se ao abastecimento de cidades, por vezes, não alcançado a população rural.

Apesar dessa situação, cabe ressaltar, aqui, duas iniciativas bem-sucedidas que têm por objeto a garantia do direito humano à água no Semiárido brasileiro: o Programa Água Doce (PAD)²⁶, destinado a implantar dessalinizadores, e o Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC)²⁷, relativo à construção de cisternas para captação da água de chuva.

Em qualquer caso, seja nos sistemas urbanos, seja nas regiões rurais, o uso da tecnologia e os sistemas de informação são fatores fundamentais para garantir um avanço na implementação do direito humano à água e ao esgotamento sanitário. A sua concretização ocorre com a implantação de equipamentos próprios, destinados, afinal, à melhoria da qualidade e da quantidade de água disponível para as atuais e as futuras gerações, conforme dispõe a Lei nº 9.433/1997, em seu art. 2º, II.

Em relação à tecnologia e aos sistemas de informação, essa norma, em seu art. 2º, VIII, inclui, entre os princípios fundamentais que regem os serviços de saneamento básico, o “estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas e a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários”. Nota-se que “o legislador, aqui, quis deixar claro que compete ao Poder Público também fomentar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, também nesse campo de atividade humana” (Oliveira, 2021, p. 166)²⁸.

No que se refere à instituição de tarifas, no âmbito da sustentabilidade econômica dos serviços, a lei menciona, entre outras diretrizes, no art. 29, VII, o “estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com

²⁶ BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Programa Água Doce*. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-agua-doce>. Acesso em: 16 jul. 2021.

²⁷ ASA - Articulação Semiárido Brasileiro. *Programa 1 Milhão de Cisternas*. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>. Acesso em: 16 jul. 2021.

²⁸ OLIVEIRA, Raul Miguel Freitas de. A titularidade dos serviços de saneamento básico na lei de atualização do marco legal do saneamento básico. In: OLIVEIRA; Carlos Roberto de; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Novo Marco do Saneamento Básico No Brasil*. Indaiatuba: Foco, 2021. p. 166.

os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços”.

O marco legal do saneamento no Brasil, dessa forma, inclui a tecnologia como um instrumento relevante no que se refere ao monitoramento da qualidade da prestação dos serviços. Cabe ressaltar, aqui, os instrumentos inseridos na tubulação capazes de detectar as perdas de água nos sistemas de abastecimento, que, no Brasil, alcançam índices muito altos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE)²⁹, a média de perdas em sistemas de abastecimento no Brasil, em 2017, foi de 38,9%, o que é totalmente incompatível com o “uso racional” da água, um dos objetivos da Lei nº 9.433/1997, previsto em seu art. 2º, II. “O controle das perdas nos sistemas de abastecimento de água, somado a projetos apropriados e ao uso racional da água pela população, é um instrumento fundamental para a sustentabilidade dos recursos hídricos” (Andrade Sobrinho; Borja, 2016)³⁰.

É importante destacar ainda que a segurança hídrica das presentes e futuras gerações depende da integração das políticas de meio ambiente, recursos hídricos e saneamento básico, criando um modelo de governança que permita aos agentes públicos e privados avaliar e aprimorar o ambiente, os cenários, o desempenho e os resultados dessas políticas públicas (Granziera; Jerez, 2021, p. 11)³¹.

Essa integração inclui os sistemas de informação, pois há uma estreita relação entre os serviços de saneamento básico e os recursos hídricos, embora esses temas sejam tratados por leis distintas e de épocas diferentes. A qualidade da água depende da qualidade dos serviços prestados, sobretudo os de esgotamento sanitário. Não havendo tratamento, ocorrem a poluição hídrica e os riscos à saúde das populações. Sistemas de informação consistentes e que

²⁹ IBGE. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário*/ IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101734.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2021.

³⁰ ANDRADE SOBRINHO, Renavan; BORJA, Patrícia Campos. *Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS*. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/BhgFHQQ3TZ84xXYfgRk8Dvt/?lang=pt#>. Acesso em: 14 jul. 2021.

³¹ GRANZIERA, Maria Luiza Machado; JEREZ, Daniela. O papel do saneamento básico na proteção dos recursos hídricos. In: OLIVEIRA; Carlos Roberto de; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Novo marco do saneamento básico no Brasil*. Indaiatuba: Foco, 2021. p. 11.

conversem entre si são uma condição básica para dar fundamento às decisões acerca da melhoria da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos disponíveis e, conseqüentemente, da afirmação do direito humano à água.

