

A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA VIRTUAL E DA PEGADA HÍDRICA NO ATUAL CENÁRIO DE AUMENTO DE DEMANDAS POR RECURSOS HÍDRICOS

Ana Alice De Carli 

Universidade Federal Fluminense 

José Irivaldo Alves O. Silva 

Universidade Federal de Campina 

Contextualização: A despeito de o Brasil deter cerca de 13 por cento do potencial de água doce existente no mundo, a preocupação com o acesso seguro a esta riqueza finita justifica-se especialmente ao se considerar a desigualdade de sua disponibilidade nas diferentes regiões do país. Além disso, é preciso considerar também o quantitativo de água que é exportada (água virtual), por meio do comércio internacional de commodities, o que torna relevante o exame sobre a possibilidade de adoção dos conceitos de água virtual e pegada hídrica, no contexto da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Objetivos: O presente texto objetiva trazer à baila os conceitos de água virtual e pegada hídrica, com vistas a demonstrar a sua importância na gestão das águas doces, com foco no contexto brasileiro.

Métodos: Quanto aos aspectos metodológicos, adota-se: quanto à sua abordagem, o tipo de pesquisa qualitativo; no tocante à sua natureza, a modalidade é aplicada, pois se visa a apresentar sugestões; por fim, no que diz respeito aos objetivos e procedimentos, opta-se pela pesquisa exploratória, com revisão de literatura do tema.

Resultados: Pretende-se confirmar que a água, como elemento essencial à vida e ao desenvolvimento econômico, precisa de uma gestão fundada em aspectos ambientais, jurídicos (regulação e fiscalização), econômicos e geopolíticos, incluindo a água virtual e a pegada hídrica como mecanismos para o planejamento da gestão e governança hídrica.

Palavras-chave: Água virtual; Pegada hídrica; Direito à água; Sustentabilidade; Gestão hídrica.

LA IMPORTANCIA DEL AGUA VIRTUAL Y LA HUELLA HÍDRICA EN EL ESCENARIO ACTUAL DE AUMENTO DE LA DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS

Contextualización: A pesar de que Brasil posee alrededor del 13 por ciento del potencial mundial de agua dulce, la preocupación por el acceso seguro a esta riqueza finita se justifica especialmente cuando se considera la desigualdad de su disponibilidad en las diferentes regiones del país. Además, también es necesario considerar la cantidad de agua que se exporta (agua virtual) a través del comercio internacional de commodities, lo que hace relevante examinar la posibilidad de adoptar los conceptos de agua virtual y huella hídrica en el contexto de la Política Nacional de Recursos Hídricos.

Objetivos: Este texto tiene como objetivo plantear los conceptos de agua virtual y huella hídrica, con el fin de demostrar su importancia en la gestión del agua dulce, centrándose en el contexto brasileño.

Método: En cuanto a los aspectos metodológicos, se adoptan los siguientes: en cuanto a su enfoque, el tipo de investigación cualitativa; en cuanto a su naturaleza, se aplica la modalidad, ya que tiene como objetivo presentar sugerencias; finalmente, en cuanto a los objetivos y procedimientos, se opta por la investigación exploratoria, con revisión de la literatura del tema.

Resultados: Se pretende confirmar que el agua, como elemento esencial para la vida y el desarrollo económico, necesita una gestión basada en aspectos ambientales, legales (regulación e inspección), económicos y geopolíticos, incluyendo el agua virtual y la huella hídrica como mecanismos para la planificación de la gestión y gobernanza del agua.

Palabras clave: Agua virtual; Huella hídrica; Derecho al agua; Sostenibilidad; Gestión del agua.

THE IMPORTANCE OF VIRTUAL WATER AND THE WATER FOOTPRINT IN THE CURRENT SCENARIO OF INCREASED DEMANDS FOR WATER RESOURCES

Contextualization: Despite the fact that Brazil holds about 13 percent of the world's freshwater potential, the concern with secure access to this finite wealth is especially justified when considering the inequality of its availability in the different regions of the country. In addition, it is also necessary to consider the quantity of water that is exported (virtual water) through the international trade of commodities, which makes it relevant to examine the possibility of adopting the concepts of virtual water and water footprint in the context of the National Water Resources Policy.

Objectives: This text aims to bring up the concepts of virtual water and water footprint, with a view to demonstrating its importance in freshwater management, focusing on the Brazilian context.

Method: Regarding the methodological aspects, the following are adopted: as to its approach, the type of qualitative research; regarding its nature, the modality is applied, as it aims to present suggestions; finally, with regard to the objectives and procedures, exploratory research is chosen, with literature review of the theme.

Results: It is intended to confirm that water, as an essential element for life and economic development, needs a management based on environmental, legal (regulation and inspection), economic and geopolitical aspects, including virtual water and the water footprint as mechanisms for planning water management and governance.

Keywords: Virtual water; Water footprint; Right to water; Sustainability; Water management.

INTRODUÇÃO

A insegurança hídrica assusta e preocupa líderes de países mundo a fora, e muitos setores da economia. Ela vem acompanhada de um conjunto de fatores de causas naturais, mas também daquelas impulsionadas pelo agir humano. O grau de preocupação com a resiliência das águas¹ tem impulsionado governantes e outros atores sociais a buscarem soluções possíveis para criar uma estrutura de gestão sustentável do “ouro azul”². Nesse sentido, vale destacar o trabalho da agência *UN-Water*, vinculada à Organização das Nações Unidas (ONU), que aponta para a necessidade de se compreender que a “água deve ser tratada como um recurso escasso”, devendo a sua gestão ser integrada. Ou seja, todos os governantes poderiam criar padrões comuns dos usos desta riqueza finita e essencial à vida do e no planeta terra considerando as demandas de cada lugar³.

Atualmente, calcula-se que a população mundial está no patamar de “8,1 bilhões de pessoas, com projeções indicando um aumento para quase 9,9 bilhões em 2054”, alerta a ONU⁴. Estudos, capitaneados por Lundqvist, De Fraiture e Molden⁵, revelam que em 2050 a demanda por alimentos e água deve dobrar, o que aumenta o grau de preocupação na atualidade, em razão da escassez do “ouro azul” em vários lugares do mundo, inclusive em algumas áreas no Brasil.

Tal cenário prospectivo revela ainda mais a importância de se trazer para o debate público e privado a utilização dos conceitos de água virtual e pegada hídrica no processo produtivo brasileiro, com mecanismos de regulação dos usos das águas doces.

Como manter a oferta de água e de alimentos para todos? Esse talvez seja o maior desafio do Século XXI. Atualmente, cerca de 1,4 bilhões de pessoas enfrentam a dura realidade da escassez do líquido vital, outros 1,5 bilhões vivem em lugares onde há água, mas sem o tratamento adequado, como relatam Jan Lundqvist, Charlotte de Fraiture e David Molden⁶.

Vale realçar, que a água, dentre suas múltiplas funções, é matéria-prima

¹ Vale esclarecer que neste texto o recorte epistemológico envolve apenas as águas doces

² Expressão cunhada por Maude Barlow e Tony Clarke. Ver: BARLOW, Maude e CLARKE, Tony. **Ouro Azul:** como as grandes corporações estão se apoderando da água doce do nosso planeta. Tradução de Andreia Nastri. Tradução de atualizações de Natália Coutinho Mira de Assumpção. São Paulo: Editora M. Books do Brasil, 2003.

³ UN-WATER. **Water scarcity**. Disponível em: <https://www.unwater.org/water-facts/water-scarcity>. Acesso em: 16 mai. 2025.

⁴ ONU. **População mundial chegará a 9,9 bilhões em 2054**. Disponível em <https://news.un.org/pt/story/2024/04/1830966>. Acesso em: 5 mai. 2024.

⁵ LUNDQVIST, Jan; DE FRAITURE, C.; MOLDEN, D. **Saving Water:** from field to fork – curbing losses and wastage in the food chain. SIWI Policy Brief, 2008. Disponível em: www.sivi.org. Acesso em: 09 mai. 2025.

⁶ LUNDQVIST, Jan; DE FRAITURE, C.; MOLDEN, D. **Saving Water:** from field to fork – curbing losses and wastage in the food chain. p. 6-12.

fundamental no processo de produção de alimentos, “*from field to fork*”, sem olvidar das externalidades negativas, que trazem mais insegurança hídrica, já pontuadas neste texto, e realçadas por Lundqvist, De Fraiture e Molden⁷: “the challenges become even greater when we include newly emerging issues such as climate change and it’s implications for water variability and scarcity, and the demand for agricultural produce for bioenergy and industry”⁸.

Além disso, a crise do clima pode impactar sobremaneira a resiliência dos recursos hídricos, que já enfrentam outras situações preocupantes, como: a escassez resultante da falta de equilíbrio entre demanda e oferta de água em dado espaço geográfico; períodos longos de estiagem; danos causados por poluentes que prejudicam a sua qualidade; desperdício por conta de vazamentos ou usos insustentáveis; potencial hídrico desigual, considerando a sua distribuição, no caso do território brasileiro; seu uso excessivo pelo agronegócio e pelas atividades industriais em geral.

Diante deste panorama, partimos da seguinte indagação: os conceitos de água virtual e pegada hídrica poderiam contribuir como mecanismos no processo de gestão sustentável da água, e, assim, serem acrescentados no rol de instrumentos já existentes na Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei n. 9443/1997?

Para responder à pergunta problema, objetiva-se analisar, a partir do estudo de alguns referenciais teóricos, o estado da arte dos conceitos de água virtual e pegada hídrica, com foco nos usos consuntivos dos mananciais de água doce, considerando a sua importância para consumo humano, não-humano, agropecuário e para todos os tipos de indústria.

Para tal desiderato, adota-se os tipos de pesquisa exploratório e bibliográfico, na medida em que busca conhecer e compreender as concepções de água virtual e pegada hídrica, a partir do estudo da literatura do tema, de dados de organismos nacionais e internacionais, e de exemplos práticos existentes, nos quais há a adoção desses conceitos.

1. O PANORAMA DA RELEVÂNCIA JURÍDICO-SOCIAL DA ÁGUA

Estudiosos de várias áreas do saber têm se debruçado sobre a questão da sustentabilidade dos recursos naturais em geral, e, em particular, das águas doces. Nesse sentido, Carlos E. Peralta, ao analisar o cenário de Costa Rica, revela preocupação com a acentuada pegada ecológica das ações antrópicas, pontuando o acelerado processo de degradação ecossistêmica, especialmente a partir do Século XX, afetando as florestas, os

⁷ LUNDQVIST, Jan; DE FRAITURE, C.; MOLDEN, D. **Saving Water**: from field to fork – curbing losses and wastage in the food chain. p.11-12.

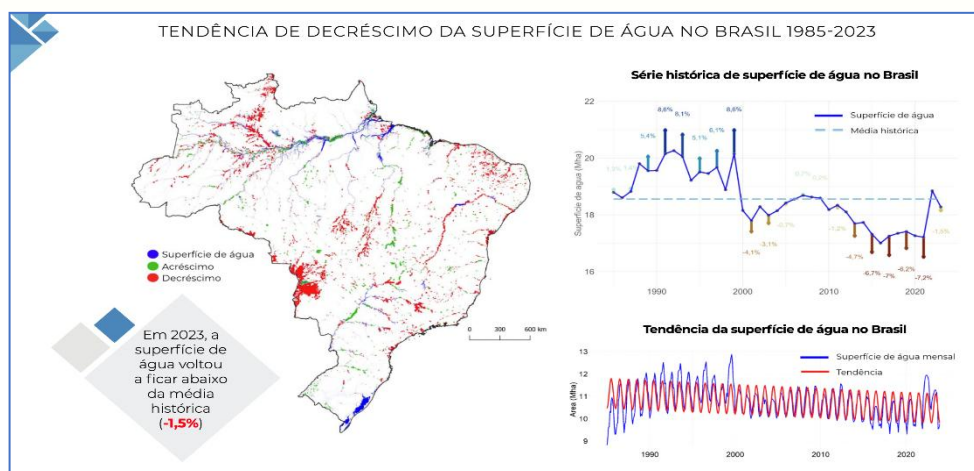
⁸ Tradução livre: “Os desafios se tornam ainda maiores quando incluímos questões emergentes como as mudanças climáticas e suas implicações para a variabilidade e escassez de água, e a demanda por produtos agrícolas para bioenergia e indústria”.

mananciais de águas doces e os arrecifes corais⁹. No tocante à sustentabilidade do “ouro azul”, Andrea Toreti *et al*, ressaltam, no estudo intitulado “World Drought Atlas”, de 2024, a importância de se investir mais em ações voltadas à proteção desta riqueza. Nesse sentido pontuam os pesquisadores¹⁰:

Droughts affect people and economies both directly and indirectly, with the most vulnerable populations bearing the heaviest burden. For those who rely on local water sources for drinking water, agriculture, hydropower, or river transport droughts’ impacts are immediately visible. However, droughts can also affect communities and economies indirectly, for instance by reducing ecosystems’ services or by raising the prices and the volatility of agricultural commodities on a global scale¹¹.

No Brasil, a superfície de água tem diminuído ao longo do tempo, o que pode ser verificado na figura 1¹²:

Figura 1 – Decréscimo da superfície de água no Brasil



Ainda, para além das situações acima nominadas, há outra preocupação atual que merece atenção premente do Estado Regulador. Trata-se da pegada hídrica das atividades do

⁹ PERALTA, Carlos E. A justiça ecológica como novo paradigma da sociedade de risco Contemporânea. In: PERALTA, Carlos E.; ALVARENGA, Luciano J.; AUGUSTIN, Sergio (orgs.). **Direito e Justiça ambiental: diálogos interdisciplinares sobre a crise ecológica**. Caxias do Sul, RS: EducS, 2014.

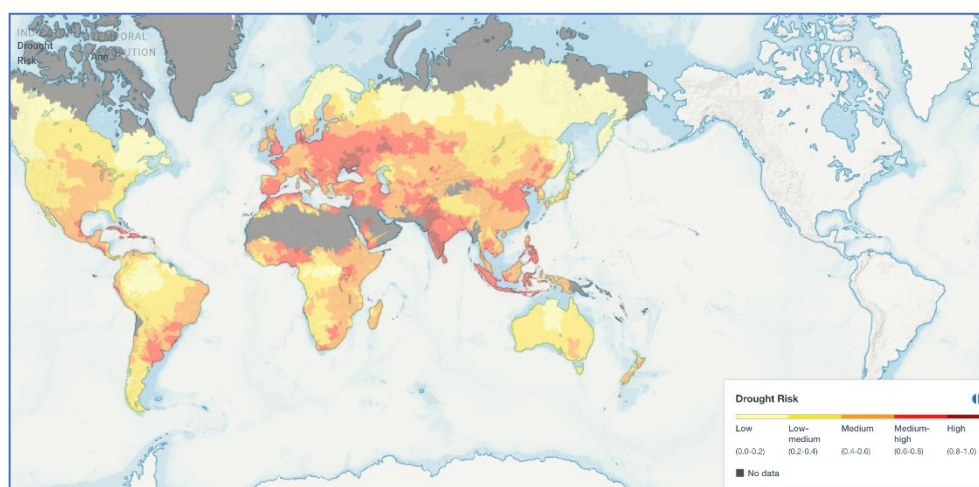
¹⁰ TORETI, Andrea *et al*. **World Drought Atlas: the global water crisis requires urgent action**. Luxemburgo: European Union, 2024. Disponível em: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/world-drought-atlas-global-water-crisis-requires-urgent-action-2024-12-02_en. Acesso em: 15 mai. 2025, s/p.

¹¹ Tradução livre: “As secas afetam as pessoas e as economias direta e indiretamente, sendo as populações mais vulneráveis as que mais sofrem. Para aqueles que dependem de fontes locais de água para consumo humano, agricultura, energia hidrelétrica ou transporte fluvial, os impactos das secas são imediatamente visíveis. No entanto, as secas também podem afetar comunidades e economias indiretamente, por exemplo, reduzindo os serviços ecossistêmicos ou aumentando os preços e a volatilidade das commodities agrícolas em escala global”.

¹² MAPBIOMAS. **Mapeamento da superfície de água: síntese do método**. Disponível em: <https://encurtador.com.br/s2yxD>. Acesso em: 24. ago 2025.

mercado de tecnologias virtuais - a exemplo da Inteligência Artificial -, que demandam excessivo potencial de energia e de água. O pesquisador Yuri Vasconcelos¹³ pondera acerca da pegada ecológica, decorrente de acentuado uso de energia e recurso hídrico pelo setor de tecnologias de informação virtual, bem como a sua pegada de carbono, implicando o surgimento de um novo campo de estudo, que precisa ser perfilado. Segundo Vasconcelos “a demanda global de água pelos servidores que rodam os programas de IA no mundo equivalerá, em 2027, a algo entre 4,2 bilhões e 6,6 bilhões de metros cúbicos, o equivalente à metade do consumo do Reino Unido em 2023”¹⁴. O risco de seca deve aumentar consideravelmente no planeta como se pode verificar na Figura 2¹⁵.

Figura 2 – Risco de seca no mundo



As demandas por recursos de água doce não param de crescer, inclusive com o incremento de novos usos consuntivos, a exemplo do que é feito pela indústria de tecnologias digitais. A propósito, no Brasil já está tramitando na Câmara dos Deputados, o Projeto de Lei n. 2080/2025, de autoria da Deputada Duda Salabert, para instituir a Política Nacional de Eficiência Energética e Sustentabilidade Socioambiental para *Data Centers*¹⁶. No artigo 4º, deste PL, estão numeradas algumas das obrigações dos operadores de Data Centers, entre eles a adoção de “um plano de melhoria contínua da eficiência energética e no uso da água,

¹³ VASCONCELOS, Yuri. Os impactos do mundo digital no ambiente. **Revista Pesquisa Fapesp**. n. 349, ano 26, Mar. 2025. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2025/03/Pesquisa-349-1.pdf>. Acesso em: 13 mai. 25.

¹⁴ VASCONCELOS, Yuri. Os impactos do mundo digital no ambiente... p.15.

¹⁵ WORDL RESOURCE INSTITUTO. **Aqueduct Water Risk Atlas**. Disponível em <http://wri.org/data/aqueduct-water-risk-atlas>. Acesso em: 24 ago. 2025.

¹⁶ BRASIL. **Projeto de Lei nº 2.080, de 5 de maio de 2025**. Institui a Política Nacional de Eficiência Energética e Sustentabilidade Socioambiental para Data Centers, estabelece diretrizes, metas e instrumentos para sua implementação, e dá outras providências. Proposição da Deputada Duda Salabert (PDT/MG). Câmara dos Deputados, Brasília, DF. Apresentado em 5 maio 2025. Disponível em: <https://encurtador.com.br/yoZve>. Acesso em: 13 mai. 2025.

com metas progressivas de redução do PUE e WUE¹⁷, a ser revisado a cada três anos”.