3 **BIG DATA DA ÁGUA COMO INSTRUMENTO TECNOLÓGICO DE PROTEÇÃO E EFETIVAÇÃO DO DIREITO DE ACESSO À ÁGUA POTÁVEL**

Direito e tecnologia são instrumentos sociais dinâmicos. Importa, todavia, reconhecer que o tempo do Direito não é o mesmo das tecnologias. O Direito regula a partir do passado. As tecnologias surgem e se instalam na dinâmica social com uma velocidade exponencial. Seu sistema aberto, flexível, adaptável e abrangente nos seus efeitos permite essa rapidez na difusão. Ao discorrer sobre as revoluções industriais e explicar o fenômeno da quarta revolução, Schwab (2016, p. 17) destaca que as “tecnologias emergentes e as inovações generalizadas são difundidas muito mais rápido e amplamente do que nas anteriores, as quais continuam a desdobrar-se em algumas partes do mundo”³². O autor se refere, ao final, às tecnologias da primeira, segunda e terceira revolução industrial³³.

Weeramantry (1983, p. xi), ao comentar a relação entre ciência/tecnologia e Direito, afirma que a “ciência e a tecnologia floresceram nos anos do pós-guerra em instrumentos de poder, controle e manipulação. Mas os meios legais de controlá-los não acompanharam o ritmo. Antiquada e ultrapassada pelo avanço precipitado da tecnologia, os princípios legais que deveriam controlá-la são indiferentes e irrelevantes”. A acentuada visão do autor permite, no

³² SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Trad. Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016. p. 17.

³³ A primeira revolução industrial, detectada no final do século XVIII, deu-se pelo domínio da máquina a vapor e da troca de algumas ferramentas manuais para dar início à produção mecânica. A construção de ferrovias propiciou a primeira fase dessa revolução. A segunda fase da revolução industrial, registrada no final do século XIX, ficou caracterizada pela produção em maior escala facilitada pela implementação das linhas de montagem e do uso da eletricidade. A terceira revolução industrial, iniciada na segunda metade do XX, caracterizou-se pelo uso dos computadores e, por isso, também é chamada de revolução digital ou do computador (Gamba, 2020, p. 70 e 71). A tecnologia da terceira era industrial diz respeito às máquinas conectadas, desenvolvidas não somente no âmbito de sua área mãe, mas também nos demais campos, como medicina, telecomunicações, entretenimento, geração de energia, meio ambiente, entre outros. Vive-se, agora, uma quarta revolução industrial. Telefones inteligentes, telas sensíveis ao toque, assistente virtual por comando de voz, aplicativos de interação virtual, sistemas de posicionamento global, veículos autônomos, nanotecnologias, biotecnologias, impressões em 3D, internet das coisas, inteligência artificial, leitura corporal, sensores, drones, *big data*, empresas de plataforma etc. caracterizam a quarta revolução industrial.

mínimo, reconhecer que sistemas jurídicos tradicionais não são suficientemente adequados para lidar com as situações de fato ou com os novos desafios relacionados às tecnologias, embora urja regulamentar.

Realizando um exame dos efeitos disruptivos da tecnologia sobre o direito, Brownsword (2019, p. 36) sugere três premissas denominadas de ato de reimaginação:

[...] primeiro, reimaginar as regras legais como um elemento de um ambiente regulatório do qual a gestão tecnológica também faz parte; em segundo lugar, repensar o Estado de Direito como uma restrição ao exercício arbitrário de poder (seja exercido por meio de regras ou por meio de medidas tecnológicas); e, em terceiro lugar, repensar o futuro das regras tradicionais do direito penal, responsabilidade civil, e direito contratual.³⁴

O autor compreende, em última análise, que as tecnologias não devem sair do controle público. Embora haja uma transformação tecnológica acontecendo – *big data*, computação nas nuvens (*cloud*), internet das coisas, comunicação móvel, automatização, inteligência artificial (sistemas inteligentes, *machine learning*, *deep learning*, processamento de linguagem natural, tecnologias 5G, *chatbot* inteligente, *blockchain*), entre outras – e o Direito ainda não disponha de marcos regulatórios para toda essa realidade, Direito e tecnologia não são variáveis independentes no processo de desenvolvimento: fazem parte do mesmo ambiente, da mesma realidade.