Segundo o *The United Nations World Water Development Report 2024: Water for prosperity and peace*, da UNESCO, os setores produtivos precisam mapear os usos de água em toda a sua cadeia produtiva. O relatório traz a importância da pegada hídrica como metodologia de mensuração do quantitativo de água virtual despendida em todo processo produtivo. O estudo realça que a identificação do potencial hídrico, por parte da empresa, pode contribuir para a promoção de medidas de otimização da água¹⁸.

A otimização dos usos dos recursos hídricos é fundamental, com vista a evitar problemas graves no tocante ao seu acesso. Ainda, *The United Nations World Water Development Report: Water for Prosperity and Peace*, de 2024, com base em prognóstico do Banco Mundial, acentua: “Sem medidas suficientes para combater as mudanças climáticas, 216 milhões de pessoas poderão ser forçadas a se deslocar até 2050 devido aos efeitos das mudanças climáticas”¹⁹. Sem olvidar de ressaltar que ainda há cerca de 2.2 bilhões de pessoas sem acesso a água boa, e aproximadamente 3.5 bilhões de indivíduos ainda não usufruem aos serviços de saneamento básico²⁰. A tendência é piorar este cenário, especialmente para os mais vulneráveis na sociedade. É preciso agir com urgência, pois se trata de um problema global e pode ampliar o espectro de assimetrias sociais no planeta.

Já em 2015, o *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: água para um mundo sustentável*²¹, apontava possíveis problemas a médio prazo no tocante ao acesso à água segura. O crescimento econômico, sem a observância do princípio basilar da sustentabilidade ambiental, pode gerar impactos negativos cada vez mais graves, quando somados a outros fatores, especialmente em relação à demanda pela água, que cresce exponencialmente, tanto na área rural, como no espaço urbano, “a não ser que o equilíbrio entre demanda e oferta seja restaurado, o mundo deverá enfrentar um déficit

¹⁷ Conforme o art. 1º, do PL 2080/2025: “PUE: índice que mede a eficiência energética do data center, calculado pela razão entre a energia total consumida pela instalação e a energia efetivamente utilizada pelos equipamentos de TI, em kWh (quilowatt-hora); e WUE: métrica que mede a eficiência no uso da água, calculada pela razão entre o consumo de água da instalação, em metros cúbicos, e o consumo total de energia dos equipamentos de TI, em kWh (quilowatt-hora)”. BRASIL. **Projeto de Lei nº 2.080, de 5 de maio de 2025**. Institui a Política Nacional de Eficiência Energética e Sustentabilidade Socioambiental para Data Centers, estabelece diretrizes, metas e instrumentos para sua implementação, e dá outras providências...

¹⁸ UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 2024: Water for prosperity and peace**. Paris: UNESCO, 2024. Disponível em <https://www.unesco.org/en/articles/united-nations-world-water-development-report-2024-water-prosperity-and-peace>. Acesso em: 16 mai. 2025.

¹⁹ UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 2024: Water for prosperity and peace**. p. 53.

²⁰ UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 2024: Water for prosperity and peace**. p. 3.

²¹ UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: água para um mundo sustentável**. Perugia, Itália: Programa de Avaliação Mundial da Água (WWAP), 2015. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232272_por. Acesso em: 15 mai. 2025.

global de água cada vez mais grave”²², acentua o relatório em tela.

Nesse sentido, quanto mais mecanismos houverem para a governança dos recursos hídricos, maior poderá ser a sua eficiência, razão pela qual se julga pertinente trazer à baila os conceitos de água virtual e pegada hídrica para o debate nas esferas acadêmica, política, empresarial e da sociedade civil organizada.

A Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, traz um rol de instrumentos importantes para o controle da disponibilidade hídrica, prevendo em seu art. 5º, à guisa de ilustração, os planos de recursos hídricos; a classificação dos corpos de água, levando em conta seus usos mais comuns; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos²³.

Os Planos de Recursos Hídricos podem efetivamente contribuir com a implantação de programas e projetos voltados à gestão sustentável dos usos das águas, pois, por meio deles é possível fazer diagnósticos, estabelecer metas de racionalização de usos da água, bem como, desenvolver ações concretas.

John Anthony Allan²⁴, faz a seguinte indagação: “How then is it possible to argue that there are substitutes for water?”²⁵. De fato, ao contrário de outros bens, a água não tem substituto. O autor em tela vaticina acerca de um cenário passível de acontecer, onde os países ricos deixariam de produzir certos bens, como as *commodities* agrícolas - que necessitam de alto consumo de água - para preservar seus mananciais, optando assim por comprar esses produtos de outros Estados Nação, otimizando assim os seus próprios recursos hídricos.

Diversos países enfrentam cenários de insegurança hídrica, a exemplo da Índia, com cerca de 163 milhões de pessoas sem acesso à água potável. A realidade indiana atual exige esforços inclusive das mulheres indianas, que precisam desde cedo enfrentar a dura missão de “garimpar” água para consumo. Estudos revelam que cerca de 25% das meninas acabam tendo que abandonar a escola na puberdade, porque precisam ajudar as suas mães a coletar água²⁶.

A Organização da Nações Unidas (ONU) instituiu a Agenda 2030, com um rol de

²² UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: água para um mundo sustentável**. p. 3.

²³ BRASIL. **Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 15 mai. 2025.

²⁴ Criador do termo “água virtual”.

²⁵ ALLAN, John Anthony. **Virtual Water Innovator Stockholm Water Prize 2008**. Disponível em <http://www.siwi.org>. Acesso em: 09 mai. 2025, p.22. Tradução livre: “Como é então possível argumentar que existem substitutos para a água?”

²⁶ NAIK, Gayathri D. Women collecting water: a distressing harbinger of drought. **Asia Times**, oct. 2018. Disponível em: <https://asiatimes.com/2018/10/women-collecting-water-a-distressing-harbinger-of-drought/>. Acesso em: 15 mai. 2025.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), os quais são ancorados em várias metas a serem cumpridas até o ano de 2030. No tocante à água tem-se o ODS n. 6 – água potável e saneamento, cuja uma de suas metas é “aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores”, com retiradas sustentáveis, e assim caminhar para a efetividade do direito fundamental à água para todos²⁷. Trata-se de uma meta ambiciosa para ser cumprida até 2030, especialmente em solo brasileiro, onde a universalização de serviços de saneamento básico ainda é um grande desafio a ser enfrentado, inclusive nas grandes cidades²⁸.

Ainda, estima-se que em 2050 haverá aumento de cerca de 55% dos usos de água doce no mundo, considerando o crescimento exponencial de demanda das indústrias (incluindo as grandes produtoras de tecnologias de informação), dos sistemas de geração de energia termoeletrica e dos consumidores domésticos²⁹. Sem esquecer de mencionar que a escassez hídrica poderá trazer conflitos envolvendo as formas de utilização da água, além do aumento da desigualdade material, quanto ao acesso à água segura. O que significa dizer que haverá mais pessoas vulneráveis, que com pouco – ou nenhum recurso financeiro – serão alijadas do acesso ao direito fundamental à água³⁰.

No âmbito das políticas brasileiras, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), juntamente com o Ministério do Desenvolvimento Regional, instituiu o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), o qual surgiu a partir de análises feitas acerca dos possíveis níveis de (in) segurança hídrica em todo o território brasileiro, os quais tiveram como base um “Índice de Segurança Hídrica (ISH), cuja metodologia inovadora foi desenvolvida com dados advindos de diversos estudos preexistentes da ANA, e de outros órgãos, sendo aplicada em escala com alto grau de detalhamento (otobacias)”³¹. Este importante programa de segurança hídrica nacional é relevante para se (re) pensar políticas e medidas voltadas à proteção e preservação dos mananciais de água doce. Esse plano visa direcionar seu olhar para os problemas com o acesso à água segura, especialmente as demandas em que a escassez hídrica traz consequências de variadas ordens, como problemas no campo, nas áreas urbanas e, principalmente na vida daquelas pessoas mais vulneráveis.

²⁷ ONU BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>. Acesso em: 15 mai. 2025.

²⁸ Vide TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento 2025**. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2025/>. Acesso em: 15 mai. 2025.

²⁹ ONU BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**.

³⁰ SHIVA, Vandana. **Guerras por Água: privatização, poluição e lucro**. Tradução de Georges Kormikiaris. São Paulo: Editora Radical Livros, 2006.

³¹ BRASIL. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-seguranca-hidrica>. Acesso em: 16 mai. 2025. p. 7.

Nesse cenário de incertezas ecossistêmicas, em especial com a resiliência dos mananciais de água doce, corroborado com as demandas de múltiplos usos de recursos hídricos - que não param de crescer -, com os efeitos nefastos das mudanças climáticas, somados às ações antrópicas causadores de danos ambientais, entende-se necessário trazer para o debate da gestão sustentável da água, os conceitos de água virtual (*virtual water*), e pegada hídrica (*water footprint*), como instrumentos para reforçar a governança da água.

2. O ESTADO DA ARTE DOS CONCEITOS DE “ÁGUA VIRTUAL” E “PEGADA HÍDRICA”

A ênfase epistemológica sobre os conceitos de água virtual e pegada hídrica justifica-se quando se está diante de um cenário de incerteza quanto à disponibilidade de água doce, diante de exponencial crescimento de seus usos, além de externalidades já mencionadas, como efeitos das mudanças do clima, falta de saneamento básico, distribuição geográfica desigual quanto ao potencial hídrico em cada região do Brasil.

De início, cabe esclarecer que embora os conceitos de água virtual e pegada hídrica estejam vinculados, eles não se confundem, pois, enquanto a água virtual caracteriza-se como aquela água embutida na produção de bens e serviços - ou seja, a água que “não se vê”-, a pegada hídrica consubstancia “um indicador ambiental que mensura o volume de água doce (água virtual), em litros ou metros cúbicos, utilizado ao longo de toda a cadeia de produção de um bem de consumo ou serviço”³².

Vale dizer que esses conceitos surgiram em momentos distintos. A expressão água virtual (*virtual water*) foi utilizada pela primeira vez em 1993 pelo pesquisador inglês John Anthony Allan, em seus estudos desenvolvidos no Oriente Médio e na África, em que teve a oportunidade de observar, em um cenário de escassez hídrica, que havia importação significativa de água virtual, por meio do comércio de alimentos, e que seria necessário uma reflexão mais profunda e séria acerca das questões envolvendo recursos hídricos, perpassando pela política, visto que cabe aos Estados a função de criar medidas protetivas e até punitivas, no que diz respeito aos usos da água. Segundo Allan, a água virtual impacta e influencia, de forma significativa, as políticas comerciais internacionais, bem como as pesquisas, em particular em áreas, nas quais há sérios problemas de escassez de recursos hídricos³³.

³² IBERDROLA. **O que é a pegada hídrica e para que serve.** Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/o-que-e-pegada-hidrica>. Acesso em: 9 mai. 2025.

³³ ALLAN, Tony. **‘Virtual water’: a long term solution for water short Middle Eastern economies?** Disponível em https://lwrg.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/12/allan-t-virtual-water_a-long-term-solution-for-the-middle-east.pdf. Acesso em: 24 ago. 2025.

Mas o que é a água virtual? A resposta, segundo Ashok Kumar Chapagain pode ser dada a partir de duas abordagens³⁴:

A expressão água virtual pode ser definida a partir de duas abordagens distintas. Do ponto de vista de produção e da perspectiva do uso (...). A primeira abordagem quantifica água virtual como a água efetivamente utilizada para a produção de uma mercadoria (commodity), a qual vai depender das condições do processo de produção, incluindo local e tempo de produção, bem como a eficiência no uso de água. No tocante à segunda abordagem, a noção de água virtual compreende a quantidade de água que seria exigida para produzir o produto considerando o lugar onde o mesmo é utilizado (...). A primeira definição é útil se nós estamos interessados em quantificar a água que foi efetivamente usada para fazer um produto e assim poder estimar o impacto do produto sobre o meio ambiente. A segunda noção de água virtual tem relevância se pensarmos quanta água um país pode salvar importando uma mercadoria (commodity) em vez da mesma ser produzida no mercado interno (...) (tradução livre)

Nessa perspectiva, a água virtual pode ser compreendida como aquele recurso hídrico que foi materialmente utilizado para produção de um bem ou serviço, segundo Chapagain tem-se dois cenários: de um lado, leva-se em consideração o quanto de recurso hídrico será utilizado para produzir um bem, levando em conta todas as fases atreladas à sua elaboração, até o seu uso e descarte, de modo a ser possível estimar o seu impacto em dada região.

Assim, por exemplo, em uma região com muita estiagem e pouco potencial hídrico, como é o caso da Região Nordeste do Brasil, é de se indagar se neste lugar seria sustentável, sob a perspectiva hídrica, montar um polo industrial de “preparação e fiação de fibras têxteis”, cujos coeficientes de retirada, consumo e efluente chegam ao patamar de, respectivamente: “11,56 – 14,57 m³/ton, 1,41 – 2,01 m³/ton e 10,15 – 12,55 m³/ton.; beneficiamento de fios: 103,87, 20,47 e 83,39 m³/ton”, conforme estudos da Confederação Nacional da Indústria³⁵. Importa realçar que no setor industrial são múltiplos os usos de água, sendo que ela pode ser matéria prima do bem produzido, bem como ter as funções de manutenção e resfriamento das máquinas e de limpeza em geral, gerando assim impactos com alto consumo de água virtual, o que poderia ser amenizado com a utilização de múltiplas tecnologias de otimização dos recursos hídricos.

Em relação a outra abordagem sobre água virtual de Chapagain³⁶, segundo a qual seria possível, ao invés de o país produzir um bem que demanda muita água, importá-lo de

³⁴ CHAPAGAIN, Ashok Kumar. **Globalisation of water: Opportunities and threats of virtual water trade.** Flórida: CRC Press, 2006. Disponível em <http://www.unesco-ihe.org/Research/Publications>. Acesso em: 12 mai. 2025. p. 195.

³⁵ CNI. **Uso da Água no Setor Industrial Brasileiro.** Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/Uso-de-Água-no-Setor-Industrial-Brasileiro.pdf>. Acesso: em 20 mai. 2025.

³⁶ CHAPAGAIN, Ashok Kumar. **Globalisation of water: Opportunities and threats of virtual water trade.**

outros países. Este também é um caminho, porém ele não seria muito viável para o Brasil, por exemplo, porquanto, a diminuição do setor produtivo traria prejuízos de ordem econômica e social ao país. Entende-se que nesta perspectiva deveria ser acrescentado no cálculo de custos de um bem produzido no Brasil o valor adicionado da água virtual, inserida em toda cadeia de produção de um bem aqui produzido, considerando inclusive que o valor agregado da água virtual fosse destinado à bacia hidrográfica de onde a água foi retirada.

Após o conceito de água virtual adveio o termo pegada hídrica (*water footprint*), que foi desenvolvido em 2002 por Arjen Y. Hoekstra, no período em que trabalhou no UNESCO-IHE (*Instituto for Water Eucation*). Seu objetivo era criar um sistema capaz de medir o quantitativo de água consumida (e também poluída) na etapa produtiva de bens e serviços (*Water Footprint Network*, 2024). Mais tarde, em 2008, Hoekstra juntou-se a outros colegas, a organizações internacionais e a empresários, para fundar a *Water Footprint Network*, cuja principal meta é demonstrar que a pegada hídrica pode ser profícuo instrumento para superar os desafios do uso insustentável da água.

Com relação ao termo “pegada hídrica” (*water footprint*), Hoekstra et al³⁷:

A pegada hídrica azul refere-se ao consumo dos recursos hídricos, como as águas superficiais e subterrâneas, ao longo da cadeia de abastecimento de um produto. O seu consumo gera perda de água da superfície subterrânea, disponível corpo d'água em bacia hidrográfica. As perdas ocorrem quando a água evapora, retorna a outra bacia hidrográfica ou o mar ou é incorporado num produto. A pegada hídrica verde refere-se ao consumo de água da chuva na medida em que não se torna escoamento. A pegada hídrica cinza refere-se à poluição, sendo definida como o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes, dadas às concentrações naturais existentes (tradução livre).

No plano dos negócios de empresas, a adoção dos conceitos de água virtual e, por conseguinte, da metodologia de mensuração de recurso hídrico utilizado - denominada de pegada hídrica - pode representar ganhos econômicos para as empresas e para a sustentabilidade dos mananciais de água. Vale dizer que esta ferramenta metodológica pode ajudar na implementação de práticas de gestão mais eficiente, além de “ajudar a priorizar estratégias de resposta e definir metas de redução da pegada hídrica que se tornam parte da estratégia corporativa de água da empresa”³⁸.

Esclarecem Hoekstra et al., que a pegada hídrica de um produto compreende³⁹:

[...] o volume de água doce usado para produzir o produto, medido ao longo de toda a cadeia de abastecimento. É um indicador multidimensional, mostrando os volumes de

³⁷ HOEKSTRA, Arjen Y. et al. **The Water footprint assessment manual: setting the global standard**. London: Earthscan, 2011. p. 2- 3.

³⁸ HOEKSTRA, Arjen Y. et al. **The Water footprint assessment manual: setting the global standard**. p. 156.

³⁹ HOEKSTRA, Arjen Y. et al. **The Water footprint assessment manual: setting the global standard**. p. 2.

consumo de água por fonte e os volumes poluídos por tipo de poluição. Todos os componentes de uma pegada hídrica total são especificados geográfica e temporalmente (tradução livre).

Em outras palavras, a pegada hídrica compreende uma forma de medir o quantitativo de água doce consumida nos seus múltiplos usos, notadamente na produção de bens e serviços, sendo possível quantificar o nível de água poluída. Vale dizer que a “pegada de água” (*water footprint*) pode ser aferida na água doce consumida diretamente pelos seres vivos em geral e naquela utilizada nas cadeias produtivas (agropecuárias e industriais).

Alguns exemplos ilustrativos à aferição do quantitativo de água virtual, em alguns bens produzidos, ou seja, a sua pegada hídrica. Trata-se de um conjunto de médias globais de pegada hídrica, de acordo com a WWF BRASIL⁴⁰ :

- 1 taça de vinho - 120 litros de água
- 1 xícara de café - 140 litros de água
- 1 kg de carne - 15.500 litros de água
- 100g de chocolate - 2.400 litros de água
- 1 hambúrguer - 2.400 litros de água
- 1 camiseta de algodão - 2.700 litros de água
- 1 kg de açúcar refinado - 1.500 litros de água

Marco Antonio Montoya, ao analisar a pegada hídrica da economia brasileira, pontua que a sua análise metodológica pode ser feita a partir de duas categorias: “o método da árvore de produção, e o método de insumo-produto ecológico”⁴¹. Nesse sentido esclarece o autor, no tocante ao primeiro método mencionado⁴²:

O enfoque do método da árvore de produção é utilizado para calcular o teor de água virtual das culturas. Esse método geralmente combina com os dados climáticos locais. Quanto aos produtos de origem animal, esse método estima, em primeiro lugar, a água verde, a água azul e a água cinza contida na alimentação animal; e, em seguida, considera a escala ou o volume de produção para calcular o conteúdo específico de água virtual dos produtos animais. Para os produtos industriais, a maneira de calcular o teor de água virtual é semelhante ao dos produtos de origem animal, e o valor correspondente da pegada hídrica pode ser obtido pela multiplicação do teor de água virtual pelo volume de produção ou consumo de produtos.