Tecnologia pode ser definida como

[...] um conjunto de conhecimentos, tanto diretamente “práticos” (relacionados com problemas e dispositivos concretos) quanto teóricos (mas aplicáveis a prática, mesmo que não necessariamente já aplicados), *know-how*, métodos, procedimentos e experiência de sucesso e fracassos e também, naturalmente, dispositivos e equipamentos físicos. [que] corporificam os avanços

³⁴ BROWNSWORD, Roger. *Law, technology and society: re-imagining the Regulatory Environment*. A GlassHouse Book, 2019. p. 36.

no desenvolvimento de uma tecnologia em uma determinada atividade de solução de problemas. (Dosi, 2006, p. 22)³⁵

Já se compreendeu a tecnologia como algo nem bom, nem ruim, tampouco neutro (Kranzberg, 1986, p. 544)³⁶. Há ainda quem argumente que o desenvolver da tecnologia associado ao consumo de energias não renováveis são as causas da crise ambiental (Commoner, 1972)³⁷. Sustentam alguns, por sua vez, que a tecnologia amplifica problemas existentes; não os cria (Bookchin, 1978, p. 9)³⁸. Por outra ótica, pode-se perceber a tecnologia como o meio pelo qual o ser humano se converte em sujeito de uma natureza que é seu objeto (Guillermo, 2001, p. 88)³⁹. Em sentido oposto, sustentam que o avanço tecnológico é capaz de suplantando a crise ambiental (Simon; Kahn, 1984)⁴⁰.

No contexto da proteção do meio ambiente, a tecnologia representa, sobretudo no que se refere à sua utilização na gestão das águas, um recurso estratégico. A importância desse recurso para a proteção do ambiente natural e da acessibilidade à água potável está na capacidade de solucionar os problemas vinculados à gestão e à poluição. Assimila-se à tecnologia o “corpo de conhecimento necessário para gerar novas regras para o projeto, construção e aplicação de possibilidades técnicas para diferentes tipos de problemas –

³⁵ “Let us define technology as a set of pieces of know ledge, both directly ‘practical’ (related to concret problems and devices) and ‘theoretical’ (but practically applicable although not necessarily already applied), know-how, methods, procedures, experience of successes and failures and also, of course, physical devices embody – so to speak – the achievements in the development of a technology in a defined problem – solving activity. At the same time, a ‘disembodied’ part of the technology consist of particular expertise of past attempts and past technological solutions, together with the knowledge and the achievements of the ‘state of the art’. Technology, in this view, includes the perception of a limited set of possible technological alternatives and of national future developments.” (DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 22, jan./jun. 2006)

³⁶ KRANZBERG, Melvin. Technology and history: “kranzberg laws”. *Technology and Culture*, Baltimore: Jonh Hopkins University Press, v. 27, n. 3, p. 544, 1986.

³⁷ COMMONER, Barry. *The closing circle: nature, man, and technology*, 1971.

³⁸ BOOKCHIN, Murray. *Ecologia social*, p. 9. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2007-2/T1-2SF/Luis/EcologiaSocial.doc>. Acesso em: jan. 2021.

³⁹ GUILLERMO, Foladori. *Limites do desenvolvimento sustentável*. Trad. Marise Manoel. Campinas: Editora da Unicamp: Imprensa Oficial, 2001. p. 88.

⁴⁰ SIMON, J.; KAHN, H. *The resourceful Earth*. A response to Global 2000. Nova York, Oxford: Basil Blackwell, 1984.

como, por exemplo, o controle da poluição ambiental” (ONU, 1993)⁴¹. Nesse sentido, a tecnologia é considerada fundamental para a solução de problemas, sendo um instrumento em “mutação e evolução que, quando usado para o bem, pode transformar as sociedades” (Akabane; Pozo, 2020, p. 17)⁴².

Alcançar o ODS 6 da Agenda 2030 – garantir a disponibilidade de água e saneamento básico para toda a sociedade – requer o controle da poluição para ofertar água potável. Para isso, é necessário conjugar fatores, como a dinâmica da natureza, a realidade socioeconômica das bacias hidrográficas e os instrumentos de tecnologia ambiental, capazes de realizar essa complexa tarefa. Consoante a isso, aponta a Agência Europeia do Ambiente:

As tecnologias ambientais fornecem soluções para diminuir os influxos de substâncias, reduzir o consumo de energia e as emissões, reaproveitar os subprodutos e minimizar os problemas da eliminação de resíduos. Têm potencial para reduzir as externalidades negativas.⁴³

Para propiciar um meio ambiente equilibrado e garantir segurança hídrica às gerações futuras, as tecnologias ambientalmente sólidas e as tecnologias da informação na proteção ambiental devem ser consideradas, pois permitem aumentar a eficiência e a acurácia da gestão dos recursos hídricos.