Segundo Montoya, o método da árvore de produção é um pouco limitado para

⁴⁰WWF BRASIL. **Pegada Hídrica incentiva o uso responsável da água**. Disponível em <https://www.wwf.org.br/?27822/Pegada-Hidrica-incentiva-o-uso-responsvel-da-gua>. Acesso em: 24 ago. 2025, s/p.

⁴¹ MONTOYA, Marco Antonio. A pegada hídrica da economia brasileira e a balança comercial de água virtual: uma análise insumo-produto. **Revista Economia Aplicada**, v. 24, n. 2, 2020, p. 215-248. DOI: <https://doi.org/10.11606/1980-5330/ea167721>. p. 215.

⁴² MONTOYA, Marco Antonio. A pegada hídrica da economia brasileira e a balança comercial de água virtual: uma análise insumo-produto. p. 215.

mensurar a água virtual presente especialmente em bens industrializados e em serviços, por não levar em conta o sistema econômico em sua plenitude. Com relação à segunda categoria metodológica de pegada hídrica, trazida por Montoya, compreendida como o método insumo-produto ecológico, explica o estudioso⁴³:

(...) geralmente adota informações sobre os fluxos de água que interagem com as atividades econômicas. Os cálculos da água virtual e a pegada hídrica decorrem dos coeficientes de água direto e total do sistema econômico. Assim, a pegada hídrica pode ser derivada da multiplicação do coeficiente total de água pela demanda final do país ou região. Dessa forma, o consumo da água é captado de forma sistêmica no processo circular da economia.

Conclui Montoya em sua pesquisa que, no tocante à balança comercial de água virtual, o Brasil destaca-se como grande exportador deste bem ambiental precioso, ressaltando que⁴⁴:

Embora as exportações de água virtual (10.647 hm³/ano) não façam parte da contabilidade ambiental da pegada hídrica nacional (22.012 hm³/ano), verificou-se que elas equivalem quase a metade do consumo de água virtual do país, e os setores do agronegócio são os principais canais pelos quais o país contribui significativamente, com recursos hídricos, para o bem-estar social da população mundial. A respeito, verificou-se que o saldo líquido exportador da balança comercial de água virtual é capaz de abastecer 79,33 milhões de habitantes com um consumo per capita de 107,66 m³/ano. Esses habitantes equivalem a 7,7 vezes a população de Portugal, 1,2 vezes a população do Reino Unido e quase toda a população da Alemanha.

Independentemente da imprecisão metodológica da mensuração da pegada hídrica de um bem ou serviço, entende-se que o reconhecimento da importância da inserção dos conceitos de água virtual e de pegada hídrica, especialmente em um cenário de escassez e de insegurança hídrica, por conta de excesso de demanda ou poluição. Na mesma linha de pensamento de Montoya, advoga-se no sentido de que se tenha mais efetividade no processo de sustentabilidade hídrica brasileira, a água utilizada na produção de bens e serviços, bem como a poluição resultante, devem ser incluídas nos custos da cadeia produtiva.

O *The Water Footprint Assessment Manual*, desenvolvido pelos pesquisadores Arjen Y. Hoekstra *et al*, apresenta possíveis caminhos para redução da pegada hídrica nas atividades que mais usam recursos hídricos, sugerindo, por exemplo, em relação às empresas em geral⁴⁵:

⁴³ MONTOYA, Marco Antonio. A pegada hídrica da economia brasileira e a balança comercial de água virtual: uma análise insumo-produto. p. 219.

⁴⁴ MONTOYA, Marco Antonio. A pegada hídrica da economia brasileira e a balança comercial de água virtual: uma análise insumo-produto. p. 243.

⁴⁵ HOEKSTRA, Arjen Y. *et al*. **The Water footprint assessment manual: setting the global standard**. p. 108 - 109.

Redução da pegada hídrica azul nos pontos de acesso. Concentrar medidas em áreas com escassez de água ou em áreas onde os requisitos de fluxo ambiental em um rio são violados ou onde os níveis de água subterrânea ou lago estão caindo. Redução da pegada hídrica cinza em geral. Reduzir a perda de volume de efluentes. Reciclar produtos químicos. Tratar os efluentes antes do descarte. Foco em medidas em áreas onde os padrões de qualidade da água ambiental estão comprometidos (tradução livre).

Já no que diz respeito ao agronegócio, pontuam os estudiosos⁴⁶:

Reduzir a pegada hídrica azul no crescimento das culturas. Mudança para uma técnica de irrigação com menor perda por evaporação. Escolha de outra cultura ou variedade e de cultura que melhor se adapte ao clima regional, por isso precisa de menos água de irrigação. Aumentar a produtividade da água azul (ton/m³) em vez de maximizar a produtividade da terra (produtividade, ton/ha). Melhorar o cronograma de irrigação otimizando o tempo e os volumes de aplicação. Reduzir as perdas por evaporação do armazenamento de água nos reservatórios e do sistema de distribuição de água (tradução livre).

Além das sugestões assinaladas acima no estudo de Hoekstra *et al*, às empresas em geral e ao agronegócio, há também pontos importantes a serem considerados pelos governantes, à guisa de exemplo destaca-se⁴⁷:

A utilização dos recursos de água doce de forma ambientalmente sustentável, socialmente equitativa e economicamente eficiente como meta precisa ser refletida na política hídrica do governo, mas também na política ambiental, agrícola, industrial, energética, comercial e externa do governo. A coerência entre as diferentes políticas sectoriais é crucial, porque uma boa "política da água", no seu sentido mais restrito e convencional, não tem impacto se for prejudicada, por exemplo, por uma política agrícola que conduza ao agravamento da procura de água numa zona com escassez de água. Além disso, é necessária coerência nos diferentes níveis de governo (tradução livre).

Nessa perspectiva parece seguir a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97), que dentre as suas principais diretrizes está “a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional”⁴⁸. Ou seja, se não houver cooperação para um trabalho conjunto sério e contínuo entre todos os Entes Federados aqui no Brasil, a gestão das águas não alcançará o êxito esperado pela própria Política Nacional das Águas.

O Brasil precisa pensar em novas medidas e soluções. Nesse sentido o estudo de Hoekstra *et al*⁴⁹ traz várias sugestões, separando as medidas voltadas à política da água em

⁴⁶ HOEKSTRA, Arjen Y. *et al*. **The Water footprint assessment manual**: setting the global standard. p.109.

⁴⁷ HOEKSTRA, Arjen Y. *et al*. **The Water footprint assessment manual**: setting the global standard. p. 110-111.

⁴⁸ BRASIL. **Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 15. mai. 2025.

⁴⁹ HOEKSTRA, Arjen Y. *et al*. **The Water footprint assessment manual**: setting the global standard.

múltiplas esferas, desde o âmbito nacional, do cenário das bacias hidrográficas até o nível local; além de considerar a política ambiental, a política de agricultura e a política industrial. Com efeito, em relação às políticas nacionais de agricultura e comércio, o estudo em comento sinaliza a importância de que não haja subsídios para agricultura intensiva em regiões com pouca água; mas sim estimulem a existência de incentivo de culturas que demandem menos irrigação, e o desenvolvimento de tecnologias de irrigação que minimizem o uso consuntivo da água.

Roberto Luiz do Carmo *et al*⁵⁰ ao tratarem da questão do comércio internacional das *commodities* (ex., soja, carne, açúcar), e sobre o uso da água como insumo desses produtos agrícolas, alertam acerca dos significativos números, na casa de bilhões de metros cúbicos, no período de 1997 a 2005, relacionados à exportação de água virtual brasileira. Somente a China nos últimos anos comprou soja brasileira no patamar de aproximadamente 32% da exportação total desta *commodity*. Ou seja, “considerando apenas a soja, a China apresenta-se como um dos principais importadores de água virtual brasileira, tendo levado no referido período cerca de 16,1 bilhões de m³”, esclarecem os estudiosos⁵¹.

Ainda, na trilha do estudo acima referido, Roberto Luiz do Carmo *et al* entendem ser necessário na atualidade, considerando o crescimento exponencial do comércio de água virtual pela via das transações de bens produzidos no Brasil, em especial as *commodities* de grãos, que se discuta melhor “o papel de países no comércio internacional e sobre as consequências de um comércio orientado por abundância ou escassez de água, para tentar evitar conflitos e até mesmo falta de acesso à água à população”⁵².

Outro segmento da indústria que tem preocupado o setor de energia e águas, é o da produção de tecnologia de informação, a exemplo da inteligência artificial. Segundo Andrew Collier⁵³:

A enorme pegada hídrica do setor de data centers está cada vez mais em desacordo com a crise global de escassez de água. A World Wildlife Federation projeta que 66% da população global provavelmente enfrentará escassez de água até o próximo ano. A água é um recurso precioso e limitado, e as empresas têm a responsabilidade de adotar práticas sustentáveis de gestão da água.

⁵⁰ CARMO, Roberto Luiz et al. Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água. **Ambiente & Sociedade**, v. X, n. 1, p. 83-96, jan./jun. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200006>.

⁵¹ CARMO, Roberto Luiz et al. Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água. p.91.

⁵² CARMO, Roberto Luiz et al. **Água virtual, escassez e gestão**: o Brasil como grande “exportador” de água... p. 91.

⁵³ COLLIER, Andrew. **A inteligência artificial está usando uma tonelada de água**. Disponível em <https://www.watertechsolutions.com.br/blog/artificial-intelligence-using-ton-water-heres-how-be-more-resourceful>. Acesso em 18 mai. 2025, s/p.

Como é possível inferir do recorte epistemológico perfilado neste texto, as demandas por água doce não param de aumentar, o que impõe – repise-se - a existência de novos instrumentos de gestão desta riqueza finita, e essencial à vida e ao desenvolvimento econômico.

3. BOAS PRÁTICAS COM OS CONCEITOS DE ÁGUA VIRTUAL E PEGADA HÍDRICA EM SOLO BRASILEIRO

No Brasil algumas empresas têm demonstrado preocupação e interesse com a proteção dos ecossistemas, buscando mudar práticas, introduzindo no processo de gestão produtiva elementos sustentáveis, com vistas a – se não inibir - pelo menos amenizar os impactos ambientais provocados por suas atividades. Nesse diapasão vale trazer alguns exemplos ilustrativos.

De início ressalta-se o importante papel da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura e Pecuária, que foi criada em 1973 com a missão institucional de desenvolver tecnologias sustentáveis para a agricultura e a pecuária. Atualmente, ela exporta conhecimento para outros países, além de manter parcerias científicas com várias instituições internacionais⁵⁴.

Em 2014, por exemplo, a Embrapa iniciou o Projeto Pegada Hídrica da Cana-de-açúcar, Etanol e Açúcar em Áreas Irrigadas do Brasil, atividades que, a despeito de serem importantes para a balança comercial do Brasil (país principal produtor mundial de cana-de-cana e açúcar e o segundo em produção de etanol), consomem muita água doce com a irrigação, sem descuidar das demais etapas da cadeia produtiva, que também demandam os usos do líquido vital⁵⁵. Este estudo teve como questão nuclear verificar o potencial hídrico necessário “à produção de cana-de-açúcar, de etanol e de açúcar nos diferentes sistemas de cultivo irrigados em condições edafoclimáticas⁵⁶ características do Brasil”⁵⁷.

A partir da referida pesquisa constatou-se que houve significativo crescimento do cultivo da cana de açúcar, implicando expansão para mais áreas e, por conseguinte, aumento da demanda por água para irrigação. Na Região Nordeste, por exemplo, verificou-se que

⁵⁴ EMBRAPA. **Pegada Hídrica da Cana-de-açúcar, Etanol e Açúcar em Áreas Irrigadas do Brasil**. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/206772/pegada-hidrica-da-cana-de-acucar-etanol-e-acucar-em-areas-irrigadas-do-brasil>. Acesso em: 5 mai. 2025.

⁵⁵ EMBRAPA. **Pegada Hídrica da Cana-de-açúcar, Etanol e Açúcar em Áreas Irrigadas do Brasil**. s/p.

⁵⁶ O termo “edafoclimáticas” compreende as “características definidas por meio de fatores do meio, tais como o clima, o relevo, a litologia, a temperatura, a humidade do ar, o vento, a radiação, o tipo de solo, a composição atmosférica e a precipitação atmosférica”. GLOSSÁRIO ESPECIALIZADO DA ÁREA DE SOLOS. **Condições edafoclimáticas**. [S.l.], [2025?]. Disponível em: <https://glossariodesolos.com/condicoes-edafoclimaticas/>. Acesso em: 5 mai. 2025.

⁵⁷ EMBRAPA. **Pegada Hídrica da Cana-de-açúcar, Etanol e Açúcar em Áreas Irrigadas do Brasil**. s/p.

“houve migração do cultivo das áreas tradicionais, mata atlântica litorânea para áreas interiores dos tabuleiros costeiros, que se caracterizam por serem planas e apresentarem longos períodos de escassez hídrica”⁵⁸. Este projeto da Embrapa revela a importância da adoção dos conceitos de água virtual e pegada hídrica como mecanismos de uma gestão sustentável dos mananciais de água doce, especialmente diante de um cenário de (in) segurança hídrica.

Depois, em 2017, a Embrapa promoveu na cidade de São Carlos, localizada no estado de São Paulo, o Curso Cálculo de Pegada Hídrica para Produtos de Origem Animal, com vistas a levar o conhecimento científico sobre água virtual e pegada hídrica a empresários do setor, pesquisadores, profissionais e estudantes. Os objetivos do curso em tela compreendiam, dentre outros: “apresentar os vários métodos de cálculo da pegada hídrica; propor boas práticas hídricas, visando ao aumento da eficiência e da produtividade hídricas; promover o desenvolvimento de capacidades para gestão da água na pecuária”. Além de outros projetos.

No setor privado brasileiro, a Unilever tem adotado a ideia da pegada hídrica em suas fábricas, conseguindo reduzir 40% da extração de água doce em 2018. A fábrica no Brasil teve resultado ainda melhor, diminuindo 54% do uso de potencial hídrico extraído das fontes. Conforme dados do site da Unilever, a empresa implantou em 2020 o projeto “*Water Squad*”, por meio do qual é possível verificar a sustentabilidade da “matriz hídrica dos complexos fabris para propor ajustes e aprimoramentos” Unilever⁵⁹.

O grupo Boticário também está na lista de empresas que visam à sustentabilidade hídrica, chegando a reduzir em 61% o consumo de água doce na cadeia produtiva no seu complexo industrial no Paraná, diminuindo a sua pegada hídrica com práticas como o reuso de água⁶⁰. Igualmente, a Nestlé, com seu Programa Boas Práticas Hídricas, desenvolvido com a Embrapa, conseguiu o feito de economizar 56,841 milhões de litros de água na produção de leite, com base em estudos feitos com indicadores de eficiência hídrica⁶¹.

A Ambev, por sua vez, também adota práticas de consumo sustentáveis da água, até porque a água é também matéria prima de seu produto, a cerveja. Segundo Renata Van

⁵⁸ EMBRAPA. **Pegada Hídrica da Cana-de-açúcar, Etanol e Açúcar em Áreas Irrigadas do Brasil**. s/p.

⁵⁹ UNILEVER. Unilever reduz consumo global de água: no Brasil, economia chegou a 54% no mesmo período nos complexos fabris da companhia no País. **Unilever**, 22 mar. 2021. Disponível em: <https://encurtador.com.br/qAzss>. Acesso em: 5 mai. 2025.

⁶⁰ SBVC. **Grupo Boticário reduz consumo de água em 61%**. Disponível em: <https://sbvc.com.br/boticario-reduz-agua/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

⁶¹ NESTLÉ. Programa Boas Práticas Hídricas monitora e orienta sobre o consumo de água em mais de 1,4 mil propriedades leiteiras: houve redução de 18% na quantidade de água utilizada na produção por litro de leite. **Nestlé**, mar. 2022. Disponível em <https://www.nestle.com.br/media/pressreleases/allpressreleases/mais-leite-com-menos-agua-programa-da-nestle>. Acesso em: 25 mai. 2025.

Der Weken, Diretora de Meio Ambiente da empresa, a aferição do consumo de água é realizada “do início ao fim, desde a água utilizada nos refeitórios e no processo de produção, até mesmo as designadas para a limpeza das tubulações e equipamentos. A água é nosso principal ingrediente, e usá-la de forma inteligente garante a sua conservação”⁶².

Outra empresa que buscou soluções para diminuir o consumo de água em sua produção de moda foi a Vicunha Têxtil, a qual conseguiu diminuir 95% do quantitativo de água em seu processo produtivo⁶³. Isso se deu com a ajuda do Movimento ECOERA, que visa a difundir e utilizar a noção de sustentabilidade ambiental na indústria da moda⁶⁴. Em seu relatório de 2023, a Vicunha comprometeu-se com pelo menos três Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, da ONU: ODS 3 – Saúde e Bem-Estar, ODS 6 – Água Potável e Saneamento; e ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, com vistas a cumprir suas metas internas, como: a redução do consumo de água; aumentar a produção de tecidos mais sustentáveis; e reduzir o envio de resíduos para aterros⁶⁵. Nesse contexto de compromissos da empresa em tela, a Pegada Hídrica também faz parte do processo de gestão sustentável dos seus jeans⁶⁶.

Há empresas, como a Companhia Multinacional Syngenta, que tem buscado aprimorar o cultivo de sementes mais resistentes à falta de água, ou seja, “variedades de cultivos tolerantes à seca e que requerem menos aplicação de defensivos – e, portanto, de água”⁶⁷. A empresa também tem adotado técnicas de manejo para preservar o solo, as matas ciliares, e os mananciais de águas.

Embora no Brasil a adoção dos conceitos de água virtual e de pegada hídrica pelas empresas em geral ainda seja tímida, os exemplos acima apresentados sinalizam no sentido de que é possível se pensar em mudanças efetivas de paradigmas, por meio dos quais a gestão sustentável da água doce não esteja calcada apenas nos pilares regulatórios e fiscalizadores

⁶²AMBIENTAL MERCANTIL. **Ambev bate novo recorde de eficiência hídrica**. Disponível em: <https://noticias.ambientalmercantil.com/2024/04/ambev-bate-novo-recorde-de-eficiencia-hidrica/>. Acesso em: 21 mai. 2025.