O tema – tecnologia ambiental – foi, em todos os documentos produzidos pelas conferências internacionais sobre meio ambiente, sob os auspícios da ONU, suscitado como um meio de implementação do ambiente sustentável. Desde a primeira conferência internacional sobre meio ambiente (Estocolmo, 1972), o conhecimento científico e tecnológico aparece como aliado à proteção do meio ambiente e ao bem da humanidade. O Princípio 18 da Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano prevê:

Como parte de sua contribuição ao desenvolvimento econômico e social, deve-se utilizar a ciência e a tecnologia para descobrir, evitar e combater os riscos

⁴¹ ONU. *O impacto da tecnologia nos direitos humanos: estudos de caso globais* (UNU, 1993, 322 p.).

⁴² AKABANE, Getulio K.; POZO, Hamilton. *Inovação, tecnologia e sustentabilidade: histórico, conceitos e aplicações*. São Paulo: Érica, 2020. p. 17.

⁴³ Agência Europeia do Ambiente Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/themes/technology/about>. Acesso em: mar. 2021.

que ameaçam o meio ambiente, para solucionar os problemas ambientais e para o bem comum da humanidade.

Ademais, a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992) exorta aos Estados o dever de cooperar entre si para conservar, proteger e restabelecer a saúde e a integridade do ecossistema da Terra, devendo os países desenvolvidos reconhecerem sua responsabilidade na busca internacional do desenvolvimento sustentável, adotando as tecnologias e os recursos financeiros de que dispõem (Princípio 7). Já o Princípio 9 do mesmo documento indica a necessidade do intercâmbio de conhecimentos científicos e tecnológicos, intensificando a transferência de tecnologias novas e inovadoras.

Em recente documento da ONU, o programa “Globalização e Interdependência: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável”, em sede de Assembleia Geral (2017), reconheceu que:

[...] ciência, tecnologia e inovação, incluindo tecnologias ambientalmente saudáveis e tecnologias de informação e comunicação, são essenciais para alcançar o desenvolvimento sustentável e constituem um dos principais meios de implementação dos resultados de desenvolvimento acordados em nível intergovernamental, incluindo a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e seus Metas de desenvolvimento sustentável.⁴⁴

Para o alcance do direito fundamental à água potável, há uma combinação de várias tecnologias a fim de realizar a gestão e o tratamento ótimo do recurso hídrico para o consumo humano. Como dispositivos e equipamentos tecnológicos usados no enfrentamento da poluição dos corpos hídricos e em sua gestão, podem-se citar: *big data* da água, sensoriamento remoto, inteligência artificial na interpretação dos indicadores de avaliação da

⁴⁴ “[...] la ciencia, la tecnología y la innovación, incluidas las tecnologías ecológicamente racionales y la tecnología de la información y las comunicaciones, son fundamentales para lograr el desarrollo sostenible y constituyen uno de los principales medios de aplicación de los resultados de desarrollo convenidos a nivel intergubernamental, incluidos la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible.” (ONU, Assembleia Geral, Septuagésimo cuarto período de sesiones Segunda Comisión Tema 20 b, 2017)

água, nanotecnologia de despoluição da água superficial e subterrânea, além de tecnologias de projeções climáticas. Esta pesquisa se dedica ao exame do que se chamou aqui de *big data* da água. Entende-se que o potencial disruptivo da tecnologia do *big data* é maior devido às suas possibilidades de combinações com outras tecnologias.

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. Tal sobrecarga de dados referentes aos recursos hídricos pode ser chamada de *big data* da água.

A palavra *big data* indica “dados muito grandes, criados muito rapidamente ou estruturados de forma difícil de coletar e processar usando sistemas tradicionais de gerenciamento de dados” (Breggin; Amsalem, 2014, p. 3)⁴⁵. Em outras palavras, a quantidade expressiva de informações não poderia ser adquirida e armazenada, por um longo período, utilizando-se *softwares* e *hardwares* comuns. É, pois, necessária a tecnologia que os novos processadores oferecem para o que se cunhou denominar de *big data*. Lembram as referidas autoras que as tecnologias habilitadoras para o *big data* podem “melhorar a eficiência energética, promover a justiça ambiental, monitorar as mudanças climáticas e monitorar a qualidade da água” (Breggin; Amsalem, 2014, p. 3).

No Brasil, há ampla informação sobre os recursos hídricos nacionais. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), desde 2000 (quando foi criada), é responsável pela rede hidrometeorológica nacional, pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, Lei nº 9.433/1997) e pela organização, implementação e gerenciamento do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

O SNIRH é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (art. 5º, VI). Em seu portal, o SNIRH sistematiza os dados sobre os recursos hídricos do Brasil em observância aos arts. 26 e 27 da PNRH. O sítio

⁴⁵ BREGGIN, Linda; AMSALEM, Judith. *Big data and environmental protection: an initial survey of public and private initiatives*. Washington: Environmental Law Institute, 2014. Disponível em: <https://www.eli.org/sites/default/files/eli-pubs/big-data-and-environmental-protection.pdf>. Acesso em: dez. 2020.

informa o monitoramento dos reservatórios do País, o histórico dos níveis dos rios e o cadastro dos usuários de água.