⁶³ ABIT. **Vicunha: uso de 95% menos água no processo produtivo**. Disponível em: <https://www.abit.org.br/noticias/vicunha-uso-de-95-menos-agua-no-processo-produtivo>. Acesso em: 24 ago. 2025, s/p.

⁶⁴ INICIATIVA VERDE. **Vicunha Têxtil e Movimento ECOERA criam projeto para mapear impacto ambiental do uso da água na produção de jeans no Brasil**. Disponível em: <https://encurtador.com.br/VcxAH>. Acesso em: 24 ago. 2025, s/p.

⁶⁵ VICUNHA. **Relatório de Sustentabilidade 2023**. Disponível em: <https://encurtador.com.br/P62F2>. Acesso em: 24 ago. 2025, p. 18.

⁶⁶ MONTEIRO, Mariana. **Vicunha Têxtil discute gestão hídrica em painel de sustentabilidade**. *Revista Cultivar*. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/vicunha-textil-discute-gestao-hidrica-em-painel-de-sustentabilidade>. Acesso em: 24 ago. 2025, s/p.

⁶⁷ COMPANHIA SYNGENTA. **Syngenta Seeds improve the yield and quality of your crops**. Disponível em <http://www.syngenta.com>. Acesso em: 22 mai. 2025.

do Estado, mas também – diria, mas sobretudo – nas ações antrópicas de empresários e consumidores em geral.

Daniel Goleman enfatiza a importância da Ecologia Industrial, a qual soma conhecimentos de química, física e engenharia, e busca estudar, mensurar, e amenizar os impactos causados pelas ações antrópicas. Goleman, pondera se, a partir da tese da transparência radical, a humanidade, à medida que tem consciência dos impactos ocultos do que compra, vende ou fabrica, não poderia alterar seu comportamento diante das coisas. E, assim, quiçá pudesse “moldar um futuro mais positivo, tornando suas decisões mais alinhadas com seus valores”⁶⁸.

Acredita-se, nesta linha de preleção, que a educação ambiental também desempenha função importante no processo de conscientização ambiental, *pari passu*, a outros instrumentos jurídicos e econômicos⁶⁹. Uma gestão eficiente para combater as perdas de água requer não apenas medidas técnicas e de fiscalização, mas também uma abordagem socioambiental.

Nas últimas décadas, estudiosos têm dado ênfase acerca necessidade de se harmonizar os interesses comerciais com a justiça ambiental. No setor agrícola brasileiro, por exemplo, o consumo de água doce chega ao patamar de 70% do total existente no país, o que pode ser diminuído com as tecnologias e boa vontade do setor. Há de se considerar que além do uso consuntivo da água - o que implica a diminuição do seu potencial quantitativo - a agricultura tradicional traz a reboque outros problemas, como a contaminação do solo, e das águas, em razão do uso excessivo de agrotóxicos, bem como “pela alteração dos padrões de drenagem, que inibe a recarga natural dos aquíferos e aumenta a sedimentação”⁷⁰.

Há vários métodos de irrigação, mas é preciso adequar os procedimentos à demanda e à oferta de água. Com efeito, segundo a Resolução nº 707/2004, da Agência Nacional de Água e Saneamento (ANA) estabelece que na irrigação alguns fatores devem ser observados, como por exemplo, “a relação entre o volume captado e o volume estimado para atender às necessidades dos cultivos, a área irrigada, as características das culturas, as condições climáticas da região, o(s) método(s) de irrigação e sua adequação às culturas

⁶⁸ GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Ecológica**: o impacto do que consumimos e as mudanças que podem melhorar o planeta. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2009, p. 4.

⁶⁹ CARLI, Ana Alice De. Pensando os quatro pilares da educação de “Delors” no âmbito da educação ambiental como instrumento de conscientização ecológica hídrica. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 20, n. 5, p. 01-14, 2025. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2025.v20.20051>.

⁷⁰ XAVIER, Yanko M. de Alencar; NASCIMENTO, Livia M. do. Usos da Água no Brasil. In: XAVIER, Yanko M. de Alencar; IRUJO, A. Embid; SILVEIRA NETO, Otacílio (org.). **O Direito de Águas no Brasil e na Espanha: um estudo comparado**. Fortaleza/Ceará: Editora Fundação Konrad Adenauer, 2008, p. 249-272.

irrigadas”⁷¹.

Outro documento importante, produzido pela Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA), é o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, publicado em 2019, no qual se reconhece que há muitos desafios que precisam ser enfrentados para gerir os recursos hídricos, dentre eles está a “estimativa do uso da água (...), especialmente considerando a escala espacial (nacional, por município) e temporal (mensal, de 1931 a 2030)”, uma vez que os “Inventários de medições são escassos no Brasil, mesmo na escala de um único município ou de uma pequena bacia hidrográfica”⁷². Em sua parte conclusiva, o estudo em tela pontua que “a ampliação do conhecimento sobre os usos da água tem rebatimentos importantes sobre as análises de segurança hídrica – conceito que inclui a garantia da oferta de água para o abastecimento humano e para as atividades produtivas”⁷³.

Para corroborar, entende-se que a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/97, deveria acrescentar no rol de seus instrumentos de gestão das águas doces os mecanismos de aferição de água virtual e de pegada hídrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sem a pretensão de esgotar o tema aqui proposto, mas a partir dele entende-se que uma gestão eficiente dos recursos de água doce pressupõe, dentre outros fatores, a ampliação do rol de instrumentos existentes no Brasil.

Conforme mencionado no introito deste texto, a insegurança hídrica é um tema de preocupação de muitos governantes, bem como dos setores da economia, pois a demandas por água doce não param de crescer, juntamente com as mazelas decorrentes de usos insustentáveis, e de poluentes, que abalam a resiliência dos mananciais hídricos.

Entende-se que a cooperação de todos os atores sociais (Estado, consumidores e empresários) é *conditio sine qua nom* para se buscar a necessária sustentabilidade hídrica, a partir de uma visão holística e multidisciplinar, tendo como premissas basilares as diretrizes da Política Nacional das Águas (Lei 9.433/97, art. 3º, II, IV), como a “adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País”, pois, como já mencionado, a disponibilidade do potencial hídrico é muito desigual entre as regiões do Brasil, considerando nesse sentido, não

⁷¹CEIVAP. **Resolução nº 707, de 21 de dezembro de 2004.** Disponível em <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-ANA/2004/Resolucao-ANA-707.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2025.

⁷² ANA. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil.** Brasília: ANA, 2019, p. 9.

⁷³ ANA. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil...** p.70.

apenas o aspecto quantitativo de água de cada regionalidade, mas também a densidade populacional e o conjunto de atividades, que demandam muitos usos consuntivos do “ouro azul”.

Nessa perspectiva, defende-se a inserção dos conceitos de água virtual e pegada hídrica no rol de mecanismos de gestão das águas, por entender que a adoção de metodologias de mensuração do potencial hídrico, utilizado em toda a cadeia de produção de um bem ou serviço, ajudará no desenvolvimento de políticas voltadas à sua sustentabilidade, considerando – repise-se - o crescimento exponencial da demanda, *pari passu* os problemas quanto aos seus aspectos quali/quantitativos.

Desse modo, advoga-se a inserção da água virtual e da pegada hídrica no rol de instrumentos dos Planos de Recursos Hídricos, previstos na Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos.

REFERÊNCIAS DAS FONTES CITADAS

ABIT. **Vicunha: uso de 95% menos água no processo produtivo.** Disponível em: <https://www.abit.org.br/noticias/vicunha-uso-de-95-menos-agua-no-processo-produtivo>.

Acesso em: 24 ago. 2025.

ALLAN, John Anthony. **Virtual Water Innovator Stockholm Water Prize 2008.** Disponível em <http://www.siwi.org>. Acesso em: 09 mai. 2025.

ALLAN, John Anthony. **‘Virtual water’: a long term solution for water short Middle Eastern economies?** Disponível em: https://lwrg.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/12/allan-t-virtual-water_a-long-term-solution-for-the-middle-east.pdf. Acesso em: 24 ago. 2025.

ANA. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil.** Brasília: ANA, 2019.

AMBIENTAL MERCANTIL. **Ambev bate novo recorde de eficiência hídrica.** Disponível em: <https://noticias.ambientalmercantil.com/2024/04/ambev-bate-novo-recorde-de-eficiencia-hidrica/>. Acesso em: 21 mai. 2025.

BARLOW, Maude e CLARKE, Tony. **Ouro Azul: como as grandes corporações estão se apoderando da água doce do nosso planeta.** Tradução de Andreia Nastri. Tradução de atualizações de Natália Coutinho Mira de Assumpção. São Paulo: Editora M. Books do Brasil, 2003.

BRASIL. **Plano Nacional de Segurança Hídrica.** Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-seguranca-hidrica>. Acesso em: 16 mai. 2025.

BRASIL. **Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997.** Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 15 mai. 2025.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 2.080, de 5 de maio de 2025.** Institui a Política Nacional de Eficiência Energética e Sustentabilidade Socioambiental para Data Centers, estabelece diretrizes, metas e instrumentos para sua implementação, e dá outras providências. Proposição da Deputada Duda Salabert (PDT/MG). Câmara dos Deputados, Brasília, DF. Apresentado em 5 maio 2025. Disponível em: <https://encurtador.com.br/yoZve>. Acesso em: 13 mai. 2025.

CARLI, Ana Alice De. Pensando os quatro pilares da educação de “Delors” no âmbito da educação ambiental como instrumento de conscientização ecológica hídrica. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 20, n. 5, p. 01-14, 2025. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2025.v20.20051>.