Tais informações permitem acompanhar a ocorrência de eventos hidrológicos considerados críticos, inundações e secas, e planejar medidas de mitigação dos impactos decorrentes desses eventos. Por meio do *big data* da água, é possível reunir importantes dados para o bem-estar social, por exemplo: se a água disponível apresenta qualidade para os usos, quais os trechos de poluição e em que quantidade e quais setores da sociedade estão recebendo esse recurso (ANA-Encarte, 2020, p. 15)⁴⁶.

Apropriado lembrar que “esses dados em larga escala que ajudam a construir o significado de *big data* oferecem possibilidades e oportunidades para revolucionar positivamente a vida humana na Terra, como é o caso da busca de soluções para a problemática ambiental, propiciando um campo fértil na proteção do meio ambiente” (Molinaro; Leal, 2018, p. 207 e 208)⁴⁷. O *big data* da água é o elemento intangível do processo de gestão dos recursos hídricos que se refere às informações de grande monta capitadas por inúmeros equipamentos, denominados de plataformas de coleta e armazenamento de dados (PCDs).

Por essa ferramenta tecnológica (*big data*), é possível aumentar a integração intersetorial dos diferentes bancos de dados de água para fortalecer as políticas de recursos hídricos e oferecer suporte à governança. A declaração da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio + 20, 2012), denominada “O futuro que queremos”, reconhece que é preciso ajudar os países em desenvolvimento a coletar dados sobre o meio ambiente. Sabe-se que a gestão de recursos hídricos deve ser integrada, considerando as instituições internas, mas também aquelas de países limítrofes quando se trata de rios ou aquíferos fronteiriços e transfronteiriços, como preconiza o ODS 6.5 da Agenda 2030.

⁴⁶ BRASIL, Agência Nacional de Águas - ANA-Encarte. *Sistema de informações sobre recursos hídricos*. Brasília: ANA, 2020. p. 15.

⁴⁷ MOLINARO, Carlos Alberto; LEAL, Augusto Antonio Fontanive. *Big data, machine learning e a preservação ambiental: instrumentos tecnológicos*. *Veredas do Direito*, v. 15, n. 31, p. 207 e 208, jan./abr. 2018. Disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/1142>. Acesso em: jan. 2020.

Necessariamente, o *big data* da água se opera com a presença de outras tecnologias utilizadas na gestão dos recursos hídricos. Para compor o vasto número de dados sobre águas, o monitoramento tradicional (*in situ*) ocorre em paralelo com o sensoriamento remoto orbital (por satélite) ou por meio de veículos aéreos não tripulados (drones). O monitoramento das águas no modelo tradicional gera dificuldades, como o acesso ao corpo hídrico e a frequência que se realiza. Nesse sentido, descrevem Palmer, Kutser e Hunter (2015, p. 2):

O monitoramento convencional *in situ* é limitado em termos de coberturas espaciais e representatividade, bem como em termos de frequência para muitos locais, e é simplesmente inexistente em muitos outros. Sensoriamento remoto tem sido reconhecido há muito tempo como tendo o potencial de complementar abordagens convencionais para o monitoramento do lago. (*Conventional, in situ monitoring is limited in terms of spatial coverage and representativeness, as well as in terms of frequency for many sites, and is simply non-existent in a great many others. Remote sensing has long been recognized as having the potential to complement conventional approaches to lake monitoring*).⁴⁸

Os autores reconhecem que o monitoramento remoto dos corpos hídricos “*is crucial to our ability to understand and disentangle the effects of environmental change on freshwater ecosystems and to model future change*”⁴⁹. O sensoriamento remoto orbital é realizado em algumas bacias hidrográficas nacionais, que são monitoradas por satélite, permitindo identificar a quantidade (nível dos rios por radar) e a qualidade da água (estimativas de sedimentos, clorofila-a e turbidez) (ANA, 2019, p. 14). Essa tecnologia conta com as estações “virtuais”,

⁴⁸ PALMER, Stephanie C. J.; KUTSER, Tiit; HUNTER, Peter D. Remote sensing of inland waters: challenges, progress and future directions. *Remote Sensing of Environment*, v. 157, fev. 2015, p. 1-8. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292995610_Monitoring_of_water_quality_and_water_level_of_rivers_and_lakes_in_Brazil_towards_a_remote_sensing-based_operational_monitoring_application_at_the_Brazilian_National_Water_Agency. Acesso em: jun. 2021.

⁴⁹ A avaliação e o monitoramento de lagos e rios são cruciais para nossa capacidade de entender e desembaraçar os efeitos da mudança ambiental nos ecossistemas de água doce e modelar mudanças futuras. (Tradução livre).

de onde são produzidos e transmitidos os dados disponibilizados no portal do Sistema de Monitoramento Hidrológico por Satélite (HidroSat)⁵⁰.

Nesse contexto, as inovações tecnológicas propiciam uma gestão adequada dos recursos hídricos e representam ferramentas capazes de implementar formas de uso sustentável da água (Canterle, 2016, p. 50)⁵¹.

Gozar dos benefícios do progresso tecnológico é um dos direitos das pessoas expressamente reconhecidos em documentos internacionais de proteção de direitos humanos, a exemplo, no âmbito americano, do Protocolo Adicional à Convenção Americana sobre Direitos Humanos em Matéria de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (1988, art. 14). No âmbito europeu, ganha relevância o Pacto Ecológico Europeu, que, por iniciativa da Comissão Europeia, adotou um conjunto de propostas legislativas para que o continente tenha um impacto neutro no clima. A fim de evitar desastres climáticos e promover o bem-estar das pessoas, o Pacto Ecológico Europeu elege como pressuposto a água limpa e as inovações tecnológicas de ponta menos poluentes (Comissão Europeia)⁵².

É nessa perspectiva – com vistas ao desenvolvimento sustentável – que a combinação de tecnologias como o *big data* e o sensoriamento remoto (entre outras) contribuem para solucionar os riscos que ameaçam a proteção dos recursos hídricos e o direito fundamental de acesso à água potável. Portanto, a simbiose do direito e da tecnologia deve ser direcionada para a geração de benefícios sociais à pessoa humana.

CONCLUSÕES ARTICULADAS

As questões relacionadas à água estão nas agendas dos governos, das empresas e da sociedade civil. Já está muito claro que desse elemento dependem a sobrevivência e a sustentabilidade das populações.

O Brasil possui uma extensa rede hidrológica que, no entanto, não coincide com os núcleos urbanos mais habitados. Esse fato requer uma gestão

⁵⁰ Disponível em: <http://hidrosat.ana.gov.br/>. Acesso em: jul. 2021.

⁵¹ CANTERLE, Eliete Regina Bertazzo. Recursos hídricos e saneamento ambiental: novas tecnologias como ferramentas para a sustentabilidade. In: *A tecnologia em prol do meio ambiente: a partir de uma análise multidisciplinar*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2016. p. 50.

⁵² UNIÃO EUROPEIA. Comissão europeia. Pacto Ecológico Europeu. Disponível em: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pt. Acesso em: jun. 2021.

competente e um olhar especial para o saneamento básico, sobretudo o abastecimento de água e o esgotamento sanitário.

O direito fundamental à água potável, declarado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2010, impõe aos governos a tomada de medidas que possam garantir o acesso a esse recurso. Contudo, o Brasil ainda está longe de alcançar a meta da universalização dos serviços, preconizada pelo Marco Legal do Saneamento Básico.

O fato de a Constituição não contemplar expressamente o direito fundamental à água potável, em nenhuma hipótese, significa que a estrutura normativa brasileira não possui fundamento para que os poderes públicos trabalhem na busca do alcance do acesso à água e ao esgotamento sanitário. As normas constitucionais, como o direito à vida e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, e a ordem econômica pautada na dignidade, são suficientes para garantir esse direito para as atuais e as futuras gerações.

Muitos esforços ainda são necessários para garantir o direito fundamental à água potável. A tecnologia, junto com a informação, são elementos que podem otimizar as ações a serem desenvolvidas, na medida em que facilitam tanto a despoluição quanto a troca de informações necessárias.

Nesse cenário, para além da governança, que deve ser realizada nos termos que o Direito estabelecer, é fundamental o uso das modernas tecnologias para se alcançar o objetivo central, ou seja, garantir a melhor qualidade da água a ser consumida.

Conclui-se, portanto, que as tecnologias do *big data* da água constituem-se em valiosos instrumentos de proteção e efetivação do direito fundamental de acesso à água potável.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE. *Sobre tecnologia ambiental*. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/pt/themes/technology/about>. Acesso em: mar. 2021.