CARMO, Roberto Luiz *et al.* Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água. **Ambiente & Sociedade**, v. X, n. 1, p. 83-96, jan./jun. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200006>.

CEIVAP. **Resolução nº 707, de 21 de dezembro de 2004.** Disponível em <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-ANA/2004/Resolucao-ANA-707.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2025.

CHAPAGAIN, Ashok Kumar. **Globalisation of water:** Opportunities and threats of virtual water trade. Flórida: CRC Press, 2006. Disponível em <http://www.unesco-ihe.org/Research/Publications>. Acesso em: 12 mai. 2025.

CNI. **Uso da Água no Setor Industrial Brasileiro.** Disponível em <https://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/Uso-de-Água-no-Setor-Industrial-Brasileiro.pdf>. Acesso em 20 mai. 2025.

COMPANHIA SYNGENTA. **Syngenta Seeds improve the yield and quality of your crops.** Disponível em <http://www.syngenta.com>. Acesso em: 22 mai. 2025.

COLLIER, Andrew. **A inteligência artificial está usando uma tonelada de água.** Disponível em: <https://www.watertechsolutions.com.br/blog/artificial-intelligence-using-ton-water-heres-how-be-more-resourceful>. Acesso em 18 mai. 2025.

EMBRAPA. **Pegada Hídrica da Cana-de-açúcar, Etanol e Açúcar em Áreas Irrigadas do Brasil.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/206772/pegada-hidrica-da-cana-de-acucar-etanol-e-acucar-em-areas-irrigadas-do-brasil>. Acesso em: 5 mai. 2025.

GLOSSÁRIO ESPECIALIZADO DA ÁREA DE SOLOS. **Condições edafoclimáticas.** [S.l.], [2025?]. Disponível em: <https://glossariodesolos.com/condicoes-edafoclimaticas/>. Acesso em: 5 mai. 2025.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Ecológica:** o impacto do que consumimos e as mudanças que podem melhorar o planeta. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2009.

HOEKSTRA, Arjen Y. *et al.* **The Water footprint assessment manual:** setting the global standard. London: Earthscan, 2011.

IBERDROLA. **O que é a pegada hídrica e para que serve.** Disponível em <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/o-que-e-pegada-hidrica>. Acesso em: 9 mai. 2025.

INICIATIVA VERDE. **Vicunha Têxtil e Movimento ECOERA criam projeto para mapear impacto ambiental do uso da água na produção de jeans no Brasil.** Disponível em: <https://encurtador.com.br/VcxAH>. Acesso em: 24 ago. 2025.

LUNDQVIST, Jan; DE FRAITURE, C.; MOLDEN, D. **Saving Water: from field to fork – curbing losses and wastage in the food chain.** SIWI Policy Brief, 2008. Disponível em: www.siw.org. Acesso em: 09 mai. 2025.

MAPBIOMAS. **Mapeamento da superfície de água: síntese do método.** Disponível em <https://encurtador.com.br/s2yxD>. Acesso em: 24 set. 2025.

MONTEIRO, Mariana. Vicunha Têxtil discute gestão hídrica em painel de sustentabilidade. **Revista Cultivar.** Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/vicunha-textil-discute-gestao-hidrica-em-painel-de-sustentabilidade>. Acesso em: 24 ago. 2025.

MONTOYA, Marco Antonio. A pegada hídrica da economia brasileira e a balança comercial de água virtual: uma análise insumo-produto. **Revista Economia Aplicada**, v. 24, n. 2, 2020, p. 215-248. DOI: <https://doi.org/10.11606/1980-5330/ea167721>.

NAIK, Gayathri D. Women collecting water: a distressing harbinger of drought. **Asia Times**, oct. 2018. Disponível em: <https://asiatimes.com/2018/10/women-collecting-water-a-distressing-harbinger-of-drought/>. Acesso em: 15 mai. 2025.

NESTLÉ. Programa Boas Práticas Hídricas monitora e orienta sobre o consumo de água em mais de 1,4 mil propriedades leiteiras: houve redução de 18% na quantidade de água utilizada na produção por litro de leite. **Nestlé**, mar. 2022. Disponível em <https://www.nestle.com.br/media/pressreleases/allpressreleases/mais-leite-com-menos-agua-programa-da-nestle>. Acesso em: 25 mai. 2025.

ONU. **População mundial chegará a 9,9 bilhões em 2054.** Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2024/04/1830966>. Acesso em: 5 mai. 2024.

ONU BRASIL. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil.** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>. Acesso em: 15 mai. 2025.

PERALTA, Carlos E. A justiça ecológica como novo paradigma da sociedade de risco Contemporânea. In: PERALTA, Carlos E; ALVARENGA, Luciano J.; AUGUSTIN, Sergio (orgs.). **Direito e Justiça ambiental: diálogos interdisciplinares sobre a crise ecológica.** Caxias do Sul, RS: Educs, 2014.

SBVC. **Grupo Boticário reduz consumo de água em 61%.** Disponível em: <https://sbvc.com.br/boticario-reduz-agua/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

SHIVA, Vandana. **Guerras por Água: privatização, poluição e lucro.** Tradução de Georges Kormikiaris. São Paulo: Editora Radical Livros, 2006.

TORETI, Andrea *et al.* **World Drought Atlas: the global water crisis requires urgent action.** Luxemburgo: European Union, 2024. Disponível em: <https://joint-research->

centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/world-drought-atlas-global-water-crisis-requires-urgent-action-2024-12-02_en. Acesso em: 15 mai. 2025.

TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento 2025.** Disponível em <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2025/>. Acesso em: 15 mai. 2025.

UN-WATER. **Water scarcity.** Disponível em: <https://www.unwater.org/water-facts/water-scarcity>. Acesso em: 16 mai. 2025.

UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 2024: Water for prosperity and peace.** Paris: UNESCO, 2024. Disponível em <https://www.unesco.org/en/articles/united-nations-world-water-development-report-2024-water-prosperity-and-peace>. Acesso em: 16 mai. 2025.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: água para um mundo sustentável.** Perugia, Itália: Programa de Avaliação Mundial da Água (WWAP), 2015. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232272_por. Acesso em: 15 mai. 2025.

UNILEVER. Unilever reduz consumo global de água: no Brasil, economia chegou a 54% no mesmo período nos complexos fabris da companhia no País. **Unilever**, 22 mar. 2021. Disponível em: <https://encurtador.com.br/qAzss>. Acesso em: 5 mai. 2025.

VASCONCELOS, Yuri. Os impactos do mundo digital no ambiente. **Revista Pesquisa Fapesp**. n. 349, ano 26. Mar. 2025. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2025/03/Pesquisa-349-1.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2025.

WWF BRASIL. **Pegada Hídrica incentiva o uso responsável da água.** Disponível em <https://www.wwf.org.br/?27822/Pegada-Hdrica-incentiva-o-uso-responsvel-da-gua>. Acesso em: 24 ago. 2025.

VICUNHA. **Relatório de Sustentabilidade 2023.** Disponível em: <https://encurtador.com.br/P62F2>. Acesso em: 24 ago. 2025.

WORDL RESOURCE INSTITUTO. **Aqueduct Water Risk Atlas.** Disponível em <http://wri.org/data/aqueduct-water-risk-atlas>. Acesso em: 24 ago. 2025.

XAVIER, Yanko M. de Alencar; NASCIMENTO, Livia M. do. Usos da Água no Brasil. In: XAVIER, Yanko M. de Alencar; IRUJO, A. Embid; SILVEIRA NETO, Otacílio (org.). **O Direito de Águas no Brasil e na Espanha: um estudo comparado.** Fortaleza/Ceará: Editora Fundação Konrad Adenauer, 2008, p. 249-272.

INFORMAÇÕES DOS AUTORES

Ana Alice De Carli

Professora Associada 1, do Departamento de Direito, e do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Direito (PPGD), da Universidade Federal Fluminense. Pesquisadora e cofundadora dos Grupos de Estudos em Meio Ambiente e Direito (GEMADI/UFF) e de Estudos em Direito Constitucional (GEDCON/UFF). Pós-doutora em Ciências Jurídicas. Doutora e Mestre em Direito e Evolução Social. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9525-8113>. Endereço eletrônico: anacarli@id.uff.br.

José Irivaldo Alves O. Silva

Professor Associado da Universidade Federal de Campina Grande. Pesquisador Produtividade do CNPq, nível 1D. Professor colaborador do Mestrado em Administração Pública, permanente no Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, ambos da UFCG, permanente no Mestrado em Desenvolvimento Regional, da UEPB e no Programa de Pós-Graduação em Ciências Jurídicas da UFPB, Mestrado e Doutorado. Pós-doutor em Gestão de Águas pela Universidad de Alicante, Espanha. Pós-Doutor em Desenvolvimento Regional pela Universidade Estadual da Paraíba. Doutor em Ciências Sociais. Doutor em Direito e Desenvolvimento. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0022-3090>. Endereço eletrônico: irivaldo.cdsa@gmail.com.

COMO CITAR

DE CARLI, Ana Alice; SILVA, José Irivaldo Alves O. A importância da água virtual e da pegada hídrica no atual cenário de aumento de demandas por recursos hídricos. **Novos Estudos Jurídicos**, Itajaí (SC), v. 30, n. 2, p. 282-307, 2025. DOI: 10.14210/nej.v30n2.p.282-307.

Recebido em: 01 de jun. de 2025.

Aprovado em: 25 de ago. de 2025.