AKABANE, Getulio K.; POZO, Hamilton. *Inovação, tecnologia e sustentabilidade: histórico, conceitos e aplicações*. São Paulo: Érica, 2020.

ANDRADE SOBRINHO, Renavan; BORJA, Patrícia Campos. *Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS*. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/BhgFHQQ3TZ84xXYfgRk8Dvt/?lang=pt#>. Acesso em: 14 jul. 2021.

ASA – Articulação Semiárido Brasileiro. *Programa 1 Milhão de Cisternas*. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>. Acesso em: 16 jul. 2021.

BENJAMIN, Antonio Herman de Vasconcellos e. Direito constitucional ambiental brasileiro. In: CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato (Org.). *Direito constitucional ambiental brasileiro*. São Paulo: Saraiva, 2007. Parte II.

BOBBIO, Norberto. *A era dos direitos*. Trad. Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

BONAVIDES, Paulo. *Curso de direito constitucional*. 24 ed. São Paulo: Malheiros, 2009.

BOOKCHIN, Murray. *Ecologia social*, p. 9. Disponível em: <http://www.ia.ufrjr.br/ppgea/conteudo/conteudo-2007-2/T1-2SF/Luis/EcologiaSocial.doc>. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno*. Brasília: ANA, 2017, p. 127. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf. Acesso em: dez. 2020.

_____. ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores*, 2019, p. 10. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/ acesso-a-informacao/institucional/publicacoes/ods6/ods6.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

_____. ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Plano Nacional de Segurança Hídrica*. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>. Acesso em: jul. 2021.

_____. ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Sistema de informações sobre recursos hídricos*. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/encarte-sistema-de-informacoes-snirh>. Acesso em: dez. 2020.

_____. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. *Pesquisa nacional de saneamento básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário/IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101734.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2021.

_____. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em: jan. 2021.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. *Programa Água Doce*. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-agua-doce>. Acesso em: 16 jul. 2021.

_____. *Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº 9.433/1997*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: dez. 2020.

_____. *Protocolo Adicional à Convenção Americana sobre Direitos Humanos em Matéria de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais*. Decreto nº 3.321, de 30 de dezembro de 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3321.htm. Acesso em: dez. 2020.

_____. Supremo Tribunal Federal. Pleno. ADIn-MC 3.540/DF. Rel. Min. Celso de Mello, J. 01.09.2005. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/portal/inteiroTeor/obterInteiroTeor.asp?id=387260>. Acesso em: mar. 2021.

BREGGIN, Linda; AMSALEM, Judith. *Big data and environmental protection: an initial survey of public and private initiatives*. Washington: Environmental Law Institute, 2014. Disponível em: <https://www.eli.org/sites/default/files/eli-pubs/big-data-and-environmental-protection.pdf>. Acesso em: dez. 2020.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes. Princípio da sustentabilidade como princípio estruturante do direito constitucional. *Revista de Estudos Politécnicos (Polytechnical Studies Review)*, v. VIII, n. 13, 007-018, 2010.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes; MENDES, Gilmar Ferreira; SARLET, Ingo Wolfgang; STRECK, Lenio Luiz (Coordenação Científica); LEONCY, Léo Ferreira (Coordenação Executiva). *Comentários à Constituição do Brasil*. 2. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

CANTERLE, Eliete Regina Bertazzo. Recursos hídricos e saneamento ambiental: novas tecnologias como ferramentas para a sustentabilidade. In: *A tecnologia em prol do meio ambiente: a partir de uma análise multidisciplinar*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2016.

COMMONER, Barry. *The closing circle: nature, man, and technology*. New York: Dover Publications, 2020.

COSTA, Hirdan Katarina de Medeiros. *Quarta Revolução Industrial e o Estado brasileiro: ciência, tecnologia e inovação*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2020.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, jan./jun. 2006. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8648922/15468>. Acesso em: maio 2021.

ECO, Umberto. *Como se faz uma tese em ciências humanas*. 13. ed. Lisboa: Editorial Presença, 2007.

FACHIN, Zulmar; SILVA, Deise Marcelino da. *Acesso à água potável: direito fundamental de sexta dimensão*. 3. ed. Londrina: Thoth, 2017.

GAMBA, João Roberto Gorini. *Democracia e tecnologia: impactos da quarta revolução industrial*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2020.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Direito ambiental*. 5. ed. Indaiatuba: Foco, 2019.

GUILLERMO, Foladori. *Limites do desenvolvimento sustentável*. Trad. Marise Manoel. Campinas: Editora da Unicamp: Imprensa Oficial, 2001.

HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory; LOVINS, L. Hunter. *Capitalismo natural: criando a próxima revolução industrial*. Trad. Luiz A. de Araújo, Maria Luiza Felizardo. São Paulo: Cultrix, 2007.

KRUG, Thelma. *Tecnologia espacial como suporte à gestão dos recursos naturais*. Parcerias estratégicas, n. 7, 1999. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/90/83. Acesso em: jul. 2021.

MARTINEZ, J. M.; VENTURA, D.; COCHONNEAU, G.; DE OLIVEIRA, E.; PISCOYA, R. E., 2015. Monitoring of water quality and water level of rivers and lakes in Brazil: towards a remote sensing-based operational monitoring application at the Brazilian National Water Agency. In: *Applications of Satellite Earth Observations: Serving Society, Science, & Industry – Committee on Earth Observation Satellites Data Application Report (DAR)*, p. 100-103. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292995610_Monitoring_of_water_quality_and_water_level_of_rivers_and_lakes_in_Brazil_towards_a_remote_sensing-based_operational_monitoring_application_at_the_Brazilian_National_Water_Agency. Acesso em: 7 jul. 2021.

MOLINARO, Carlos Alberto; LEAL, Augusto Antônio Fontanive. *Big data, machine learning e a preservação ambiental: instrumentos tecnológicos em defesa do meio ambiente*. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 15, n. 31, p. 201-224, jan./abr. 2018. Disponível em: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/1142>. Acesso em: jan. 2021.

NAKICENOVIC, Nebojsa; ROCKSTRÖM, Johan; GAFFNEY, Owen; ZIMM, Caroline. *Global Commons in the Anthropocene: World Development on a Stable and Resilient Planet*. International Institute for Applied Systems Analysis, 2016, p. 8. Disponível em: https://www.iucn.org/sites/dev/files/global_commons_in_the_anthropocene_iiasa_wp-16-019.pdf. Acesso em: 14 jul. 2021.

OLIVEIRA, Raul Miguel Freitas de. A titularidade dos serviços de saneamento básico na lei de atualização do marco legal do saneamento básico, p. 161. In: OLIVEIRA, Carlos Roberto de; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Novo marco do saneamento básico no Brasil*. Indaiatuba: Foco, 2021.

ONU. *Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (1972)*, Princípio 18. Disponível em: <http://www.un-documents.net/acof48-14r1.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

POMPEU, Cid Tomanik. Água doce no Direito brasileiro. In: REBOUCAS, Aldo da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia (Org. e Coord.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

PRIEUR, M. O princípio da proibição de retrocesso ambiental. In: BRASIL. Congresso Nacional. Senado Federal. Comissão de Meio Ambiente, Defesa do Consumidor e Fiscalização e Controle. *O princípio da proibição de retrocesso ambiental*. Brasília: Senado Federal, 2011.

REYMÃO, Ana Elizabeth; ABE SABER, Bruno. Acesso à água tratada e insuficiência de renda: duas dimensões do problema da pobreza no Nordeste brasileiro sob a óptica dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, v. 12, 1-15, p. 3, 2009. Disponível em: http://www.redibec.org/IVO/rev12_01.pdf. Acesso em: dez. 2020.

SARLET, Ingo Wolfgang. *A eficácia dos direitos fundamentais: uma teoria geral dos direitos fundamentais na perspectiva constitucional*. 12. ed. rev., atual e ampl. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2015.

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Trad. Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SILVA, José Afonso da. *Direito ambiental constitucional*. 11. ed. atual. São Paulo: Malheiros, 2019.

SIMON, J.; KAHN, H. *The resourceful Earth. A response to Global 2000*. Nova York, Oxford: Basil Blackwell, 1984.

TRATA BRASIL. *Painel Saneamento*. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/site/index>. Acesso em: 13 jul. 2021.

UNIVERSIDADE DAS NAÇÕES UNIDAS. *O impacto da tecnologia nos direitos humanos: estudos de caso globais*, 1993. Disponível em: <https://archive.unu.edu/unupress/unupbooks/uu08ie/uu08ie00.htm>. Acesso em: dez. 2020.

VIOLA, Eduardo. *ODS: desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista*. Org. por Klaus Frey, Pedro Henrique Campello Torres, Pedro Roberto Jacobi e Ruth Ferreira Ramos. Santo André/SP: EdUFABC, 2020.

WEERAMANTRY, C. G. *The Slumbering Sentinels – Law and Human Rights in the Wake of Technology*. Penguin Books Ltda., 1983.

Submissão em: 18.11.2021

Avaliado em: 30.03.2022 (Avaliador A)

Avaliado em: 29.03.2022 (Avaliador B)

Aceito em: 05.04.2022